Libro blanco del agua en España



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGUAS Y COSTAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE OBRAS HIDRÁULICAS
Y CALIDAD DE LAS AGUAS

Libro blanco del agua en España

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGUAS Y COSTAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE OBRAS HIDRÁULICAS
Y CALIDAD DE LAS AGUAS

2000

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría general Técnica
Ministero de Medio Ambiente ®

I.S.B.N.: 84-8320-128-3
NIPO: 310-00-009-3
Depósito Legal: M-36787-2000

Imprime: JACARYAN, S.A.

Impreso en papel ecológico

PREÁMBULO

Es para mí una satisfacción poder presentar a la luz pública esta versión final del Libro Blanco del Agua en España elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente.

Fruto de un importante esfuerzo de recopilación, síntesis y reflexión sobre los problemas del agua, y de un proceso de perfeccionamiento mediante un amplio debate público, este documento resume con acierto el estado de tan compleja cuestión, y plantea nuevas e interesantes perspectivas para el futuro. Aspectos tecnológicos, sociales, jurídicos, ambientales, económicos, confluyen en este Libro con naturalidad y penetración, consiguiendo una integración armónica y difícil de tan diversas perspectivas.

Pero además de su valor intrínseco, este libro es un símbolo del trabajo continuado a través de las legislaturas y el devenir administrativo, y muestra eficazmente cómo las políticas de Estado, como es la del agua, deben ir madurando y perfeccionándose de forma continuada, sin bruscos aspavientos, en un permanente esfuerzo de indagación y de autocrítica, en el que al margen de coyunturas se construye siempre de forma colectiva, sobre cimientos sólidos heredados del pasado.

Apuntar las líneas de innovación y las inflexiones en las viejas trayectorias, y saber impulsar nuevos rumbos con respecto a lo positivo de la herencia recibida, pero sin estériles lastres por el pasado, es el objetivo en política del agua.

Jaume Matas Palou
Ministro de Medio Ambiente
Septiembre de 2000

PRÓLOGO

El río es imagen de la vida: sus aguas cristalinas o enturbiadas, su curso sereno o arrollador su cauce por el que van al mar las tierras de todas las comarcas que atraviesa, son esencialmente movibles y fugaces. Su única permanencia es la variedad.

Enrique Becerril, "El Río, Imagen de la Vida y Fuente de Energía". Discurso pronunciado en Febrero de 1947, con motivo de la concesión del premio "Alfonso el Sabio" por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Las aguas de España. Con este título o similares, se han escrito multitud de artículos, libros, folletos y en general toda clase de publicaciones pretendiendo reflejar cada una en su estilo alguna o algunas de las innumerables facetas que la problemática del agua presenta en nuestro pais. Sólo cabe referirse al agua de España destacando el pluralismo que caracteriza toda la realidad española.

En Mayo de 1996, como consecuencia del proceso electoral seguido, tomó posesión el Gobierno de José María Aznar y como miembro del mismo, tuve el honor y la satisfacción de hacerme cargo del Ministerio de Medio Ambiente, y por ello, de las competencias que el Estado ostenta en materia de aguas.

Existia un borrador de Plan Hidrológico Nacional, escrito en 1993 y reformado en 1995, amén de una serie de recomendaciones, normas, alegaciones y opiniones de todos los gustos, relacionadas con el problema que presentaba la falta de finalización del proceso de aprobación de los Planes Hidrológicos de cuenca, agudizado por la sequía que se acababa de vivir durante 1994 y 1995.

Por otro lado, la aplicación de la Ley de Aguas en las condiciones que acabo de citar mostraha claramente una serie de insuficiencias, sobre la realidad de carácter físico y administrativo, a las que no era posible dar respuesta a plazo inmediato, como simultáneamente ponían de manifiesto nuestros compromisos con la Unión Europea y el cumplimiento de las Directivas comunitarias.

En definitiva, se apreciabá claramente la necesidad de diagnosticar con exactitud la naturaleza de las dificultades y sus consecuencias, que presentaba la siempre poliédrica problemática de la gestión del agua en España, a la vez que se implantaba la necesidad de propiciar un importmte cambio cualitativo del punto de vista tadicional desde el que, hacía más de un siglo, se venía contemplando nuestra realidad hídrica: plantear, desde el recién creado Ministerio de Medio Ambiente, la nueva política de gestión del agua destacando su condición de medio natural en lugar de mantener a ultranza el principio de aumentar la capacidad de regulación y oferta del recurso por encima de cualquier otra consideración.

Tal diagnóstico de nuestra realidad hídrica solo puede precisarse, poniendo de manifiesto de manera ordenada los resultados obtenidos de la aplicación de una metodología de análisis científico-técnico de carácter multidisciplinar, que a su vez había que poner a punto para este fin. Estos sistemas e instrumentos tecnológicos, proyectados por la Direcci6n General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, y encargados al Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, junto con la reflexión y aportación de distintos especialistas en los diversos aspectos del problema, dió como resultado el libro que tiene el lector en sus manos: el Libro Blanco del Agua en Espana del Ministerio de Medio Ambiente.

Se acaba de iniciar el año 2000. Cabe afirmar, sin temor a equivocarse, que con él se cierra un ciclo histórico en materia de política hidráulica, fuertemente marcado por las ideas regeneracionistas y por el papel que sus partidarios otorgaron al agua en la resolución de los problemas nacionales, tras la crisis del 98. Aunque con maticés, es-tos planteamientos han estado presentes a lo largo de todo el Siglo XX y puede decirse que persisten en nuestros días, en una cierta medida, a pesar de que la situación es hoy bien distinta de la del pasado. Tanto en el orden económico y social, como en el tecnológico, el contexto en el que actualmente se lleva a cabo la gestión del agua ha experimentado profundas transformaciones.

Las prioridades de la sociedad han ido evolucionando considerablemente a lo largo de este tiempo, en casi todos los campos, lo cual es especialmente perceptible en el caso del agua. Basta con fijarse en la creciente consideración ambiental que actualmente merecen las cuestiones relacionadas con los recursos hídricos y la importancia que se concede a la adecuada conservación de los recursos naturales.

Por otro lado, el espacio económico en el que está inmerso nuestro país, tras la integración en la Unión Económica Monetaria, y el acelerado proceso de globalización a que estamos asistiendo, configuran un entorno que nada tiene que ver con el de comienzos de siglo y con aquél donde hunden sus raíces los principios básicos de la polí-tica hidráulica tradicional que la mayor parte de nosotros hemos conocido.

A1 mismo tiempo, el espectacular desarrollo tecnológico operado en todos los sectores ha tenido también una influencia destacada. Este desarrollo ha tenido un doble efecto por un lado, permite llevar a cabo actuaciones que eran impensables para nuestros mayores, porque observaban en la naturaleza barreras, para ellos, insalvables; por otro, sin embargo, convierte en innecesarias algunas otras actuaciones consideradas incuestionables hasta hace bien poco, porque las innovaciones en el resto de los campos las compensa con creces. Tal es el caso, por ejemplo, de la continua mejora de la productividad registrada en el sector agrario, en general, y en el regadío en particular, por referirnos a sectores muy directamente relacionados con la Administración Pública del agua.

Todós nosotros, en mayor o menor grado, admitimos la existencia de estos cambios aunque, como suele suceder con aquellos eventos que ocurren sin llamar mucho la atención del gran público, no seamos conscientes de sus implicaciones y, menos aún, hayamos sido capaces de asimilar e integrar todas sus consecuencias. A1 final se convierten en evidencias que se escapan a nuestra percepción.

Precisamente, este Libro Blanco del Agua en España tiene como principal objetivo arrojar luz sobre estas cuestiones, marcar un punto de inflexión en la reflexión administrativa y el discurso sobre el agua, y propiciar una plena toma de conciencia de la época en que nos encontramos, imprescindible para poder afrontar con éxito el nuevo período que sin duda comienza para la administración y gestión de este recurso.

Bajo esta perspectiva, se aportan todos los elementos de análisis que se ha estimado necesario tener en cuenta de cara a un diagnóstico certero. Como podrá comprobarse tras la lectura del documento, se ha realizado un enorme esfuerzo de recopilación, depuración y homogeneización de datos que hasta ahora se encontraban dispersos por diversos organismos e instituciones, a fin de ofrecer de forma sistemática, objetiva y coherente toda la información existente, tanto sobre los recursos hídricos como sobre sus diferentes usos.

En definitiva, y sin perjuicio de los errores y desaciertos que pueda contener, se trata de un documento elaborado de forma no sesgada y con una alta exigencia de rigor científico, técnico y metodológico. Pero ello no resulta como consecuencia de un mero afán académico o investigador, sin vocación práctica, aunque también es indudable su contribución en este sentido, sino que más bien proviene de un interés por ser útil para la formación de un criterio más documentado para todos los interesados por los problemas del agua en España.

A partir de la identificación de las nuevas referencias, pretende, en última instancia, facilitar la toma de decisiones y ayudar a superar con éxito la encrucijada en que nos encontramos. Se exponen aspectos, hasta ahora no suficientemente tomados en consideración por la opinión pública, cuyo olvido o desconocimiento podían estar impidiendo una toma de posición equilibrada y ponderada, en relación con los temas del agua. Asimismo, se fundamentan debidamente los argumentos presentados, con; el deseo de que éstos sean compartidos por la mayor parte de la sociedad.

En consecuencia, el libro es una obra abierta que admite distintas lecturas: puede verse como una fuente de ideas o como una mina de datos, como una síntesis enciclopédica o como una guía para la identificación de prioridades y para la acción política y administrativa.

Desde el Ministerio de Medio Ambiente se tiene el convencimiento de que la solución de los problemas del agua pasa por un amplio consenso nacional. Son tantos los aspectos que confluyen y tan variados los intereses involucrados, todos legítimos, que no resulta razonable plantear que la solución debe dirimirse en un solo campo, sea éste el económico, ambiental, territorial o cultural.

Bajo estas premisas, el Libro Blanco del Agua en Espana pretende servir también como elemento de ayuda para la elaboración del Plan Hidrológico Nacional y culminar así el desarrollo normativo previsto en la Ley de Aguas. Aunque la aprobación del citado plan no es el único instrumento al servicio de la política del agua, y en particular de la Administración del agua para desarrollar sus funciones, sí debe reconocérsele una significación especial.

Por último, hay que resaltar que, en defilnitiva, no se trata de otra cosa que de resolver un problema común. Cuanto mejor y más abundante sea la información elaborada sobre él y mayor sea el número de ciudadanos que dispongan de ella, más altas serán las posibilidades de llegar a decisiones acertadas y compartidas por todos. Por ello se han incorporado a este Libro Blanco todos aquellos constructivos comentarios recibidos de los distintos estamentos de la sociedad española, representados o no directa o indirectamente en el Consejo Nacional del Agua, que han supuesto modificar, puntualizar, clarificar o completar las distintas cuestiones que aquí se tratan.

No me queda sino agradecer a todos aquellos que han participado en su redacción su esfuerzo y trabajo que, como siempre que se culmina una obra bien hecha, puedo calificar en gran parte de desinteresado. Estoy segura qúe el Libro Blanco del Agua en España del Ministerio de Medio Ambiente se convertirá en poco tiemno en un texto de estudio y consulta al que será imposible no referirse durante bastantes años.

Isabel Tocino Biscarolasaga
Ministra de Medio Ambiente
Febrero de 2000

PRESENTACIÓN

E1 presente documento Libro Blanco del Agua en España ha sido redactado, bajo la dirección de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas del Ministerio de Medio Ambiente, por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, con la colaboración, asistencia y soporte técnico del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

En su desarrollo y elaboración han participado distintas unidades administrativas, tanto del Ministerio de Medio Ambiente como de otros Departamentos Ministeriales, así como numerosos especialistas del ámbito profesional y universitario.

La primera versión fue presentada en diciembre de 1998, como documento de trabajo para ser sometido a discusión y debate social. Desde ese momento, el Libro fue objeto de numerosas presentaciones y discusiones públicas en muy diversos foros, prolongadas durante meses, y materializadas en el extenso conjunto de comentarios y sugerencias finalmente recibidas. Tales numerósas aportaciones, junto con la atención mostrada por el documento en el ámbito español e internacional, corroboran la oportunidad del trabajo realizado y el acierto de los responsables del Ministerio de Medio Ambiente al impulsar su elaboración.

E1 equipo redactor del documento quiere agradecer muy sinceramente la colaboración y el esfuerzo realizado por cuantos han aportado sus comentarios y sugerencias. Todas han sido analizadas y se han tenido en cuenta en el proceso de redacción de esta versión final.

Asimismo, debe senalarse que el Libro Blanco no ha sido concebido como una actuación aislada, fruto de un impulso coyuntural que surge y se agota tras una breve efervescencia: sin perjuicio de su utilidad puntual como fuente de ideas y de datos para la reflexión sobre el agua en el fin de siglo, este texto aspira a perdurar como libro de fondo y referencia actualizada sobre la situación de los recursos hídricos en el país. Ello requiere su periódica revisión, mejora y puesta al día, a la que desde este momento nos comprometemos.

En definitiva, es nuestro deseo y el de todas las personas que han trabajado en el documento que el esfuerzo realizado contribuya modestamente a un mejor conocimiento de los problemas del agua en España. Conocimiento de la compleja realidad hídrica y racionalidad al afrontar esta realidad son los requisitos básicos para afrontar con solvencia los problemas del presente y los desafíos del futuro.

Francisco Cabezas Calvo-Rubio
Subdirector General de Planificación Hidrológica

ÍNDICE BÁSICO

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Porqué un Libro Blanco del Agua? 3
1.2. Los objetivos del Libro Blanco 4
1.3. Estructura y alcance del documento..... 5

2. EL MARCO FÍSICO, SOCIOECONÓMICO E INSTITUCIONAL DE REFERENCIA

2.1. Introducción..... 9
2.2. Marco físico y biótico..... 9
2.3. Marco socioeconómico..... 21
2.4. Marco institucional..... 52
2.5. El contexto internacional..... 70

3. LA SITUACIÓN ACTUAL Y LOS PROBLEMAS EXISTENTES Y PREVISIBLES

3.1. La situación de los recursos hídricos..... 75
3.2. La calidad de las aguas..... 196
3.3. Los usos y demandas..... 246
3.4. El aprovechamiento del agua. Asignaciones y reservas..... 333
3.5. El sistema de utilización actual 348
3.6. Experiencias de trasvases intercuencas . 370
3.7. La economía del agua..... 380
3.8. La Administración pública del agua..... 413
3.9. La protección y recuperación del dominio público hidráulico..... 416
3.10. Las infraestructuras hidráulicas..... 431
3.11. El problema de las sequías 457
3.12. Avenidas e inundaciones..... 465
3.13. El contexto internacional..... 488
3.14. La cooperación con Portugal..... 496
3.15. Investigación y desarrollo en recursos hídricos..... 499

4. LOS FUNDAMENTOS PARA UNA NUEVA POLÍTICA DEL AGUA

4.1. El concepto de política hidráulica 509
4.2. La crisis del modelo tradicional 512
4.3. Los fundamentos jurídicos..... 523
4.4. Los fundamentos ambientales 524
4.5. Los fundamentos económicos 539
4.6. Los fundamentos sociopolíticos 551
4.7. Los fundamentos técnicos 555

5. LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

5.1. Antecedentes históricos del proceso planificador..... 571
5.2. Régimen jurídico de la planificación hidrológica..... 576
5.3. Historia y situación de los Planes Hidrológicos de cuenca 585
5.4. Historia y situación del Plan Hidrológico Nacional..... 591
5.5. Los contenidos del Proyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional 593
5.6. Los posibles trasvases a aprobar por el Plan Hidrológico Nacional 600
5.7. Otras propuestas para una nueva política del agua..... 607

6. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS 617

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 621

ÍNDICE DETALLADO

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Por qué un Libro Blanco del agua? 3
1.2. Los objetivos del Libro Blanco 4
1.3. Estructura y alcance del documento 5

2. EL MARCO FÍSICO, SOCIOECONÓMICO E INSTITUCIONAL DE REFERENCIA

2.1. Introducción 9
2.2. Marco físico y biótico 9
2.2.1. Climatología 9
2.2.2. Geología 11
2.2.3. Edafología 14
2.2.4. Usos del suelo 14
2.2.5. Hidrografía 16
2.2.6. Medio biótico 20
2.2.7. Conclusión 21
2.3. Marco socioeconómico 21
2.3.1. Introducción 21
2.3.2. Población 22
2.3.2.1. Situación actual y dinámica reciente .. 22
2.3.2.1.1. Evolución temporal 22
2.3.2.1.2. Distribución espacial 24
2.3.2.2. Las tendencias para el próximo futuro 28
2.3.2.2.1. Evolución temporal 28
2.3.2.2.2. Distribución espacial 30
2.3.2.3. Conclusiones 33
2.3.3. Turismo 35
2.3.4. Regadío 40
2.3.4.1. Condiciones naturales 42
2.3.4.2. La población ocupada en el sector agrario 43
2.3.4.3. Conclusiones 47
2.3.5. Industria 48
2.3.6. Energía 48
2.3.6.1. Estructura sectorial de la producción . eléctrica 49
2.3.6.2. Estructura territorial de la producción hidro-eléctrica 50
2.4. Marco institucional 52
2.4.1. La organización territorial y las Comunidades Autónomas 52
2.4.2. El actual marco jurídico 53
2.4.2.1. Constitución Española 54
2.4.2.1.1. La distribución competencial en materia de aguas 55
2.4.2.1.2. La distribución de otras competencias 57
2.4.2.1.2.1. Medio ambiente y vertidos 58
2.4.2.1.2.2. Agricultura 59
2.4.2.1.2.3. Pesca fluvial 60
2.4.2.1.2.4. Deporte y ocio 60
2.4.2.1.2.5. Energía 60
2.4.2.1.2.6. Protección Civil 61
2.4.2.1.2.7. Sanidad 61
2.4.2.1.3. El mandato básico a los poderes públicos 61
2.4.2.2. Normativa básica autonómica 62
2.4.2.2.1. Estatutos de Autonomía 62
2.4.2.2.2. Ley Orgánica 9/1992 63
2.4.2.2.3. Decretos de transferencias 64
2.4.2.3. Legislación de aguas 64
2.4.2.3.1. La Ley de Aguas de 1985 64
2.4.2.3.2. La Ley de Aguas Canaria de 1990... 66
2.4.2.3.3. Disposiciones sobre aguas de las Comunidades Autónomas 67
2.4.2.4. Normativa sectorial autonómica y local 67
2.4.2.5. Normativa internacional 68
2.4.3. Instituciones y organizaciones 68
2.4.3.1. Los Organismos de cuenca 68
2.4.3.2. Las Comunidades de regantes 69
2.5. El contexto internacional 70
2.5.1. La convergencia 70
2.5.2. Los impactos específicos 72

3. LA SITUACIÓN ACTUAL Y LOS PROBLEMAS EXISTENTES Y PREVISIBLES

3.1. La situación de los recursos hídricos 75
3.1.1. Introduccion. El concepto de recurso 75
3.1.2. La consideración cuantitativa del recurso 76
3.1.2.1. El ciclo hidrológico en régimen natural 76
3.1.2.1.1. El concepto de ciclo hidrológico 76
3.1.2.1.2. Balance hídrico de un territorio 78
3.1.2.1.3. Recursos renovables y reservas 79
3.1.2.2. El ciclo hidrológico en régimen influenciado 80
3.1.2.2.1. La afección antrópica sobre el ciclo hidrológico 80
3.1.2.2.2. La restitución al régimen natural 84
3.1.2.2.3. La afección antrópica a escala global 85
3.1.2.3. La contabilidad del agua 86
3.1.3. El conocimiento de los recursos. Redes de medida 86
3.1.3.1. Situación de las redes de control 86
3.1.3.1.1. Redes meteorológicas 86
3.1.3.1.2. Redes de aguas superficiales 90
3.1.3.1.3. Redes de aguas subterráneas 93
3.1.3.2. Comparación con otros países 96
3.1.3.3. Problemas, conclusiones y propuestas de actuación 96
3.1.4. Recursos naturales 100
3.1.4.1. Escorrentías totales en régimen natural 100

3.1.4.1.1. Precipitaciones 100
3.1.4.1.2. Evapotranspiración..... 107
3.1.4.1.3. Lluvia útil..... 109
3.1.4.1.4. Escorrentía total 109
3.1.4.1.5. El procedimiento de evaluación de los recursos hídricos..... 113
3.1.4.1.6. Resultados obtenidos 121
3.1.4.2. Fracción de origen subterráneo. Recarga natural 130
3.1.4.3. Variabilidad y diversidad hidrológica. 139
3.1.4.4. Comparación con el contexto europeo 141
3.1.5. Recursos disponibles 146
3.1.5.1. Introducción. Conceptos previos 146
3.1.5.2. Caudales fluyentes y regulación natural 149
3.1.5.3. Las obras de regulación y los sistemas de explotación 153
3.1.5.4. Disponibilidades teóricas obtenidas mediante regulación en embalses 155
3.1.5.5. Las aguas subterráneas y su explotación 159
3.1.5.6. Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas..... 166
3.1.5.7. Recarga artificial de acuíferos 169
3.1.5.8. Reutilización 170
3.1.5.9. Desalación..... 173
3.1.6. Transferencias de recursos..... 177
3.1.6.1. Introducción 177
3.1.6.2. Transferencias superficiales..... 178
3.1.6.2.1. Transferencias naturales con otros países..... 178
3.1.6.2.2. Transferencias artificiales entre ámbitos de planificación 179
3.1.6.3. Transferencias subterráneas 180
3.1.6.4. Transferencias totales..... 181
3.1.7. Disponibilidades totales..... 181
3.1.8. Las incertidumbres del futuro..... 184
3.1.8.1. La variabilidad hidrológica natural..... 184
3.1.8.1.1. Incertidumbres asociadas a la longitud de los registros disponibles.. 184
3.1.8.1.2. Incertidumbres asociadas a la variabilidad a largo plazo..... 185
3.1.8.1.2.1. Variabilidad de las lluvias 185
3.1.8.1.2.2. Variabilidad de los caudales..... 187
3.1.8.2. Las incertidumbres del cambio climático..... 188
3.1.8.2.1. Introducción 188
3.1.8.2.2. Escenarios de precipitación y temperatura..... 190
3.1.8.2.3. Impacto sobre los recursos hídricos. 191
3.1.8.3. Conclusiones 195
3.2. La calidad de las aguas..... 196
3.2.1. Introducción..... 196
3.2.2. Situación general y aspectos normativos 196
3.2.3. El conocimiento de la calidad de las aguas. Redes de control 198
3.2.3.1. Introducción 198
3.2.3.2. Situación de las redes de control 199
3.2.3.3. Comparación con otros países 201
3.2.3.4. Propuestas de gestión, coordinación y modernización..... 203
3.2.4. La contaminación de los ríos..... 205
3.2.4.1. Situación de la calidad. Criterios de aptitud e indicadores 206
3.2.4.1.1. Criterios de aptitud para el consumo humano..... 206
3.2.4.1.2. Criterios de aptitud para regadío 207
3.2.4.1.3. Criterios de aptitud para aguas de baño..... 209
3.2.4.1.4. Criterios de aptitud para vida piscícola 211
3.2.4.1.5. Calidad según el Criterio del ICG, o de la Calidad General 213
3.2.4.1.6. Calidad según el Criterio de la DBO_5, o de la contaminación orgánica 216
3.2.4.1.7. Calidad según Criterios del índice .....biótico 216
3.2.4.1.8. Calidad ecológica..... 219
3.2.4.2. Situación de la depuración de vertidos industriales 220
3.2.4.3. Contaminación difusa 221
3.2.4.4. Contaminación térmica 222
3.2.4.5. Contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas..... 223
3.2.4.6. Vertederos de residuos sólidos..... 224
3.2.4.7. Contaminación radiológica 225
3.2.5. La contaminación de masas de agua 228
3.2.5.1. Introducción 228
3.2.5.2. Eutrofización de lagos y embalses..... 228
3.2.6. La contaminación de las aguas subterráneas..... 230
3.2.6.1. Problemas de contaminación detectados..... 232
3.2.6.1.1. Salinización..... 232
3.2.6.1.2. Contaminación por nitratos..... 232
3.2.6.1.3. Contaminación por metales pesados 232
3.2.6.1.4. Contaminación por compuestos orgánicos 233
3.2.6.2. Descontaminación de acuíferos 234
3.2.6.3. Prevención de la contaminación 235
3.2.7. Los objetivos de calidad 235
3.2.8. Los Convenios Internacionales sobre la calidad de las aguas 238
3.2.8.1. El convenio OSPARCOM sobre contaminación al Océano Atlántico 238
3.2.8.2. El Convenio de Barcelona sobre la contaminación del Mar Mediterráneo. 239
3.2.9. EL Plan Nacional de Saneamiento y Depuración 241
3.2.10. La ordenación de vertidos..... 244
3.3. Los usos y demandas 246

3.3.1. Conceptos previos y Cuestiones terminológicas 246
3.3.2. El conocimiento de los usos y demandas 249
3.3.2.1. Introducción 249
3.3.2.2. Demanda urbana 249
3.3.2.3. Demanda industrial 252
3.3.2.4. Demanda agraria 252
3.3.2.5. Requerimientos ambientales 255
3.3.3. Abastecimiento urbano 256
3.3.3.1. Descripción general 256
3.3.3.2. Uso actual y consumos representativos 258
3.3.3.3. Régimen de tarifas 264
3.3.3.4. Experiencias de ahorro y conservación 269
3.3.3.5. Demanda futura 273
3.3.3.6. Problemas existentes y previsibles 277
3.3.4. Abastecimiento industrial 279
3.3.4.1. Introducción 279
3.3.4.2. Uso actual y dotaciones tipo 280
3.3.4.3. Demanda futura 281
3.3.5. Usos agrarios 282
3.3.5.1. Evolución histórica del regadío 283
3.3.5.2. Uso actual del agua para riego 287
3.3.5.3. Precios del agua en regadío 290
3.3.5.4. Demanda futura 292
3.3.5.5. Circunstancias y Problemas existentes y previsibles 294
3.3.5.5.1. Condiciones de mercado y competitividad de la producción. La Política Agraria Común. Tendencias de futuro 295
3.3.5.5.2. Suministro de agua 301
3.3.5.5.3. Afecciones ambientales 302
3.3.5.5.4. Otros problemas planteados 302
3.3.5.6. Usos ganaderos 302
3.3.5.7. El Plan Nacional de Regadíos 303
3.3.5.7.1. Antecedentes 303
3.3.5.7.2. Objetivos del PNR 304
3.3.5.7.3. Caracterización de los regadíos existentes 304
3.3.5.7.4. Programas de actuación 304
3.3.5.7.4.1. Superficie de nuevos regadíos 304
3.3.5.7.4.2. Superficie de regadío actual a mejorar 306
3.3.5.7.4.3. Consumo y ahorro de agua 307
3.3.5.7.4.4. Cultivos a establecer en concordancia con la reforma de la PAC y el acuerdo del GATT 307
3.3.5.7.4.5. Estudios de rentabilidad y posibles alternativas 307
3.3.5.7.4.6. Zonas a transformar en regadío por razones sociales 307
3.3.5.7.5. Formación de los regantes y divulgación de las técnicas de regadío 308
3.3.6. Usos energéticos 308
3.3.6.1. Introducción. Evolución histórica 308
3.3.6.2. Aprovechamientos hidroeléctricos 311
3.3.6.3. Producción térmica 314
3.3.7. Acuicultura 315
3.3.8. Usos recreativos 316
3.3.9. Requerimientos ambientales 318
3.3.9.1. Introducción. Conceptos previos. Caudales y volúmenes ambientales 318
3.3.9.2. Conceptos jurídicos 321
3.3.9.3. Ríos 322
3.3.9.4. Embalses y masas de agua 323
3.3.9.5. Zonas húmedas 324
3.3.9.6. Deltas y estuarios 324
3.3.10. Síntesis de los usos y demandas actuales 325
3.3.11. Impacto del cambio climático sobre las demandas hídricas 325
3.3.12. Comparación con otros países 329
3.4. El aprovechamiento del agua. Asignaciones y reservas 333
3.4.1. Introducción. Conceptos básicos 333
3.4.2. El derecho a usar el agua. La figura concesional 334
3.4.2.1. Fundamentos y antecedentes históricos 334
3.4.2.1.1. La condición patrimonial del agua en el medievo 335
3.4.2.1.2. Agua y revolución liberal 336
3.4.2.1.3. La época moderna 336
3.4.2.2. La situación actual 336
3.4.2.3. Concesiones de aguas y planificación hidrológica. La revisión concesional 338
3.4.3. La inscripción de derechos. Los Registros administrativos de aguas 338
3.4.3.1. Antecedentes 339
3.4.3.2. Evolución. Aprovechamientos inscritos, clandestinos y abusivos 339
3.4.3.3. La nueva regulación de 1985. Las vinculaciones con otros Registros públicos 340
3.4.3.4. La situación actual 341
3.4.3.4.1. Abastecimientos a poblaciones 342
3.4.3.4.2. Regadíos 343
3.4.3.4.3. Aprovechamientos hidroeléctricos 344
3.4.3.4.4. Conclusiones 345
3.4.3.5. El contenido de los derechos históricos. Derechos de papel y derechos efectivos 345
3.4.3.6. Registro de aguas y Planificación Hidrológica 347
3.4.4. Las Reservas demaniales 347
3.5. El sistema de utilización actual 348
3.5.1. Modelación cartográfica del sistema de utilización 348
3.5.1.1. Introducción. Procesos básicos 348
3.5.1.2. Recursos naturales 349
3.5.1.3. Requerimientos ambientales y recursos potenciales 349

3.5.1.4. Demandas 351
3.5.1.5. Balance 352
3.5.1.6. Agregación territorial por sistemas de explotación 355
3.5.1.7. Agregación territorial por ámbitos de planificación 358
3.5.2. Modelación analítica del sistema de utilización 360
3.5.2.1. Introducción 360
3.5.2.2. Esquema general 362
3.5.2.3. Unidades de demanda 364
3.5.2.3.1. Demandas urbanas 364
3.5.2.3.2. Demandas agrarias 365
3.5.2.3.3. Demandas industriales y de refrigeración 366
3.5.2.3.4. Otras demandas 366
3.5.2.4. Requerimientos medioambientales 366
3.5.2.5. Recursos hídricos superficiales 367
3.5.2.6. Recursos hídricos subterráneos 368
3.5.2.7. Recursos no convencionales 369
3.5.2.8. Infraestructuras 369
3.5.3. Conclusiones 370
3.6. Experiencias de trasvases intercuencas . 370
3.6.1. Tajo-segura 371
3.6.2. El minitrasvase a Tarragona 375
3.6.2.1. Antecedentes. El Proyecto de trasvase Ebro-Pirineo Oriental 376
3.6.2.2. Planteamiento y desarrollo de la transferencia 377
3.6.3. Otros trasvases 379
3.6.4. Las consecuencias ambientales de los trasvases 380
3.7. La economía del agua 380
3.7.1. El agua como factor económico productivo 381
3.7.1.1. El Sector agrícola. La aportación del regadío a la economía española 381
3.7.1.2. Sector industrial 385
3.7.1.3. Sector energético 387
3.7.1.4. Regadío e hidroelectricidad. Costes de oportunidad del empleo alternativo y diferencias territoriales 388
3.7.1.5. Sector servicios 389
3.7.1.6. Conclusiones 389
3.7.2. El vigente régimen económico-financiero 392
3.7.2.1. Introducción 392
3.7.2.2. Antecedentes históricos. La Ley de Obras Hidráulicas de 1911 394
3.7.2.3. Principios básicos del régimen vigente. 395
3.7.2.3.1. Las cuatro figuras básicas de la regulación actual 395
3.7.2.3.2. Incorporaciones recientes 398
3.7.2.3.3. Otros aspectos relevantes 398
3.7.2.4. Resultados de la aplicación del régimen vigente 399
3.7.2.4.1. Canon de utilización de bienes de dominio público (art. 104) 400
3.7.2.4.2. Canon de vertido (art. 105) 401
3.7.2.4.3. Canon de regulación (art. 106.1) 402
3.7.2.4.4. Tarifa de utilización del agua (art. 106.2) 402
3.7.2.4.5. Síntesis de resultados 403
3.7.2.5. Experiencias obtenidas y problemas planteados 405
3.7.3. La regulación económica de los trasvases 408
3.7.3.1. Principios inspiradores y modalidades.. 408
3.7.3.2. Trasvases con régimen económico-financiero inspirado en los principios tradicionales de la legislación de ... aguas 409
3.7.3.2.1. El trasvase Tajo-Segura 409
3.7.3.2.2. El trasvase Guadiaro-Guadalete 410
3.7.3.2.3. El trasvase Tajo-Guadiana 411
3.7.3.3. Trasvases con régimen económico-financiero especial 411
3.7.3.3.1. El abastecimiento al campo de Tarragona 411
3.7.3.3.2. El abastecimiento a Mallorca 411
3.7.3.4. Conclusiones 411
3.8. La Administración pública del agua 413
3.8.1. Introducción 413
3.8.2. Principales problemas de la actual Administración Hidráulica 413
3.8.3. El reto medioambiental 414
3.8.4. Las comunidades de usuarios 414
3.9. La protección y recuperación del dominio público hidráulico 416
3.9.1. Deslinde 416
3.9.2. El entorno fluvial. Conservación y restauración 416
3.9.2.1. Introducción 416
3.9.2.2. Cauces, riberas y márgenes 417
3.9.2.3. Lechos de lagos, lagunas y embalses . 418
3.9.2.4. Efectos antrópicos sobre el entorno fluvial 418
3.9.2.5..El problema del aporte de áridos a las playas 419
3.9.3. Zonas de protección especial 420
3.9.3.1. Introducción. Normativa 420
3.9.3.2. Zonas húmedas 420
3.9.3.2.1. Introducción. Inventario 420
3.9.3.2.2. Necesidades hídricas o volúmenes de mantenimiento 422
3.9.3.2.3. Humedales y aguas subterráneas 423
3.9.3.2.4. El Plan Estratégico para la conservación y uso racional de los . humedales 423
3.9.3.3. Espacios Naturales Protegidos 425
3.9.3.4. Acuíferos de interés especial 426

3.9.3.5. Tramos de ríos protegidos 427
3.9.4. Explotaciones económicas 428
3.9.5. Fomento del uso social 428
3.9.6. Restauración hidrológico-forestal 428
3.9.7. La vigilancia y control del dominio público 431
3.10. Las infraestructuras hidráulicas 431
3.10.1. Sistemas y tipologías 431
3.10.1.1. Sistemas básicos de infraestructuras. 431
3.10.1.1.1. Los sistemas de abastecimiento 431
3.10.1.1.2. Los riegos tradicionales 432
3.10.1.1.3. Los riegos de iniciativa pública 433
3.10.1.1.4. Los riegos privados individuales ... 433
3.10.1.2. Tipologías de infraestructura hidráulica 433
3.10.1.2.1. Presas 433
3.10.1.2.2. Azudes de derivación y captaciones fluviales 440
3.10.1.2.3. Captaciones hidrogeológicas 441
3.10.1.2.4. Conducciones de abastecimiento ... 444
3.10.1.2.5. Conducciones de riego 445
3.10.1.2.6. Redes de azarbes y drenajes 446
3.10.1.2.7. Redes de caminos de servicio 446
3.10.1.2.8. Instalaciones de tratamiento de aguas potables 446
3.10.1.2.9. Instalaciones de tratamiento de aguas residuales 446
3.10.1.2.10. Instalaciones de reutilización de . aguas residuales 447
3.10.1.2.11. Instalaciones de desalación 447
3.10.1.2.12. Aprovechamientos hidroeléctricos. 448
3.10.1.2.13. Instalaciones de navegación y transporte 449
3.10.1.2.14. Sistemas de corrección hidrológico-forestal 450
3.10.1.2.15. Pasos para peces 451
3.10.1.2.16. Encauzamientos y defensas de márgenes 451
3.10.2. Valoración del patrimonio hidráulico .. 451
3.10.3. Conservación, mantenimiento, reposición y modernización de infraestructuras 451
3.10.4. Seguridad de infraestructuras. El Reglamento técnico 452
3.10.4.1. Antecedentes 452
3.10.4.2. Conceptos básicos 453
3.10.4.3. La situación actual 453
3.10.5. Régimen jurídico de las obras hidráulicas 453
3.10.5.1. Antecedentes históricos 453
3.10.5.2. Legislación de obras públicas. Antecedentes planificadores y situación actual. La conjunción de leyes 454
3.10.5.3. Legislación de aguas 456
3.11. El problema de las sequías 457
3.11.1. Introduccion 457
3.11.2. Las experiencias recientes 462
3.11.3. Las líneas de actuación 465
3.12. Avenidas e inundaciones 465
3.12.1. Introduccion 465
3.12.1.1. Génesis de las avenidas 466
3.12.1.2. Daños producidos por las avenidas .. 470
3.12.1.3..Naturaleza territorial de las avenidas e inundaciones 471
3.12.1.4. Inundaciones y vías de comunicación 474
3.12.1.5. Inundaciones y grandes presas 474
3.12.1.6. Implicaciones ambientales de la defensa contra las crecidas 475
3.12.2. Antecedentes en actuaciones de defensa 475
3.12.3. Criterios de actuacion 476
3.12.3.1. Principios básicos 476
3.12.3.2. Criterios técnico-económicos 477
3.12.4. Las actuaciones consideradas 483
3.12.4.1. Actuaciones estructurales 483
3.12.4.2. Actuaciones no estructurales 484
3.12.4.2.1. Ordenación de zonas inundables ... 484
3.12.4.2.2. Sistemas de alerta 485
3.12.4.2.3. Seguros 486
3.12.4.2.4. Regulación jurídica 487
3.12.5.La planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones 487
3.13. El contexto internacional 488
3.13.1. Introducción 488
3.13.2. El carácter supranacional de la política de aguas 489
3.13.2.1. Los Convenios y Conferencias internacionales 489
3.13.2.2. La política de aguas de la Unión Europea 490
3.13.2.2.1. Antecedentes de la política de aguas en la Comunidad Europea ... 490
3.13.2.2.2. La situación actual tras el Tratado de la Unión 490
3.13.2.3. La Directiva sobre prevención y control integrados de la contaminación 491
3.13.2.3.1. Objetivos y ámbito de aplicación .. 491
3.13.2.3.2. Aspectos más relevantes de la aplicación de la Directiva 492
3.13.2.4. La Directiva Marco de aguas 492
3.13.2.4.1. Introducción. Proceso de elaboración 492
3.13.2.4.2. Contenido y objetivos de la Directiva Marco 493
3.13.2.4.3. Las implicaciones de la Directiva Marco de aguas en la actual política de aguas en España 494
3.13.2.5. Las relaciones bilaterales 494
3.13.3. Conclusiones 495

3.14. La cooperación con Portugal 496
3.14.1. Introducción 496
3.14.2. Marco geográfico 496
3.14.3. Los recursos hídricos en los cursos fluviales fronterizos 497
3.14.4. La calidad de las aguas en los cursos fluviales fronterizos 498
3.14.5. Los convenios bilaterales 498
3.14.6. Situación actual y perspectivas de futuro 498
3.15. Investigación y desarrollo en recursos hídricos 499
3.15.1. Introducción 499
3.15.2. Actividades Universitarias 500
3.15.3. Actividades de los Organismos Públicos de Investigación 500
3.15.4. Otras actividades de investigación y desarrollo de recursos hídricos 501
3.15.5. La CICYT y otros órganos en las Comunidades Autónomas 501
3.15.6. Formación en recursos hídricos 502
3.15.7. Asociaciones científicas y profesionales en recursos hídricos 504
3.15.8. Publicaciones e información sobre recursos hídricos 505

4. LOS FUNDAMENTOS PARA UNA NUEVA POLÍTICA DEL AGUA

4.1. El concepto de política hidráulica 509
4.1.1. Política hidráulica y política del agua ... 509
4.1.2. La naturaleza institucional de la política hidráulica 510
4.1.3. Nuevos conceptos y planteamientos 512
4.2. La crisis del modelo tradicional 512
4.2.1. Antecedentes y coyunturas históricas 512
4.2.1.1. Las iniciativas particulares de la segunda mitad del XIX 513
4.2.1.2. La necesidad de intervención pública y el fomento de los riegos por el Estado .. 513
4.2.1.3. El desarrollo de las infraestructuras. *La gran hidráulica* 514
4.2.1.4. Aprovechamiento inconexo y aprovechamiento integral 515
4.2.2. La emergencia de nuevos agentes sociales y la multiplicidad de los discursos 516
4.2.3. Los crecientes costes ambientales 518
4.2.4. Las incertidumbres de costes y beneficios 518
4.2.5. La crisis de los objetivos económicos de la política hidráulica 518
4.2.6. Las tensiones políticas y territoriales 520
4.2.7. El contexto internacional 521
4.2.8. Conclusión. La necesidad de nuevos fundamentos 521
4.3. Los fundamentos jurídicos 523
4.4. Los fundamentos ambientales 524
4.4.1. La consideración del agua como recurso natural 524
4.4.1.1. Concepto de recurso natural 525
4.4.1.2. Clasificación de los recursos. La cuestión de la renovabilidad 525
4.4.1.3. Funciones del agua como recurso ambiental 526
4.4.2. Dificultades de la gestión de los recursos naturales 528
4.4.2.1. Incertidumbre e irreversibilidad 528
4.4.2.2. El libre acceso 529
4.4.2.3. La valoración económica de los recursos naturales 530
4.4.2.4. El descuento del futuro 531
4.4.3. Uso racional y desarrollo sostenible 531
4.4.3.1. La polémica desarrollo-medio ambiente 531
4.4.3.2. Efectos negativos derivados de la explotación del medio 532
4.4.3.3. Afección medioambiental socialmente aceptable 532
4.4.3.4. Crecimiento económico, eficiencia y sostenibilidad 533
4.4.4. Impacto ambiental 534
4.4.5. Indicadores ambientales 537
4.4.6. Conclusiones 538
4.5. Los fundamentos económicos 539
4.5.1. La necesidad de una aproximación económica para la preservación de los . recursos naturales 539
4.5.2. La consideración del agua como bien económico productivo 540
4.5.3. La política económica del agua considerada como bien ambiental 541
4.5.3.1. Público y privado en la gestión ambiental del agua 542
4.5.3.1.1. Los mercados como instrumentos .. de política ambiental 542
4.5.3.1.2. Las negociaciones voluntarias 544
4.5.3.1.3. Experiencias de los mercados de aguas 546
4.5.3.1.4. Conclusiones 547
4.5.3.2. Instrumentos de política económica para la mejor gestión del recurso 548
4.5.3.2.1. Utilización de incentivos económicos para la mejor asignación de los recursos 548
4.5.3.2.2. Regulación a través de normas fijas .. 549
4.5.3.2.3. Ejecución de proyectos con objetivos específicamente ambientales 549
4.5.4. Evaulación Económica de proyectos hidráulicos 549
4.6. Los fundamentos sociopolíticos 551
4.6.1. El agua como activo social 551
4.6.1.1. La polémica sobre el valor social del agua 551

4.6.1.2. El valor simbólico y emocional del agua 552
4.6.1.3. Valor comunitario y Justicia 552
4.6.1.4. Valor comunitario y gratuidad del agua. 553
4.6.2. El sentido territorial y las expectativas de prosperidad..... 553
4.6.3. La naturaleza de la solidaridad hidráulica 555
4.7. Los fundamentos técnicos 555
4.7.1. La aproximación tradicional y perspectivas de futuro..... 555
4.7.2. Las posibles medidas y actuaciones 556
4.7.2.1. La gestión de la demanda 556
4.7.2.1.1. Demandas urbanas 556
4.7.2.1.2. Demandas agrarias..... 557
4.7.2.1.3. Demandas industriales y energéticas 559
4.7.2.2. El incremento de la oferta..... 559
4.7.2.2.1. El incremento de la regulación superficial..... 559
4.7.2.2.2. El incremento de la utilización de las aguas subterráneas y el uso conjunto..... 560
4.7.2.2.3. El incremento de la reutilización..... 563
4.7.2.2.4. El incremento de la desalación 563
4.7.2.2.5. La alternativa de trasvases intercuencas..... 564
4.7.3. Las mejoras en los procedimientos y metodologías..... 564
4.7.3.1. Las bases de datos de agua 564
4.7.3.2. Los modelos de simulación y optimización..... 566
4.7.3.2.1. La simulación de aportaciones en régimen natural 566
4.7.3.2.2. La simulación y optimización de los sistemas de explotación 567

5. LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

5.1. Antecedentes históricos del proceso planificador..... 571
5.1.1. El plan Gasset o de 1902 y sus epígonos 571
5.1.2. El Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933..... 571
5.1.3. El Plan de Obras Públicas de 1940 572
5.1.4. Los Planes de Desarrollo económico y social..... 573
5.1.5. Los planes para zonas específicas y . planes de aprovechamientos 573
5.1.6. El Decreto de 1979, el avance-80 y los estudios previos 573
5.1.7. La planificación hidrológica a partir de la Ley de Aguas de 1985 574
5.1.8. Síntesis de tipologías históricas del proceso planificador..... 575
5.2. Régimen jurídico de la planificación ... hidrológica 576
5.2.1. La necesidad de planificación administrativa..... 576
5.2.2. Fundamentos constitucionales de la actividad planificadora..... 577
5.2.3. Las competencias en materia de planificación hidrológica 578
5.2.4. Las relaciones de las Administraciones Públicas. Principios generales 579
5.2.5. Cooperación y planificación conjunta. Financiación..... 580
5.2.6. Planificación Hidrológica y Ley de Aguas. La dualidad de Ley y Plan..... 580
5.2.7. Relaciones de la planificación hidrológica con otros instrumentos de planificación, y en particular con el Plan Nacional de Regadíos..... 581
5.2.8. Situación de conflicto entre Planes de las Administraciones. El principio de coordinación..... 583
5.2.9. La prelación temporal entre los Planes Hidrológicos de cuenca y el Plan Hidrológico Nacional..... 584
5.3. Historia y situación de los Planes Hidrológicos de cuenca 585
5.3.1. El proceso de elaboración de los Planes. Experiencias y consecuencias..... 585
5.3.2. La situación de ausencia de Plan. Experiencias y consecuencias..... 588
5.3.3. El proceso de Informe de los Planes por el Consejo Nacional del Agua..... 588
5.3.3.1. La elaboración del Informe..... 589
5.3.3.2. Las principales conclusiones 589
5.3.4. El proceso de aprobación de los Planes por el Gobierno..... 591
5.3.4.1. Las condiciones jurídicas de la aprobación..... 591
5.3.4.2. La culminación del proceso..... 591
5.4. Historia y situación del Plan Hidrológico Nacional..... 591
5.4.1. El Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional de 1993..... 591
5.4.2. La situación actual. Algunos criterios básicos..... 593
5.5. Los contenidos del Proyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional 593
5.5.1. Medidas necesarias para la coordinación de los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca 594
5.5.2. Solución para las posibles alternativas que ofrezcan los Planes Hidrológicos de cuenca 597
5.5.3. Previsión y condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca..... 597

5.5.4. Modificaciones que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos preexistentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos 598
5.5.5. Otros posibles contenidos del Plan Hidrológico Nacional 599
5.6. Los posibles trasvases a aprobar por el Plan Hidrológico Nacional 600
5.6.1. Introducción 600
5.6.2. Balances hídricos. Déficit y superávit en los ámbitos territoriales de planificación . 600
5.6.3. Identificación de los sistemas con déficit 602
5.6.4. Identificación de los sistemas con superávit 604
5.6.5. Los posibles trasvases 607
5.7. Otras propuestas para una nueva política del agua 607
5.7.1. Las limitaciones del Plan y la necesidad de otros instrumentos 607
5.7.2. La provisión de los servicios de agua. Una responsabilidad compartida respecto a las competencias de las distintas Administraciones Territoriales 608
5.7.3. La participación privada en la financiación de infraestructuras 611
5.7.4. Una reforma de la Administración Hidráulica 612
5.7.5. Una reforma de los procedimientos de control y registro de derechos 614
5.7.6. Una reforma de los procedimientos de tramitación contractual 614
5.7.7. Una reforma de la Ley de Aguas 616

6. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS 617

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 621

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución espacial de las temperaturas medias, superpuestas al relieve 10
Figura 2. Mapa de distribución espacial de las precipitaciones medias, superpuestas al relieve 11
Figura 3. Mapa de clasificación climática según el índice de humedad de la UNESCO 12
Figura 4. Mapa de litologías 13
Figura 5. Mapa de relieves. Modelo digital del terreno 13
Figura 6. Mapa de tipos básicos de suelo 15
Figura 7. Mapa de usos del suelo 15
Figura 8. Mapa de usos forestales 16
Figura 9. Mapa de relieve y ríos principales 17
Figura 10. Perfiles longitudinales de los ríos más largos 18
Figura 11. Mapa de la red fluvial básica y divisorias de las grandes cuencas 19
Figura 12. Evolución de la población española desde 1700 y proyección a corto plazo 23
Figura 13. Tasas de evolución de la población española desde 1850 23
Figura 14. Nacimientos, defunciones y crecimiento natural de la población española desde 1970 24
Figura 15. Mapa de densidad de población en 1991 25
Figura 16. Evolución de la concentración de población a menos de 5 km de la costa 26
Figura 17. Concentración de población en franjas del litoral 26
Figura 18. Mapa de poblaciones de más de 50.000 habitantes 27
Figura 19. Evolución durante el siglo del porcentaje de la población residente de hecho según tamaños de municipios 27
Figura 20. Mapa de tasas provinciales de variación de la población en el periodo 1981-1991 28
Figura 21. Distintas proyecciones de población total nacional 29
Figura 22. Población española desde 1850 y proyección al 2020 29
Figura 23. Pirámide de población en 1991 y previsiones para el 2005 y 2020 30
Figura 24. Mapa de previsiones provinciales de población al año 2000, y sus tasas de variación con respecto a 1991 30
Figura 25. Mapa de previsiones provinciales de población al año 2010, y sus tasas de variacióncon respecto a 1991 31
Figura 26. Mapa de previsiones provinciales de población en el 2020 y sus tasas de variación con respecto a 1991 32
Figura 27. Previsiones de evolución de población por ámbitos de Planes Hidrológicos 32
Figura 28. Previsiones de evolución de población por ámbitos de Planes Hidrológicos (detalle) 33
Figura 29. Evolución de turistas y plazas hoteleras 36
Figura 30. Evolución de los ingresos de divisas por turismo 36
Figura 31. Mapa de distribución y número de viviendas secundarias en 1991 37
Figura 32. Mapa de distribución y número de plazas turísticas totales en 1994 38
Figura 33. Evolución de la estacionalidad del turismo 38
Figura 34. Mapa de distribución y número de campos de golf en 1995 39
Figura 35. Mapa de distribución y número de campings en 1995 40
Figura 36. Mapa de variación provincial del número de campings en el periodo 1980-1994 41
Figura 37. Mapa de superficies de riego identificadas mediante teledetección (años 1984, 1987, 1991, 1995) 41
Figura 38. Curva hipsométrica y altitud de los regadíos existentes en España 42
Figura 39. Curva porcentual acumulada de superficie del territorio frente a superficie de regadío a las distintas cotas 42
Figura 40. Curvas hipsométricas y altitud de los regadíos en diferentes ámbitos de los Planes Hidrológicos 44
Figura 41. Evolución desde 1900 de la población activa por sectores de actividad 45
Figura 42. Evolución desde 1950 de la población activa por profesiones 45
Figura 43. Evolución de la población activa agraria y de las superficies de secano y regadío 46
Figura 44. Evolución reciente y tasa de variación de los empleos ocupados en el sector agrario 46

Figura 45. Mapa de envejecimiento de la población agraria 47
Figura 46. Mapa de distribución territorial de la actividad industrial 49
Figura 47. Evolución desde 1940 de la estructura sectorial de la producción eléctrica..... 50
Figura 48. Participación de las cuencas hidrográficas en la producción hidroeléctrica total 50
Figura 49. Participación relativa de las distintas cuencas en las superficies y consumos de agua en regadío, potencias instaladas, y producción hidroeléctrica 51
Figura 50. Participación relativa de superficies de riego y potencias instaladas por cuencas hidrográficas 51
Figura 51. Mapas de ámbitos territoriales de las Comunidades Autónomas y de los Planes Hidrológicos..... 54
Figura 52. Mapa conjunto de ámbitos territoriales de las Comunidades Autónomas y de los Planes Hidrológicos..... 55
Figura 53. Mapa de los ámbitos territoriales de las Administraciones Hidráulicas 70
Figura 54. Esquema conceptual del ciclo hidrológico..... 78
Figura 55. Esquema de los principales flujos del ciclo hidrológico en un territorio..... 79
Figura 56. Esquema de los principales flujos de agua (km^3/año) en régimen natural para el territorio español..... 80
Figura 57. Algunos ejemplos de alteraciones antrópicas del ciclo hidrológico..... 81
Figura 58. Afección de los bombeos en La Mancha sobre los caudales del río Júcar..... 81
Figura 59. Afección del embalse de Valdeinfierno sobre el manantial de los Ojos de Luchena 82
Figura 60. Relación entre aportación real y aportación natural para diferentes ríos españoles..... 83
Figura 61. Mapa de volúmenes de embalse aguas arriba (hm^3)..... 83
Figura 62. Mapa de máxima alteración potencial actual del régimen natural por efecto de la regulación existente 84
Figura 63. Distintas perspectivas de los efectos antrópicos sobre el ciclo hidrológico..... 85
Figura 64. Serie de precipitaciones anuales en San Fernando (Cádiz) desde 1805.... 87
Figura 65. Evolución del número de estaciones meteorológicas en España durante el siglo XIX 87
Figura 66. Evolución del número de estaciones meteorológicas en España durante el siglo XX..... 88
Figura 67. Mapa de la Red de estaciones meteorológicas con registros históricos del INM..... 88
Figura 68. Mapa de la Red de estaciones evaporimétricas en embalses 90
Figura 69. Serie de aportaciones anuales del río Guadalentín en la presa de Puentes desde 1885 91
Figura 70. Evolución desde 1910 del número de estaciones de aforo en los ríos..... 91
Figura 71. Mapa de la Red de medida de aguas superficiales 92
Figura 72. Mapa de la Red SAIH en funcionamiento 94
Figura 73. Mapa de puntos seleccionados de las redes de piezometría e hidrometría 95
Figura 74. Evolución desde 1960 del número de datos piezométricos en la cuenca del Segura 95
Figura 75. Distribución de las estaciones meteorológicas según su altitud..... 97
Figura 76. Curva porcentual acumulada de superficie del territorio frente a número de estaciones meteorológicas a las distintas cotas..... 98
Figura 77. Mapa de distribución espacial de estaciones pluviométricas en los Picos de Europa, sobre un modelo digital del terreno..... 98
Figura 78. Mapa de valores medios de la precipitación anual (mm) en el periodo 1940/41-1995/96 100
Figura 79. Distribución mensual de la precipitación media en España 101
Figura 80. Serie de precipitaciones anuales medias en España en el periodo 1940/41-1995/96..... 101
Figura 81. Rachas de la precipitación media anual en España en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas 102
Figura 82. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de las precipitaciones medias anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96..... 102
Figura 83. Mapa de coeficientes de variación (%) de la precipitación anual en el periodo 1940/41-1995/96 103
Figura 84. Mapas de medias y coeficientes de variación de las precipitaciones anuales por ámbitos de planificación .. 104

Figura 85. Precipitaciones medias frente a coeficientes de variación y de sesgo por ámbitos de planificación 104
Figura 86. Regiones pluviométricas de los ámbitos territoriales de planificación 105
Figura 87. Rachas de la precipitación media anual por regiones pluviométricas en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas 106
Figura 88. Distintas situaciones de las rachas de la precipitación media anual por regiones pluviométricas en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas 107
Figura 89. Mapa de evapotranspiración potencial media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96) 108
Figura 90. Mapa de evapotranspiración real media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96) 108
Figura 91. Mapa de la relación ET/ETP (%) (periodo 1940/41-1995/96) 109
Figura 92. Mapa de lluvia útil media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96) 110
Figura 93. Mapa de escorrentía total media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96) 111
Figura 94. Mapa de aportación total media anual (hm^3/año) en el periodo 1940/41-1995/96 111
Figura 95. Distribución media intraanual de los principales flujos hidrológicos globales en España..... 112
Figura 96. Representación esquemática del modelo distribuido empleado 113
Figura 97. Mapa de subcuencas en la España peninsular..... 114
Figura 98. Mapa de capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo (mm) 115
Figura 99. Mapa de capacidad máxima de infiltración (mm/mes) 116
Figura 100. Mapa de coeficientes de recesión ($dias^{-1}$x100.000) 117
Figura 101. Mapa con la selección de puntos de control para la calibración del modelo..... 117
Figura 102. Ejemplo de mapas generados en la simulación de escorrentías en un intervalo de tiempo (febrero de 1970) 118
Figura 103. Contraste del modelo en valores medios anuales..... 118
Figura 104. Aportaciones mensuales simuladas y observadas (m^3/s) en varios puntos de control en el periodo 1940/41-1995/96..... 119
Figura 105. Detalle de aportaciones mensuales simuladas y observadas (m^3/s) en el periodo 1940/41-1995/96 120
Figura 106. Aportaciones totales medias anuales (hm^3/año) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 122
Figura 107. Escorrentías medias anuales (mm) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 122
Figura 108. Relaciones entre precipitación, escorrentía total y coeficientes de escorrentía en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 123
Figura 109. Serie de aportaciones totales anuales en régimen natural en la España peninsular (periodo 1940/41-1995/96) 123
Figura 110. Relación precipitación-escorrentía total a escala anual en la España peninsular (años 1940/41 a 1995/96) 124
Figura 111. Correlación cruzada entre las precipitaciones y las aportaciones anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96 124
Figura 112. Rachas de la aportación total anual en España en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas 125
Figura 113. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de las aportaciones medias anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96..... 125
Figura 114. Series de aportaciones anuales en régimen natural (periodo 1940/41-1995/96) para los distintos ámbitos de la planificación hidrológica 126
Figura 115. Mapa del coeficiente de variación (%) de la escorrentía anual en el periodo 1940/41-1995/96 128
Figura 116. Correlogramas de las series de aportaciones anuales totales en distintos ámbitos territoriales..... 128
Figura 117. Rachas de la aportación total anual en régimen natural por regiones en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas..... 129

Figura 118. Distintas situaciones de las rachas de aportación total anual en régimen natural por regiones en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas 130
Figura 119. Mapa de unidades hidrogeológicas.... 131
Figura 120. Mapa de afloramientos permeables... 132
Figura 121. Mapa de recarga natural en las unidades hidrogeológicas (mm/año).. 134
Figura 122. Recarga por infiltración de lluvia (hm^3/año) en la unidad hidrogeológica de la Mancha Oriental (periodo 1940/41 a 1995/96) 135
Figura 123. Recarga por infiltración de lluvia (hm^3/año) en la unidad hidrogeológica de Madrid-Talavera (periodo 1940/41 a 1995/96)..... 135
Figura 124. Recarga por infiltración de lluvia (hm^3/año) en la Península (periodo 1940/41 a 1995/96) 136
Figura 125. Fracción subterránea de la escorrentía total y recarga a los acuíferos en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación 137
Figura 126. Contraste de datos de recarga de acuíferos en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación 137
Figura 127. Caudales medios mensuales en ríos con distintos regímenes fluviales..... 139
Figura 128. Distribución estacional de la precipitación (mm) 140
Figura 129. Distribución estacional de la evapotranspiración potencial (mm)..... 141
Figura 130. Distribución estacional de la escorrentía (mm)..... 142
Figura 131. Caudales mensuales (m^3/s) del Guadiana en Torreblanca y del Zújar en Castuera en el periodo 1946/47 a 1949/50 142
Figura 132. Mapa de precipitación media anual en la Unión Europea (mm)..... 143
Figura 133. Mapa de evapotranspiración potencial media anual en la Unión Europea (mm)..... 143
Figura 134. Mapa de escorrentía media anual en la Unión Europea (mm)..... 144
Figura 135. Mapa del índice de humedad en la Unión Europea..... 145
Figura 136. Porcentajes de utilización de recursos superficiales y subterráneos en distintos países de la UE..... 146
Figura 137. Esquema conceptual de movilización de recursos naturales y su transformación en recursos disponibles 147
Figura 138. Volúmenes regulados en régimen natural por ámbitos de planificación. Series de los Planes Hidrológicos 152
Figura 139. Volúmenes regulados en régimen natural por ámbitos de planificación. Series obtenidas en este Libro..... 152
Figura 140. Mapa de sistemas de explotación básicos definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca 155
Figura 141. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada. Series de aportaciones de los Planes Hidrológicos 157
Figura 142. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada. Series de aportaciones obtenidas en este Libro 158
Figura 143. Regulación en régimen natural y en la situación teórica considerada (en porcentajes de la aportación total en régimen natural)..... 159
Figura 144. Mapas de la relación bombeo/recarga y la fracción de bombeo con respecto al total, por ámbitos de planificación hidrológica 160
Figura 145. Mapa de zonas regadas con aguas de origen subterráneo y mixto..... 161
Figura 146. Mapa de la cuenca alta del Guadiana..... 162
Figura 147. Evolución de niveles piezométricos y bombeos en el acuífero de la Mancha Occidental (piezómetro 203070003 en Manzanares)..... 162
Figura 148. Mapa de la relación bombeo-recarga en las unidades hidrogeológicas..... 163
Figura 149. Mapa de unidades hidrogeológicas con declaración provisional o definitiva de sobreexplotación en las cuencas intercomunitarias..... 166
Figura 150. Mapa del sistema río Mijares -Acuífero de la Plana de Castellón.... 168
Figura 151. Mapa de situación de algunos esquemas de uso conjunto en España..... 169
Figura 152. Volúmenes de reutilización directa actual por ámbitos de planificación... 172
Figura 153. Mapa de municipios con instalaciones de reutilización directa 172
Figura 154. Evolución de la desalación en el mundo y en España..... 173
Figura 155. Evolución del precio medio de venta de la energía eléctrica y de

los incrementos anuales de la tarifa eléctrica y el IPC. 174
Figura 156. Costes de desalación de agua del mar según la producción de la planta 175
Figura 157. Mapa de costes totales de suministro (producción y transporte) de 10.000 m^3/día de agua marina desalada (pta/m^3)..... 176
Figura 158. Volúmenes de desalación actual por ámbitos de planificación 177
Figura 159. Mapa de municipios con instalaciones de desalación para abastecimiento urbano 178
Figura 160. Mapa con los esquemas de las principales transferencias superficiales actuales 180
Figura 161. Relación entre los indicadores de cotas máximas de disponibilidades hídricas, y los recursos totales en régimen natural, por ámbitos de planificación..... 183
Figura 162. Evolución de la estimación de la media de aportaciones totales anuales en régimen natural en la España peninsular y su incertidumbre asociada 185
Figura 163. Mapa de estaciones con series largas seleccionadas..... 186
Figura 164. Rachas de la precipitación media anual en España con series largas, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas 187
Figura 165. Evolución del número de estaciones foronómicas disponibles con series relativamente completas y no afectadas 188
Figura 166. Rachas de aportaciones naturales anuales en España con series largas, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas 188
Figura 167. Evolución desde 1855 de la variación de la temperatura media global de la Tierra respecto a la media de la serie (ºC) 189
Figura 168. Relaciones entre aportación (A), precipitación (P) y evapotranspiración potencial (ETP) en los puntos de control 192
Figura 169. Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 1 193
Figura 170. Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 2.. 194
Figura 171. Porcentajes de disminución de la aportación total, para los escenarios climáticos considerados, en el largo plazo de la planificación hidrológica 195
Figura 172. Actuaciones para la protección de la calidad de aguas 197
Figura 173. Mapa de Estaciones de muestreo periódico de la red ICA en funcionamiento 200
Figura 174. Mapa de Estaciones Automáticas de Alerta de la red ICA..... 201
Figura 175. Equipos y sistemas instalados en las Estaciones Automáticas de Alerta..... 202
Figura 176. Mapa de aptitud del agua para el consumo humano según los valores imperativos de la Directiva 75/440 207
Figura 177. Mapa de aptitud del agua para el consumo humano según los valores guías de la Directiva 75/440 208
Figura 178. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de salinidad) 209
Figura 179. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de reducción de la capacidad de infiltración) 210
Figura 180. Mapa de aptitud estimativa del agua para el baño en la red COCA.... 212
Figura 181. Número de zonas declaradas para la vida piscícola en las distintas cuencas 214
Figura 182. Mapa de aptitud de las aguas para la vida de los peces (criterio de salmónidos)..... 214
Figura 183. Situación actual de la calidad del agua expresada en porcentaje de longitud de la red fluvial según el Índice General de Calidad 215
Figura 184. Mapa de ICG medio actual en las estaciones de la red COCA 215
Figura 185. Mapa de concentración de DBO_5 (mg/l) en los puntos de la red (año 1994)..... 216
Figura 186. Mapa de la calidad biológica de los ríos peninsulares obtenida mediante la aplicación del índice biótico BMWP’..... 217
Figura 187. Distribución por cuencas de las clases de calidad según el índice BMWP’ 218

Figura 188. Mapa de situación y características principales de las centrales térmicas convencionales y nucleares 222
Figura 189. Mapa de suelos contaminados por sustancias tóxicas y peligrosas de mayor riesgo 225
Figura 190. Mapa de situación radiológica de las aguas..... 226
Figura 191. Actividad alfa total en algunos puntos de las cuencas del Tajo, Duero y Ebro 227
Figura 192. Imagen del grado trófico del embalse de Torre de Abraham en la cuenca del Guadiana obtenida mediante teledetección. 229
Figura 193. Volumen degradado con respecto a la capacidad total de embalse por ámbitos de planificación 229
Figura 194. Mapa del estado trófico de los embalses mayores de 10 hm^3..... 230
Figura 195. Mapa de la Red de control de la calidad de las aguas subterráneas y acuíferos que presentan intrusión marina 231
Figura 196. Mapa de puntos de la red de control con presencia de nitratos 233
Figura 197. Mapa de objetivos de calidad para uso prepotable..... 237
Figura 198. Mapa de objetivos de calidad para aguas de baño..... 237
Figura 199. Mapa de objetivos de calidad para vida piscícola 238
Figura 200. Diagrama de flujos de decisión en relación con los objetivos de calidad..... 239
Figura 201. Concentración de materiales en suspensión cerca de las desembocaduras de los ríos Miño (Estación 1631), Guadiana (Estación 4018) y Guadalquivir (Estación 5798)..... 240
Figura 202. Concentración de nitratos en el Guadalquivir en Lebrija (Estación 5798).....240
Figura 203. Concentración de mercurio, cadmio, cobre, plomo, amonio y fosfatos en el Guadalquivir en Lebrija (Estación 5798) 240
Figura 204. Mapa de estaciones depuradoras más importantes existentes y en construcción a 31 de Diciembre de 1996 242
Figura 205. Mapa de zonas sensibles interiores de la Directiva 91/271 243
Figura 206. Esquema del procedimiento de regularización de vertidos según el Real Decreto 484/1995..... 244
Figura 207. Esquema simplificado del sistema general de utilización del agua 248
Figura 208. Distintas previsiones de evolución de la demanda urbana por cuencas hidrográficas 250
Figura 209. Distintas previsiones de evolución global de la demanda urbana 251
Figura 210. Distintas previsiones de evolución de la demanda de regadío por cuencas 253
Figura 211. Distintas previsiones de evolución de la demanda global de regadío 254
Figura 212. Evolución del origen y usos del agua de abastecimiento urbano en municipios mayores de 20.000 habs. 257
Figura 213. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación..... 258
Figura 214. Mapa de distribución espacial de la demanda de abastecimiento de poblaciones (mm/año) 259
Figura 215. Evolución de los volúmenes anuales suministrados por la Mancomunidad de Canales del Taibilla..... 260
Figura 216. Ejemplos de distribución estacional de las demandas de abastecimiento a distintas escalas espaciales 261
Figura 217. Relación entre consumo de agua e ingresos 262
Figura 218. Curva de consumos de agua frente a precios en abastecimientos domésticos 263
Figura 219. Distribución de abonados y suministro doméstico en el área de Barcelona 264
Figura 220. Sistemas de tarifación de abastecimientos urbanos 265
Figura 221. Volúmenes anuales derivados por el Canal de Isabel II desde 1971 270
Figura 222. Volúmenes mensuales derivados por el Canal de Isabel II esde 1971 270
Figura 223. Evolución de volúmenes anuales (hm^3) suministrados por el Canal de Isabel II, el abastecimiento a Barcelona, y la Mancomunidad de Canales del Taibilla desde 1971..... 271

Figura 224. Indicadores de gestión del abastecimiento en la ciudad de Murcia 272
Figura 225. Demanda de abastecimiento de poblaciones prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos 274
Figura 226. Previsiones de evoluciones anuales de población y demanda urbana en los Planes Hidrológicos 275
Figura 227. Evolución prevista de las dotaciones de abastecimiento en los distintos Planes Hidrológicos 276
Figura 228. Volúmenes de demanda industrial actual por ámbitos de planificación 280
Figura 229. Mapa de distribución espacial de la demanda industrial (mm/año) 281
Figura 230. Demanda industrial prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos 282
Figura 231. Evolución de superficies regadas y transformadas por el IRYDA 284
Figura 232. Evolución del consumo de productos fertilizantes y fitosanitarios empleados en agricultura 285
Figura 233. Evolución del consumo de productos fertilizantes por hectárea de tierra fertilizable 285
Figura 234. Evolución del número y potencia del parque de tractores, motocultores y cosechadoras 286
Figura 235. Evolución del Índice de mecanización 286
Figura 236. Evolución desde 1980 de la producción total agrícola del regadío y del secano, y de la relación de productividad entre ambos 287
Figura 237. Mapa de superficies brutas de riego identificadas en los Planes Hidrológicos de cuenca 288
Figura 238. Mapa de superficies regadas identificadas mediante teledetección (años 1984, 1987, 1991, 1995) 289
Figura 239. Superficies, demandas y dotaciones actuales por ámbitos de planificación 290
Figura 240. Mapa de zonas regadas con sus orígenes del agua 291
Figura 241. Distribución estacional media de las demandas de riego en algunos Planes Hidrológicos 291
Figura 242. Superficies de riego (ha) en los Planes Hidrológicos de cuenca 293
Figura 243. Demanda máxima de regadíos prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos 294
Figura 244. Mapas de subvenciones agrarias por Comunidades Autónomas 297
Figura 245. Superficies y demandas de riego según los PHC y los estudios de tipificación del PNR, por ámbitos de planificación 305
Figura 246. Dotaciones medias de riego (m^3/ha/año) 305
Figura 247. Evolución desde 1940 de la potencia instalada 311
Figura 248. Evolución desde 1940 de la producción de energía eléctrica 311
Figura 249. Evolución de producción, consumo e intercambios internacionales de energía eléctrica 312
Figura 250. Evolución de la producción de energía eléctrica de origen hidráulico en las diferentes cuencas 313
Figura 251. Evolución de la producción de trucha arco iris destinada al consumo humano 315
Figura 252. Evolución del número de licencias de pesca 319
Figura 253. Evolución de algunas variables relacionadas con el uso recreativo de las aguas 319
Figura 254. Ecosistemas acuáticos inventariados 321
Figura 255. Ortoimagen del delta del Ebro 325
Figura 256. Ortoimagen del estuario del Guadiana 326
Figura 257. Principales usos actuales (hm^3/año) en los diferentes ámbitos de planificación 327
Figura 258. Principales usos actuales (hm^3/año) en España 328
Figura 259. Evolución prevista de la demanda de agua en distintos continentes 329
Figura 260. Demanda per cápita en países de la Unión Europea 330
Figura 261. Recurso renovable y demanda total en los países de la Unión Europea 331
Figura 262. Usos sectoriales relativos del agua en distintos países de la Unión Europea y Estados Unidos 332

Figura 263. Evolución reciente y previsión de superficies agrarias y demandas de riego en la Unión Europea 333
Figura 264. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en cuencas intercomunitarias 342
Figura 265. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en cuencas intercomunitarias 343
Figura 266. Modelo cartográfico del sistema de utilización..... 350
Figura 267. Mapa de recursos naturales anuales totales en mm (periodo 1940/41-1995/96)..... 350
Figura 268. Mapa de recursos procedentes de la desalación de agua de mar en los sistemas de explotación (hm^3/año)..... 351
Figura 269. Mapa de transferencias nominales, actuales o en ejecución, entre sistemas de explotación (hm^3/año) 352
Figura 270. Mapa de demanda total actual en mm (urbana, industrial y agrícola) 353
Figura 271. Detalle del mapa de demanda total actual en las áreas de Madrid y Valencia..... 353
Figura 272. Mapa de distribución territorial del déficit (mm/año) 354
Figura 273. Mapa de distribución territorial del superávit (mm/año)..... 354
Figura 274. Mapa de déficit (hm^3/año) en los sistemas de explotación 356
Figura 275. Mapa de superávit (hm^3/año) en los sistemas de explotación 356
Figura 276. Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación 357
Figura 277. Mapa de déficit (hm^3/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 358
Figura 278. Mapa de superávit (hm^3/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos..... 359
Figura 279. Mapa de riesgo de escasez en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos..... 359
Figura 280. Mapa de déficit (hm^3/año) en los sistemas de explotación definidos en los Planes de cuenca 361
Figura 281. Esquema del sistema unificado de explotación de recursos hídricos... 362
Figura 282. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del río Júcar 363
Figura 283. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del Segura 363
Figura 284. Mapa de Unidades de Demanda Agraria en los Planes de cuenca intercomunitarios 366
Figura 285. Mapa indicativo de algunos puntos seleccionados y tipologías de requerimientos medioambientales 367
Figura 286. Mapa de puntos de incorporación de series de aportaciones 368
Figura 287. Mapa de Evaporación media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96).... 370
Figura 288. Plano general del Acueducto Tajo-Segura..... 372
Figura 289. Serie de aportaciones del Acueducto Tajo-Segura a la cuenca del Segura (hm^3/año) 374
Figura 290. Serie de aportaciones anuales en la cabecera del Tajo (hm^3/año) 374
Figura 291. Serie de desembalses anuales de la cabecera del Tajo (hm^3/año) 375
Figura 292. Existencias mensuales embalsadas en Entrepeñas-Buendía (hm^3)..... 376
Figura 293. Plano general del trasvase Ebro-Tarragona 378
Figura 294. Series anuales y mensuales de volúmenes servidos por el Consorcio de Tarragona y tarifas aplicadas 379
Figura 295. Evolución de la estructura sectorial del Valor Añadido Bruto Total (%)..... 381
Figura 296. Evolución del Valor Añadido Bruto de la rama Agricultura y Pesca..... 382
Figura 297. Mapa de participación de la agricultura y pesca en el VAB total provincial..... 383
Figura 298. Mapa de tendencias de la participación del VAB provincial frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca..... 383
Figura 299. Mapa de tendencias de la participación del VAB autonómico frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca..... 384
Figura 300. Productividad del agua en regadío en distintas zonas..... 385
Figura 301. Mapa de productividad de los regadíos..... 386
Figura 302. Mapa de relación de productividad regadío/secano 386
Figura 303. Productividad energética del agua..... 388
Figura 304. Productividad comparada energía-regadíos..... 389

Figura 305. Mapa de estructura sectorial del VABpm por comunidades autónomas 390
Figura 306. Evolución temporal de la economía sumergida española en porcentaje sobre el PIB, e indicadores de su estructura territorial 391
Figura 307. Evolución del canon de regulación (Inversión=100; Interés legal del dinero=9%) 396
Figura 308. Participación de los usuarios en el pago de la inversión de regulación según el interés legal del dinero 397
Figura 309. Evolución de la tarifa de utilización (Inversión=100; Interés legal del dinero=9%) 397
Figura 310. Participación de los usuarios en el pago de la inversión de utilización según el interés legal del dinero 398
Figura 311. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público 400
Figura 312. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público 400
Figura 313. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de vertido 401
Figura 314. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de vertido..... 401
Figura 315. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de regulación..... 402
Figura 316. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de regulación 402
Figura 317. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua 403
Figura 318. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua..... 403
Figura 319. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado por todas las Confederaciones y todos los conceptos del vigente régimen económico-financiero 404
Figura 320. Valores medios por Confederaciones de la facturación por los distintos conceptos y la relación global cobrado/facturado 404
Figura 321. Valores medios globales de la facturación y el cobro según los distintos conceptos 405
Figura 322. Márgenes, cauces y riberas de una corriente fluvial..... 417
Figura 323. Ortoimagen de la Albufera de Valencia..... 423
Figura 324. Mapa de Zonas de Protección Especial..... 426
Figura 325. Mapa de tramos de ríos salmonícolas y ciprinícolas afectos a la directiva 78/659/CEE..... 427
Figura 326. Mapa de pérdidas potenciales de suelo (t/ha/año) 429
Figura 327. Sistema de suministro del Canal de Isabel II..... 432
Figura 328. Plan Badajoz 434
Figura 329. Evolución desde 1900 del número anual de presas construidas y la capacidad de embalse generada..... 434
Figura 330. Evolución acumulada desde 1900 del número de presas construidas y la capacidad de embalse generada..... 435
Figura 331. Capacidades clasificadas y acumuladas de los embalses españoles..... 436
Figura 332. Mapa de embalses con capacidad superior a 10 hm^3..... 436
Figura 333. Mapas de evolución temporal de la construcción de presas con capacidad superior a 10 hm^3..... 437
Figura 334. Evolución desde 1900 de la capacidad de embalse en los diferentes ámbitos de planificación... 438
Figura 335. Capacidades de embalse y aportaciones naturales anuales en los diferentes ámbitos de planificación..... 439
Figura 336. Relación entre capacidad de embalse y aportación natural anual en los diferentes ámbitos de planificación 439
Figura 337. Evolución desde 1900 de la capacidad de los embalses de propiedad estatal y particular..... 440
Figura 338. Evolución desde 1900 de la capacidad de los embalses de propiedad estatal y particular en los diferentes ámbitos de planificación..... 441
Figura 339. Evolución de volúmenes de agua subterránea utilizados en España y de caudales aforados en pozos y sondeos en la cuenca del Segura 443

Figura 340. Pozos en la cuenca alta del Guadiana 443
Figura 341. Mapa de las principales conducciones de abastecimiento y riego, y puntos oficiales de control 445
Figura 342. Número de centrales hidroeléctricas en distintas cuencas 447
Figura 343. Potencia instalada en distintas cuencas (Mw) 448
Figura 344. Evolución de la potencia hidráulica instalada en las diferentes cuencas 449
Figura 345. Mapa de pasos para peces identificados y grado de dificultad 450
Figura 346. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1941/42-1944/45 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96. 457
Figura 347. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1979/80-1982/83 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96 458
Figura 348. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96 459
Figura 349. Mapa de disminución porcentual de la aportación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96.. 460
Figura 350. Evolución del déficit de producción de energía hidroeléctrica, y su coste asociado, en el periodo 1988-1994. 461
Figura 351. Evolución desde 1980 de la producción total agrícola del regadío y del secano, y del volumen suministrado para abastecimiento urbano por algunos sistemas importantes 461
Figura 352. Mapa de relación porcentual entre la precipitación máxima diaria registrada y la precipitación media anual del periodo 1940/41-1995/96 466
Figura 353. Mapa de lluvias máximas diarias (mm) en la España peninsular para un periodo de retorno de 100 años 467
Figura 354. Ejemplos de hidrograma de temporal invernal en el Guadiana y de lluvias convectivas mediterráneas en el Almanzora 467
Figura 355. Distribución mensual de inundaciones históricas en diferentes cuencas 468
Figura 356. Simulación matemática de la inundación de la Ribera del Júcar (octubre de 1982) 469
Figura 357. Evolución de caudales a través de la Plana del Júcar (avenida de 1982) 470
Figura 358. Mapa de áreas inundables de primer orden identificadas en los Planes Hidrológicos de cuenca 473
Figura 359. Niveles, velocidades y peligrosidades generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras 478
Figura 360. Mapa de usos del suelo en la zona de desembocadura de la rambla de las Moreras 479
Figura 361. Funciones de daño económico para distintos usos del suelo 480
Figura 362. Cartografía de daños económicos generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras 480
Figura 363. Hidrogramas y funciones económicas de daños generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras 481
Figura 364. Zonificación del cauce y márgenes inundables según la Ley de Aguas 484
Figura 365. Mapa de niveles de riesgo de inundación por municipios 486
Figura 366. Mapa de las cuencas hispano-portuguesas 497
Figura 367. Evolución en las últimas décadas de algunas magnitudes básicas indicativas del desarrollo hidráulico.. 515
Figura 368. Esquema de interrelaciones de la economía con el medio natural 527
Figura 369. Mapa de los esquemas de uso conjunto identificados 561
Figura 370. Volúmenes de reutilización actuales y previsibles a largo plazo en las distintas cuencas 562
Figura 371. Volúmenes de desalación actuales y previsibles a corto y medio plazo en distintos ámbitos de planificación 563
Figura 372. Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos 601
Figura 373. Mapa de riesgo de escasez en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 602

Figura 374. Mapa de déficit (hm³/año) en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos 603
Figura 375. Mapa de déficit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 603
Figura 376. Mapa de superávit (hm³/año) en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos 605
Figura 377. Mapa de superávit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 605
Figura 378. Mapa de superávit (hm³/año) en los sistemas de explotación considerando las demandas máximas previstas en los Planes Hidrológicos de cuenca para el segundo horizonte 606
Figura 379. Mapa de superávit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos de cuenca considerando las demandas máximas previstas en ellos para el segundo horizonte 606

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Algunos datos básicos de las Comunidades Autónomas (población) 53
Tabla 2. Algunos datos básicos de las Comunidades Autónomas (estructura del PIB) 54
Tabla 3. Número y distribución por ámbitos de planificación de las estaciones meteorológicas con registros históricos 89
Tabla 4. Número y distribución de las estaciones meteorológicas actualmente en servicio 89
Tabla 5. Puntos de control en servicio de la Red oficial de estaciones de aforo de aguas superficiales 93
Tabla 6. Número de puntos de observación de las redes de piezometría e hidrometría 94
Tabla 7. Red nacional de control piezométrico prevista (cuencas intercomunitarias y Baleares)..... 96
Tabla 8. Comparación de redes de medida de aguas superficiales en distintos países europeos..... 96
Tabla 9. Densidades medias de las redes de control piezométrico en países europeos..... 97
Tabla 10. Estadísticos básicos de las series de precipitaciones anuales areales correspondientes al periodo 1940/41-1995/96, por ámbitos de planificación hidrológica..... 103
Tabla 11. Matriz de correlación de las precipitaciones anuales areales por ámbitos de planificación hidrológica 105
Tabla 12. Distintas estimaciones de los recursos hídricos totales en régimen natural (hm^3/año) 112
Tabla 13. Regionalización de la capacidad máxima de humedad del suelo a partir de los usos del suelo 115
Tabla 14. Regionalización de la capacidad máxima de infiltración a partir de la litología..... 116
Tabla 15. Valores medios anuales simulados de la precipitación, evapotranspiración y escorrentía por ámbitos de planificación, correspondientes al período 1940/41-1995/96 121
Tabla 16. Estadísticos básicos de las series de aportaciones totales anuales correspondientes al periodo 1940/41-1995/96, en cada uno de los ámbitos territoriales de la planificación hidrológica..... 127
Tabla 17. Matriz de correlación de las aportaciones anuales por ámbitos de planificación hidrológica..... 129
Tabla 18. Características de las unidades hidrogeológicas según ámbitos de la planificación 133
Tabla 19. Unidades hidrogeológicas compartidas entre distintos ámbitos de planificación 134
Tabla 20. Recarga a los acuíferos y aportación total en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación según el modelo de simulación utilizado 136
Tabla 21. Estimaciones de la recarga de acuíferos 138
Tabla 22. Estimaciones de las salidas subterráneas al mar (hm^3/año) por ámbitos de planificación..... 138
Tabla 23. Estimación de las reservas de aguas subterráneas (hm^3) en distintas cuencas..... 139
Tabla 24. Flujos hídricos medios anuales en la Tierra, Europa y España..... 142
Tabla 25. Valores areales medios anuales de precipitación, evapotranspiración potencial y escorrentía total generada internamente en la UE..... 144
Tabla 26. Valores medios anuales de escorrentía interna, transferencias externas, y recursos totales y per cápita en distintos países de la UE 145
Tabla 27. Distintas estimaciones de los recursos hídricos disponibles en España..... 149
Tabla 28. Distribución porcentual mensual de la demanda variable tipo 150
Tabla 29. Volúmenes regulados en régimen natural con las series de aportaciones empleadas en los Planes de cuenca..... 151
Tabla 30. Volúmenes regulados en régimen natural con las series obtenidas en este Libro..... 153
Tabla 31. Número de sistemas de explotación por ámbitos de planificación hidrológica..... 154

Tabla 32. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada, con las series empleadas en los Planes Hidrológicos de cuenca 156
Tabla 33. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada, con las series obtenidas en este Libro 157
Tabla 34. Explotación de las aguas subterráneas por ámbitos de planificación 160
Tabla 35. Déficit del balance de las aguas subterráneas por ámbitos de planificación 164
Tabla 36. Unidades hidrogeológicas con declaración provisional o definitiva de sobreexplotación en las cuencas intercomunitarias 166
Tabla 37. Experiencias de recarga artificial realizadas por el ITGE en colaboración con otros Organismos 171
Tabla 38. Distribución por usos de las aguas desaladas marinas y salobres 177
Tabla 39. Transferencias subterráneas entre ámbitos de planificación 181
Tabla 40. Transferencias totales de recursos entre ámbitos de planificación 181
Tabla 41. Síntesis de disponibilidades hídricas teóricas 182
Tabla 42. Porcentaje de disminución de la aportación total, por ámbitos de planificación, para los escenarios climáticos considerados 194
Tabla 43. Transposición de Directivas comunitarias al derecho de aguas español 198
Tabla 44. Grupos de parámetros controlados por la red COCA 199
Tabla 45. Frecuencia de muestreo de la red COCA 200
Tabla 46. Puntos de control en las distintas cuencas de las principales redes de control de la calidad de las aguas 202
Tabla 47. Redes de control de la calidad de aguas superficiales en diferentes países europeos 203
Tabla 48. Recomendaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente en relación con las redes de control de calidad de las aguas superficiales (ETC/W, 1995). 204
Tabla 49. Características de calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Directiva 75/440) 205
Tabla 50. Clasificación de la calidad de las aguas para riego según FAO 208
Tabla 51. Valores Guia e Imperativos de la calidad de las aguas de baño (Directiva 76/160) 211
Tabla 52. Distribución territorial y calidad sanitaria de los puntos de muestreo de las zonas de baño continentales 212
Tabla 53. Resumen de condiciones de la Directiva 78/659, de aptitud para la vida de los peces 213
Tabla 54. Clases de calidad según el índice BMWP' 217
Tabla 55. Número de puntos de muestreo estudiados según cada clase de calidad biológica 218
Tabla 56. Valores límites para un sistema de clasificación trófica 228
Tabla 57. Datos básicos iniciales de programación del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (1995) 243
Tabla 58. Evolución del porcentaje de población conforme con la Directiva 91/271/CEE 244
Tabla 59. Régimen de gestión del abastecimiento urbano según rangos de población 257
Tabla 60. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación 258
Tabla 61. Dotaciones (suministro a la red) en función del tamaño de población 259
Tabla 62. Evolución reciente de la dotación de abastecimientos media en España 260
Tabla 63. Evolución porcentual del agua no registrada en abastecimiento urbano 261
Tabla 64. Estructura de precios medios del agua para uso doméstico según tamaño de la población (Consumo tipo de 100 m_/año) 266
Tabla 65. Estructura de precios medios del agua para uso industrial según tamaño de la población (Consumo tipo de 180.000 m_/año) 266
Tabla 66. Precios medios del agua para uso doméstico según consumo anual 267
Tabla 67. Precios del agua en distintas ciudades españolas 267
Tabla 68. Precios medios del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas 268
Tabla 69. Previsiones de demanda de abastecimiento urbano a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos 274
Tabla 70. Evolución de las dotaciones de abastecimiento y tasa de variación anual 275

Tabla 71. Demanda industrial actual por ámbitos de planificación 279
Tabla 72. Dotaciones industriales 281
Tabla 73. Previsiones de demanda industrial a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos 282
Tabla 74. Superficies de riego actualmente existentes según los Planes Hidrológicos de cuenca 287
Tabla 75. Demandas de riego y dotaciones medias actuales por ámbitos de planificación ... 289
Tabla 76. Distribución de superficies regadas según orígenes del agua 290
Tabla 77. Previsiones de posibles superficies máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos..... 292
Tabla 78. Previsiones de demandas máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos 293
Tabla 79. Determinaciones sobre superficies de regadíos potenciales por ámbitos de planificación 294
Tabla 80. Subvenciones agrarias por Comunidades Autónomas..... 298
Tabla 81. Superficies máximas y normalmente cultivadas de los principales productos agrarios 299
Tabla 82. Limitaciones en la ganadería..... 299
Tabla 83. Demanda ganadera por Comunidades Autónomas..... 303
Tabla 84. Demanda para refrigeración de centrales eléctricas por ámbitos de planificación. 314
Tabla 85. Visitantes a Parques Nacionales..... 318
Tabla 86. Condiciones generales de circulación de flujos en los Planes Hidrológicos de cuenca 322
Tabla 87. Condiciones de flujo de los Planes Hidrológicos 323
Tabla 88. Volúmenes de mantenimiento de algunas zonas húmedas 324
Tabla 89. Síntesis de usos y demandas actuales (hm^3/año) según datos de los Planes Hidrológicos de cuenca 326
Tabla 90. Recursos y demandas totales en la Unión Europea..... 330
Tabla 91. Recursos y demandas consuntivas en la Unión Europea..... 331
Tabla 92. Uso sectorial del agua en la Unión Europea..... 332
Tabla 93. Superficies y dotaciones de regadío en algunos países europeos 333
Tabla 94. Síntesis de la situación registral de los aprovechamientos de aguas 341
Tabla 95. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en las cuencas intercomunitarias 342
Tabla 96. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en las cuencas intercomunitarias 343
Tabla 97. Participación porcentual de sectores en el VABpm y en el consumo de agua 390
Tabla 98. Algunas zonas húmedas y sus acuíferos asociados..... 422
Tabla 99. Aterramiento de embalses 429
Tabla 100. Relación de los sistemas de abastecimiento más importantes 432
Tabla 101. Principales datos de los embalses en explotación y ejecución (septiembre de 1996) en los ámbitos de los diferentes Planes..... 435
Tabla 102. Red de conducciones de abastecimiento en las cuencas intercomunitarias 444
Tabla 103. Red de conducciones de riego en las cuencas intercomunitarias..... 445
Tabla 104. Distribución de la potencia hidroeléctrica instalada según tipos de centrales 448
Tabla 105. Porcentaje de disminución de la precipitación en las sequías consideradas respecto a la media (los valores negativos suponen un aumento de precipitación en el periodo de sequía). 458
Tabla 106. Porcentaje de disminución de la aportación total respecto a la media en la sequía de 1990/91 a 1994/95 (los valores negativos suponen un aumento de la aportación en el periodo considerado). 460
Tabla 107. Principales acciones estatales en materia de aguas subterráneas realizadas en el bienio 1994-95..... 463
Tabla 108. Legislación estatal en materia de sequías (años 1990 a 1995) 464
Tabla 109. Relación de áreas inundables de primer orden identificadas en los Planes Hidrológicos..... 472

Tabla 110. Posible esquema de los diferentes usos del suelo admisibles para zonas de nuevo planeamiento que deban desarrollarse en áreas inundables 482
Tabla 111. Distribución de superficies de las cuencas hispano-portuguesas..... 496
Tabla 112. Distribución de aportaciones naturales de las cuencas hispano-portuguesas 497
Tabla 113. Proyectos financiados por la CICYT en temas de recursos hídricos..... 502
Tabla 114. Indicadores ambientales para el agua..... 538
Tabla 115. Ahorros en la demanda industrial debidos al reciclado..... 559
Tabla 116. Posibles recursos adicionales por ámbitos de planificación en los 27 esquemas de uso conjunto identificados 560
Tabla 117. Incremento teórico máximo posible en la explotación de las aguas subterráneas..... 562
Tabla 118. Fechas de aprobación de las Directrices de los distintos Planes Hidrológicos de cuenca 585
Tabla 119. Fechas de conformidad de los Planes Hidrológicos de cuenca por los correspondientes Consejos del Agua..... 586

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿POR QUÉ UN LIBRO BLANCO DEL AGUA?

El agua constituye un elemento esencial para la vida y para las actividades económicas. Esta frase tópica, insistentemente repetida, y arranque de libros, conferencias y publicaciones sin número desde que se formuló en 1968 en la Carta del Agua del Consejo de Europa, encierra, pese al hastío de su reiteración, una verdad que el tópico no ha podido ensombrecer. Nadie duda, en efecto, a estas alturas del siglo y ante el panorama que se vislumbra en el mundo y, específicamente, en las sociedades modernas y desarrolladas, que las cuestiones relacionadas con la disponibilidad de agua, su acceso, preservación y protección, constituyen uno de los principales desafíos de la humanidad para el siglo próximo, y una de sus más graves fuentes latentes de conflictos regionales e internacionales.

En todo este problemático contexto global, España se enfrenta a dificultades similares pero en un marco de experiencias y situaciones peculiares propias y distintas, con frecuencia de difícil extrapolación. País avalado por una riquísima historia en el uso y aprovechamiento de las aguas, en la organización de sus modélicas instituciones y regulaciones hidráulicas, en el desarrollo de las infraestructuras, de feraces y ejemplares regadíos…, se enfrenta al desafío de los tiempos modernos con la pesantez de una historia intensa y muy antigua, y la perplejidad ante los nuevos retos, las profundas y aceleradas transformaciones sociales, los cambios de usos y modos tradicionales, la perceptible degradación de sus paisajes hídricos, la vertiginosa emergencia de las tecnologías, las profundas inflexiones económicas, la transformación del campo, las incertidumbres ante los cambios climáticos …

No se trata, desde luego, de una cuestión nueva, que requiera de nuestra atención por vez primera. Antes bien, la reflexión sobre los problemas y los valores del agua se inscribe en una vieja tradición que, al menos desde finales del XIX, ha sido incluso formulada explícitamente, como objeto relevante de atención intelectual, considerándola, empleando el terso lenguaje de la época, un fundamental problema patrio.

Cuestión, pues, muy vieja y debatida, y nunca definitivamente resuelta, en la que con frecuencia se han entremezclado realidades con voluntarismos, rigor con banalidad, intereses generales con apetencias espurias, insatisfacciones con logros, ignorancias mutuas con malos entendidos. Se ha hablado tanto, se ha propagado tanto, y, con frecuencia, se ha abusado tanto del tópico y del localismo que, así parece advertirse, las cuestiones del agua han desembocado en una verdadera ceremonia de la confusión.

En esta ceremonia concurren muy distintos oficiantes, pero, sustantivamente, su principal motor y causa es la crisis de lo que, para entendernos, podría calificarse como el modelo tradicional de la política hidráulica española. Un modelo persistente durante décadas, y que, enraizado en las ideas regeneracionistas del XIX -a su vez herederas de experiencias seculares previas, y a las que intentó superar-, sobrevivió a mutaciones sociales y a regímenes políticos, y se convirtió en buena medida en un elemento impulsor de primer orden de la economía y modernización de España.

El desarrollo de las grandes obras hidráulicas para el fomento de las transformaciones en regadío y de la producción hidroeléctrica han tenido históricamente efectos multiplicadores sobre el empleo, el asentamiento de las poblaciones, el desarrollo de las industrias, la producción de alimentos, la autosuficiencia. Objetivos todos deseables e indiscutidos, y a los que los gobiernos, las empresas, los agricultores y la organización administrativa se adecuaron y prestaron a impulsar sin reticencia alguna, de forma decidida.

Son muchas y muy diversas las circunstancias concurrentes que han llevado a la crisis de tal modelo, y habrá ocasión de analizarlas con detalle en este Libro. Lo que debe subrayarse ya es la muy dudosa vigencia de sus inspiraciones básicas, y, en consecuencia, la inexcusable necesidad de una profunda reconsideración y replanteamiento.

Por otra parte, no se producen quiebras súbitas en estas trayectorias históricas, y más bien lo que se da es un progresivo deterioro de las cosas, una gradual adaptación a las mudables circunstancias, una creciente sensación de inadecuación ante nuevas realidades presentes o emergentes y para las que aún no se ha encontrado una respuesta eficaz, y el sentimiento de asistir al final de un trayecto, sin que se perfilen aún con entera nitidez los rasgos y los resortes del porvenir. Tal vez sea ésta nuestra actual coyuntura histórica en materia de aguas, y tal vez sea éste el momento de formular explícita y abiertamente esta situación desde las instancias más próximas y sensibles, las de la propia Administración pública hidráulica.

Desde luego este Libro Blanco no es el primer documento donde se plantean estas cuestiones, y las inquietudes expresadas han sido percibidas por la Administración hidráulica desde hace años. Además, en los últimos tiempos ha habido ocasión de asistir a una verdadera eclosión de innumerables reuniones, jornadas, foros, estudios, simposios, publicaciones … en los que estas inquietudes se han mostrado reiteradamente, en muy distintas instancias, con niveles de conocimiento y rigor muy diversos, y desde sensibilidades también muy diferentes.

La propia Ley de Aguas de 1985, que recoge numerosas ideas y trabajos previos de una reflexión ininterrumpida desde los años 60, sin perjuicio de los frutos reales que haya cosechado en su aplicación, no es sino el intento -explícito en su exposición de motivos- de proporcionar una respuesta jurídica solvente al nuevo modelo técnico y social en torno a las aguas y a las nuevas exigencias de los tiempos, pero es evidente que dista aún un largo trecho para alcanzar los ambiciosos objetivos que la inspiraron, y es más que dudoso que la mera disposición legal sea o pueda ser un instrumento suficiente para su consecución. Asimismo, existen numerosos y recientes trabajos de reflexión teórica, en el ámbito profesional de la investigación y de la Administración hidráulica, que se han planteado estos problemas y han aportado en ocasiones nuevas e interesantes perspectivas desde posiciones sectoriales tecnológicas, jurídicas, económicas, ambientales o sociológicas distintas y enriquecedoras.

La razón fundamental por la que se ha decidido elaborar este Libro es precisamente la constatación palmaria de que, en estos momentos, y tras las experiencias del pasado reciente, resulta necesario promover, desde la propia Administración hidráulica, un esfuerzo sosegado y colectivo de reflexión común, de unificación de vistas, de integración, que coadyuve a clarificar la confusión actual, y que, sin el carácter de un texto formal normativo o reglado, sino abierto y flexible, con voluntad de rigor, de diálogo y de acercamiento, proporcione elementos de juicio útiles a la colectividad, e informe con los datos técnicos más fiables y actualizados de situaciones, criterios y problemas del agua frecuentemente desconocidos o, al menos, no reunidos de forma sistemática y crítica en un texto para el debate, de amplia difusión pública.

Justo es decir también que, a diferencia de los últimos años, en que una muy grave sequía indujo extraordinarias tensiones sociales, territoriales y políticas en los sectores vinculados al uso del agua, la relativa normalidad actual permite llevar a cabo esta reflexión de forma sosegada, con una cierta perspectiva, y sin las lógicas crispaciones y desenfoques que conlleva la penuria hídrica, siempre exigente de la inmediatez de actuaciones más que de la discusión de los fundamentos para esta actuación.

También debe indicarse que tal discusión de fundamentos no debe contemplarse en modo alguno como un retraso temporal dilatorio de las necesarias actuaciones ni como un obstáculo para la acción. Bien al contrario, no hay acción eficaz sin sólidas y maduradas ideas subyacentes, y no hay verdaderos avances en la mera repetición y rutina insatisfactoria de las cosas. Todo tiempo empleado en información ciudadana, clarificación de datos, exposición de ideas, y explicaciones y propuestas para las políticas públicas no es empleado sino en robustecer esas políticas, hacerlas visibles, propiciar grandes consensos sobre las cuestiones fundamentales, transformarlas en empeños colectivos, en definitiva, otorgarles verdadera legitimidad, verdadera eficacia.

1.2. LOS OBJETIVOS DEL LIBRO BLANCO

Las razones antedichas para la elaboración de este Libro ya apuntan básicamente cuáles son sus principales objetivos. Sin ánimo de exhaustividad, seguidamente se enuncian algunos de estos propósitos que se han perseguido explícitamente al elaborar el documento.

Así, y en primera instancia, es evidente la necesidad y utilidad de la recopilación de los datos básicos del agua en España. Estos datos básicos se encuentran en una situación de enorme dispersión en numerosas instancias administrativas y privadas, y su mera síntesis y unificación, ciertamente complicada, ya posee un gran interés intrínseco. Además, la ingente labor de recopilación y unificación desarrollada permite darles un tratamiento sistemático y uniforme, organizándolos y actualizándolos, creando archivos comunes consistentes, y permitiendo su integración en bancos de datos homogéneos. Un importante producto derivado de esta tarea será la edición electrónica de una base de datos de agua que, conteniendo esta información básica espacial y temporal, será puesta al libre acceso y disposición pública.

Otro objetivo del Libro es el de fundar las bases para, una vez descrita la situación actual, estimar la evolución previsible y el establecimiento de opciones y prioridades en el uso del agua. Es un sentimiento común que algunas de las recientes previsiones y actuaciones planteadas deben ser objeto de profunda reconsideración. Los cambios de intereses colectivos, las grandes tendencias socioeconómicas, y las irrenunciables exigencias medioambientales requieren una reorientación de las tradicionales políticas del fomento hidráulico hacia otras formulaciones de mayor utilidad social y sostenibilidad futura.

Asimismo, no existen documentos sobre el agua en España que incorporen de forma sistemática la fundamental experiencia de la última sequía. La necesidad de reevaluar los recursos conforme a esta significativa experiencia arroja nuevos resultados y genera nuevas inquietudes e incertidumbres que, por obvias razones cronológicas, no pudieron ser consideradas en los actuales Planes Hidrológicos. Como se verá, las implicaciones que esto tiene sobre la percepción de nuestros sistemas hídricos, su vulnerabilidad, y su dimensionamiento y posibilidades de expansión, distan mucho de ser banales.

Las polémicas y antiguas discusiones sobre el tratamiento de las aguas subterráneas, la valoración de su importancia, y la necesidad de su correcta consideración, pertenecen, en nuestra opinión, al pasado. El correcto tratamiento conceptual de la unidad del ciclo hidrológico es un problema muy sencillo desde el punto de vista técnico y, por supuesto, ha sido rigurosamente tratado en este documento. Igual sucede con las consideraciones sobre la cantidad y calidad de las aguas, y la necesidad de su tratamiento integrado. Distinta cuestión es la de la praxis histórica en torno a estas cuestiones, y las agrias polémicas y desencuentros en que, desde muy antiguo, y no sin razones por ambas partes, han desembocado.

Otro objetivo explícito ha sido el permanente esfuerzo por la consideración y enfoque de los problemas del agua desde posiciones múltiples, con ópticas distintas, a veces complementarias, en ocasiones divergentes, siempre enriquecedoras.

A la hora de abordar el problema del agua es esencial entender, desde el primer momento, que no existe tal problema del agua en abstracto, y lo que en realidad existe no es sino la suma de muchos y muy diferentes problemas parciales, distintos, que a veces se entrecruzan, que divergen, problemas antiguos que desaparecen, problemas nuevos que emergen.

Esta visión multifacética, poliédrica, relativista, es un imprescindible requisito intelectual para acercarse con alguna solvencia a los asuntos hídricos. Un río atraviesa un paisaje, y hay alguien que está viendo en su futuro unas huertas regadas, otro ve el recodo para la derivación de un salto, hay otro que se ve a sí mismo pescando mientras otro repara en los áridos de su lecho y planea su aprovechamiento, también alguien observa la ribera y las especies que la habitan, junto a quien imagina una casa en su orilla, y hay alguien que localiza el punto donde verter y diluir sus residuos, mientras otro contempla sensitivo el paisaje y el río de su infancia. Todos ellos están viendo cosas muy distintas, aunque todos están viendo el mismo paisaje, el mismo río.

Vistas distintas, todas verdaderas, distintos intereses, todos legítimos. Necesidad de equilibrios, de unificaciones, de prioridades, de acuerdos, de ponderaciones. Lo tecnológico, lo jurídico, lo económico, lo ambiental, lo antropológico: facetas del mismo objeto, caras del mismo poliedro. No hay otra posible aproximación que la que se hace por distintos caminos, no existe el camino único que recorra el territorio del agua.

En este Libro hay un deliberado esfuerzo por ser fiel a esta idea, y transmitirla al lector. Tarea desde luego compleja y que, es seguro, no se alcanzará plenamente, pero es la dirección a la que se apunta, en la que se tiene convencimiento: no yuxtapuesta multidisciplinariedad, sino esfuerzo de globalidad y de omnicomprensión.

Esta diversidad de vistas debe asimismo permitir que la discusión sobre la política hidráulica no caiga, como sucede con harta frecuencia, en la discusión sobre aspectos marginales, específicos, locales, sectoriales, a los que se otorga una relevancia desproporcionada. Es cierto que las ideas e intenciones se demuestran y ejecutan día a día, con actuaciones concretas (la ejecución de cierta obra, la resolución de un expediente, una determinada línea de investigación …), pero no es menos cierto que tales cuestiones concretas no deben hacernos perder la perspectiva de conjunto, que su posible interés local no es necesariamente general, que puede incluso ser su contrario. Prudencia y rigor es, pues, lo que se solicita al lector, capacidad para percibir la vasta extensión y complejidad de la materia, la necesidad de una adecuada ponderación de contenidos, la relatividad de lo que parece importante, la importancia de lo que a veces se ignora o se subestima.

Desde el punto de vista de la opinión pública, este Libro pretende, como se ha indicado, proporcionar un soporte material ordenado, extenso y riguroso, para la discusión y el debate social. Los procesos de maduración interna y contraste de opiniones adquieren así la mayor transparencia, pues se fundamentan en bases documentales objetivas y explícitas. Obviamente, este documento encuentra entre sus principales destinatarios a las altas instancias de representación política y a los órganos consultivos de la Administración en materia de aguas, pero la discusión en esos fundamentales foros no agota plenamente las potencialidades del debate público sobre el agua en España. Este debate requiere una abierta audiencia pública, no reglada ni restringida, y unos plazos suficientes para el estudio de los datos, sugerencias y propuestas contenidas en el Libro.

Por último, es evidente que, una vez debatido, perfeccionado y razonablemente consensuado, este Libro expresará un común sentir mayoritario en lo que a las cuestiones de agua se refiere, y, en tal sentido, puede constituir un verdadero documento de directrices para el Plan Hidrológico Nacional, que otorgue a este Plan unas condiciones iniciales de madurez técnica, debate y consenso de extraordinaria importancia para su viabilidad sociopolítica.

1.3. ESTRUCTURA Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

Es evidente que un documento que pretende abordar problemas tan complejos y desde perspectivas tan diversas se encuentra con la seria dificultad inicial, meramente formal, de su ordenación y estructura interna. Cualquier índice u orden expositivo es susceptible de distintas alternativas, y no hay una fórmula claramente preferible sobre otras.

Tras evaluar diferentes posibilidades se ha optado por vertebrar el Libro en cinco grandes partes básicas y bien diferenciadas.

La introducción inicial sería, como una exposición de motivos, la explicación de razones y objetivos que han llevado a la decisión de elaborar y presentar el documento.

Una segunda parte se ocupará de describir el contexto global, geográfico, en sus tres vertientes fisiográfica, socioeconómica e institucional, sobre el que operan las cuestiones del agua. Esta descripción ofrece los marcos de referencia básicos en los que se inscriben las situaciones y problemas, y permite comprender sus condicionantes de fondo.

Una tercera parte, de naturaleza básicamente técnica y expositiva, reflejará el estado del arte en lo referente a la situación actual de conocimientos en materia hídrica, incluyendo una descripción de los problemas básicos existentes y previsibles, e incorporando contribuciones documentales y perspectivas de diferentes órganos administrativos sectoriales. Tal estado del arte no se limita, como podrá comprobarse, a una mera recopilación y exposición documental, sino que incorpora desarrollos tecnológicos propios, específicamente realizados para este Libro. Lógicamente, esta tercera parte de descripción de datos, situaciones y problemas del agua en España se considera absolutamente esencial, y ocupará una importante extensión de este documento.

En la medida en que ello resulte posible, esta tercera parte del libro se limitará a la exposición de los hechos, entendiendo esta palabra en un sentido amplio (es decir, tanto datos físicos como situaciones jurídicas, o regulaciones administrativas y económicas existentes), refiriéndonos así a lo que puede comprobarse, y no debiera por tanto ser objeto de discusiones conceptuales o ideológicas.

A la luz de esta descripción técnica de hechos (situaciones y problemas), una cuarta parte se dedicará a los fundamentos que deben inspirar una futura política del agua, orientada a la superación de estos problemas e insuficiencias detectados. Para ello deben considerarse, de forma integrada, las distintas facetas jurídicas, ambientales, económicas, sociopolíticas y tecnológicas que concurren en el mundo del agua, y que, conforme a las ideas ya expresadas, han de contemplarse de forma global y unitaria. Por supuesto que la materia es tan extensa y de tal complejidad que necesariamente hemos de limitarnos a indicar algunas ideas básicas. La discusión pública permitirá identificar y desarrollar aquellos aspectos que se consideren más relevantes y que requieran de una mayor reflexión y desarrollo.

El deslinde entre estas partes tercera y cuarta obedece a una razón de sistemática que se ha considerado necesaria en un documento como este Libro, pues es obvio que tales posibles ideas o soluciones admiten por lo general orientaciones conceptuales y políticas distintas, y estas políticas no deben, como lamentablemente ocurre con frecuencia, confundirse con los hechos. Por poner un ejemplo muy simple, puede discutirse sobre el más conveniente destino que puede darse a las aguas de un río, y es una discusión legítima porque obedece a distintas interpretaciones o sensibilidades sociopolíticas, pero no debiera discutirse sobre cuanta agua aporta, pues este es un dato físico, no ideológico, que puede ser dilucidado por especialistas como consecuencia de un análisis estrictamente técnico.

Por último, una quinta parte se referirá a la planificación hidrológica como la principal -aunque no única- expresión material de la política del agua, e instrumento básico para su realización.

Obviamente, ante una materia tan compleja e interrelacionada como la que nos ocupa las superposiciones parciales, referencias cruzadas y ciertas redundancias marginales entre los distintos capítulos resultan inevitables, y es seguro que, a pesar del intento de mantener una sistemática rigurosa, persistirán situaciones de solape. Pese a estos posibles efectos puntuales, se estima que el documento presenta una buena coherencia global e integridad expositiva.

En cuanto al estilo y alcance de la presentación de las cosas, el Libro pretende alcanzar el equilibrio entre la vulgarización, que frente a la ventaja de su más fácil lectura lo haría poco penetrante en muchos aspectos, y un excesivo formalismo académico, que incurriría en los efectos contrarios. Se ha pretendido, en definitiva, mantener un tono general divulgativo, que permita la mayor difusión y participación pública entre no especialistas, pero sin renunciar al rigor técnico ni ocultar la complejidad de los problemas planteados y la dificultad de sus posibles soluciones. Determinados epígrafes pueden, en consecuencia, resultar muy áridos para lectores poco versados en la materia que se trata, mientras que otros pueden parecer triviales al lector especialista. El común de lectores juzgará finalmente el grado de acierto en la búsqueda del equilibrio.

Por último, ha de indicarse que, por su propia naturaleza, este es un Libro abierto, una obra colectiva. Como ya se ha dicho, el texto que se ofrece no constituye sino la base para un diálogo permanente sobre los problemas del agua -mudables y fluyentes como ella- que explicite e integre, honesta y rigurosamente, contribuciones formuladas desde muy distintas perspectivas. La colectividad social interesada y reflexiva habría de ser, en última instancia, su verdadero inspirador, y la Administración hidráulica su receptor y su soporte.

2. EL MARCO FÍSICO, SOCIOECONÓMICO E INSTITUCIONAL DE REFERENCIA

Como se apuntó en el capítulo previo, en esta segunda parte se procederá a describir someramente el contexto global -en sus tres vertientes fisiográfica, socioeconómica e institucional-, sobre el que operan las cuestiones del agua. Esta descripción ofrece los marcos de referencia básicos en los que se inscriben las situaciones y problemas relacionados con los recursos hídricos, y permite comprender sus condicionantes de fondo.

2.1. INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha indicado, parece conveniente que, con carácter previo a la descripción de la situación actual en materia de aguas, se ofrezca, de forma introductoria, una somera referencia al marco o contexto global en el que opera la disponibilidad y utilización de este recurso. Es cierto que la frontera entre el marco del problema y el propio problema es, cuando menos, borrosa y con algún grado de artificiosidad. No obstante, y a efectos expositivos, parece oportuno considerar que hay unos datos externos, que vienen dados o condicionados por mecanismos básicamente exógenos a los problemas hídricos, y que deben, para adquirir la necesaria perspectiva, ser conocidos desde el comienzo. Desde luego atribuir tal carácter de exógeno no pasa de ser una convención en buena parte de los casos, pero resulta conveniente desde el punto de vista de la sistemática y la claridad expositiva.

Sucede así con las peculiaridades que podríamos denominar fisiográficas (climáticas, geológicas, edafológicas, hidrográficas y bióticas), que constituyen un sustrato de fondo de crucial importancia pues a él se vinculan los problemas de irregularidad espacial de las variables climáticas, regímenes de escorrentías, formaciones acuíferas, riqueza biológica, calidad natural de las aguas, etc. Las implicaciones de estas cuestiones van, como se verá, mas allá de la mera explicación de las irregularidades hídricas, y apuntan directamente al fundamental problema de la ordenación del territorio y el desarrollo regional, condicionado, al menos inicialmente, por estas circunstancias.

Por otra parte, existe en cada momento una coyuntura socioeconómica que, operando sobre el medio físico descrito, e impregnada por este medio, condiciona a su vez la situación actual y previsible de los problemas hídricos. Por tanto, y aún de forma somera, ha de ser también conocida con carácter previo. Así, no cabe duda alguna de que la situación de la población en España y sus tendencias previsibles, las implicaciones del turismo, las tendencias territoriales agrícolas e industriales, o el contexto europeo e internacional, conforman situaciones de hecho que pueden determinar de forma sustancial los problemas y soluciones a las cuestiones del agua. Se trata, en este caso, de un condicionante que a su vez se puede ver condicionado, remitiéndonos así al problema teórico básico de la viabilidad de modelos de ordenación global y del alcance del propio concepto de planificación, al que tendremos, como es lógico, ocasión de referirnos in extenso.

Por último, es necesario aludir, siquiera brevemente, al marco institucional y organizativo de la gestión hidráulica. Aunque esta ordenación expositiva pueda parecer heterodoxa, es nuestro sentimiento que una breve referencia previa al marco institucional de la administración del agua en España permite comprender mejor lo que está sucediendo con su disponibilidad, su uso, su demanda y su aprovechamiento. Más aún, tal situación institucional y administrativa resulta, como habrá ocasión de comprobar, de una importancia crítica (desde luego mayor que la de otros condicionantes tradicionalmente considerados como claves) en la configuración del problema del agua en España.

Nótese que todo lo antedicho no supone sino ordenar la exposición que nos ocupa -la cuestión de las aguas- formulando inicialmente los distintos marcos de referencia en una aproximación que podría calificarse como geográfica: descripción y explicación de los paisajes terrestres, es decir, de los aspectos fisionómicos de la superficie terrestre resultantes de las combinaciones de factores físicos (clima, geología, biología, etc.) y humanos (población, turismo, agricultura, industria, etc.) que actúan sobre los paisajes y, dinámicamente, los configuran. Es tras esta somera descripción geográfica, orientada a la mejor comprensión de las cuestiones del agua, cuando se adquiere la necesaria perspectiva para abordar con fundamento siguientes niveles de complejidad y especificidad del problema.

2.2. MARCO FÍSICO Y BIÓTICO

Bajo este concepto se pasará revista a los principales rasgos climáticos, geológicos, edafológicos, de uso del suelo, hidrográficos y bióticos que configuran y enmarcan la situación hídrica española.

2.2.1. Climatología

La Península Ibérica, dada su situación entre dos grandes masas marinas (Atlántico y Mediterráneo) y dos continentales (Europa y África), presenta un clima cuyo rasgo básico definitorio es la diversidad.

La zona norte, que incluye Galicia, Cordillera Cantábrica y Pirineos, se caracteriza por un clima templado, con borrascas de origen atlántico que actúan

prácticamente a lo largo de todo el año dando lugar a una alta humedad relativa y unas temperaturas suaves, templadas en invierno y frescas en verano.

En la costa mediterránea y parte de la Andalucía interior (básicamente la cuenca del Guadalquivir), el clima es templado, de veranos secos e inviernos suaves. En el resto de la Península, el clima predominante se caracteriza por veranos secos e inviernos fríos, rasgos que reflejan su carácter continental. En este área son característicos los anticiclones invernales, situación que origina inversiones térmicas (inversiones del normal decrecimiento de las temperaturas con el aumento de la altitud).

En Canarias (especialmente en las islas orientales, pues en las occidentales inciden más las masas de aire atlánticas), y la franja costera de Murcia y Almería, el clima es seco, con precipitaciones muy escasas, inviernos muy suaves y veranos muy cálidos.

La distribución espacial de la temperatura media anual está estrechamente ligada a la orografía, que describiremos someramente en el próximo epígrafe. Los mínimos inferiores a 8ºC están localizados en los sistemas montañosos de la mitad norte peninsular, mientras las zonas más cálidas, delimitadas por la isoterma de 18ºC, se localizan en el valle del Guadalquivir, la costa Sur y Sureste, así como el Levante. La figura 1, incluida únicamente a efectos visuales, muestra la distribución espacial de las temperaturas medias, superpuestas a un sombreado analítico del relieve, lo que permite apreciar cualitativamente la indicada relación.

De forma análoga a la temperatura media anual, la precipitación media anual se encuentra también fuertemente influida por la orografía. Las precipitaciones aumentan con la altitud y son más importantes en la ladera de los sistemas montañosos situadas a barlovento de los frentes húmedos que en las situadas a sotavento.

En su distribución espacial destaca un fuerte gradiente latitudinal positivo -es decir, la precipitación disminuye de Norte a Sur- y una fuerte asimetría longitudinal que da lugar a que las precipitaciones en la vertiente atlántica sean superiores a las de la mediterránea. A efectos de percibir visualmente este comportamiento, y sin perjuicio de su descripción detallada, que se ofrecerá en el próximo capítulo al referirnos a los recursos hídricos, la figura 2 muestra, como la anterior de temperaturas, la distribución espacial de las precipitaciones medias, superpuestas a un sombreado analítico del relieve, lo que permite, como se apuntó, apreciar cualitativamente su interrelación.

En cuanto a la distribución temporal de la precipitación, se puede delimitar una primera zona de fuerte influencia atlántica y que, junto con las cuencas correspondientes a dicha vertiente (con las excepciones de la zona central del Duero y cuencas altas del

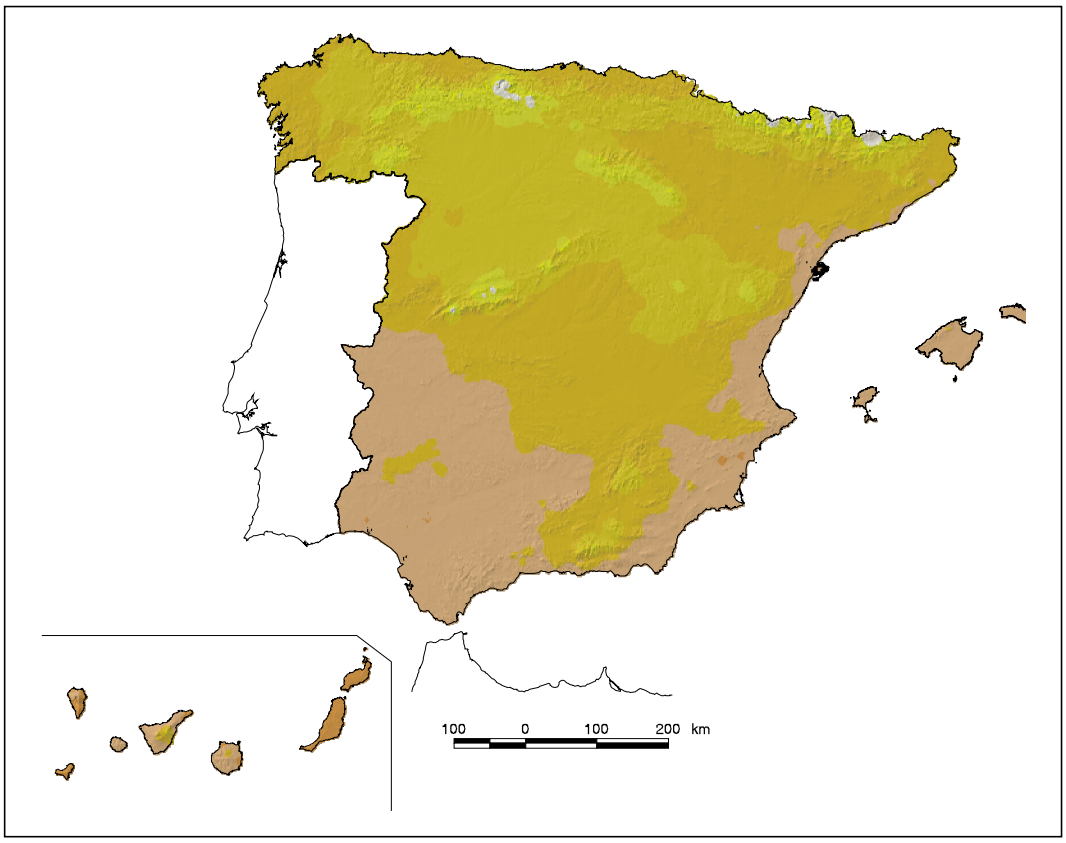


Figura 1. Mapa de distribución espacial de las temperaturas medias, superpuestas al relieve

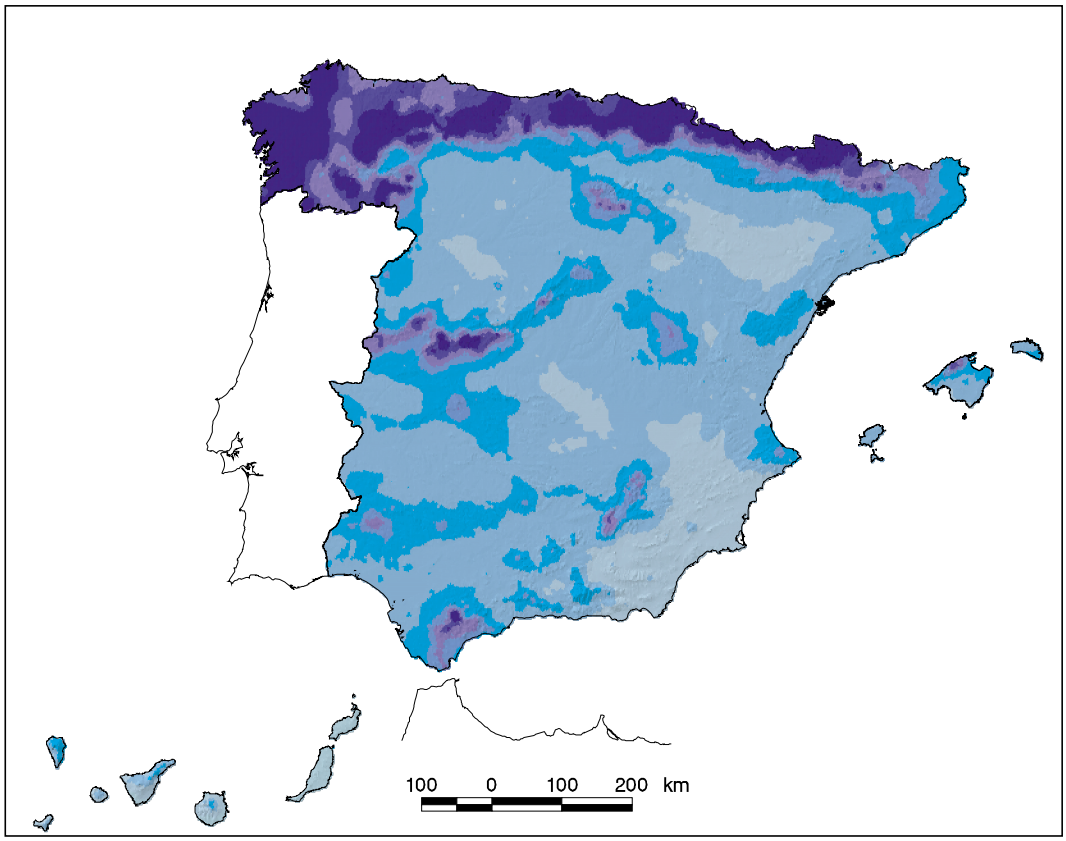


Figura 2. Mapa de distribución espacial de las precipitaciones medias, superpuestas al relieve

Tajo y Guadiana), incluiría la cuenca alta del Ebro, el Pirineo vasco-navarro y la cuenca Sur hasta el cabo de Gata. En esta zona, la época más lluviosa se observa entre finales de otoño y principios de invierno, con un mínimo relativo al final del invierno y un máximo relativo en los meses de abril-mayo.

Una segunda zona comprende la vertiente mediterránea, desde el Cabo de Gata hasta la frontera con Francia. En ella, se observa un máximo absoluto perfectamente diferenciado en otoño (septiembre-octubre), y un máximo secundario, en la mitad septentrional, en primavera.

El resto de la península se caracteriza, fundamentalmente, por su continentalidad y en ella destaca un máximo en primavera y otro menor al comienzo de la estación invernal, y un mínimo en invierno en enero-febrero.

En las islas Canarias, la distribución es monomodal de forma clara: máximo invernal en diciembre y un mínimo en verano.

Según el índice de humedad, definido (UNESCO, 1979) como el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial anual según Penman (que veremos en detalle al analizar los recursos hídricos), en España existen regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y húmedas, tal y como se muestra en la figura adjunta. Las áridas ocupan una extensión reducida y se localizan en parte de las islas Canarias y en el área del desierto de Tabernas (Almería). Las zonas semiáridas afectan principalmente a la Depresión del Ebro, Almería, Murcia, sur de la cuenca del Júcar, cabecera del Guadiana y parte de Canarias. Las zonas subhúmedas se sitúan básicamente en la cuenca del Duero, sur de las Cuencas Internas de Cataluña, Baleares, Guadalquivir y a lo largo de las cordilleras de menor altitud. Finalmente, la zona húmeda afecta al resto del país (fig. 3).

En síntesis, y como se anticipó, España presenta una singular diversidad climática que, proyectada sobre su también diversa geología, dará lugar, como veremos, a una gran multiplicidad de ambientes hidrológicos.

2.2.2. Geología

Si ya desde la antigüedad, al conocer los primeros esbozos de su contorno, llamó la atención el carácter cerrado, macizo y peninsular de Iberia (la piel tendida de Estrabón, la piel de toro según la emblemática visión hispana), no dejan de llamar también la atención otros rasgos singulares que conforman el solar hispánico.

El primero y, quizás, fundamental, es el núcleo central de la meseta, tierras llanas que con una altitud media de 600 m sobre el nivel del mar ocupan cerca de la mitad del área peninsular, vertebrada en su eje por la Cordillera Central, granítica-pizarreña. La submeseta meridional, algo menos elevada que la septentrional,

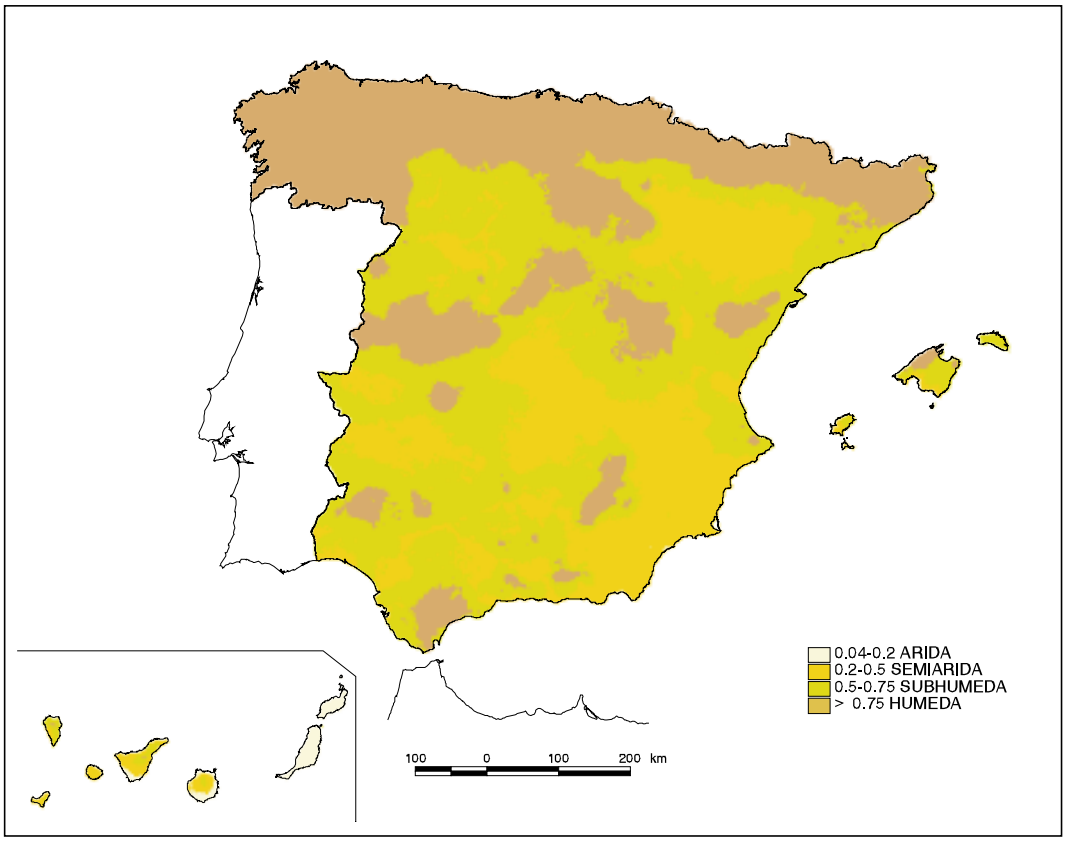


Figura 3. Mapa de clasificación climática según el índice de humedad de la UNESCO

pierde monotonía en las discontinuas y grises alineaciones pizarro-cuarcíticas de los Montes de Toledo, cuyas modestas elevaciones distribuyen las aguas hacia los grandes colectores de la submeseta: el Tajo y el Guadiana. La construcción mesetaria hay que buscarla en la paradójica existencia de sendas depresiones del basamento hercínico que fueron rellenadas por centenares de metros de sedimentos procedentes de las cordilleras adyacentes; sedimentos margo-arcillosos y también yesíferos que acusan su endorreismo, característica común a muchas cuencas sedimentarias continentales.

Otro gran rasgo del conjunto mesetario es su amurallamiento. Las cordilleras Cantábrica e Ibérica lo cierran por el Norte y el Este, haciéndolo por el Sur Sierra Morena, mientras que a occidente queda un tanto abierto hacia el Atlántico con marcado umbral a su pie. Esa configuración de aislamiento condiciona su clima continental, ya mencionado, y, en consecuencia, sus regímenes hidrográficos.

Las dos depresiones triangulares que se adhieren al núcleo amurallado, Ebro y Guadalquivir, con sus cerramientos externos de los Pirineos-Macizo Costero Catalán, y Cordillera Bética, conforman lo esencial de la geografía hispánica. Dos profundas depresiones rellenas de material terciario que ofrecen escasa resistencia a los agentes erosivos, y dos importantes sistemas montañosos que alcanzan las mayores elevaciones peninsulares y son las dos genuinas cordilleras alpinas peninsulares consecuencia de la orogenia del mismo nombre.

Estas dos cordilleras de estilo alpino, Bética y Pirenáica, junto a las Cantábrica e Ibérica, también encumbradas por la misma orogenia, son edificios construidos en su mayor parte con materiales calcáreos, edificios que enlazados dibujan la clásica Z invertida de la España caliza. Estas cuatro estructuras, básicamente permeables, son drenadas por abundantes y caudalosos manantiales que proporcionan un importante flujo base a los cauces colectores a los que vierten. Por el contrario, el zócalo silíceo que conforman el Sistema Central, Macizo Galaico, Sierra Morena y territorio extremeño, de materiales hercínicos y muy poco permeables, presentan respuestas de escorrentía muy rápida y flujos base más moderados y continuos.

La figura 4 muestra las distintas litologías observadas, según el mapa digital de suelos a escala 1:1.000.000 de EUROSTAT, el cual no incluye el territorio insular canario.

Al concluir los avatares orogénicos que erigieron o rejuvenecieron, con resultado dispar, los sistemas montañosos, el conjunto meseteño no permanece pasivo, sino que con el final del Mioceno bascula en una pieza a occidente, lo que imprime una fuerte asimetría a la red fluvial peninsular al orientar con tal rumbo a los grandes cauces peninsulares, si se exceptúa el Ebro. El declive meseteño hacia el Atlántico, con el

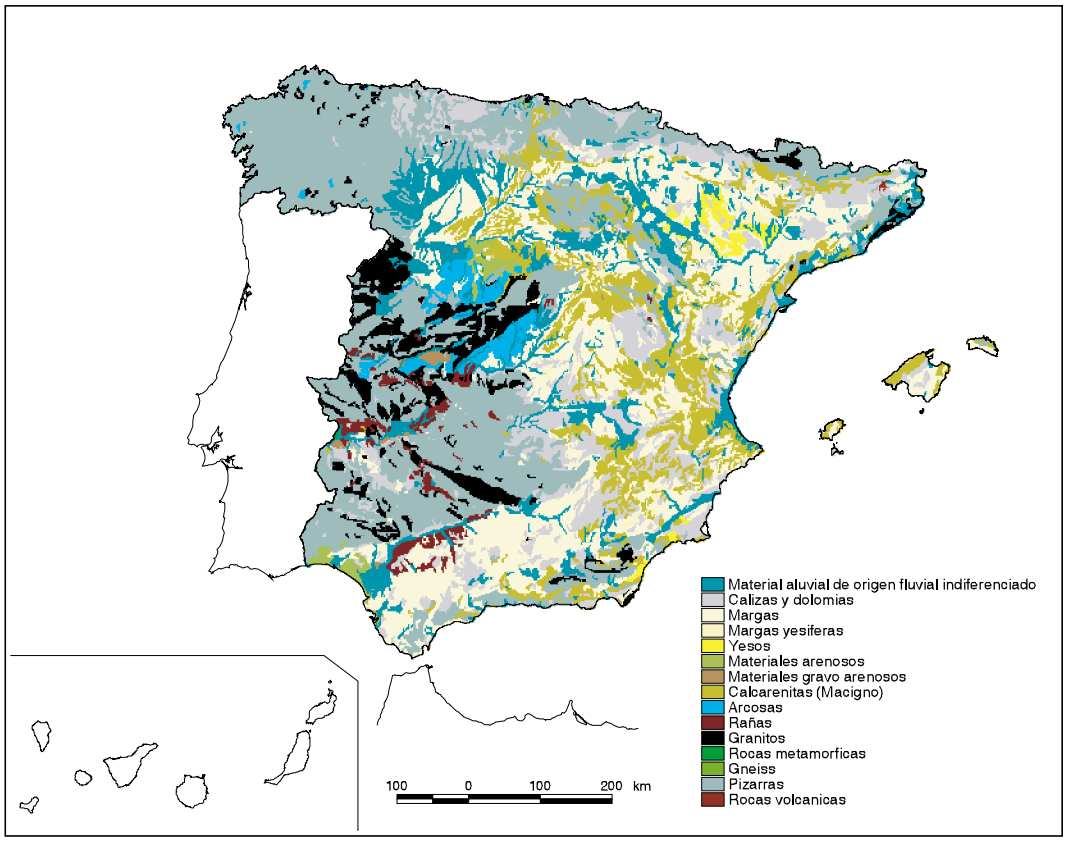


Figura 4. Mapa de litologías

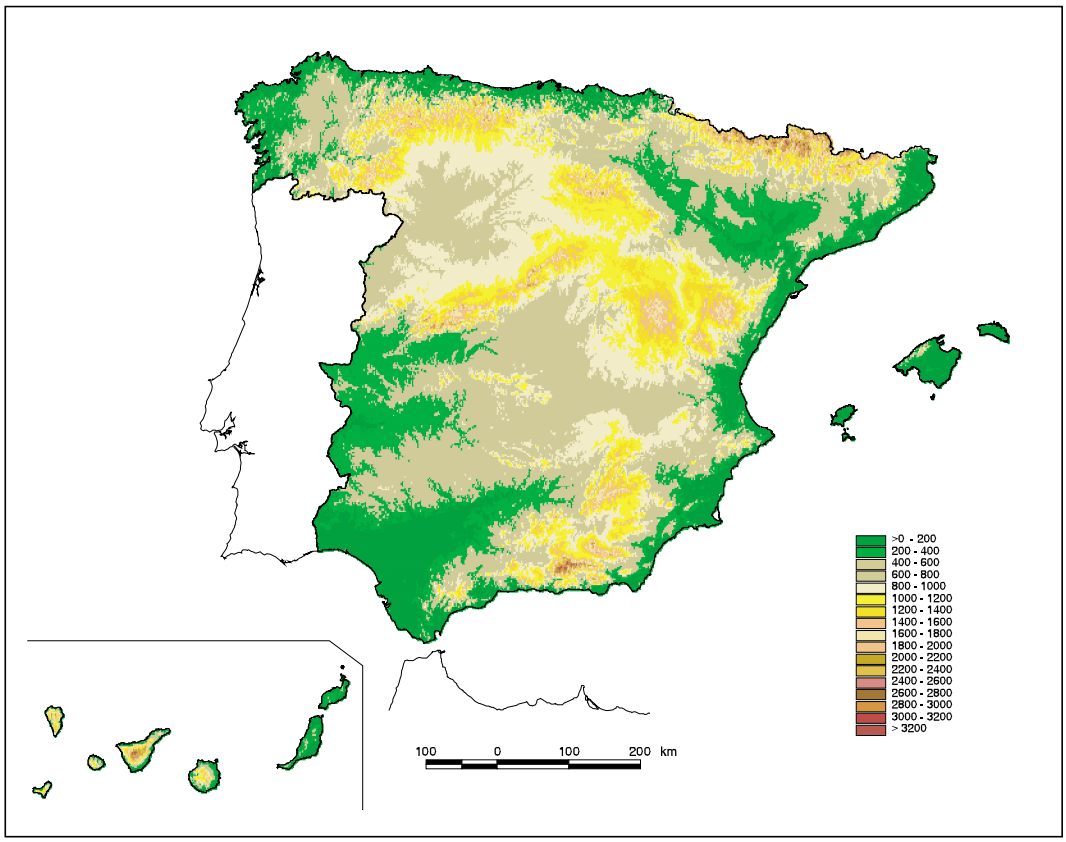


Figura 5. Mapa de relieves. Modelo digital del terreno

concurso de las cordilleras periféricas, determinan la cortedad y torrencialidad de los demás cauces que desembocan al Mediterráneo y Cantábrico.

Las estrechas llanuras costeras mediterráneas -de las cantábricas casi no puede hablarse- completan el escenario del solar hispánico, monótono en sus contornos pero variado en su contenido, y enriquecido aún más con los territorios insulares mediterráneo y atlántico. El primero, balear, no es más que prolongación nororiental del Sistema Bético en cuanto a su naturaleza; el segundo, canario, singular por su génesis volcánica, y ambos caracterizados por la práctica ausencia de caudales fluviales permanentes, tal y como se precisará más adelante, al referirnos a la hidrografía.

La figura 5 muestra un modelo digital de las elevaciones del terreno (reelaborado a resolución de 1x1 km a partir de un modelo básico de 80x80 m), junto con los contornos de las principales divisorias fluviales, y permite apreciar los rasgos orográficos descritos.

En síntesis, y abundando en lo ya dicho, multiplicidad geológica, variedad de materiales, complejidad estructural y, en definitiva, el repetido rasgo de una profunda diversidad y heterogeneidad.

2.2.3. Edafología

La misma variedad de estructuras y materiales que caracteriza la geología contribuye en primer término a que el rasgo principal de los suelos hispánicos sea también la diversidad.

El espesor de suelo en que se desarrollan las raíces de las plantas, como estructura situada entre la litosfera y la biosfera, y en cierta forma perteneciente a ambas, es el resultado de los efectos del clima sobre la superficie del terreno, bajo la influencia de la orografía y de la acción de los seres vivos. Su papel en el ciclo hidrológico es básico al actuar como distribuidor de las precipitaciones entre escorrentía e infiltración. Si, como se mostró en epígrafes anteriores, el material de partida y los factores que determinan su evolución se caracterizan por su variedad, el resultado no puede ser otro que la gran diversidad de suelos que muestra el territorio nacional. Esta diversidad se manifiesta repasando los aspectos más relevantes de los suelos hispanos con el apoyo de la categoría de mayor rango, los Órdenes, establecida por la Soil Taxonomy, la clasificación de uso mundial propuesta por el Soil Survey Staff de Estados Unidos (USDA [1960]; USDA [1967]).

Así, atendiendo al grado de evolución de los suelos, están representados desde los muy jóvenes (entisoles) y los poco desarrollados (inceptisoles), hasta los que han alcanzado las últimas etapas de meteorización y evolución (ultisoles); en cuanto a textura, desde los arenales de origen eólico, en algunos entisoles, hasta las arcillas expansivas de los bujeos andaluces (vertisoles); con respecto a la reacción del suelo (pH), están representados los de riqueza en bases alta (mollisoles), los de alta a media (alfisoles) y los ácidos (spodosoles). Hay, además, suelos en los que abunda el yeso (gypsiorthids) y salinos (salorthids), ambos del orden aridisoles; e incluso, en las islas Canarias, suelos oscuros desarrollados a partir de materiales volcánicos (andisoles).

Por lo que se refiere a los regímenes térmico y de humedad, que son las dos características de diagnóstico fundamentales empleadas en la Soil Taxonomy, su variedad es asimismo el rasgo más expresivo. Así, por lo que respecta al régimen térmico se da desde el cryico, en el que la temperatura media anual del suelo a 50 cm de profundidad se halla entre 0 y 8º C, hasta el térmico, en el que esta temperatura se halla entre 15 y 22º C. En relación con las condiciones de humedad del suelo, están asimismo representados desde los histosoles de algunas lagunas, hasta los aridisoles con acusado déficit hídrico.

Es significativo comprobar que en los párrafos anteriores se han incluido referencias a diez del total de once órdenes en que, de acuerdo con la Soil Taxonomy, pueden clasificarse los suelos de la Tierra. Es pues aplicable, también en relación con la edafología, la idea de algunos geógrafos de que el territorio nacional es como un continente en miniatura. De los diez órdenes mencionados los que se presentan con mayor extensión son los inceptisoles, entisoles, aridisoles y alfisoles, tal y como se muestra en la figura adjunta. La diversidad es, de nuevo, la característica dominante.

La figura 6 muestra un mapa con los principales tipos de suelo, adaptados del Atlas Nacional de España de Edafología, del Instituto Geográfico Nacional (MOPT, 1992a).

2.2.4. Usos del suelo

Como se observa en la figura 7 de usos de suelo, de elaboración propia a partir de las hojas 1:100.000 CORINE LAND COVER en formato digital suministradas por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), del Instituto Geográfico Nacional, un gran porcentaje de la superficie española, del orden del 50%, está cubierta por terrenos agrícolas.

El uso dominante corresponde a tierras de labor que incluyen cereales, legumbres, tubérculos y tierras en barbecho. Otro grupo lo constituyen los cultivos permanentes, en los que se engloban los frutales, olivos y viñedos. Un último grupo corresponde a los sistemas agrícolas heterogéneos, donde coexisten cultivos anuales y permanentes.

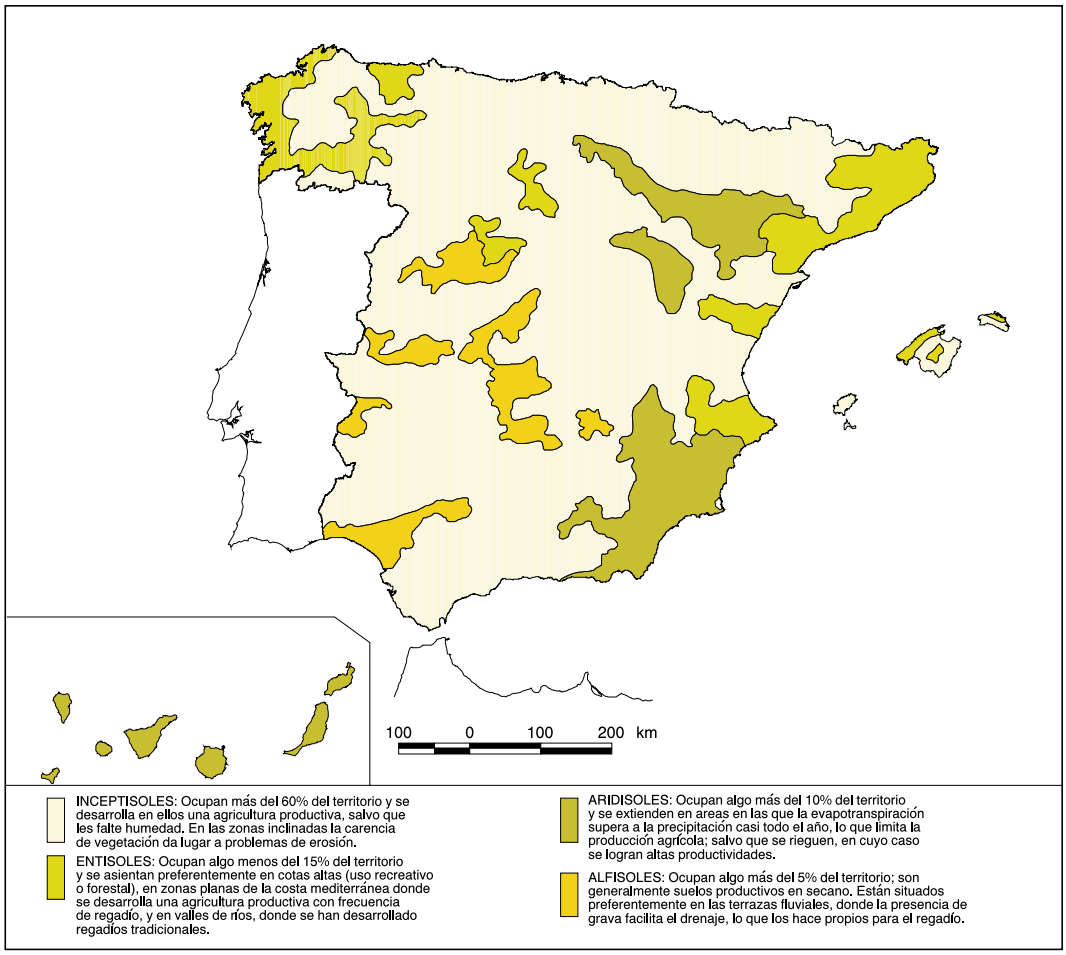


Figura 6. Mapa de tipos básicos de suelo

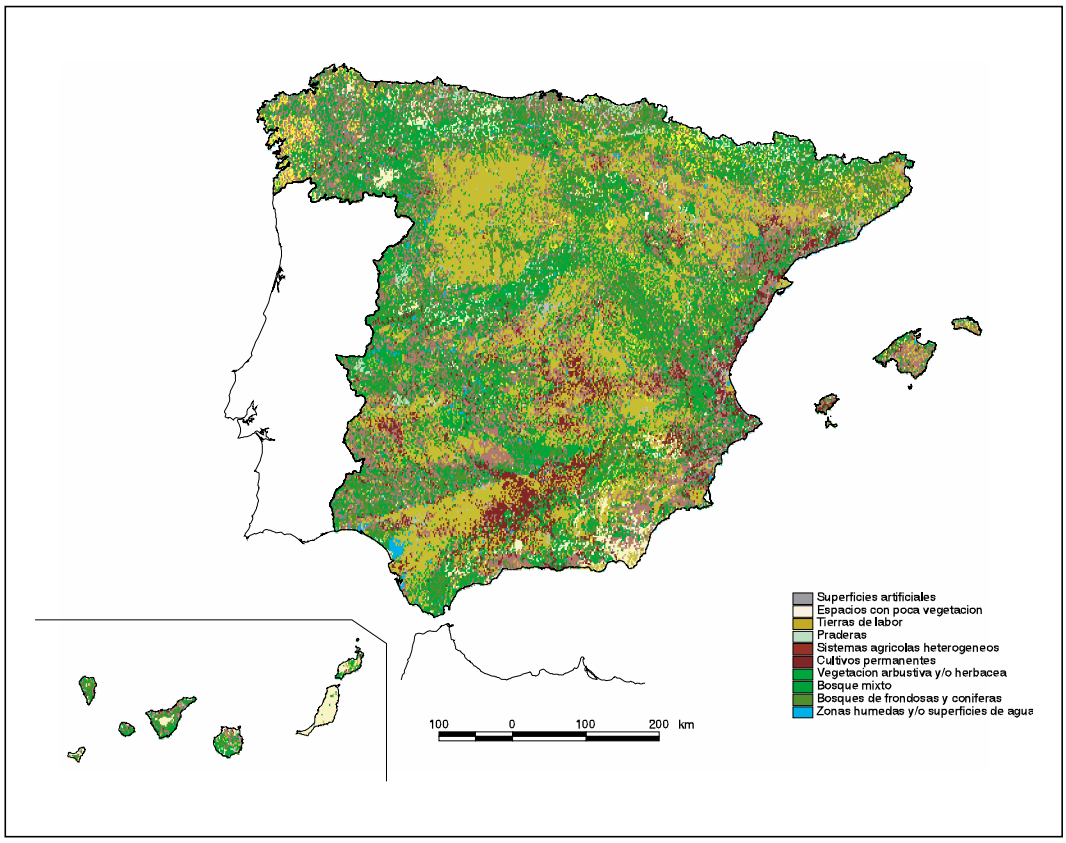


Figura 7. Mapa de usos del suelo

Las tierras de labor se localizan principalmente en las dos grandes depresiones del Ebro y Guadalquivir y en las superficies llanas de ambas mesetas, ocupando un 26% del territorio. Los sistemas agrícolas heterogéneos se distribuyen por todo el territorio en pequeñas manchas y ocupan un 18%, mientras que los cultivos permanentes (6% del total) se encuentran principalmente en el sur peninsular, costa mediterránea y cuenca del Ebro.

La vegetación arbustiva o herbácea ocupa un 27% de la superficie del país. Está compuesta por pastizales naturales de baja productividad y matorrales, con vegetación baja y cerrada.

Los bosques, transformados a lo largo de los tiempos en terrenos agrícolas, cubren en la actualidad un 17% del territorio. Esta cuantía, pese a su moderada magnitud, es desde luego muy significativa, y muestra la existencia de un importante patrimonio natural que, pese a su merma histórica, continúa siendo de gran extensión e importancia.

Las áreas de praderas ocupan solo un 1% del país. Se localizan, fundamentalmente, en el norte peninsular y en zonas de montaña repartidas por todo el territorio. Su destino final es, en muchos casos, la producción de forraje para ganado.

Un área muy pequeña, que no llega a representar el 1% del territorio, está cubierta por zonas húmedas y superficies de agua, que incluyen humedales, zonas pantanosas, embalses, marismas, turberas y salinas.

Por último, se distinguen aquellas zonas (un 4% del total) en las que la vegetación apenas cubre su superficie, bien porque son áreas de roca, tundra, tierras baldías, playas, áreas quemadas… o bien porque son superficies artificiales como áreas urbanas, redes viarias, etc.

Desde el punto de vista forestal, el mapa de la figura 8, de elaboración propia a partir de la información generada por ICONA en el Inventario Forestal Nacional, muestra los distintos usos del suelo. En él se distinguen las siguientes categorías: forestal arbolado (superficie forestal de más de un 20% de fracción de cabida cubierta por la proyección de las copas de los árboles, forestal arbolado ralo (superficie forestal con fracción de cabida cubierta entre 5 y 20%), forestal desarbolado (fracción de cabida cubierta menor del 5%), cultivo e improductivo.

España, a vista de pájaro, es, en definitiva, un país rural, con muy poca presencia urbana, que al presentar, además, un relieve muy accidentado, conforma un paisaje áspero y duro, dominado por las aristas y los tonos ocres.

2.2.5. Hidrografía

Al igual que la orografía peninsular se caracteriza por presentar sus principales cordilleras una dirección que va siguiendo los paralelos, los mayores ríos españoles también discurren en esa dirección, como se aprecia en el mapa de relieve y ríos principales (fig 9).

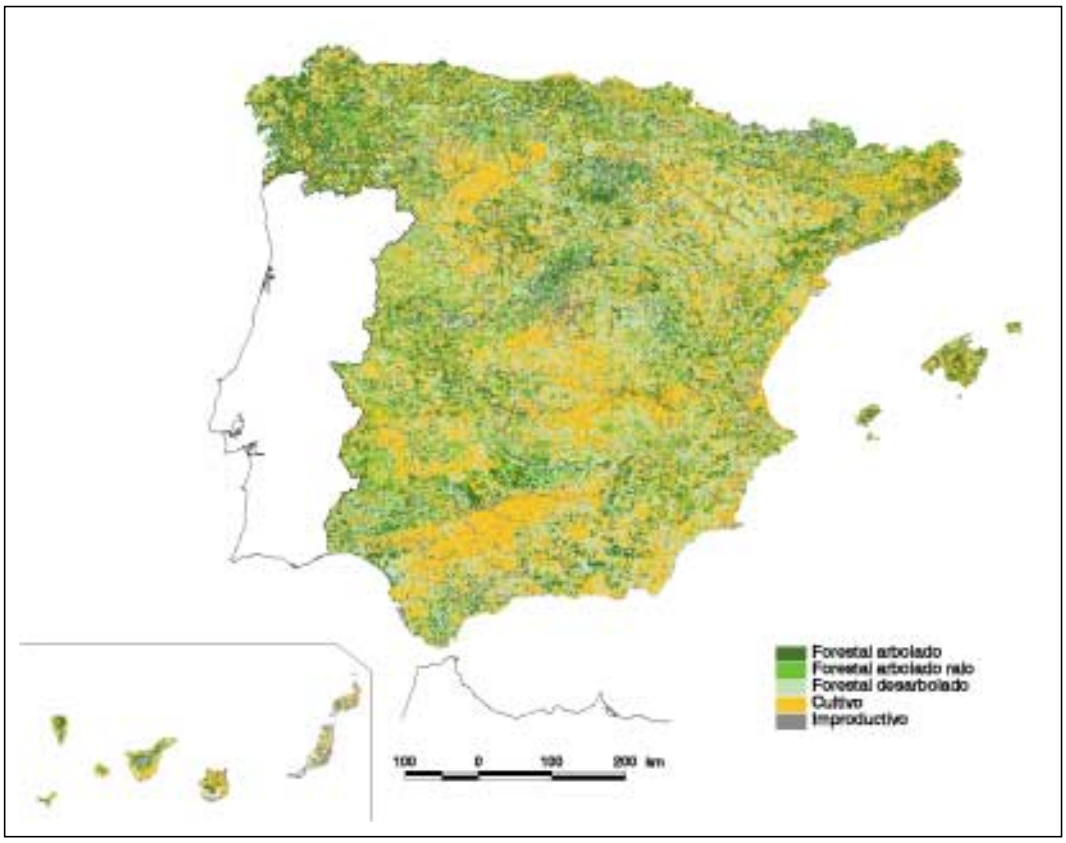


Figura 8. Mapa de usos forestales

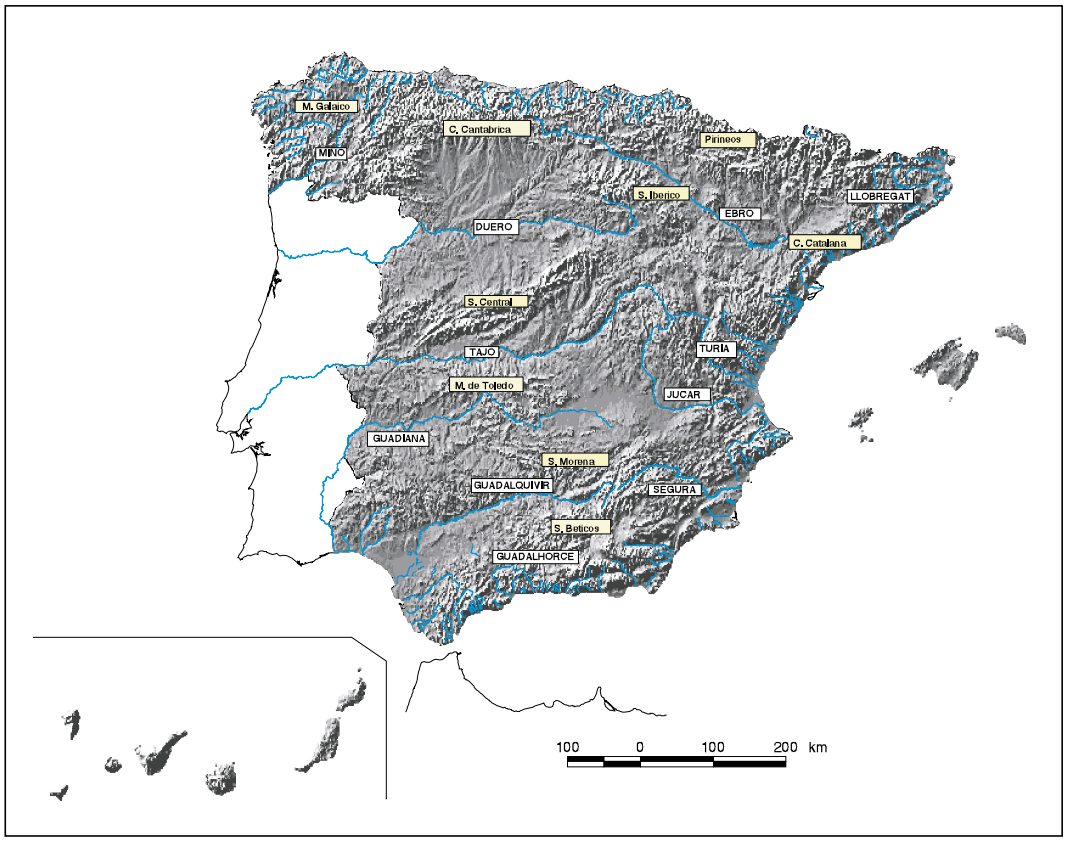


Figura 9. Mapa de relieve y ríos principales

Los ríos Duero, Tajo y Guadiana se asientan sobre la Meseta, cerrada por la cordilleras Cantábrica e Ibérica y por Sierra Morena, y encuentran su salida hacia el mar en su parte más occidental, en la linde con Portugal. Además, los dos grandes valles exteriores -Ebro y Guadalquivir- siguen dicha pauta de dirección predominante, abrazando a la Meseta.

La excepción a este patrón de orientación de los grandes ríos se produce en aquéllos que, como los correspondientes a la vertiente cantábrica y al sur peninsular, nacen en cordilleras cercanas al mar, siguiendo la dirección de los meridianos.

La cordillera Costera Catalana, la terminación de la Ibérica hacia el Mediterráneo, y las cordilleras Béticas, todas ellas próximas al litoral, dan lugar a cuencas relativamente pequeñas, con la excepción de las correspondientes a ríos que presentan una acción remontante muy activa. Estos son los casos de invasores fluviales como el Llobregat, que ha ido capturando cuencas pertenecientes originalmente al Ebro, del Júcar, cuya cabecera se localiza muy próxima al nacimiento del Tajo en los Montes Universales, o del Segura, cuyo nacimiento se adentra en el sistema Bético (Arenillas y Sáenz, 1987).

Los cauces insulares de Baleares y Canarias se caracterizan por su carácter intermitente y sus fuertes pendientes. En los primeros, la presencia de abundantes zonas kársticas hace que gran parte de las aguas se infiltre antes de llegar a los cursos bajos y aparezca posteriormente en la surgencia de manantiales. En los segundos, las fuertes pendientes de los barrancos y la histórica abundancia de captaciones subterráneas, conducen a la práctica ausencia de corrientes superficiales (solo hay actualmente un río en La Palma y otro en Gomera y los hubo en Gran Canaria).

La figura 10 muestra los perfiles longitudinales (cota en metros sobre el nivel del mar -msnm- frente a longitud en kilómetros desde el nacimiento) de los ríos españoles con cauces de mayor longitud.

Normalmente, en estos perfiles longitudinales se distinguen tres tramos diferenciados: la cabecera, donde el río avanza entre fuertes pendientes que favorecen su capacidad erosiva; el tramo medio, de longitud considerablemente mayor y pendientes uniformes a lo largo del cauce, cuya acción característica es el transporte; y un tramo final, o de desembocadura, en el que el río sedimenta los materiales arrastrados en la cuenca, llegando a formar deltas y depósitos litorales si las condiciones de marea y corrientes lo permiten (uno de cuyos ejemplos más espectaculares es el correspondiente al delta del Ebro). La combinación de acciones características, erosión, transporte y sedimentación, tiende a moldear un perfil longitudinal suavizado entre el nacimiento y el nivel de desembocadura que actúa de indicador sobre su grado de madurez geomorfológica.

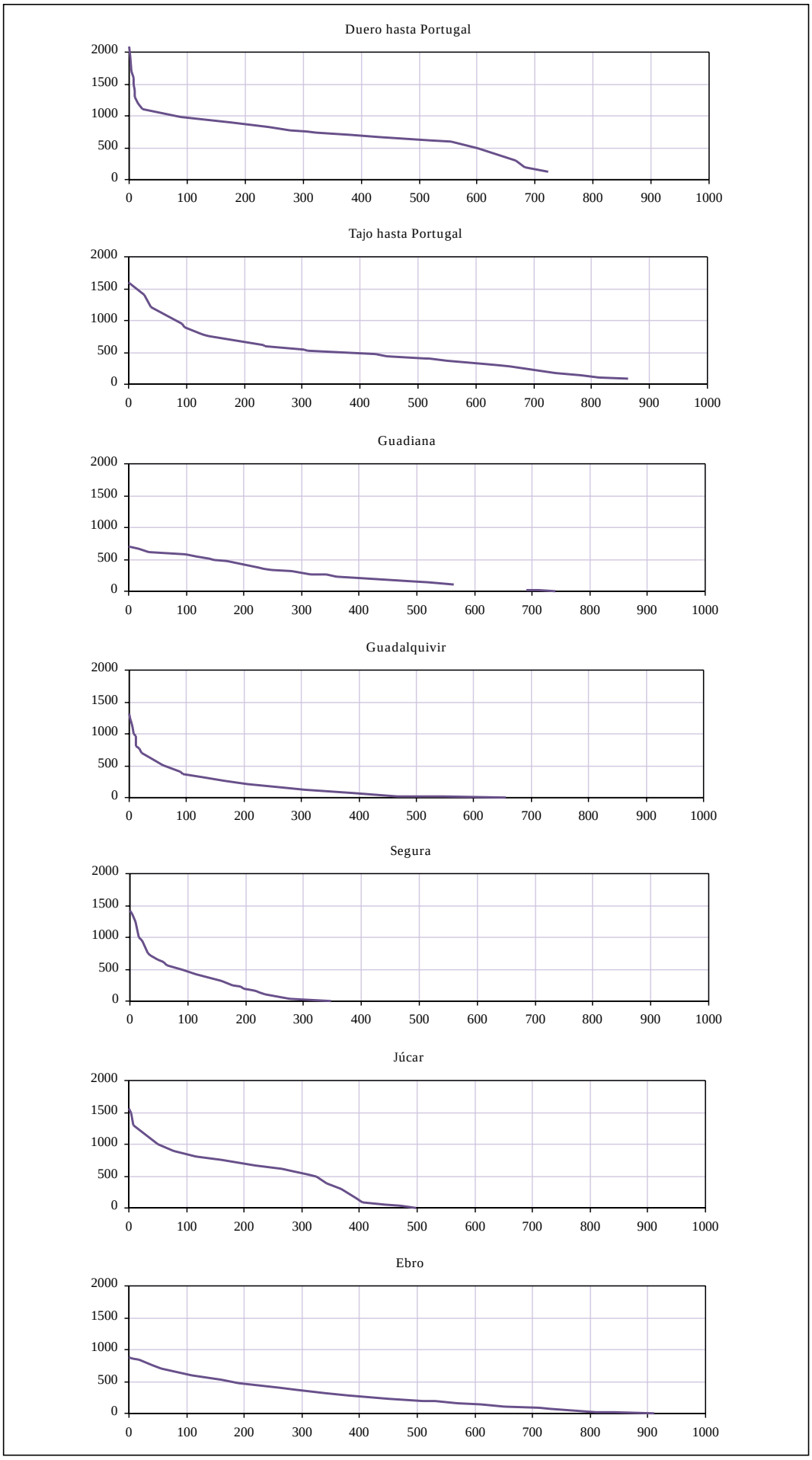


Figura 10. Perfiles longitudinales de los ríos más largos

En los perfiles longitudinales que se muestran destaca, como singularidad frente al patrón general antes descrito, el escalón existente en los ríos que recogen aguas de la Meseta, muy singularmente en el Duero al abandonar su altiplanicie, en el Tajo y Guadiana más suavizadamente, o en el Júcar al dejar la llanura manchega. Lógicamente son estos tramos, en los que se suceden fuertes pendientes una vez recogido un caudal significativo producto de la cuenca aguas arriba, los más indicados para el uso energético y, efectivamente, es en ellos donde se encuentran buena parte de los principales aprovechamientos hidroeléctricos españoles. Son dignos de mención los saltos del Duero en sus arribes o los del Júcar entre el tramo de Cofrentes y Embarcaderos o El Naranjero.

Un rasgo peculiar de la hidrografía española es la frecuente presencia de corrientes efímeras, o cursos de agua no permanentes en el tiempo y que solo llevan agua de forma ocasional, tras las tormentas. Originados tanto por la aridez del clima como por el relieve, la geomorfología y la permeabilidad del terreno, permanecen secos a poco de cesar las lluvias, dándose el caso de coexistir tramos continuos con caudales permanentes y otros intermitentes con caudales efímeros en un mismo río, especialmente en zonas calcáreas.

La figura 11 muestra la red hidrográfica junto con las grandes divisorias fluviales y sus principales cumbres (Hernández-Pacheco, 1956). Puede verse el Pico de los Tres Mares, cumbrera de las tres grandes vertientes a los mares que rodean la península.

Por otra parte, no todas las escorrentías discurren hacia la red fluvial, ya que existen numerosas áreas cerradas de carácter endorréico o semiendorréico. Suelen ser áreas de extensión reducida y constituyen depresiones en terrenos de baja permeabilidad, donde se retienen y encharcan las aguas que posteriormente se pierden por infiltración o, en su mayor parte, por evaporación. Su distribución es muy desigual por todo el territorio español, abundando las lagunas de poco calado y extensión reducida (Arenillas y Sáenz, 1987).

Una de las zonas donde existe mayor número de complejos lagunares es la cuenca alta del Guadiana, la denominada Mancha Húmeda, y en especial las áreas comprendidas a lo largo de las cuencas de los ríos Záncara y Gigüela. Esta zona se podría extender, en lo que al fenómeno de endorreísmo se refiere, a la llanura manchega oriental, en la cuenca del Júcar, y a las áreas más septentrionales de la cuenca del Segura, lindando con la del Júcar (áreas de Yecla, Corral Rubio y Pozohondo). La topografía en toda esta zona se configura mediante cauces efímeros que vierten sus aguas a planicies encharcadizas, lagunas y zonas pantanosas. Buen ejemplo de esta situación es el Canal de María Cristina, construido en los siglos XVIII y XIX precisamente para dar salida a las aguas estancadas alrededor de Albacete.

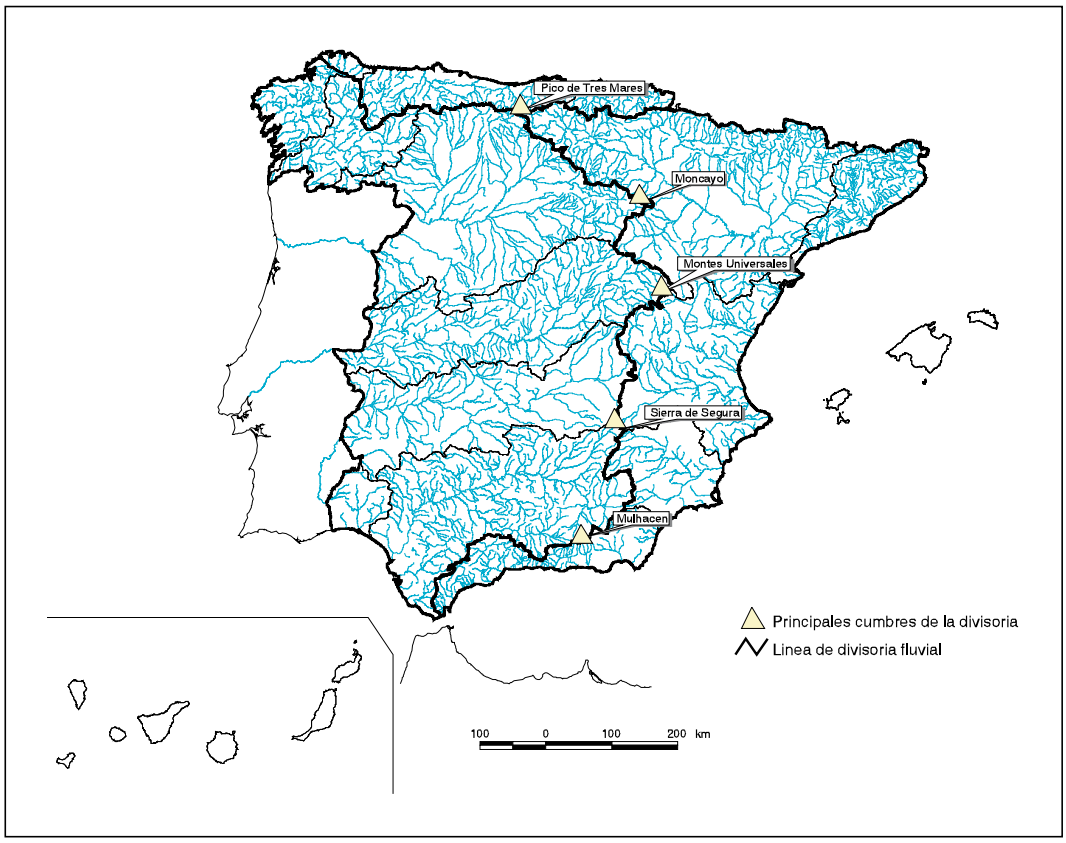


Figura 11. Mapa de la red fluvial básica y divisorias de las grandes cuencas

En la cuenca del Ebro, concretamente en la margen izquierda del río Jiloca, se encuentra la laguna de mayor extensión en España, la de Gallocanta. Otras zonas de destacado comportamiento endorréico son las de Santillana del Mar, en Cantabria, Ruesga, entre los ríos Asón y Miera, en el ámbito territorial Norte II, Osuna en el Guadalquivir, o las de Fuente de Piedra y Zafarraya en el Sur.

En definitiva, el sistema hidrográfico español presenta, como los otros elementos del medio examinados hasta ahora, numerosas peculiaridades y fuertes contrastes. En próximos capítulos habrá ocasión de describir estos contrastes y cuantificar sus flujos de forma rigurosa y con gran detalle técnico. Baste por ahora con señalar que la variedad de regímenes de escorrentía es causa de dificultades de estudio y escasez de reglas generales de comportamiento hidrológico, pero también lo es de una gran diversidad y riqueza fluvial, ambiental y paisajística.

2.2.6. Medio Biótico

La variedad del medio abiótico anteriormente descrita (geológica, climática, edafológica, hidrográfica…), unida a los avatares paleogeográficos y paleoclimáticos y al importante papel que ha jugado y juega la Península Ibérica como puente o encrucijada geográfica entre dos continentes para los desplazamientos de las especies, sin olvidar la secular acción modeladora del hombre, ha propiciado una gran riqueza de ecosistemas en España, biogeográficamente encuadrados en tres regiones: Eurosiberiana, Mediterránea y Macaronésica, regiones en las que se definen hasta catorce pisos bioclimáticos, además de las catorce provincias que distinguen los botánicos.

Como se indicó, esta diversidad ha dado pie para considerar a la Península Ibérica como un minicontinente, al que hay que unir los ricos ecosistemas insulares. La riqueza de ecosistemas se hace patente de forma intuitiva, sin necesidad de descripciones científicas, a la vista del viajero, que tiene la posibilidad de distinguir una rica variedad de paisajes en sus desplazamientos por el territorio nacional, desde los desiertos almerienses hasta las cumbres de alta montaña de Sierra Nevada, los Pirineos o el Teide, pasando por las dehesas de las mesetas, los bosques planifolios de hayas y robles septentrionales, las laurisilvas canarias, las estepas continentales y los bosques de galería de los cursos fluviales.

Esta variedad de paisajes alberga en su interior distintas comunidades biológicas adaptadas a ellos, y una altísima diversidad biológica que se manifiesta en las más de 7000 especies de flora vascular (con unos 1300 endemismos); 66 especies de mamíferos terrestres, entre los que destacan joyas zoológicas como el lince ibérico, el oso pardo, el lobo, la cabra montés ibérica y el topillo de cabrera; 27 especies de murciélagos con un endemismo, el orejudo canario; 30 especies de anfibios, con endemismos como el sapillo balear y las 55 especies de reptiles, excluyendo las tortugas marinas, entre las que destacan el lagarto gigante del Hierro, el eslizón ibérico o la víbora de Seoane; 368 especies de aves, censadas como reproductoras, invernantes o en paso migratorio, entre las que, aún resultando difícil destacar alguna en particular, se podrían mencionar la avutarda, el águila imperial ibérica, la cigüeña negra y la lechuza. Por último, y sin entrar en el abundantísimo grupo de invertebrados, las 61 especies de peces fluviales, de las que 17 son exóticas, destacando entre las nativas el cacho, las distintas especies de barbos y el fartet. Todo ello hace de nuestro país un territorio europeo en el que, a diferencia de otros, todavía es posible encontrar paisajes con un elevado grado de naturalidad y una flora y fauna variada y rica.

Esta somera enumeración no pretende sino poner de manifiesto un hecho destacable: la riqueza biológica, pese a los procesos de degradación de las últimas décadas, que mantiene el territorio español.

Desde nuestro punto de vista es importante retener que, en el mantenimiento de este activo natural, los ríos, ramblas y torrentes juegan un importantísimo papel al actuar como corredores por donde se desplaza la fauna, y servir de refugio y albergar, tanto en su interior como en sus riberas, una buena parte del total de especies peninsulares. Al papel de los ríos se une el que juegan los humedales, ya sean continentales o costeros, como refugio de muchas especies de la biota que de otro modo no podrían estar presentes en nuestro territorio. Importancia fundamental juegan también las masas de agua dulce (lagos y embalses) que, aunque ocupan una parte muy reducida de la superficie, mantienen una biodiversidad muy elevada (Margalef, 1981).

Estas son las razones por las que los factores ambientales (fauna, vegetación, procesos ecológicos) requieren una especial atención cuando de sistemas hídricos se trata; cualquier programación que afecte a estos sistemas ha de considerar, superando una visión hidráulica simplista, tales factores ambientales desde un primer momento y de una forma explícita.

La manifiesta percepción, en las últimas décadas, de un deterioro generalizado de la calidad del agua, y la progresiva degradación o desaparición de importantes sistemas naturales -que contribuyen, en definitiva, al mantenimiento de la diversidad ecológica y ambiental-, no hace sino evidenciar el problema planteado, y

poner de manifiesto una confrontación entre usos del agua y conservación del recurso que constituye, como veremos, uno de los problemas centrales a los que debe enfrentarse la moderna política del agua.

2.2.7. Conclusión

A la luz de lo expuesto en los epígrafes previos, si hubiese que definir el rasgo básico que caracteriza el marco físico y biótico de nuestro territorio, es indudable que este rasgo no podría ser otro que el de la diversidad. Diversidad de climas, de sustratos geológicos, de regímenes fluviales, de especies animales, de vegetación, de suelos, de paisajes …

Desde la perspectiva hídrica, tal diversidad de ambientes no supone sino la existencia de muy distintos entornos hidrológicos, de fuertes gradientes de aridez, de islas de humedad en contextos secos, de fuerte variabilidad de las escorrentías, de una hidrogeología con importantes diferencias regionales, de variabilidad de procesos a diferentes escalas, de, como veremos, una muy alta heterogeneidad en los almacenamientos y flujos del agua en nuestro territorio.

Las implicaciones sobre los sistemas hídricos de estas características del medio físico y biótico van mucho más allá de explicar las razones de la tópica irregularidad espacio-temporal de su régimen hidrológico y la calidad natural de las aguas. En primer lugar, ¿cabe pensar en soluciones generales para situaciones tan distintas?, ¿puede el mismo sistema de regulaciones normativas ser satisfactorio para todo el territorio?, ¿no cabría pensar en modelos distintos para áreas distintas, en diferentes vocaciones para las distintas cuencas?, ¿hasta donde puede y debe llegar una gestión interterritorial del agua?, ¿cuales serían los límites de la interconexión?

Cuestiones importantes y complejas, que nos limitamos ahora a sugerir, y a las que volveremos en otros epígrafes de este Libro Blanco.

2.3. MARCO SOCIOECONÓMICO

Como se ha visto, la reflexión sobre los apuntados rasgos básicos del medio físico y biótico español conduce a fundamentales interrogantes, cuya respuesta, en buena medida, se relaciona con el marco socioeconómico actuante sobre ese medio físico.

Es evidente que, a igualdad de condiciones del medio, el grado de desarrollo social y las tendencias generales de población y actividad económica pueden dar lugar a respuestas y situaciones muy distintas. ¿Cómo comparar, por ejemplo, el estado de las cosas a comienzos de siglo, con una España esencialmente rural y empobrecida, con graves lacras de cohesión social y de insuficiencias económicas, con la España actual en la que, indiscutiblemente, y al margen de otros problemas del presente, la situación global es absoluta y radicalmente distinta de aquella?

Así, y en relación con el agua, el sustrato físico, básicamente condicionante de la oferta, es sensiblemente análogo, pero, ante las profundas mutaciones socioeconómicas condicionantes de la demanda, ¿cómo podrían mantener su vigencia los intereses de entonces, las aspiraciones hidráulicas, los problemas percibidos, el viejo ideal de modernidad?

2.3.1. Introducción

De forma muy esquemática puede afirmarse que, frente a las viejas sociedades rurales campesinas, con economías de subsistencia vinculadas al trabajo de la tierra, y para las que conseguir el autoabastecimiento de alimentos constituía un objetivo suficiente, las sociedades modernas, tras la experiencia histórica de la industrialización, las innovaciones tecnológicas, y los cambios estructurales e institucionales producidos, han relegado a un segundo plano el papel que los recursos naturales -y entre ellos el agua- tradicionalmente han jugado en el crecimiento económico y el bienestar y riqueza de las naciones.

Por otra parte, en los países desarrollados la localización territorial de las actividades humanas cuyo desarrollo comporta requerimientos de recursos de agua sigue dinámicas sectoriales propias, en general -y en principio- ajenas a la ubicación de los recursos hídricos, aún cuando en el pasado tanto los asentamientos urbanos como algunas actividades económicas -regadío, industria- hayan estado relacionadas con la facilidad para la disponibilidad de agua.

Siguiendo esta tónica general, en el caso español se ha venido acentuando en las últimas décadas una situación de disociación espacial y temporal muy acusada entre requerimientos de la demanda y ubicación de los recursos, lo que ha conducido a un importante desarrollo de infraestructuras hidráulicas -incluyendo la interconexión de sistemas hidráulicos- y a un diferente grado de aprovechamiento de los recursos propios en las distintas cuencas hidrográficas, en ocasiones hasta su práctico agotamiento. Tendremos ocasión de estudiar con detalle ambas cuestiones en próximos capítulos, pero es oportuno avanzar ya que las tendencias del modelo de desarrollo territorial han jugado un papel decisivo como motores de las recientes transformaciones hidráulicas.

Por otra parte, sería ingenuo pensar que los problemas de escasez -desajuste entre oferta y demanda- son una novedad en nuestro devenir hidráulico. Un somero repaso a la historia económica de los territorios semiáridos revela inmediatamente cómo la disponibilidad del agua y los conflictos suscitados en torno a su uso han sido principalísimos elementos de su configuración social desde siglos. No es pues novedoso el fondo del problema, aunque sí lo es la dimensión alcanzada, y el hecho de que, por vez primera, la observación de los impactos negativos que tiene la actividad productiva sobre el medio natural haya traído consigo una creciente valoración de éste por parte de la sociedad, y una demanda de conservación de los principales activos medioambientales, cuyo disfrute se relaciona, cada vez más, con mayores niveles de bienestar.

Efectuadas estas consideraciones, los apartados que siguen ofrecen una breve descripción de aquellas variables del sistema económico-productivo y territorial español que configuran el contexto de utilización de los recursos hídricos y muestran una mayor influencia o tienen un papel preponderante en la composición de la demanda total de agua. Como es lógico, en modo alguno se pretende abordar un estudio general de la estructura socioeconómica de España o de su sistema productivo, sino sólo destacar algunos rasgos básicos de esta estructura, relevantes desde el punto de vista de los recursos hídricos.

Con este criterio, y desde la perspectiva del marco general socioeconómico, se ha centrado la atención básicamente en las siguientes cuestiones:

Población y Turismo. Ambos muestran sus efectos sobre los recursos hídricos a través de demandas dirigidas a satisfacer necesidades básicas de las personas (consumo en abastecimiento). En el caso del turismo, además, se da una doble circunstancia: en primer lugar, es una actividad fundamental, importantísima, dentro del sector servicios, uno de los más dinámicos en la economía española; y en segundo lugar, está empezando a incorporar -más allá del mero desplazamiento y aumento estacional de población- nuevas formas de demanda de recursos hídricos ligadas al ocio, al disfrute del medio ambiente y, en definitiva, a la terciarización de los recursos naturales.

Regadíos, Producción hidroeléctrica e Industria. Las dos primeras son actividades económicas que utilizan el agua como input fundamental en su proceso productivo, y sin el cual serían inviables. Ambos subsectores son, con una gran diferencia sobre el resto, los grandes utilizadores de recursos hídricos, si bien con la diferencia básica de que el primero de ellos, a diferencia del segundo, es de tipo consuntivo (consume la mayor parte de los recursos que se le aplican). La actividad industrial tiene una moderada importancia a escala global, pero es fundamental en algunos territorios.

Cabe indicar que el resto de los sectores o actividades, en primera o última instancia, también tienen que utilizar el agua en alguna de las fases de sus procesos productivos; sin embargo no lo hacen de una forma tan intensiva ni reúnen las características que se acaban de mencionar, por lo que no se les ha dedicado una atención específica en este marco descriptivo.

Adquirida la perspectiva general de este contexto socioeconómico, en capítulos posteriores se analizarán con detalle algunas de las cuestiones ahora apuntadas, ya desde puntos de vista más concretos y específicos.

2.3.2. Población

En relación con los recursos hídricos, interesa reflejar cuál es la población española en la actualidad, dónde se asienta, y cuales son las tendencias generales de su evolución. Tal interés se relaciona de forma directa con los fundamentales aspectos demográficos de la demanda hídrica, condicionada y matizada por la situación de la población, su dinámica ocupacional y territorial, y sus tendencias de futuro.

2.3.2.1. Situación actual y dinámica reciente

2.3.2.1.1. Evolución temporal

La evolución reciente de la población española, frente al pasado más inmediato, puede caracterizarse por un importante estancamiento y falta de dinamismo, en unas cuantías que, sin duda alguna, cabe calificar como históricas. El gráfico de la figura 12 muestra la evolución de la población española (habitantes de hecho) desde 1700, fecha que marca la transición demográfica hacia la época moderna, al superarse en parte las grandes mortalidades epidémicas que habían dado lugar a crecimientos naturales nulos o negativos durante largos periodos del ciclo demográfico antiguo.

Este gráfico, elaborado con datos de los Censos oficiales publicados por el INE desde el año 1850 (Puyol [1997], pag.267) y datos de Nadal recogidos en Rodriguez Osuna (1985) para el periodo anterior, muestra muy claramente el fenómeno de crecimiento sostenido desde el XVIII (con un desarrollo álgido desde el 1900), la inflexión en torno a 1975, y el estancamiento en los últimos años recientes. La pequeña anomalía del año 1995 se debe a la rectificación del Padrón de habitantes y corresponde a la población de derecho. Se ha representado también la proyección a los años 2000 y 2005 calculada a partir del Censo del 1991.

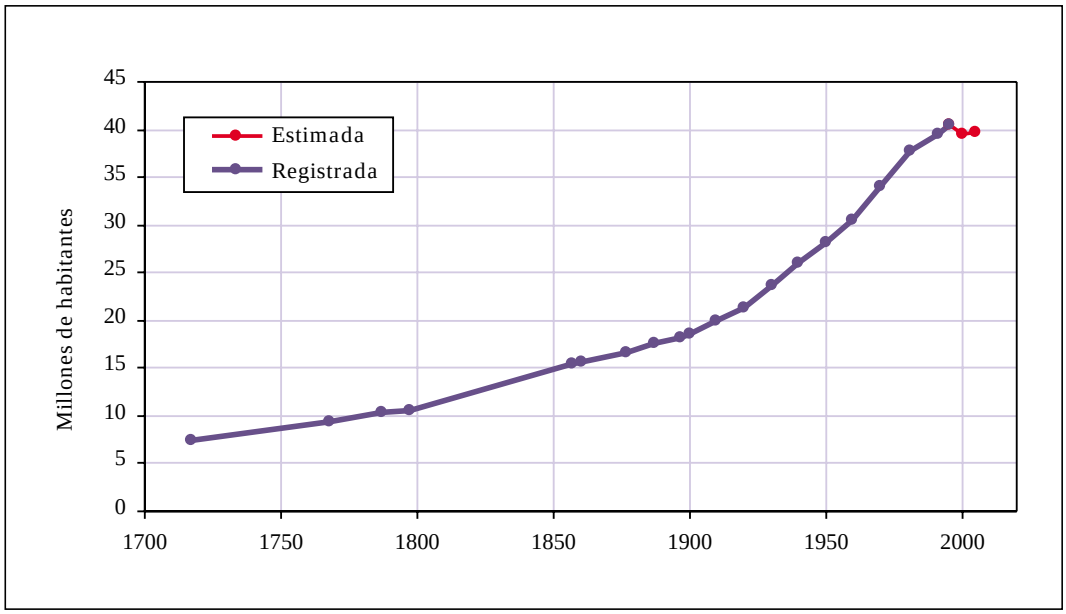


Figura 12. Evolución de la población española desde 1700 y proyección a corto plazo

Como se ha puesto de manifiesto por Vinuesa (1997), de haber continuado los ritmos de crecimiento del periodo 1970-90 habrían nacido, a fecha de hoy, unos tres millones más de españoles, con las importantísimas consecuencias socioeconómicas de toda índole que este hecho acarrearía.

El siguiente gráfico de la figura 13 muestra dos estimaciones de la tasa de evolución anual (incremento porcentual) de la población de hecho indicada, desde mediados del siglo pasado, obtenida por interpolación lineal y mediante splines de los valores censales.

A la vista de este gráfico, y sin perjuicio de las ligeras diferencias entre ambos métodos interpoladores, puede afirmarse que las tasas anuales de incremento de población -que es el dato que ahora nos interesa- oscilan entre el 0,2 y el 1,1 % hasta el año 70, a partir del cual comienza un claro descenso que llega a producir tasas actuales virtualmente nulas.

Así, hasta los años setenta nuestro país se caracterizó por lo que algún autor calificó como una natalidad mediterránea y una mortalidad escandinava, lo que constituía, sin duda, un importante activo nacional. En la actualidad, la mortalidad se encuentra en efecto a los mejores niveles de Europa (esperanza de vida de 82 años para las mujeres y 75 para los hombres), pero la natalidad, medida por los índices de fertilidad, se ha colocado, espectacularmente, no ya en mínimos históricos, sino en mínimos mundiales. El resultado es un grave estancamiento, con una pirámide de edades, como se verá, dramáticamente regresiva, y una previsible disminución en el conjunto de nuestros habitantes a corto y medio plazo.

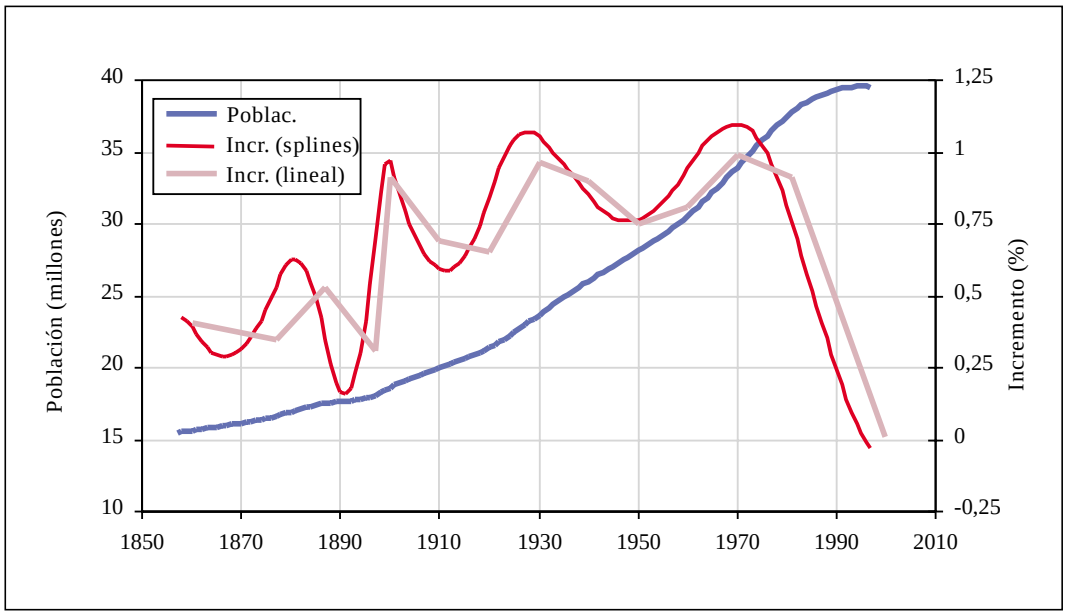


Figura 13. Tasas de evolución de la población española desde 1850

El expresivo gráfico de la figura 14 muestra los nacimientos, defunciones y crecimiento natural (diferencia entre ambos), producidos desde los años 70.

El Censo de Población de 1991 arroja unos resultados, para la población de derecho, de 38,9 millones de habitantes en el total nacional (39,4 de hecho), cifra elevada si se compara con en el resto de países de la Unión Europea. Sin embargo, España es un país de baja densidad media, con 77 hab/km^2, frente a los 113 hab/km^2 de la Unión Europea. Se trata, pues, y en términos relativos, de un país escasamente poblado.

2.3.2.1.2. Distribución espacial

Apuntados ya los rasgos básicos de la evolución temporal agregada de la población española, procede estudiar ahora la estructura de su distribución espacial, indicando en primer lugar que, desde este punto de vista, y a diferencia de otros países europeos, la característica básica sería la de su irregularidad.

Esta irregularidad espacial es la consecuencia de un proceso histórico de concentración territorial, informado en su origen por razón de la variabilidad espacial de recursos naturales, y por el hecho de que la actividad económica, de base fundamentalmente agraria en la mayor parte del territorio, requería poner grandes cantidades de tierra a disposición del factor trabajo. La crisis de la agricultura tradicional, la progresiva industrialización, y la aparición del sector servicios, menos exigente en este sentido, trajeron consigo la concentración de la población y el crecimiento de las zonas urbanas. Además, y aunque en menor medida, variaciones espacialmente diferenciadas de la tasa de fecundidad han contribuido también a la irregularidad espacial.

En síntesis, puede afirmarse que en el período de fuerte crecimiento de la economía española (años sesenta y primera parte de los setenta), el proceso de concentración territorial de la población estuvo informado fundamentalmente por los flujos migratorios de largo recorrido, y el mantenimiento hasta el final de este período (año 1975) de una tasa de fecundidad con niveles relativamente altos.

Estos flujos migratorios se produjeron en el sentido que establecían las diferencias espaciales en el mercado de trabajo (de sur a norte), y concentraron la población básicamente en Madrid y en las zonas costeras -Cantábrico y Mediterráneo- del Norte y Este, produciéndose en primer lugar un desplazamiento del centro de gravedad de la población hacia el Nordeste y posteriormente hacia el Sur, con un resultado final de desplazamiento hacia el Sureste. Este desplazamiento es aún más acusado si se contabiliza la población turística. Junto con este proceso, se produjo también otro de concentración en algunas ciudades de tipo medio.

A partir de la segunda mitad de los años setenta se operan sendos cambios en la coyuntura de las dos variables demográficas determinantes de la distribución espacial de la población. La migraciones de largo recorrido desaparecen casi en su totalidad (incluso, en el caso del País Vasco y Barcelona, presentan saldos negativos) y la tasa de fecundidad experimenta una fuerte regresión en los espacios territoriales que concentraban la mayor actividad económica, en tanto que la inflexión de la tasa es más suave y retardada en el resto del territorio, especialmente en la mitad meridional. En este período se mantienen las migraciones de corto recorrido, lo cual junto con la elevada mortalidad en las zonas rurales, derivada del envejecimiento de la población -especialmente en la meseta norte- ha

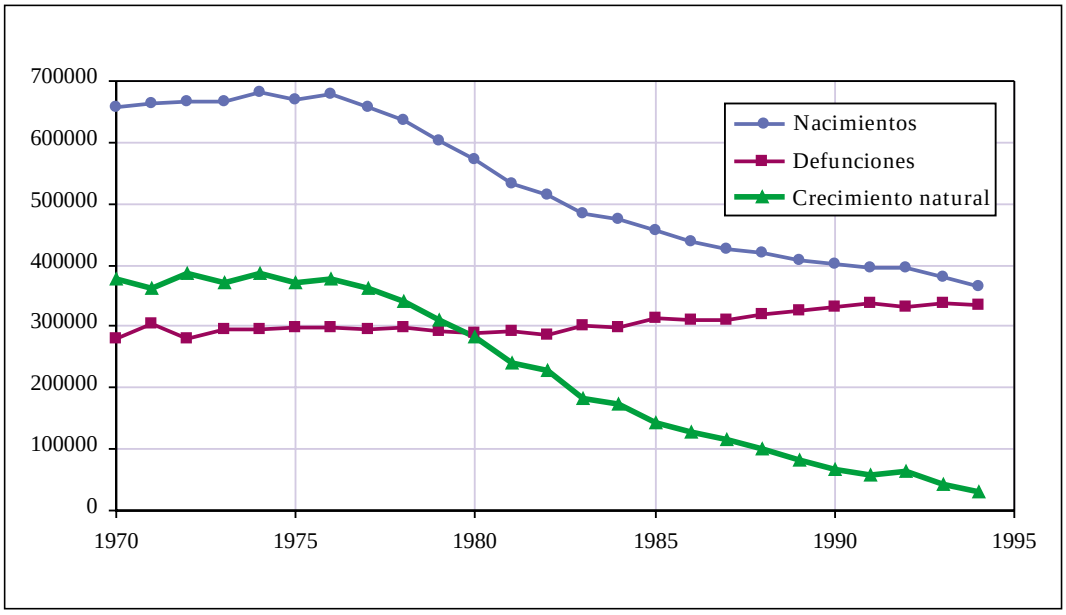


Figura 14. Nacimientos, defunciones y crecimiento natural de la población española desde 1970

contribuido a acelerar de forma drástica el proceso de despoblación del espacio rural.

Estos recientes procesos de crecimiento y trasiego de poblaciones -acaso el mayor en la historia de España- han dado lugar a una situación actual en la que, como refleja claramente el Censo de 1991, casi la mitad de los españoles reside en un municipio distinto al de su nacimiento, y cerca de la cuarta parte lo hace en una provincia diferente.

La gran irregularidad actual es, pues, resultante tanto de las circunstancias históricas del poblamiento -relacionadas con las condiciones físicas del territorio: relieve, clima o acceso a recursos naturales- como del proceso descrito de migraciones y urbanización masiva (entre 1950 y 1975) en las zonas de atracción. Los desequilibrios inicialmente inducidos por el medio natural se han visto así acentuados en las últimas décadas de forma convulsa y acelerada.

El expresivo mapa de la figura 15 de densidad de población (DGPT [1995a] pp.519) muestra con toda nitidez el resultado global de estos procesos.

Este mapa, que refleja los valores municipales de población de hecho por superficie, en hab/km^2, según el Censo de Población y Viviendas del INE de 1991, permite apreciar con claridad cómo la mayor parte está concentrada en unos pocos ámbitos geográficos: el litoral mediterráneo y suratlántico (desde Francia a Portugal, incluyendo Baleares), donde ya en 1991 reside más del 20% del total español sólo en los municipios situados a menos de 5 km de la costa y más del 30% si se toma la franja de 25 km; la cornisa cantábrica (con tres centros: concentración del País Vasco y su prolongación hacia Santander, corredor norte-sur gallego y área central asturiana), donde reside casi el 8% y el 13% en ambas franjas respectivamente; la región urbana de Madrid y su área de influencia donde se asienta en torno a otro 14% de la población nacional; los valles del Ebro (hasta Zaragoza) y del Guadalquivir, y, finalmente, los territorios insulares canarios.

Estas intensas tendencias a la concentración de población en las zonas costeras y periféricas de la península pueden verse con claridad en las figuras 16 y 17.

La primera muestra la evolución temporal de la concentración de la población en el litoral (a distancias menores de 5 km de la costa). Se aprecia la tendencia inequívoca, desde los años 60, a la concentración costera de la población peninsular en el litoral mediterráneo (del 15 al 20%), frente a la relativa estabilidad de la cornisa cantábrica.

Asimismo, la segunda de concentración de población en 1991 según distancias a la costa muestra cómo más de la mitad de población total de España (el 56%) se encuentra a menos de 50 km del litoral. Si se considera la singularidad del área de Madrid, el efecto resulta aún más llamativo.

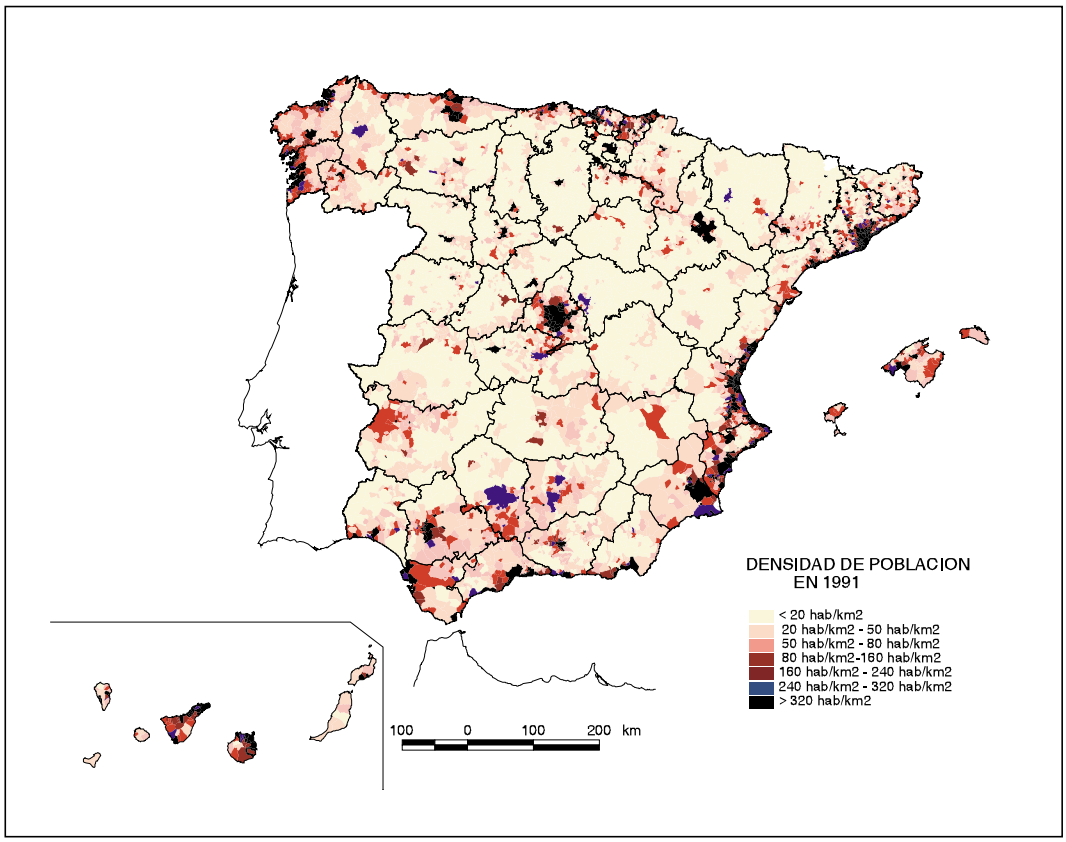


Figura 15. Mapa de densidad de población en 1991

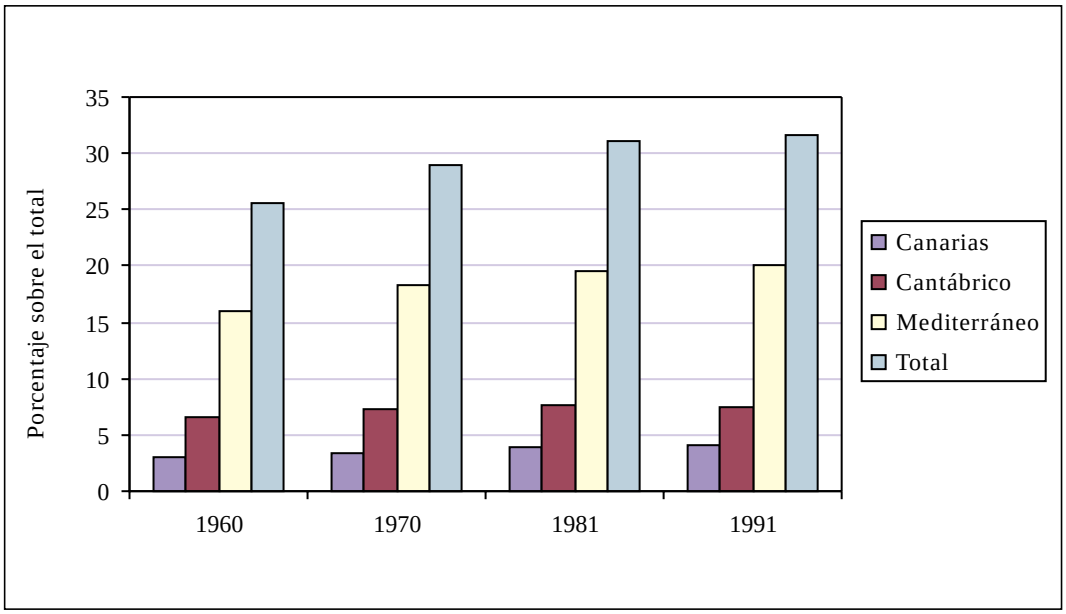


Figura 16. Evolución de la concentración de población a menos de 5 km de la costa

En cuanto al resto de la población, fuera de estas grandes áreas, puede afirmarse que en general se concentra en ciudades de tipo medio (capitales de provincia) y pequeños núcleos de baja densidad, muy dispersos por todo el territorio nacional.

El mapa de la figura 18 muestra la distribución espacial de las poblaciones de más de 50.000 habitantes según el Censo de 1991, y permite apreciar visualmente esta dispersión.

Asimismo, la figura 19 (de elaboración propia a partir de datos del Anuario Estadístico 1995 del INE) muestra la evolución del porcentaje de población censal de hecho residente en los distintos tamaños de municipios de España, y permite apreciar con claridad -contrastando la situación de 1900, la de 1991, y la gradual transición entre ambas- el fenómeno de deslizamiento hacia ciudades medias y grandes, y la progresiva pérdida de importancia relativa de los pequeños núcleos rurales a lo largo del siglo. Como puede comprobarse, a comienzos de siglo el 50% de la población vivía en núcleos de menos de 5.000 habitantes, mientras que en 1991 ese porcentaje se había reducido al 15%.

Sólo los municipios con poblaciones de tamaño entre 10.000 y 30.000 habitantes mantienen una cuota de participación sobre el total del orden del 8%, y relativamente estable (con desviación máxima absoluta de 3 puntos). Este tamaño de poblaciones es, pues, el pivote en torno al cual se ha venido produciendo el proceso de deslizamiento urbano a lo largo del siglo.

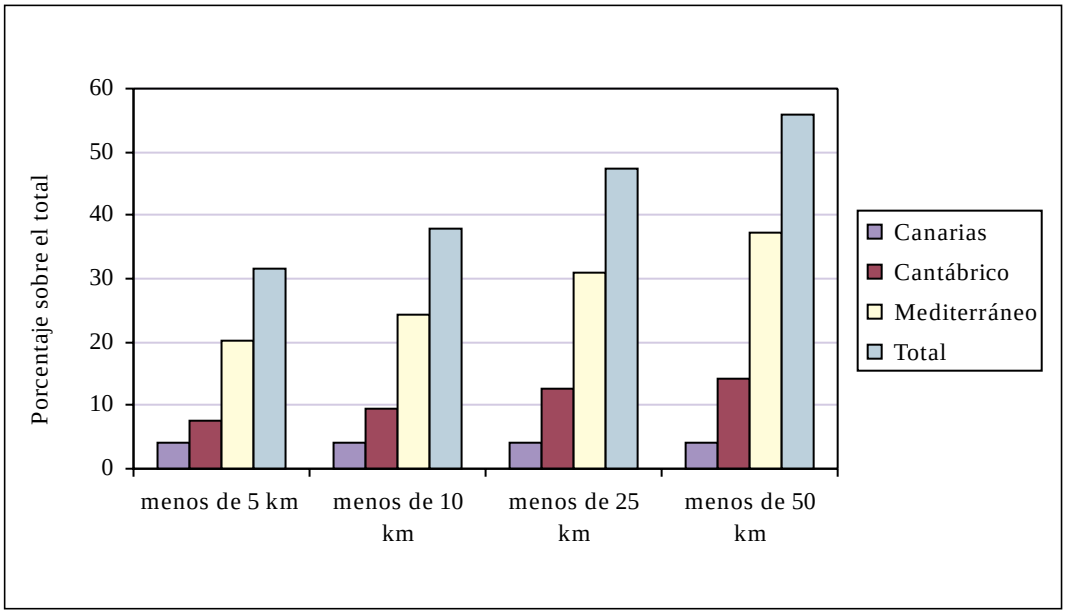


Figura 17. Concentración de población en franjas del litoral

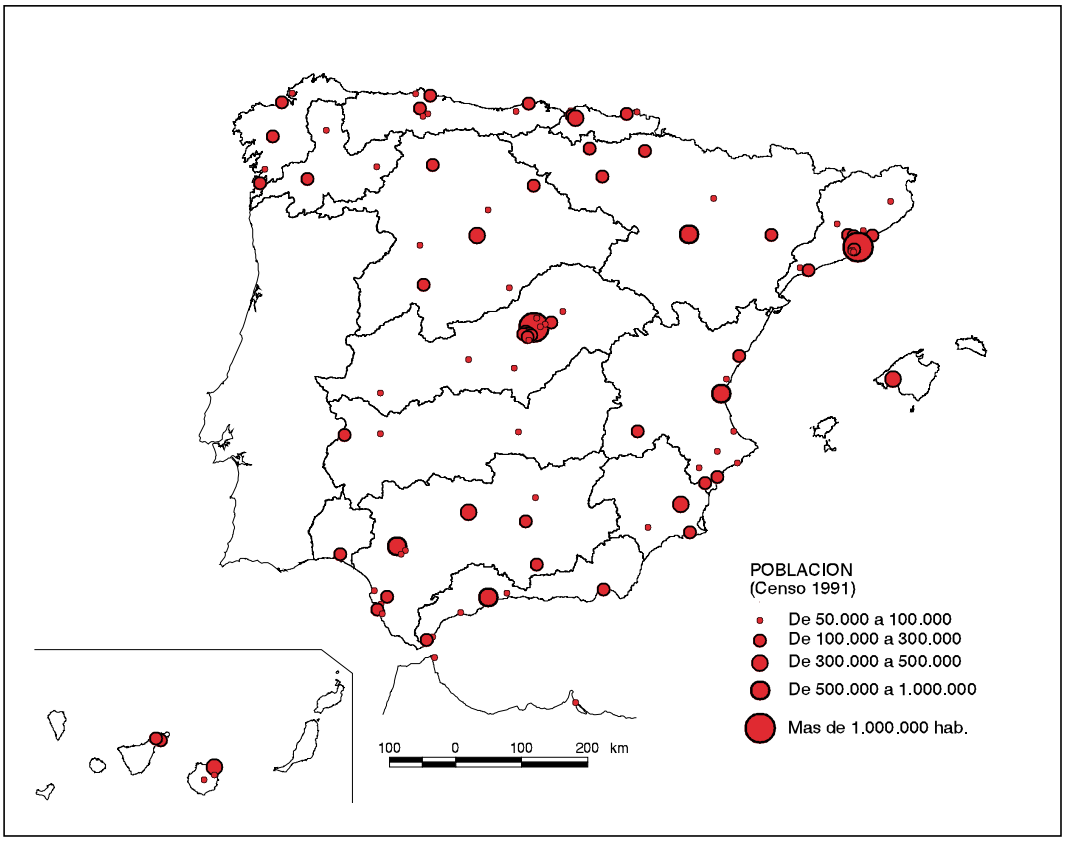


Figura 18. Mapa de poblaciones de más de 50.000 habitantes

Como una simple aunque significativa muestra, algunos datos indicativos del fuerte desequilibrio espacial actual pueden ser los siguientes (Vinuesa, 1997):

En 1991, el 70% de la superficie total, la de menor densidad de población, albergaba tan solo el 10% de ésta (el 80% albergaba al 20%), en tanto que una superficie inferior al 5%, que corresponde a los términos municipales más densamente poblados, soporta el 60% de la población española. La población correspondiente a ciudades de más de 100.000 habitantes representa el 42% del total nacional mientras ocupa solo un 3% de su superficie. Hay 14 provincias que no cuentan con ningún núcleo que alcance ese tamaño. Hay 15 provincias con densidades menores de 30 hab/km^2. Madrid es 70 veces más densa que Soria o Teruel …

Muy singular es la situación de Aragón, con una de las macrocefalias más exacerbadas de España: en la ciudad de Zaragoza, por inmigración antes, y crecimien-

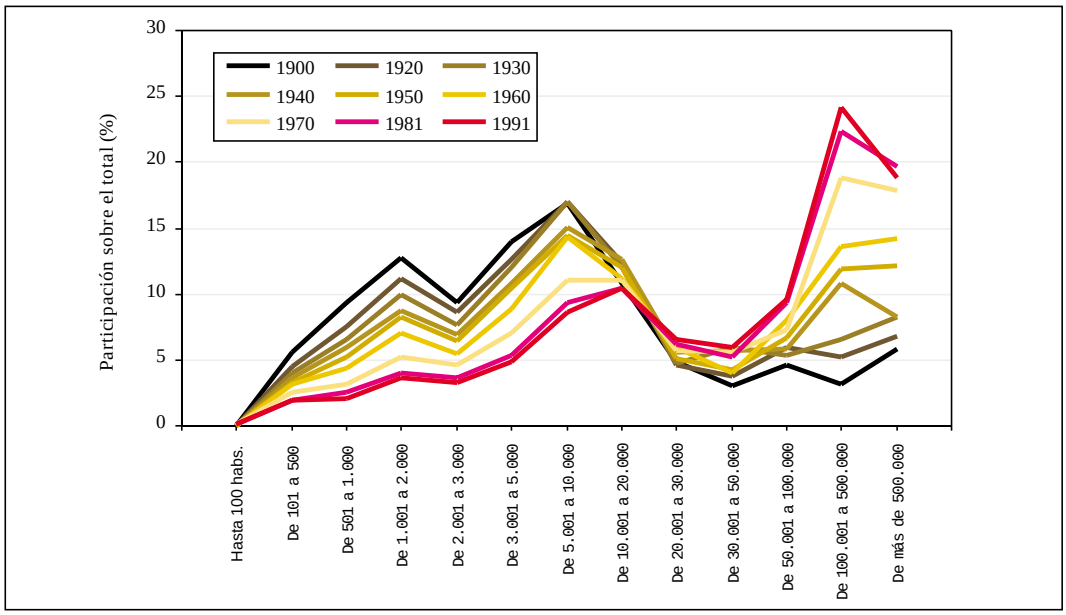


Figura 19. Evolución durante el siglo del porcentaje de la población residente de hecho según tamaños de municipios

to vegetativo ahora, reside más de la mitad de la población aragonesa, con una pirámide mucho más joven que la del desierto aragonés circundante. La provincia de Teruel registra crecimientos vegetativos negativos, Huesca se aproxima al crecimiento cero, y sólo Zaragoza, por su capital, presenta saldo positivo, aunque inferior a la media española (Bielza de Ory [1988] pp.200-205; Gaviria y Grilló [1974]).

En definitiva, el medio físico, las circunstancias socioeconómicas, el modelo de urbanización, y la configuración de las redes de comunicaciones existentes han dejado amplias áreas peninsulares muy poco pobladas y desconectadas, en las que no solo no se espera crecimiento alguno, sino que está gravemente amenazado el mero mantenimiento de su población. No hay capacidad del sistema de asentamientos para facilitar intercambios, relaciones comerciales o propagación de innovaciones, lo que supone, en definitiva, el aislamiento y la cada vez mayor dificultad de integración de estas áreas en los sistemas económicos del resto del pais. Además, el envejecimiento y despoblación de estas áreas es uno de los principales problemas para la conservación del medio rural en que se asientan.

En relación con esta evolución, resulta también muy expresivo el mapa provincial de variaciones de población que se adjunta (fig. 20).

Este mapa refleja numéricamente la distribución provincial de la población en 1991, así como, en términos relativos sobre el total nacional, la variación producida en esa década respecto a los resultados censales de 1981. Pueden observarse con claridad las grandes diferencias existentes entre los territorios meridionales, demográficamente mucho más dinámicos en este período, frente a los interiores y septentrionales.

2.3.2.2. Las tendencias para el próximo futuro

Una vez caracterizada la evolución reciente y situación actual de la población, tanto desde el punto de vista de sus magnitudes agregadas como de su distribución espacial, es oportuno realizar alguna previsión sobre lo que, de no producirse cambios traumáticos en el marco socioeconómico y territorial español, cabe esperar en el inmediato futuro. Para ello, y como antes, se estudiará en primer lugar la evolución temporal agregada prevista, para considerar posteriormente la estructura territorial de estas previsiones.

2.3.2.2.1. Evolución temporal

El gráfico de la figura 21 muestra las curvas globales de proyección de la población total nacional futura (en millones de habitantes, Mhab), según cinco distintas estimaciones de gran solvencia y rigor técnico recientemente realizadas en España, y recogidas parcialmente por Zamora (1997): la previsión del INE

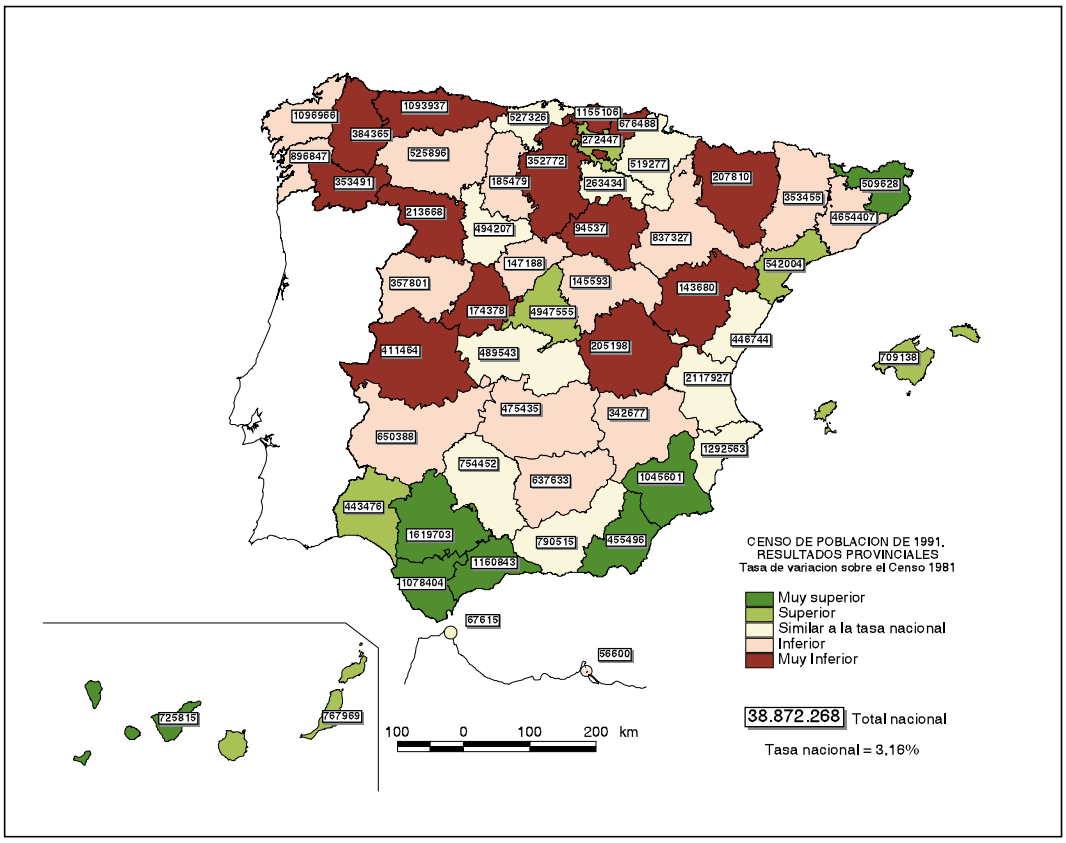


Figura 20. Mapa de tasas provinciales de variación de la población en el periodo 1981-1991

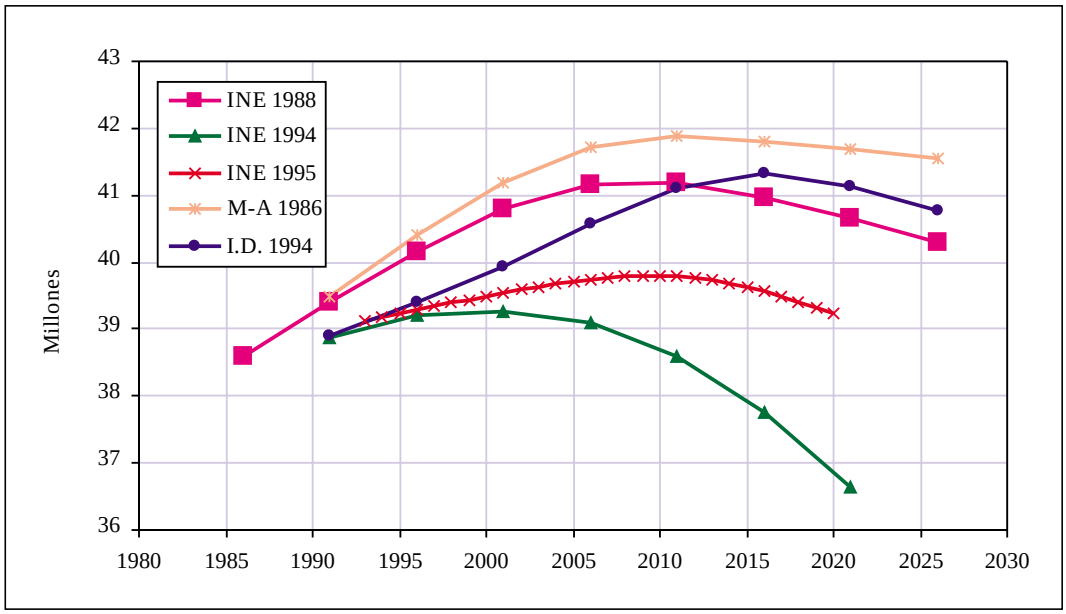


Figura 21. Distintas proyecciones de población total nacional

(1988) para el periodo 1980-2010; la previsión del INE (1994); el escenario medio estimado por el INE (1995b) a partir del Censo del 91; la previsión media de De Miguel y Agüero (1986); y la hipótesis media del Instituto de Demografía (1994).

Como puede verse, estas proyecciones arrojan diferentes resultados debido tanto a las distintas fechas de su realización como a las diferentes hipótesis (esperanza de vida, niveles de mortalidad, fecundidad, migraciones, etc.) adoptadas en cada caso. En síntesis, se aprecian diferencias relativas máximas del orden de los 4-5 Mhab a largo plazo (20 años), equivalentes a diferencias máximas del orden de 2 Mhab (un 5%) entre la proyección intermedia y más reciente (INE 1995b, que puede adoptarse como referencia), y cualquier otra.

Además, todas las proyecciones -y este es un rasgo común fundamental, que debe ser subrayado- prevén descensos de la población tras un máximo absoluto que se alcanzará en los próximos años, y este máximo no superará, en ningún supuesto, la cuantía de 42 Mhab. Parece, pues, asegurado el declive numérico de la población española, acompañado de un creciente nivel de envejecimiento.

El gráfico de la figura 22 muestra conjuntamente la previsión de referencia con la evolución histórica ofrecida anteriormente.

Asimismo, pueden verse en el siguiente gráfico de la figura 23 las pirámides de población, a escala nacional, en el año 1991, y las previstas para los años 2005 y 2020 conforme a la proyección INE (1995b) adoptada.

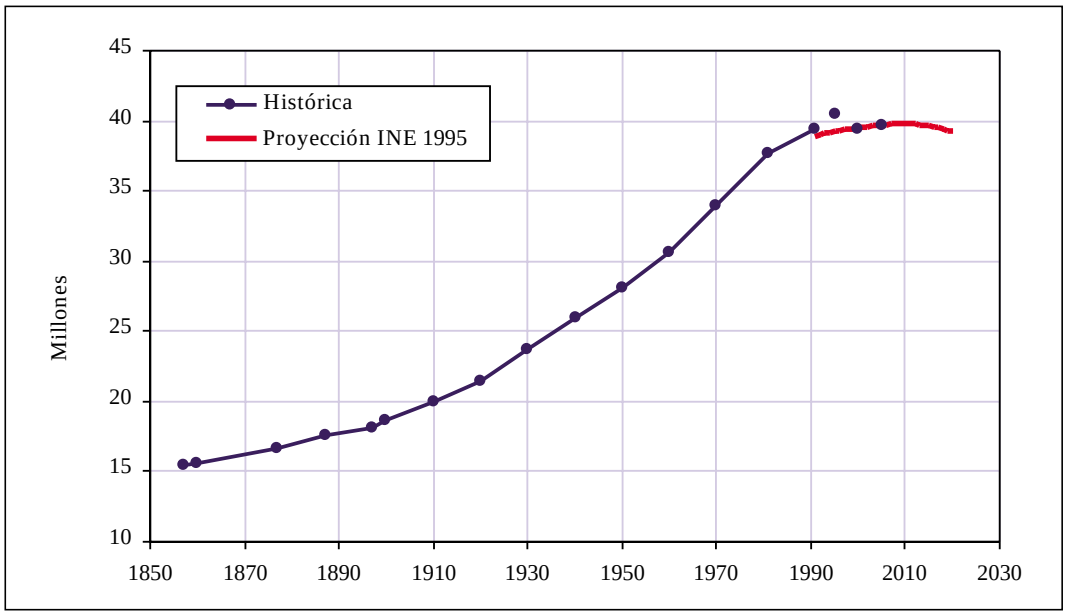


Figura 22. Población española desde 1850 y proyección al 2020

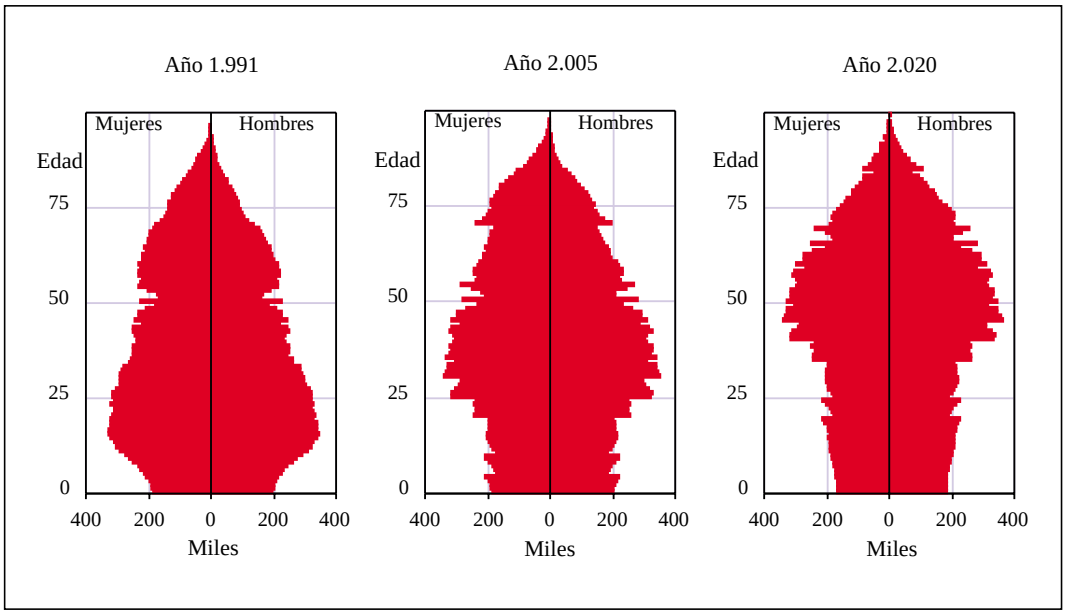


Figura 23. Pirámide de población en 1991 y previsiones para el 2005 y 2020

La contemplación de estas pirámides resulta extraordinariamente expresiva del nivel creciente de envejecimiento de la población que cabe esperar a medio y largo plazo.

2.3.2.2.2. Distribución espacial

Desde el punto de vista de la distribución territorial de la población futura, los mapas adjuntos muestran la desagregación espacial, a escala provincial, de las previsiones globales indicadas para el año 2000, el 2010, y el 2020 respectivamente, indicando tanto el valor numérico de población previsto en cada provincia, como la tasa de variación con respecto al Censo de 1991 (fig. 24, 25 y 26).

Tales previsiones provinciales son precisamente las que fundamentan la proyección global ofrecida, bajo la hipótesis de que se mantienen las tasas de fecundidad y mortalidad medias observadas en el período 1988-1991.

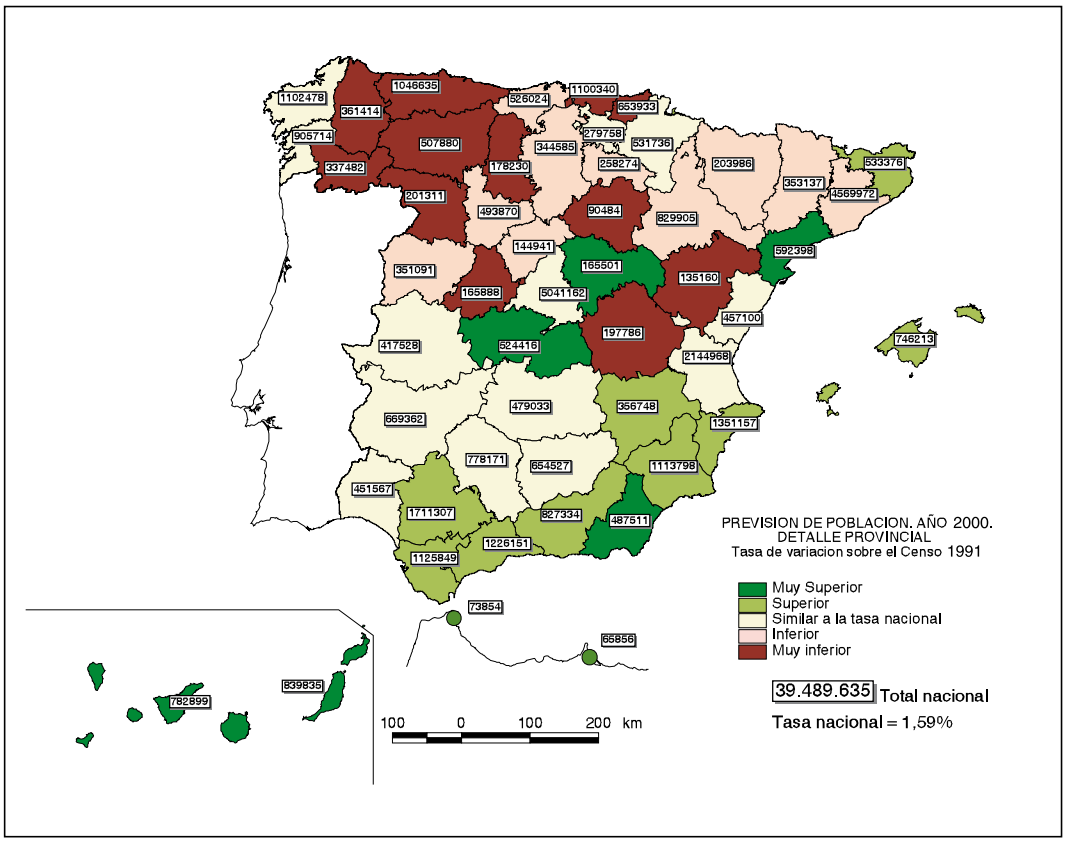


Figura 24. Mapa de previsiones provinciales de población al año 2000, y sus tasas de variación con respecto a 1991

Esta es la hipótesis más probable que se puede postular para el medio plazo, salvo que se modifiquen bruscamente las tendencias observadas en el pasado próximo, circunstancia poco frecuente en los fenómenos demográficos, caracterizados, al menos en períodos de normalidad, por su inercia y buena predictibilidad a corto y medio plazo.

En todos los mapas destaca, en primer lugar, la continuación de la dinámica observada en el período 1981-1991 (ofrecida en mapa previo), y la contundencia con que se muestra en el largo plazo el efecto de las diferentes tasas de fecundidad que se registran en las distintas provincias, mucho menores en el norte que en el sur.

De forma complementaria y como consecuencia, en parte, del fenómeno descrito, previsiblemente se intensificará el proceso histórico de concentración de la población en el litoral costero mediterráneo y de vaciamiento de la España rural interior, especialmente la meseta norte y el valle del Ebro.

Por otra parte, los gráficos siguientes, de elaboración propia a partir de la información anterior procedente del INE, muestran análogas previsiones para la población futura, pero ordenadas ahora por ámbitos de planificación hidrológica (fig.27).

El primer gráfico muestra estas previsiones para todos los ámbitos de los Planes Hidrológicos de cuenca, y permite apreciar la existencia de dos grandes grupos de ámbitos según su población.

Por una parte, y por este orden, los ámbitos del Tajo (con el área de Madrid), Cuencas Internas de Cataluña (con el área de Barcelona), Guadalquivir (Sevilla), Júcar (Valencia) y -en menor medida- Ebro (Zaragoza), conforman el grupo de mayor población actual y futura. En todos ellos la población se mantiene o decrece ligeramente, salvo en el caso del Guadalquivir, que presenta un cierto aumento.

Un segundo grupo, que sería el formado por todos los demás, muestra también una situación de cierta estabilización, con algunas diferencias territoriales. Para apreciarlas mejor se ofrece el siguiente gráfico, idéntico al anterior, pero reescalado y mostrando sólo las tendencias de este segundo grupo (fig. 28).

El examen de estos gráficos permite concluir que, en general, todos los ámbitos de planificación considerados tienden al estancamiento o disminución de su población a largo plazo, excepto los del Guadalquivir, Sur, Canarias, Segura, Guadiana y Baleares, es decir, básicamente los insulares y los meridionales. Como se apuntó, no son de prever variaciones mayores del 5% en estos resultados que se ofrecen.

Expuestos los rasgos básicos de las tendencias territoriales previsibles para la población española, aquí detenemos nuestra exposición de la situación y perspectivas de este fundamental condicionante sociológico. En posteriores capítulos, al estudiar el abastecimiento a poblaciones, se verán en detalle las implica-

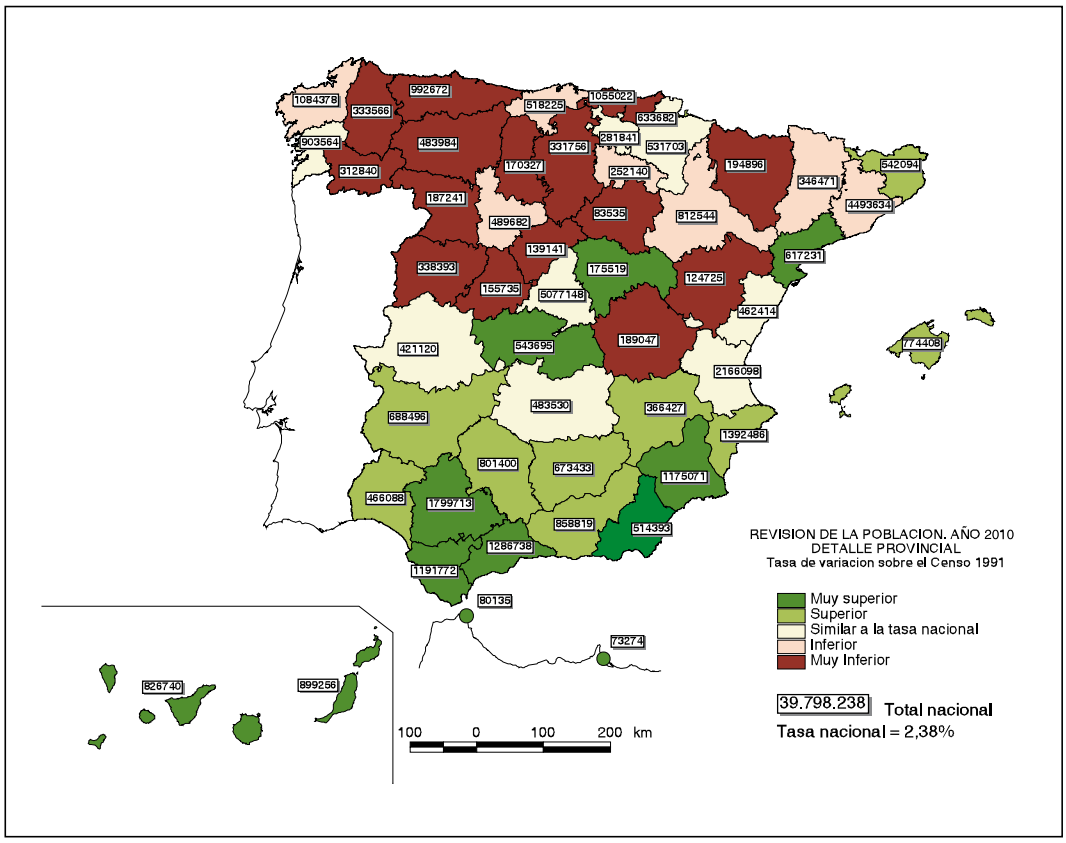


Figura 25. Mapa de previsiones provinciales de población al año 2010, y sus tasas de variación con respecto a 1991

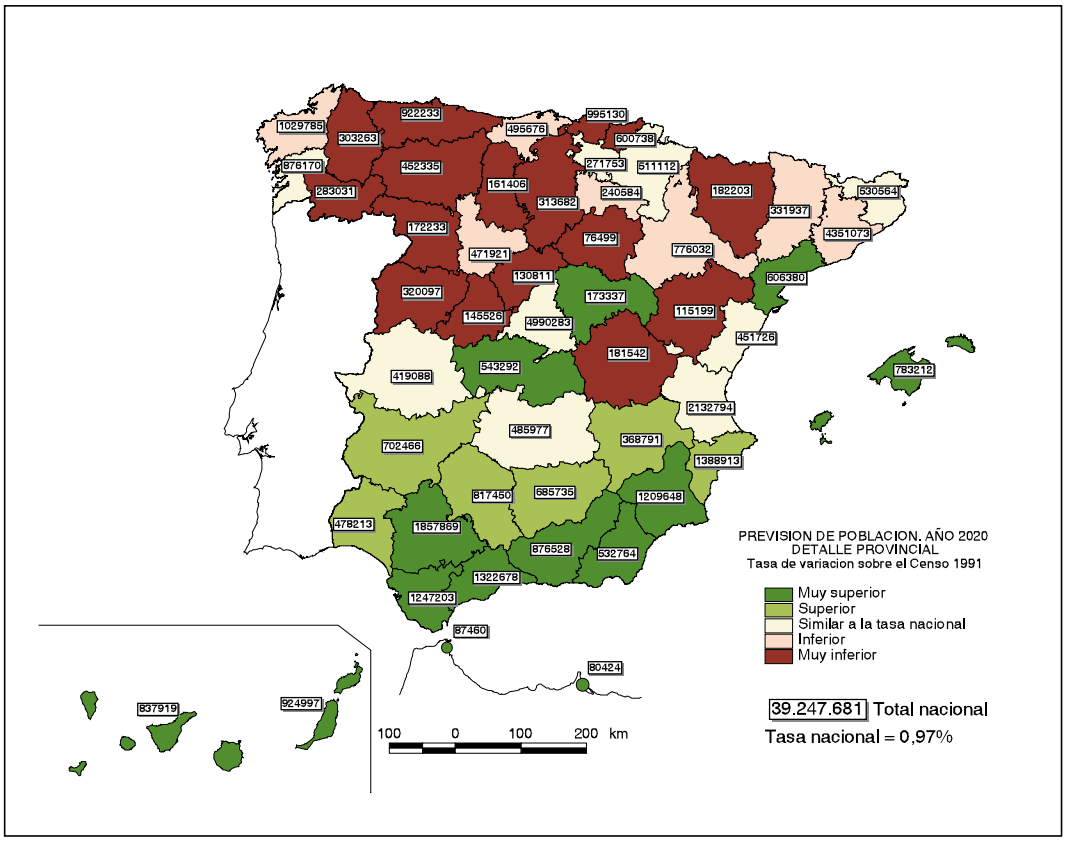


Figura 26. Mapa de previsiones provinciales de población en el 2020 y sus tasas de variación con respecto a 1991

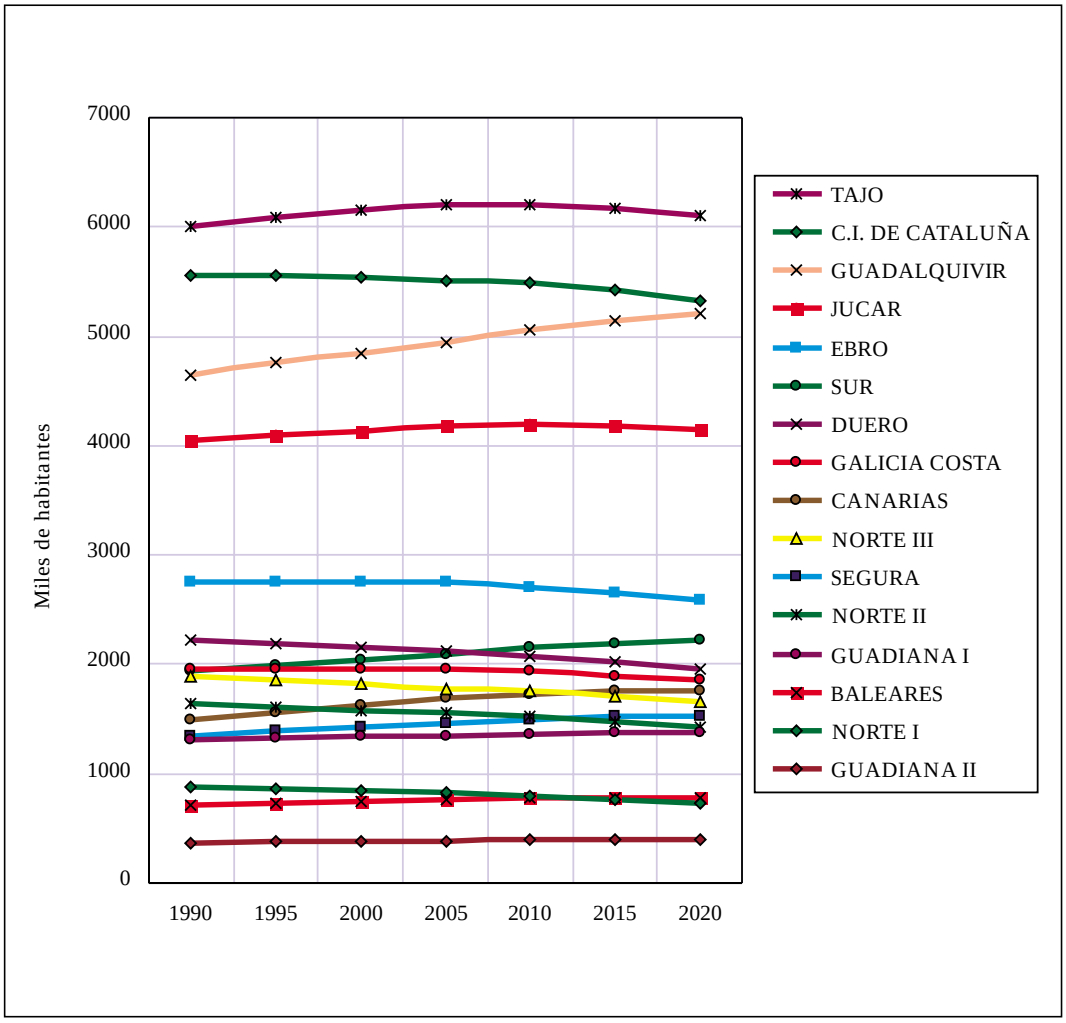


Figura 27. Previsiones de evolución de población por ámbitos de Planes Hidrológicos

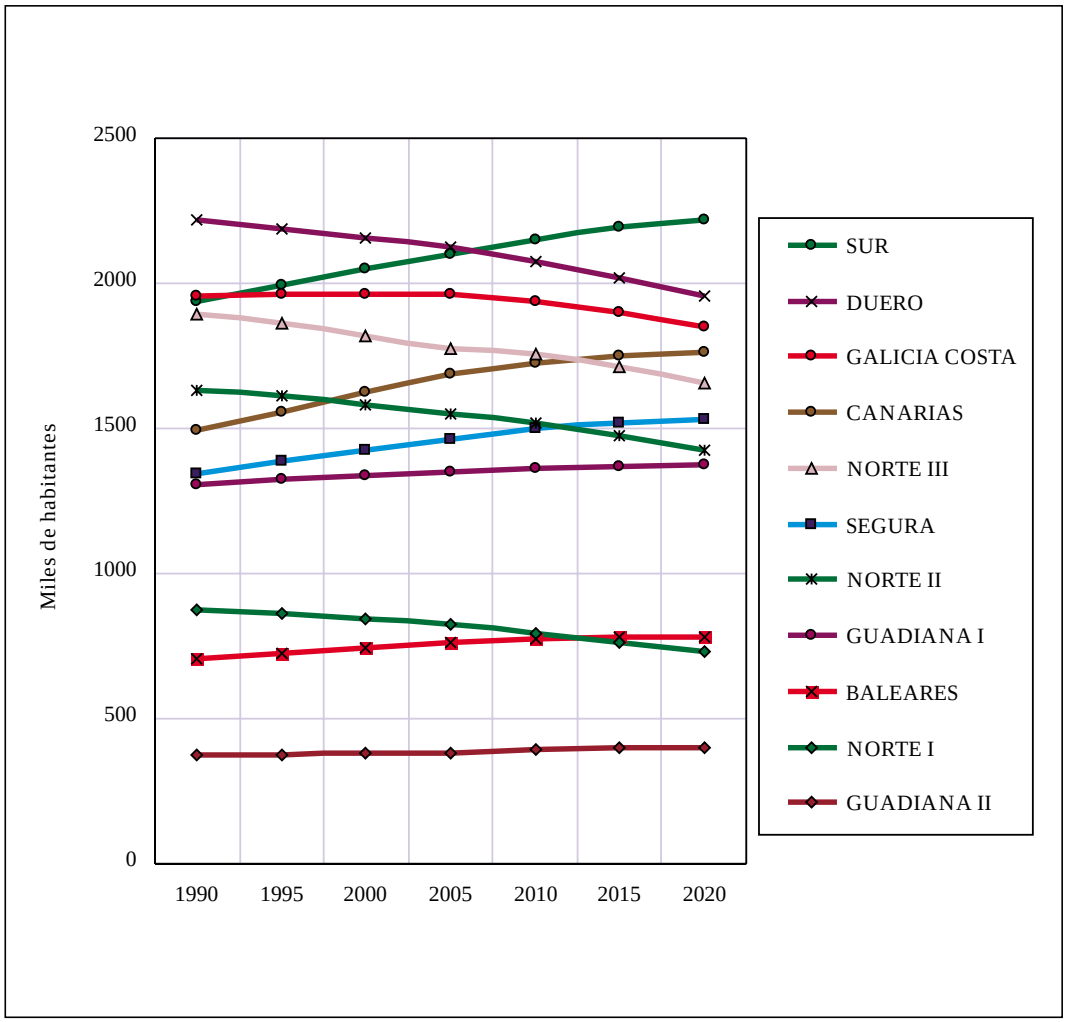


Figura 28. Previsiones de evolución de población por ámbitos de Planes Hidrológicos (detalle)

ciones de estas tendencias sobre las correspondientes demandas hídricas pero, a la vista de los resultados ofrecidos, puede ya avanzarse que no cabe esperar en el futuro aumentos muy significativos de los requerimientos de agua por este concepto. Más aún: la relativa estabilidad demográfica puede facilitar el mejor desarrollo de las políticas de preservación de medio hídrico, al no preverse globalmente en el futuro una mayor presión urbana sobre este medio.

2.3.2.3. Conclusiones

En definitiva, y resumiendo lo expuesto en epígrafes previos, los rasgos fundamentales de la situación actual, y las tendencias que previsiblemente caracterizarán el medio plazo del binomio población-territorio son los siguientes:

1. La situación actual y dinámica reciente de la población es España se caracteriza por un extraordinario retroceso en las magnitudes agregadas, que arranca hacia mediados de los 70, y que ha desembocado, en los últimos años, en un muy grave estancamiento, con tasas globales de crecimiento de población virtualmente nulas. La vieja imagen de país natalista y de emigrantes ha dado paso a una situación radicalmente distinta caracterizada por una profunda desnatalidad, envejecimiento creciente, y cambio de signo de las migraciones. Las perspectivas a medio plazo no permiten vislumbrar correcciones significativas a este modelo.
2. En cuanto a la distribución espacial de la población, se aprecia una fuerte irregularidad territorial, con inequívocas tendencias, al menos desde los años 60, a la concentración costera y al despoblamiento del interior. Los grandes flujos migratorios de sur a norte han desaparecido, manteniéndose únicamente migraciones de corto recorrido (del campo a la ciudad), que han contribuido a acelerar de forma drástica el proceso de despoblación del espacio rural. Desaparecidas estas grandes corrientes, las variaciones de población en el territorio español se explicarán básicamente por causas de mejores condiciones climáticas y naturales, lo que contribuirá, como se ha dicho, a la concentración relativa de la población en los territorios costeros y meridionales.

3. Se está produciendo un retardo temporal y una menor intensidad en el retroceso de la tasa de fecundidad en los territorios meridionales, lo que está dando lugar a ligeros crecimientos en el sur y retrocesos en el norte. Sus efectos más relevantes se refieren al grado de envejecimiento de la población, que se agudizará en el medio plazo, y cuya tendencia podría ser incluso peor que la que se ha apuntado si se tiene en cuenta que en algunas regiones del norte el Indice Sintético de Fecundidad -número de hijos por mujer- es inferior a 1, cuando se requiere al menos 2,1 para el mero mantenimiento de la población existente.
4. Los territorios centrales de baja densidad están experimentando un retroceso profundo, que es especialmente intenso en la meseta norte, Aragón -excepto el eje del Ebro- y algo menor en la meseta sur, y en general en todas las tierras altas. Esto podría llevar a sus últimas fases el proceso de abandono y despoblamiento de la España interior.
5. Como conclusión, hay que destacar el actual proceso de meridionalidad de la población española, el deslizamiento hacia cotas altimétricas inferiores, que se agudiza en la franja costera, y la consolidación del sistema de ciudades medias.

Contemplados estos hechos desde el punto de vista de la reflexión sobre el agua, el panorama demográfico descrito sugiere algunas ideas, plantea importantes interrogantes, y conduce a relevantes consecuencias. No es éste el lugar adecuado para su exposición pormenorizada, ya que en este capítulo se está describiendo en perspectiva el contexto socioeconómico global y genérico, no específicamente hídrico. Puesto que tales consecuencias se inscriben expresamente en la órbita de los problemas del agua, a ellas nos referiremos en detalle al tratar de la demandas de abastecimientos, población y regadíos, y otras cuestiones diversas. No obstante, y sin perjuicio de volver más adelante sobre ello, puede resultar oportuno avanzar ya algunas consideraciones.

En primer lugar, es un hecho muy destacable el que los movimientos socioeconómicos que han desembocado en la actual coyuntura de población y territorio en España no hayan estado en modo alguno vinculados a los problemas hídricos. Antes bien, los flujos y tendencias más recientes parecen producirse, en general y con trazo grueso, desde zonas que, como veremos, son más abundantes en agua (mesetas) hacia zonas con mayor escasez de este recurso (sur y litoral mediterráneo).

Así pues, felizmente superadas las históricas hambrunas que, asociadas a ciclos climáticos adversos, producían verdaderos despoblamientos y emigraciones masivas, cabe concluir que los recientes movimientos de población en las últimas décadas responden a otras fuerzas motoras, a impulsos económicos de otra naturaleza. Una vez que la tecnología ha permitido la regulación y transporte de caudales a gran escala, el papel histórico que el agua ha jugado como fundamental instrumento configurador del territorio ha quedado muy reducido. Incluso diríamos que parece perdido para siempre.

Es necesario, no obstante, realizar alguna matización: pese a que sería teóricamente factible confiar a la gran hidráulica (grandes infraestructuras de almacenamiento y transporte de agua) la solución de cualesquiera problemas de desajustes futuros, tanto razones estrictamente técnicas (contención de las demandas previsibles y relativa madurez del equipamiento hidráulico español) como de costes económicos y ambientales asociados a estas grandes operaciones, parecen aconsejar en principio, y sin perjuicio de alguna actuación específica, que se descarte esta opción como solución generalizada a gran escala.

Por otra parte, y como ya se ha sugerido, no es previsible que se produzcan incrementos globales significativos de las necesidades hídricas para abastecimiento de poblaciones en España, siendo la tónica esperable, en el supuesto de mantenimiento de dotaciones actuales, la de su mantenimiento, o incluso reducción a largo plazo. Las desviaciones máximas que cabe esperar en la cuantificación de estos fenómenos, según las distintas proyecciones que se empleen, son del orden del 5%, y un objetivo hoy razonable para la planificación hidrológica sería fijar en 42 millones de habitantes la población objetivo máxima a atender a largo plazo. El posible incremento de dotaciones como consecuencia de la mejora del nivel de vida se verá compensado por la cada vez mayor eficiencia y mejor gestión de las redes de suministro, campo en el, como veremos, se están produciendo -y cabe esperar más en el futuro- importantes mejoras.

Escapan a esta tónica general las regiones meridionales, donde sí cabe prever incrementos demográficos a medio y largo plazo que arrastrarán aumentos de la demanda hídrica. El hecho de que estas regiones sean las más desfavorecidas en cuanto a disponibilidad de recursos hace que, por razones estrictamente demográficas, y sin entrar en otras consideraciones, sea previsible un agravamiento en el futuro de los problemas de déficit de recursos hídricos actualmente existentes en la mitad sur de España.

Este agravamiento ha de contemplarse, no obstante, como muy matizado, habida cuenta la escasa incidencia que, en términos volumétricos, tiene este componente urbano sobre la demanda total de agua en dichos territorios, pero sí será necesario incidir en un aspecto muy importante, que es el de su garantía de servicio: la masiva concentración de población en las grandes

áreas meridionales y costeras requerirá necesariamente de un suministro urbano de calidad, estable y garantizado, y al margen -en la medida de lo técnicamente razonable- de irregularidades hidrológicas e incertidumbres climáticas.

Asimismo, desde una perspectiva territorial cabe mencionar también la situación en que actualmente se encuentran, y que tenderá a agravarse en el futuro, muchos de los pequeños núcleos del interior peninsular. En estos núcleos, al no alcanzarse los umbrales de población requeridos para poder aprovechar las necesarias economías de escala, surgirán problemas para financiar y gestionar eficientemente los servicios de abastecimiento de agua, tanto en lo que se refiere a la captación, tratamiento y suministro, como a la depuración de los efluentes hasta los niveles de calidad exigidos. La intervención pública a tales efectos parece de obligada necesidad si se desea coadyuvar a la subsistencia y mejora de la calidad de vida en estos núcleos rurales.

Por otra parte, la posibilidad del fomento y ampliación de regadíos como instrumento para la consolidación de la población rural, idea fuertemente arraigada en el pensamiento regeneracionista de finales del XIX (MAPA-MAP-MOPU, 1988, vol.1, pp. 41-47), ha sido objeto de intensas polémicas, y se encuentra en la actualidad, cuando menos, cuestionada. Análisis realizados sostienen que no está claramente demostrado que este efecto se haya conseguido siempre en el pasado, y, sobre todo, es dudoso que vaya a serlo en el futuro, máxime en el escenario de costes y mercados que parece vislumbrarse (Escobar Gómez [1995] pp.825-840; Pérez Pérez [1997] pp.336-337).

Casos como el de algunas comarcas del valle del Ebro en el siglo XIX, o el de la Plana d'Urgell, donde sí se produjo una efectiva colonización de territorios secularmente despoblados gracias a la conclusión en 1862 del Canal de riego, contrastan con otros donde la experiencia de colonización no supuso asentamientos significativos ni mejoras apreciables de las condiciones de vida en las zonas afectadas. El regadío puede, en efecto, ser la base de un desarrollo agroindustrial, pero no lo es obligada y necesariamente, si no se dan otras condiciones coadyuvantes (Arrojo y Bernal, 1997).

Por otra parte, el fenómeno de pérdida de influencia de la producción agraria sobre la realidad económica del mundo rural viene produciéndose en España desde hace años (Naredo, 1996), y, desde el punto de vista demográfico, en aquellas comarcas en las que recientemente, desde la década de los 80, se ha observado un estancamiento o incluso ligera recuperación de la población rural, este fenómeno no ha obedecido en general a la tradicional actividad agraria, que sigue globalmente descendiendo, sino a otros sectores y ámbitos de la vida rural. La actividad no agraria del mundo rural está en expansión, y puede ser el elemento que contribuya más en el futuro al asentamiento poblacional (García Sanz [1996] pp. 39-40).

Aquí simplemente apuntadas, volveremos sobre estas importantes cuestiones más adelante, cuando se examinen los problemas socioeconómicos de los regadíos y el asentamiento de poblaciones, las previsiones de demandas, la disponibilidad de recursos, la crisis de la política hidráulica tradicional, y los fundamentos de la nueva política del agua y de la planificación hidrológica.

2.3.3. Turismo

Una vez analizada la evolución reciente, situación actual, y tendencias previsibles de la población española, resulta oportuno examinar el fenómeno turístico (es decir, los movimientos temporales de la población fuera de su lugar de residencia) en cuanto que modificador estacional de la demanda hídrica y generador de requerimientos sobre las aguas continentales consideradas como elemento de recreo.

Desde el punto de vista económico, y continuando una tradición ya antigua y consolidada, el turismo está siendo una actividad económica cada vez más importante en la economía española, mostrando un comportamiento que podría calificarse de excelente, no sólo por su aportación al producto total -que se sitúa ya en torno al 9% (5% para el turismo interior y 4% para el exterior)-, sino por la sostenida evolución -tras la explosión a comienzos de los 60- registrada en las últimas décadas, tal y como muestra de forma indicativa el gráfico adjunto de evolución del turismo (extrajeros con pasaporte y total general), y del número de plazas hoteleras. Como puede verse, el número de estas plazas prácticamente se ha duplicado en los últimos 25 años, lo que da una buena idea del dinamismo del sector (Tamames y Rueda [1997] pp.554-559; y datos de la Secretaría de Estado para el Turismo) (fig. 29).

Análogamente, la figura 30 ofrece la evolución de los ingresos de divisas por turismo en los últimos 40 años, y permite comprobar el extraordinario desarrollo e importancia de esta actividad.

En efecto, el sector turístico ha jugado tradicionalmente un papel fundamental para contribuir a equilibrar la balanza comercial, y previsiblemente seguirá jugando este papel en el futuro. Desde nuestro punto de vista resulta además, y como ya se ha apuntado, de necesaria consideración por un doble motivo: su efecto de desplazamiento estacional y espacial de población, con el subsiguiente incremento de demandas hídricas muy puntuales y concentradas, y la emergencia, cada vez con mayor fuerza, de actividades de ocio, turísticas y recreativas, vinculadas al dominio público hidráulico (excursionismo, navegación, pesca fluvial, baños, etc.).

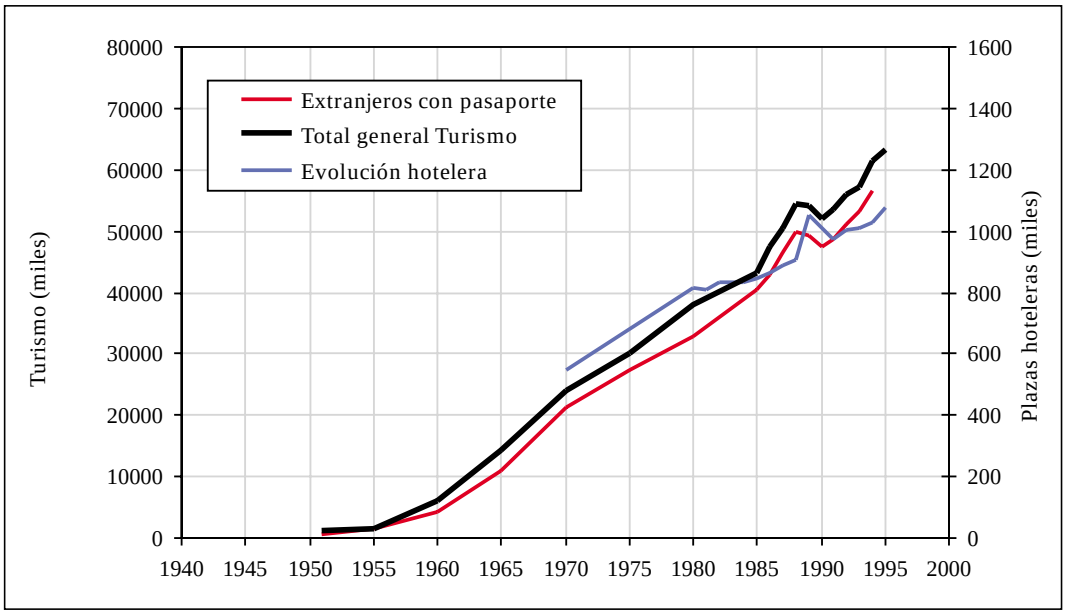


Figura 29. Evolución de turistas y plazas hoteleras

Seguidamente se ofrecen sus magnitudes y efectos fundamentales según la información facilitada básicamente por el Instituto de Estudios Turísticos del Ministerio de Economía y Hacienda.

Turismo extranjero

En 1996 se registraron 61,8 millones de visitantes de los cuales el 67% (unos 41,4 millones) corresponde estrictamente a turistas, es decir, visitantes que pernoctaron al menos una noche en España. El resto de visitantes, integrados en la categoría de excursionistas, representan el 33% del total y 20,4 millones de personas en términos absolutos.

La temporada de verano (meses de junio a septiembre) concentra casi la mitad del total anual (28,7 millones de visitantes y 19,6 de turistas), lo cual evidencia la fuerte estacionalidad de esta población. La estancia media de los turistas en dicho período fue de 12,6 días.

La distribución espacial de esta afluencia responde, como ya es sabido, al atractivo proporcionado por el recurso natural clásico sol y playa, destacando en este sentido los territorios insulares (Baleares, que acoge el 34% de turistas, y Canarias, el 19%), seguidos de Andalucía y Cataluña (el 14% cada una). El resto de Comunidades se quedan por debajo del 10% del total.

Turismo interior

En términos absolutos, el turismo estival interior arrojó en 1996 unas cifras similares al turismo extranjero. El número de viajeros durante los meses de junio a sep-

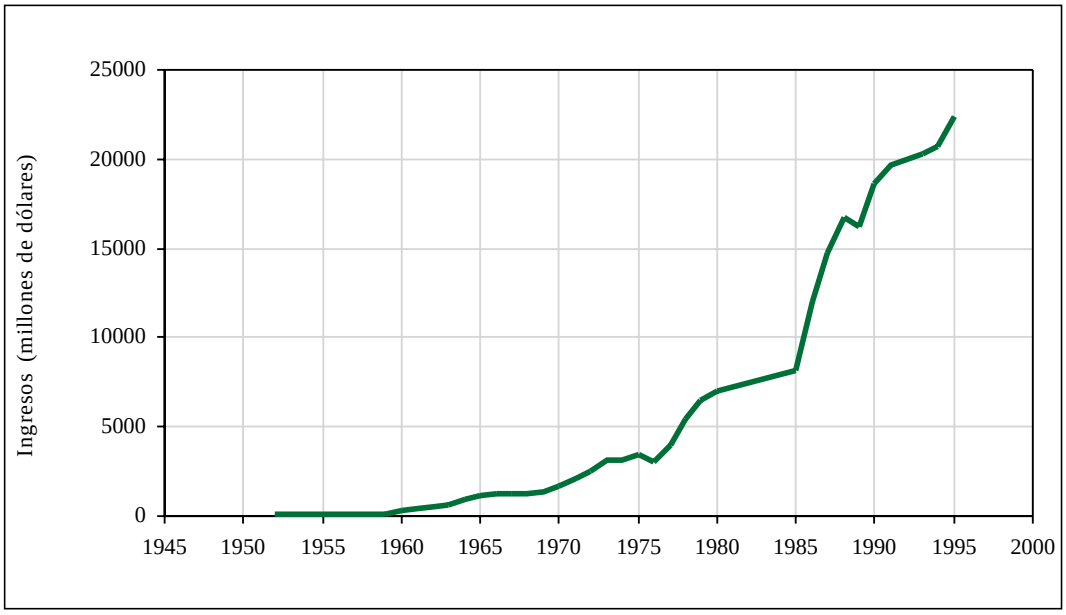


Figura 30. Evolución de los ingresos de divisas por turismo

tiembre fue aproximadamente de 20 millones, la mitad de los cuales corresponde sólo al mes de agosto, y tuvo como destino principal España en el 93% de los casos, en tanto que el 7% restante salió al exterior. En el turismo interior se observa también una distribución espacial parecida a la que ya se puso de manifiesto para el exterior (sol y playa), si bien en este caso se localiza con preferencia en el litoral mediterráneo peninsular (Cataluña, Valencia y Andalucía principalmente).

Un indicador que evidencia con nitidez la concentración territorial que caracteriza al turismo en general es la presencia en la costa mediterránea de la mayor parte del patrimonio inmobiliario español adscrito a la actividad turística, tanto en lo que se refiere a viviendas secundarias como a plazas turísticas totales, tal y como puede apreciarse en los mapas adjuntos (DGPT [1995a] pp.525) (fig. 31 y 32).

A la luz de estos mapas, es clara la distribución espacial de este fenómeno, sensiblemente coincidente, como puede verse, con las tendencias de población que se apuntaron en epígrafes previos.

En cuanto a su magnitud desde el punto de vista de las demandas hídricas, la incidencia del turismo respecto a la demanda total no parece ser muy relevante, al menos a nivel nacional.

En efecto, generalizando a todo el año los datos relativos al comportamiento estival observado en el turismo extranjero (único para el que se dispone de la estancia media), es posible estimar que el turismo exterior añade, en total, en torno a 1,5 millones de personas, en equivalente de población permanente anual. Si bien no se conoce la cifra exacta del turismo interior, es razonable inferir, a la luz de la información disponible para 1996, que esta población se sitúa también en una cifra similar a la citada, resultando un total aproximado de 3 millones de personas, en términos de población anual equivalente, lo que supone en definitiva un incremento medio de población del orden de un 10%. Naturalemente ésta no pasa de ser una primera estimación del fenómeno, pero puede servir para encajar su orden de magnitud. Hay que indicar, no obstante, que pese a estas cuantías moderadas a escala global, en determinadas áreas la limitada disponibilidad de recursos hídricos puede suponer un serio condicionante para el desarrollo de las actividades turísticas y una fuente de tensión entre usos alternativos (Vera Rebollo [1988] pp.115-124; Marchena Gómez [1988] pp.101-114).

Un aspecto muy importante del turismo desde el punto de vista de las demandas hídricas es el de su estacionalidad. Las figuras adjuntas -de elaboración propia con datos de Tamames y Rueda (1997) p.557- muestran muy claramente este efecto, y su evolución desde el año 60 (fig. 33).

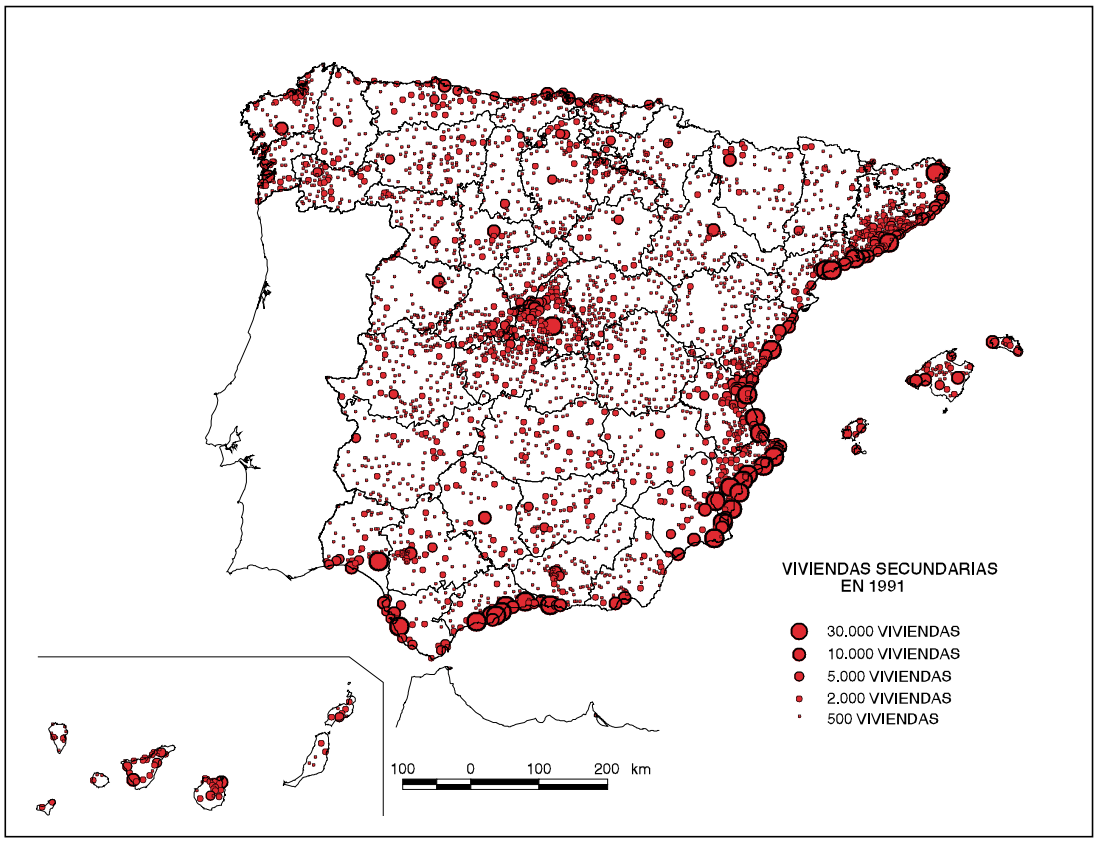


Figura 31. Mapa de distribución y número de viviendas secundarias en 1991

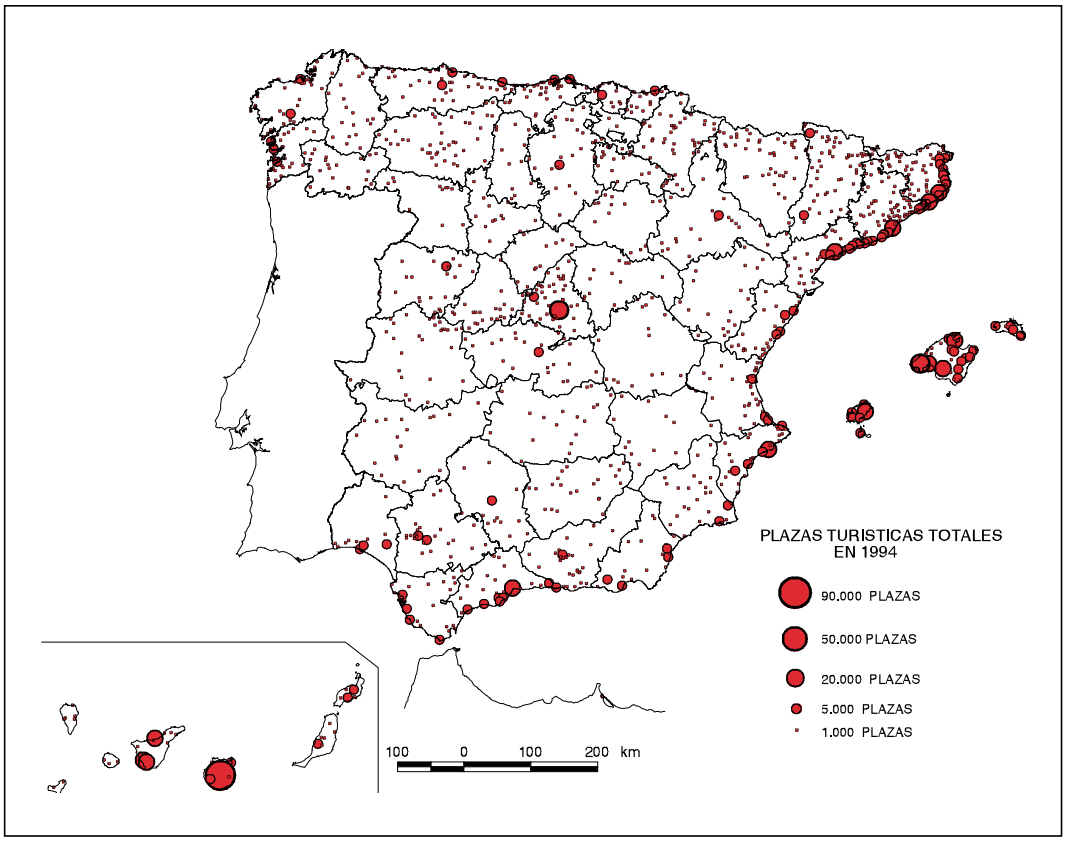


Figura 32. Mapa de distribución y número de plazas turísticas totales en 1994

Como puede verse, hay una fuerte estacionalidad concentrada en los meses de agosto, julio y septiembre, pero se constata una tendencia a su continua disminución desde los años 70. El índice global mensual de estos tres meses ha pasado del 210 al 166% en ese periodo, lo que significa que tiende -aún muy moderadamente- a suavizarse la fuerte estacionalidad de sol y playa en favor de otros modos de turismo, no de verano, sino extendidos el resto del año.

En cuanto al otro factor de la demanda, la dotación unitaria, cabe esperar que esté situada notablemente por encima de los consumos domiciliarios habituales, habida cuenta de las actividades lúdicas (deportivo-recreativas) que suelen acompañar al período de ocio y vacaciones, principal motivo del turismo.

Esto hace que el incremento de demanda hídrica sea, sin duda, mayor del 10% que correspondería al mero incremento de población demandante. Baste señalar,

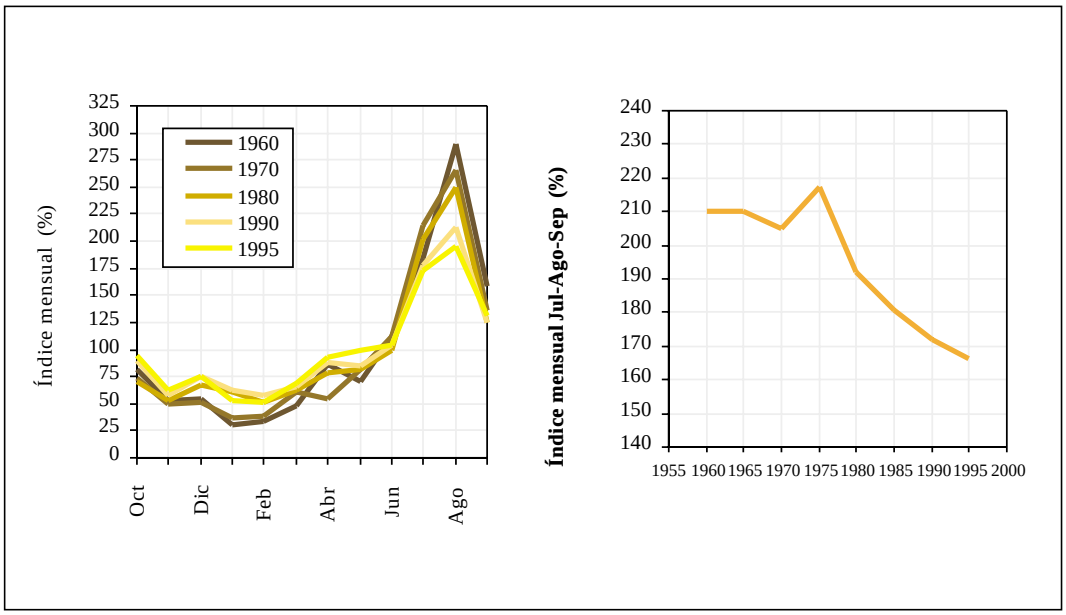


Figura 33. Evolución de la estacionalidad del turismo

por ejemplo, la demanda asociada a los campos de golf, cuyo número ha pasado de unos 90 en 1988, a más de 200 en el año 1995, distribuidos tal y como se muestra en el mapa adjunto. A este respecto, deben resaltarse dos cuestiones: el efecto de realimentación y multiplicador de estas instalaciones, ya que añaden atractivo turístico a los lugares allí donde son implantados, y la solvente demanda implicada, que permite asumir importantes costes no soportables en otras actividades (fig. 34).

Finalmente, hay que mencionar las nuevas tendencias observadas en relación con la demanda turística de recursos naturales asociados al agua (zonas húmedas, paisajes fluviales, parajes de montaña, manantiales, fuentes, etc.), cuya importancia socioeconómica sin duda crecerá en el futuro, y que supone no sólo el aumento estacional de las necesidades de abastecimiento de estas zonas, sino la necesidad de contemplar el agua como elemento ambiental y de ocio. La no atención de esta demanda puede suponer la pérdida de un importante nicho de mercado en el sector turístico, en pleno desarrollo en los países de nuestro entorno.

Este es un segmento de demanda que busca el más directo contacto con la naturaleza, por lo que se ha adoptado como indicador para su cotejo el número de campings existente. El mapa de la figura 35 ofrece la localización y número de estas instalaciones existentes en el año 1995.

Puede verse que su distribución tiende a concentrarse en las zonas costeras, buscando preferentemente el tópico aliciente de sol y playa.

No obstante, si en lugar de contemplar la situación actual se examina cual ha sido la tendencia registrada en los últimos años, el panorama resulta ser el de la figura 36 de variación provincial de instalaciones en el periodo 1980-94.

El examen de esta figura muestra con claridad que la saturación de los espacios costeros ha hecho que sean los territorios interiores y de ámbito rural los que han tenido un mayor desarrollo relativo en los últimos años, tendiendo así, junto con una cierta mayor presión sobre los cauces, a un positivo mayor equilibrio territorial. Aunque el consumo hídrico de estas instalaciones es irrelevante, tales tendencias resultan significativas como indicadores de una previsible mayor presión hacia los usos recreativos en zonas de interior, vinculadas a los paisajes acuáticos.

En definitiva, y sin perjuicio del previsible incremento de los usos recreativos fluviales, son las áreas mediterráneas y meridionales costeras las principales receptoras del turismo y, además, este fenómeno de concentración espacial tiene lugar fundamentalmente durante los tres meses de verano.

Aunque su impacto sobre el consumo de agua no es muy relevante, especialmente si se le pondera con la importantísima actividad económica que induce el

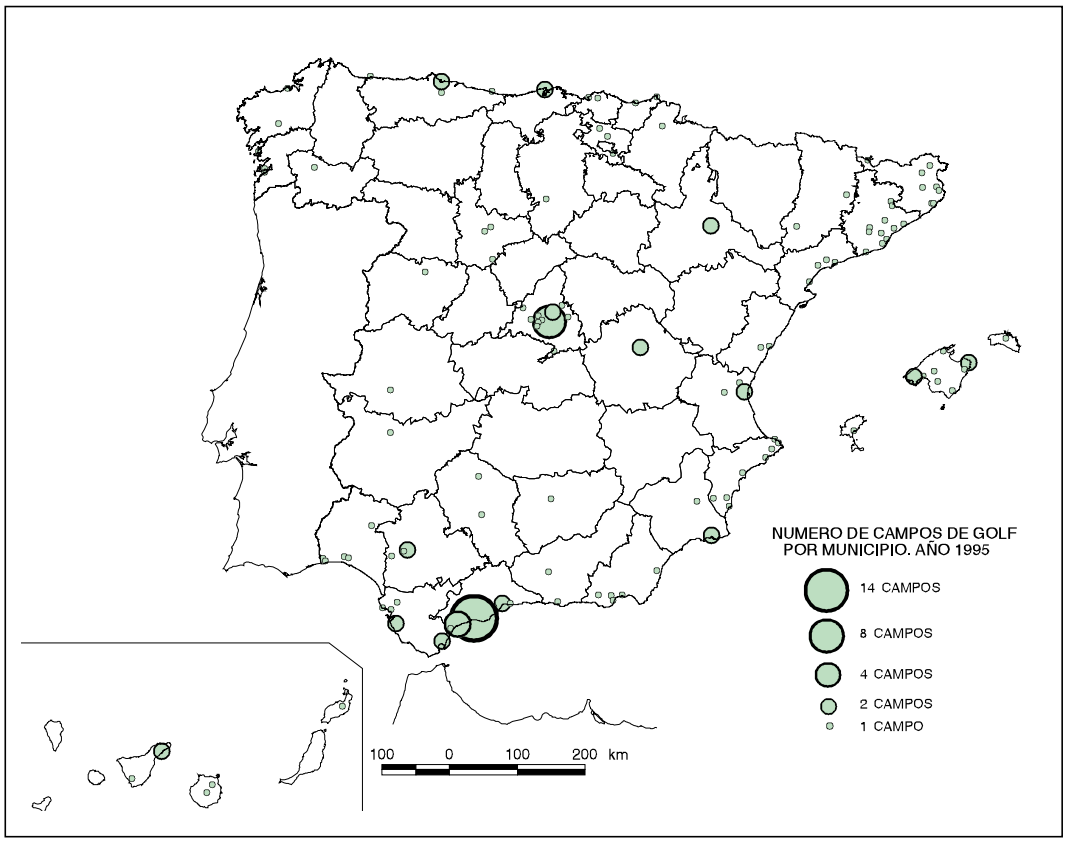


Figura 34. Mapa de distribución y número de campos de golf en 1995

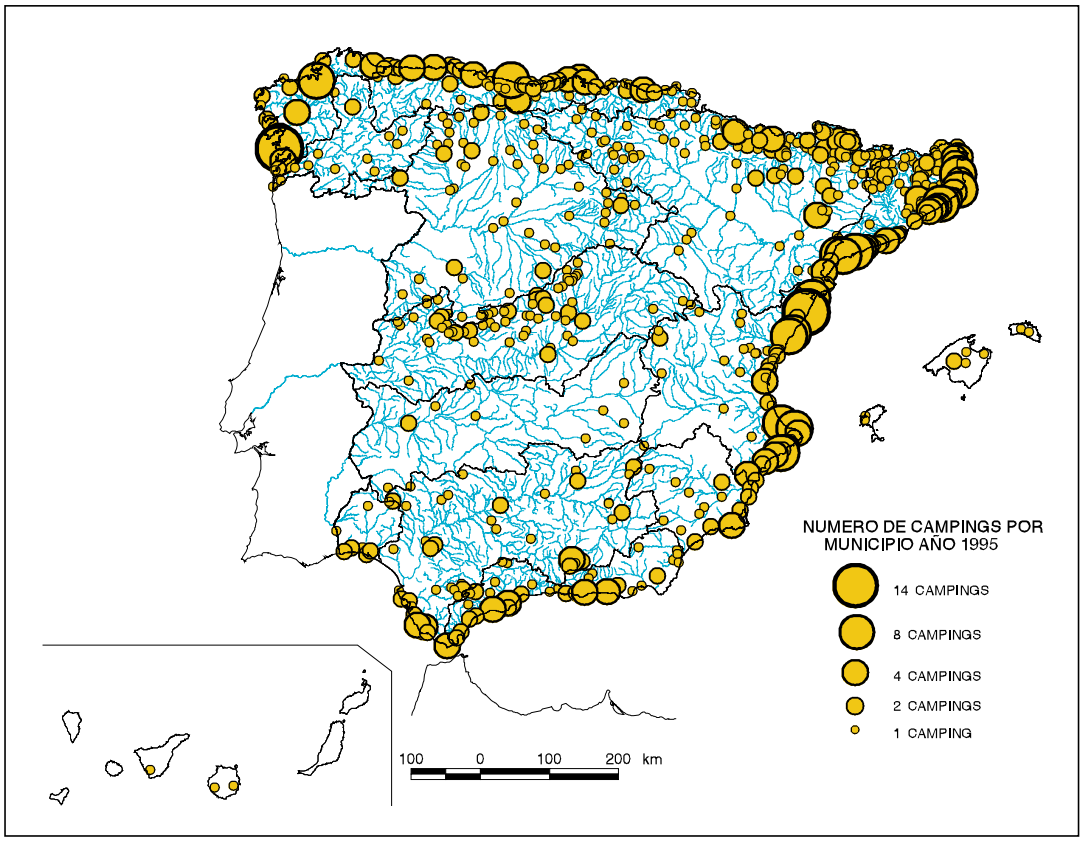


Figura 35. Mapa de distribución y número de campings en 1995

turismo, produce efectos locales y estacionales muy intensos en zonas que ya hoy resultan ser problemáticas en cuanto a sus disponibilidades de agua, y ello sin mencionar la necesidad de sobredimensionamiento de infraestructuras con relación al que sería necesario para atender a la población permanente. Por ello, la disponibilidad de recursos hídricos en cantidad y calidad adecuados puede ser, en el futuro próximo, un factor limitativo para el desarrollo turístico y el mantenimiento de la actividad económica asociada en dichos territorios.

Las tendencias y problemas de desequilibrio territorial de la población española, a los que ya nos hemos referido, se ven, pues, exacerbados con el turismo. Dado su carácter estratégico para la economía española, será imprescindible proporcionar a estos territorios la necesaria garantía y seguridad de suministro, y dada su situación relativa de mayor déficit hídrico, deberá procurarse la máxima economía hidráulica mediante la reutilización de sus aguas urbanas con destino a regadíos próximos, lo que, dadas las características de las zonas, será en general perfectamente posible tanto desde el punto de vista técnico como financiero.

2.3.4. Regadío

El regadío es un elemento fundamental en la estructuración del paisaje, una actividad básica en el tejido socioeconómico del país, y una de las variables territoriales que configuran decisivamente la demanda total de recursos hídricos. Es el sector más relevante, tanto en términos de ocupación de superficie (más de 3 millones de ha, que suponen el 13% de la superficie agrícola útil (SAU) o el 6% de la superficie total española), como de demanda de agua (en torno al 80% de la demanda correspondiente a los principales usos consuntivos y del orden del 68% si se considera la refrigeración). Su actual distribución espacial, que puede apreciarse en la figura 37, obtenida mediante técnicas de teledetección, es el resultado de una larga y compleja serie de actuaciones de transformación, públicas y privadas, dispersas por casi todo el territorio nacional.

Estudiaremos con detalle esta situación en capítulos posteriores, cuando se examinen los usos y demandas de agua para regadío, pero avanzaremos ya, en la tónica de este capítulo de descripción geográfica de marcos de referencia, algunos de los rasgos básicos que condicionan y perfilan esta importantísima actividad socioeconómica.

Es evidente que la actividad del regadío requiere unas determinadas condiciones naturales para su desarrollo, pero es también cierto que, en determinados casos, tal actividad se da en situaciones de escasa dependencia respecto al medio físico. Con orígenes históricos indudablemente vinculados a las inmediatas condiciones naturales, los importantes progresos técnicos registrados en el mundo agrario están llevando progresivamente a reducir, en los regadíos modernos, la

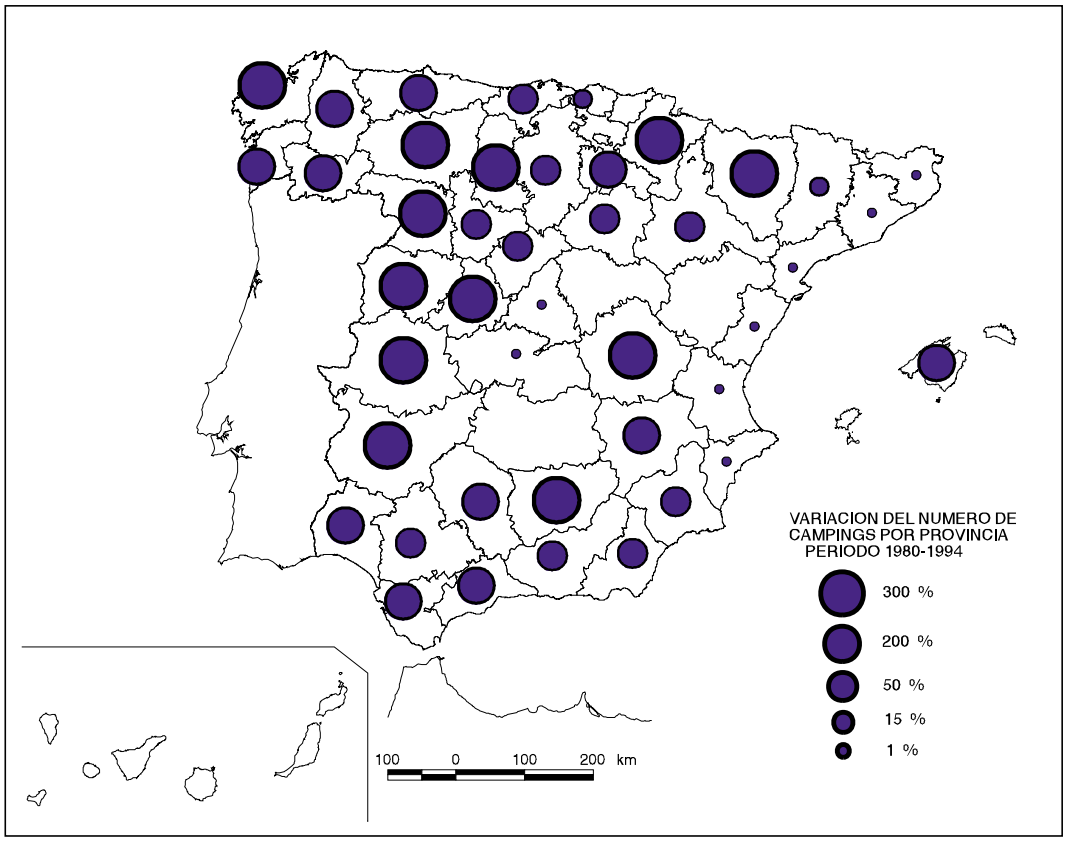


Figura 36. Mapa de variación provincial del número de campings en el periodo 1980-1994

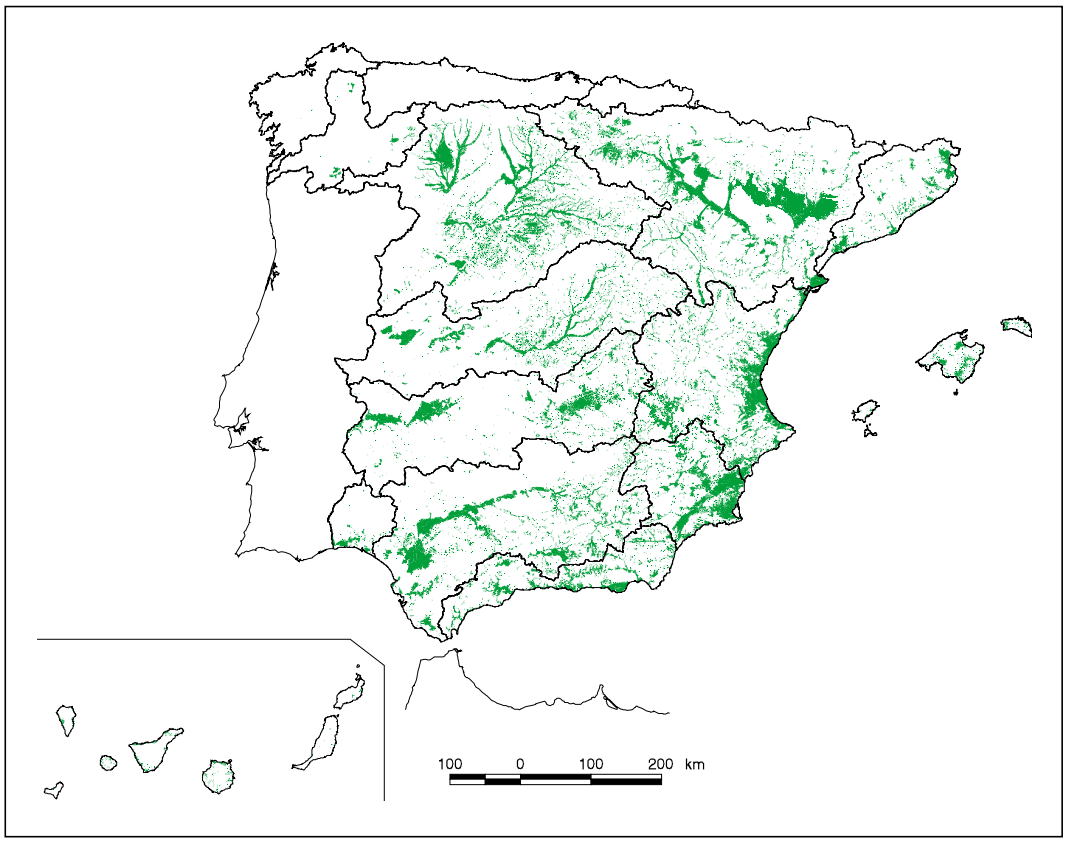


Figura 37. Mapa de superficies de riego identificadas mediante teledetección (años 1984, 1987, 1991, 1995)

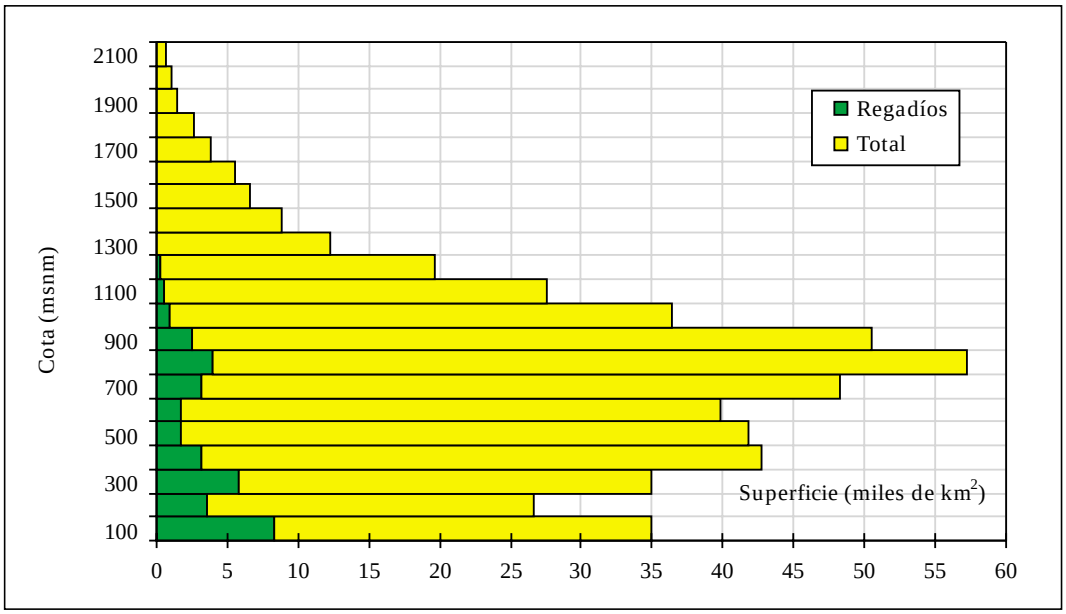


Figura 38. Curva hipsométrica y altitud de los regadíos existentes en España

importancia de los factores físicos, y otorgar un protagonismo fundamental a los condicionamientos sociales y económicos (Sáenz Lorite, 1990).

Así pues, medio físico inicialmente explicativo, desde luego determinante en los casos límites (p.e. la inviabilidad de regar a la cota 3000, o con temperaturas bajo cero), pero con influencia, fuera de estos límites extremos, muy matizada, y tendiendo a ceder frente a los condicionantes socioeconómicos. A continuación describiremos someramente tales factores y condicionantes básicos.

2.3.4.1. Condiciones naturales

Ya Lucas Mallada puso de manifiesto la grave dificultad que para el regadío español suponía la configuración de nuestro relieve, pues las tierras a cota inferior a la 200 están muy poco representadas (tan solo un 11% de todo el territorio), y la norma son llanuras elevadas o montañas. Para ilustrar tal circunstancia se han elaborado los gráficos adjuntos, que muestran la distribución hipsométrica (superficie afectada en miles de km^2 - cota m.s.n.m.) de todo el territorio y de los regadíos actualmente existentes, tanto a escala global como desagregada a la escala de las distintas cuencas. Las cotas de los territorios, las cotas de los regadíos, su extensión relativa frente al total, y su magnitud relativa entre las distintas cuencas, se perciben de forma inmediata y muy ilustrativa (fig. 38).

Asimismo, y para apreciar mejor este efecto, las figuras 39 y 40 muestran en un primer gráfico la curva porcentual acumulada de superficie total del territorio

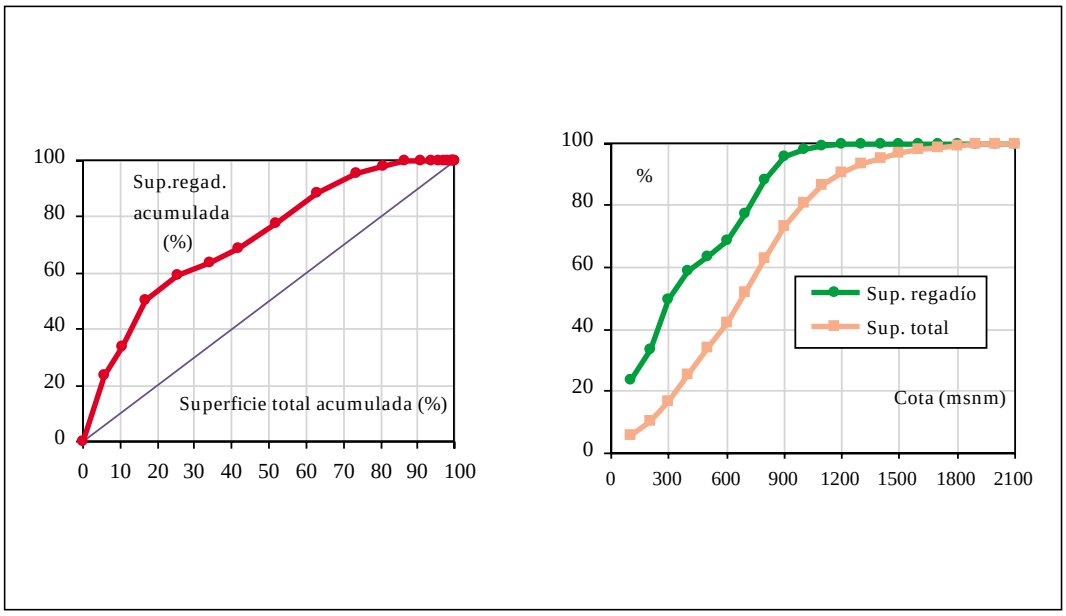


Figura 39. Curva porcentual acumulada de superficie del territorio frente a superficie de regadío a las distintas cotas

frente a la superficie de regadío -con un punto de la curva para cada una de las cotas dadas en la figura anterior-, y, en un segundo gráfico, el porcentaje de superficie de territorio y de regadíos que se encuentra bajo cada cota.

Puede apreciarse con claridad la concentración del regadío hacia las cotas más bajas, frente a lo que sería una distribución perfectamente uniforme a lo largo de todo el relieve del país (línea azul de los 45º del gráfico primero, o superposición de ambas distribuciones en el gráfico segundo). Así, mientras que la mitad del territorio español se encuentra bajo la cota 700, casi el 80% de sus regadíos se encuentran bajo esa cota, y en el 20% de tierras con menor altitud se concentra más del 50% de todo el regadío.

Es de destacar la importante superficie ocupada por los regadíos hasta la cota 100. En esta franja se concentra la mayor superficie debido, fundamentalmente, a la mejor climatología y, por lo general, mayor rentabilidad a tales cotas.
En la cuenca del Duero y en las zonas altas de las cuencas del Tajo, Guadiana, Júcar y Ebro existen importantes extensiones de regadío a mayor altitud, con cotas dominantes que se sitúan entre 600 y 900 m.

Entre la cota 100 y la cota 300 se produce un salto en la superficie debido al efecto de Portugal, cuyo territorio se halla, fundamentalmente, en ese rango de altitud.

Otro factor natural importante para la agricultura es el de los suelos, cuyos tipos básicos desde el punto de vista edafológico y de su uso se comentaron someramente en los correspondientes epígrafes. Conforme a lo allí expuesto, y de forma muy esquemática, cabría indicar que sobre la España caliza suelen desarrollarse suelos poco evolucionados y básicos junto con tierras negras, de la mejor calidad agrícola, frente a suelos pobres y de mediocre aptitud en la España silícea. Ello matizado por otros factores como la mayor evolución de suelos en la España húmeda, condicionada por el clima, o los tipos localizados aluviales, sobre los que se asientan con frecuencia las más conocidas vegas y huertas tradicionales españolas (como las de Valencia y Murcia).

Asimismo, otro factor natural decisivo es, obviamente, el del clima, a cuya diversidad y peculiaridades se aludió en epígrafes anteriores.

Finalmente, y en relación con el anterior, el factor de disponibilidad de agua es un condicionante básico que ha ido conformando la evolución de los regadíos y sus posibilidades de desarrollo. Tendremos ocasión de referirnos a este asunto con detalle, al analizar los requerimientos de agua para la agricultura y la evolución histórica de las superficies regadas, pero puede avanzarse ya que el gran desarrollo de los riegos en España se produce durante la segunda mitad de este siglo, y que las grandes transformaciones de iniciativa publica son paralelas al desarrollo de las obras hidráulicas para la captación, almacenamiento y transporte del agua (es decir, a lo que en otro capítulo de este libro llamaremos, por contraste con los modos tradicionales, la gran hidráulica).

En efecto, como veremos, el aumento espectacular de la regulación de los ríos y la expansión masiva de las aguas subterráneas tienen lugar también en esas décadas, y la disponibilidad del factor agua resulta decisivamente condicionante en la dinámica del proceso.

Sin perjuicio de que volveremos más adelante sobre estas cuestiones, pueden avanzarse ya dos hechos muy significativos: que el desarrollo de los aprovechamientos hidráulicos en España es un fenómeno muy reciente (de hace escasas décadas) y de muy rápido progreso, y que estos altos ritmos de crecimiento parecen haber remitido en los últimos años hacia tasas mucho más moderadas.

2.3.4.2. La población ocupada en el sector agrario

Frecuentemente se esgrimen los aspectos sociales implicados cuando se trata de valorar nuevas actuaciones públicas en materia de infraestructura hidráulica para la transformación en regadío. La tesis sostenida es la de la utilidad de estas transformaciones para conseguir resultados sociales de mantenimiento demográfico, asentamiento de poblaciones, vertebración territorial, y, en definitiva, generación de empleo que haga sostenible la vida rural vinculada a la agricultura de regadío.

Ante la evidente importancia sociopolítica de este planteamiento, es fundamental analizar, siquiera someramente, la cuestión, acotando su alcance real y sus posibilidades efectivas. Desde luego que la complejidad del problema excede con mucho del alcance y objetivos de este documento, pero es posible ofrecer algunos datos básicos que centren el problema y ayuden a objetivar la necesaria reflexión.

El gráfico de la figura 41 muestra la evolución absoluta y distribución porcentual de la población activa (es decir, el conjunto de personas mayores de 16 años que suministran mano de obra para la producción de bienes y servicios económicos, o están disponibles y hacen gestiones para incorporarse a esta producción), según los distintos sectores de actividad, y a partir de

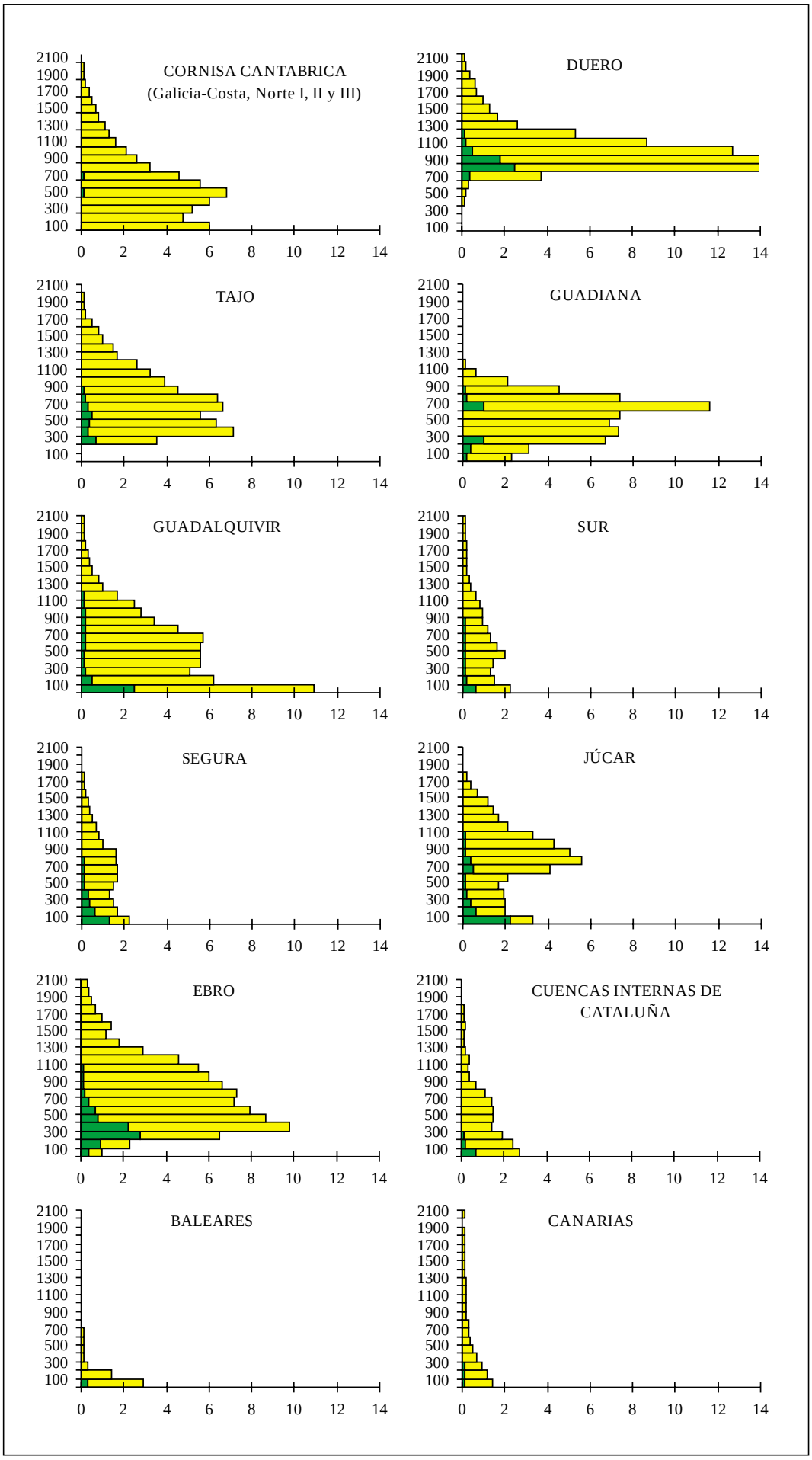


Figura 40. Curvas hipsométricas y altitud de los regadíos en diferentes ámbitos de los Planes Hidrológicos

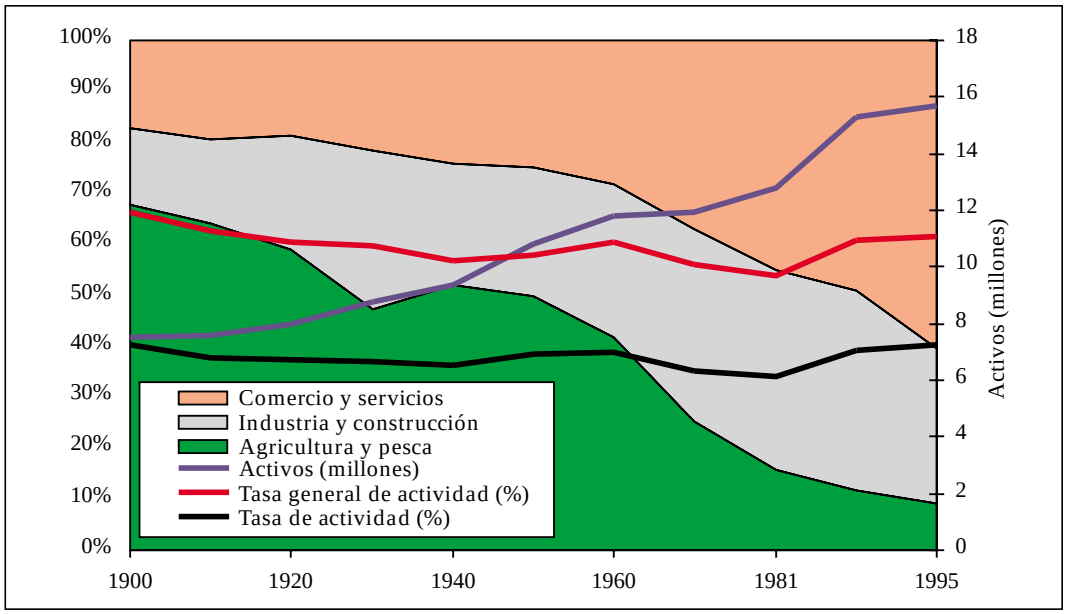


Figura 41. Evolución desde 1900 de la población activa por sectores de actividad

los datos de Censos de Población del INE (Olivera y Abellán [1997] pág. 336).

El mismo gráfico representa también la evolución de la tasa general de actividad (activos respecto a población en edad activa [15-64 inclusive, y desde el año 1981 16- 64]), y de la tasa de actividad (activos respecto a población total).

El siguiente gráfico (de la misma fuente que el anterior) muestra también el detalle de esta evolución relativa, pero desagregando ahora los activos por profesiones (fig. 42).

Como se aprecia claramente en ambos gráficos, el descenso de la actividad agrícola y el auge de los servicios parece, desde luego, imparable. Salvo el sector de industria y construcción, de ciclo largo y situación básicamente estabilizada con máximo en la década de los setenta, todas las actividades presentan crecimientos permanentes y moderados, a costa de un continuo decrecimiento del sector agrario desde los años cincuenta.

Sin comparar con otros sectores, y en términos absolutos, la evolución temporal de la población activa agraria es la mostrada en el gráfico adjunto, en el que se incluye también la evolución de superficies de secano y regadío. El contraste entre ambas series resulta de interés, pues permite comprobar que el enorme desarrollo experimentado por los regadíos desde comienzos de siglo no ha tenido un claro correlato en el trabajo agrario. Más bien al contrario, cuando comienza la gran expansión de superficies regadas en los años 50, comienza a disminuir la población activa agraria.

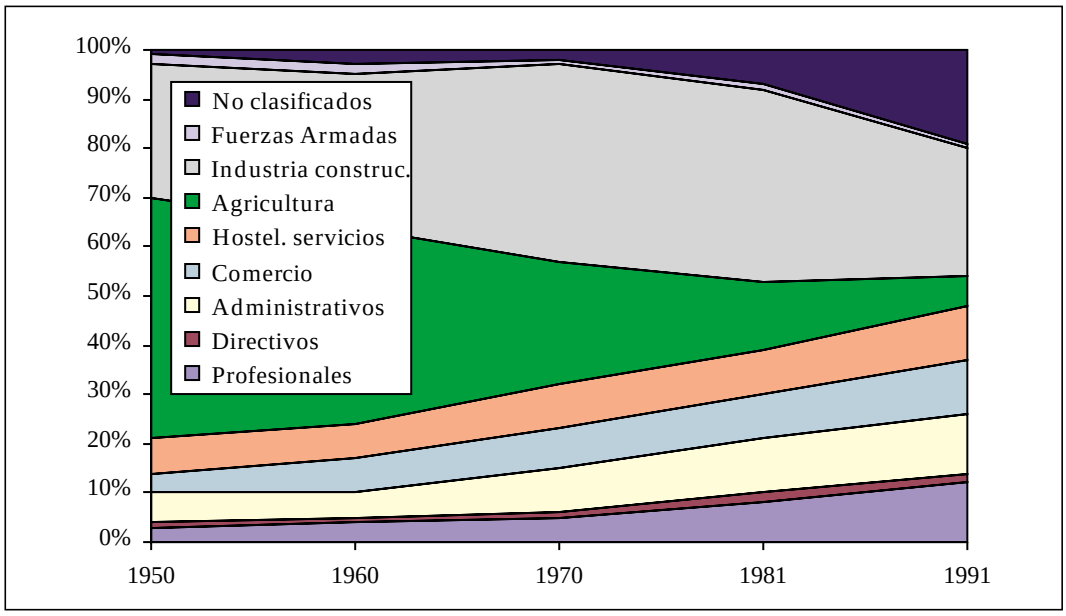


Figura 42. Evolución desde 1950 de la población activa por profesiones

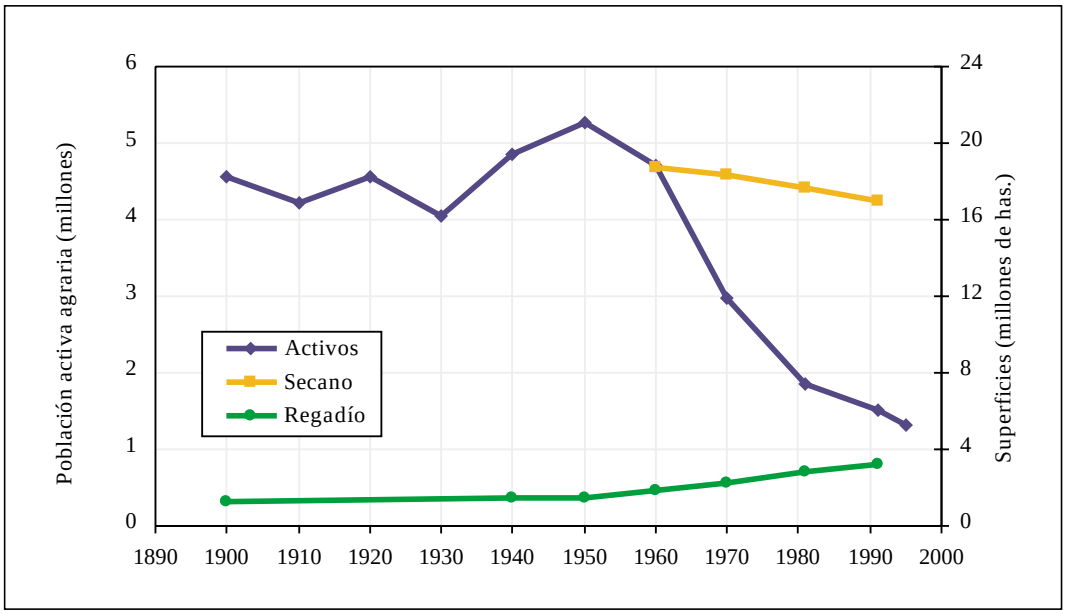


Figura 43. Evolución de la población activa agraria y de las superficies de secano y regadío

Entre las múltiples razones que explican este dato está el hecho de que mucha transformación en regadío procedía de secanos previos, en los que ya existía empleo agrario; la intensificación y especialización, que ha dado lugar con frecuencia a menos empleo por unidad de superficie productiva; la mecanización agraria y mejoras tecnológicas, que aparecen esos años y reducen sensiblemente la mano de obra en el campo, etc (fig. 43).

Es preciso, no obstante, hacer notar que, en determinados territorios, la disminución de población en las zonas de regadío ha sido claramente inferior a la producida en las zonas donde no lo había, por lo que estas observaciones generales deben matizarse en cada caso concreto, ponderando adecuadamente las circunstancias locales.

También resulta interesante observar lo sucedido no ya con la población activa, o dispuesta a trabajar, sino con la que realmente está trabajando. El siguiente gráfico muestra la evolución de la población ocupada (es decir, la fracción de los activos que durante el periodo de referencia han tenido un trabajo por cuenta ajena o propia) en el sector agrario en el periodo 1983-1997, según los Anuarios de Estadística Agraria (MAPA [1991] p.16; MAPA [1997] p.16), e informa muy expresivamente, como el gráfico anterior, sobre el intensísimo proceso de ajuste sufrido durante estos últimos años (fig. 44).

Como puede verse, la ocupación se ha reducido, en apenas 10 años, a casi la mitad, y con una tasa de variación anual que viene siendo siempre negativa, con valores que oscilan entre el 1 y el 11%.

Además de su gran descenso numérico, es también un hecho muy destacable el elevado nivel de envejeci-

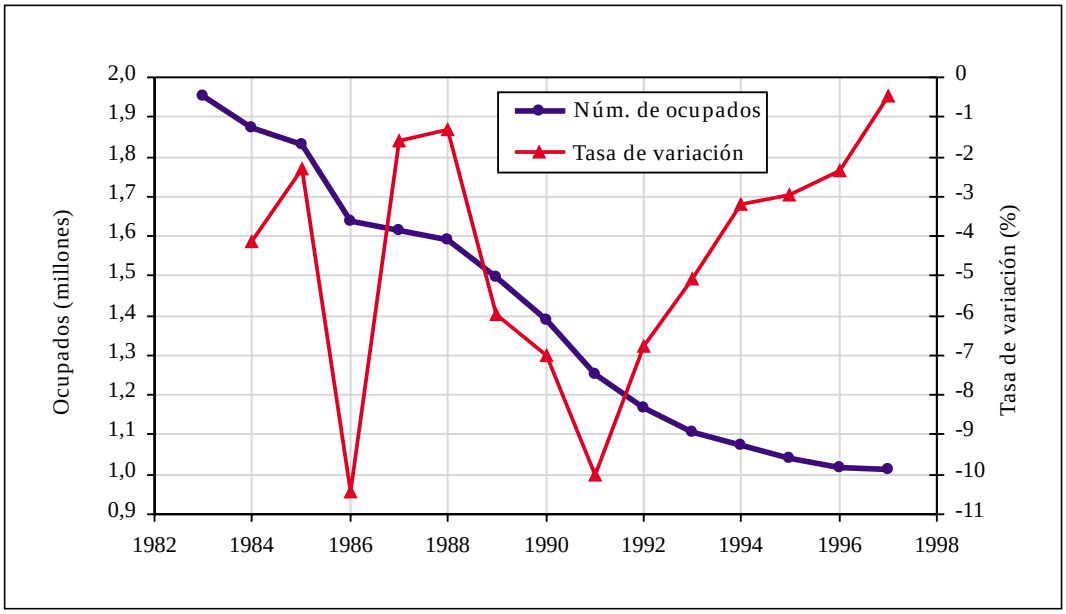


Figura 44. Evolución reciente y tasa de variación de los empleos ocupados en el sector agrario

miento de los empleados agrarios, con una media de 44 años, efecto especialmente intenso en los territorios interiores y de mayor altitud, tal y como se observa en el expresivo mapa de la figura 45, de envejecimiento de la población agraria (mayores de 64 años/total mano de obra familiar) en 1989, a escala municipal (DGPT [1995b] pag. 553).

Cabe vaticinar, sin demasiado riesgo de equivocarse, que estas tendencias y proceso de ajuste continuarán en los próximos horizontes de la planificación hidrológica, y que, previsiblemente, a medio plazo la población agraria ocupada no superará el medio millón de empleos. Además, y por las razones físicas, demográficas y económicas ya apuntadas, este retroceso general a nivel nacional será probablemente más intenso en los territorios de la España rural interior y septentrional.

Pese al poco favorable panorama descrito, y a las graves incertidumbres de futuro, debe señalarse la relativamente elevada dependencia que aún se registra en buena parte del territorio español respecto del sector primario, y que no es, en definitiva, más que un reflejo de la tradicional vocación agraria de una parte apreciable de la estructura productiva de nuestro país. Este factor habrá de ser tenido muy en consideración en el futuro próximo, habida cuenta de los previsibles efectos sociales y territoriales que cabe esperar de los fuertes procesos de ajuste que se avecinan en dicho sector.

Los detalles de estas magnitudes económicas se verán más adelante, cuando se examine la economía del agua desde el punto de vista sectorial, pero vale la pena apuntarlo aquí, dejando constancia de su importancia.

2.3.4.3. Conclusiones

De forma general, y sin perjuicio de singularidades en algunos territorios especialmente productivos y competitivos, parece poco verosímil que la actividad comercial vinculada a los mercados de productos agrarios sea capaz por sí misma, sin recurso a subvenciones, de generar el suficiente valor añadido para sostener los niveles de población de las décadas anteriores, por lo que, si se desea moderar esta negativa situación, deberá recurrirse a una decidida y explícita intervención pública. No obstante, y a la vista de las tendencias y experiencias del pasado reciente, hay que apuntar que, lamentablemente, no existe garantía de que, aún con esa intervención pública, se consigan los objetivos apuntados.

En efecto, es un hecho indudable que las generaciones jóvenes sólo estarán dispuestas a continuar en esta actividad si sus expectativas de renta no son claramente inferiores a las que se les ofrecen en otras actividades. Ya en estos momentos más del 30% de la renta agraria procede de las subvenciones de la UE, con la erraticidad y precariedad que ello comporta, por lo que no existe la seguridad de que pueda reac-

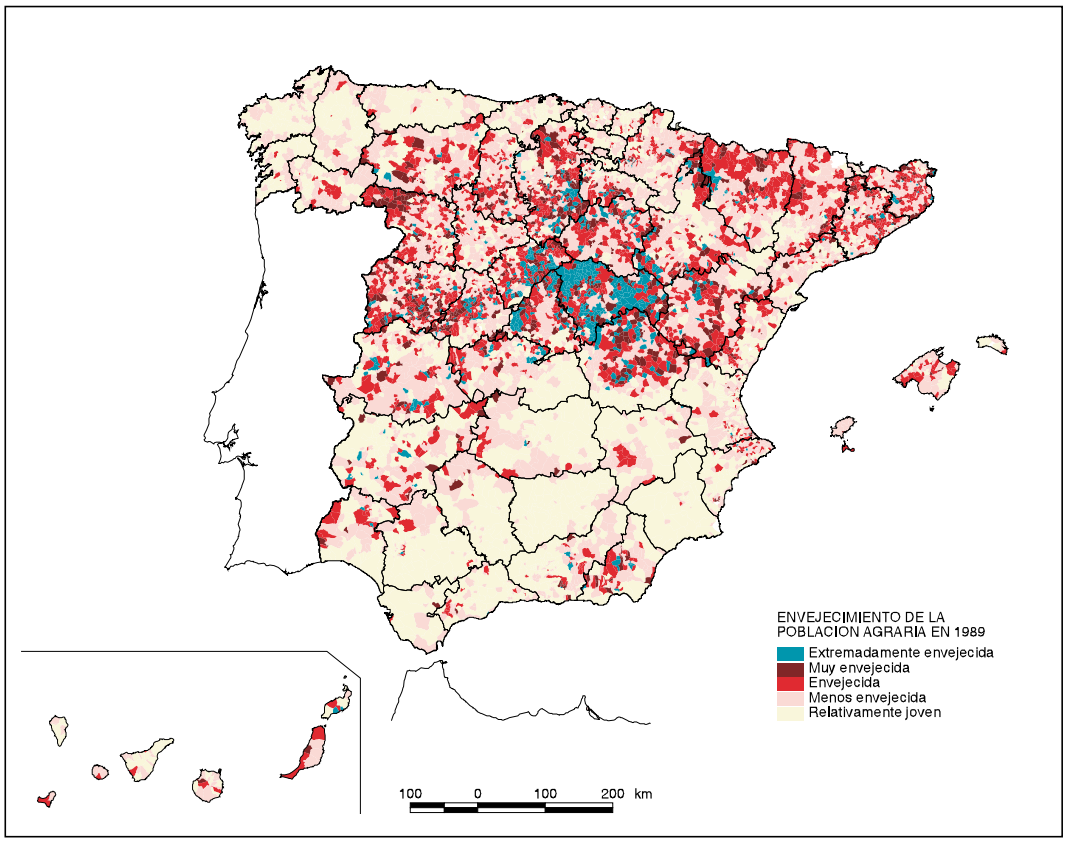


Figura 45. Mapa de envejecimiento de la población agraria

cionarse favorablemente ante coyunturas adversas fuera de estas relaciones de dependencia.

Aún más, y como cuestión previa, habría que demostrar que de esa manera se satisfacen mejor los intereses, tanto de los propios territorios afectados ante otras alternativas de desarrollo, como los generales de la economía nacional, cuestiones ambas que, conceptual y teóricamente, distan mucho de estar resueltas.

2.3.5. Industria

En concordancia con la denominación de la legislación de aguas, que se refiere a usos industriales diferenciándolos de los energéticos, emplearemos este término para referirnos a todos aquellos subsectores, dentro del gran sector de la actividad industrial, no específicamente dedicados a la producción de energía.

Desde la óptica que nos interesa, este sector de actividad supone una situación de concentración espacial de demandas de agua, cuyo correcto suministro -en cantidad y calidad- es de fundamental importancia para el mantenimiento de la actividad productiva. De igual modo, y según las actividades concretas que se realicen, puede suponer un importante riesgo de contaminación de las aguas en estas áreas de concentración.

Tras el desarrollo de los focos industriales tradicionales catalán y vasco -seguidos con retraso por el madrileño- desde mediados del siglo XIX a mediados del XX, y en un contexto predominantemente rural, el tránsito de España hacia una sociedad urbano-industrial se produce básicamente desde el Plan de Estabilización (1959) hasta los años 70, con unas tasas de expansión muy elevadas durante apenas dos décadas. La evolución de la actividad industrial en los años más recientes se ha caracterizado por una disminución de las tasas de expansión anteriores, una creciente transnacionalización -culminada con la integración europea- y una rápida mejora tecnológica. Todo ello ha forzado la reestructuración de numerosos sectores productivos y empresas, agotado algunos procesos acumulativos en las zonas de industrialización tradicional, y desplazado ciertos segmentos de actividad a otros espacios periféricos (Méndez Gutiérrez del Valle [1990] p.13), pero sin que todo ello haya modificado sustancialmente las localización de las áreas económico-industriales dominantes del país.

Así, en el último decenio la industria española ha mantenido, e incluso aumentado, el grado de concentración espacial, pues las 10 provincias más industrializadas aportan el 61% del Valor Añadido Bruto (VAB) industrial, y sólo las cuatro más importantes -Barcelona, Madrid, Valencia y Vizcaya- representan el 43%.

Cuatro ámbitos espaciales concentran actualmente el 73% del valor añadido industrial: el litoral mediterráneo, desde Gerona a Murcia, que concentra el 37,8% del VAB; Madrid y su área de influencia axial -Toledo y Guadalajara- con el 13,5%; el litoral Cantábrico, desde Guipúzcoa hasta Asturias, con el 12,5%; y el valle del Ebro -Alava, Navarra, Rioja, Zaragoza y Lérida- con el 8,8%.

En el siguiente nivel aparece el área de Sevilla-Cádiz-Huelva y Málaga -5,4% del producto industrial-, que ya corresponde a territorios sin preponderancia industrial y, en general, dominados por industrias de tecnologías maduras.

El mapa adjunto, elaborado a partir de las estadísticas a escala municipal, muestra la distribución territorial de la actividad industrial, y permite apreciar visualmente las áreas comentadas (fig. 46).

Es de destacar que los territorios mediterráneos y suratlánticos, afectados por limitaciones de recursos hídricos, concentran más del cuarenta por ciento de la actividad industrial española, y que en el período 1988-91 se detecta en ellos un crecimiento industrial ligeramente superior. Ello abunda en lo ya comentado en relación con los abastecimientos urbanos.

Como previsión en el medio plazo, y dado el carácter relativamente autónomo respecto a decisiones políticas-administrativas, parece posible afirmar que la continuidad de esta dinámica territorial cuenta con mayores probabilidades que otras alternativas, que precisarían, para ser aceptadas, de un marco de política económica y regional muy diferente al actual y al previsible a corto plazo.

2.3.6. Energía

Emplearemos el término de sector energético, en concordancia con la denominación de la legislación de aguas, para designar, dentro del gran grupo de la actividad industrial, a la específicamente dedicada a la producción de energía eléctrica.

Dentro de este sector cabe diferenciar, a su vez, dos situaciones distintas: la de la producción de energía hidroeléctrica mediante la turbinación de caudales de agua aprovechando su energía potencial (hidroelectricidad), y la de la utilización del agua para la refrigeración de centrales de producción térmicas (refrigeración). Por otra parte, ambos tipos de centrales se complementan en el suministro eléctrico: las centrales térmicas (convencionales o nucleares) suelen tener gran potencia y funcionamiento continuo, cubriendo la base de la curva de demanda, mientras que las hidroeléctricas, dada su enorme flexibilidad de operación, pueden adaptarse continuamente a las variaciones de demanda, asegurando estabilidad de frecuencia y potencia, y proporcionando la denominada carga rodante (grupos en funcionamiento a carga reducida, capaces de elevarla instantáneamen-

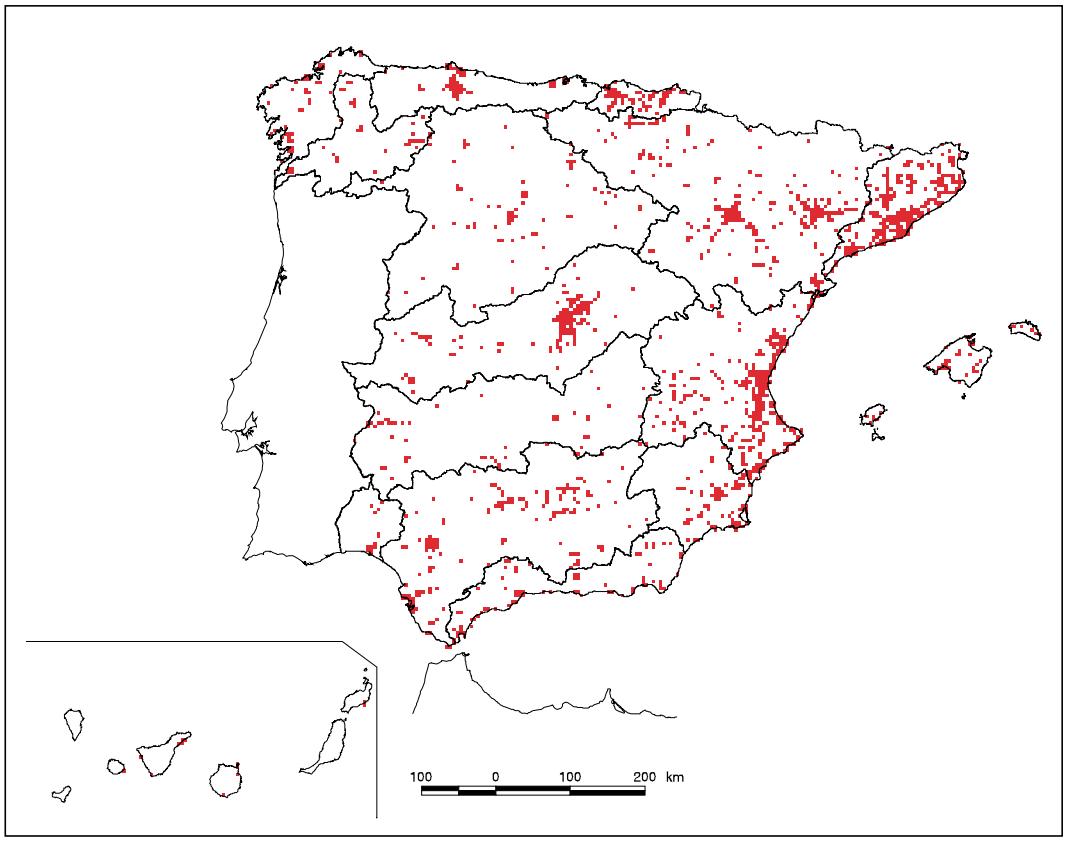


Figura 46. Mapa de distribución territorial de la actividad industrial

te), para suplir los fallos que pudieran producirse en otras centrales del sistema.

Es evidente que, dentro del gran sector de actividades industriales, el sector de la producción de energía eléctrica (o sector energético) tiene una importancia muy singular desde el punto de vista de los recursos hídricos, ya que la componente hidroeléctrica de esta industria tiene, como se ha apuntado, la característica de necesitar un aporte masivo de agua, en cantidades no comparables al resto de la actividades industriales para las que el agua es un insumo más -y no el más importante- del proceso productivo. Además, este agua no es consumida sino que retorna íntegramente al sistema hidráulico tras su uso, lo que constituye también un rasgo peculiar dentro del gran sector de las actividades industriales demandantes de recursos hídricos.

2.3.6.1. Estructura sectorial de la producción eléctrica

Dentro del sector eléctrico, la energía hidroeléctrica ha tenido durante décadas una contribución fundamental en el balance energético español, si bien ésta ha mostrado un comportamiento estacionario e incluso decreciente desde mediados de los años 60 (en los que suponía un 70-80% del total), atribuible tanto a la puesta en marcha de producción nuclear como, desde el año 80, a las desfavorables condiciones hidrológicas registradas en el país. Esta evolución se pone de manifiesto en el gráfico siguiente, de elaboración propia a partir de datos de UNESA (1998a), donde se recoge la estructura de la producción de energía eléctrica desde el año 1940 hasta la actualidad, expresada por los porcentajes de participación de sus distintos componentes básicos: hidráulico, térmico convencional y nuclear (fig. 47).

El sector eléctrico suministra una parte importante de la energía final consumida en España, con una participación que ha ido evolucionando desde el 12,7% en 1973 hasta algo más del 18% en que se sitúa a partir de 1990, cifra que se mantiene prácticamente estable desde entonces (con datos de UNESA, en 1994 los productos petrolíferos aportaron el 68,9%; el gas, el 8,4% y el carbón, el 4,5%). En estos momentos, la aportación del sector al VABpm (Valor Añadido Bruto a precios de mercado) total español está en torno al 2,6%.

Estas cifras básicas muestran, por tanto, que en la actualidad la hidroelectricidad aporta, dependiendo de los años, entre el 15% y el 25% de la producción eléctrica (mucho más en años de excelentes condiciones hidrológicas), lo que supone tan solo alrededor del 3% ó 3,5% de la energía final que se consume en España. Sin embargo, a los efectos que aquí interesan la hidroelectricidad presenta dos importantes características que realzan, desde el punto de vista económico, su papel dentro del sector. En efecto, primero, constituye la principal fuente de energía limpia y renovable y, segundo, opera cubriendo las horas punta de la curva

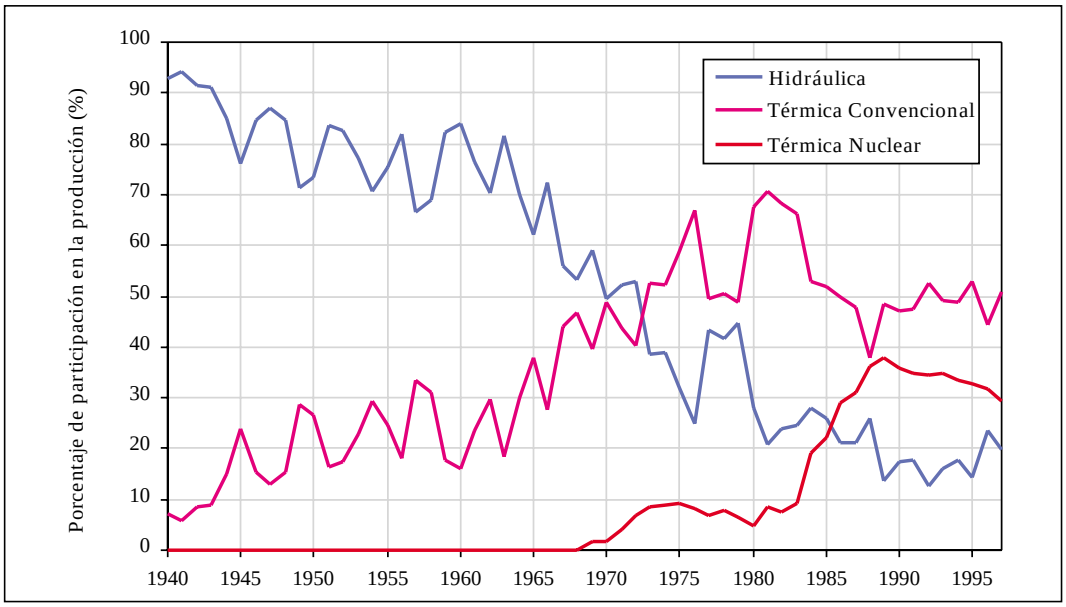


Figura 47. Evolución desde 1940 de la estructura sectorial de la producción eléctrica

de carga eléctrica, permitiendo un servicio continuado de calidad. Ambas circunstancias conducen a que, pese a su relativamente modesta contribución total al balance energético nacional, deba ser resaltarse su gran importancia desde el punto de vista energético.

Finalmente, y como conclusión, en términos de VAB, su función de producción, más favorable que la del resto de las fuentes importantes, y sus mejores precios de venta permiten estimar la contribución del subsector hidroeléctrico en torno al 0,7% del total nacional.

2.3.6.2. Estructura territorial de la producción hidroeléctrica

Desde el punto de vista de su distribución territorial, la producción hidroeléctrica se localiza muy desigualmente como consecuencia, claro está, de la disponibilidad de recursos hidráulicos, y de las diferentes posibilidades topográficas de los territorios para poder aprovechar la energía potencial del agua. El gráfico siguiente refleja en valores medios dicha estructura de participación, sobre la producción hidroeléctrica total, de las distintas cuencas españolas (fig. 48).

Puede verse con claridad el dominio absoluto en cuanto a producción que tienen las cuencas cantábricas, Ebro, Duero y Tajo, y, a mucho menor escala la del Júcar. Frente a éstas, el resto (Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura y Cataluña) tienen una contribución hidroeléctrica absolutamente marginal, fruto tanto de sus peores condiciones naturales (caudales y relieve) como de su históricamente dominante vocación agrícola. Esto no es sino una expresión evidente de la distinta especialización territorial de las cuencas, y el resultado de desarrollar sus distintas potencialidades relativas.

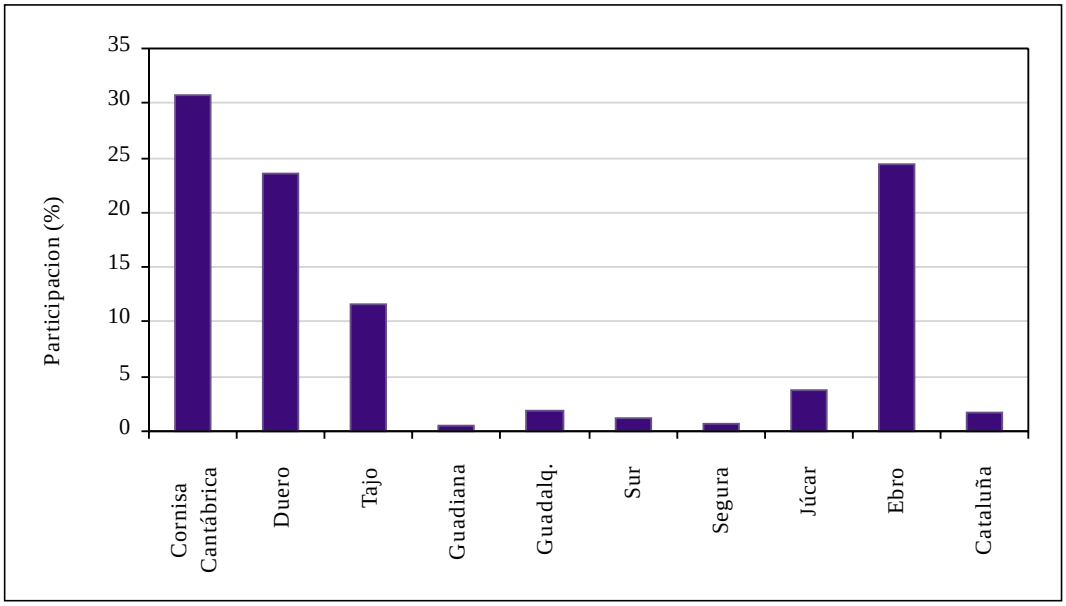


Figura 48. Participación de las cuencas hidrográficas en la producción hidroeléctrica total

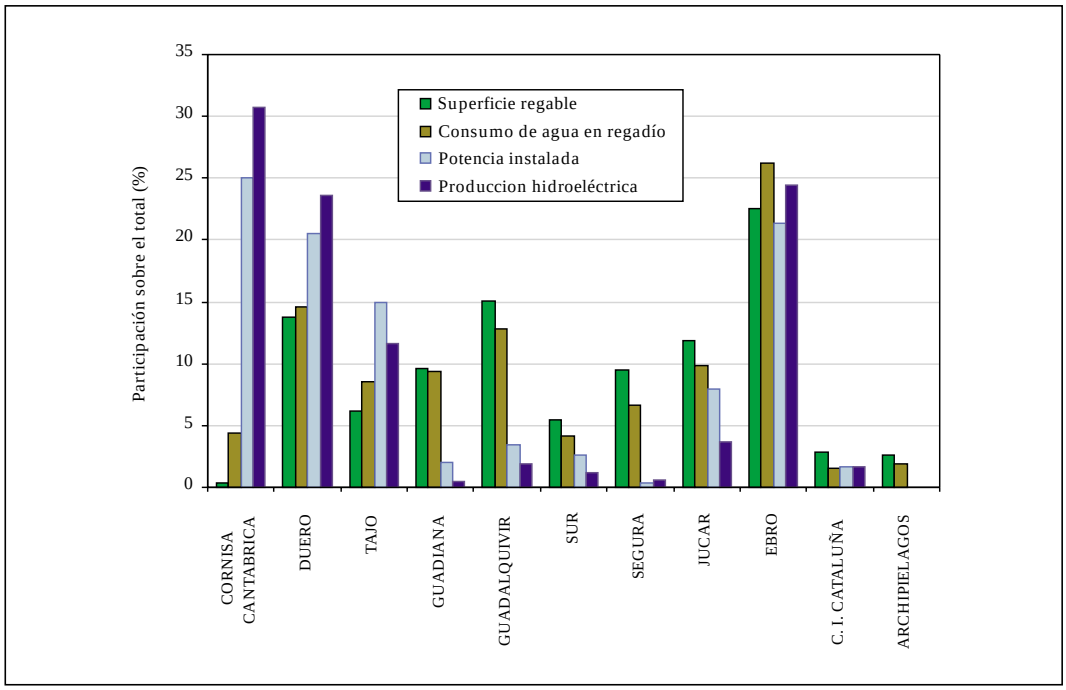


Figura 49. Participación relativa de las distintas cuencas en las superficies y consumos de agua en regadío, potencias instaladas, y producción hidroeléctrica

Evidentemente, entre ambos sectores existe diferente grado de competencia por el uso del agua en las distintas cuencas en función de sus capacidades productivas y de los volúmenes de agua que pueden utilizarse. Así, en tanto que en el Duero y Ebro parece haber recursos para ambos usos, no sucede lo mismo en el Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura y Júcar, cuyos costes de oportunidad deberían ser analizados con el detalle oportuno, tal y como se esbozará más adelante, al estudiar la economía sectorial del agua. En todo caso, y avanzando datos que se verán posteriormente con detalle, las diferencias territoriales existentes y los distintos perfiles productivos pueden verse en la figura 49, en la que se representa el porcentaje de participación de las distintas cuencas, sobre el total nacional, en las superficies y consumos de agua en regadío, las potencias hidroeléctricas instaladas y, como antes, la producción hidroeléctrica.

Como se observa, en algunas cuencas es mayor la participación en superficie que en consumo (Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura, Júcar, Cataluña y archipiélagos), mientras que en el resto sucede lo contrario. Análogamente, hay cuencas con mayor participación en producción hidroeléctrica que en potencia instalada (Cornisa Cantábrica, Duero y Ebro).). Esta diferencias de participación relativa se deben, en el caso del regadío, a las diferencias en las necesidades hídricas de las alternativas de cultivos y en las eficiencias, mientras

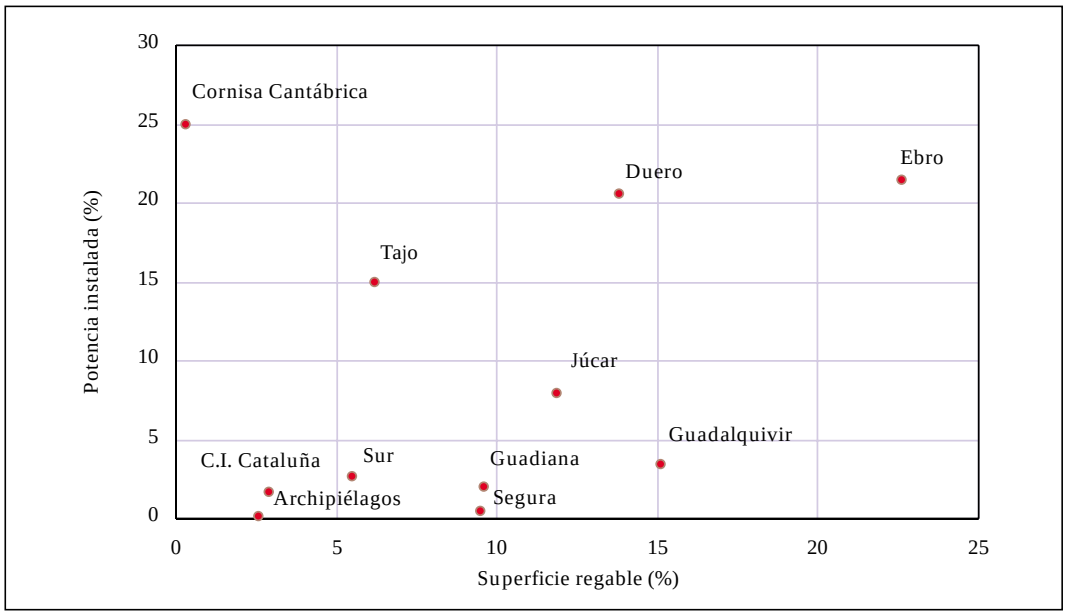


Figura 50. Participación relativa de superficies de riego y potencias instaladas por cuencas hidrográficas

que las diferencias entre potencia instalada y producción se deben a los distintos equipamientos y horas de utilización de las centrales

Si los porcentajes relativos de superficies y potencias instaladas de cada cuenca se representan en coordenadas cartesianas se obtiene el gráfico de la figura 50, que permite apreciar, con mayor claridad si cabe, las distintas tipologías productivas.

En efecto, como antes se apuntó, solo Ebro y Duero presentan cuantías relativamente importantes para ambos usos (del orden de más del 15% en ambos casos). Tajo y Júcar presentan también -aunque a menor escala- un importante aprovechamiento conjunto, mientras que las cuencas cantábricas son netamente hidroeléctricas, y las del sur peninsular (Guadalquivir, Guadiana y Segura) netamente agrícolas.

Sin perjuicio de que en capítulos posteriores volvamos sobre tales diferencias de orientación territorial, es conveniente retener ahora estos rasgos básicos, pues ayudan a entender la ya reiteradamente señalada complejidad y diversidad de situaciones que ofrece nuestro país en materia de aprovechamientos de aguas.

2.4. MARCO INSTITUCIONAL

Tras el somero examen de los marcos de referencia físico (clima, geología, suelos, medio biótico…) y socioeconómico (población, turismo, actividad industrial, energía…), es oportuno exponer someramente algunos rasgos básicos del tercer gran pilar sobre el que se apoya la gestión y conforma la problemática de las aguas, que no es otro sino el de las condiciones organizativas e institucionales, y ello referido tanto a las organizaciones y regulaciones propias como a las cada vez más importantes condiciones internacionales.

Como en el caso del medio físico y el sustrato socioeconómico, el marco institucional puede considerarse también propiamente como una infraestructura, es decir, una condición previa que soporta y condiciona la gestión y utilización del agua. Más aún, a diferencia de lo que sucede con otros recursos naturales, mucho menos sometidos a estos condicionantes, es mediante las construcciones institucionales como, en gran medida, se ejecutan las políticas del agua, y estas construcciones institucionales desempeñan, como se verá, un papel particularmente destacado en su desenvolvimiento.

Bajo este epígrafe se procederá, pues, a describir sucintamente tales condicionamientos atendiendo en primer lugar a la configuración territorial del Estado y, como consecuencia, a las condiciones que esta configuración comporta en cuanto a las aguas. Se continuará con los antecedentes históricos que han desembocado en la regulación jurídica vigente, así como con los aspectos más significativos de esta regulación, apuntando brevemente algunas consideraciones sobre las organizaciones básicas en la gestión de las aguas. Se concluirá, finalmente, con algunas otras cuestiones puntuales que cabe resaltar.

Se ha dicho y reiterado que el mundo del derecho impregna al del agua, lo penetra y lo configura. Por ello, como ya se ha dicho, nos limitaremos aquí a apuntar los rasgos básicos del contexto institucional actual, dejando algunas cuestiones específicas para su consideración posterior, junto con otros aspectos técnicos, y entreveradas con aquellos. De este modo las reflexiones jurídicas aparecen entremezcladas y quedan embebidas con otras consideraciones, atravesando todo el texto, y eludiendo la necesidad de un capítulo específico aislado y separable. Ello redunda en el carácter multifacético y poliédrico que debe presentar el estudio de las aguas, y que se desea dar a este documento.

Asimismo, la exposición de la situación actual y las dificultades que se detectan en esta situación no requiere por ahora apuntar posibles soluciones o ideas para la actuación futura. Tales posibles ideas o soluciones admiten por lo general orientaciones ideológicas y políticas distintas, por lo que, como se indicó con carácter general, se reservan a otro capítulo de este Libro, en el que se exponen los fundamentos conceptuales y actuaciones que se consideran convenientes para el futuro.

2.4.1. La organización territorial y las Comunidades Autónomas

Un elemento de la mayor importancia en la configuración del actual marco institucional español es sin duda el de la nueva organización territorial resultante del Estado de las Autonomías.

Esta organización ha planteado, como se verá, algunos nuevos problemas jurídicos en cuanto a las competencias en materia de aguas, que serán examinados en otros epígrafes de este documento. Pero además de estos problemas específicos jurídicos, se ha planteado también, y acaso con mayor importancia pues es la que los propicia, una importante cuestión de fondo sobre los límites de la soberanía, la territorialidad, la organización administrativa… cuestiones decisivas desde el punto de vista de la política y la autoridad hidráulica.

El desarrollo legislativo y la adaptación, interpretación, y progresiva depuración del cuerpo legal, a la luz del texto constitucional, ha ido configurando una compleja realidad en la que tanto el Gobierno central

	Superficie	Población 1995	Densidad de población (hab/km²)		PIB por km² miles pts. 1985		PIB por habitante miles pts. 1985			PIB por habitante 1995	
	(km²)	(miles)	1985	1995	1985	1995	1985	1995	% var. Acum. anual	Miles de pts.	Indice España =100
Andalucía	87.218	7.056	77,3	80,9	39.760	64.373	519,3	795,7	3,3	1.335,9	80,8
Aragón	47.669	1.182	24,9	24,8	20.105	29.404	807,3	1.185,8	3,2	1.990,9	120,4
Asturias	10.565	1.082	105,7	102,4	73.626	94.045	707,1	918,3	2,2	1.541,7	93,2
Baleares	5.014	714	135,3	142,4	144.112	251.900	1.035,9	1.768,9	3,7	2.969,9	179,5
Canarias	7.273	1.523	201,6	209,4	134.860	243.930	683,9	1.164,9	4,0	1.955,7	118,2
Cantabria	5.289	527	98,7	99,6	70.339	99.138	714,1	994,9	2,7	1.670,4	101,0
Cast.-La Mancha	79.226	1.671	21,1	21,1	11.765	20.024	573,5	949,4	3,8	1.593,9	96,4
Castilla y León	74.147	2.543	27,4	34,3	17.856	33.546	666,2	978,1	2,9	1.642,1	99,3
Cataluña	31.930	6.106	187,5	191,2	168.465	260.682	904,9	1.363,2	3,3	2.288,6	138,4
Com. Valenciana	23.305	3.884	159,9	166,7	121.863	186.557	750,7	1.119,4	3,1	1.879,3	113,6
Extremadura	41.602	1.069	26,0	25,7	12.394	19.278	495,6	750,2	3,4	1.259,6	76,1
Galicia	29.434	2.717	96,5	92,3	55.648	86.724	601,1	939,5	3,3	1.577,3	95,4
Madrid	7.995	5.014	597,5	627,1	571.237	866.374	952,9	1.381,5	3,0	2.319,3	140,2
Murcia	11.317	1.068	88,5	94,4	53.867	85.261	607,9	903,5	3,0	1.516,8	91,7
Navarra	10.421	521	49,5	50,0	39.367	64.328	799,4	1.286,7	4,0	2.160,2	130,6
País Vasco	7.261	2.110	29,5	290,6	238.056	363.769	832,5	1.251,8	3,0	2.101,7	127,1
Rioja, La	5.034	263	51,5	52,2	40.948	67.772	788,3	1.297,2	3,6	2.177,9	131,7
Ceuta	18	67	3.611,1	3.722,2	--	--	--	--	--	1.501,2	92,3
Melilla	12	60	4.333,3	5.000,0	--	--	--	--	--	1.501,2	92,3
TOTAL ESPAÑA	504.750	39.178	75,9	77,6		55.055	732,6	1.035,9	3,5	1.654,1	100,0

Tabla 1. Algunos datos básicos de las Comunidades Autónomas (población)

como el de las 17 Comunidades Autónomas y 2 Ciudades Autónomas disponen de importantes poderes y asumen responsabilidades compartidas y concurrentes en materias ambientales y de gestión de recursos, asuntos sobre los que también incide la competencia municipal.

Las tablas 1 y 2, con datos de Tamames y Rueda (1997) p.897, muestran las principales características de las distintas Comunidades Autónomas (tanto desde el punto de vista de la población como de la actividad económica) en los años 1985 y 1995, lo que permite observar tanto su especialización relativa como su evolución reciente.

Con objeto de proporcionar una primera imagen de la situación organizativa, las figuras adjuntas muestran conjuntamente los ámbitos territoriales de las Comunidades Autónomas, junto con los de los distintos Planes Hidrológicos. En la figura 51, se distinguen los ámbitos de planes hidrológicos realizados por órganos de la Administración General del Estado, y los realizados por órganos de las comunidades autónomas.

La figura 52 muestra conjuntamente ambos conceptos, pudiendo apreciarse claramente las superposiciones y relaciones existentes.

Todo ello (superposiciones de ámbitos, competencias concurrentes, heterogeneidad normativa…) ha supuesto un cambio sustancial en la organización territorial político-administrativa, cuya incidencia sobre las aguas es decisiva, y ha planteado una especial problemática que como se verá, y pese a los esfuerzos normativos realizados, dista mucho de estar satisfactoriamente resuelta.

2.4.2. El Actual Marco Jurídico

Tras apuntar la situación de organización territorial que configura nuestro actual ordenamiento político-institucional, se procederá ahora a la somera descripción del marco jurídico global actual, dando cuenta de sus disposiciones básicas, y apuntando algunos problemas existentes.

La complejidad y especificidad de las normas y regulaciones relativas a las aguas ha dado lugar a que pueda hablarse, con propiedad, de una disciplina diferenciada dentro de la ciencia jurídico-administrativa, con criterios, jurisprudencia y doctrina específica sobre los recursos hídricos y su aprovechamiento, y que se podría denominar Derecho de Aguas. Esta madurez y especificidad lleva consigo que los criterios y normas que configuran y sobre las que se sustenta la administración y gestión de las aguas en España sean muy numerosos y con gran diversidad de alcances y contenidos.

	PIB Total	% sobre total	Estructura del PIB (Total regional = 100)							
	1995 (Mpts)	nacional 1995	Agricultura y Pesca		Industria		Construcción		Servicios	
			1985	1995	1985	1995	1985	1995	1985	1995
Andalucía	9.426.206	13,0	13,6	9,3	18,0	13,9	6,8	10,3	61,6	66,2
Aragón	2.353.227	3,2	8,8	6,9	32,0	27,5	5,2	7,5	54,0	57,9
Andalucía	9.426.206	13,0	13,6	9,3	18,0	13,9	6,8	10,3	61,6	66,2
Asturias	1.668.129	2,3	4,4	3,4	39,8	31,3	4,3	7,3	51,5	57,8
Baleares	2.120.497	2,9	2,6	1,4	11,0	7,8	6,5	6,5	79,9	84,1
Canarias	2.978.544	4,1	5,1	3,3	10,9	8,9	9,6	7,9	74,4	79,7
Cantabria	880.312	1,2	6,2	5,0	30,7	23,8	4,8	7,0	58,2	64,0
Cast. La Mancha	2.663.460	3,7	16,9	12,4	23,9	23,5	8,8	11,9	50,4	52,0
Cast. y León	4.175.935	5,7	12,6	10,7	27,2	24,6	6,3	8,3	53,9	56,2
Cataluña	13.974.433	19,2	2,5	1,8	34,1	28,2	4,3	7,1	59,1	62,8
Com. Valenciana	7.299.367	10,0	5,1	3,2	28,4	26,1	5,7	7,6	60,8	62,8
Extremadura	1.346.461	1,9	16,9	14,2	16,2	15,6	8,2	11,8	58,8	58,2
Galicia	4.285.610	5,9	11,4	7,7	23,8	20,2	7,4	11,7	57,4	60,2
Madrid	11.629.163	16,0	0,3	0,2	19,7	16,7	4,2	6,1	75,8	76,9
Murcia	1.619.968	2,2	11,9	8,6	23,8	20,4	7,0	9,9	57,3	61,0
Navarra	1.125.475	1,5	7,3	5,0	35,3	35,7	5,5	7,2	51,9	52,0
País Vasco	4.434.526	6,1	2,3	1,8	11,0	34,7	3,8	6,7	49,9	56,5
Rioja, La	572.777	0,8	12,4	11,8	29,7	28,8	5,4	6,7	52,5	52,5
Ceuta, Melilla	208.058	0,3	1,4	0,6	6,2	3,8	5,2	6,4	87,2	89,1
TOTAL ESPAÑA	72.762.148	100,0	6,4	4,7	26,5	22,1	5,6	8,1	61,5	65,0

Tabla 2. Algunos datos básicos de las Comunidades Autónomas (estructura del PIB)

Nos ceñiremos aquí exclusivamente a los textos fundamentales sobre los que se asienta en la actualidad esta regulación, considerando como tales el texto constitucional, los Estatutos de Autonomía de las Comunidades Autónomas, la regulación estatal básica de carácter sectorial -Ley de Aguas de 1985 y los Reglamentos que la desarrollan-, la Ley de Aguas de Canarias de 1990, y diversas disposiciones sobre aguas dictadas por las Comunidades Autónomas.

2.4.2.1. Constitución Española

Dentro del gran marco genérico normativo establecido por el texto constitucional, son varias las referencias relevantes a los efectos de la gestión y administración de las aguas. Entre ellas cabría resaltar las que se refieren a la fundamental cuestión competencial entre el Estado y las Comunidades Autónomas, tanto en aguas como en otros aspectos sectoriales, y las que se refieren a las actuaciones de los poderes públicos en relación con el agua.

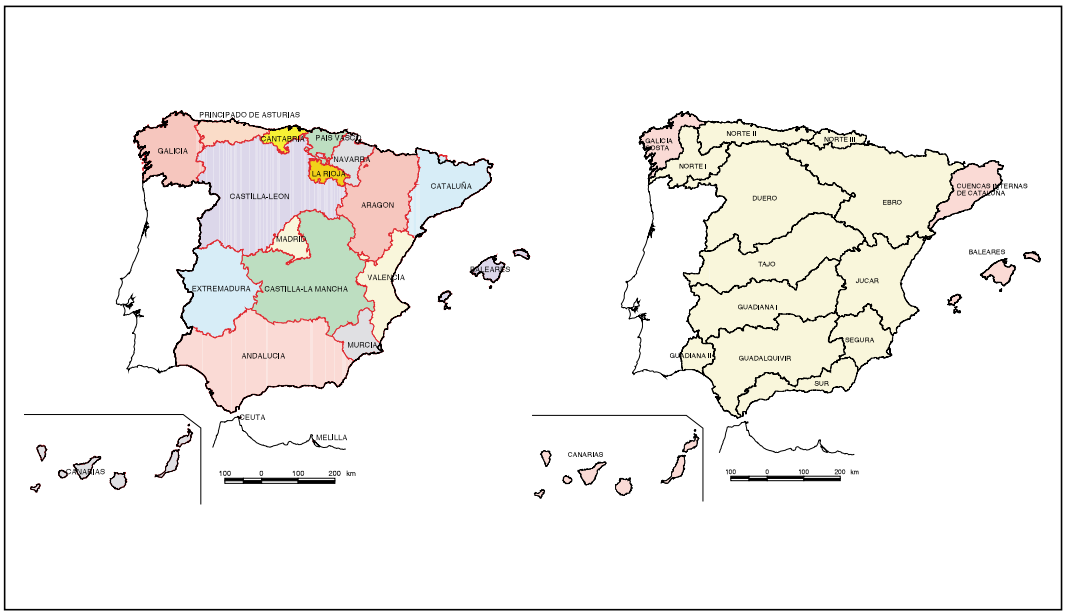


Figura 51. Mapas de ámbitos territoriales de las Comunidades Autónomas y de los Planes Hidrológicos



Figura 52. Mapa conjunto de ámbitos territoriales de las Comunidades Autónomas y de los Planes Hidrológicos

2.4.2.1.1. La distribución competencial en materia de aguas

El artículo 149.1.22ª de la Constitución reserva al Estado la competencia exclusiva en materia de legislación, ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurran por más de una Comunidad Autónoma, en tanto que, de acuerdo con lo previsto por el artículo 148.1.10ª, las Comunidades Autónomas pueden asumir competencias sobre los proyectos, construcción y explotación de los aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos de interés de la Comunidad Autónoma; las aguas minerales y termales.

Así, de la propia Constitución parte un tratamiento diferente de la competencia estatal y autonómica, pues en tanto el criterio de asunción de la competencia autonómica relativa a los aprovechamientos, canales y regadíos es el del interés (art. 148.1.10), la competencia estatal se rige por el criterio territorial (cuando las aguas discurran por más de una Comunidad Autónoma).

En la franja intermedia que puede hallarse entre ambos preceptos ha sido posible que las Comunidades Autónomas asuman estatutariamente competencias más allá de lo previsto en el art. 148.1.10, pero siempre con la limitación territorial que deriva de lo previsto en el art. 149.1.22.

En el marco de estos preceptos constitucionales, los Estatutos de Autonomía han recogido la competencia en materia de aguas del siguiente modo:

- Aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos:

  Las Comunidades Autónomas que accedieron a la autonomía por la vía del artículo 151 de la Constitución asumieron en sus Estatutos la competencia exclusiva en materia de aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos cuando las aguas discurran íntegramente dentro del territorio de la Comunidad Autónoma.

  Las Comunidades Autónomas que accedieron a la autonomía por la vía del artículo 143 de la Constitución, limitadas originalmente por el art. 148.1.10ª, asumieron la competencia en materia de proyectos, construcción y explotación de los aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos de interés de la Comunidad Autónoma, si bien todos los Estatutos añadieron una cláusula de territorialidad: cuando las aguas discurran íntegramente dentro del territorio de la Comunidad Autónoma.

  Posteriormente, la Ley Orgánica 9/1992, de 23 de diciembre, de transferencia de competencias a las Comunidades Autónomas que accedieron a la autonomía por la vía del artículo 143 de la Constitución, transfirió a las Comunidades Autónomas de Asturias, Cantabria, La Rioja, Región de Murcia, Aragón, Castilla-La Mancha, Extremadura, Islas Baleares, Madrid y Castilla y León la competencia exclusiva en materia de ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas dis-

curran íntegramente por el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma, competencia recogida posteriormente en las reformas de todos los Estatutos de Autonomía de las Comunidades afectadas.

Las Ciudades de Ceuta y Melilla han asumido únicamente funciones ejecutivas sobre proyectos, construcción y explotación de aprovechamientos hidráulicos.

- Aguas minerales, termales y subterráneas

Actualmente, todas las Comunidades Autónomas tienen competencia exclusiva sobre las aguas minerales y termales.

Sobre las aguas subterráneas, han asumido la competencia exclusiva las siguientes Comunidades Autónomas: País Vasco, Cataluña, Galicia, Andalucía, Comunidad Valenciana, Navarra, Murcia, Aragón, Castilla-La Mancha, Extremadura y Madrid.

No obstante, en todos los textos de reforma de los Estatutos pendientes de aprobación en el Congreso, excepto el de Baleares (es decir, en los de Asturias, Cantabria, La Rioja, Extremadura y Castilla y León), también se recoge dicha competencia.

Los Estatutos de Andalucía, Murcia, Castilla-La Mancha y Madrid, así como los textos pendientes de aprobación en el Congreso de los Estatutos de Cantabria y Extremadura, recogen una cláusula de territorialidad en relación con las aguas subterráneas cuando discurran íntegramente por el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma.

El Estatuto de Canarias se refiere a las aguas, en todas sus manifestaciones, incluyendo este concepto, tanto las aguas minerales y termales como las subterráneas.

Este complejo entramado competencial ha sido clarificado por la Ley de Aguas, especialmente tras su enjuiciamiento constitucional a través de la STC 227/88, que contiene determinaciones fundamentales para delimitar las competencias estatales y autonómicas en materia de aguas:

- Solamente el Estado puede, por ley, demanializar las aguas continentales, como categoría de bienes naturales. En el FJ 14 de la Sentencia 227/88, el Tribunal se pronuncia sobre la relación entre la titularidad del dominio público y la competencia en materia de aguas:

del art. 149.1.22 de la Constitución no se infiere expresamente que el legislador pueda incluir en el dominio público del Estado únicamente las aguas que discurran por más de una Comunidad Autónoma, y tampoco se establece en ese precepto y en ningún otro de la Constitución y de los Estatutos de Autonomía que a las Comunidades Autónomas corresponda la potestad de demanializar o, en su caso, de ser titulares de las aguas continentales que discurran íntegramente por su territorio (...) tampoco es manifiesto que la potestad de demanializar y la titularidad de los bienes de dominio público constituyan una atribución implícita o inherente a las competencias que las Comunidades Autónomas han asumido sobre los aprovechamientos hidráulicos (...) Muy al contrario (...) con base en el texto de la Constitución y de los Estatutos de Autonomía, las normas que distribuyen competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas sobre bienes de dominio público no prejuzgan necesariamente que la titularidad de los mismos corresponda a éste o a aquéllas (...) son, en principio, separables la propiedad publica de un bien y el ejercicio de competencias públicas que lo utilizan como soporte natural.

La Constitución ha dispuesto así, que algunos de los tipos de bienes que doctrinalmente se han definido como pertenecientes al demanio 'natural' formen parte del dominio público del Estado. Sin embargo, con un criterio flexible, no ha pretendido agotar la lista o enumeración de los géneros de bienes que, asimismo, en virtud de sus caracteres naturales, pueden integrarse en el demanio estatal (...) pero sí ha querido explícitamente reservar a la Ley, y precisamente a la Ley estatal, la potestad de completar esa enumeración.

...corresponde al legislador estatal en exclusiva la potestad para excluir genéricamente del tráfico jurídico privado las aguas continentales, consideradas como un género de bienes naturales o un recurso natural unitario, y para integrarlas en el dominio público del Estado.

- El criterio de delimitación de competencias utilizado por la Ley de Aguas, basado en el concepto de cuenca, resulta conforme con la Constitución:

El criterio de la cuenca hidrográfica como unidad de gestión permite una administración equilibrada de los recursos hidráulicos que la integran, en atención al conjunto de intereses afectados que, cuando la cuenca se extiende al territorio de más de una Comunidad Autónoma, son manifiestamente supracomunitarios (...) Es claro también que las aguas de una misma cuenca forman un conjunto integrado que debe ser gestionado de forma homogénea (...) Para delimitar las competencias exclusivas del Estado, la norma constitucional permite referirse al conjunto integrado de las aguas de cada cuenca que, a través de corrientes principales y subalternas, trasvasan los confines del territorio de una Comunidad Autónoma (FJ 15).

- En cuanto a las aguas subterráneas, el Tribunal aplica también el criterio de cuenca hidrográfica: no es posible ignorar que las aguas subterráneas renovables tienen una relación directa de conexión o comunicación recíproca con los cursos de aguas

superficiales y que, en el caso de las llamadas aguas subálveas o en el de algunas corrientes que en ciertos tramos desaparecen de la superficie, forman parte inescindible de esos mismos cursos. En consecuencia, tales flujos o corrientes de aguas subterráneas, en la medida en que convergen en la red de cauces de una cuenca hidrográfica, (...) pertenecen a dicha cuenca y se integran así, a través de la misma, en el ciclo hidrológico. (FJ 16).

- A partir de ahí se construye la distinción entre cuencas intercomunitarias y cuencas intracomunitarias, estas últimas objeto de la competencia autonómica -si así la han asumido en sus Estatutos-, que comprende la facultad de legislar sobre los aprovechamientos de las aguas públicas en las cuencas intracomunitarias, con las únicas salvedades que deriven de otros títulos competenciales del Estado, como son los referidos a la legislación básica sobre contratos y concesiones administrativas y sobre el medio ambiente o a las bases del régimen minero y energético (art. 149.1.18ª, 23ª, y 25ª de la Constitución), entre otros. Con estas excepciones, procede declarar que, en estas Comunidades Autónomas y en relación con las cuencas intracomunitarias, la legislación del Estado sobre el aprovechamiento de las aguas públicas sólo puede tener carácter supletorio del derecho propio de las mismas. Por el contrario, en los demás casos, el Estado puede regular el uso y aprovechamiento de las aguas continentales, siempre que se salvaguarden las competencias asumidas por las Comunidades Autóno-mas en materia de proyectos, construcción y explotación de los aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos de su interés, así como las demás que ostenten sobre materias conexas, cuando haya de darse prioridad a otros títulos competenciales (FJ 23). Un caso singular es el de la Confederación Hidrográfica del Sur, administración dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, y cuyas cuencas hidrográficas se encuentran íntegramente en el ámbito de la comunidad de Andalucía, con la peculiariedad de la rambla de Canales, excluida de su ámbito territorial por el R.D. 650/1987.
- En cuanto al alcance de los conceptos de recursos y aprovechamientos hidráulicos, el Tribunal Constitucional indica que si el Estado ha asumido la titularidad de las aguas continentales públicas, es lógico que haya de corresponderle también la potestad de protección del demanio hídrico, con el fin de asegurar la integridad de aquella titularidad sobre todos los bienes que la componen, en aplicación y desarrollo de los principios establecidos en el artículo 132 de la Constitución (FJ 18). Este criterio resulta pues aplicable tanto a las cuencas intercomunitarias como intracomunitarias.

  En estas últimas, corresponde a las Comunidades Autónomas, en virtud de su competencia sobre los aprovechamientos, todo lo relativo al régimen de utilización de las aguas, incluyendo la policía demanial.

Posteriormente, la STC 161/96 ha perfilado algo más la cuestión, confirmando el principio de gestión unitaria de la administración del agua por cuencas hidrográficas, y destacando la participación de las Comunidades Autónomas en la misma:

> El modo más directo que tiene la Comunidad Autónoma para incidir en los intereses afectados por la administración de las aguas en las cuencas que (...) se extienden más allá de su territorio, es mediante su participación en los órganos de gobierno de las correspondientes Confederaciones Hidrográficas, en los términos previstos por la legislación estatal (...), respetando siempre el marco constitucional, que incluye como principio esencial el principio de colaboración entre el Estado y las Comunidades Autónomas (...) Las actuaciones que pueda llevar a cabo directamente cada una de las Administraciones autonómicas sobre las aguas de las cuencas hidrográficas que discurren por varias Comunidades Autónomas no son más que complemento de la que desarrollan participando en la dirección y gestión de la propia Confederación Hidrográfica y sólo son factibles en la medida en que no interfiera la actuación de ésta ni la perturbe.

El esquema resultante de reparto competencial ha sido objeto de estudio y de crítica por la doctrina, con valoración no siempre favorable (v., p.e., Martín-Retortillo [1992]; Moreu Ballonga [1990]).

Por otra parte, cabe señalar que los artículos 137 y 140 CE recogen la garantía constitucional de la autonomía local, lo que, aún sin referencia específica al agua, alude al necesario respeto otorgado constitucionalmente al núcleo de intereses propios locales, dentro de los que se incluyen algunos aspectos relacionados con este recurso.

2.4.2.1.2. La distribución de otras competencias

La descripción de los criterios específicos que rigen la distribución competencial en materia de aguas -en los que, como ya ha quedado expuesto, resulta decisivo el concepto de cuenca hidrográfica-, resultaría incompleto sin reseñar que, al propio tiempo, las aguas constituyen también el soporte físico de una pluralidad de actividades en las que tanto el Estado como las Comunidades Autónomas poseen competencias sectoriales.

La concurrencia en el mismo espacio físico de competencias de distintas Administraciones Públicas con distinto objeto jurídico es un fenómeno habitual en distintos ámbitos y se refleja también en la STC 227/1988, que en su FJ 14 afirma que ...las normas que distribuyen competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas sobre bienes de dominio público no prejuzgan necesariamente que la titularidad de los mismos corresponda a éste o a aquéllas, y que son, en principio, separables la propiedad pública de un bien y el ejercicio de competencias públicas que lo utilizan como soporte natural.

La articulación de este fenómeno de concurrencia, en las aguas continentales, es vista así por el Tribunal Constitucional:

> "La proyección sobre un mismo medio físico o recurso natural de títulos competenciales distintos en favor del Estado o de las Comunidades Autónomas impone la colaboración entre ambas Administraciones; colaboración que «resulta imprescindible para el buen funcionamiento del Estado de las Autonomías» (...) Más aún, este entrecruzamiento de competencias obliga, como queda dicho, a la coordinación entre las Administraciones implicadas, según se declara también en aquella Sentencia; coordinación que corresponde al Estado en la medida en que resulten afectados los objetivos de la planificación económica. Sentado esto, procede afirmar también que ni la competencia en materia de coordinación ni la competencia sobre las bases de la planificación autorizan al Estado para atraer hacia su órbita de actividad cualquier competencia de las Comunidades Autónomas por el mero hecho de que su ejercicio pueda incidir en el desarrollo de las competencias estatales sobre determinadas materias. La coordinación no supone «una sustracción o menoscabo de las competencias de las entidades sometidas a la misma: antes bien, presupone, lógicamente, la titularidad de las competencias en favor de la entidad coordinada» (STC 27/1987, de 27 de febrero); por lo que no puede servir de instrumento para asumir competencias autonómicas, ni siquiera respecto de una parte del objeto material sobre el que recaen.
>
> La coordinación de los planes hidrológicos de cuenca que corresponde elaborar a la Administración del Estado o a Organismos de ella dependientes con las diferentes planificaciones que les afecten ha de realizarse primordialmente a través del procedimiento de elaboración de aquéllos, como dispone el art. 38.4 de la propia Ley de Aguas; a cuyo efecto, resulta necesaria la participación de las Comunidades Autónomas que la Ley regula. Pero, sin perjuicio de esta participación, la Administración del Estado no puede establecer unilateralmente en los planes hidrológicos cualesquiera prescripciones vinculantes para la planificación urbanística u otras actuaciones públicas de competencia autonómica en virtud de una genérica potestad de coordinación, sino tan sólo en la medida en que cuente con un título competencial específico para ello . (FJ 20.e)

En este marco, se resume a continuación el sistema de distribución de competencias en aquellas materias que presentan una incidencia más clara en el sistema de gestión de las aguas continentales.

2.4.2.1.2.1. Medio ambiente y vertidos

De acuerdo con lo dispuesto por el los arts. 148.1.9ª y 149.1.23ª de la Constitución y por los Estatutos de Autonomía, corresponde al Estado dictar la legislación básica en materia de protección del medio ambiente y a las Comunidades Autónomas la competencia de desarrollo legislativo y ejecución, así como la facultad de dictar normas adicionales de protección.

La STC 227/88 aborda este ámbito particularmente en los FFJJ 25 a 27, de los que cabe destacar los siguientes pronunciamientos:

- La Ley se limita, en términos generales, a establecer algunas prescripciones de principio, con el fin de garantizar la calidad de las aguas continentales y de su entorno, sin merma de la competencia de las Comunidades Autónomas para desarrollar o complementar aquellas normas generales y para ejecutarlas en el ámbito de sus competencias administrativas sobre el dominio público hidráulico. Tales prescripciones encuentran fácil encaje en la legislación básica sobre protección del medio ambiente, que al Estado corresponde dictar ex art. 149.1.23. de la Constitución, por lo que no pueden reputarse inconstitucionales los arts. 85, 89.d) y 91.
- Dentro de este repertorio de medidas protectoras de la calidad de las aguas, destaca la facultad que el art. 88.1 atribuye al Gobierno para establecer alrededor de los lechos de lagos, embalses y lagunas un área de protección en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen. Es ésta una competencia de ejecución que no encuentra respaldo en el art. 149.1.23, de la Constitución, ni tampoco en el art. 149.1.22, cuando se trate de aguas que discurran íntegramente por una Comunidad Autónoma. De ahí que esta atribución no pueda corresponder al Gobierno en relación con las aguas o lechos intracomunitarios. Por otra parte, cuando se ejerza respecto de lagos, lagunas o embalses en cuencas intercomunitarias, la decisión gubernativa puede incidir en el ejercicio de

las competencias autonómicas sobre ordenación del territorio. La competencia del Estado sobre la ordenación de recursos y aprovechamientos hidráulicos en estas aguas no justifica una interferencia semejante en la esfera competencial de las Comunidades Autónomas, máxime con el grado de indefinición que, en cuanto al condicionamiento del uso del suelo y de las actividades en aquellas áreas, se deriva del art. 88.1.

- Ya se ha señalado que no es inconstitucional el art. 6 de la Ley de Aguas, que sujeta las márgenes de los cauces públicos a una zona de policía de 100 metros, dado que puede considerarse como una norma general básica de protección del medio ambiente. El art. 88.3 extiende esta zona de policía a las márgenes de lagos, lagunas y embalses, por lo que merece la misma calificación. También se ha expuesto que, respecto de tales zonas, los planes hidrológicos de cuenca podrían establecer una regulación, asimismo, básica de protección medioambiental. Ahora bien, atribuir, además, al Gobierno la potestad, de imprecisos límites, que le confiere el art. 88.1 supone una extralimitación competencial, en detrimento de las potestades que todas las Comunidades Autónomas han asumido sobre la ordenación del territorio y la gestión del medio ambiente.

Similar consideración recibe la regulación de los vertidos, en la que es posible constatar cómo se produce el entrecruzamiento entre los títulos competenciales relativos a la protección del medio ambiente y a las aguas:

- El Capítulo segundo del Título V (arts. 92 a 100) incluye determinadas normas sobre los vertidos en aguas continentales que afectan a la policía demanial, pero que tienen el carácter de normas básicas de protección del medio ambiente, cuya legitimidad deriva de lo dispuesto en el art. 149.1.23 de la Constitución. No obstante, algunos de los preceptos impugnados atribuyen potestades de ejecución. Las que asignan estas potestades a los Organismos de cuenca (arts. 96 y 99) no son inconstitucionales, habida cuenta de que las mismas se entienden conferidas a las Administraciones hidráulicas de las Comunidades Autónomas con competencia general en materia de aprovechamientos hidráulicos respecto de las aguas que discurren íntegramente por su territorio (Disposición adicional cuarta de la Ley) En cambio, las competencias de ejecución que se atribuyen al Gobierno (arts. 95, párrafo segundo, 96 in fine y 98) corresponden a aquellas Comunidades Autónomas respecto de las aguas intracomunitarias, y solo podrán ser ejercidas por el Estado, como expresamente dispone el art. 98, cuando puedan considerarse incluidas en el ámbito de las competencias del ejecutivo estatal, de acuerdo con lo dispuesto en el art, 149.1.22 de la Constitución.

2.4.2.1.2.2. Agricultura

En el marco del artículo 148.1.7ª de la Constitución, las Comunidades Autónomas han asumido la competencia exclusiva en materia de agricultura, de acuerdo con la ordenación general de la economía.

Directamente entroncada con la competencia asumida por las Comunidades Autónomas en materia de regadíos de interés autonómico, corresponde a éstas la programación y ejecución de las obras hidráulicas de transformación en regadío en las cuencas intracomunitarias, si bien cabe la posibilidad de intervención estatal cuando la obra sea calificada de interés general (artículo 149.1.24 de la Constitución), ya que esta competencia, como recuerda la propia STC 227/88, no se basa en el criterio territorial.

Si se trata de cuencas intercomunitarias, los proyectos autonómicos se incluirán en los planes de cuenca cuya aprobación corresponde al Gobierno (arts. 38.5 y 39.1 de la Ley de Aguas). En este caso, corresponde al Estado la aprobación de las obras que sean indispensables o accesorias al ejercicio de la competencia de protección y aprovechamiento de los recursos hidrológicos que le corresponde ordenar, es decir, las obras hidráulicas necesarias para la puesta en regadío de nuevos terrenos, o para el otorgamiento de nuevas concesiones para riegos. Así, entre las determinaciones obligatorias a incluir en los planes de cuenca, el artículo 40 f) de la Ley de Aguas incluye las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío, que la STC 227/88 justifica porque en cuanto disposición básica encaja en la competencia estatal sobre bases y coordinación de la planificación económica, siempre que las normas a que alude el precepto legal se propongan estrictamente el logro de un mejor o más racional aprovechamiento de las aguas continentales, como recurso económico esencial y no se extiendan a otras prescripciones sobre la política agrícola.

Con el valor que les ha otorgado la jurisprudencia constitucional, hay que mencionar los Reales Decretos de traspasos en materia de abastecimientos, saneamientos, encauzamientos, defensa de márgenes y regadíos, por los que se traspasan a las Comunidades Autónomas las funciones relativas a la programación, aprobación y tramitación, hasta el abono de las certificaciones, de las inversiones en las obras de su interés en materia de regadíos, añadiendo que podrán encomendar la realización de estudios, redacción de proyectos y ejecución de las obras a las Confederaciones Hidrográficas, y especificando que los regadíos debe-

rán cumplir las normas básicas sobre la adopción de sistemas de riegos y las orientaciones productivas que deban fomentarse en el marco de la planificación general de los regadíos, la ordenación general de la economía y la regulación de los recursos básicos de la economía nacional.

2.4.2.1.2.3. Pesca fluvial

De acuerdo con la previsión contenida en el artículo 148.1.11 de la Constitución, las Comunidades Autónomas han asumido la competencia exclusiva en materia de pesca fluvial. Tratándose de una competencia exclusiva sobre una actividad desarrollada necesariamente en las propias cuencas fluviales, la compleja integración de los dos títulos competenciales ha sido objeto de atención por el Tribunal Constitucional, que, entre otras en la STC 15/98, FFJJ 3 y 4, desarrolla así el planteamiento general desde el que debe abordarse esta concurrencia:

- El entrecruzamiento y la eventual colisión entre estos títulos competenciales obedece a su proyección sobre un mismo espacio o realidad física: el constituido por las cuencas fluviales supracomunitarias. En ellas vive la fauna piscícola objeto de la pesca, y en ellas ejercen sus competencias los Organismos de cuenca, con arreglo a lo dispuesto en la Ley de Aguas (...) la atribución de una competencia sobre un ámbito físico determinado no impide necesariamente que se ejerzan otras competencias en ese espacio, siempre que ambas tengan distinto objeto jurídico, y que el ejercicio de las competencias autonómicas no interfieren o perturben el ejercicio de las estatales, por lo que, frecuentemente, resultará imprescindible el establecimiento de mecanismos de colaboración que permitan la necesaria coordinación y cooperación entre las Administraciones Públicas implicadas (...). En definitiva, la concurrencia competencial no puede resolverse en términos de exclusión sino que ha de acudirse a un expediente de acomodación e integración de los títulos competenciales-estatal y autonómico que convergen sobre un mismo espacio y que, por ello mismo, están llamados a cohonestarse.
- Recordando la doctrina recogida en las SSTC 243/93 y 161/96, añade que el único medio de garantizar el ejercicio de la competencia autonómica sobre pesca fluvial y los ecosistemas en los que ésta se desarrolla estriba en que la intervención autonómica en el procedimiento de otorgamiento de concesiones de aprovechamientos hidroeléctricos preceda al acto de otorgamiento (...) en orden a asegurar que los aprovechamientos de agua no pongan en peligro la riqueza piscícola y los ecosistemas en que se desarrolla.
- La importancia que revisten fórmulas de colaboración como las anteriormente descritas, debe ser ahora especialmente subrayada, pues,en muchos casos, sólo a través de actuaciones conjuntas y coordinadas -bien sea mediante fórmulas procedimentales de intervención, bien mediante instrumentos de integración de políticas sectoriales, como el planeamiento- será posible el ejercicio de la competencia autonómica sobre la pesca fluvial sin menoscabo de las competencias concurrentes del Estado y del principio de unidad en la ordenación y gestión del agua en el ámbito de la cuenca.

2.4.2.1.2.4. Deporte y ocio

En virtud de lo establecido por el artículo 148.1.19 de la Constitución, que posibilita la asunción competencial en relación con la Promoción del deporte y adecuada utilización del ocio, todas las Comunidades Autónomas han asumido la competencia exclusiva sobre esta materia.

En materia de deportes las actividades que entrarían en relación con la materia de recursos hidráulicos se referirán a las actividades deportivas que se puedan realizar en los ríos, embalses, etc.

De la misma manera, estarían relacionadas con la competencia de recursos hidráulicos las instalaciones deportivas o para la práctica de deportes en los mismos.

2.4.2.1.2.5. Energía

El art. 149.1.22 de la Constitución reserva al Estado la competencia exclusiva en materia de Autorización de instalaciones eléctricas cuando su aprovechamiento afecte a otra Comunidad Autónoma o el transporte de energía salga de su ámbito territorial, y el art. 149.1.25, las Bases del régimen minero y energético.

Las Comunidades Autónomas en sus Estatutos han asumido:

- Competencia exclusiva sobre instalaciones de producción, distribución y transporte de energía cuando el aprovechamiento no afecte a otra Comunidad Autónoma o el transporte no salga de su territorio.
- Competencia de desarrollo legislativo y ejecución en materia de energía.

En los dos ámbitos se encuentran referencias a la energía, dentro de la que se incluiría la energía hidroeléctrica. La traslación práctica del precepto constitucional sobre competencia exclusiva del Estado vendría a ser la de los dos factores determinantes de tal competencia: el límite de 50 MW (tratamiento especial según la nueva Ley del Sector Eléctrico), y que la central de generación esté ubicada en una sola Comunidad Autónoma.

Estarían relacionadas con las competencias en materia de aguas las instalaciones de producción de energía hidroeléctrica cuando no afectasen a otra Comunidad Autónoma, que entrarían en el ámbito de la competencia autonómica.

2.4.2.1.2.6. Protección Civil

En el ámbito de la protección civil, la Administración del Estado, las Comunidades Autónomas y las Corporaciones Locales intervienen en relación con sus respectivos ámbitos territoriales. El Estado y las Comunidades Autónomas ejercen en esta materia sus respectivas competencias, en el marco configurado por la Ley 2/1985, de 21 de Enero de Protección Civil y de la interpretación contenida en la jurisprudencia constitucional (SSTC 123/84 y 133/90).

La ordenación de las actuaciones que se deben llevar a cabo se estructura a través de los correspondientes Planes.

La elaboración de estos Planes se realiza en el marco de las directrices esenciales que establece la Norma Básica de Protección Civil.

En relación con la materia recursos hidráulicos, hay que tener en cuenta que el contenido de los Planes Hidrológicos debe comprender los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos.

Las medidas que se puedan establecer y contener en el Plan Hidrológico exigen una actuación que debería tener en cuenta las competencias estatales y autonómicas en la materia de protección civil, e incluso las adecuaciones para realizar los supuestos en que se produzcan daños o catástrofes, las intervenciones de las respectivas Administraciones.

Así lo confirma la STC 227/88: la obligatoria inclusión en los Planes hidrológicos de los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos, es susceptible de ser reconducida a la materia de protección civil, y en tal sentido, si se entiende que tales criterios son simples prescripciones genéricas de coordinación y no suponen la previsión de actuaciones y obras concretas, no puede estimarse que invada competencias autonómicas, pues constituyen una manifestación de la competencia general sobre seguridad pública que al Estado reserva el art. 149.1.29 de la Constitución, de acuerdo con lo ya declarado en nuestra STC 123/1984, de 18 de diciembre.

2.4.2.1.2.7. Sanidad

La Constitución atribuye al Estado la competencia en materia de Bases y coordinación general de la Sanidad (art. 149.1.16), en tanto que, de acuerdo con el art. 148.1.21, relativo a la Sanidad e higiene, y los Estatutos de Autonomía, las Comunidades Autónomas en general han asumido competencia exclusiva en la materia de sanidad e higiene.

Los diferentes ámbitos que pueden estar relacionados con la competencia en materia de recursos hidráulicos serían:

- Calidad de las aguas desde el ámbito de las condiciones sanitarias.
- Condiciones de salubridad de las aguas.
- Vertidos residuales y condiciones sanitarias.

En este supuesto se debería tener en cuenta que desde el ámbito de la competencia en materia de salud pública son las Comunidades Autónomas quien disponen de los correspondientes títulos competenciales en la materia.

Cabe recordar al respecto la STC 208/91, sobre controles de calidad del agua potable:

- ... los controles de que se trata aparecen claramente ordenados a la protección de la salud humana (...) lo que lleva a reconducir esta actividad, de tipo eminentemente ejecutivo, (aplicación de criterios previos a supuestos concretos de toma de aguas superficiales) a la competencia relativa a la protección de la sanidad. (...) Ello significa que los controles de calidad en las tomas de aguas superficiales (...) serán competencia de las autoridades de la Comunidad Autónoma, independientemente de que tales tomas superficiales correspondan a cuencas hidrográficas situadas en el territorio de la Comunidad o cuencas hidrográficas que se integren en varias Comunidades Autónomas (FJ 6).

2.4.2.1.3. El mandato básico a los poderes públicos

Una referencia constitucional muy relevante, y que merece mención específica, es la del artículo 45.2, en el que se establece que los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.

A nuestros efectos, el mandato constitucional a los poderes públicos es pues el del uso racional del agua, lo que junto con el precepto del art. 128.1, por el que toda la riqueza del país en sus distintas formas, y sea cual fuere su titularidad está subordinada al interés general, configura una importante dualidad conceptual (uso racional de los recursos y subordinación al interés general), a cuya luz, y con cuyo equilibrio, ha de contemplarse la cuestión de la utilización de las aguas en relación con el medio ambiente.

En efecto, tal y como se vienen interpretando estos preceptos (v. STC 64/1982) y como ha mostrado Pérez Pérez (1997), el artículo 128.1 supone que no pueden sustraerse a la riqueza del país recursos económicos que el Estado considere de interés general, aduciendo otras finalidades como la protección del medio ambiente. Tal protección no es por tanto -como a veces se ha mantenido- un valor máximo, absoluto, al que deba someterse cualquier otra actuación pública, sino que debe ser ponderado y equilibrado por el mandato del uso racional de todos los recursos (tanto demaniales como privados), armonizando la protección del medio con la explotación de los recursos económicos.

Es importante recordar estos preceptos básicos, genéricos si se quiere, cuando con frecuencia se discute, usualmente también en términos genéricos, sobre las limitaciones ambientales, la compatibilidad del desarrollo con la preservación o las prioridades de uso del agua.

2.4.2.2. Normativa básica autonómica

Consideraremos bajo este epígrafe tanto los distintos Estatutos de Autonomía como la Ley Orgánica 9/1992 y los Decretos de Transferencias.

2.4.2.2.1. Estatutos de Autonomía

El examen de los distintos Estatutos de Autonomía de las Comunidades Autónomas revela la inexistencia de un modelo conceptual general de la distribución competencial en materia de aguas y sus cuestiones relacionadas, concebido en aplicación de los preceptos generales constitucionales antes reseñados. El cúmulo de matizaciones y peculiaridades existente es tal que no solo no se percibe este modelo general, sino que se ha dado lugar a una amplísima proliferación normativa, sobre cuya integridad lógico-jurídica y cuya eficacia global para regular satisfactoriamente las aguas se han planteado muy serias dudas.

Es curioso que los primeros Estatutos (correspondientes a los tres territorios históricos, que tenían un techo competencial potencialmente mayor) recogen un contenido casi idéntico, ajustado al tenor del art. 148.1.10 de la Constitución, en comparación con el cual destaca la inclusión de las aguas subterráneas (junto a las minerales y termales) entre las materias de competencias exclusiva. De este modo podría pensarse que la franja intermedia de materias existentes entre el 148 y 149 (y que podría ser asumida desde el primer momento por las Comunidades de régimen especial, pero no por las de régimen común) estaba constituida precisamente por las aguas subterráneas. En todo caso, llama la atención la separación entre éstas y las aguas superficiales, y la atribución en bloque de las subterráneas a la competencia autonómica, lo que podría llevar a sostener que las Comunidades tienen atribuciones sobre los recursos hidráulicos, puesto que al menos las aguas subterráneas les estarían asignadas. Posteriores sentencias del Tribunal Constitucional han sostenido que esta competencia se ceñiría a las aguas subterráneas no circulantes, lo que, en todo caso, y sin perjuicio de su validez jurídica, no parece ser una solución lógica ni técnicamente satisfactoria.

El examen detallado de los preceptos estatutarios mostrará con mayor precisión las diferencias existentes, que, aunque con frecuencia son meramente nominales y no tan profundas como pudiera parecer a primera vista, justifican la afirmación hecha anteriormente en el sentido de que los Estatutos no han contribuido a esclarecer los problemas de delimitación competencial en cuestiones hidráulicas. Así, y aún a riesgo de resultar demasiado prolija la exposición en un texto como éste, u omitir alguna modificación posterior, merece la pena reunir y enumerar los siguientes títulos competenciales estatutarios.

1. Competencia en materia de aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurran íntegramente dentro del territorio de la Comunidad Autónoma:
   1.1. Comunidades que han asumido la competencia exclusiva:
      - Galicia (art. 27.12. E.A)
      - Asturias (art. 10.7 E.A.)
      - Andalucía (art. 13.12 E.A.)
      - Comunidad Valenciana (art. 31.16 E.A. y Ley Orgánica 12/1982, de 10 de agosto, de transferencias a la Comunidad Valenciana de competencias de titularidad estatal).
      - País Vasco (art. 10.11 E.A.)
      - Cataluña (art. 9.16.E.A.)
      - Navarra (art. 44.5. LORAFNA)
      - Canarias (art. 29.6 y 34.a.2 E.A.; Ley Orgánica 11/1982, de 10 de agosto, de transferencias complementarias para Canarias)

con las siguientes peculiaridades resaltables:

a) El Estatuto andaluz incluye, junto a la noción de aprovechamientos, la de recursos, en relación también con las aguas intracomunitarias.

b) Se atribuye la competencia sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 149.1.25 de la Constitución (País Vasco, Cataluña y Comunidad Valenciana) o en el artículo 149.1.22 de la Constitución (Galicia).

c) El mismo día en que se aprobó el Estatuto de Autonomía canario se aprobó también la mencionada Ley Orgánica 11/1982 de transferencias comple-

mentarias, con la consecuencia de que, en materia de aguas, el bloque de constitucionalidad está formado en Canarias por la unión indisoluble de ambas normas. El art. 1 de esta Ley Orgánica transfirió a la Comunidad Autónoma Canaria la potestad legislativa en materia de aguas que no se encuentre constitucionalmente reservada al Estado, y distintas sentencias (STC 227/1988, STC 17/1990) han confirmado la constitucionalidad de esta transferencia. Fruto de esta singular capacidad normativa es la legislación de aguas específica canaria, a la que nos referiremos en su momento.

1.2. Comunidades Autónomas con competencia diferida:

- Cantabria (art. 25.1.b. E.A.)
- Región de Murcia (art. 13.1.e. E.A)
- Castilla y León (art. 29.1.6. E.A)

La redacción estatutaria difiere en dichos textos. Así, mientras que los Estatutos de Cantabria y Castilla y León incluyen la ordenación y concesión de aprovechamientos hidráulicos en aquellos cursos fluviales que discurran únicamente por la Comunidad Autónoma, el Estatuto de Murcia contempla la regulación de los aprovechamientos hidráulicos tradicionales dentro del respeto a los usos y costumbres propios de la región.

2. Competencia en materia de proyectos, construcción y explotación de los aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos de interés para la Comunidad Autónoma.

La competencia exclusiva sobre dicha materia ha sido asumida por las Comunidades Autónomas que accedieron a la autonomía por la vía del art. 143 de la Constitución:

- Principado de Asturias (art. 10.1.g. E.A.)
- Cantabria (art. 22.8 E.A.)
- La Rioja (art. 8.1.4 E.A.)
- Región de Murcia (art. 10.1.g.E.A.)
- Aragón (art. 35.1.11 E.A.)
- Castilla-La Mancha (art. 31.1.g. E.A.)
- Extremadura (art. 7.1.7 E.A.)
- Islas Baleares (art. 10.6 E.A.)
- Comunidad de Madrid (art. 26.8 E.A.)
- Castilla y León (art. 26.1.7 E.A.)

En cuanto al contenido, puede señalarse que :

a) Los Estatutos de Aragón, Extremadura e Islas Baleares contienen una fórmula más amplia que los restantes textos estatutarios, al atribuir la ordenación de los aprovechamientos hidráulicos (Aragón y Extremadura) o el régimen de aguas y aprovechamientos hidráulicos (Islas Baleares).

b) Todos ellos salvo los de Aragón, Castilla-La Mancha, Islas Baleares y Comunidad de Madrid, incluyen, junto con el criterio del interés, el del territorio como límite al ejercicio de la competencia autonómica, con fórmulas tales como cuando el cauce integral de las aguas se halle dentro del territorio de la Comunidad Autónoma o cuando las aguas discurran íntegramente dentro del territorio de la Comunidad Autónoma.

3. Competencia en materia de aguas subterráneas.

3.1. Comunidades Autónomas con competencia exclusiva:

- País Vasco (art. 10.11 E.A.)
- Cataluña (art. 9.16 E.A.)
- Galicia (art. 27.14 E.A.)
- Andalucía (art. 13.12 E.A.)
- Comunidad Valenciana (art. 31.16 E.A.)
- Aragón (art. 35.1.11 E.A.)
- Canarias (art. 34.a.2 E.A. y Ley Orgánica 11/1982, de 10 de agosto, de trasferencias complementarias)
- Navarra (art. 44.6 LORAFNA).
- Extremadura (art. 7.1.7 E.A.)

Los Estatutos del País Vasco, Cataluña, Comunidad Valenciana y Navarra establecen como límite de la competencia autonómica el artículo 149.1.25 de la Constitución (legislación básica del Estado sobre régimen minero y energético), mientras que el de Galicia la asume, como se indicó, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 149.1.22 de la Constitución.

3.2. Comunidades Autónomas con competencia diferida:

- Cantabria (art. 25.1.a E.A.)
- Región de Murcia (art. 13.1.j. E.A.)
- Castilla-La Mancha (art. 35.1.a. E.A.)
- Castilla y León (art. 29.1.7 E.A.)

2.4.2.2.2. Ley Orgánica 9/1992

La Ley Orgánica 9/1992, de 23 de diciembre, regula las transferencias de Competencias a las Comunidades Autónomas que accedieron a la autonomía por la vía del artículo 143 CE.

Esta Ley equipara sustancialmente las competencias de las Comunidades Autónomas del artículo 143 con las de aquellas cuyos Estatutos han sido elaborados de acuerdo con lo establecido en el artículo 151 de la Constitución, dado que en su artículo 2 transfiere a las Comunidades Autónomas de Asturias, Cantabria, La Rioja, Región de Murcia, Aragón, Castilla-La Mancha, Extremadura, Baleares, Madrid y Castilla-León la competencia exclusiva sobre Ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurran íntegramente por el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma.

Nótese que la aplicación generalizada de este principio daría lugar a que todas las Comunidades Autónomas costeras asumirían la competencia exclusiva en materia hidráulica de los pequeños cauces litorales comprendidos íntegramente en su territorio, lo que, sin perjuicio de su constitucionalidad, contribuiría a aumentar la dispersión actual, complicaría aún más el mosaico territorial, y dificultaría -si no imposibilitaría en la práctica- el objetivo de la gestión integral y unitaria de los recursos hídricos.

2.4.2.2.3. Decretos de transferencias

Los Decretos de traspaso de servicios aprobados hasta ahora se limitan a reconocer a las Comunidades Autónomas determinadas competencias en materia de obras (concretamente, de abastecimiento, saneamiento, encauzamiento y defensa de márgenes), pero ninguna sobre recursos, de lo que se podría inferir que el art. 148.1.10 se entiende referido sólo a las obras. No obstante, este argumento no es en absoluto decisivo, pues es conocida la reiterada doctrina del Tribunal Constitucional sobre el valor jurídico de los Decretos de Traspaso de servicios, que no atribuyen competencias sino que se limitan a extraer los resultados de la delimitación ya realizada por la Constitución y los Estatutos.

2.4.2.3. Legislación de aguas

Una vez someramente examinada la diversidad y complejidad de la regulación competencial básica, nos referiremos bajo este epígrafe ya de forma específica tanto a la Ley de aguas estatal como a la Ley canaria, y a distintas disposiciones sectoriales promulgadas por las Comunidades Autónomas.

2.4.2.3.1. La Ley de Aguas de 1985

La Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas, es el texto básico estatal regulador de la materia. De forma sucinta, reseñaremos su estructura y principios básicos.

El preámbulo de la Ley -que no es sino su declaración de intenciones o exposición de motivos- expone conceptos y define los fundamentos económicos, sociales y jurídicos que la inspiran. De entre ellos, puede destacarse:

El agua es un recurso natural escaso, indispensable para la vida y para el ejercicio de la inmensa mayoría de las actividades económicas; es irremplazable, no ampliable por la mera voluntad del hombre, irregular en su forma de presentarse en el tiempo y en el espacio, fácilmente vulnerable y susceptible de usos sucesivos...

…Esta disponibilidad debe lograrse sin degradar el medio ambiente en general, y el recurso en particular, minimizando los costes socio-económicos y con una equitativa asignación de las cargas generadas por el proceso, lo que exige una previa planificación hidrológica y la existencia de unas instituciones adecuadas para la eficaz administración del recurso en el nuevo Estado de las Autonomías…

…Todas estas peculiaridades, indiscutibles desde el punto de vista científico y recogidas en su doctrina por organismos e instancias internacionales, implican la necesidad de que los instrumentos jurídicos regulen, actualizadas las instituciones necesarias, sobre la base de la imprescindible planificación hidrológica y el reconocimiento, para el recurso, de una sola calificación jurídica, como bien de dominio público estatal, a fin de garantizar en todo caso su tratamiento unitario, cualquiera que sea su origen inmediato, superficial o subterráneo

…Se hace, pues, imprescindible una nueva legislación en la materia, que aproveche al máximo los indudables aciertos de la legislación precedente … pero que tenga muy en cuenta las transformaciones señaladas, y, de manera especial, la nueva configuración autonómica del Estado, para que el ejercicio de las competencias de las distintas Administraciones se produzca en el obligado marco de colaboración, de forma que se logre una utilización racional y una protección adecuada del recurso.

Todos estos fundamentos o fines de la ley se desarrollan en su articulado. Así, y en el Título preliminar, se recoge principalmente el objeto de la ley como la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio en el marco de las competencias delimitadas en el art. 149 de la Constitución (art.1.1).

También se resuelve el problema de la demanialidad de las aguas superficiales y subterráneas al declararse que las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordina-

do al interés general, que forma parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico (art. 1.2).

En el Título I de la Ley se definen los elementos integrantes del dominio público del Estado, en el que aparecen incluidas las aguas subterráneas. En el ordenamiento jurídico anterior (Ley de Aguas de 1879) podían coexistir aguas privadas (fundamentalmente aguas subterráneas) y aguas públicas. A partir de la entrada de la Ley de Aguas de 1985 todas las aguas son consideradas como públicas, con las excepciones hechas en las Disposiciones Transitorias, orientadas a la preservación de los derechos y situaciones jurídicas anteriores a la entrada en vigor de la Ley.

El Título II, al hablar de los principios generales que deben regir la Administración pública del agua, establece las funciones que corresponden al Estado: la planificación hidrológica en todo caso, así como la realización de los planes de infraestructuras hidráulicas que forman parte de aquella (art. 3 y 15.a); la adopción de las medidas precisas para el cumplimiento de los acuerdos y convenios internacionales en materia de agua. (art. 15.b); el otorgamiento de concesiones en cuencas intercomunitarias (art.15.c); la tutela del dominio público hidráulico (art.15.d) y, por último, el otorgamiento de autorizaciones en las mismas cuencas, sin perjuicio de que su tramitación puede ser encomendada a las Comunidades Autónomas (art.15.d).

El ejercicio de estas funciones se somete a los siguientes principios (art. 13): unidad de gestión, tratamiento integral, economía del agua, desconcentración, descentralización, coordinación, eficacia, y participación de los usuarios; respeto de la unidad de cuenca hidrográfica, de los sistemas hidráulicos y del ciclo hidrológico; compatibilidad de la gestión pública del agua con la ordenación del territorio, la conservación y protección del medio ambiente, y la restauración de la naturaleza.

La Ley regula sólo las competencias del Estado, y dispone que en las cuencas hidrográficas que excedan el ámbito territorial de una Comunidad Autónoma se constituirán Organismos de cuenca con las funciones y cometidos que se regulan en esta Ley (art. 19). Estos Organismos se denominan Confederaciones Hidrográficas y son entidades de derecho público con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado, adscritas a efectos administrativos al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (hoy al Ministerio de Medio Ambiente) y con plena autonomía funcional (art. 20.1). Reconociendo la unidad del ciclo hidrológico, se atribuye al Estado la titularidad de las aguas superficiales y de las subterráneas renovables. El Estado tiene encomendada la planificación de este recurso, pero estas funciones se descentralizan en las Confederaciones. Se definen en este Título dos elementos importantes de la nueva organización de la Administración Pública del agua: las Confederaciones Hidrográficas mencionadas anteriormente y el Consejo Nacional del Agua. Hay que hacer notar que las nuevas Confederaciones Hidrográficas son en cierto modo sucesoras de aquellos organismos autónomos anteriores a 1959 (antes de la separación de funciones y la creación de las Comisarías de Aguas) en los que, bajo el nombre también de Confederación, realizaban funciones parecidas, con la importante excepción de la nueva figura del Presidente, con potestad de agotar con sus resoluciones la vía administrativa. Volveremos sobre esta organización más adelante, cuando se examinen los Organismos de cuenca y la Administración Hidráulica.

El Título III trata sobre la planificación hidrológica, a la que nos referiremos extensamente en otros epígrafes de este Libro, y de la que apuntamos aquí únicamente que constituye una de las novedades más importantes introducidas por la Ley de 1985, pendiente aún de ser plenamente desarrollada y llevada a la práctica.

El Título IV recoge la utilización del dominio público hidráulico, y en especial en su capítulo II, los usos comunes y privativos, donde se recogen los derechos al uso común de las aguas superficiales sin alterar la calidad y caudal de las aguas (art. 48.1 y 2), y se regulan los usos privativos del recurso.

Un sustrato fundamental para el diseño de la política del agua es, sin lugar a dudas, este régimen jurídico de los usos privativos, y muy especialmente de las concesiones. Según el artículo 57.1, y siempre que su uso no esté incluido en el artículo 52 (aguas pluviales de su predio o subterráneas hasta 7.000 m3/año), todo uso privativo del agua requiere concesión administrativa, suprimiéndose la prescripción -admitida por la legislación anterior- como posible forma de adquisición de este derecho.

El legislador de 1985 ha previsto la utilización de las concesiones como instrumento económico de priorización y racionalización del uso del recurso, y, continuando la tradición legislativa, considerando que en ningún caso constituye un derecho subjetivo inamovible. Así en el artículo 57.2, se dice que las concesiones se otorgarán teniendo en cuenta la explotación racional conjunta de los recursos superficiales y subterráneos, sin que el título concesional garantice la disponibilidad de los caudales concedidos.

Además se establece una correspondencia muy clara entre concesiones y planificación hidrológica, dado que en el artículo 57.4 se dice que toda concesión se otorgará según las previsiones de los Planes Hidrológicos, con carácter temporal y plazo no superior a setenta y cinco años. Su otorgamiento será discrecional, pero toda resolución será motivada y adoptada en función del interés público. También el artícu-

lo 58.1 da prioridad a la planificación señalando que …en las concesiones se observará, a efectos de su otorgamiento, el orden de preferencia que se establezca en el Plan Hidrológico de la cuenca correspondiente, teniendo en cuenta las exigencias para la protección y conservación del recurso y su entorno. Además, se apunta que el procedimiento de otorgamiento de concesiones debe respetarse el principio de competencia, pues expresamente se dice que El procedimiento ordinario de otorgamiento de concesiones se ajustará a los principios de publicidad y tramitación en competencia, prefiriéndose, en igualdad de condiciones, aquéllos que proyecten la más racional utilización del agua y una mejor protección de su entorno. El principio de competencia podrá eliminarse cuando se trata de abastecimientos de agua a poblaciones.

El régimen de utilización del dominio público hidráulico puede calificarse, en definitiva, como continuación del definido en la anterior Ley de Aguas de 1879, de la que se respetan básicamente los principios fundamentales cuyas raíces se remontan a comienzos del XIX, tal y como se verá al estudiar los antecedentes históricos y la actual situación de las concesiones de aguas.

En el Título V se acentúa la preocupación en esta Ley por la calidad de las aguas, recogiendo gran parte de la dispersa normativa que sobre la misma existía, y que no formaba parte de la Ley de 1879. Se regula especialmente el régimen de vertidos y se sientan las bases para la reutilización de las aguas depuradas.

En el Título VI se regula el régimen económico-financiero del dominio público hidráulico. Esta regulación, prácticamente tomada de disposiciones anteriores, mantiene la gratuidad básica del agua, y establece que la recaudación de cánones, tarifas de riegos y, en su caso, las tasas correspondientes, debe ser llevada a cabo por las nuevas Confederaciones, incorporando dicha recaudación a su presupuesto como los cánones de vertido y de ocupación del Dominio Público Hidráulico. Una cierta novedad en el espíritu de la nueva regulación es el planteamiento de recuperación de la inversión pública mediante los cánones y tarifas, procurando eliminar las subvenciones públicas a los beneficiarios de las obras hidráulicas.

En el Título VII se regula el régimen de infracciones y sanciones así como la competencia de los Tribunales en dicha materia, recogiendo básicamente cuanto ya estaba establecido anteriormente.

Por último, cabe señalar que en las disposiciones transitorias y adicionales se procura dar soluciones a los problemas que el cambio de normativa lleva consigo, especialmente al complejo y discutido asunto del régimen de las aguas que eran de titularidad privada a la entrada en vigor de la Ley.

2.4.2.3.2. La Ley de Aguas Canaria de 1990

La singularidad canaria en materia de derecho de aguas tiene, como cabía esperar, unos arraigados antecedentes históricos. En efecto, al incorporarse a la corona de Castilla, el sistema de repartimiento de aguas y tierras en las islas Canarias consistió en una entrega -que se verificaba en favor de los colonizadores- de tierras y aguas. Inicialmente el agua fue repartida con la tierra, pero posteriormente, al adquirir el agua cada vez mayor importancia por su creciente escasez, con el reparto del agua frecuentemente se añadía la estipulación …con la tierra que con la misma se pueda regar, terminándose finalmente en una absoluta separación de tierra y agua, que aún hoy perdura, y que diferencia a las islas del resto del Estado, donde estos antiguos regímenes de separación, existentes en diversos lugares, fueron suprimidos hace ya muchos años.

Así, y en definitiva, su singularidad hidrológica y su capacidad legislativa, ya comentada al referirnos a los Estatutos de Autonomía, han hecho que Canarias tenga un régimen jurídico específico en materia de aguas. La vigente Ley 12/1990, de 26 de julio (BOE de 18 de septiembre), deroga a la anterior Ley 10/1987, también de aguas, y que, continuando un régimen normativo que arranca singularmente en los años 50, sufrió en su trámite diversas incidencias y fue objeto de intensas polémicas jurídicas y políticas (v. p.e. Pérez Pérez, 1998).

En estos momentos, y tras la entrada en vigor de la ley canaria, existe un sistema ciertamente complejo por el que el orden de prelación de normas que, en materia de aguas, rige en este archipiélago es el siguiente:

1. Los preceptos de la Ley estatal de aguas que sean de aplicación por definir el dominio público estatal o suponer una modificación o derogación de las disposiciones del Código Civil.
2. La ley 12/1990 de aguas en Canarias, y los reglamentos que la desarrollen.
3. La legislación de aguas del Estado, constituida por:
   a) La Ley estatal y los preceptos del Código Civil a que se remite dicha Ley de aguas, en tanto en cuanto no resulten derogados o modificados por ella.
   b) Los reglamentos de la Ley de aguas estatal.
   c) El Código civil.

La Ley específica 12/1990 tiene por objeto la regulación de las aguas terrestres superficiales y subterráneas, cualquiera que sea su origen, natural o industrial, en las islas Canarias, así como el ejercicio de las competencias de la Comunidad Autónoma en las materias relacionadas con el dominio público hidráulico. Regula asimismo la Planificación Hidrológica, con figuras específicas en el ámbito de la Comunidad Autónoma Canaria (Titulo III,

arts. 29-49), y atribuye al Gobierno o Parlamento de Canarias la aprobación de los Planes Hidrológicos.

El Gobierno de Canarias tiene competencia sobre la elaboración del Plan Hidráulico de Canarias, así como la aprobación definitiva de los Planes Hidrológicos Insulares, parciales y especiales, planes distintos a los previstos en la Ley estatal.

Además, señala la Ley que corresponde a la Comunidad Autónoma de Canarias la ordenación y regulación de los recursos hidráulicos existentes en la misma con el fin de protegerlos, tanto en su calidad como en su disponibilidad presente y futura.

2.4.2.3.3. Disposiciones sobre aguas de las Comunidades Autónomas

La diversidad de disposiciones sobre aguas dictadas por las Comunidades Autónomas es muy grande. Simplemente como muestra, se reseñan seguidamente algunas significativas, promulgadas en años próximos a la Ley de Aguas, y que permiten apreciar esta diversidad.

1. Cataluña:

   - Ley 5/81 de 4 de junio sobre desarrollo legislativo en materia de evacuación y tratamiento de aguas residuales. En ella se atribuye a la Generalidad la planificación de saneamiento (en el marco de la planificación general de protección del medio ambiente que apruebe la misma).
   - Ley 17/1987, de 13 de julio, reguladora de la Administración Hidráulica de Cataluña, que atribuye a dicha Administración, en relación con las cuencas comprendidas íntegramente en el territorio de Cataluña, entre otras funciones, la elaboración de la Planificación Hidrológica.
   - Decreto Legislativo 1/1988, de 28 de enero, por el que se aprueba la refundición de los preceptos de la Ley 5/1981 y la Ley 17/1987, en un texto único.
   - Ley 4/1990, de 9 de marzo, sobre ordenación del abastecimiento de agua en el área de Barcelona.
   - Ley 19/1991, de 7 de noviembre, de reforma de la Junta de Saneamiento.

2. Comunidad de Madrid:

   - Ley 17/1984, de 20 de diciembre, reguladora del abastecimiento y saneamiento de agua en la Comunidad de Madrid. Se atribuye a la Comunidad:

     a) La planificación general, con formulación de esquemas de infraestructuras y definición de criterios sobre niveles de prestación de servicios y niveles de calidad exigibles a los afluentes y cauces receptores, de acuerdo con los Planes Hidrológicos y ambientales del Estado y de la Comunidad y con el Planeamiento Territorial y Urbanístico.

     b) Aprobación definitiva de planes y proyectos referentes a dichos servicios.

     c) Elaboración de planes y proyectos, así como construcción y explotación de las obras que promueva directamente.

3. Comunidad Valenciana:

   - Ley 7/86, de 22 de diciembre, de la Generalidad Valenciana, sobre utilización de agua para riego. La Generalidad se atribuye competencia sobre la planificación de los riegos. Dicha competencia se ejercerá sin perjuicio de la que corresponda al Estado en materia de Planificación Hidrológica.

4. Galicia:

   - Ley 8/1993, de 23 de junio, reguladora de la Administración Hidráulica de Galicia.

5. Aragón:

   - Ley 13/1990, de 21 de diciembre, relativa a la representación de la Comunidad Autónoma de Aragón en los Organismos de cuenca.

6. Navarra:

   - Ley 10/1988, de 29 de diciembre, de Saneamiento de las aguas residuales en la Comunidad Foral de Navarra.

7. Extremadura:

   - Ley 3/1987, de la Comunidad Autónoma de Extremadura, sobre tierras de Regadío.

8. Cantabria:

   - Ley 2/1988, de 26 de octubre, de fomento, ordenación y aprovechamiento de los balnearios y de las aguas minero-medicinales y/o termales de Cantabria.

2.4.2.4. Normativa sectorial autonómica y local

Además de las disposiciones indicadas en epígrafes anteriores, todas específicamente referidas a aguas, existe una enorme variedad de otras disposiciones sectoriales autonómicas y locales que, tanto de forma específica (cuestiones de abastecimiento y vertidos), como no siendo específicas del agua, inciden directa o indirectamente sobre su regulación. Un ejemplo de análisis de las funciones de las Administraciones locales en la gestión del agua, bajo el prisma de la gestión integrada, puede verse en González-Antón (1997).

Nos limitamos aquí a señalar esta diversidad, poniendo de manifiesto que, como ya se ha apuntado, la proliferación de normas existente ha conducido a problemas

competenciales, de coordinación, y de interpretación normativa que aún no han sido definitivamente resueltos, y que, en algunos casos, y tras el paso del tiempo, pueden resultar en la práctica de imposible resolución.

2.4.2.5. Normativa internacional

Además de toda la normativa estatal, autonómica y local enunciada, existe también una considerable colección de disposiciones de carácter internacional, especialmente de origen europeo, relativas a las aguas, y con mayor o menor grado de vinculación e interrelación con la normativa española.

Como se verá, estas normas se refieren fundamentalmente a calidad del agua, y han sido, o están siendo, objeto de transposición a nuestro ordenamiento.

Recientemente la Unión Europea ha elaborado una propuesta de Directiva Marco de Aguas que tiene, por un lado, un carácter integrador, pues engloba bajo una sola entidad jurídica toda la normativa de agua que se encontraba dispersa y, por otro, un marcado espíritu innovador, pues propone la derogación de directivas obsoletas y su sustitución por otras. La aprobación política de esta propuesta el 17 de junio de 1998, en el Consejo de Ministros de Medio Ambiente, y con el consenso de todos los Estados Miembros, supone un hito en la política de aguas de la Unión.

Uno de los principales objetivos que persigue la Directiva es que los Estados Miembros alcancen lo que denomina el buen estado de las aguas, lo que implica no sólo un buen estado físico-químico de las aguas, sino también ecológico. Volveremos sobre todo ello más adelante, en sus apartados específicos.

2.4.3. Instituciones y organizaciones

Entre los elementos que configuran el marco institucional de la utilización de las aguas, revisten una importancia crucial aquellos que se refieren a las organizaciones administrativas responsables de la ejecución de las políticas del agua. Como se ha dicho, y se repetirá a lo largo de este Libro, la componente institucional es decisiva en el mundo del agua, y las estructuras administrativas que lo soportan son cruciales al respecto.

De entre las distintas organizaciones involucradas nos referiremos brevemente a dos fundamentales: los Organismos de cuenca y las Comunidades de Regantes. Las primeras por ser el órgano administrativo básico competente en la materia, y las segundas por ser las depositarias de la mayor parte del uso consuntivo de agua en nuestro país.

2.4.3.1. Los Organismos de cuenca

Los Organismos de cuenca previstos por la Ley de Aguas son los órganos de la Administración del Estado competentes en la materia.

Continuadores de una vieja y brillante tradición, de más de 70 años, su característica más relevante, con respecto a la organización anterior a la nueva legislación, es la integración, en el mismo organismo, de las Comisarías de Aguas y las antiguas Confederaciones Hidrográficas, integración que se produjo mediante el Real Decreto 1821/1985.

Las razones para esta integración se explican en el preámbulo de este Decreto, y se centran en la necesidad de la unidad de gestión de las aguas, concentrando la competencia en un órgano único, y superando los problemas de competencias entre Departamentos ministeriales y Organismos en materias como las aguas subterráneas (con la conocida conflictividad corporativa, administrativa e incluso legislativa que se venía produciendo desde el siglo pasado), la calidad del agua (con las intervenciones de las Comisarías de Aguas, Sanidad, Industria, ICONA y Ayuntamientos), etc. (v., p.e., González Pérez et al. [1987] pp.705-708). Los problemas a que ha dado lugar esta integración se comentarán más adelante, al referirnos a la Administración hidráulica.

Es importante subrayar que, tal y como está concebida por la regulación vigente, la administración del agua es, fundamentalmente, una administración concurrente de la Central y la Autonómica, y solo en la medida en que se consiga esta concurrencia efectiva y armonización de intereses se estará dando cumplimiento a las previsiones del legislador.

Habrá ocasión de examinar si los resultados perseguidos se han alcanzado satisfactoriamente o no, y de analizar, en su caso, las razones para ello. Por el momento nos limitamos a resumir este modelo organizativo, que es el contexto en el que se inscribe la actual gestión del agua.

Sintéticamente, y desde esta perspectiva organizativa, la Administración pública del agua se ejerce en las cuencas intercomunitarias por los Organismos de cuenca, con la denominación de Confederaciones Hidrográficas (arts. 19 y 20 LA), y en las cuencas intracomunitarias por las Administraciones Hidráulicas de las Comunidades Autónomas correspondientes (art. 16 LA).

Las funciones de estos Organismos de cuenca intercomunitarios son (art. 21 LA) la elaboración del Plan Hidrológico de cuenca, así como su seguimiento y revisión; la administración y control del dominio público hidráulico; la administración y control de los apro-

vechamientos de interés general o que afecten a más de una Comunidad Autónoma; el proyecto, la construcción y explotación de las obras realizadas con cargo a los fondos propios del Organismo, de las que les sean encomendadas por el Estado y de las que se deriven de los convenios con Comunidades Autónomas, Corporaciones Locales y otras entidades públicas o privadas, o de los suscritos con los particulares.

Los Organismos de cuenca están constituidos por los siguientes órganos (art. 24 LA):

- Órganos de gobierno: la Junta de Gobierno y el Presidente.
- Órganos de gestión, en régimen de participación, para el desarrollo de las funciones que específicamente les atribuye la Ley de Aguas: la Asamblea de Usuarios, la Comisión de Desembalse, las Juntas de Explotación y las Juntas de Obras.
- Órgano de planificación: el Consejo del Agua de la cuenca.

El ámbito territorial de los Organismos de cuenca fue determinado por el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo (BOE de 22 de Mayo de 1987).

En cuanto a su constitución, los Organismos de cuenca denominados Confederaciones Hidrográficas del Norte, del Duero, del Tajo, del Guadiana, del Guadalquivir, del Segura, del Júcar y del Ebro, fueron constituidas, todas ellas al amparo del Art. 19 de la L.A., por los Reales Decretos 930/1989, 929/1989, 927/1989, 928/1989, 926/1989, 925/1989, 924/1989 y 931/1989, todos ellos de fecha 21 de julio (BOE de 27 de julio de 1989). No se constituyó el Organismo de cuenca de la Confederación Hidrográfica del Sur.

Por último, el Real Decreto 984/1989, de 28 de julio (modificado por el R.D. 281/1994, de 18 de Febrero), determinó la estructura orgánica dependiente de la Presidencia de las Confederaciones Hidrográficas, la cual esta constituida por las cuatro unidades administrativas siguientes

a) La Comisaría de Aguas.

b) La Dirección Técnica.

c) La Secretaria General.

d) La Oficina de Planificación Hidrológica.

Es destacable la singularidad de que la Confederación Hidrográfica del Sur no se encuentra constituida como Organismo de cuenca propiamente dicho, de los que define la actual Ley de Aguas, motivo por el cual, y de conformidad con la disposición transitoria novena de dicha Ley, se sigue rigiendo por lo dispuesto en el Real Decreto 1821/1985, de 1 de Agosto, por el que se integraron en las Confederaciones Hidrográficas las funciones de las Comisarias de Aguas y se modificó su estructura orgánica (BOE de 9 de Octubre de 1985). Como consecuencia de ello, la Confederación Hidrográfica del Sur carece del Consejo del Agua de la cuenca y de Oficina de Planificación Hidrológica, cuyos cometidos son desempeñados por la Junta de Gobierno y por el Director Técnico, respectivamente, existiendo un Área de Planificación responsable de los trabajos al objeto de que la Confederación pueda ejercer las funciones previstas para los Organismos de cuenca en la Ley de Aguas y que ésta le encomienda en su disposición transitoria novena.

Por lo que se refiere a las Administraciones Hidráulicas de las cuencas intracomunitarias, si bien éstas han de ser constituidas por las correspondientes Comunidades Autónomas con la determinación de su estructura orgánica, su régimen jurídico ha de ajustarse a las bases de aplicación de los principios establecidos en el art. 13 LA, y de que la representación de los usuarios en los órganos colegiados de la Administración Hidráulica no será inferior al tercio de los miembros que los integren.

En la actualidad están constituidas las Administraciones Hidráulicas de las cinco cuencas intracomunitarias siguientes: Cuencas Internas de Cataluña (1985); Islas Baleares (1985); Islas Canarias (1985); Galicia Costa (1986); y Cuencas Internas del País Vasco (l994). Una descripción de estas Administraciones puede verse en Fanlo Loras (1996).

El mapa adjunto muestra los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos de cuenca, inter e intracomunitarios. Observándolo junto con el anteriormente ofrecido, de superposición de ámbitos de Planes y Comunidades Autónomas, se pueden apreciar las relaciones de intra e interterritorialidad comentadas (fig. 53).

2.4.3.2. Las Comunidades de regantes

El papel de estas organizaciones en el buen uso y gestión del agua es de enorme importancia. Para percibirlo basta considerar que, como ya se ha apuntado y se verá con detalle más adelante, la mayoría de los recursos que se consumen en el país se emplean en agricultura de regadío, por lo que tienen como gestores y administradores a estas organizaciones. De su celo y rigor depende, pues, en buena medida, la cuantía total de la demanda hídrica.

Son numerosos los logros conseguidos y también los problemas que presentan estas organizaciones, y habrá ocasión de referirnos a ellos en su momento, cuando se exponga la situación de la Administración hidráulica. Baste indicar ahora que tan importante como disponer de una eficaz Administración pública hidráulica es disponer de eficaces y modernas comunidades de usuarios que, como entidades de derecho público, desarrollan



Figura 53. Mapa de los ámbitos territoriales de las Administraciones Hidráulicas

funciones de naturaleza administrativa. La gestión del agua es sin duda, cada vez más, una responsabilidad compartida, y exige del mayor esfuerzo y cooperación por parte de todos los agentes involucrados.

2.5. EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Como se apuntó, las condiciones internacionales tienden a convertirse en un elemento fundamental para la gestión y ordenación de las aguas en España, y ello con diferentes intensidades y a distintos niveles. Se trata de un fenómeno relativamente reciente, y que las viejas planificaciones hidráulicas pudieron ignorar, pero hoy día, y más en el futuro, las consideraciones del contexto y la cooperación internacional son piezas imprescindibles en la ordenación hidráulica de nuestro país, y están llamadas cada vez más a conferir a nuestra política de aguas un carácter marcadamente supranacional.

Las influencias exteriores afectan de forma general a la estructura territorial cuyos rasgos básicos se han descrito en epígrafes previos, por lo que, indirectamente, afectan a las aguas; pero además, y de forma específica, influyen decisivamente en algunas fundamentales cuestiones directamente relacionadas con los recursos hídricos, tal y como tendremos ocasión de comentar con extensión en su momento. De igual modo, el objetivo global de la convergencia europea plantea importantes consideraciones también pertinentes desde nuestra perspectiva.

2.5.1. La convergencia

El gran proceso político-económico de la convergencia europea reviste una importancia global de tal magnitud que sus efectos inciden también, tanto de forma directa como indirecta, sobre las políticas del agua. Obviamente no es éste el lugar más adecuado para realizar una descripción o análisis exhaustivo de las consecuencias de los Acuerdos de Maastricht y del significado de las condiciones de convergencia, pero sí parece necesario al menos señalar los aspectos básicos de este nuevo marco, y apuntar lo que puede comportar para la política del agua española en el futuro inmediato.

Como es bien sabido, muy recientemente culminó un largo proceso de integración económica que parte de los países europeos iniciaron hace años. España se encontraba comprometida con el objetivo de cumplir los criterios de convergencia fijados en el Tratado de Maastricht, y consiguió alcanzar estos objetivos de forma muy satisfactoria optando de ese modo al ingreso en el grupo de países que participan en el área del euro y acceden finalmente, el 1 de enero de 1999, a la tercera fase de la Unión Económica y Monetaria (UEM).

Hay que precisar que el cumplimiento de estos objetivos no es un fin en sí mismo, sino que es el instrumento que la UE ha elegido, dada la situación actual de sus propias economías, para afrontar con ciertas garantías de éxito tanto la transición hacia la UEM como, fundamentalmente, el período siguiente, dentro del contexto previsible para la economía del resto del

mundo. En este nuevo orden económico mundial, la UE debe definir su sitio y éste habrá de estar inevitablemente basado en un crecimiento equilibrado, capaz de generar suficiente empleo. Cabe interpretar que, para conseguir este objetivo, en Maastricht se apostó acertadamente por crear las necesarias condiciones de estabilidad macroeconómica que estimulasen un proceso inversor sostenido por parte del sector privado.

En este sentido, la convergencia nominal (cumplimiento de los objetivos macroeconómicos establecidos) debe sentar las bases para conducir a la convergencia real de las economías de los países miembros (cifrada en renta por habitante), que ha de considerarse en verdadero objetivo sociopolítico, y aunque ello comporte sacrificios y riesgos de algún desequilibrio a corto plazo para aquellos que se encuentran hoy peor situados.

Es obvio que la política económica española en este nuevo escenario se verá notablemente modificada en relación con las décadas anteriores. Sin posibilidad de recurrir a la política monetaria ni a la política cambiaria y con la previsible necesidad de llegar a alguna armonización entre las políticas fiscales de los distintos países, parece evidente que el Estado se va a ver obligado a reorientar su papel hacia otro tipo de acciones, fundamentalmente dirigidas a favorecer la eficiencia en las actividades productivas y en la utilización de los recursos. En definitiva dirigidas a mejorar la productividad garantizando la sostenibilidad. Compitiendo en una economía global, sólo así será posible garantizar el bienestar de los ciudadanos y converger al mismo tiempo con los países avanzados de la UE.

En esta nueva etapa el impulso inversor del sector público deberá seguir siendo importante, pero la tendencia hacia el equilibrio presupuestario y, en general, el rigor en el control de las finanzas públicas de la UE, permiten anticipar que el margen de actuación para la inversión pública se verá limitado por un lado y condicionado por otro hacia el cumplimiento de los objetivos señalados más arriba. Quizás quepa esperar más protagonismo por parte de las medidas destinadas a corregir los problemas estructurales de algunos sectores de la economía española.

Entre las inversiones públicas destaca el papel que juegan las infraestructuras, por las externalidades positivas que comportan en la productividad de las inversiones privadas. La cuestión ahora es determinar qué tipo de infraestructuras cumplen mejor esta función y por tanto se alinean mejor con los criterios expuestos. Hay que tener en cuenta, no obstante, que en materia hidráulica hay también otras inversiones que presentan externalidades tan relevantes como las infraestructuras (restauración hidrológica forestal, por ejemplo).

En todo caso, surge inmediatamente la necesidad de replantearse las pautas de actuación en materia de aguas aplicadas por el Estado en el pasado reciente, y que, bajo la denominación del modelo tradicional de política hidráulica, serán examinadas con detalle en otros capítulos de este libro. Más aún, cabe preguntarse si el actual marco general de ordenación de los recursos hídricos en España es el más adecuado para la nueva situación, o si, por el contrario, sería conveniente introducir determinadas medidas que corrigiesen los problemas detectados e incrementasen la eficacia y racionalidad de los mecanismos a través de los cuales se produce su utilización en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales, cuya conservación debe quedar asegurada en todo caso.

Este es, en síntesis, el difícil reto al que, condicionada por la convergencia europea y por la necesidad intrínseca de contención del gasto, se enfrenta la nueva política hidráulica para los próximos años. Por todo ello, y a la vista de la compleja red de condicionantes existentes, es conveniente efectuar algunas consideraciones específicas e introducir ideas básicas que, aunque serán desarrolladas in extenso en otros epígrafes del libro, quedan ya esbozadas y conviene retener desde este momento.

En primer lugar, en lo que se refiere a las demandas, el agua es un bien que afecta a las necesidades básicas de las personas; por tal motivo una parte de él se destina con carácter prioritario al abastecimiento de poblaciones de manera que la satisfacción de esta demanda quede, salvo situaciones excepcionales, prácticamente garantizada a través de las oportunas infraestructuras e instalaciones.

Pero además de esto, también es un componente fundamental en los procesos de producción de los sectores económicos. Algunos de ellos como el regadío o la actividad hidroeléctrica por ejemplo, destacan sobre el resto por el uso intensivo que hacen del agua como factor de producción y la cuantía de las demandas asociadas. Otros, como el sector industrial, aún precisando de ciertas cantidades de agua para el desarrollo de su actividad (refrigeración de centrales, por ejemplo), éstas no alcanzan las cifras de los anteriores. En unos casos las infraestructuras hidráulicas han sido financiadas por la iniciativa privada y en otros no pero, para todos ellos, el agua es un input más, sometido a las decisiones de tipo microeconómico que se derivan de las estrategias empresariales. La participación en el sistema productivo español de cada uno de ellos es muy diverso, presentándose una variadísima casuística, que obedece a múltiples factores: localización territorial, rama de actividad, antigüedad, etc. Sería deseable que esta participación económico-productiva se realizase con la mayor equidad y racionalidad posible.

En segundo lugar, existen muchas clases de infraestructuras hidráulicas y de muy diversa tipología. Desde la óptica de la convergencia, cabría analizar cuáles realizan una mayor contribución a sus objetivos, pues, evidentemente, no en todas es la misma, y

depende de la finalidad a la que estén destinadas. Puede tratarse de infraestructuras de regulación, transporte y distribución para un empleo sectorial, infraestructuras de laminación y control de avenidas, de suministro de agua potable a poblaciones, de saneamiento y depuración de aguas residuales, y un largo etcétera. Los resultados de la evaluación son muy heterogéneos, pero, como antes, la contribución y los costes deben obedecer a principios de racionalidad.

En tercer lugar, si se observa la totalidad de las infraestructuras hidráulicas en España, puede afirmarse que las externalidades positivas derivadas de ellas, aun siendo muy importantes en algunos casos (posiblemente más que en ningún otro sector de las obras públicas), son en general inferiores a las detectadas en otro tipo de infraestructuras como las de transporte y comunicaciones. Ello debe ser considerado a la hora de programar las políticas públicas.

En cuarto lugar, hay que señalar que a nivel medio nuestro país no registra, en materia hidráulica, un desfase similar al existente en la dotación de otras infraestructuras como las que se acaban de citar, respecto a los demás países europeos. Basta verificar por ejemplo el superior grado de desarrollo alcanzado en España por las obras tradicionales de regulación, requerido por su singularidad hidrológica. No obstante, existen aún algunas carencias infraestructurales, y un grave déficit en el mantenimiento de este importante patrimonio ya existente.

En quinto lugar, este patrimonio hidráulico acumulado a lo largo de la historia encuentra su justificación, en gran parte, en la localización mediterránea de nuestro país y en las diferencias que este hecho impone respecto a los países de Europa Central. No es preciso detenerse en reiterar las ya apuntadas características hidrológicas de las regiones áridas o semiáridas, como son las de la mayor parte de nuestro territorio, para argumentar las actuaciones correctoras que España se ha visto obligada a acometer, con objeto de alcanzar niveles de garantía y seguridad de suministro similares a las medias europeas.

En sexto lugar, esta circunstancia, que supone una evidente desventaja comparativa respecto a los países de la Europa Central y del Norte de clima atlántico, comporta unos fuertes costes diferenciales para la economía española en conjunto para los sectores que basan su actividad en la utilización de los recursos hídricos en particular.

Séptimo y último, hay que mencionar la evidencia empírica de que el acercamiento de los niveles de renta por habitante entre los países miembros no parece producirse de forma espontánea como respuesta al proceso de integración europea y de liberalización de transacciones, sino que por el contrario, existen riesgos de que las tendencias de concentración espacial de la renta impidan reducir los desfases que en la actualidad nos separan de los países más avanzados de la UE.

Estas dos últimas razones (desventajas competitivas y necesidad de propiciar la convergencia real) deberían constituir suficiente argumento para que la UE emprendiera una decidida política de apoyo de ámbito comunitario en relación con los recursos hídricos, máxime si se tiene en cuenta que estas tendencias de concentración se deben no sólo al mercado, sino que también están provocadas por la propia política comunitaria en otros campos.

2.5.2. Los impactos específicos

Además del gran efecto sociopolítico global inducido por la convergencia, las políticas sectoriales comunitarias afectan al funcionamiento de muchos sectores de nuestra economía, por lo que, de forma indirecta, y en la medida en que estos sectores necesitan del agua o contribuyen a su degradación, se está afectando al régimen de las aguas en nuestro país. Pero además de estos efectos difusos y generalizados de carácter indirecto, y vinculados a los sectores productivos y a la estructura territorial, existen otros impactos directos tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda hídrica.

Así, como ejemplo, las demandas agrarias se ven cada vez más fuertemente afectadas por las condiciones externas de los mercados internacionales y las políticas agrarias europeas, tal y como se describe en los correspondientes epígrafes de la demanda agraria. Las potencialidades turísticas y su orientación territorial pueden tener asimismo, como se indicó, importantes consecuencias desde el punto de vista de las aguas, y no solo como demandantes estacionales en las tradicionales zonas costeras, sino como posibles inductoras de cambios de orientación de usos en las zonas de interior, en las que con frecuencia se asocia la actividad turística y recreativa a los parajes fluviales y las masas de agua.

De igual modo, y desde el lado de la oferta, es evidente que el marco económico comunitario y los objetivos de convergencia introducen fundamentales condicionantes en las posibilidades financieras del país, y, en consecuencia, en el ritmo y modo en que puede acometerse el desarrollo de la infraestructura hidráulica. Las exigencias de calidad generadas por el necesario cumplimiento de las directivas europeas condicionan también las características de la oferta hídrica.

En suma, cuestiones internacionales puramente institucionales o políticas, como la convergencia, la política agraria común, el GATT, etc. afectan de tal modo a la actividad interna que puede decirse sin exageración que la están configurando y determinando en sus rasgos básicos. La cuestión reviste, pues, decisiva importancia, por lo que se examinará con mayor detalle en otros epígrafes de este documento.

3. LA SITUACIÓN ACTUAL Y LOS PROBLEMAS EXISTENTES Y PREVISIBLES

Como se apuntó en el capítulo introductorio, y una vez descrito en el segundo capítulo el contexto global, geográfico, en sus tres vertientes fisiográfica, socioeconómica e institucional, que caracteriza y condiciona el problema hídrico, en esta tercera parte se llevará a cabo una descripción técnica sobre las circunstancias y situación actual de las aguas en España desde un punto de vista eminentemente descriptivo.

Tal descripción se ocupará en primer lugar del dato básico de cuánta agua hay, dónde está, y cómo es -los recursos hídricos en cantidad y calidad-, para después pasar revista a la situación de los usos, demandas y asignaciones que gravitan sobre estos recursos, a los sistemas de explotación en que se integran recursos y demandas, a los mecanismos de protección del dominio público hidráulico, a la economía, protección y administración del agua, a las infraestructuras y a los fenómenos extremos de sequías e inundaciones. Se concluye el capítulo con una referencia específica al contexto internacional y a la cooperación con Portugal y con un comentario sobre la situación actual en nuestro país de la investigación y desarrollo en recursos hídricos.

3.1. LA SITUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

3.1.1. Introducción. El concepto de recurso

En los epígrafes que siguen, y tras la exposición de los marcos generales de referencia, describiremos con detalle la situación de los recursos hídricos desde un punto de vista ya específico y cuantitativo. La amplia extensión que se dedicará a su estudio está ciertamente justificada, pues los recursos no son sino el agua que hay, y se comprende que este es un dato esencial, fundamento y condicionante de casi todos los demás.

Con carácter previo a este análisis, es conveniente, no obstante, realizar algunas precisiones terminológicas. Así, la consideración del agua como un recurso, que da título a este epígrafe, remite a su percepción como algo que puede desempeñar distintas funciones, pero éstas han de entenderse en un sentido abstracto, en modo alguno vinculadas de forma directa a connotaciones trivialmente utilitarias o directamente económicas.

Es claro que las funciones del agua más obvias son aquellas que se refieren a su posibilidad de utilización por la humanidad para distintos usos directos (beber, regar, mover ruedas o turbinas, bañarse…), pero estas funciones en sentido estricto no agotan otras funcionalidades quizá menos directamente perceptibles pero que resultan ser tan importantes como las primeras. Es el caso de las funciones ambientales (soporte de ecosistemas, receptor de residuos…) o de otras funciones no estrictamente utilitarias, y asociadas al recreo, la contemplación del paisaje, o la sensación experimentada frente a un elemento primario, como el fuego o la tierra, antropológicamente imbricado de forma profunda en la conciencia de la especie humana. Nos referiremos en detalle a estas distintas funciones hídricas al exponer los fundamentos ambientales de la política del agua, pero es conveniente dejar ya señalada esta apreciación inicial.

Por otra parte, ha de notarse lo extremadamente tenue que resulta la frontera de separación entre las que hemos denominado funcionalidades utilitarias y no utilitarias, y lo que en el fondo tiene de artificiosa tal separación, pues, ¿cabe dudar en estos momentos de que la función ambiental del agua es una utilidad necesaria para la continuidad de la especie humana?, ¿de que la preservación del medio es a largo plazo nuestra principal necesidad, sin la que las demás no tendrán ocasión siquiera de plantearse?

Hecha esta precisión, en primer lugar se mostrarán los conceptos básicos del ciclo hidrológico en régimen natural y del ciclo en régimen afectado. Tras ello, y puesto que el conocimiento cuantitativo de estos recursos se lleva a cabo mediante la observación y medida de sus componentes, se expondrá la situación de las redes de medida de datos hidrológicos. Mejor conocimiento de los recursos y mejores redes de medida van necesariamente unidos, por lo que esta cuestión reviste una importancia estratégica.

Descritas las redes se abordará ya directamente la evaluación de los recursos hídricos, tanto en régimen natural como afectado, y considerando también lo que se ha venido llamando recursos no convencionales y que, como veremos, cada vez merecen menos este calificativo. Es pues tras la descripción física del estado natural de las aguas en la biosfera que se procederá a introducir una primera visión de los recursos hídricos de forma orientada a su posible utilización para satisfacer necesidades humanas. Surge así el concepto de recursos disponibles por contraposición al de recursos naturales, conceptos de importancia fundamental, que han sido en alguna ocasión origen de confusiones y erróneas interpretaciones técnicas, y que se desarrollarán de forma rigurosa y detallada en este documento.

Por último, se incluye también una ilustrativa comparación de nuestra situación con la de los países del entorno europeo, y se realiza un análisis de lo que pueden suponer la variabilidad hidrológica natural y las incertidumbres del cambio climático para nuestros recursos hídricos del futuro.

Ha de insistirse en que, inicialmente, nos referiremos en este capítulo a los recursos hídricos bajo esta per-

cepción física global, funcional en un sentido amplio, sin entrar a dilucidar su aptitud o utilidad para la concreta satisfacción de necesidades humanas. La descripción cuantitativa ha de responder, por tanto, a las preguntas más elementales: ¿cuánta agua hay?, ¿dónde está?, ¿cómo se mueve? ¿por dónde va? ¿hasta qué punto puede controlarse?… preguntas en apariencia simples -pero solo en apariencia- y cuya respuesta constituye la materia de la ciencia hidrológica.

Por otra parte, las cuestiones relativas a la calidad de las aguas no pueden conceptualmente separarse de las de la cantidad. Se ha dicho y repetido que cantidad y calidad van de la mano, no pueden disociarse, no pueden correctamente entenderse de forma separada. Las preguntas elementales que, continuando con las anteriores, deben responderse ahora serían: ¿puede beberse? ¿puede regarse con ella? ¿puede mejorarse?

En este libro se asume por entero -como es obvio- este planteamiento integrado, pero, tras analizar la posibilidad de desarrollar una presentación híbrida -desde luego muy novedosa pero que, con los conocimientos disponibles, hubiese sido viable-, razones expositivas y de mejor comprensión de ambos aspectos complementarios aconsejaron la separación formal -que no material- de las cuestiones relativas a calidad y contaminación de las aguas, desarrollando con ellas un extenso apartado específico.

Podría concluirse esta introducción cerrando el proceso de interrogaciones que, en un proceso de gradual curiosidad y aprendizaje nuestro hipotético filósofo antes se formulaba. Así, puede imaginarse ahora que, una vez suficientemente conocido dónde está y qué se puede hacer con ella, es decir, una vez satisfechas las inmediatas funciones utilitarias del agua, la siguiente pregunta sería: ya que tengo lo suficiente para mis necesidades ¿qué papel juega el agua en la naturaleza? ¿qué otras cosas, además de a mí, está soportando? ¿qué relación tengo yo con esas otras cosas?.

Las respuestas a estas preguntas conducen directamente a estudiar las funciones ambientales de los recursos hídricos y, en último extremo, a plantear en su raíz el problema de la relación del hombre con el medio que le rodea.

3.1.2. La consideración cuantitativa del recurso

El agua en la naturaleza se mueve según una secuencia de procesos físicos que constituyen el ciclo hidrológico, y que conviene describir para poder así tener en cuenta las relaciones del agua con su entorno, y conocer cómo pueden afectar a los distintos componentes del ciclo, y al medio ambiente en general, las modificaciones debidas al aprovechamiento de los recursos hídricos.

Pese a su aparente simplicidad, la comprensión del mecanismo del ciclo hidrológico en sus rasgos básicos es un hecho relativamente reciente. Ideas que hoy parecen triviales, como que el océano es la principal fuente de agua del ciclo, que la aportación de los ríos está asociada a las lluvias, o que el agua de los manantiales procede de la recarga de los acuíferos, no se han comprendido claramente hasta fechas modernas. La primera explicación efectiva del ciclo hidrológico, mediante procedimientos experimentales y mediciones cuantitativas, se produce en el siglo XVII, cuando Perrault demuestra, a partir de la observación y el registro de datos, que la aportación del río Sena, en Francia, estaba relacionada con la precipitación caída sobre su cuenca, y era del orden de 1/3 de esta precipitación. Las mediciones de Perrault (de octubre de 1668 a octubre de 1669, de octubre de 1670 a octubre de 1671, y de octubre de 1673 a octubre de 1674) constituyen el primer registro sistemático de la lluvia durante al menos un ciclo estacional completo (Solís, 1990, pp.93).

Seguidamente se ofrecerá una breve descripción del ciclo hidrológico en régimen natural, para posteriormente mostrar los impactos básicos que, desde un punto de vista cuantitativo, la acción humana introduce en este ciclo natural dando lugar al régimen afectado, que es el que, salvo en las cuencas vírgenes, puede observarse en la realidad.

La consideración, siquiera elemental, de estos procesos resulta de fundamental importancia para la comprensión global del problema hídrico.

3.1.2.1. El ciclo hidrológico en régimen natural

Con objeto de ofrecer unas nociones básicas del ciclo hidrológico en régimen natural, se expondrán en primer lugar los conceptos técnicos y componentes básicos de este ciclo. Su entendimiento permitirá introducir de forma natural el concepto de balance de agua de un territorio, fundamental para la comprensión de los recursos hídricos desde el punto de vista cuantitativo. Por último, y asociado al concepto de balance, se introducirán los conceptos de recursos renovables y de reservas.

3.1.2.1.1. El concepto de ciclo hidrológico

Se entiende por ciclo hidrológico el conjunto de transferencias de agua entre la atmósfera, el mar y la tierra en sus tres estados, sólido, líquido, y gaseoso. El motor energético de estas transferencias es el Sol. El

ciclo hidrológico se produce a escala planetaria, aunque es su fase continental la que incorpora los recursos que sirven para satisfacer las necesidades humanas, la que produce perturbaciones en los casos de inundaciones, o sobre la que tienen lugar los principales impactos antrópicos.

El conjunto de procesos hídricos que han tenido o tendrían lugar en la naturaleza en total ausencia de intervención humana (es decir, como si no existiese la humanidad sobre la tierra) constituye el ciclo hidrológico en régimen natural.

La figura 54 representa esquemáticamente este ciclo en forma conceptual, y muestra los distintos estados, flujos y almacenamientos de agua.

Los procesos básicos que incluye el ciclo hidrológico son los de evapotranspiración, precipitación, infiltración, percolación y escorrentía. La evapotranspiración es el efecto conjunto que se produce a través de la evaporación del agua presente en la superficie terrestre y en los mares, ríos y lagos, y la transpiración procedente de la tierra a través de los seres vivos, en especial de las plantas. Esta evapotranspiración determina la formación de vapor atmosférico que al condensarse, bajo determinadas condiciones, retorna en parte a la superficie continental en forma de precipitación líquida o sólida. Parte de esa precipitación se infiltra en el suelo, desde donde se vuelve a evapotranspirar, o percola en el subsuelo, y otra parte escurre superficialmente por la red de drenaje (escorrentía superficial directa) hasta alcanzar la red fluvial. El agua infiltrada en el subsuelo, y que no se evapotranspira, se acumula en los poros, grietas y fisuras de los materiales del terreno que, por sus características físicas, tienen capacidad de almacenar el agua. Las formaciones geológicas que tienen capacidad para almacenar y transmitir el agua se denominan, con carácter general, acuíferos. La parte del agua que, mediante la percolación, recarga los acuíferos y vuelve a salir, diferida en el tiempo, a la red fluvial, se denomina escorrentía subterránea. Es frecuente asociar la escorrentía subterránea al denominado flujo base de los ríos, aunque puede haber otras componentes del caudal con variabilidad temporal relativamente lenta, como la fusión de nieves, y cabe asimismo distinguir un flujo de fondo o base de otros flujos más rápidos en la descarga de los manantiales, siendo ambos escorrentía subterránea.

Se puede definir como aportación de un río en un punto de la red fluvial el volumen de agua que pasa por él durante un periodo de tiempo. En el régimen natural esta aportación comprenderá, pues, la suma de escorrentía superficial directa de toda la cuenca situada aguas arriba, y la escorrentía subterránea que se incorpora a los cauces aguas arriba de ese punto.

El agua que recarga los acuíferos (y que, por referirnos al régimen natural, no es extraída por bombeos) y no se evapotranspira cuando los niveles freáticos están próximos a la superficie, acaba incorporándose a los cauces en los tramos fluviales drenantes de acuíferos, o surge por manantiales. La excepción se produce en los acuíferos costeros, en los que el agua subterránea puede salir directamente al mar, en parte o en su totalidad.

Es claro que los procesos descritos operan con diferente intensidad a muy distintas escalas espaciales y temporales, por lo que más que en un ciclo hidrológico unitario y mecanicista debe pensarse más bien en un conjunto interrelacionado de procesos que, operando a muy distintas escalas, configuran un resultado final agregado que es el que se observa simplificadamente como objeto de estudio y evaluación.

Así, un aspecto característico del ciclo hidrológico, y al que frecuentemente se alude, es el de la variabilidad, producida por su dependencia de los factores meteorológicos que intervienen en la circulación atmosférica terrestre. Tal variabilidad está relacionada con la escala temporal y significa que, en distintos periodos de tiempo, las descritas magnitudes del ciclo pueden tomar valores muy distintos.

Una consecuencia de esta variabilidad temporal es que el agua puede plantear problemas tanto por escasez en época de sequías como por exceso en las inundaciones que ocasionan daños y pérdidas de vidas humanas. La variabilidad hidrológica y sus sucesos extremos, avenidas y sequías, son fenómenos que se pueden caracterizar, a los que nos referiremos más adelante, y que resultan de obligada consideración para una correcta planificación hidrológica.

Por otra parte, la descripción del ciclo realizada se ha referido únicamente a aspectos cuantitativos del recurso, pero es obvio que, a medida que el agua recorre las distintas fases del ciclo, arrastra consigo o deposita sustancias químicas de los medios que atraviesa, y va modificando así sus condiciones de calidad natural, que se estudiará más adelante en relación con los aspectos cualitativos del recurso. Aunque es razonable asociar de forma finalista el concepto de calidad como aptitud para el uso que va a tener el agua, puede entenderse también en abstracto, y con independencia de posibles usos, como el conjunto de parámetros físico-químico-biológicos que la caracterizan.

Una frecuente confusión es la de asociar aguas de mala calidad a problemas de contaminación por actividades humanas. Sin embargo, es perfectamente explicable que, conforme a lo dicho, haya aguas no aptas para ningún uso por causas enteramente naturales, y sin que se haya introducido antrópicamente con-

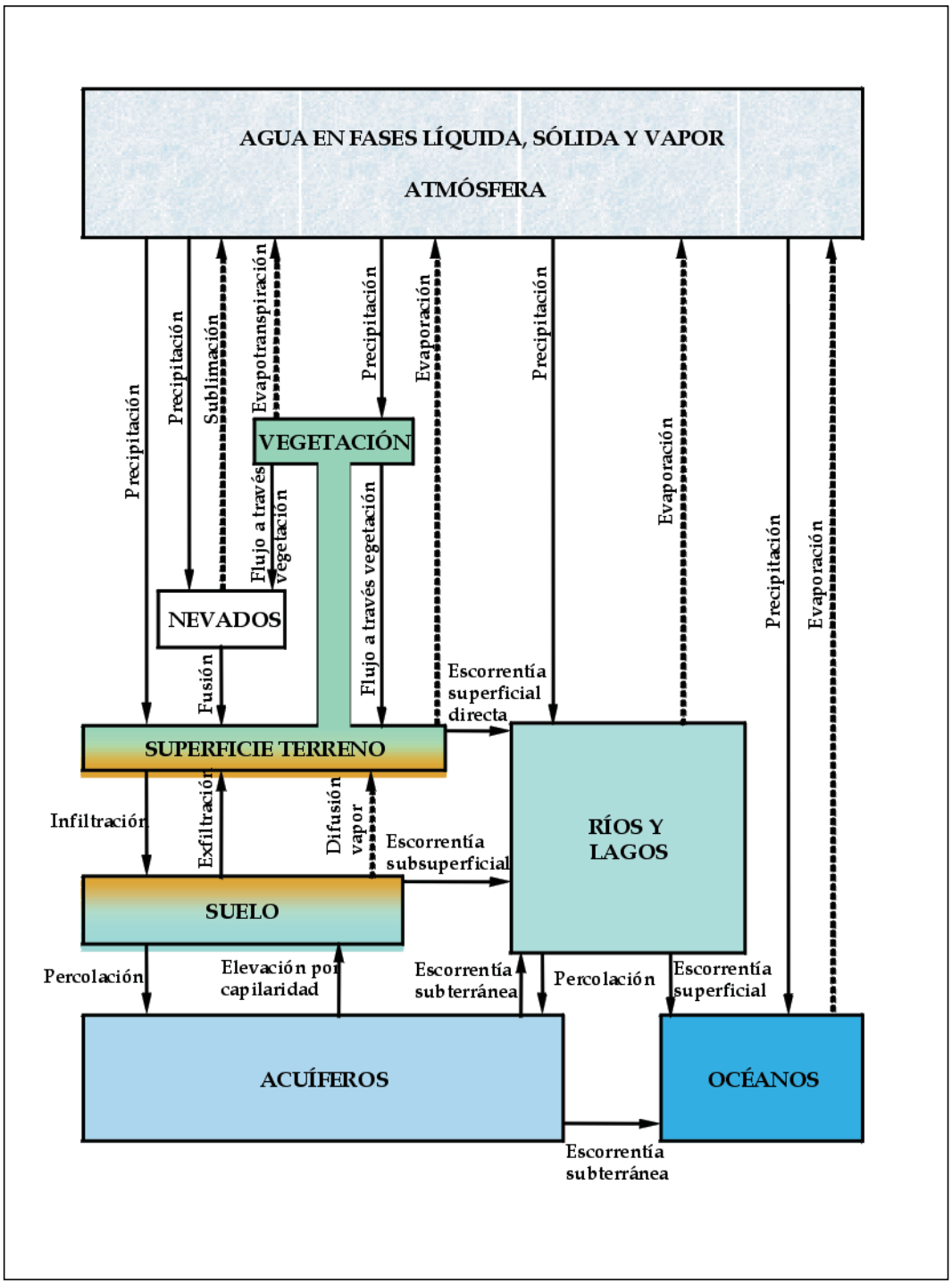


Figura 54. Esquema conceptual del ciclo hidrológico

taminación alguna. Es, por ejemplo, el frecuente caso de aguas salinas o sulfatadas por contacto con materiales yesíferos o evaporíticos.

3.1.2.1.2. Balance hídrico de un territorio

Los conceptos y procesos hidrológicos que se están exponiendo pueden contemplarse, como se ha indicado, a muy distintas escalas espacio-temporales, por lo que no han de ceñirse, necesariamente, al ámbito espacial de una cuenca hidrográfica, y pueden referirse a un territorio cualquiera (como un país, una provincia o una finca).

En efecto, los recursos naturales generados internamente en un territorio cualquiera son los que se producen a partir de la precipitación y, en concreto, comprenden la escorrentía superficial directa y la recarga a los acuíferos. Estos recursos no tienen por qué coincidir exactamente con la aportación de la red fluvial, dado que pueden producirse transferencias superficiales y subterráneas desde o hacia otros territorios vecinos, tal como esquemáticamente se representa en la figura adjunta, adaptada de Erhard-Cassegrain y Margat (1983). Con este esquema conceptual puede plantearse el concepto de balance hídrico para un

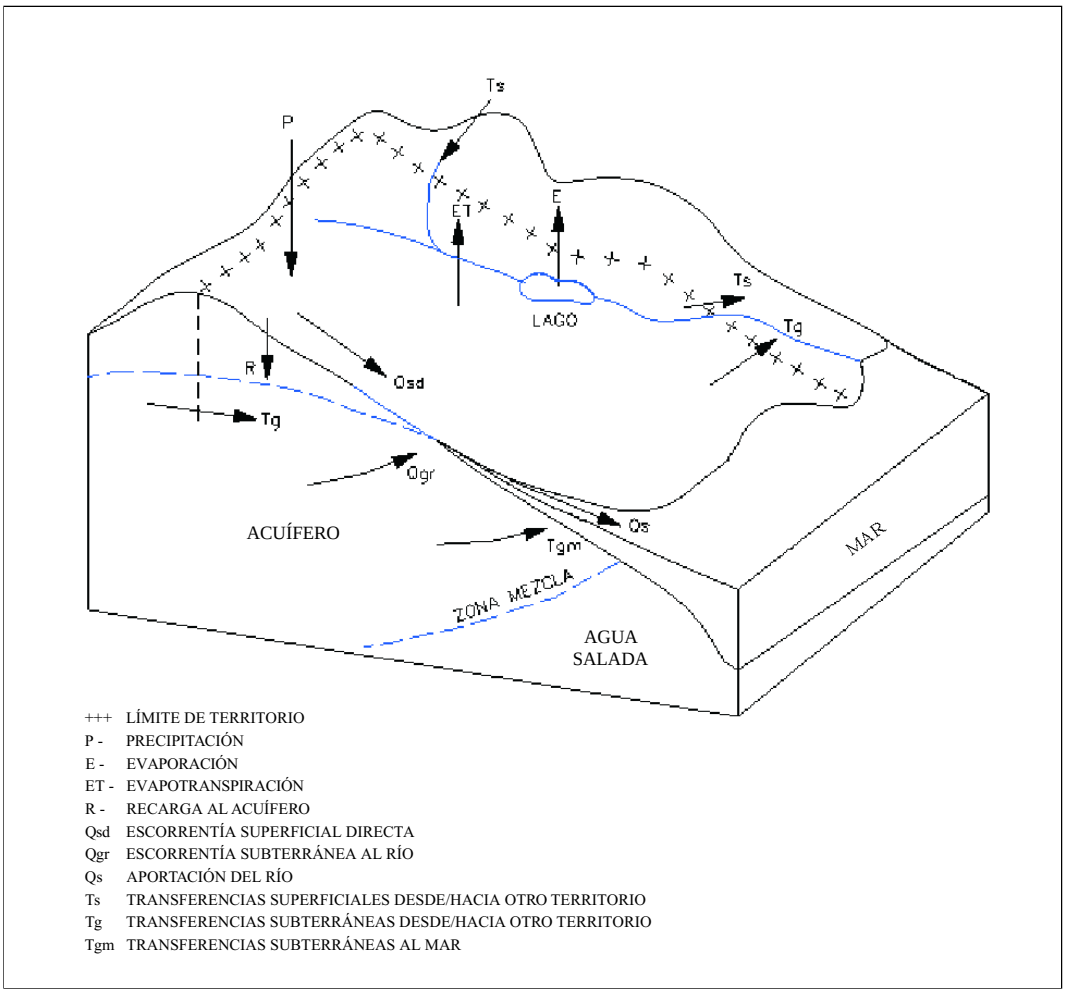


Figura 55. Esquema de los principales flujos del ciclo hidrológico en un territorio

territorio cualquiera, que no necesariamente ha de ser una cuenca hidrográfica, y que sería -para un periodo cualquiera o en valores medios a largo plazo- el resultado de considerar las entradas y salidas al territorio mostradas en el esquema (fig. 55).

Las cuencas hidrográficas no son, en definitiva, sino un caso particular de territorio, cuya peculiariedad radica en que no recibe, en régimen natural, transferencias superficiales, y las que recibe subterráneamente suelen ser, en general, poco importantes. Esta independencia hídrica con respecto a los territorios vecinos es lo que hace a las cuencas hidrográficas muy adecuadas como unidades territoriales para la gestión de los recursos hídricos.

En la figura 56 -de elaboración propia a partir de los esquemas de Erhard- Cassegrain y Margat (1983) adaptados a los datos españoles- se muestran las cifras globales agregadas de los principales flujos en régimen natural para el territorio español (en km^3/año), y, por tanto, los elementos fundamentales de su balance hídrico.

Más adelante, en los epígrafes dedicados a los recursos naturales, se tratará este asunto en detalle y de forma desagregada, pero pueden retenerse ya las grandes magnitudes básicas: la aportación total de la red fluvial española es de unos 109 km^3/año (del orden de un tercio de los 346 km^3/año precipitación total), de los que tres cuartas partes (82 km^3/año) son escorrentía superficial directa, y una cuarta parte (29 km^3/año) es escorrentía subterránea. Las transferencias externas globales tanto superficiales como subterráneas son muy reducidas frente a los grandes flujos propios, lo que resulta lógico considerando el carácter geográfico de país peninsular -separado del resto por cordilleras- e isleño, y, por tanto, su gran aislamiento hidrográfico en relación a otros países del entorno.

3.1.2.1.3. Recursos renovables y reservas

Habitualmente se admite que los recursos hídricos de un área coinciden con sus recursos totales (superficiales y subterráneos) renovables, es decir, con el balance de su territorio. En nuestro caso, estos recursos totales serían unos 111 km^3/año (109+2), valor ligeramente superior a las aportaciones totales de los ríos.

Además de estos recursos renovables, en un territorio puede haber acuíferos con reservas muy importantes

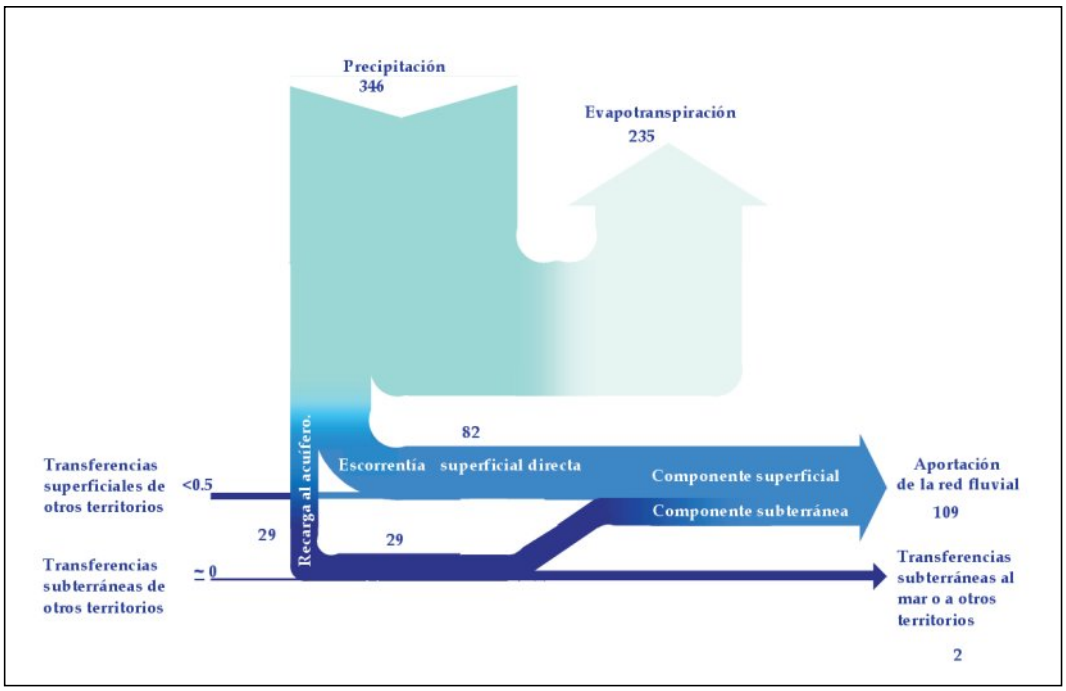


Figura 56. Esquema de los principales flujos de agua (km³/año) en régimen natural para el territorio español

de agua almacenadas en ellos, y que pueden tardar decenas o cientos de años en renovarse. En régimen natural, tales reservas han de considerarse como un almacenamiento permanente, y no como un recurso renovable. En regímenes afectados tales reservas podrían permitir una mayor disponibilidad temporal de agua durante un tiempo limitado, pero no incrementarían los recursos de forma permanente. El volumen de reservas existente en nuestro país es sin duda muy importante, pero su cuantificación - y su propio concepto - plantea algunos problemas a los que nos referiremos más adelante.

Hay que hacer notar que la renovabilidad del agua, como todas las características del ciclo, no es un atributo fijo e inamovible, sino que puede verse afectada por la actuación humana.

3.1.2.2. El ciclo hidrólogico en régimen influenciado

Una vez expuestas las nociones básicas del ciclo hidrológico en régimen natural, procede considerar ahora este ciclo pero en las condiciones reales actuales, es decir, afectado por la acción humana. Para ello se expondrá el concepto clásico de ciclo influenciado o afectado y se mostrarán distintos casos de afección, tras lo que se planteará el problema básico de estimar los flujos naturales a partir de los flujos observados, lo que se conoce como restitución al régimen natural. Finalmente, se expondrá el nuevo concepto de la afección a escala global.

3.1.2.2.1. La afección antrópica sobre el ciclo hidrológico

El agua ha sido siempre un elemento imprescindible para el desarrollo de la civilización, y el hombre ha avanzado en este desarrollo modificando el régimen de los flujos y almacenamientos naturales del agua en el ciclo hidrológico. Así, el establecimiento de las ciudades, o la producción de alimentos mediante la agricultura de regadío, o la producción de energía, han exigido derivar las aguas de sus lugares naturales - ríos, lagos o acuíferos- y aplicarlas a estos usos, modificando así la circulación que habrían tenido de no mediar intervención humana.

En muchas regiones del planeta, y en particular en nuestro país, estas intervenciones locales han sido muy intensas, y han dado lugar a una circulación del ciclo que resulta, en muchos casos, absolutamente distinta de la que se produciría en el régimen natural. Esta circulación real, resultante de los flujos y almacenamientos naturales modificados por las acciones antrópicas, constituye el ciclo hidrológico en régimen afectado.

En la figura 57 se muestran esquemáticamente distintos ejemplos de afección al régimen natural, en su sentido clásico, debidos a la presencia de un embalse de regulación, de unos pozos en el acuífero, de una central térmica, de una ciudad y de una zona de regadíos.

El embalse de regulación supondrá una modificación del régimen hidrológico del río para adaptarlo a las demandas y mermará sus aportaciones como consecuencia de la evaporación. Los pozos que bombean agua del acuífero darán lugar a un descenso de los

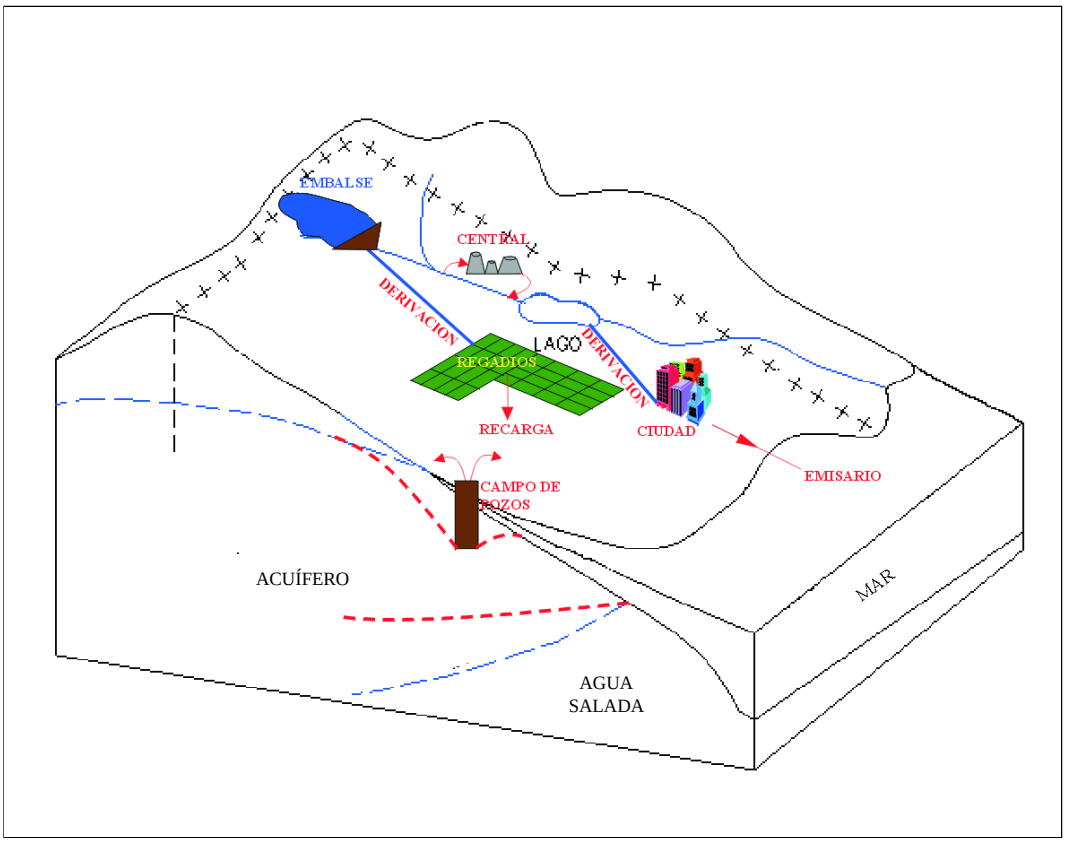


Figura 57. Algunos ejemplos de alteraciones antrópicas del ciclo hidrológico

niveles piezométricos, el cual afectará a los caudales del río y podrá inducir a su vez, dada la proximidad de los pozos a la costa, una penetración del frente de intrusión salina. La central térmica derivará caudales para su refrigeración, los cuales al ser devueltos al río podrán ver aumentada su temperatura. El agua aplicada para los regadíos y utilizada por las plantas supondrá una disminución del recurso, mientras que la no consumida retornará a los ríos y acuíferos viendo alterada su calidad, al adquirir nuevos elementos procedentes de fertilizantes, insecticidas, pesticidas, etc. El agua detraída para el abastecimiento de la ciudad también se consumirá en parte, retornando el resto para ser depurada y evacuada al mar.

Como se ilustra en la figura y se deduce de los comentarios anteriores, las alteraciones que puede sufrir el ciclo hidrológico son muchas y de muy variados efectos, y a su consideración se dedicarán distintos epígrafes de este Libro.

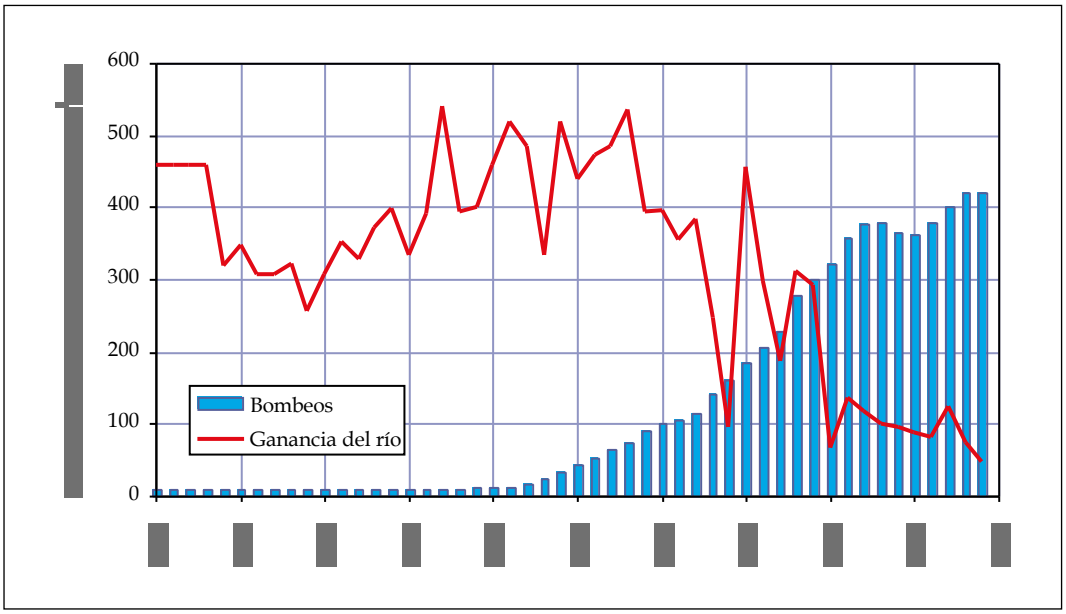


Figura 58. Afección de los bombeos en La Mancha sobre los caudales del río Júcar

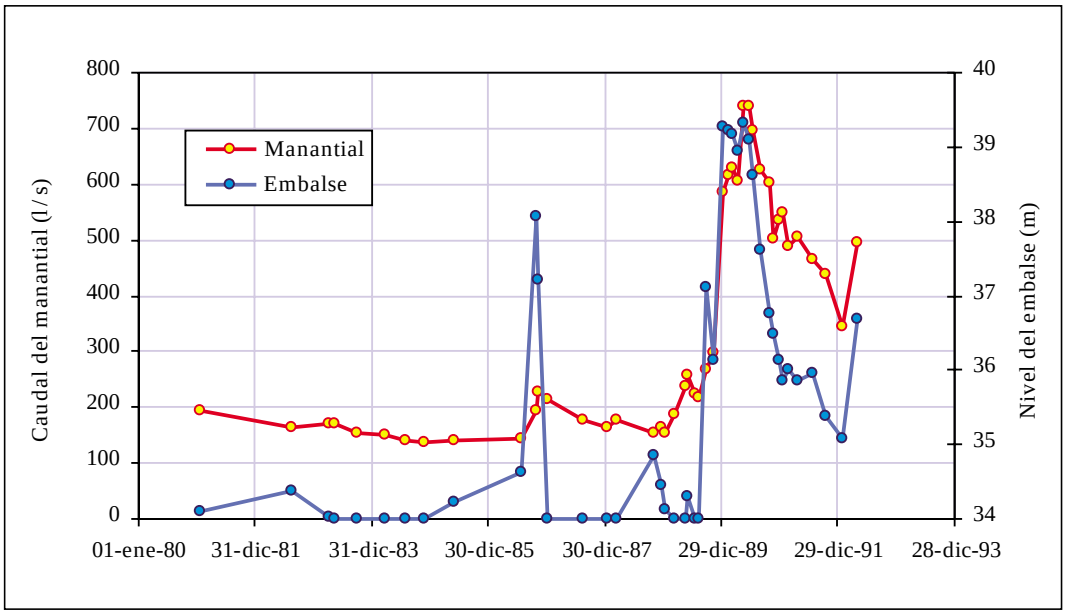


Figura 59. Afección del embalse de Valdeinfierno sobre el manantial de los Ojos de Luchena

Un buen ejemplo de la clásica afección antrópica de los bombeos de un acuífero sobre los caudales del río que lo drena es el proporcionado por el acuífero de la Mancha Oriental y el río Júcar. La figura 58 muestra muy expresivamente la evolución del proceso de los bombeos anuales del acuífero y la ganancia hídrica en el tramo fluvial asociado, en el periodo de los últimos 50 años. Como se aprecia, hay importantes volúmenes de agua que hasta los años setenta salían naturalmente al río, y ahora han pasado a extraerse por bombeo, afectando así a las aportaciones fluviales, si bien hay que precisar que, en los últimos años, a este efecto de afección se superpone el de la sequía pluviométrica.

Otro ejemplo ilustrativo y anecdótico de afección antrópica, mucho menos usual e importante que el anterior, es el producido por un embalse cuyo vaciado y llenado induce la respuesta de un manantial hidrogeológicamente asociado, modificándose así las condiciones de escorrentía natural del acuífero. Es el caso, por ejemplo, del embalse de Valdeinfierno en el río Guadalentín (cuenca del Segura), y el importante manantial de los Ojos de Luchena, del que existen aforos discontinuos desde el siglo XVII. El gráfico adjunto muestra con claridad -para los aforos disponibles en el periodo 1981-1993- la afección indicada (fig. 59).

Hay que hacer notar que el hecho de que se produzcan sobre el ciclo hidrológico afecciones antrópicas como las mostradas no es intrínsecamente negativo ni positivo, sino distinto. Son simplemente diferentes modelos de funcionamiento, cuya mayor o menor bondad con respecto a la situación inicial dependerá de muchas circunstancias locales y debe dilucidarse en cada caso concreto.

Desde el punto de vista cuantitativo, la afección más significativa es sin duda la merma de los caudales naturales debida a las detracciones del agua para los usos consuntivos. Como es bien conocido, la mayor utilización consuntiva del agua en España es para los riegos, siendo un porcentaje muy alto de ese agua devuelta a la atmósfera mediante la evapotranspiración desde las zonas de regadío. Los usos urbanos e industriales en España representan una proporción consuntiva mucho menor que la de los usos agrícolas, mientras que el uso energético, principalmente la refrigeración de centrales, es muy poco consuntivo.

En el entendimiento de que se trata sólo de una primera imagen, y sin perjuicio del desarrollo expositivo que tendrán estas cuestiones más adelante, puede avanzarse ahora, como primer indicador de la afección antrópica sobre el ciclo natural, el cociente entre el caudal medio que circula actualmente y, por tanto, en régimen real, afectado, y el que circularía si no hubiese afección humana, es decir, en régimen natural. Los valores de este indicador para algunos importantes ríos españoles se muestran en el gráfico adjunto, en el que se representa también el valor medio global para estos ríos, y se manifiesta con claridad el efecto de la afección antrópica (fig. 60).

Como se aprecia, el efecto relativo de las detracciones para usos aguas arriba es máximo en el Segura (llega al mar un 4% de lo que llegaría si no hubiese aprovechamentos), lo que revela una extrema utilización consuntiva de las aguas en esta cuenca. También es importante este efecto, aunque en menor medida, en las cuencas de los ríos Guadiana, Guadalquivir o Júcar, siendo menor en el Tajo, Ebro y Duero.

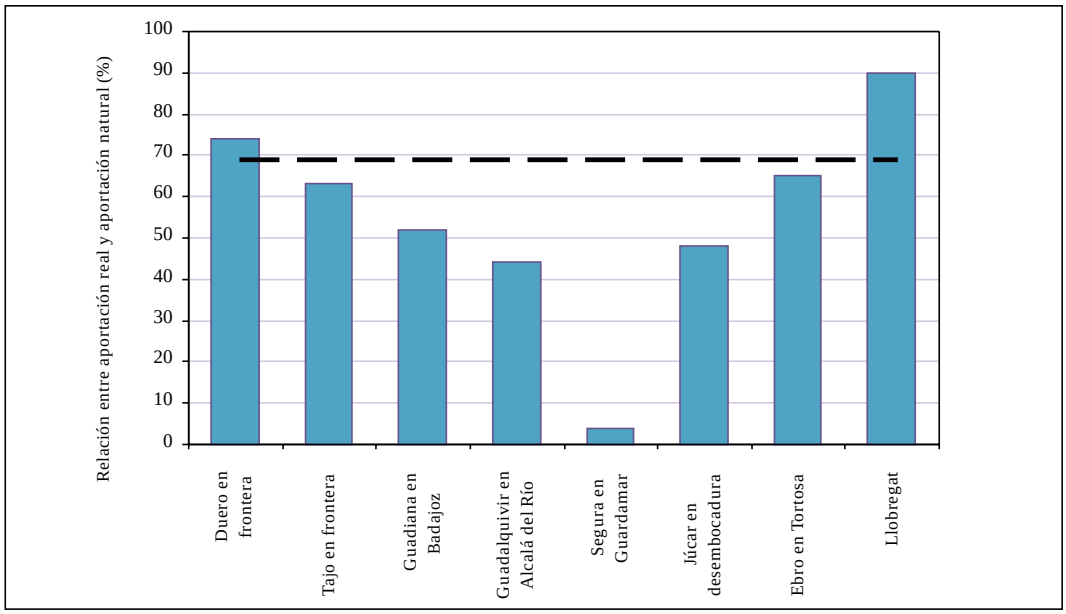


Figura 60. Relación entre aportación real y aportación natural para diferentes ríos españoles

Como se ha indicado, esta relación no es sino un primer indicador de la afección, pero en modo alguno la describe enteramente. Piénsese, por ejemplo, que puede haber modificaciones sustanciales del régimen de circulación de las aguas en la cuenca que no impliquen consumos apreciables (como producción hidroeléctrica o industrias con alto retorno) y, por tanto, no se reflejen en el ratio ofrecido. Además, y sobre todo, pueden producirse modificaciones muy importantes en las condiciones de calidad de las aguas que serían invisibles para este ratio. En la práctica, no obstante, es frecuente que ambas condiciones vayan asociadas, y lugares con niveles de utilización más intensos presenten también los mayores niveles de degradación.

Por otra parte, desde el punto de vista del régimen temporal de flujos, la afección mas importante es sin duda la inducida por los embalses de regulación, cuyo objetivo es precisamente ése, la modificación del régimen de caudales naturales para su adaptación a los requerimientos humanos.

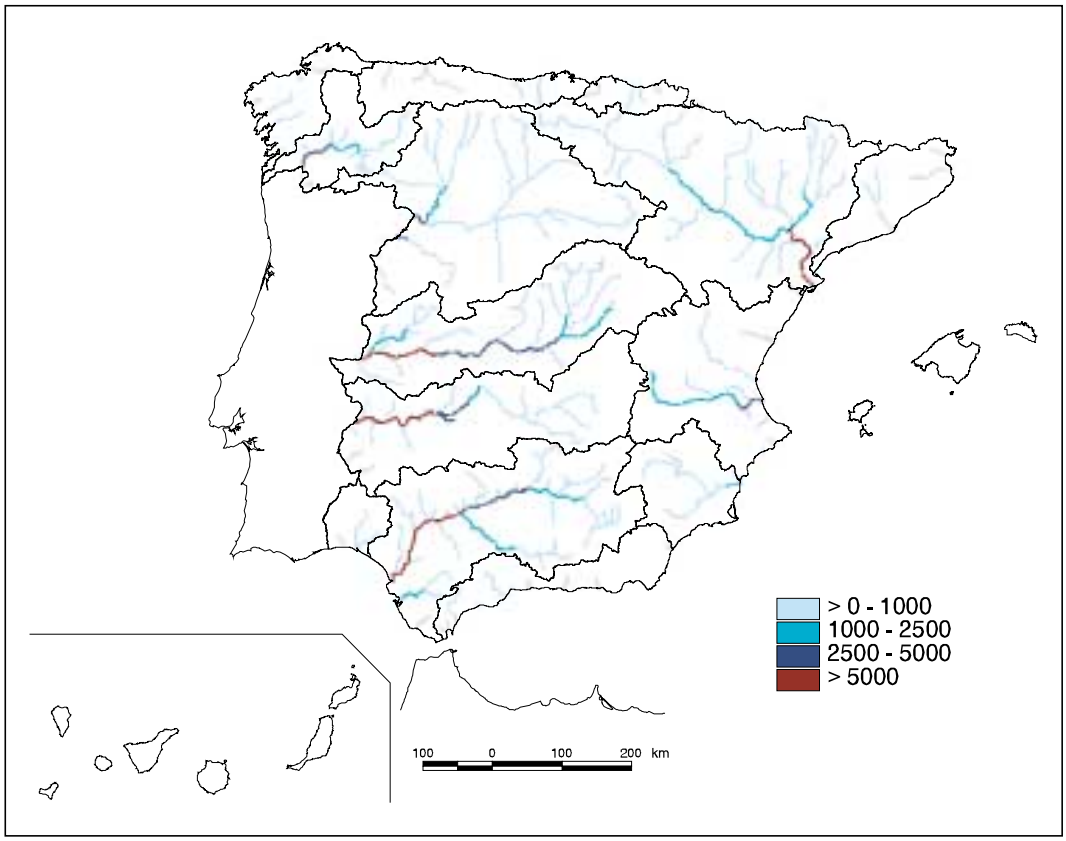


Figura 61. Mapa de volúmenes de embalse aguas arriba (hm³)

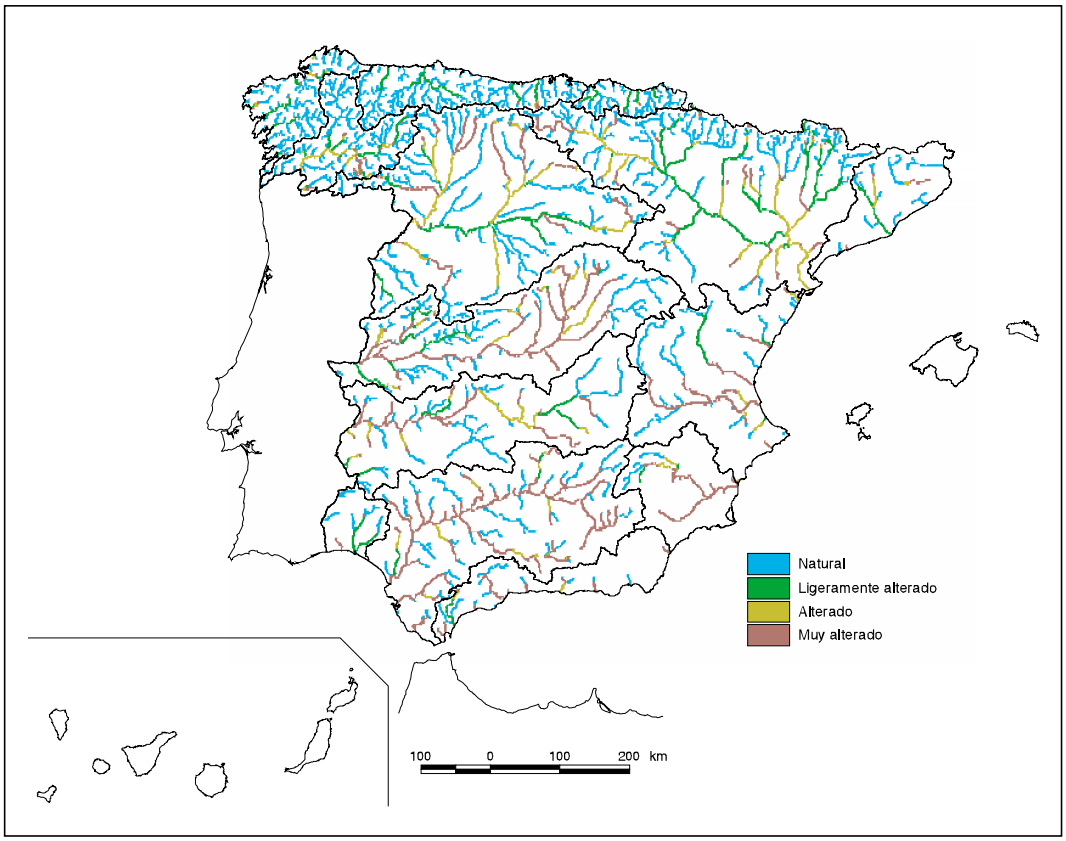


Figura 62. Mapa de máxima alteración potencial actual del régimen natural por efecto de la regulación existente

Bajo esta perspectiva, el grado de alteración producido en un punto de un río será básicamente función del volumen de embalse existente aguas arriba del punto, de la magnitud relativa de ese embalse con respecto a las aportaciones circulantes, y del régimen de explotación de estos embalses aguas arriba.

El régimen de explotación podría ser tal que se reprodujese la circulación natural, con lo que la alteración sería nula. En el extremo contrario, la máxima perturbación sería la correspondiente a la movilización de todo el volumen de embalse aguas arriba. Para acotar este efecto extremo, y tener una primera idea cuantitativa de lo que puede suponer en nuestro país la alteración del régimen de caudales, como consecuencia de la regulación, se ha elaborado un mapa de volúmenes de embalse aguas arriba de cada punto de la red fluvial, tal y como se muestra en la figura 61.

Como se observa, los mayores volúmenes llegan a superar los 5.000 hm^3, y se encuentran obviamente en los cursos bajos de los grandes ríos (Guadalquivir, Ebro, Tajo, Duero y Guadiana). Por contra, existen algunas cuencas donde apenas se alcanzan los 1.000 hm^3 (Norte, Sur, C.I. de Cataluña, Galicia Costa y Segura).

Si se divide el mapa de aportación natural circulante por este mapa de volumen de embalse aguas arriba, se obtiene el interesante nuevo mapa de máxima alteración potencial del régimen mostrado en la figura 62.

Como puede verse, las alteraciones potenciales por efecto de la regulación presentan un aspecto muy diferente al del embalse aguas arriba. Cuencas con muy alta capacidad absoluta de almacenamiento, como el Ebro, presentan regímenes en general poco alterados debido a su gran aportación natural, mientras que otras también con grandes aportaciones presentan posibilidades de alteración mucho mayor (Tajo o Guadalquivir), debidas a su mayor disponibilidad de embalses.

Además, debe recordarse que nos estamos refiriendo a alteraciones máximas potenciales, y las reales pueden ser notablemente inferiores a estas. Piénsese, por ejemplo, en el caso frecuente de un embalse hidroeléctrico de muy alta capacidad, pero con poca carrera de explotación. La alteración potencial aguas abajo podría ser muy alta, pero la realmente producida puede ser muy pequeña.

3.1.2.2.2. La restitución al régimen natural

La restitución de los caudales de los ríos y drenajes de acuíferos consiste en estimar su régimen natural -que es el que define los recursos existentes- a partir del régimen alterado, que es el que puede observarse y medirse. Para estimar ese régimen natural es preciso conocer las detracciones de agua de los ríos y acuíferos, los retornos al río, la gestión de los embalses, así como las evaporaciones y filtraciones que en ellos

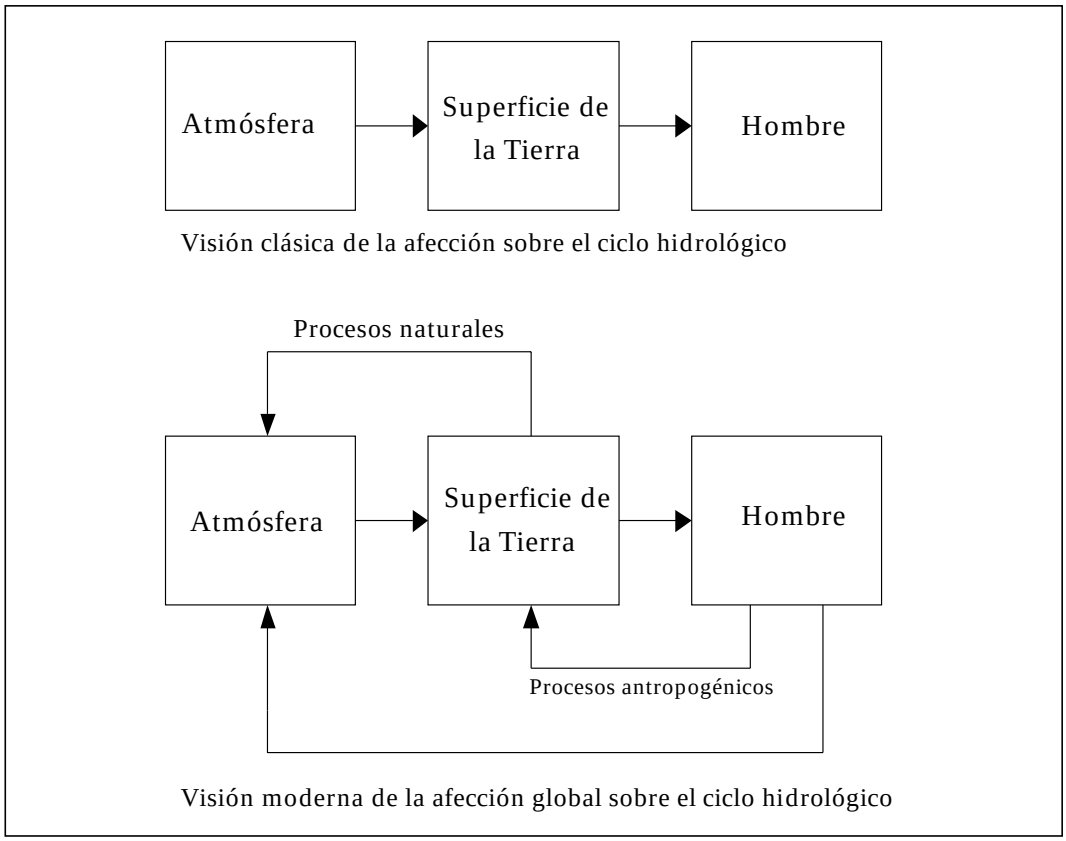


Figura 63. Distintas perspectivas de los efectos antrópicos sobre el ciclo hidrológico

puedan producirse, las transferencias artificiales entre cuencas, etc. En suma, se necesita disponer de información sobre la evolución en el tiempo de todas las intervenciones humanas significativas que se han producido en la cuenca.

En general, en nuestro país no se conocen de forma satisfactoria los usos y derivaciones del agua. Lógicamente, este conocimiento es mayor en aquellas zonas donde la escasez ha exigido mayores controles e intervenciones públicas para la distribución de las aguas, pero, en todo caso, y de forma general, resulta imprescindible promover avances fundamentales en esta dirección, que solo pueden venir de la intensificación y potenciación de las redes de medida, aspecto fundamental que ya avanzamos, y que trataremos más adelante.

Los retornos del agua derivada, que son aún menos conocidos cuantitativamente, dependen del tipo de uso y de la distancia del punto de utilización a los de toma y retorno. El retorno de agua superficial a los ríos se produce con un desfase respecto a la toma usualmente de horas o días, pero que puede llegar a ser del orden de un mes. Si el retorno se produce a través de los acuíferos, el desfase suele ser mucho mayor, incluso de años. Esto es importante a la hora de interpretar los datos de caudales históricos registrados en las estaciones de aforo de los ríos y, en particular, los de caudales bajos cuando están influidos por derivaciones de riego de cuantía desconocida. Lo mismo sucede cuando se producen bombeos de agua subterránea de cuantía y distribución temporal desconocida en acuíferos aluviales pequeños, que pueden influir de forma rápida en los caudales del río.

En definitiva, el nivel de alteración antrópica es a veces tan intenso y complejo que resulta prácticamente imposible restituir los caudales naturales, con cierta fiabilidad, a partir del imperfecto conocimiento de las afecciones producidas. En estos casos, frecuentes en los cursos bajos de los ríos, puede recurrirse a modelos hidrológicos de lluvia-escorrentía que, razonablemente calibrados, permitan estimar las condiciones naturales de la cuenca. Una adecuada combinación de distintos métodos y aproximaciones, según las circunstancias de cada caso, será la clave del éxito para atacar el problema de forma satisfactoria.

Restituir los caudales naturales históricos y obtener valores de aportaciones en régimen natural es una tarea de la mayor importancia para el conocimiento de los recursos hídricos y para la planificación hidrológica, pudiendo decirse que, en nuestros días, todavía está sujeta a algunas incertidumbres relativamente importantes, que no pueden ignorarse por esta planificación.

3.1.2.2.3. La afección antrópica a escala global

Además de previamente descritas afecciones antrópicas clásicas, a la escala local de las cuencas hidrográ-

ficas, recientemente ha emergido la consideración de otro tipo de afección antrópica sobre el ciclo hidrológico, que es la debida a los impactos humanos a escalas globales, continentales o planetarias.

Las alteraciones térmicas y emisiones de gases debidas a las concentraciones humanas y megalópolis en latitudes templadas, o la tala masiva y deforestación de los trópicos, son fenómenos planetarios conmesurables con los del intercambio de humedad de la circulación general atmosférica. El efecto de realimentación del estado de superficie, cada vez más influenciado de forma antrópica, sobre los procesos atmosféricos y el ciclo hidrológico a escala global, comienza a ser una realidad cuyas consecuencias no son aún suficientemente conocidas (NRC, 1991. pp.43-45). La figura 63 ilustra esquemáticamente estas perspectivas.

En definitiva, una moderna concepción del ciclo hidrológico ha de tener presente que, además de las afecciones clásicas a la escala de las cuencas fluviales, la actividad humana a la escala planetaria ha llegado a ser una parte significativa de este ciclo global, produciéndose complejos fenómenos de retroalimentación, aún no bien caracterizados desde el punto de vista científico.

3.1.2.3. La contabilidad del agua

Una vez contemplados los aspectos básicos del ciclo hidrológico tanto en régimen natural como afectado, procede comentar la existencia de metodologías para llevar a cabo la contabilidad formal de los procesos descritos.

Estas metodologías de cuentas del agua en su vertiente cuantitativa presentan gran interés como procedimiento de organización compacta, metódica y estructurada de los flujos y almacenamientos, y aunque se limitan a grandes balances agregados y carecen de la finura de los modelos detallados de simulación de sistemas hidráulicos, pueden emplearse como expresión sintética y estructurada de las salidas de estos modelos, y como instrumento de homogeneización formal con vistas a una posible contabilidad de los recursos naturales.

Los primeros antecedentes de esta aproximación se deben a los trabajos sobre las cuentas del agua desarrollados por Margat en los años 70, y han sido aplicados en España de forma experimental en la cuenca del Segura en 1984, y sistemáticamente en todo el territorio nacional (MOPTMA, 1996b).

El desarrollo de un sistema de información estadística construido con tablas contables proporcionaría una base sólida de datos para el seguimiento y evaluación de las actuaciones políticas sobre la gestión, uso y ahorro de agua en España, y permitiría análisis homogéneos y comparaciones internacionales.

Este sistema estadístico podría basarse en las denominadas cuentas satélite del agua que está desarrollando EUROSTAT con la colaboración de algunos estados miembros. El INE español está participado en estos desarrollos.

3.1.3. El reconocimiento de los recursos. Redes de medida

El conocimiento descriptivo de los procesos intervinientes en el ciclo hidrológico, tal y como ya se ha descrito, no es suficiente, ya que las necesidades de la sociedad actual obligan, cada vez más y con mejor detalle, a conocer su magnitud de una forma también cuantitativa. Para ello es necesario medir los flujos y almacenamientos de agua mediante redes de medida.

Así, las redes de medida son el elemento básico para la cuantificación de los recursos hídricos, y tienen como objetivo fundamental suministrar información sobre el estado y evolución de las aguas superficiales y subterráneas.

Existe un gran número de redes, de muy distinta naturaleza, objetivos y tipología. De forma esquemática, puede afirmarse que las que afectan a la cuantificación de los recursos hídricos son:

1. Las meteorológicas, dado que tanto la precipitación como otras variables meteorológicas intervienen en el proceso de generación de escorrentía
2. Las de aguas superficiales, que miden los flujos y almacenamientos en superficie, y
3. Las de aguas subterráneas, que proporcionan información básicamente sobre niveles piezométricos en los acuíferos y caudales en los manantiales.

A ellas nos referiremos en los epígrafes que siguen.

3.1.3.1. Situación de las redes de control

3.1.3.1.1. Redes meteorológicas

Aunque existen observaciones meteorológicas puntuales desde tiempos muy remotos, es por Perrault en Francia y en el siglo XVII, entre 1668 y 1674, cuando se realizan por vez primera mediciones sistemáticas de lluvias a lo largo de todo un año, en el contexto de los primeros estudios cuantitativos sobre el ciclo hidrológico. Desde finales del XVII se extiende por los países de occidente la medición de las precipitaciones, y comienza a medirse la tasa de evaporación (Solís, 1990, p.173).

En España, los primeros intentos realizados para disponer de datos meteorológicos son muy antiguos,

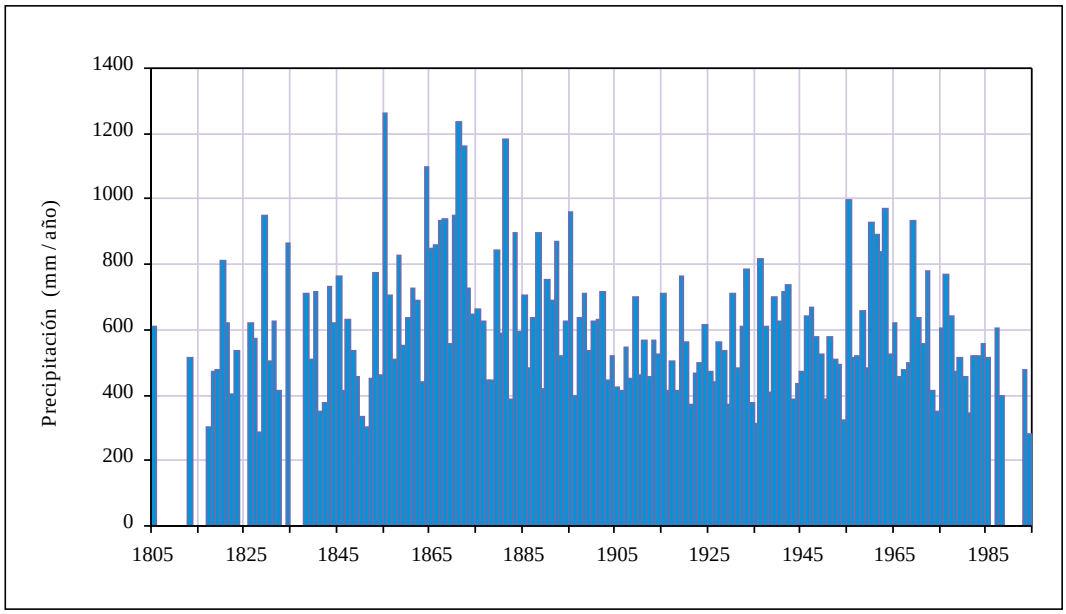


Figura 64. Serie de precipitaciones anuales en San Fernando (Cádiz) desde 1805

existiendo constancia de observaciones realizadas con fines médicos desde las Efemérides de Navarrete, en 1737. De finales del XVIII son las pioneras observaciones de Salvá en Barcelona, Alonso Salanova en Madrid, Sánchez Buitrago en Cádiz, o Bals y Cardona en Mahón (Barriendos et al. [1997] pp.47-62).

Ya a finales del siglo XVIII se iniciaron propiamente las observaciones meteorológicas, y los primeros datos que se conservan son los del Observatorio de San Fernando en Cádiz, desde 1805, y los del Observatorio de Madrid, desde 1841. La serie de San Fernando, la más antigua de todas las españolas, es la ofrecida en el gráfico adjunto, elaborado con datos de INM (1996) (fig. 64).

Además de los Observatorios oficiales, existieron curiosas iniciativas singulares como la del párroco mosén Bodí, que recogió la relación detallada de las tormentas acaecidas en Carcagente entre 1837 y 1876, con datos concretos de las lluvias caídas en cada temporal y sus vientos dominantes, o la recopilación de Rico Sinobas, con datos del primer tercio del siglo.

Un primer impulso al desarrollo de la red oficial se produce en 1860, año en que Isabel II promulgó un Real Decreto por el que se encomendaba a la Junta General de Estadística del Reino la creación de 22 estaciones meteorológicas, lo que produjo un aumento espectacular del número de puntos de observación, tal y como se muestra en la figura 65 -elaborada con datos del Instituto Nacional de Meteorología-, de evolución del número de estaciones a lo largo del siglo XIX. Tal y como puede observarse, a finales de este siglo la red estaba compuesta por unas 40 estaciones meteorológicas.

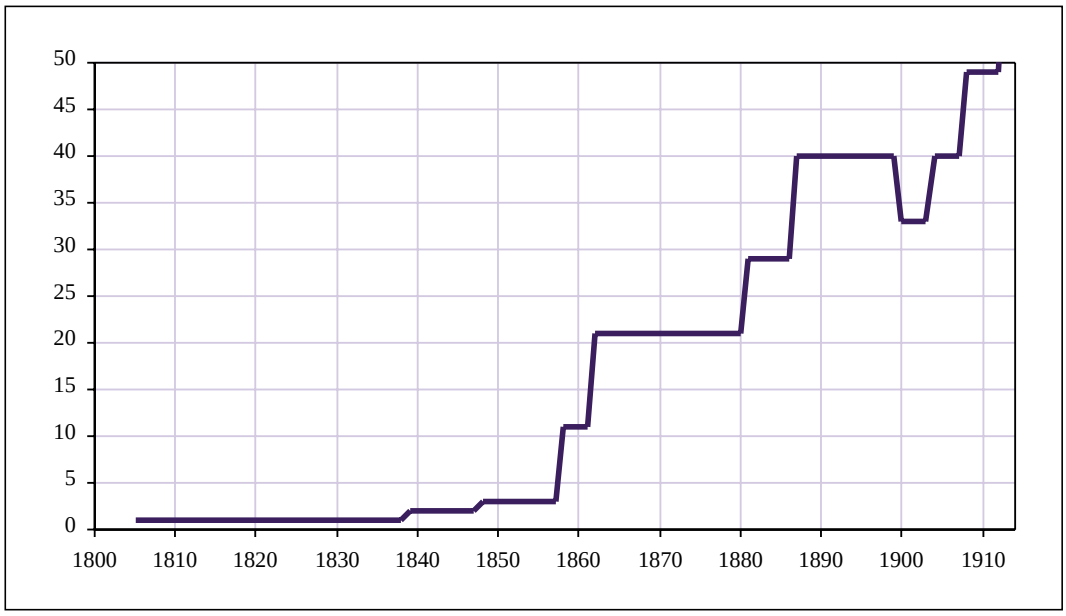


Figura 65. Evolución del número de estaciones meteorológicas en España durante el siglo XIX

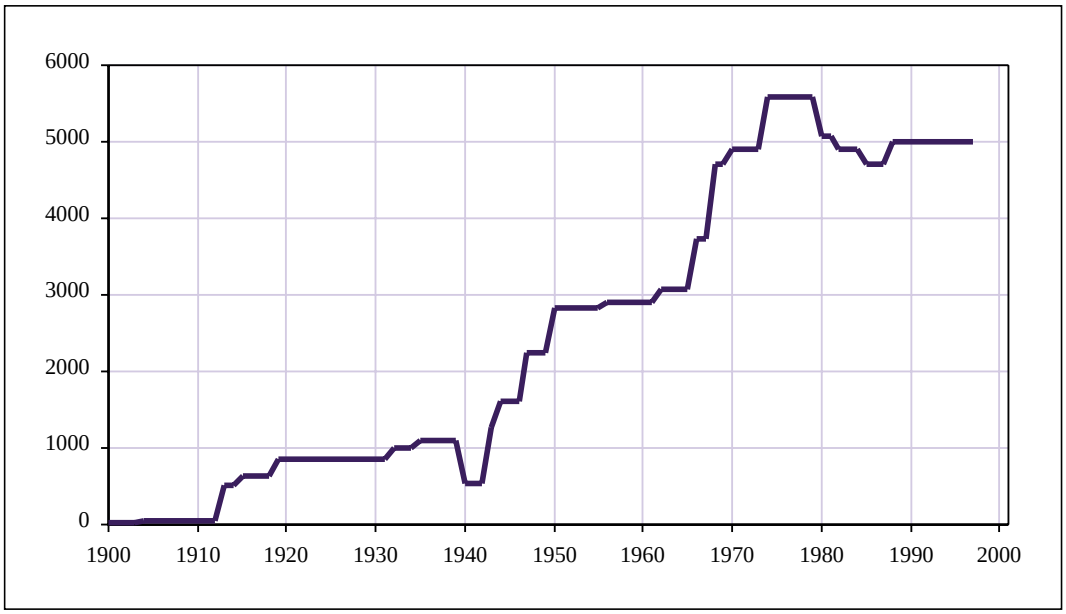


Figura 66. Evolución del número de estaciones meteorológicas en España durante el siglo XX

Durante el presente siglo el crecimiento de la red ha sido desigual, y aunque en la segunda década (arrancando en 1912-1913) se produce el despegue inicial, con un aumento muy importante de estaciones alcanzando un número próximo a mil, puede afirmarse que es a partir del año 1940 cuando se empieza a disponer masivamente de series ininterrumpidas, o al menos con pocas lagunas. Esta es la razón principal por la que, con frecuencia, los datos de estudios hidroclimáticos en nuestro país arranquen en esas fechas.

Como se aprecia en el gráfico adjunto, elaborado con datos del INM, este crecimiento alcanza un máximo a finales de los años 70, para mantenerse o incluso decrecer hasta la actualidad, en que existe un número aproximado de 5.000 estaciones meteorológicas en servicio (fig. 66).

En la actualidad, el Ministerio de Medio Ambiente es el responsable, a través del Instituto Nacional de Meteorología, de la adquisición, gestión y difusión de los datos meteorológicos.

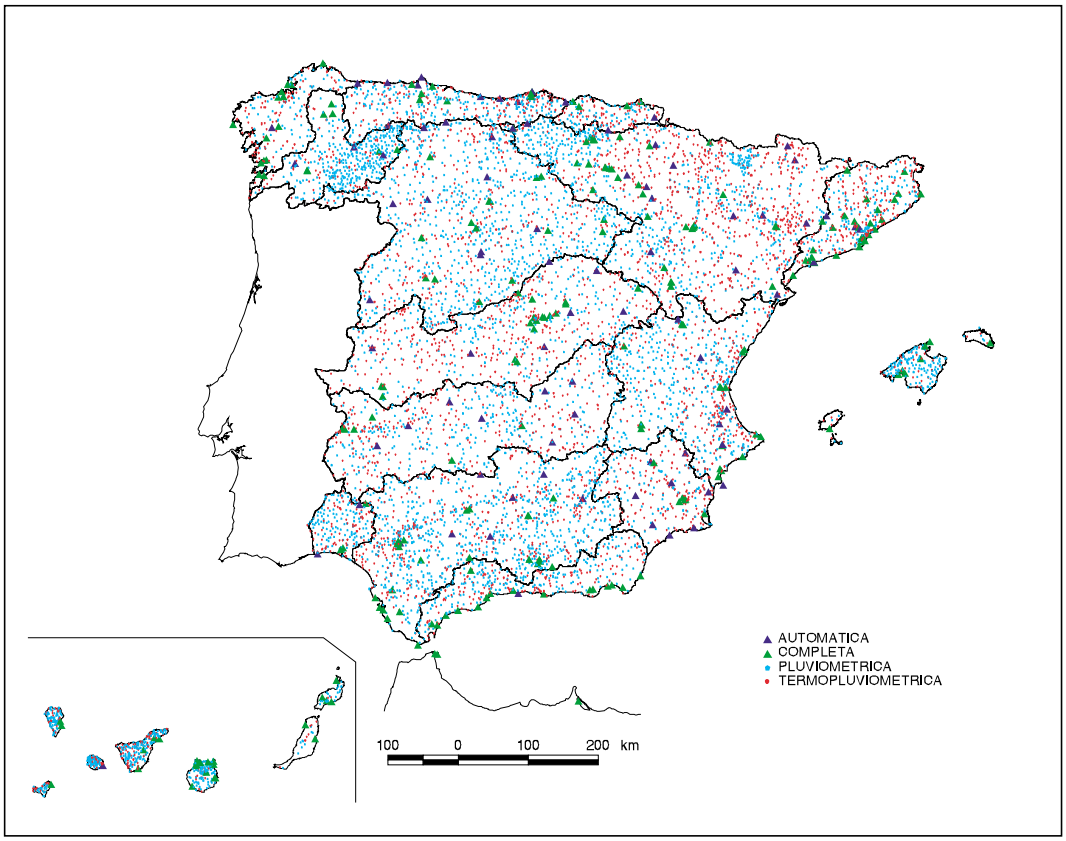


Figura 67. Mapa de la Red de estaciones meteorológicas con registros históricos del INM

Ámbito	Pluviométricas	Termopluviométricas	Completas	Automáticas	Totales
Norte I	326	74	8	3	411
Norte II	241	169	8	12	430
Norte III	74	88	3	2	167
Duero	757	355	15	10	1.137
Tajo	257	355	18	6	636
Guadiana I	344	298	6	8	656
Guadiana II	124	74	3	2	203
Guadalquivir	782	382	23	7	1.194
Sur	215	147	14	1	377
Segura	110	182	6	8	306
Júcar	447	318	18	5	788
Ebro	663	748	34	14	1.459
Galicia Costa	82	97	10	1	190
C.I. Cataluña	170	242	30	4	446
Baleares	130	38	7	0	173
Canarias	435	164	23	0	622
Total	5.157	3.731	226	83	9.197

Tabla 3. Número y distribución por ámbitos de planificación de las estaciones meteorológicas con registros históricos

La red de ámbito nacional, mostrada en la figura 67 y descrita por ámbitos de planificación en la tabla 3, consta de aproximadamente 9.200 estaciones en las que se dispone de registros históricos, de las cuales unas 5.200 miden sólo precipitaciones (P); 3.700 miden precipitaciones y temperaturas (TP); 200 son estaciones completas (C), que registran datos de precipitación, temperatura, humedad atmosférica, insolación, velocidad del viento, etc.; y 80 son automáticas. Este último tipo de estaciones son muy recientes. Registran los mismos tipos de datos que las completas y su principal rasgo característico es que transmiten la información automáticamente a través de la red telefónica.

Los datos registrados históricamente en todas las estaciones meteorológicas se almacenan en la base de datos climatológicos del INM, tal y como se describe en el correspondiente epígrafe.

De las casi 9.200 estaciones meteorológicas reflejadas en la tabla anterior se encuentran actualmente en servicio unas 5.080, de las cuales 2.520 son pluviométricas, 2320 son termopluviométricas, 160 son completas y 80 son automáticas. El reparto por cuencas hidrográficas se muestra en la tabla 4, elaborada con datos del INM.

Las estaciones pluviométricas y termopluviométricas registran datos diarios, de gran valor para la estimación de los recursos, pero insuficientes para los estudios de crecidas, que requieren información en periodos de tiempo menores. Los datos de intensidades horarias, e incluso minutales, sólo se registran en las estaciones completas y automáticas, cuyo número es muy escaso para el conjunto del territorio nacional. Este hecho hace que, como se verá mas adelante, la información captada por los sensores pluviométricos de la red SAIH (Sistema Automático de Información

Cuenca	Pluviométricas	Termopluviométricas	Completas	Automáticas	Totales
Norte	213	268	23	18	522
Duero	339	215	12	10	576
Tajo	105	177	15	6	303
Guadiana	153	206	6	10	375
Guadalquivir	385	198	13	7	603
Sur	166	54	14	1	235
Segura	70	156	5	8	239
Júcar	180	193	15	5	393
Ebro	214	498	16	14	742
C.I. Cataluña	70	132	15	4	221
Baleares	134	43	7	0	184
Canarias	485	183	18	0	686
Total	2.514	2.323	159	83	5.079

Tabla 4. Número y distribución de las estaciones meteorológicas actualmente en servicio

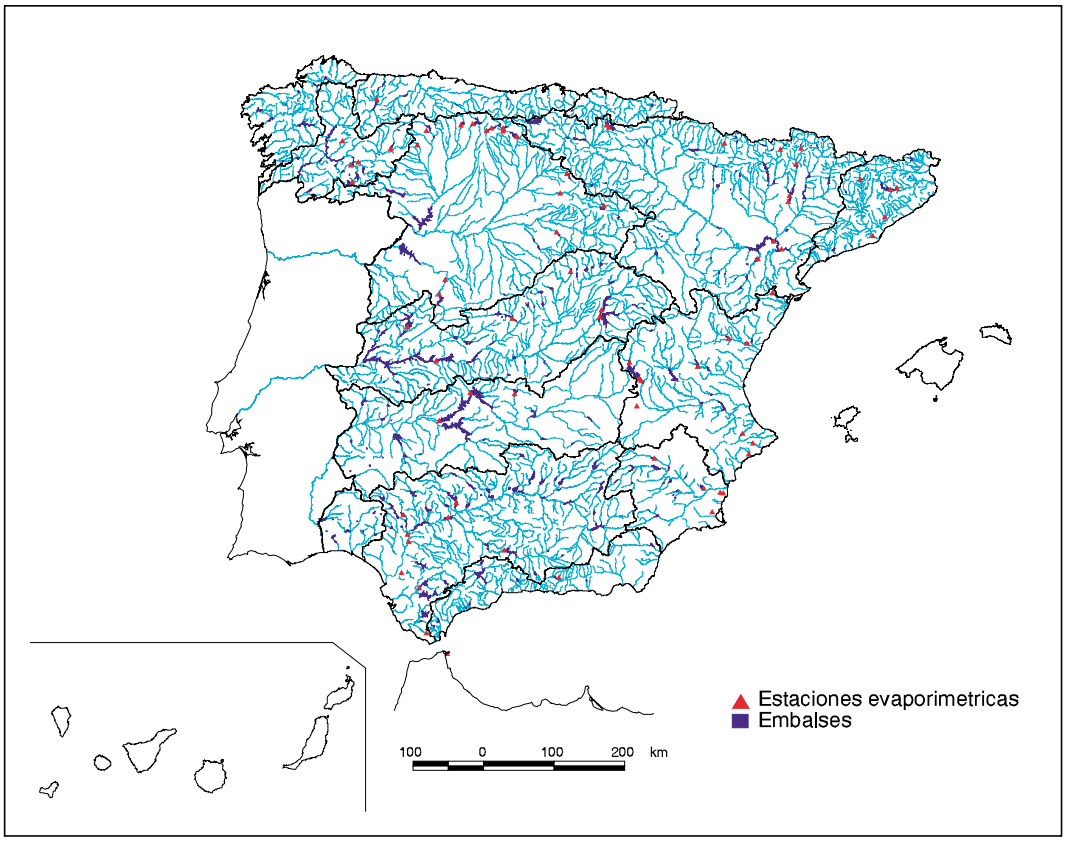


Figura 68. Mapa de la Red de estaciones evaporimétricas en embalses

Hidrológica) tenga un especial interés para las crecidas, y como complemento de las estaciones completas y automáticas del INM.

Otra red meteorológica de ámbito nacional es la red de estaciones evaporimétricas en embalses, que históricamente ha desarrollado y mantenido la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (DGOHCA). Además de registrar información sobre diferentes variables meteorológicas, mide datos de evaporación en tanque o en Piché. Aunque con anterioridad tuvo mayor número de estaciones, la red consta en la actualidad de los 75 puntos mostrados en la figura 68, cuyos datos mensuales son incluidos en los Anuarios de Aforo que regularmente publica la DGOHCA.

Además de las mencionadas, existen otras redes meteorológicas, de menor ámbito, que son gestionadas por los propios Organismos de cuenca u otros Organismos de la Administración Central o Autonómica, y que sirven para propósitos específicos y de complemento a la red nacional.

También existe un programa, denominado ERHIN (Estudio de los Recursos Hídricos procedentes de la Innivación), que se inició en la cordillera pirenaica, y cuya finalidad es la de cuantificar la contribución de la fusión de la nieve en los recursos hídricos de distintas cuencas (MOPU [1988]; MOPT [1992b]).

El variado número de redes existentes y el diferente alcance de las mismas, pone de manifiesto el problema de la dispersión y la necesidad de coordinación que debe existir entre todas las Administraciones y Organismos implicados.

3.1.3.1.2. Redes de aguas superficiales

El concepto de caudal de un río era conocido desde antiguo, pero su determinación en los cauces planteó en la práctica muchos problemas, no siendo hasta el siglo XIX cuando se conocen y dominan las técnicas necesarias para tal estimación. Así como la lluvia comenzó a registrarse en Europa a finales del XVII, la medición de caudales no se desarrolla hasta los siglos XIX y XX.

Aunque se conocen datos puntuales de caudales en algunos ríos españoles desde antes, es en el último tercio del XIX cuando comienza a disponerse de series continuas, como muestra la figura 69 de aportaciones anuales del Guadalentín en la presa de Puentes, y que es -como la de San Fernando para las lluvias- la serie de aforos diarios conocida más larga de España. Lo usual es que, como se ha dicho, a lo largo del XIX no se disponga más que de datos puntuales de aforo muy dispersos espacial y temporalmente (v. Bentabol, 1900), no existiendo registros sistemáticos -aunque en un número reducido de estaciones- hasta comienzos del presente siglo.

La primera normativa oficial sobre redes de medida de caudales data de 1941, cuando el entonces Ministerio

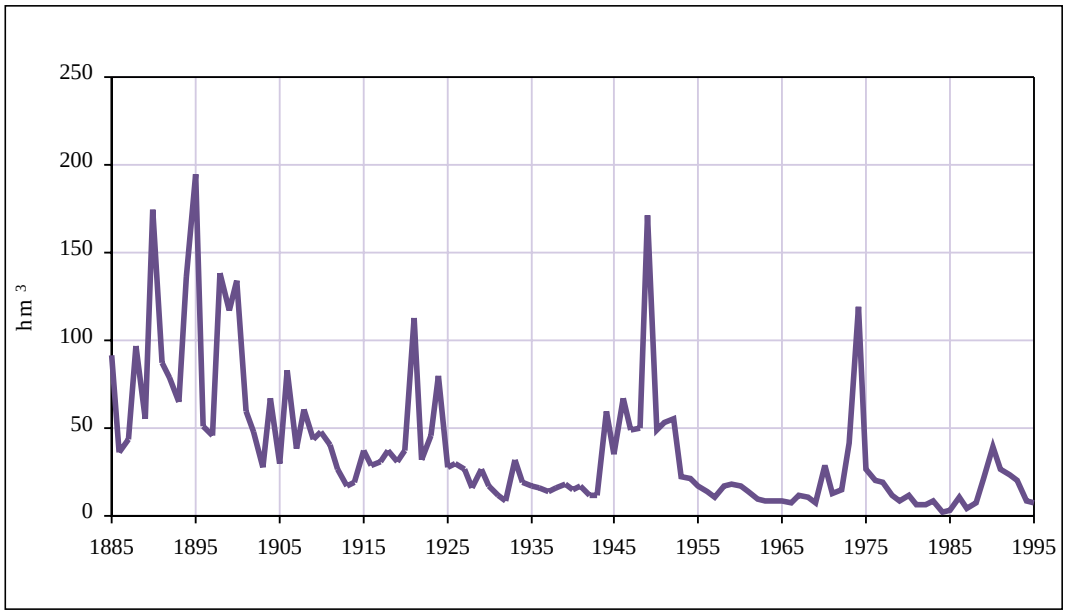


Figura 69. Serie de aportaciones anuales del río Guadalentín en la presa de Puentes desde 1885

de Obras Públicas aprobó una Orden Ministerial para conocer los caudales utilizados por los concesionarios de los aprovechamientos de aguas públicas.

Esta Orden Ministerial tuvo un cumplimiento parcial y tardío por lo que en 1963, la entonces Dirección General de Obras Hidráulicas (DGOH), ante la constatación de que las estaciones no funcionaban de la forma deseable, aprobó un Plan General de Mejora y Ampliación de Estaciones de Aforo, que condujo al establecimiento de la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA). Este importante Plan se desarrolló entre 1963 y 1972 y dio lugar, tal y como se observa en la figura 70, a un crecimiento muy importante del número de estaciones de aforo en los ríos, que alcanzó un máximo a principios de los ochenta, para luego decrecer ligeramente hasta la actualidad.

En la organización actual, los Organismos de cuenca tienen a su cargo la operación y mantenimiento de estas redes de medida, mientras que el Organismo responsable del archivo general y la difusión de los datos es el Ministerio de Medio Ambiente, a través de la DGOH-CA. En las Cuencas Internas de Cataluña, Galicia Costa, Baleares y Canarias, los Organismos responsables dependen de sus respectivos Gobiernos autónomos.

La ROEA proporciona información de los datos de niveles y caudales en puntos seleccionados de los ríos y en los principales embalses y canales. Consta de unas 1.200 estaciones de aforo en los ríos (de las cuales se encuentran en servicio unas 730), unos 300 puntos de control en embalses mayores de 10 hm^3, y unos 180 puntos de control en canales, tal y como muestran la figura 71 y la tabla 5, elaboradas con

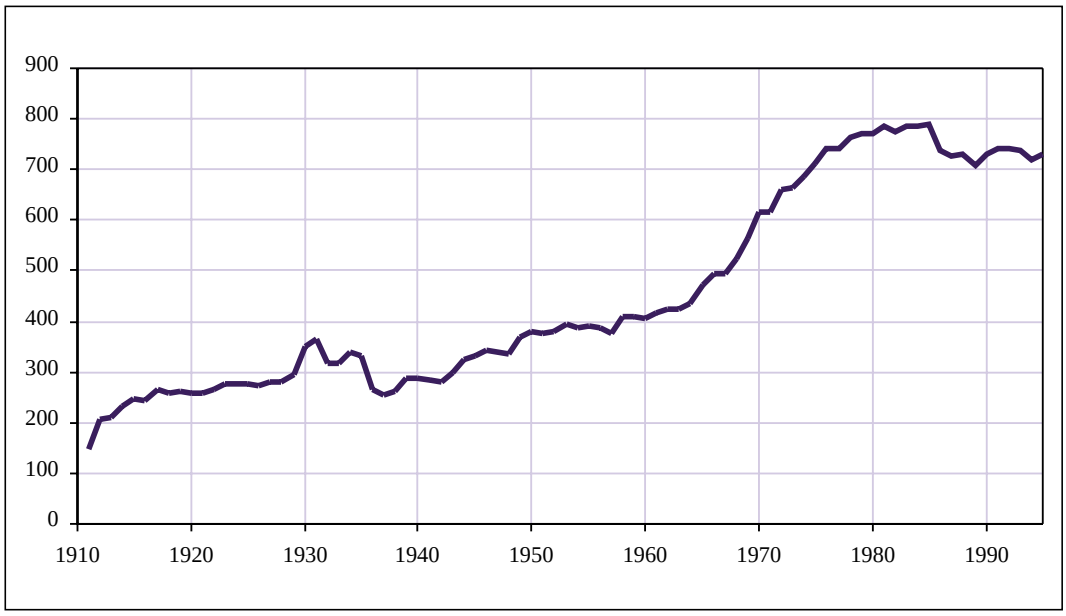


Figura 70. Evolución desde 1910 del número de estaciones de aforo en los ríos

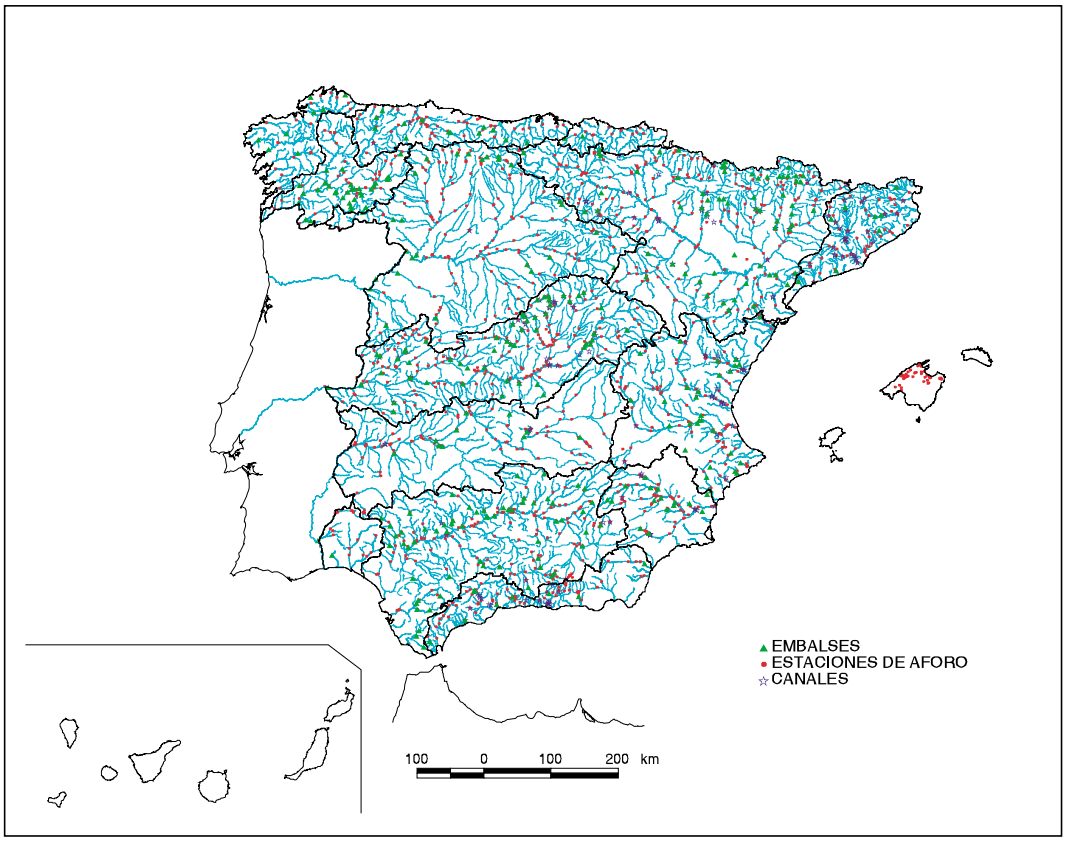


Figura 71. Mapa de la Red de medida de aguas superficiales

información de las Confederaciones Hidrográficas y otros Organismos.

La mayor parte de los datos de estas estaciones se almacena en la base de datos HIDRO diseñada y mantenida por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Quintas, 1996), Organismo que tiene encargo de la DGOHCA de archivar y publicar periódicamente esa información. El dato se almacena y publica a escala diaria, aunque muchas de las estaciones de la red pueden registrar datos de forma prácticamente continua.

Las estaciones que forman parte de la ROEA tienen, en general, instalaciones de carácter permanente, y podrían complementarse con estaciones que funcionasen durante periodos cortos, por ejemplo durante las fases de estudio y proyecto de una obra hidráulica, y que después se abandonarían. Esto debería hacerse en cualquier caso de forma muy selectiva y programada.

Existen otro tipo de redes, como los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIH), promovidos por la DGOHCA, e implantados en fase de implantación en los Organismos de cuenca. Los SAIH son una herramienta de gran interés proporciona un conocimiento de la situación hidrometeorológica e hidrológica de lcuencas en tiempo real, y permite, con los adecuados modelos, hacer predicciones de ciertas variables a corto plazo (MOPTMA-CHE [1995]; Aldana et al. [1996]).

En la actualidad, la red SAIH cubre sólo parcialmente el territorio español, aunque se prevé a corto plazo su extensión a todas las cuencas peninsulares, y proporciona, entre otros, datos en tiempo real - a escala de pocos minutos - sobre niveles y caudales en ríos y canales, reservas y salidas de los embalses, precipitaciones, etc. En la actualidad, están funcionando total o parcialmente las redes correspondientes a las cuencas hidrográficas del Júcar, Segura, Sur, Ebro, Internas de Cataluña y Guadalquivir, tal y como se muestra en la figura adjunta, y se encuentran en distintas fases de desarrollo las del Tajo, Guadiana, Norte y Duero. Los datos oficiales más antiguos registrados por esta red son de 1988 y corresponden a la cuenca del Júcar, que fue la primera en la que se instaló el sistema (Pedrero, 1996).

Los datos de intensidades de precipitación y caudales en los ríos que proporcionan los SAIH son de gran interés para el estudio de episodios de tormenta, y deben servir de complemento a los datos diarios de la red de estaciones pluviométricas del INM y de la red oficial de estaciones de aforo en los ríos de la DGHOCA (fig. 72).

Aunque las redes anteriores hayan tenido en su origen una finalidad diferente - la ROEA es una red de propósito general de alcance nacional y el SAIH nació como una red específica en tiempo real orientada a las crecidas - en la actualidad sus objetivos y alcances tienden a ser convergentes y concebirse no específicamente para crecidas o explotación, sino como instru-

Ámbito de planificación	Superficie (km^2)(1)	Estaciones de aforo en ríos	Densidad de estaciones de aforo en ríos ($1/km^2$)	Puntos de control en embalses > 10 hm^3	Estaciones de aforo en canales
Norte I	17.600	14	1/1.257	25	2
Norte II	17.330	32	1/541	8	1
Norte III	5.720	10	1/572	4	0
Duero	78.960	104	1/759	27	1
Tajo	55.810	96	1/581	46	36
Guadiana I	53.180	29	1/1.833	24	8
Guadiana II	7.030	11	1/639	6	0
Guadalquivir	63.240	71	1/891	57	6
Sur	17.950	48	1/374	12	22
Segura	19.120	17	1/1.125	13	11
Júcar	42.900	44	1/975	19	22
Ebro	85.560	171	1/500	46	35
Galicia Costa	13.130	14	1/938	10	1
C.I. Cataluña	16.490	40	1/412	6	31
Baleares	5.010	31	1/162	0	0
Canarias (2)	7.440	-	-	-	-
Total	506.470	732	1/692	303	176

Tabla 5. Puntos de control en servicio de la Red oficial de estaciones de aforo de aguas superficiales

(1): La superficie de los distintos ámbitos es la resultante de integrar la poligonal que define cada uno de ellos, la cual se ha obtenido a partir de la digitalización de las hojas topográficas a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército en coordenadas UTM transformadas al huso 30.
(2): La ROEA no incorpora actualmente información sobre los puntos de control de aguas superficiales en Canarias.

mentos para el conocimiento y control del dominio público hidráulico.

3.1.3.1.3. Redes de aguas subterráneas

Con respecto a las aguas subterráneas, las redes de piezometría e hidrometría son las que aportan datos sobre niveles de agua en los acuíferos y caudales en los manantiales, respectivamente. La red de hidrometría incluye también, ocasionalmente, mediciones de algunos cursos de agua además de los manantiales.

En España, los primeros datos de medidas de niveles piezométricos de los que se tiene referencia se remontan al siglo XIX (época del desarrollo del artesianismo), y corresponden a los primeros pozos de abastecimiento y riegos. Sin embargo, hay que esperar hasta la década de 1960 para el planteamiento de programas sistemáticos de investigación de mayor entidad, iniciándose su desarrollo masivo a finales de esta década (Caride de Liñán [1992]; Martínez Gil [1994]; Cabezas [1994]).

Además de las redes generales, y como en el caso de las redes de aguas superficiales, existen redes específicas, operadas y gestionadas por entidades públicas o privadas. Es el caso de la red del Pirineo Oriental, con unos 400 puntos, algunos desde 1966 y con registros mensuales, y operada en la actualidad por la Junta de Aguas, o de las de algunas Diputaciones Provinciales, como la Red de Control de la Diputación Provincial de Alicante, que tiene firmado un convenio de intercambio de datos con la Confederación Hidrográfica del Júcar. Esta red consta de 130 puntos de piezometría, 200 de calidad e intrusión y 20 de medida de manantiales.

De las redes existentes destacan, por su mayor aproximación a los objetivos de una red de propósito general de alcance nacional, las de piezometría e hidrometría operadas por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) desde finales de los años 60 hasta la actualidad. En los últimos años vienen siendo operadas conjuntamente por el ITGE y la DGOHCA.

La red piezométrica cubre unos 135.000 km^2, del orden del 80% de la superficie permeable del territorio. Consta en la actualidad de unos 3.000 puntos de observación (ver tabla adjunta, con datos del ITGE correspondientes a 1996), en los que se realizan al menos dos medidas al año, siendo lo habitual establecer controles trimestrales y, en algunos casos, mensuales. La figura 73, elaborada a partir de los datos de MOPTMA-MINER-UPC (1993), muestra algunos puntos seleccionados de las indicadas redes (tabla 6).

En cuanto a la red de hidrometría (aforo de manantiales), cubre una superficie del orden de 42.000 km^2 y se compone de casi 500 puntos de observación.

En los últimos años se ha producido un descenso en el número de puntos de estas redes, como muestra el paso

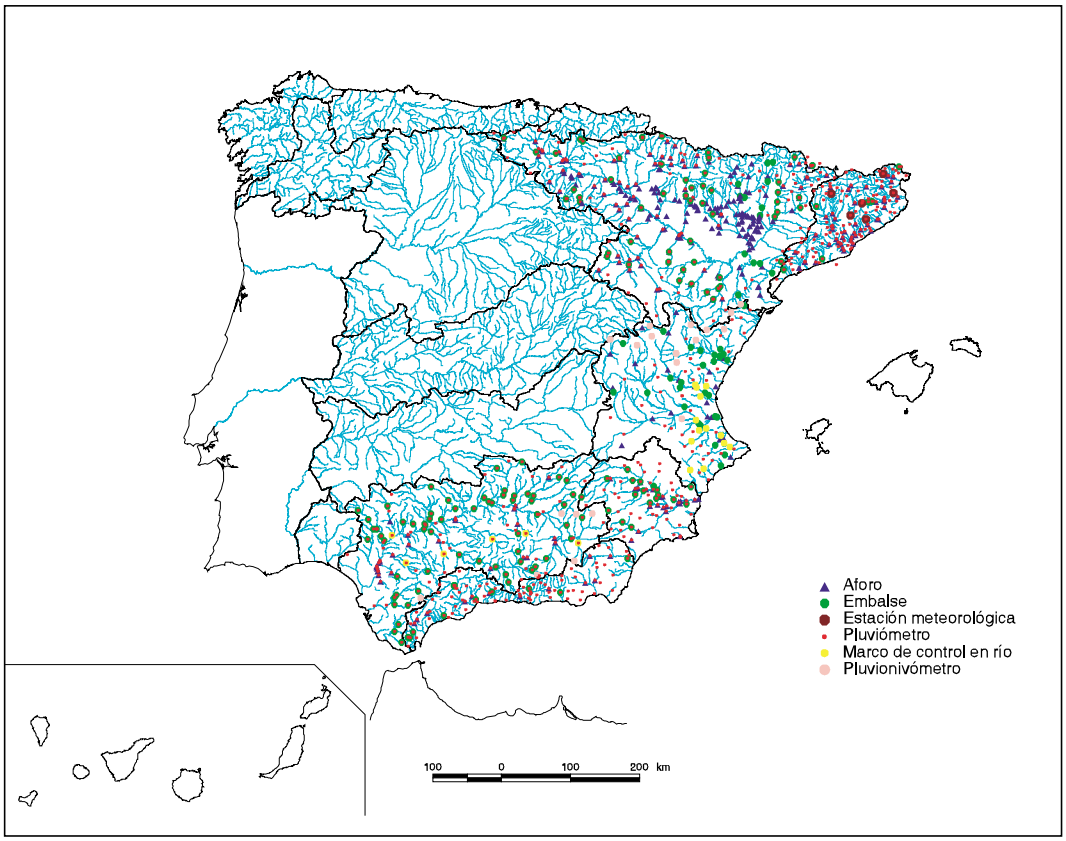


Figura 72. Mapa de la Red SAIH en funcionamiento

de más de 4.500 puntos de la red de piezometría en el periodo 1980 a 1985, a menos de 3.000 en la actualidad. La figura 74 muestra el número de datos piezométricos registrados en la cuenca del Segura desde 1960; aunque se refiere a un territorio concreto, ilustra muy bien el proceso global que se ha seguido.

Como se observa, la toma de datos sistemática comienza a finales de los 60. El gran impulso de investigación de las aguas subterráneas que se dio en la primera mitad de los 70 llegó a producir casi 4.000 datos anuales, mientras que desde mediados de los 80 la cifra se reduce a unos 1.000, y con altibajos y tendencia decreciente en los 90.

Recientemente, la Administración ha programado una serie de actuaciones con objeto de implantar nuevas redes de medida, que en el futuro constituirán la Red Oficial de Control de las Aguas Subterráneas (MOPT, 1992).

En la tabla 7 se recogen los puntos de medida propuestos, diferenciando los de nueva ejecución y los preexistentes, seleccionados éstos últimos por reunir

Cuenca	Superficie de afloramientos permeables (km²)	Número de puntos red de piezometría (1996)	Densidad de la red de piezometría (1/km²)	Número de puntos red de hidrometría (1996)	Densidad de red de hidrometría (1/km²)
Duero	52.798	284	1/186	-	-
Tajo	17.473	84	1/208	75	1/233
Guadiana	14.740	228	1/65	18	1/819
Guadalquivir	15.157	433	1/35	109	1/139
Sur	5.215	779	1/7	134	1/113
Segura	7.023	170	1/41	35	1/201
Júcar	23.787	334	1/71	22	1/1.081
Ebro	17.047	237	1/72	72	1/237
C.I.Cataluña	6.596	257	1/26	12	1/550
Baleares	3.675	150	1/25	-	-
Total	163.511	2.956	1/55	477	1/343

Tabla 6. Número de puntos de observación de las redes de piezometría e hidrometría.

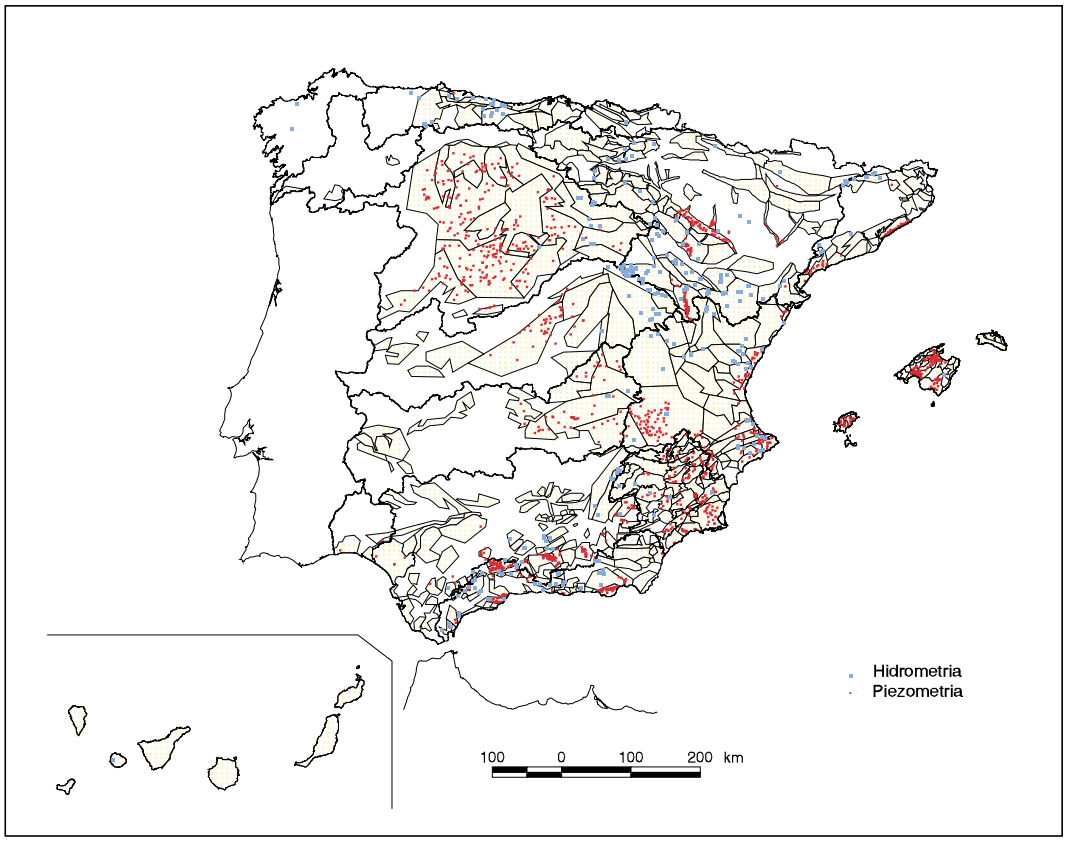


Figura 73. Mapa de puntos seleccionados de las redes de piezometría e hidrometría

las características exigibles a los puntos de control de una red.

Resultan así 1.910 puntos de control, con una superficie permeable aflorante controlada de aproximadamente 160.000 km^2. La densidad media es de un punto de control cada 85 km^2, correspondiendo los valores extremos a la cuenca del Duero y al archipiélago Balear, con uno cada 142 y 30 km^2, respectivamente.

Este programa de implantación de redes de control de aguas subterráneas se inició en 1994 y tenía prevista una duración de 6 años, encontrándose actualmente en ejecución.

Desde 1996, la responsabilidad de la publicación de los datos de estas redes, junto con las de aguas superficiales, corresponde a la DGOHCA del Ministerio de Medio Ambiente.

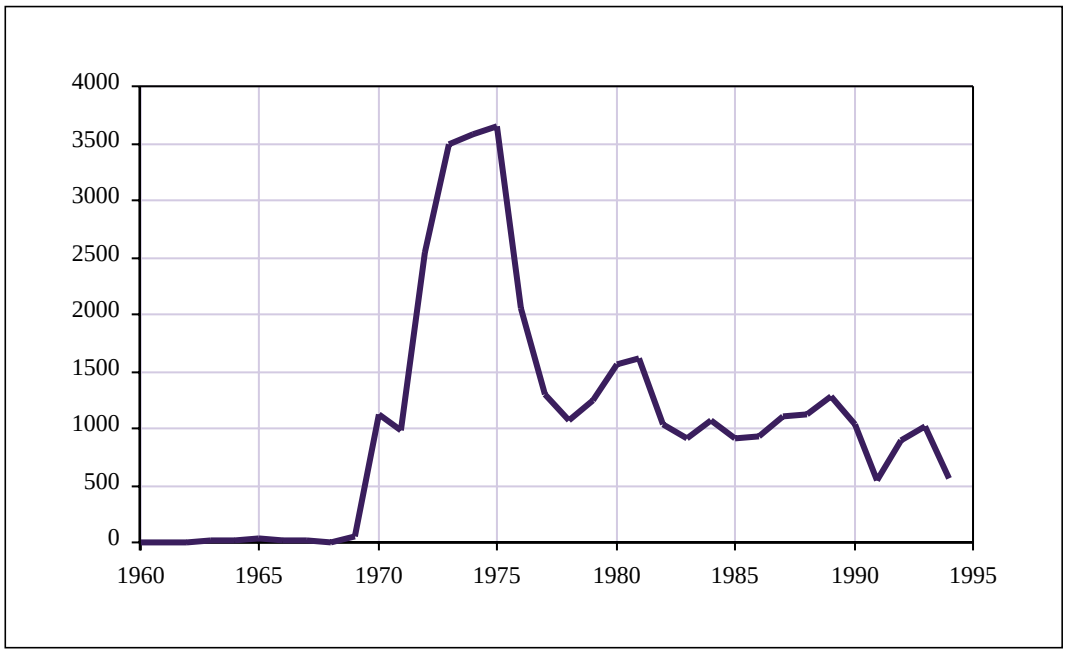


Figura 74. Evolución desde 1960 del número de datos piezométricos en la cuenca del Segura

Cuenca hidrográfica	Sup. permeable aflorante (km²)	Número de puntos de control			
		De nueva ejecución	Preexistentes	Total	Densidad media (1/km²)
Norte	5.548	58	20	78	1/71
Duero	52.798	280	93	373	1/142
Tajo	17.473	93	38	131	1/133
Guadiana	14.740	118	86	204	1/72
Guadalquivir	15.157	184	122	306	1/50
Sur	5.215	76	67	143	1/36
Segura	7.023	75	41	116	1/61
Júcar	23.787	121	137	258	1/92
Ebro	17.047	107	71	178	1/96
Baleares	3.675	57	66	123	1/30
Total	162.463	1.169	741	1.910	1/85

Tabla 7. Red nacional de control piezométrico prevista (cuencas intercomunitarias y Baleares)

3.1.3.2. Comparación con otros paises

Una vez descrita la situación de nuestras redes básicas, es interesante comparar esta situación con la de otros países del entorno.

Según un estudio de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1991) la densidad de estaciones pluviométricas en España está muy por encima del mínimo recomendado por la OMM y se encuentra, en relación a otros países, en un nivel aceptable. No sucede igual en cuanto a la densidad de la red de medida de aguas superficiales, donde España se encuentra entre los últimos lugares, muy distanciada de otros países de nuestro entorno.

En la tabla adjunta -elaborada a partir de datos de EEA (1996a)- se muestra el número de estaciones de las redes de aguas superficiales de distintos países de la Unión Europea (UE), para los que la densidad media es del orden de una estación cada 270 km² (tabla 8).

El número de estaciones operativas en la red oficial de aforos de ríos en España (732) representa un índice de densidad algo inferior al medio (aproximadamente, una estación cada 600 km²) recomendado por la OMM (1981) para regiones de tipo montañoso, pero es muy inferior - del orden de 1/3 - a la media europea de una estación cada 270 km², siendo solo superior a los índices de los países escandinavos, con amplias áreas del territorio lacustres y deshabitadas.

Estas cifras subrayan el muy bajo nivel comparativo de la red de aforos de aguas superficiales, hecho aún menos explicable si se tiene en cuenta la mayor escasez de recurso en nuestro país, tal como se verá más adelante.

En cuanto a las aguas subterráneas, en la tabla 9 se muestran las densidades medias de las redes de control piezométrico de algunos países europeos, extractadas de EEA.

Las cifras de la tabla anterior muestran que España tiene unas densidades similares a Portugal, claramente inferiores a Alemania, Austria, Holanda o Inglaterra, y sólo superiores a Dinamarca, país donde se da el mayor porcentaje de uso de los recursos subterráneos respecto al total en toda la Unión Europea, tal y como se verá más adelante.

3.1.3.3. Problemas, conclusiones y propuestas de actuación

De forma general, y sin reserva alguna, ha de señalarse que la cuestión de las redes de medida es una de las

País	Superficie (km²)	Número estaciones	Densidad media (1/km²)
Austria	83.850	861	1/97
Dinamarca	43.092	417	1/103
España	506.470	732	1/692
Finlandia	338.130	322	1/1.050
Francia	543.965	3.500	1/155
Irlanda	70.285	1.243	1/56
Italia	301.277	969	1/310
Portugal	92.389	213	1/433
Reino Unido	244.410	1.339	1/183
Suecia	449.960	420	1/1.071
Total	2673.828	10.016	1/267

Tabla 8. Comparación de redes de medida de aguas superficiales en distintos países europeos

País	Densidad media por superficie permeable (1/km²)	Densidad media por superficie del país (1/km²)
Alemania	1/3	1/7
Austria	1/8	1/27
Dinamarca	1/216	1/216
España	1/55	1/171
Holanda	1/9	1/10
Inglaterra	-	1/45
Portugal	1/51	1/149

Tabla 9. Densidades medias de las redes de control piezométrico en países europeos

principales asignaturas pendientes en relación con los recursos hídricos en España.

En efecto, tras un importante impulso oficial en la década de los 60, de la mano de las recién creadas Comisarías de Aguas, del Servicio Geológico de Obras Públicas, y de los grandes programas de investigación hidrogeológica auspiciados por el Ministerio de Industria a través del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en los años 80 y 90 se observa, como vimos, un estancamiento - cuando no disminución - del número de puntos de control existentes, indicativo de cierto desinterés por mejorar y potenciar estas redes. Ello revela, en última instancia, cómo las prioridades de la Administración hidráulica se orientaron en esos años hacia otros objetivos, y no hacia el control y medida del agua, lo que debiera constituir, sin duda, una de sus principales e irrenunciables funciones.

Incluso la red SAIH, que constituye la excepción a esta tendencia y un importante esfuerzo por potenciar la toma de datos, se concibe inicialmente como vinculada a la explotación y a las avenidas, y no como una modernización de las redes oficiales de control del dominio público.

A este descenso en los últimos años, que contrasta, como se ha dicho, con el fuerte impulso que tuvieron las redes hasta principios de los ochenta, hay que añadir una grave falta de medios para el mantenimiento y depuración de la información generada, y, en algunos casos, importantes retrasos en su publicación.

El variado número de redes existentes y de Organismos encargados de su gestión, requiere inexcusablemente que se establezcan procedimientos de unificación e intercambio de la información, lo cual no sucede en la actualidad. Con este Libro Blanco se ha hecho un primer esfuerzo por recopilar una parte importante de la información existente, con la intención por parte de la DGOHCA de proceder a su unificación y publicación en breve plazo.

Entrando ya específicamente en las redes meteorológicas, la principal observación que puede hacerse, en lo que afecta a la evaluación de los recursos hídricos, es que el número de estaciones es muy escaso en las zonas de mayor altitud, tal como se muestra en la figura 75.

La figura 76 muestra asimismo en un primer gráfico la curva porcentual acumulada de superficie del territorio

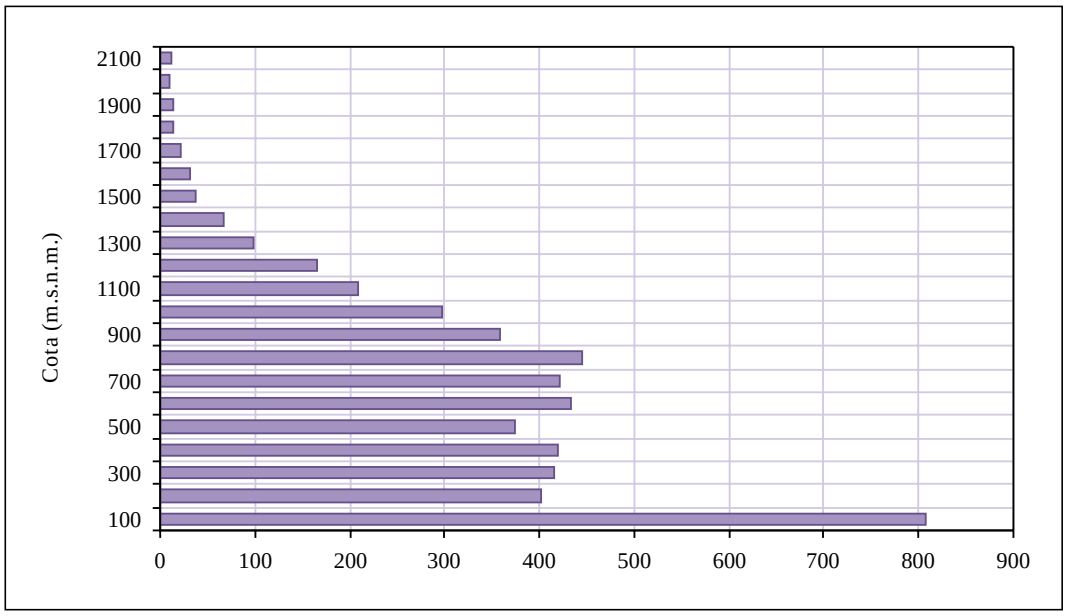


Figura 75. Distribución de las estaciones meteorológicas según su altitud

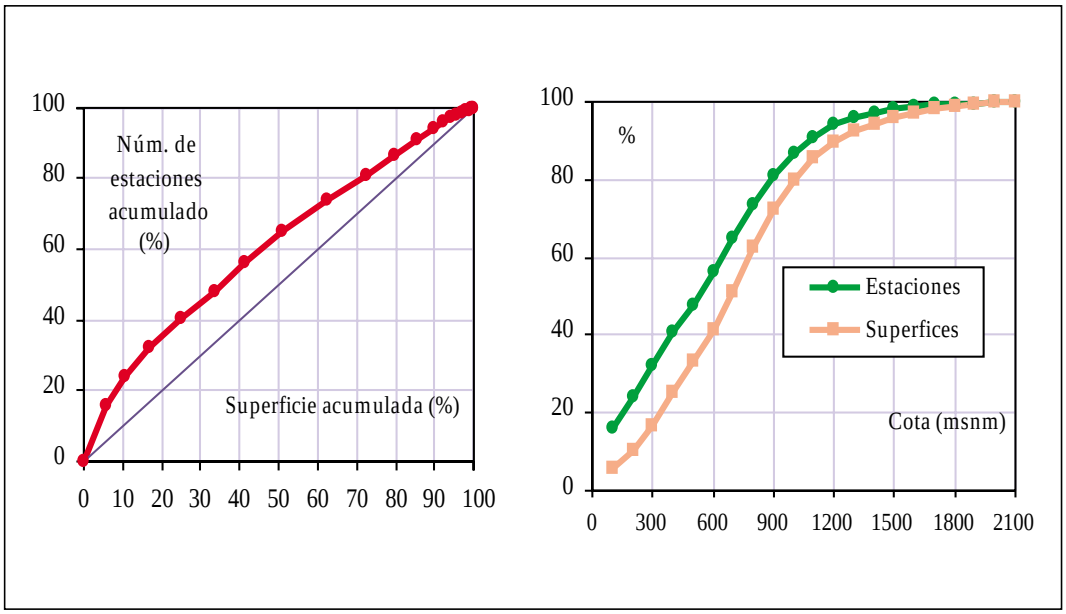


Figura 76. Curva porcentual acumulada de superficie del territorio frente a número de estaciones meteorológicas a las distintas cotas

frente a número de estaciones, con un punto de la curva para cada una de las cotas dadas en la figura anterior, y, en un segundo gráfico, el porcentaje de superficie y de estaciones que se encuentra bajo cada cota.

Puede apreciarse con claridad el sesgo de las estaciones hacia las cotas más bajas, frente a lo que sería una distribución perfectamente uniforme a lo largo de todo el relieve del país (línea azul de los 45º del gráfico primero, o superposición de ambas distribuciones en el gráfico segundo). Así, mientras que la mitad del territorio español se encuentra bajo la cota 700, el 65% de las estaciones se encuentran bajo esa cota, y en el tercio de tierras con menor altitud se concentra casi el 50% de todas las estaciones.

Una parte importante de los recursos hídricos en España se genera en las cabeceras de las cuencas, donde se sitúa un porcentaje elevado de los embalses, mientras que las estaciones pluviométricas se locali-

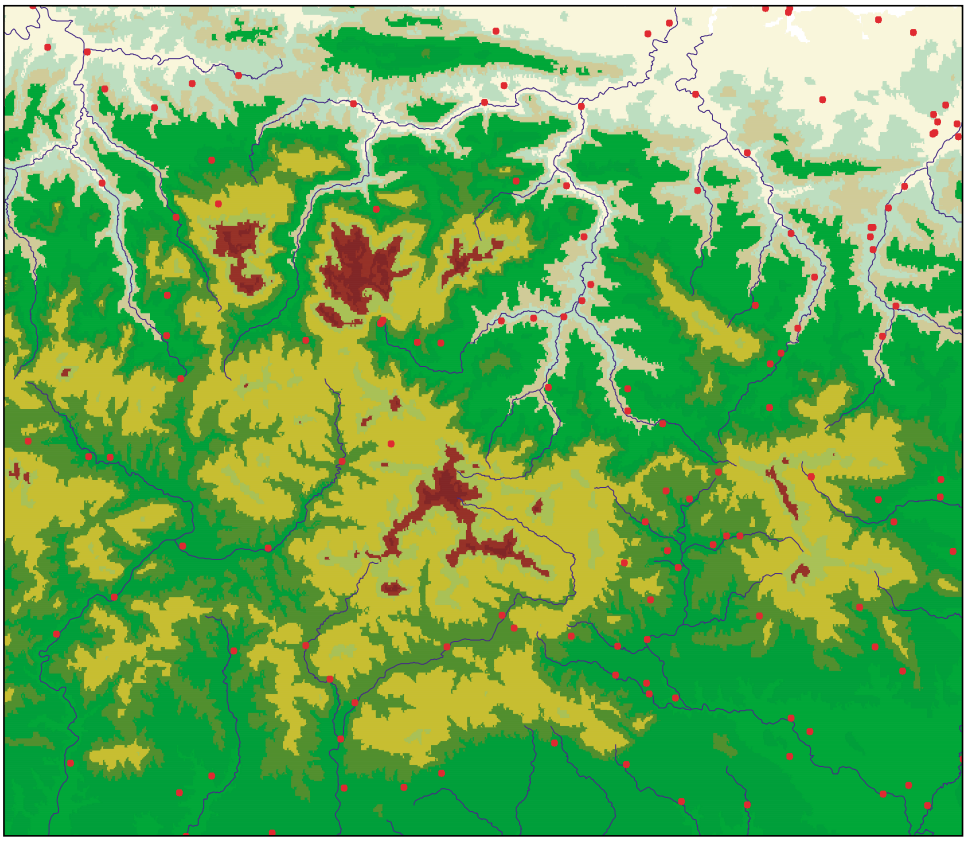


Figura 77. Mapa de distribución espacial de estaciones pluviométricas en los Picos de Europa, sobre un modelo digital del terreno

zan preferentemente en los valles y junto a los cauces, tal y como se muestra en la expresiva figura 77, que representa una zona de la Cornisa Cantábrica. La utilización directa de los datos registrados en las estaciones da lugar a una infravaloración importante del volumen de precipitación, debido al fuerte gradiente de crecimiento de la lluvia con la altitud.

En cuanto a la red oficial de aforos de aguas superficiales, puede afirmarse que su densidad es muy escasa en algunas cuencas, como es el caso del ámbito del Guadiana I, donde sólo se dispone, en media, de una estación de aforo cada 1.800 km^2. La equiparación de la red española a la media europea supondría prácticamente triplicar su densidad actual.

Otra deficiencia de la red oficial es que no contempla algunos puntos que serían clave para el conocimiento y gestión de los recursos hídricos.

En muchas ocasiones tampoco se tiene una idea precisa de la incertidumbre de los datos de caudal. Éstos se estiman de forma indirecta a partir de los niveles de agua y de la curva de gasto, que relaciona niveles y caudales. Esta curva se obtiene mediante aforos directos, que requieren una atención y un mantenimiento de la estación de aforos que no siempre se da por falta de disponibilidad presupuestaria. Es habitual que los datos de caudales de crecida se estimen a partir de extrapolaciones de la curva de gasto no apoyadas en aforos directos de aguas altas ni en modelos hidráulicos de funcionamiento de la estación, lo que conduce, en ocasiones, a que la fiabilidad de las estimaciones sea baja.

Aunque la mejora de esta red debiera ser una prioridad para la mayoría de los Organismos de cuenca, en la actualidad no existe un programa a escala nacional que contemple la coordinación, modernización, optimización de puntos de control, densificación de la red y mejora en su gestión.

Un programa de estas características debería contribuir a que las nuevas estaciones cumpliesen los objetivos básicos de una red de propósito general, como son, entre otros: medir flujos y almacenamientos de agua superficial, tanto en tramos naturales como afectados, evaluar las crecidas de los ríos, complementar la interpretación de los datos de aguas subterráneas y calidad, proporcionar información para la planificación y gestión de los sistemas de explotación de recursos y apoyar la investigación hidrológica. La necesidad de tal programa resulta inexcusable.

La red SAIH también registra datos de aguas superficiales en un gran número de puntos y los transmite en tiempo real. Es deseable una mayor coordinación entre esta red y la ROEA, cuyas responsabilidades, en la mayoría de las ocasiones y por causa de la ya comentada orientación inicial dada a la red SAIH, recaen en diferentes departamentos dentro del mismo Organismo de cuenca. No siempre se tiene en cuenta, por otra parte, que mucho más importante que la transmisión del dato en tiempo real es su fiabilidad, y que ésta solo se consigue con un adecuado mantenimiento y con técnicos especialistas hidrólogos e hidráulicos que no siempre están disponibles en estos Organismos.

Obviamente, será necesario extender las funcionalidades de las redes SAIH a todas las cuencas hidrográficas, completando su cobertura a escala nacional, y potenciando el desarrollo de las utilidades que este tipo de redes de tiempo real pueden proporcionar (alertas hidrometeorológicas para protección civil y planes de emergencia, gestión óptima de embalses en situaciones de crecida, etc.)

En definitiva, es conveniente que aunque diferentes Organismos o departamentos desarrollen y mantengan sus propias redes, se cree una base de datos global que integre toda la información hidrológica existente (convencionales, SAIH, territoriales, etc.) y la haga fácilmente accesible al público en un formato sencillo y homogéneo.

Ante la gran importancia de esta cuestión y la necesidad de mejorar la red oficial, verdadera red básica de medida del agua en España, se requerirá además, en el futuro inmediato, intensificar los esfuerzos de mantenimiento y mejora de esta red, integrar los datos de otras redes y difundir la importante información medioambiental generada.

En cuanto a las aguas subterráneas, las principales observaciones que pueden hacerse a las redes piezométricas e hidrométricas son la baja densidad de estaciones, ya reseñada anteriormente, y que no están diseñadas con criterios técnicos acordes con los objetivos que debe perseguir una red de carácter nacional. Hasta la fecha, salvo pequeñas excepciones, los puntos de control se sitúan en pozos o sondeos construidos para abastecimiento o regadío, generalmente de propiedad privada. Esto origina que la información pueda tener imprecisiones, y sea, en cierto modo, la que históricamente se ha podido encontrar en lugar de la que se desea y se busca.

Además, y como ya se apuntó, en los últimos años se ha producido un descenso en el número de puntos de estas redes, como muestra el paso de más de 4.500 puntos de la red de piezometría en el periodo 1980 a 1985, a menos de 3.000 en la actualidad. Hay que recordar que en 1985 se promulgó una Ley de Aguas que incluía, entre sus grandes decisiones, la demanialización de las aguas subterráneas. Sin embargo, y sor-

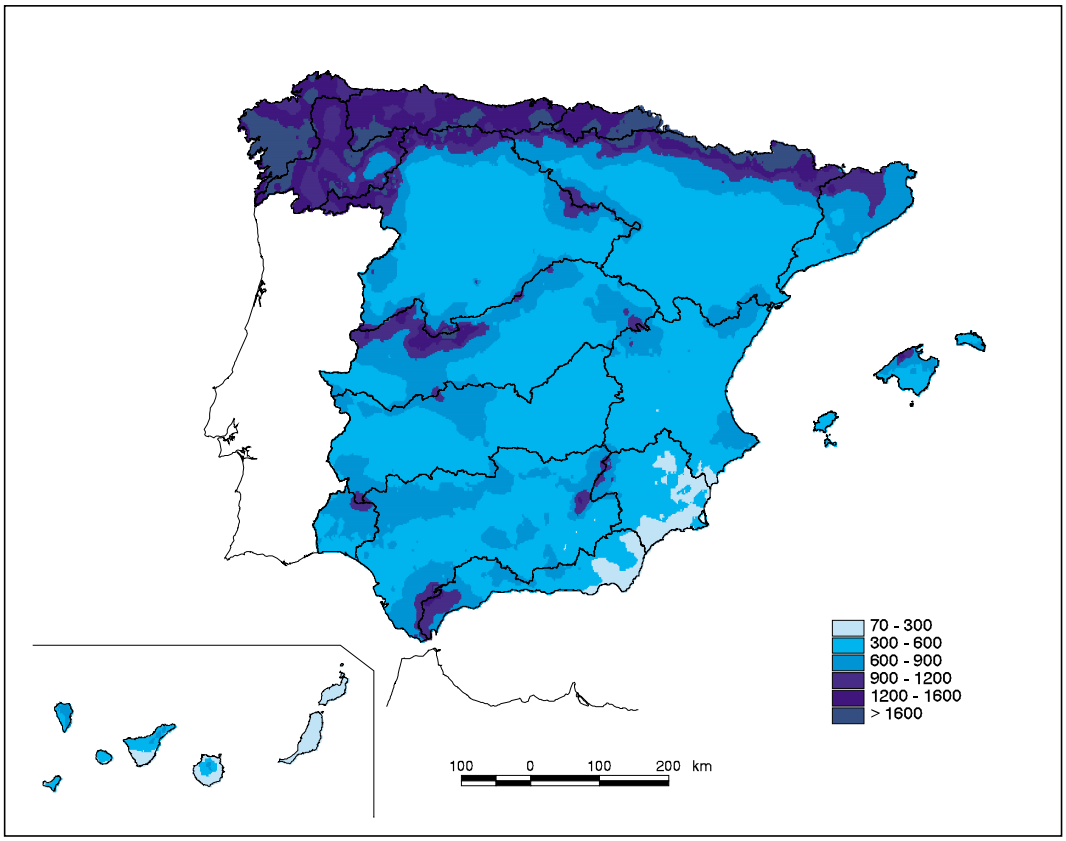


Figura 78. Mapa de valores medios de la precipitación anual (mm) en el periodo 1940/41-1995/96

prendentemente, no sólo no se previeron reformas administrativas y actuaciones decididas tendentes a mejorar el conocimiento de estos recursos, sino que este conocimiento fue paulatinamente empeorando desde entonces.

El que en estos momentos se disponga de una información en general más escasa y de peor calidad que de la que se disponía hace veinte años es difícilmente justificable, y no puede entenderse más que en el contexto de una desacertada concepción de los objetivos y funciones de la Administración Hidráulica.

3.1.4. Recursos naturales

La evaluación de recursos hídricos en régimen natural es una tarea compleja que técnicamente aún no está definitivamente resuelta. Debe apoyarse en los datos registrados en las estaciones de aforo, que en la mayoría de las ocasiones miden regímenes afectados.

Como se comentó, la restitución a régimen natural de esos datos, aunque teóricamente sencilla, presenta en la práctica grandes dificultades, pues no es habitual disponer de suficiente información sobre la evolución temporal de los caudales detraídos de los ríos, de los bombeos en los acuíferos, de los retornos de riegos o abastecimientos, o de la gestión de la infraestructura hidráulica. Por esa razón debe también recurrirse, de forma combinada, a la utilización de modelos matemáticos de simulación del ciclo hidrológico, cuya finalidad es reconstruir el régimen hidrológico natural a partir de datos meteorológicos, de las características físicas de las cuencas y de los datos registrados en las estaciones de aforo. Como se verá, tal aproximación combinada es la que se ha llevado a cabo en este Libro y, por vez primera, de forma distribuida y masiva para todo el país.

3.1.4.1. Escorrentías totales en régimen natural

Para el estudio de las escorrentías totales que se producen en nuestro territorio se analizará, en primer lugar, el régimen de precipitaciones y el de evapotranspiración. Estas son las dos variables climáticas básicas que, con el control geológico establecido por el terreno, configuran el régimen de las escorrentías. Tras ello se ofrecerá una evaluación de estas escorrentías totales, y se expondrán los procedimientos empleados y resultados obtenidos en el proceso de evaluación.

3.1.4.1.1. Precipitaciones

A escala interanual, la variabilidad espacial de las precipitaciones en España se muestra en el mapa adjunto, donde se reflejan los valores medios anuales de precipitación (en mm) para el periodo de 56 años comprendido entre los años hidrológicos (de octubre a septiembre) 1940/41 y 1995/96. Los valores que se muestran en el mapa se han obtenido interpolando los

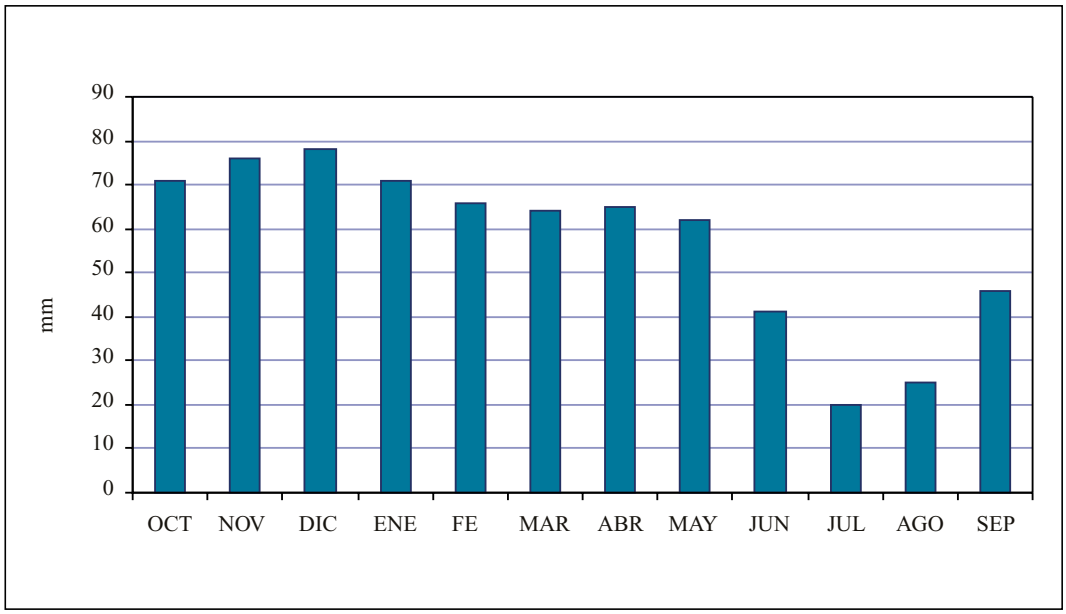


Figura 79. Distribución mensual de la precipitación media en España

datos registrados en los pluviómetros de la red del INM mediante el método del inverso de la distancia al cuadrado (fig. 78).

Los valores de precipitación anual varían mucho, desde los más de 1.600 mm en extensas zonas del territorio, en las que se superan incluso los 2.000 mm, a los 300 mm de amplias áreas del Sureste peninsular y los menos de 200 mm en algunas zonas de las Islas Canarias. La media para España es de 684 mm/año -equivalentes, como ya se vio, a 346 km^3/año- y su distribución intraanual, a escala mensual, se muestra en la figura 79, en la que puede verse que, a escala global, el mes más lluvioso es el de diciembre, y el menos lluvioso es el de julio.

Es interesante también comprobar en esta figura la similitud de valores en el periodo entre enero y mayo, resultante, sin duda, del efecto de superposición y promedio de distintos regímenes pluviométricos en diferentes áreas del país.

Por otra parte, y como complemento de la descripción de la variabilidad espacial, para caracterizar la variabilidad temporal de la lluvia en una zona se utilizan en general valores medios areales de una serie de precipitaciones suficientemente larga. En la figura 80 se muestran los valores anuales de precipitación media areal en España en el periodo de 56 años entre 1940/41 y 1995/96, junto con la media global para ese periodo.

El examen de la serie anterior pone de relieve que las rachas de años secos son más largas que las húmedas, como corresponde a datos no gausianos y con sesgo positivo. Las dos rachas secas más largas, entendiendo

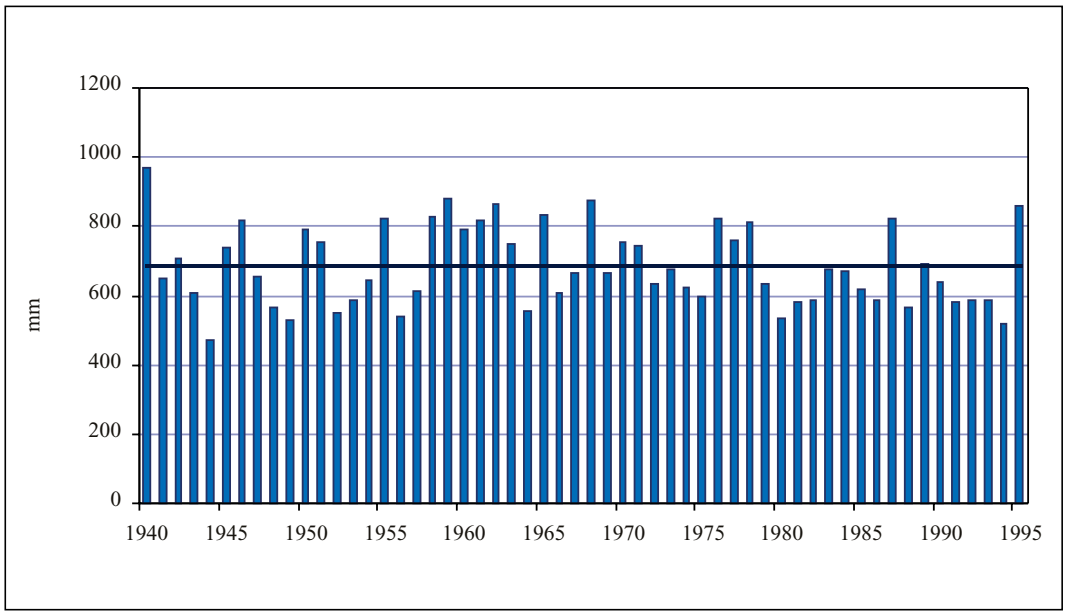


Figura 80. Serie de precipitaciones anuales medias en España en el periodo 1940/41 - 1995/96

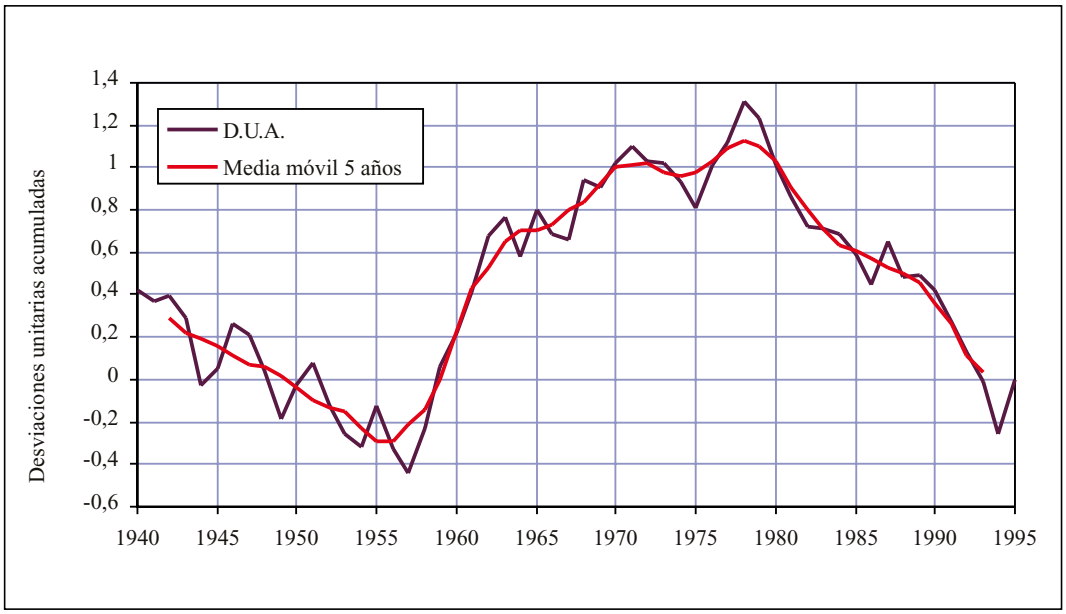


Figura 81. Rachas de la precipitación media anual en España en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

por tales aquéllas donde no se supera la media de la serie, tienen una duración de 8 (periodo 1979/80 a 1986/87) y 5 años (1990/91 a 1994/95), mientras las dos húmedas más largas son de 6 (1958/59 a 1963/64) y 3 años (1976/77 a 1978/79). Es también interesante destacar que durante el periodo de 17 años comprendido entre 1979/80 y 1995/96, sólo en 3 ocasiones se ha excedido la media de la serie, lo que es bien ilustrativo, como veremos, de los graves problemas de escasez de agua que se han producido en los últimos años en muchos lugares de España.

Para apreciar mejor estas rachas de una forma global, se ha construido la serie de desviaciones unitarias acumuladas (desviación es la diferencia de un valor con respecto a la media de la serie, y desviación unitaria es la desviación dividida por la media), ofrecida, junto con su media móvil centrada de 5 años, en el gráfico adjunto. Tendencias crecientes reflejarán rachas húmedas, y tendencias decrecientes reflejarán rachas secas (fig. 81).

Es claramente perceptible en la figura anterior la existencia de 3 periodos distintos: uno globalmente seco desde 1940 hasta 1957, al que sigue uno globalmente húmedo desde 1958 hasta 1978 (acaso con dos subperiodos de distinta intensidad separados por 1963), y al que, finalmente, sigue otro seco desde 1979 hasta 1995. Hasta qué punto tales rachas globales son representativas de los distintos territorios se verá más adelante, cuando volvamos sobre estas interesantes cuestiones al analizar otras rachas hidroclimáticas, las diferencias regionales, y el problema de la representatividad de los registros hidrológicos.

Un aspecto de interés es el de la estructura de autocorrelación de las lluvias anuales (es decir, las relaciones de dependencia de la lluvia de un año con respecto a las de los años pasados). Para su contraste, la figura 82 muestra las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie, junto con sus intervalos de confianza del 95%.

Ambas funciones muestran con nitidez la inexistencia de dependencia temporal de las precipitaciones anuales, lo que significa que no puede mejorarse la predicción de la pluviometría del año siguiente considerando la de los

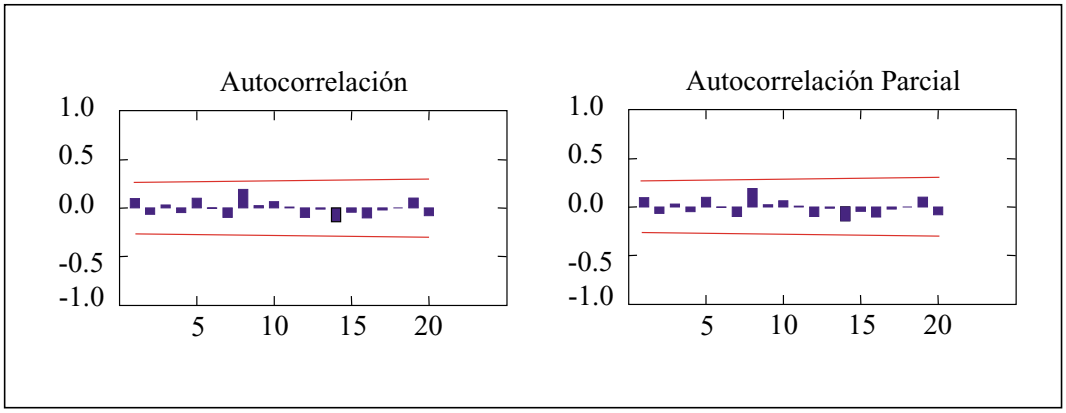


Figura 82. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de las precipitaciones medias anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96

Ambito de Planificación	Mínimo	Medio	Máximo	Máx/Mín	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. de autocorrelación
Norte I	797	1.284	2.017	2,5	0,22	0,62	0,08
Norte II	899	1.405	1.888	2,1	0,14	-0,24	0,07
Norte III	958	1.606	2.282	2,4	0,16	-0,15	0,03
Duero	381	625	931	2,4	0,21	0,40	-0,02
Tajo	374	655	1.037	2,8	0,23	0,32	0,05
Guadiana I	261	521	755	2,9	0,25	0,07	0,19
Guadiana II	278	662	1.142	4,1	0,30	0,31	0,14
Guadalquivir	272	591	1.026	3,8	0,28	0,40	0,27
Sur	247	530	908	3,7	0,27	0,71	0,17
Segura	221	383	643	2,9	0,26	0,36	0,27
Júcar	302	504	805	2,7	0,21	0,61	0,19
Ebro	526	682	925	1,8	0,16	0,54	0,12
C. I. Cataluña	437	734	1.147	2,6	0,22	0,64	-0,18
Galicia Costa	929	1.577	2.324	2,5	0,20	0,27	0,01
Península	472	691	985	2,1	0,17	0,40	0,11
Baleares	381	595	975	2,6	0,23	0,76	0,20
Canarias	119	302	574	4,8	0,33	0,55	0,05
Total España	469	684	970	2,1	0,17	0,39	0,10

Tabla 10. Estadísticos básicos de las series de precipitaciones anuales areales correspondientes al periodo 1940/41-1995/96, por ámbitos de planificación hidrológica

anteriores, pues cada año es enteramente independiente del anterior, y se trata de un fenómeno sin memoria.

Asimismo no se observan, en apariencia, ciclos pluviométricos plurianuales de naturaleza periódica. Fenómenos como el del ciclo de actividad solar (relacionado con las manchas solares, que presentan periodos de unos 11 años) no parecen incidir sobre la precipitación media que se registra en España. Es curioso constatar que esta hipotética relación, muy estudiada en registros de todo el mundo desde la década de los 60, ya fue anticipada en nuestro país por Bentabol (1900), concluyendo - tras el estudio de Almería, el Ebro, Valencia, Valle del Guadalquivir, Castilla, Murcia y Francia -, que la periodicidad de las sequías

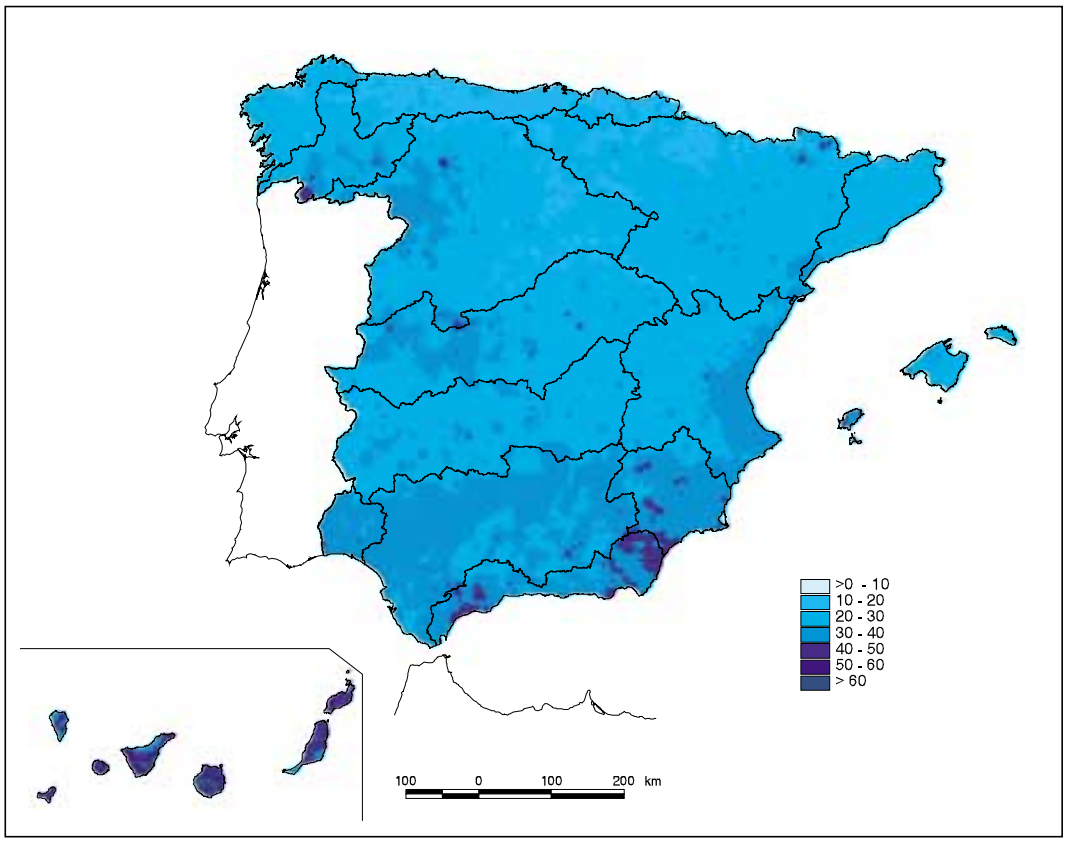


Figura 83. Mapa de coeficientes de variación (%) de la precipitación anual en el periodo 1940/41-1995/96

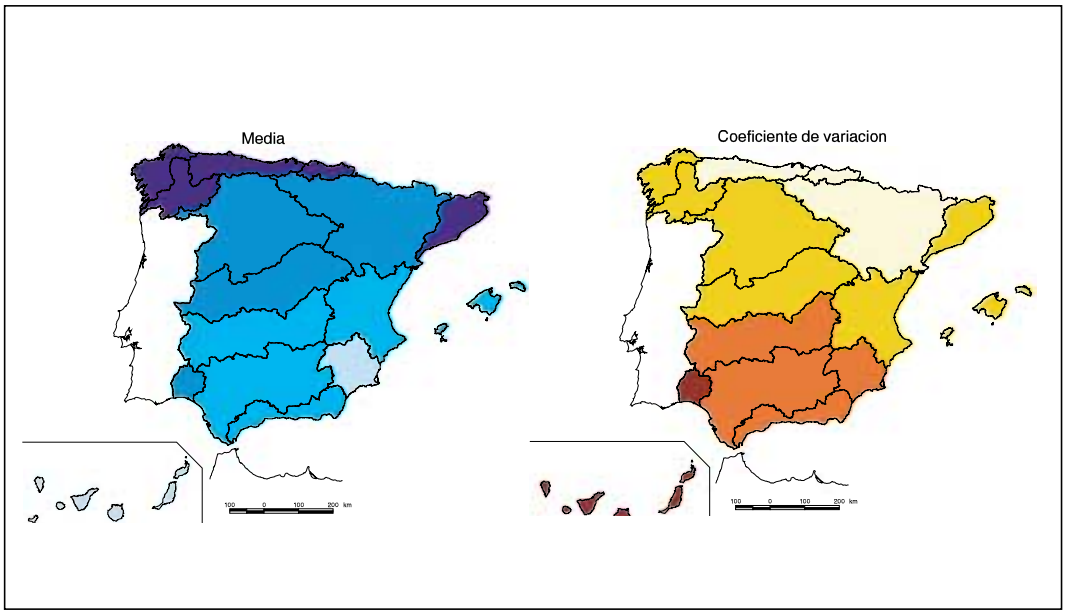


Figura 84. Mapas de medias y coeficientes de variación de las precipitaciones anuales por ámbitos de planificación

e inundaciones se daba aparentemente conforme al ciclo solar de modo generalizado y, muy especialmente, en Murcia. Como puede verse, los modernos análisis del registro pluviométrico no permiten soportar en la actualidad esta vieja hipótesis.

Considerando ahora las distintas áreas territoriales, en la tabla 10 se ofrecen distintas medidas estadísticas básicas de las series de precipitaciones areales anuales, para el periodo 1940/41 a 1995/96, en cada uno de los ámbitos territoriales de la planificación hidrológica.

Como puede verse, no solo hay grandes diferencias interterritoriales en las cuantías medias anuales de las lluvias, sino también en su variabilidad relativa, medida por el coeficiente de variación (cociente entre desviación típica y media). El mapa de la figura 83 muestra la distribución espacial de este coeficiente, expresado en tanto por ciento.

Puede apreciarse que, sin perjuicio de la simplificación de emplear promedios areales de los ámbitos, que suavizan los valores puntuales extremos de su interior, las zonas de menor precipitación (Sur, Sureste, Islas Canarias, etc) tienen un coeficiente de variación mayor, lo que añade a la escasez en la precipitación una mayor irregularidad temporal. Lo contrario ocurre en las zonas de mayor precipitación, donde el coeficiente de variación es menor.

La figura 84 permite apreciar de forma visual y cualitativa, mediante la mera gradación cromática, este efecto de contraposición entre la cantidad y la variabilidad de las lluvias, a las escalas espaciales de los ámbitos de planificación.

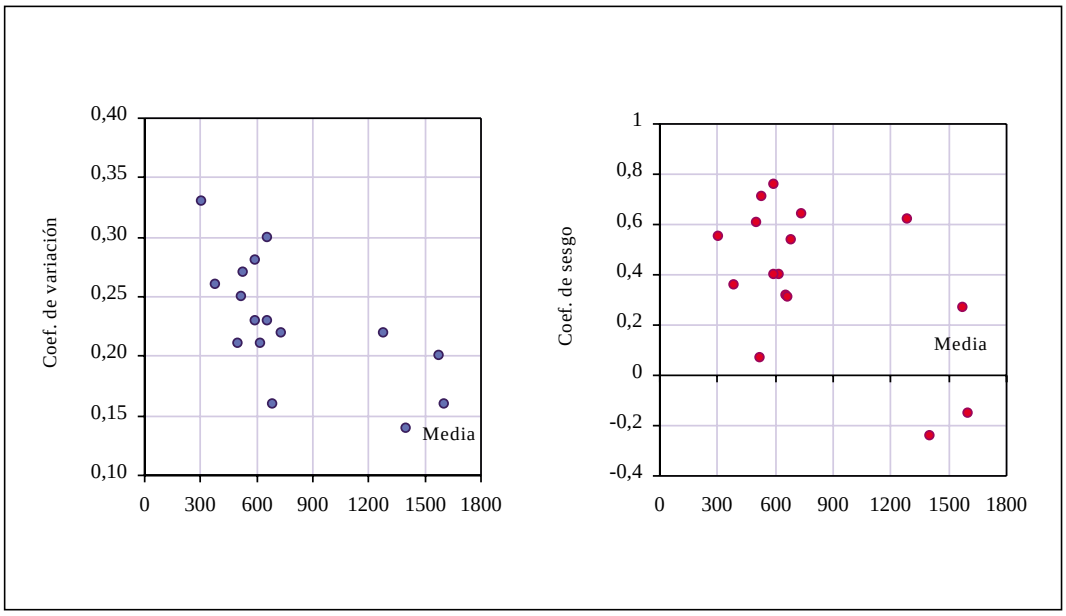


Figura 85. Precipitaciones medias frente a coeficientes de variación y de sesgo por ámbitos de planificación

	GAC	NO1	NO2	NO3	DUE	TAJ	GN1	GN2	GUV	SUR	SEG	JUC	EBR	CIC	BAL	CAN
GAC	1	0	0	1	0	0	0	0.08	0	1	1	1	0	1	1	1
NO1	0.84	1	0	1	0	0	0	0	0	0.87	1	1	0	1	1	1
NO2	0.58	0.62	1	0	0.1	0.61	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
NO3	0.3	0.23	0.82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.13	1	1	1
DUE	0.73	0.85	0.43	0.06	1	0	0	0	0	0	1	0.48	0	1	1	1
TAJ	0.59	0.78	0.37	0.03	0.92	1	0	0	0	0	1	0.1	0	0.96	1	1
GN1	0.59	0.71	0.33	0.02	0.85	0.92	1	0	0	0	1	0.02	0	0.56	1	1
GN2	0.44	0.53	0.14	-0.14	0.75	0.83	0.87	1	0	0	1	0.17	0.01	1	1	0.16
GUV	0.55	0.67	0.33	0.02	0.8	0.87	0.95	0.87	1	0	1	0.03	0	0.11	1	1
SUR	0.19	0.36	0.11	-0.14	0.54	0.67	0.73	0.78	0.83	1	0	0	0.08	0.45	1	1
SEG	0.01	0.04	0.02	-0.03	0.18	0.22	0.31	0.24	0.32	0.53	1	0	1	1	1	1
JUC	0.19	0.21	0.15	0.05	0.38	0.43	0.48	0.42	0.47	0.54	0.84	1	0	0	0.18	1
EBR	0.58	0.68	0.65	0.42	0.73	0.7	0.67	0.5	0.67	0.44	0.33	0.59	1	0	1	1
CIC	0.21	0.24	0.25	0.13	0.32	0.35	0.37	0.3	0.43	0.38	0.32	0.52	0.71	1	1	1
BAL	-0.07	0.09	0.22	0.14	0.03	0.1	0.06	-0.02	0.12	0.18	0.34	0.41	0.25	0.33	1	1
CAN	0.08	-0.02	0.04	-0.01	0.2	0.24	0.21	0.42	0.23	0.34	0.16	0.25	0.17	0.21	-0.11	1

Tabla 11. Matriz de correlación de las precipitaciones anuales areales por ámbitos de planificación hidrológica

Igualmente, los gráficos de la figura 85 muestran también el efecto de contraposición aludido, que parece asimismo darse -con la debida reserva de su alta variabilidad muestral- con los coeficientes de sesgo, indicativos de asimetría positiva y, por tanto, de una mayor presencia de extremos elevados.

En efecto, la observación de la tabla de estadísticos básicos muestra que el coeficiente de sesgo, aunque pequeño, en buena parte de los ámbitos adopta valores positivos significativamente distintos de cero, lo que indica un cierto grado de asimetría en la distribución de la precipitación anual, siendo más probable la presentación de valores inferiores a la media que superiores, tal y como se comentó. En cuanto a la autocorrelación temporal, se observa que el valor del primer coeficiente de autocorrelación es muy pequeño y no significativo en todos los ámbitos, lo que confirma la ya apuntada independencia temporal de las precipitaciones anuales.

Avanzando en el estudio de la estructura espacio-temporal de estas lluvias, la tabla 11 muestra la matriz de

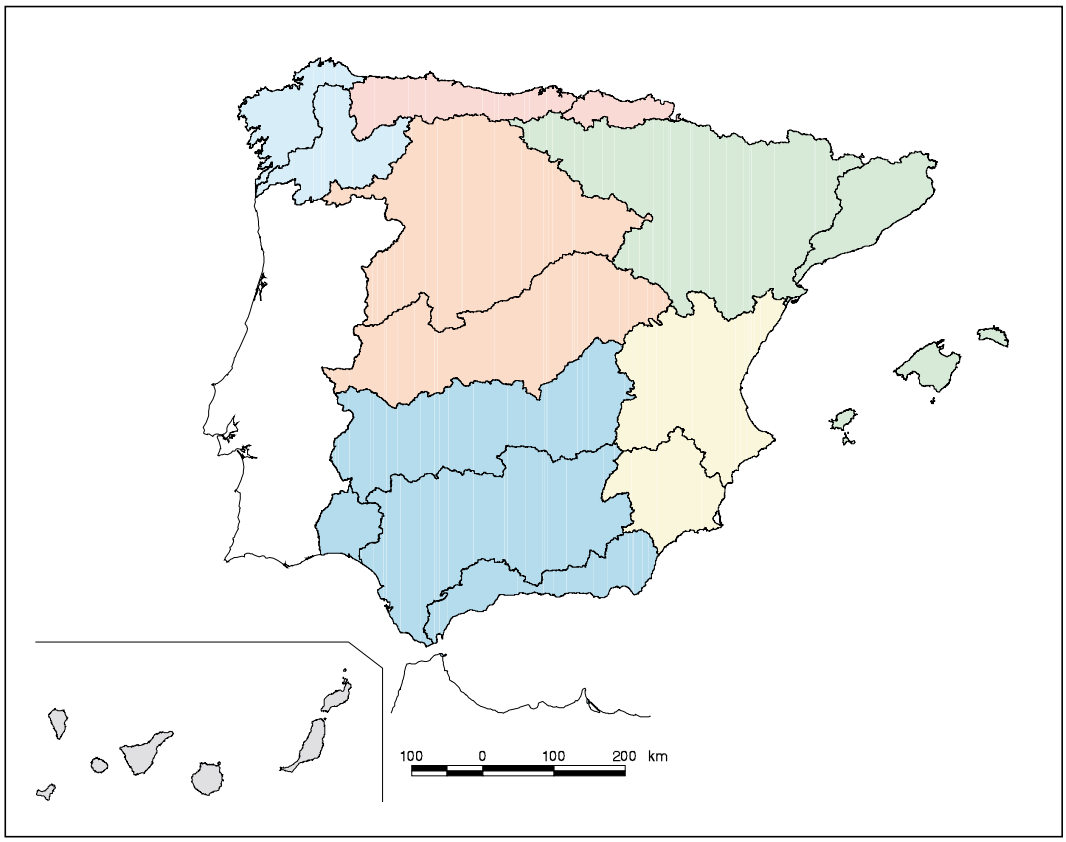


Figura 86. Regiones pluviométricas de los ámbitos territoriales de planificación

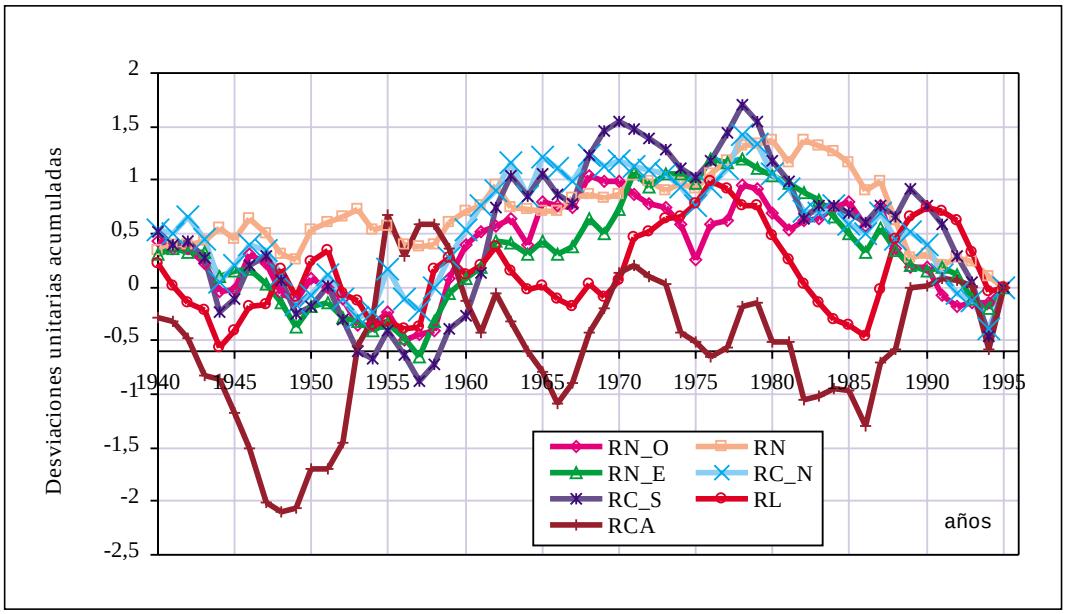


Figura 87. Rachas de la precipitación media anual por regiones pluviométricas en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

correlación de las precipitaciones anuales, para el periodo 1940/41-1995/96, en los distintos ámbitos. De forma compacta, y puesto que esta matriz es simétrica, en la mitad inferior y diagonal se muestran los coeficientes de correlación, y en la superior una estimación de las probabilidades asociadas a estos coeficientes (1 implica no correlación y 0 implica correlación significativa).

La observación de esta tabla permite obtener la interesante conclusión de que existen correlaciones significativas entre grupos de ámbitos, pero no de todos entre sí. Ello significa que existen en España áreas con regímenes pluviométricos independientes, no dándose sensiblemente las rachas secas y húmedas con simultaneidad en todo el país, lo que viene a subrayar, una vez más, la variedad hídrica del territorio español.

Además, todas las correlaciones son nulas o positivas, y no existe, entre ningún par de ámbitos, ninguna correlación negativa significativa. Ello implica que o no hay simultaneidad o hay una cierta simultaneidad de sequía y abundancia, pero no hay, significativamente, sequía en una zona mientras hay abundancia en otra, y viceversa.

Avanzando aún más en la indagación de la estructura espacio-temporal de las precipitaciones y en la exploración de su comportamiento relativo en los distintos territorios, la observación de correlaciones significativas entre ámbitos sugiere estudiar sus posibles afinidades, reduciéndolos a áreas similares desde el punto de vista de las precipitaciones anuales.

Si se realiza un análisis de agregaciones mediante cluster jerárquico, se obtienen algunos agrupamientos muy persistentes entre ámbitos. Así, Norte II y Norte III aparecen siempre agrupados, del mismo modo que Júcar y Segura; que Tajo y Duero; y que Guadiana I y Guadalquivir. Considerando globalmente estos cuatro grupos básicos, su proximidad entre ellos, y el resto de agrupamientos obtenidos, puede proponerse tentativamente una regionalización muy robusta de los ámbitos de planificación, desde el punto de vista de las precipitaciones anuales, en siete clases, que serían las ofrecidas en la figura 86.

Una gran zona es la central o atlántica (azul), que puede subdividirse en norte (C_N: Duero y Tajo) y sur (C_S: Guadiana, Guadalquivir y Sur); otra zona es la de levante (L: Júcar y Segura); otra sería la noreste (N_E: Ebro, Baleares y C.I.Cataluña); otra es la norte o cantábrica (N: Norte II y Norte III); otra la noroeste (N_O: Galicia Costa y Norte I); y, por último, otra sería Canarias (CA).

La organización regional propuesta permite revisar la cuestión que se planteó sobre las rachas pluviométricas húmedas y secas, pero descendiendo ahora al nivel de la región en lugar de a la media global del país, y empleando regiones rigurosamente establecidas.

Así, y como antes se hizo para la media areal global, se han construido las curvas de desviaciones unitarias acumuladas de las precipitaciones regionales, ofrecidas conjuntamente en la figura 87.

Un primer examen de este gráfico muestra que, en efecto, existen en apariencia diferencias regionales que hacen que las secuencias de rachas en las distintas cuencas no resulten ser las mismas. Una inspección más detallada permite diferenciar las situaciones mostradas en la figura 88.

Como se aprecia, la mayoría de las cuencas (Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Sur, Ebro, C.I. de Cataluña, Norte I, Galicia Costa y Baleares) ha segui-

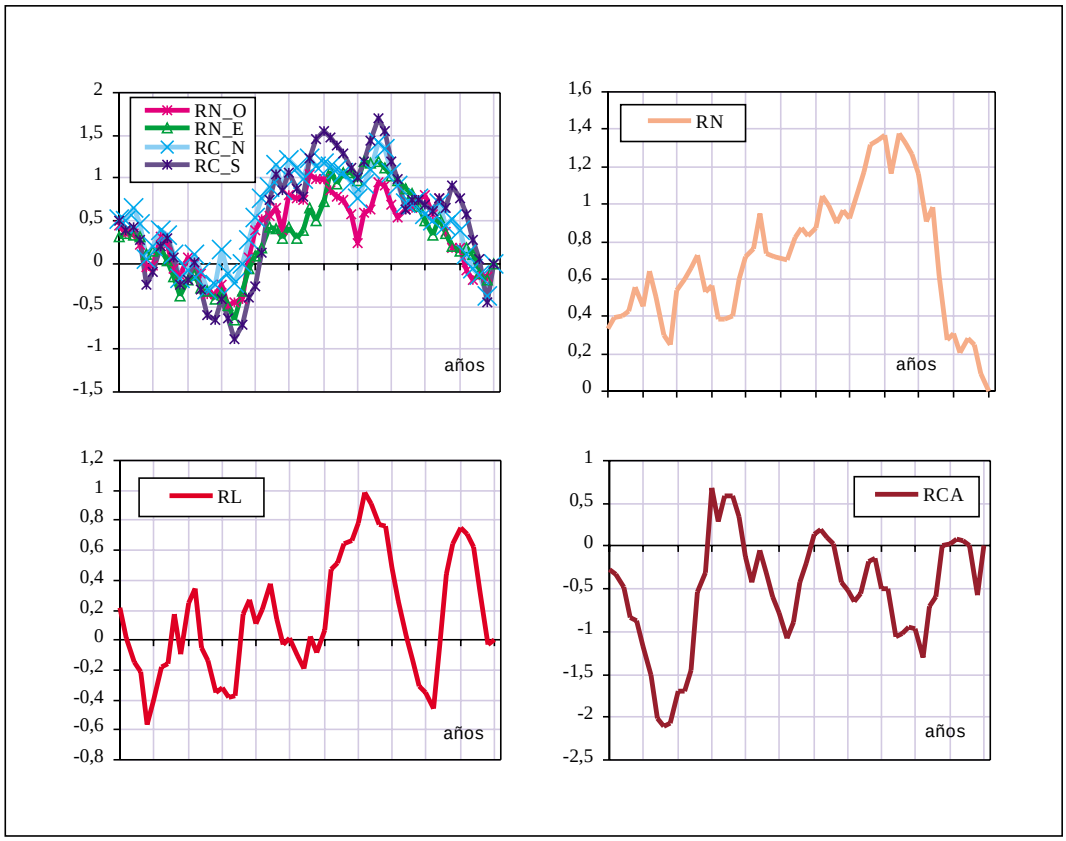


Figura 88. Distintas situaciones de las rachas de la precipitación media anual por regiones pluviométricas en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

do un patrón muy similar, que es, sensiblemente, el que se ofreció antes como representativo de la media global del país, pero hay tres regiones (Levante, Norte y Canarias) que parecen haber seguido patrones diferentes a éste, y diferentes entre sí.

Asimismo, se observa cómo desde finales de los 70 hay una racha seca, más o menos exacerbada, en todas las regiones, y con algún altibajo en el periodo 1985-90, a partir del cual es completamente generalizada. Como se apuntó, ello explica, entre otras razones, la grave crisis de suministro hídrico que se vivió en muchos lugares de España en estos últimos años.

El grado de detalle de todos los análisis anteriores se justifica por un hecho básico, y es que, como ya se ha apuntado, la precipitación es el origen de los recursos hídricos, excita y gobierna la respuesta hidrológica, y su variabilidad es la principal fuente de la irregularidad de los caudales de los ríos. En efecto, la variabilidad pluviométrica se transmite, y de forma más acusada, amplificada, a los datos de escorrentía, tal como se verá más adelante. Regiones de comportamiento pluviométrico similar serán probablemente regiones con comportamiento hidrológico también similar, y rachas pluviométricas húmedas o secas se traducirán, con mayor o menor rezago, en rachas de caudales del idéntico signo.

Por otra parte, si en lugar de datos anuales se emplean datos a escalas mas pequeñas (p.e. mensuales, diarios u horarios), este efecto de irregularidad se ve aún más acentuado.

3.1.4.1.2. Evapotranspiración

Como se mostró en el epígrafe anterior, la precipitación (P) media anual en España es de 684 mm, equivalentes a unos 346.000 hm^3/año, cifra que, como también se vio, está sujeta a una gran variabilidad temporal y espacial.

Por otra parte, la evapotranspiración potencial (ETP) media anual en España, mostrada en la figura 89, es, en el mismo periodo, de 862 mm, presentando sus máximos en la mitad meridional de la península, Canarias, y el valle central del Ebro. Este mapa de ETP se ha obtenido aplicando el método de Thornthwaite y corrigiendo los resultados por unos factores mensuales, regionalizados para todo el territorio, deducidos del contraste de los métodos de Thornthwaite y Penman-Monteith.

La evapotranspiración real (ET), mostrada en la figura adjunta, presenta en el mismo periodo un valor medio global de 464 mm/año, siendo bastante menor que la ETP, al no darse siempre las condiciones óptimas de humedad en el suelo para que se produzca la evapotranspiración a su tasa potencial. Como es lógico, las mayores diferencias relativas se darán en los territorios más secos, y las menores diferencias en los

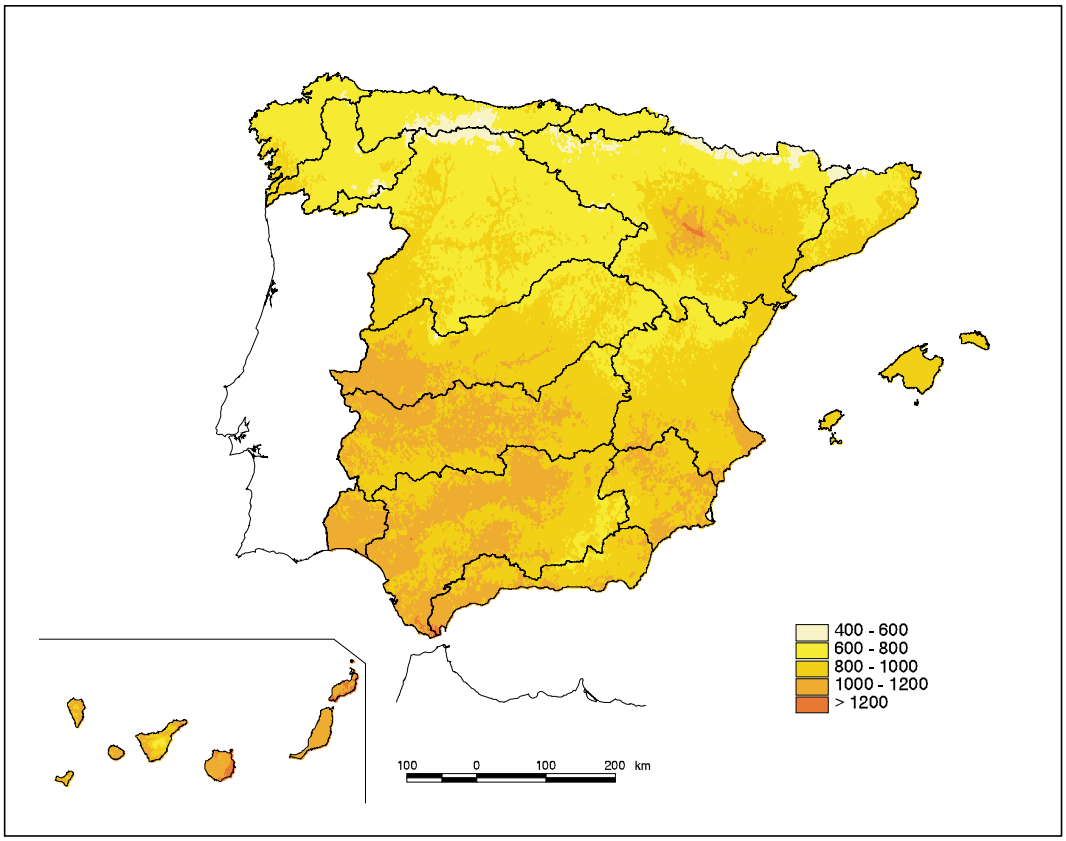


Figura 89. Mapa de evapotranspiración potencial media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96)

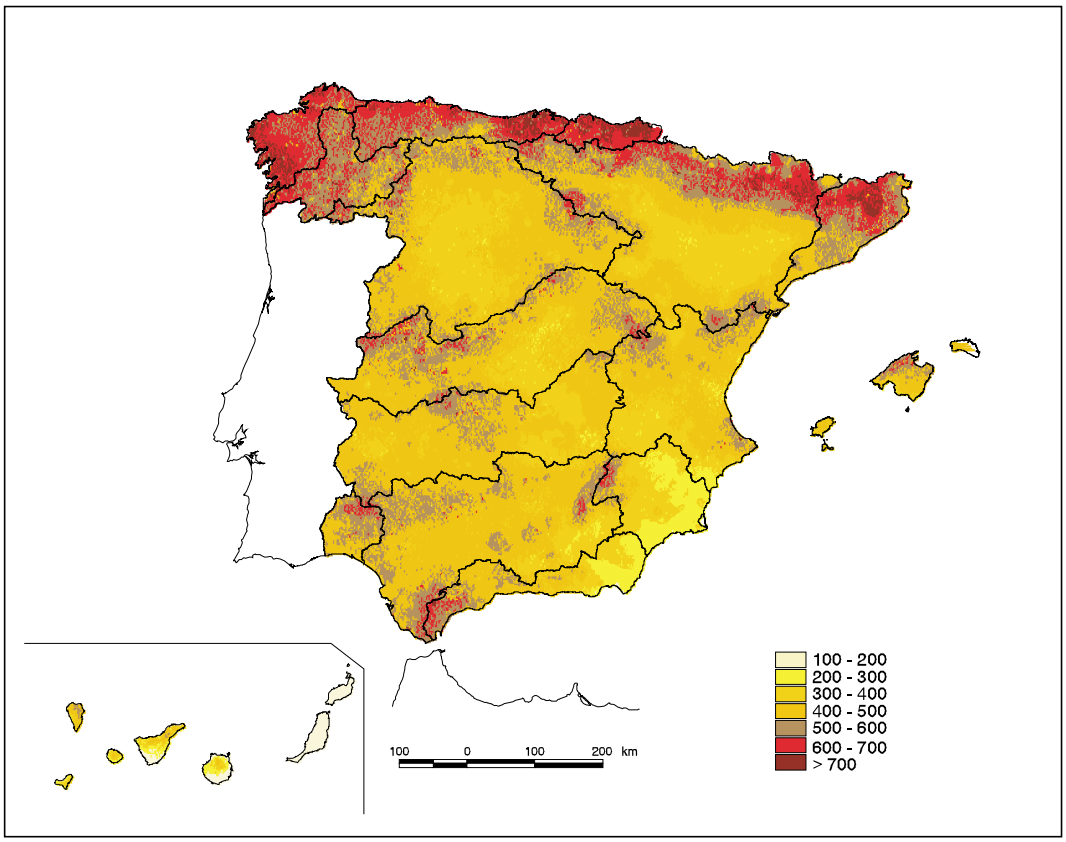


Figura 90. Mapa de evapotranspiración real media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96)

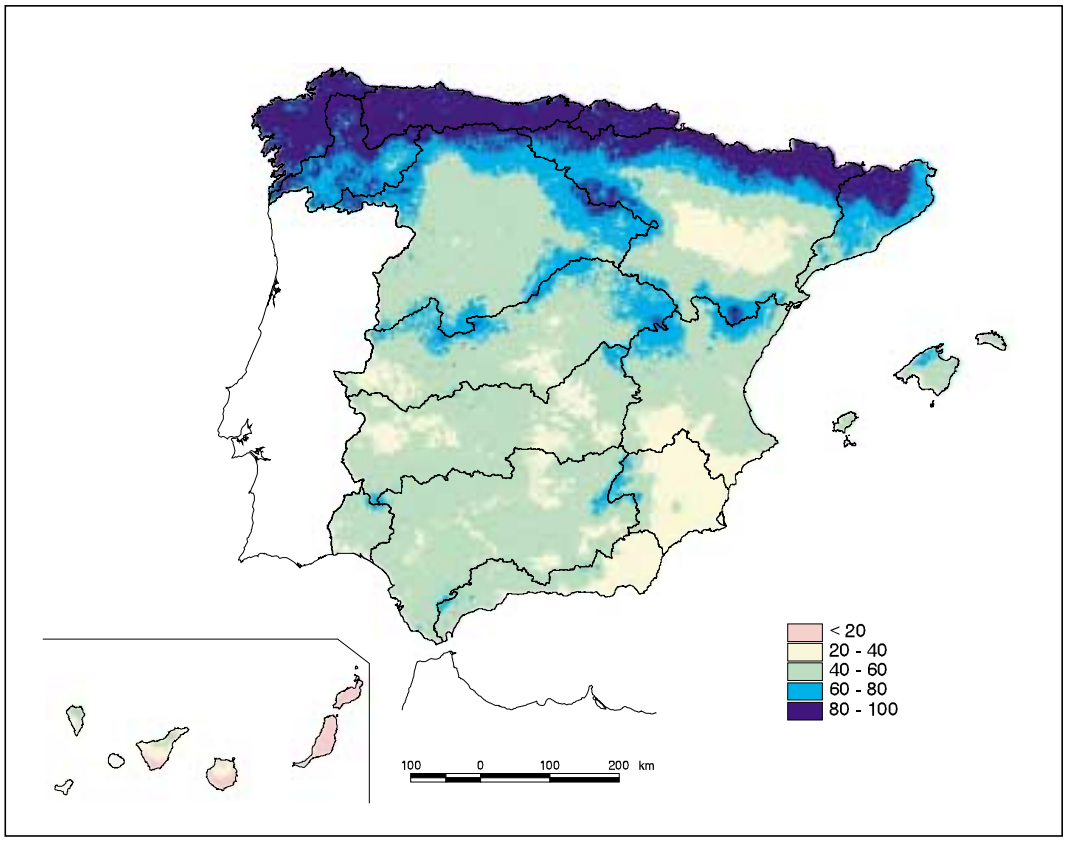


Figura 91. Mapa de la relación ET/ETP (%) (periodo 1940/41-1995/96)

más húmedos. Esa evapotranspiración se ha obtenido mediante el modelo hidrológico distribuido que se describe en apartados siguientes (fig. 90).

La diferencia entre ET y ETP puede verse en el mapa de la figura 91, que muestra la fracción porcentual ET/ETP que, en valor medio para el conjunto del territorio es de 0,54, y que varía desde 0,18 en Canarias a 0,97 en el ámbito del Norte III.

Puede apreciarse el comentado efecto de aumento del cociente con la mayor humedad de la zona.

3.1.4.1.3. Lluvia útil

Recordando el esquema conceptual del ciclo hidrológico y el gráfico de los principales flujos de agua en régimen natural, ofrecidos en anteriores epígrafes, puede verse que si a las precipitaciones se le resta la evapotranspiración, lo que queda es el agua que, bien de forma subterránea o de forma superficial, contribuirá a la escorrentía total y es susceptible, por tanto, de ser utilizada. Esta es la razón por la que a tal diferencia se le denomina lluvia efectiva o lluvia útil.

El concepto de lluvia útil -o diferencia entre precipitación y evapotranspiración real- ha sido ampliamente utilizado en nuestro país en estudios hidrológicos e hidrogeológicos regionales.

El mapa de la figura 92 obtenido restando los dos anteriores (P-ET), muestra la variabilidad espacial de este valor, y ofrece una primera imagen de la mayor o menor abundancia hídrica de los distintos territorios españoles.

Pese a su evidente proximidad, los conceptos de lluvia útil y de escorrentía total no deben ser confundidos.

La diferencia entre ambos se debe a que mientras que el primero de ellos expresa la mera diferencia entre precipitación y evapotranspiración, la escorrentía representa la aportación total por unidad de superficie, y por tanto tiene en cuenta cómo se distribuye la lluvia útil entre almacenamiento en el suelo, escorrentía superficial y recarga al acuífero, y cómo éste descarga, de forma más o menos diferida, a la red de drenaje.

Aunque las diferencias entre los valores asociados a ambos conceptos pueden ser importantes cuando se consideran escalas temporales más detalladas -días, meses o incluso años-, en valores medios interanuales tales diferencias son mucho más pequeñas (ver figuras adjuntas), y se deben únicamente a la redistribución espacial que se produce en la descarga del agua infiltrada al acuífero.

3.1.4.1.4. Escorrentía total

Consecuencia del efecto de las variables climáticas junto con las características del terreno, la escorrentía total media anual en España sigue un patrón de comportamiento espacial similar al de las precipitaciones, aunque

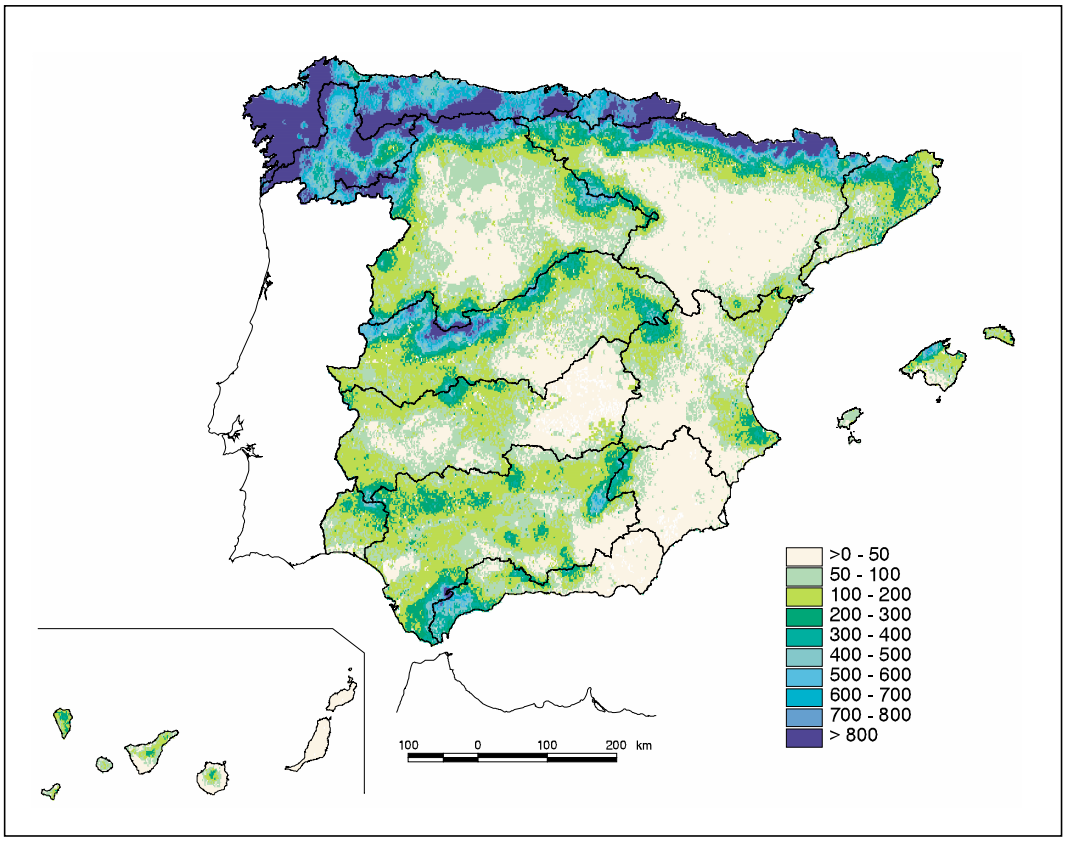


Figura 92. Mapa de lluvia útil media anual en mm (periodo 1940/41 - 1995/96)

con una mayor variabilidad, tal y como se aprecia en la figura adjunta. Esta escorrentía total (recurso por unidad de superficie o aportación específica total) es la suma de la escorrentía superficial directa y la escorrentía subterránea, y más adelante se explicará cómo se ha obtenido para cualquier punto del país.

El valor medio anual de la escorrentía total en España es de 220 mm, equivalentes, como se vio, a unos 111.000 hm^3. En cuanto a la distribución espacial son evidentes las grandes diferencias territoriales que muestra, variando desde áreas donde la escorrentía es de menos de 50 mm/año (sureste de España, la Mancha, el valle del Ebro, la meseta del Duero, y las Islas Canarias) hasta otras donde supera los 800 mm/año (cuencas del Norte y áreas montañosas de algunas cuencas) (fig. 93).

Esa escorrentía se genera casi en su totalidad en nuestro territorio, a partir de la precipitación. Se exceptúan unos aportes irrelevantes respecto al total de la escorrentía que provienen de Andorra y Francia en la cabecera del río Segre (unos 300 hm^3/año según estimación del Plan de cuenca del Ebro), así como las procedentes de unas muy pequeñas cuencas en la frontera portuguesa.

Obtenido el mapa de escorrentías totales para todo el país, la escorrentía total (los recursos naturales) de un territorio cualquiera se obtiene simplemente sumando las escorrentías totales de todos sus puntos, es decir, integrando en el recinto del territorio. Los resultados que se obtienen de este modo para los ámbitos de planificación hidrológica son los que se ofrecen más adelante.

Asimismo, si en cada punto del territorio se determina la suma de las escorrentías de todos los puntos situados aguas arriba, se obtiene el mapa de aportaciones acumuladas en cada punto, que no es sino una representación fractal de la red fluvial, en la que el valor correspondiente a cada punto de la red es su aportación media interanual. La escorrentía total de un territorio cualquiera será ahora no la suma de sus puntos interiores, sino la de los puntos de su contorno, positiva si el punto aporta al territorio, y negativa si lo drena. Ello equivale en términos formales a integrar curvilíneamente en el contorno del recinto.

La figura 94 muestra este mapa de aportaciones acumuladas para todo el territorio peninsular, habiéndose representado los tramos fluviales con una aportación estimada mayor de 25 hm^3/año.

En este mapa se aprecia, por ejemplo, el contraste entre las densidades de las redes fluviales de las cuencas del Norte de España y del Sureste. También en algunas cuencas hidrográficas se producen diferencias acusadas entre las aportaciones de las distintas vertientes, como sucede en el Ebro, donde las aportaciones de la margen izquierda, generadas en gran parte en los Pirineos, son muy superiores a las de la margen derecha. Con carácter general se observa cómo en la mayoría de las cuen-

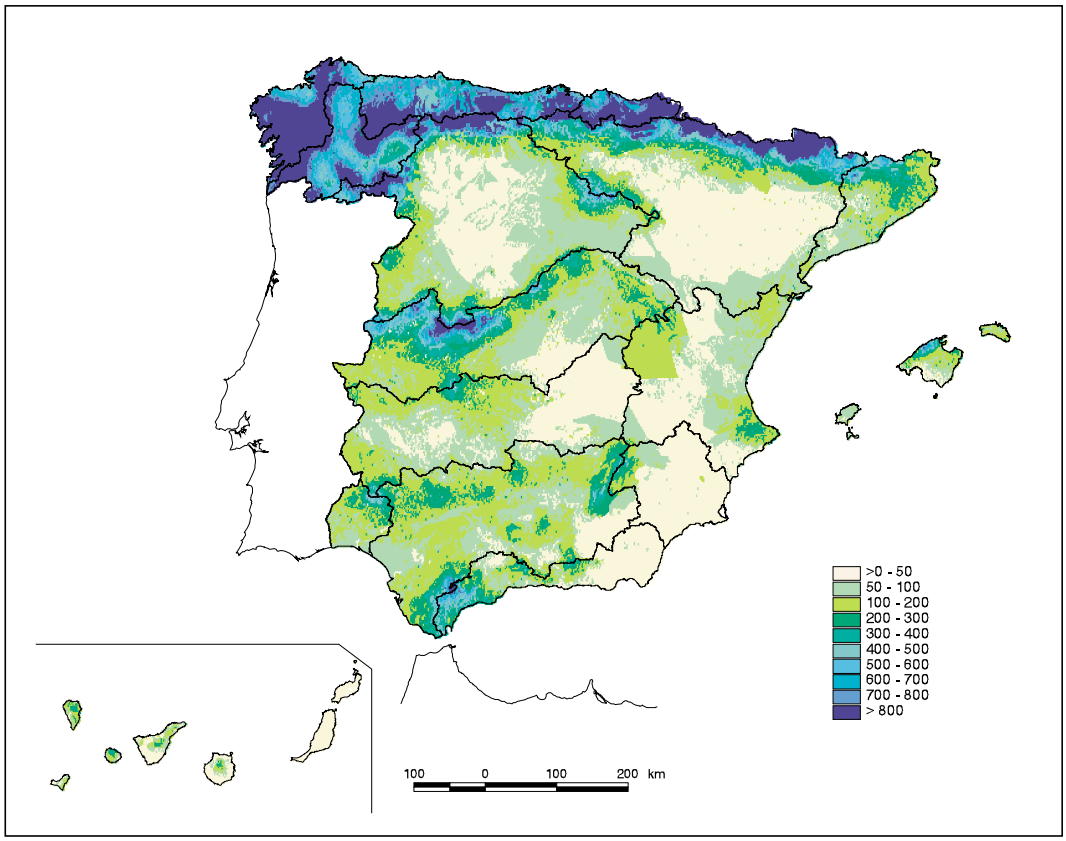


Figura 93. Mapa de escorrentía total media anual en mm (periodo 1940/41 - 1995/96)

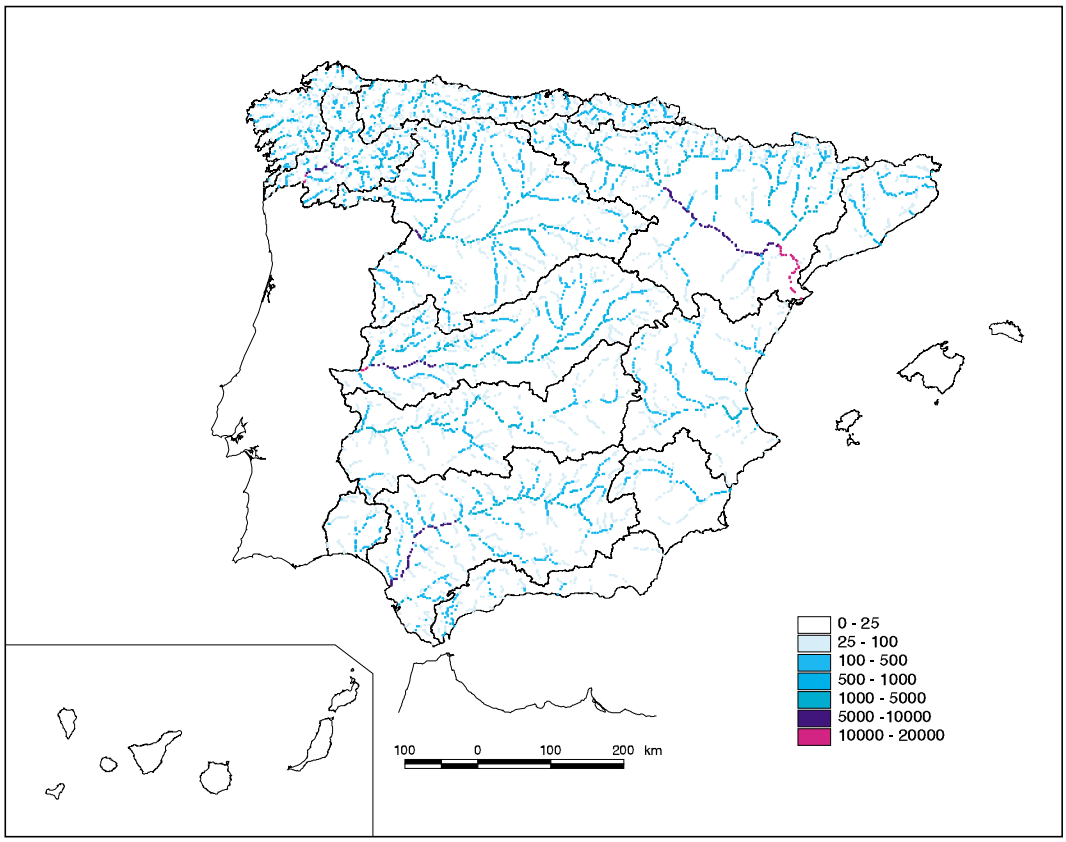


Figura 94. Mapa de aportación total media anual (hm³/año) en el periodo 1940/41 - 1995/96.

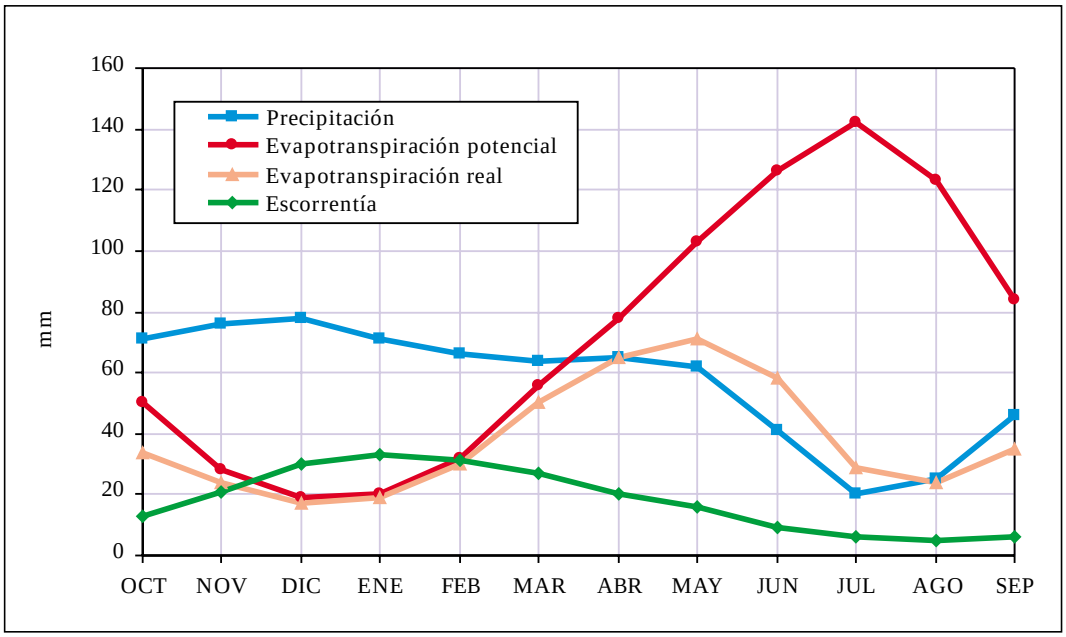


Figura 95. Distribución media intraanual de los principales flujos hidrológicos globales en España

cas una porción muy significativa de los recursos se genera en sus cabeceras. Una excepción es la cuenca del Guadiana, donde los recursos se generan en los afluentes que vierten a sus tramos medios.

La distribución estacional o intraanual de la escorrentía media en España se muestra, junto con la de la precipitación y las evapotranspiraciones potencial y real, en la figura adjunta.

Se observa claramente el desfase temporal existente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, lo que da lugar a los déficit de humedad del suelo. Igualmente se observa que la máxima produc-

Ámbito de Planificación	1967 (a)	1980 (b)	1993 (c)	1998 (d)	1998 (e)
Galicia Costa	-	-	12.504	12.642	12.250
Norte I	-	-	11.235	11.235	12.689
Norte II	-	-	12.954	13.000	13.881
Norte III	-	-	5.395	5.381	5.337
Norte	37.500	38.700	42.088	42.258	44.157
Duero	13.200	15.900	15.168	15.168	13.660
Tajo	8.920	10.250	12.858	12.230	10.883
Guadiana I	-	-	4.872	4.875	4.414
Guadiana II	-	-	1.293	1.293	1.061
Guadiana	4.895	5.100	6.155	6.168	5.475
Guadalquivir	7.300	9.400	7.771	7.978	8.601
Sur	2.150	2.690	2.418	2.483	2.351
Segura	884	960	1.000	1.000	803
Júcar	2.950	5.100	4.142	4.142	3.432
Ebro	17.396	18.950	18.198	18.217	17.967
C.I. Cataluña	1.700	3.250	2.780	2.780	2.787
Total Península	96.895	110.300	112.588	112.424	110.116
Baleares	-	690	745	562	661
Canarias	-	965	965	826	409
Total España	-	111.955	114.298	113.812	111.186

Tabla 12. Distintas estimaciones de los recursos hídricos totales en régimen natural (hm3/año)

(a) PG (1967). Recursos Hidráulicos.II Plan de Desarrollo Económico y Social. Presidencia de Gobierno.
(b) MOPU (1980). El agua en España. CEH. DGOH. También en Heras (1977).
(c) MOPT (1993) Memoria del PHN.
(d) Datos de los Planes Hidrológicos de cuenca (1998)
(e) Datos de la evaluación realizada en este Libro Blanco, que se expondrá más adelante (1998)
Notas: Norte comprende los ámbitos de Galicia Costa y Norte I, II, y III; Guadiana comprende los ámbitos Guadiana I y II. La cifra del Plan de cuenca (columna d) del Ebro no incluye los recursos del Garona y Gallocanta.

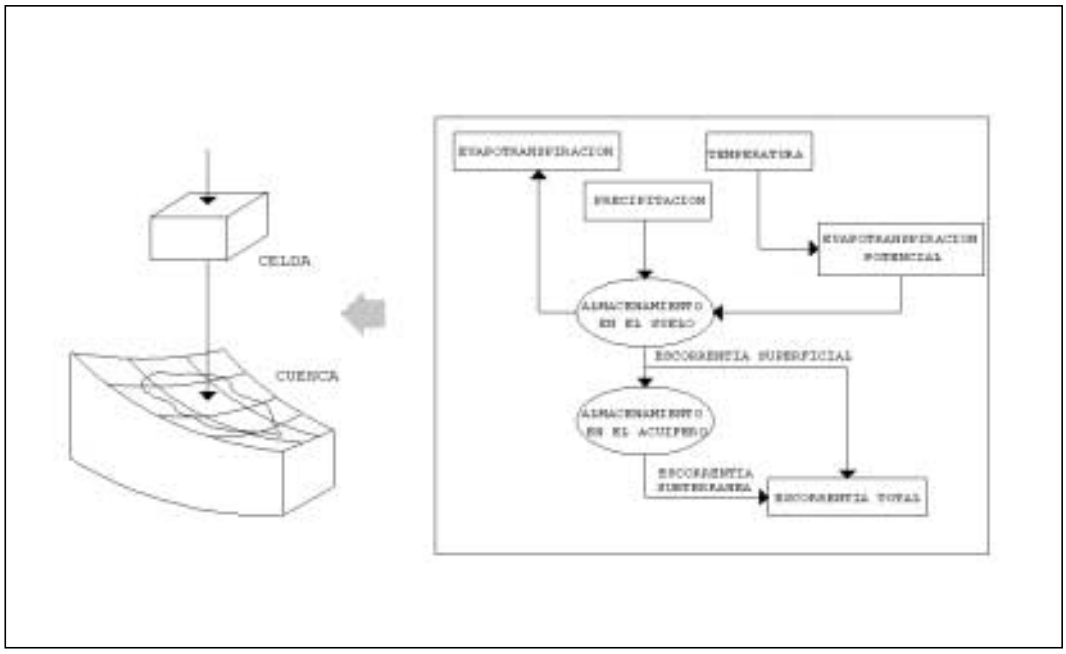


Figura 96. Representación esquemática del modelo distribuido empleado

ción global de escorrentía se produce de diciembre a febrero, y la mínima en agosto; o que la máxima evapotranspiración potencial se da en julio.

Es también interesante destacar el efecto que tiene el almacenamiento de agua en el suelo y en los acuíferos, que en los meses secos de mayo a julio posibilita que la evapotranspiración real sea mayor que la precipitación, o que circule caudal por los ríos (fig. 95).

Como antes se ha apuntado, la evaluación de las aportaciones naturales de los ríos no es una tarea fácil, y una muestra de ello es cómo a lo largo del tiempo estas estimaciones han ido variando según el autor que las ofrecía y las fechas de elaboración, tal y como se muestra en la tabla adjunta de estimaciones de recursos hídricos totales en régimen natural (expresados en hm^3/año). Las diferencias son esperables considerando, en primer lugar, las diferentes fechas y periodos (distintas series) en que se realizan las evaluaciones; en segundo lugar, que aún empleando las mismas series, pueden emplearse distintos procedimientos técnicos que darán lugar a diferentes resultados; y, en tercer lugar, que no siempre - y en especial en las estimaciones más antiguas - se ha entendido como cuenca la totalidad del ámbito administrativo definido como tal, habiéndose considerado los recursos solamente del río o ríos principales, y no de todos los cauces.

En todo caso, ha de tenerse presente que, como se dijo, los recursos naturales no pueden medirse de forma directa, y han de ser estimados, lo que conlleva siempre un cierto grado de incertidumbre (tabla 12).

Las cifras más recientes son las procedentes de los Planes Hidrológicos de cuenca (que aunque aprobados en 1998 se basan, con carácter general, en datos del periodo comprendido entre los años hidrológicos 1940/41 y 1985/86), y las correspondientes a la nueva evaluación de los recursos naturales, realizada en este Libro, para el periodo comprendido entre 1940/41 y 1995/96.

Como puede verse, las diferencias entre estas dos últimas estimaciones no exceden en ningún caso del 20% y suelen ser a la baja, lo que resulta lógico considerando los diferentes periodos empleados y el efecto de la última sequía. Asimismo, se observa que las evaluaciones más antiguas se encuentran por lo general ajustadas, y la estimación global de los recursos peninsulares -en torno a los 110 km^3/año - encajada desde hace casi 20 años. En los siguientes epígrafes se detallará la más reciente evaluación, realizada en este Libro.

3.1.4.1.5. El procedimiento de evaluación de los recursos hídricos

Expuestas ya las nociones básicas del ciclo hidrológico y los balances hídricos, y caracterizadas sus variables meteorológicas básicas, procede explicar con algún detalle el procedimiento de evaluación de los recursos hídricos en régimen natural que se ha seguido en este Libro y que ha consistido la modelación distribuida, masiva, de los componentes básicos del ciclo hidrológico a la escala global de todo el país.

En efecto, con motivo de la elaboración de este Libro y la preparación de datos para la elaboración del Plan Hidrológico Nacional, y con objeto de actualizar todas las series hasta el año hidrológico 1995/96 utilizando una metodología homogénea para todas las cuencas peninsulares, se ha puesto a punto un mode-



Figura 97. Mapa de subcuencas en la España peninsular

lo de simulación de las aportaciones naturales para su evaluación en cualquier punto del país (Estrela y Quintas, 1996b; Ruiz, 1999).

Este modelo utiliza los datos registrados en las estaciones de aforo, la información meteorológica, y las características de las cuencas y acuíferos. Es un modelo hidrológico conceptual y distribuido -considera la variabilidad espacial de toda la información hidrológica- que simula los flujos medios mensuales en régimen natural en cualquier punto de la red hidrográfica de España. Para ello reproduce los procesos esenciales de transporte de agua que tienen lugar en las diferentes fases del ciclo hidrológico. En cada una de las aproximadamente medio millón de celdas de dimensiones 1.000 m. x 1.000 m. en que se ha discretizado el territorio español, plantea el principio de continuidad y establece, a escala mensual, leyes de reparto y transferencias de agua entre los distintos almacenamientos (ver figura 96).

Las entradas al modelo son los datos de precipitaciones y temperaturas mensuales en las estaciones meteorológicas y los datos de caudales históricos observados en los puntos de simulación o de calibración. Los mapas de precipitaciones se han obtenido por interpolación de los datos registrados en los pluviómetros, teniendo en cuenta la orografía. Para el cálculo de la evapotranspiración potencial utiliza una combinación de los métodos de Thornthwaite y Penman-Monteith, e introduce un coeficiente reductor por la vegetación. Otra información que precisa el modelo son datos sobre la geometría de las subcuencas consideradas que, teniendo en cuenta los primitivos trabajos de clasificación de los ríos realizados en los años 60 (MOP-CEH [1965]; MOP-CEH [1966]), han sido digitalizadas a partir de los planos del Servicio Geográfico del Ejército a escala 1:50.000, y se muestran en la figura 97.

Los parámetros del modelo son los mapas de capacidad máxima de almacenamiento de humedad en el suelo, de capacidad máxima de infiltración y los coeficientes de recesión de los acuíferos.

En la figura 98 se muestra el mapa del parámetro de capacidad máxima de almacenamiento de humedad en el suelo, estimado a partir de información sobre usos del suelo conforme al criterio de la tabla 13.

La figura 99 muestra el mapa del parámetro de capacidad de infiltración máxima.

Este parámetro se ha regionalizado en función de la litología, tal y como se muestra en la tabla siguiente. Inicialmente, a las clases litológicas del mapa digital de suelos de EUROSTAT se les asoció un valor de capacidad de infiltración máxima a partir de los estimaciones de infiltración por grupos litológicos recogidas en Sanz Pérez (1995). Estos valores de referencia fueron ajustados con posterioridad durante el proceso de calibración del modelo (tabla 14).

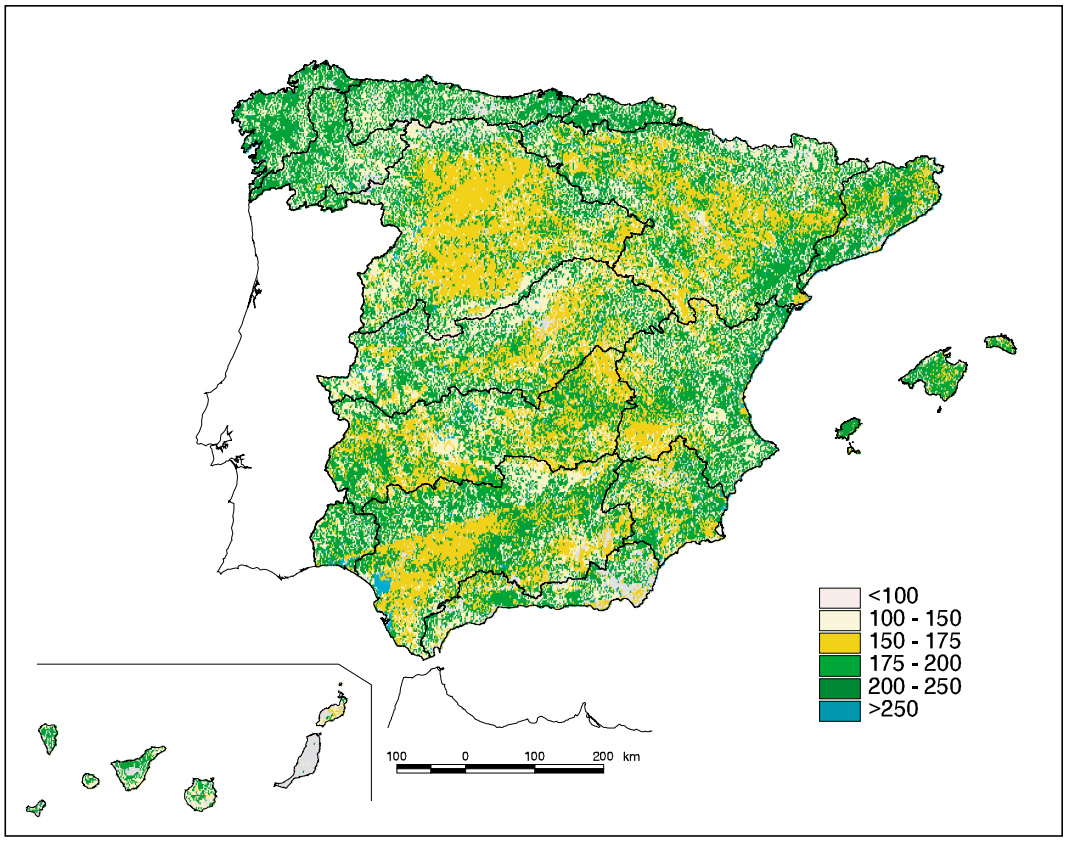


Figura 98. Mapa de capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo (mm)

Finalmente, en la figura 100 se muestra el mapa de coeficientes de recesión de los acuíferos. El modelo estima la recarga a los acuíferos de forma distribuída, y obtiene un valor areal sobre la unidad hidrogeológica para cada mes. El intercambio de agua entre cada unidad hidrogeológica y la red fluvial se realiza mediante un modelo unicelular (López-Camacho, 1981), aplicado de forma agregada a toda la unidad, y cuyo parámetro es el coeficiente de recesión o descarga.

Este mapa se ha estimado introduciendo en cada unidad hidrogeológica unos valores iniciales en función de la extensión de los acuíferos y de sus características litológicas, y ajustándolos posteriormente en el proceso de calibración del modelo a partir de los hidrogramas de agotamiento registrados en las estaciones de aforo.

La calibración del modelo ha consistido en obtener los mapas de los parámetros que conducen a un buen ajuste entre los valores observados y los simulados por el modelo, entendiendo por tal la reproducción, en la medida de lo posible, de las aportaciones medias mensuales, anuales e interanuales, y de otras propiedades de las series, como la varianza o la persistencia de los caudales.

La mayoría de los datos de calibración corresponden a estaciones de aforo donde se miden caudales en régimen natural. También se han utilizado, como elemento de contraste, series restituidas a régimen natural procedentes de los Planes Hidrológicos de cuenca, fundamentalmente en zonas con una escasa cobertura espacial de las estaciones anteriores, y en las desembocaduras de los principales ríos lo que asegura el encaje global de la cuencas.

Uso del suelo	Capacidad máxima de humedad del suelo (mm)
Superficies artificiales	40
Espacios con poca vegetación	100
Tierras de labor en secano	155
Tierras de labor en regadío	215
Praderas y pastizales naturales	150
Sistemas agrícolas heterogéneos	195
Cultivos permanentes	210
Vegetación arbustiva	135
Bosque mixto	220
Bosques de frondosas y coníferas	230
Zonas húmedas, superficies de agua y artificiales	300

Tabla 13. Regionalización de la capacidad máxima de humedad del suelo a partir de los usos del suelo

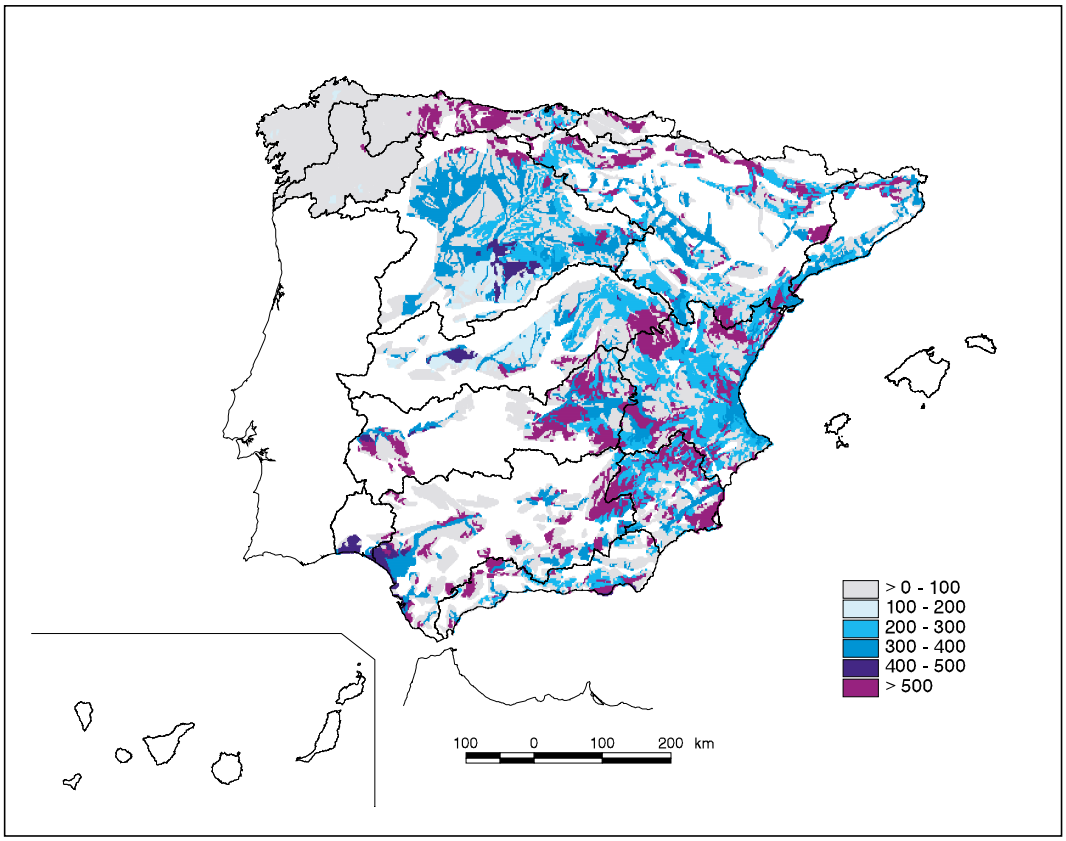


Figura 99. Mapa de capacidad máxima de infiltración (mm/mes)

En la figura 101 se muestran los puntos de control seleccionados para la calibración, así como la situación de los embalses y de las zonas de riego, información utilizada para realizar esa selección.

Como ya se ha mencionado, para lograr el ajuste del modelo no se han calibrado de forma matemática los parámetros de las cuencas aforadas sino que se han regionalizado sus valores para todo el territorio a partir de las características físicas de las cuencas (usos de suelo y litología). Aunque de esta manera es más difícil conseguir errores próximos a cero, se tiene la ventaja de que los parámetros estimados en las cuencas no aforadas, que cubren un gran porcentaje del territorio, son consistentes con sus características y pueden estimarse con mayor fiabilidad. En el caso de las Islas Canarias la regionalización de parámetros efectuada no ha podido ser contrastrada dada la ausencia de registros de caudales. De la misma manera tampoco se ha podido determinar con precisión el parámetro que regula el reparto entre aportación superficial y subterránea, por tratarse de un terreno volcánico con escasa representación en otras zonas del territorio español.

Los resultados de la simulación son los mapas de los distintos almacenamientos, humedad en el suelo y

Litología	Infiltración máxima (mm)
Material aluvial de origen indiferenciado	400
Calizas y dolomías	1.000
Margas	85
Margas yesíferas	75
Yesos	64
Materiales arenosos	450
Materiales gravo-arenosos	500
Calcarenitas (Macigno)	250
Arcosas	150
Rañas	95
Granitos	65
Rocas metamórficas	20
Gneiss	55
Pizarras	40
Rocas volcánicas	275

Tabla 14. Regionalización de la capacidad máxima de infiltración a partir de la litología

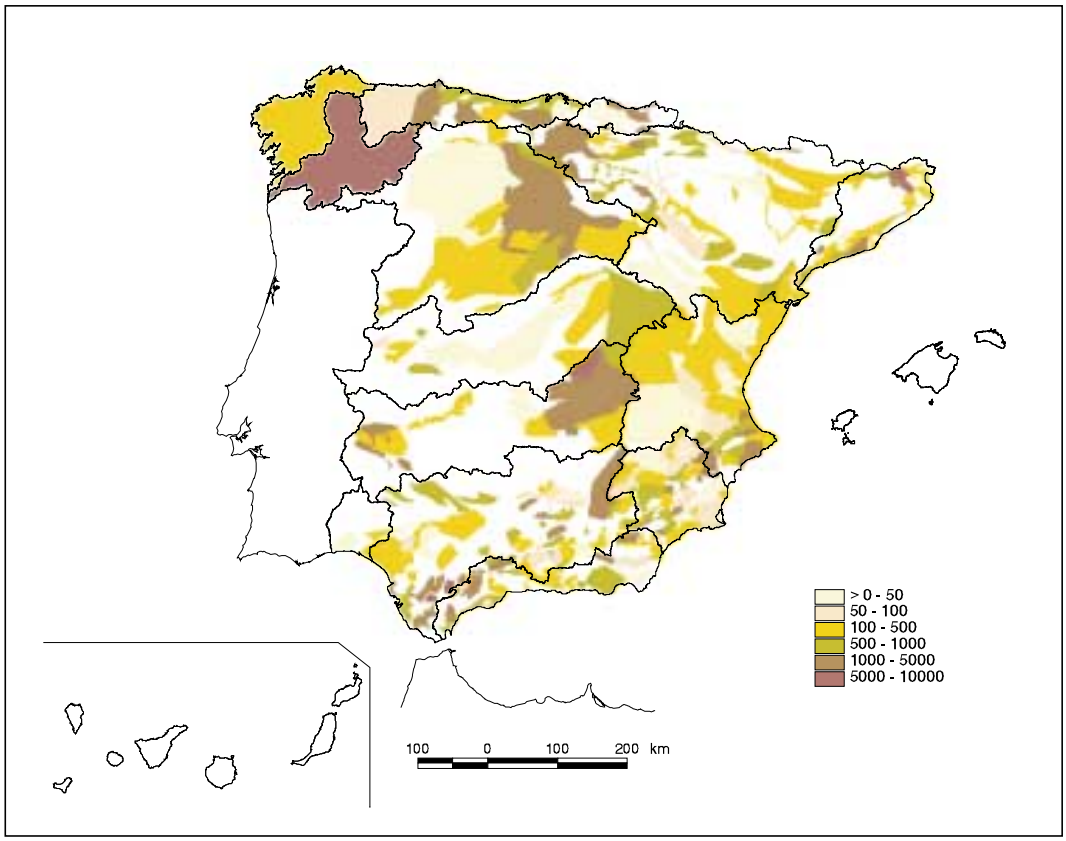


Figura 100. Mapa de coeficientes de recesión (días^{-1}x100.000)

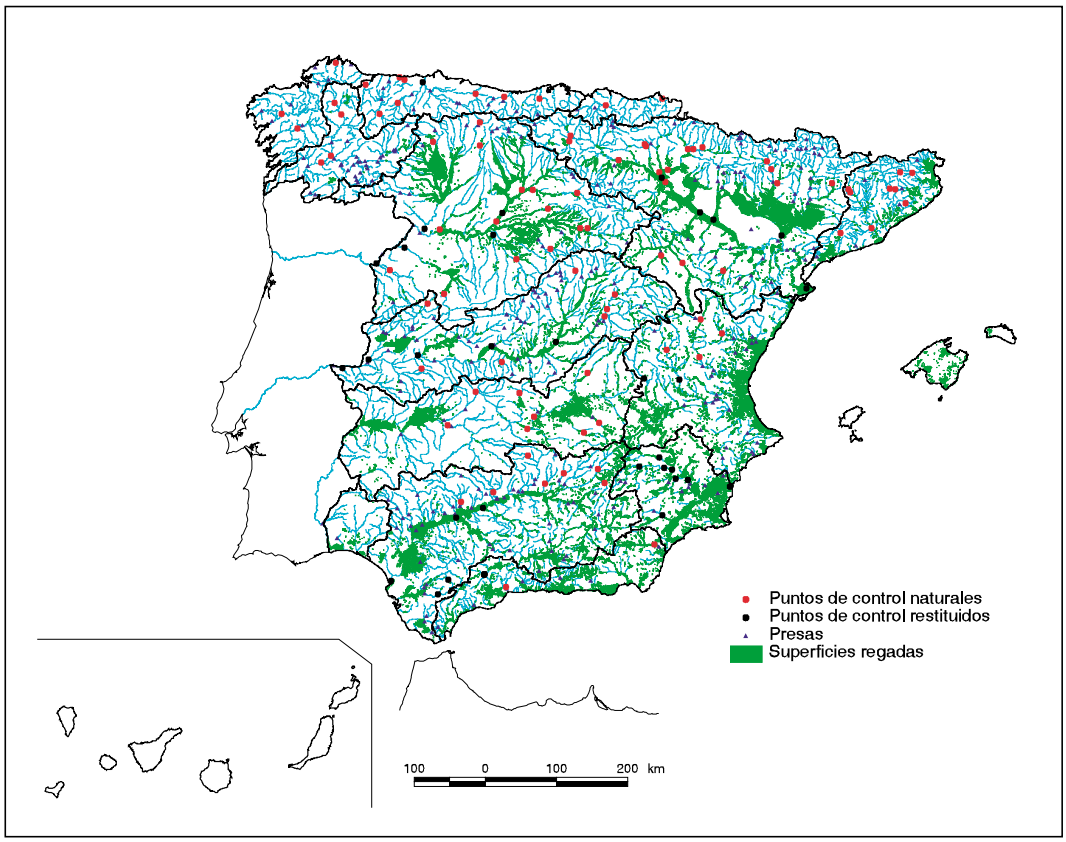


Figura 101. Mapa con la selección de puntos de control para la calibración del modelo

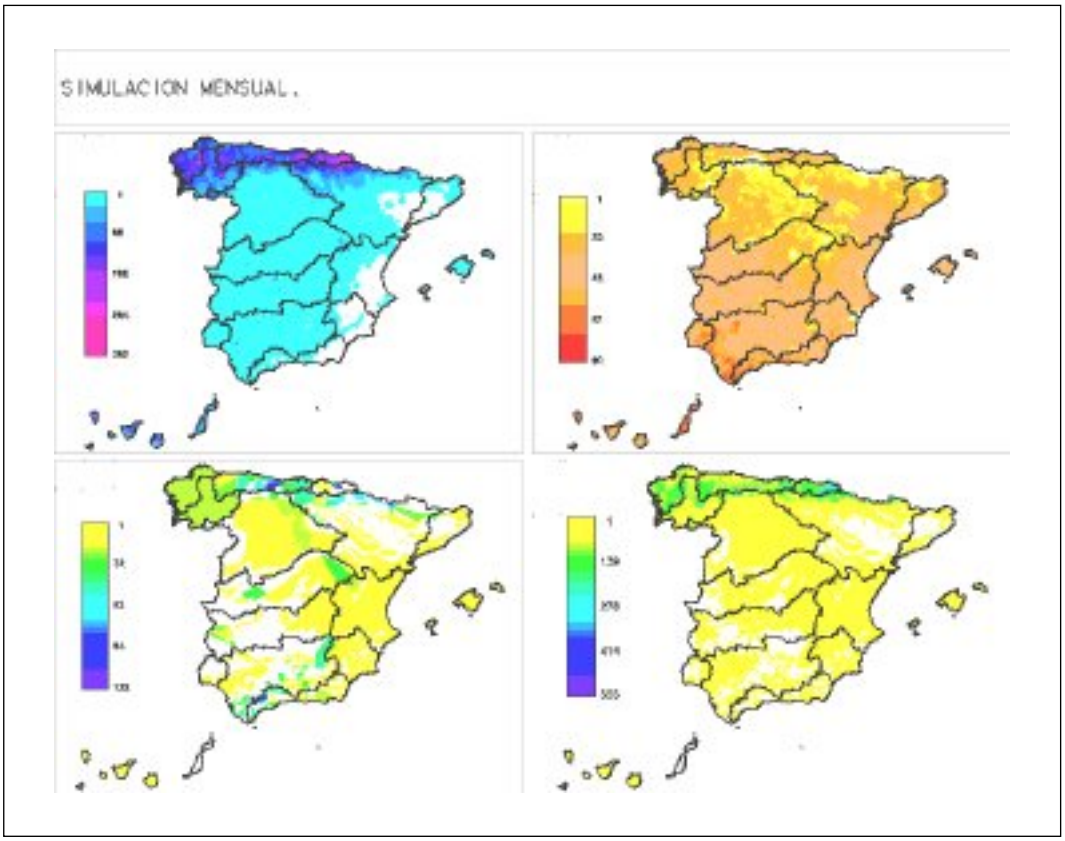


Figura 102. Ejemplo de mapas generados en la simulación de escorrentías en un intervalo de tiempo (febrero de 1970)

volumen de acuífero (drenable por gravedad conforme al modelo unicelular), y de las variables de salida del ciclo hidrológico, evapotranspiración real y escorrentía total, obtenida esta última como suma de escorrentía superficial y subterránea. La figura 102 muestra un ejemplo de simulación de escorrentías en milímetros en un mes determinado, para el que se generan los mapas de precipitación (sup. izq), evapotranspiración (sup.der.), escorrentía subterránea (inf. izq.), y escorrentía total (inf. der.). Los caudales mensuales, en cada intervalo de tiempo, se obtienen integrando la escorrentía total en las cuencas vertientes a los puntos de simulación. Los caudales simulados se contrastan con los datos históricos, si estos existen.

Para ofrecer una idea del buen grado de ajuste conseguido, en la figura 103 se muestran los valores medios anuales de las aportaciones específicas, simuladas y observadas, en todos los puntos de control seleccionados.

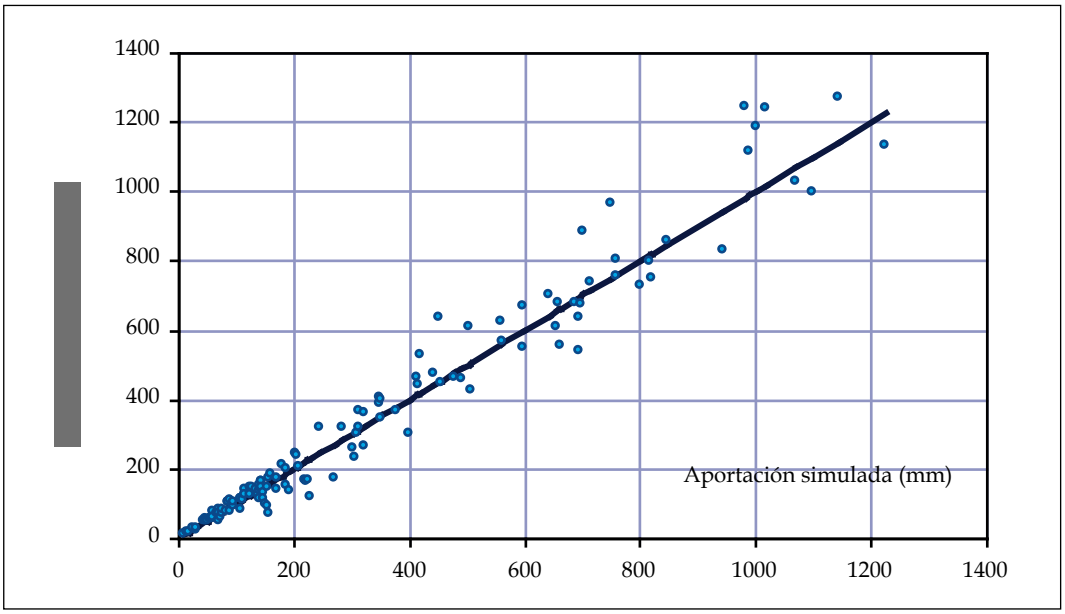


Figura 103. Contraste del modelo en valores medios anuales

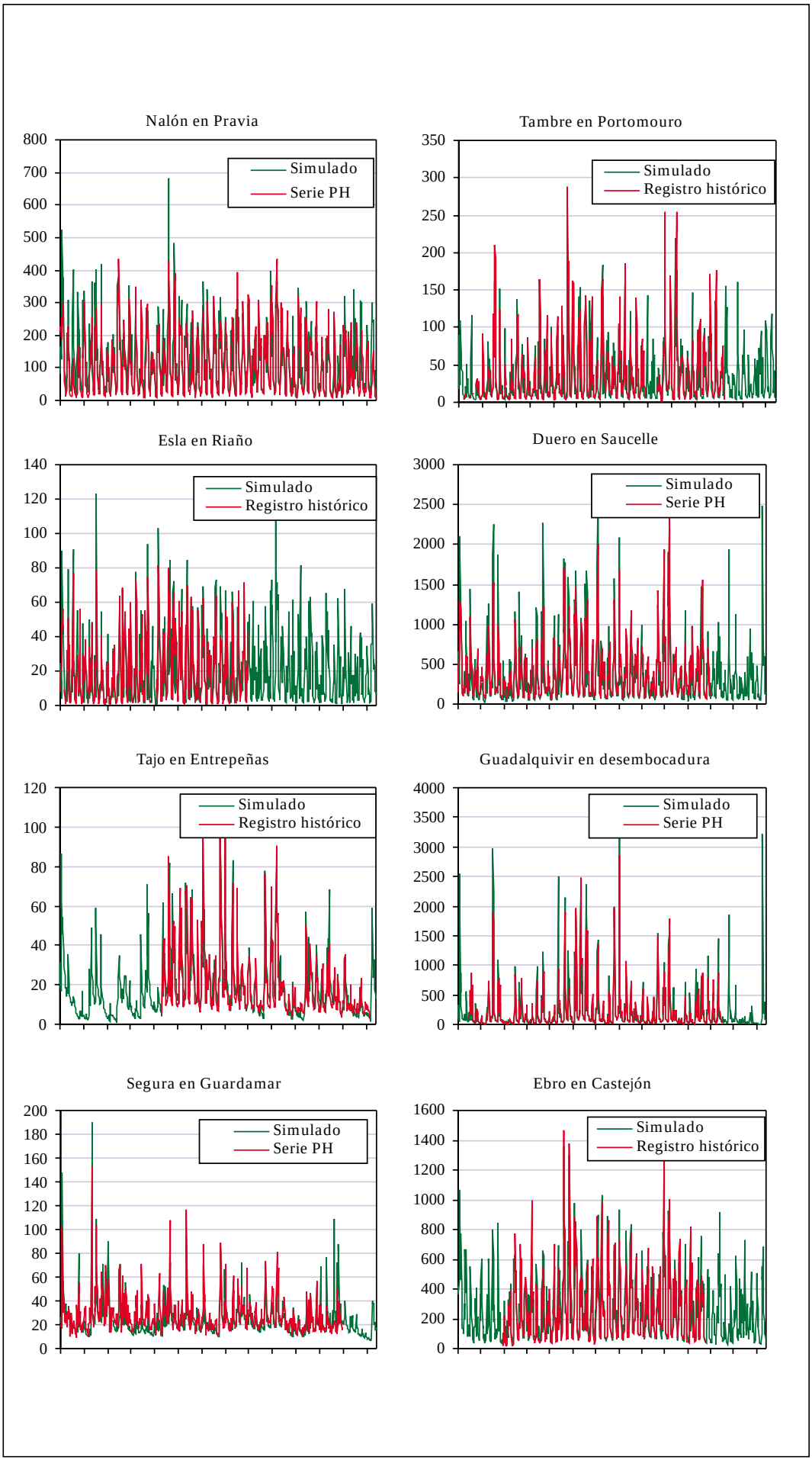


Figura 104. Aportaciones mensuales simuladas y observadas (m^3/s) en varios puntos de control en el periodo 1940/41-1995/96

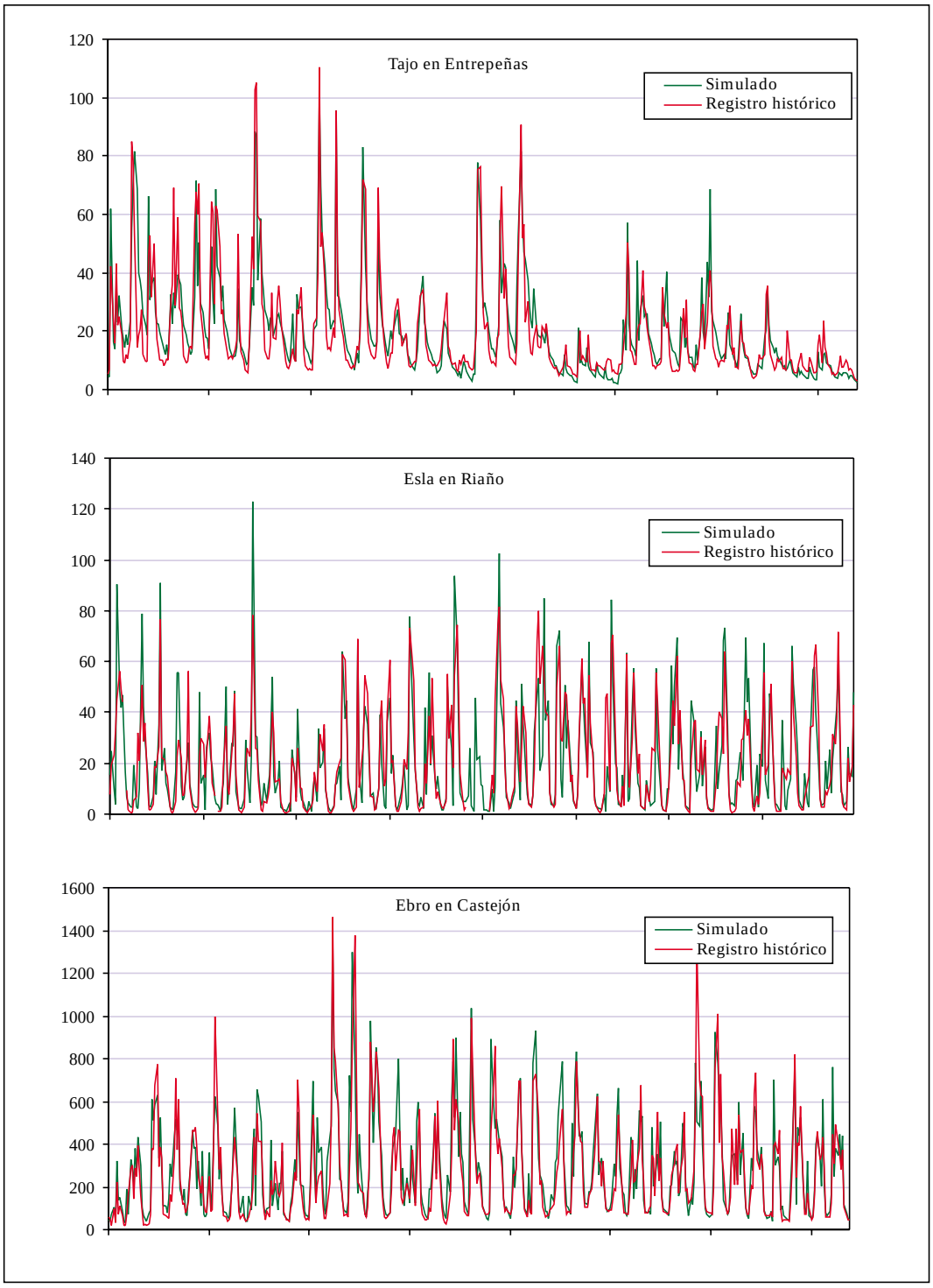


Figura 105. Detalle de aportaciones mensuales simuladas y observadas (m^3/s) en el periodo 1940/41-1995/96

También se representan en las figuras 104 y 105 las series completas de aportaciones mensuales (en m^3/s), simuladas y observadas, en distintos puntos de control. Se puede afirmar que la calibración es muy aceptable, y que es lo suficientemente fiable como para permitir la aplicación generalizada del modelo en todo el territorio.

Asimismo, se observa que aparentes tendencias a la disminución de los recursos naturales (como el Tajo en Entrepeñas) pueden explicarse simplemente por la variabilidad de las precipitaciones, pudiendo considerarse estacionarios los parámetros controladores de la respuesta hidrológica, al menos en el periodo analizado, desde el año 40. Aceptar esta hipótesis supone admitir la invarianza de los usos de suelo. Aunque, como es obvio, se han producido ocasionalmente cambios de usos en las últimas décadas, su incidencia global sobre las aportaciones de los ríos es muy escasa, como demuestra el hecho de que los residuos no presenten derivas a lo largo del periodo de simulación. Los cambios de suelo son ciertamente significativos a la escala de la ladera, parcela o pequeña cuenca, pero

Ámbito	Superf. (km^2)	Precip. (mm)	Precip. (mm)	ETP (mm)	ET (mm)	Esc. tot. (mm)	Esc/Md (%)	C. Esc. (%)	Ap. tot. (hm^3/año) (1)	Ap. tot. (hm^3/año)
Norte I	17.600	1.284	1.316	709	563	721	328	56	13.147	12.689
Norte II	17.330	1.405	1.440	653	604	801	364	57	14.405	13.881
Norte III	5.720	1.606	1.650	695	673	933	424	58	5.614	5.337
Duero	78.960	625	631	759	452	173	79	28	14.175	13.660
Tajo	55.810	655	666	898	460	195	89	30	11.371	10.883
Guadiana I	53.180	521	531	977	438	83	38	16	4.624	4.414
Guadiana II	7.030	662	661	1.075	511	151	69	23	1.053	1.061
Guadalquivir	63.240	591	602	991	455	136	62	23	9.090	8.601
Sur	17.950	530	531	969	399	131	60	25	2.359	2.351
Segura	19.120	383	379	963	341	42	19	11	811	803
Júcar	42.900	504	500	881	424	80	36	16	3.335	3.432
Ebro (2)	85.560	682	692	792	472	210	95	31	18.647	17.967
C. I.Cataluña	16.490	734	727	792	565	169	77	23	2.728	2.787
Galicia Costa	13.130	1.577	1.590	737	644	933	424	59	12.245	12.250
Península	494.020	691	700	859	468	223	101	32	113.604	110.116
Baleares	5.010	595	603	896	463	132	60	22	696	661
Canarias	7.440	302	297	1.057	247	55	25	18	394	409
España	506.470	684	693	862	464	220	100	32	114.694	111.186

Tabla 15. Valores medios anuales simulados de la precipitación, evapotranspiración y escorrentía por ámbitos de planificación, correspondientes al período 1940/41-1995/96

(1) Estas cifras, a diferencia de las otras, corresponden al periodo 1940/41-1985/86

(2) Estas cifras no incluyen la escorrentía procedente de territorio francés, estimada en unos 300 hm^3/año

resultan irrelevantes a la escala de las cuencas fluviales consideradas en este Libro, y su efecto queda ampliamente absorbido por las incertidumbres y ruidos propios de los modelos hidrológicos, aún de los más complejos y parametrizados.

La figura 105 muestra tres de estos ajustes con mayor detalle, al objeto de apreciar mejor los resultados conseguidos.

3.1.4.1.6. Resultados obtenidos

Concluida la validez global del modelo utilizado, se ha procedido a su aplicación masiva para el periodo 1940/41-1995/96, obteniéndose los resultados que se resumen en la tabla 15. Pueden verse los valores medios anuales de la precipitación (ya ofrecida anteriormente), la evapotranspiración potencial y real, la escorrentía total (que resulta igual a la lluvia útil), el porcentaje de esta escorrentía con relación a la media de toda España, el coeficiente de escorrentía, y la aportación total en cada uno de los ámbitos, y en el total del país. Asimismo se indican, a efectos comparativos, los valores de la precipitación y la aportación total obtenidos por el modelo para el periodo 1940/41-1985/86, que es el usualmente empleado en los Planes Hidrológicos de cuenca.

Las cifras de aportación total incluyen la correspondiente a la red fluvial (escorrentía superficial directa y recarga a los acuíferos) y la escorrentía subterránea al mar. Esta última es proporcionalmente poco importante, del orden de 2.000 hm^3/año incluyendo la de las islas, tal y como se verá en un epígrafe posterior.

Examinando esta tabla es interesante constatar que la consideración de los últimos 10 años -es decir, el empleo de las series 1940/41-1995/96 en lugar de las estándar 1940/41-1985/86- supone, por término medio, casi un 4% de disminución de los recursos naturales totales.

Esta disminución se produce, con distintos porcentajes, en casi todos los ámbitos excepto los de Galicia Costa y Guadiana II, donde es prácticamente igual, y en los del Júcar y Cuencas Internas de Cataluña, donde se produce un ligero aumento. Estas excepciones se explican analizando con detalle la distribución espacial de la sequía de principios de los noventa, que aunque tuvo un carácter bastante generalizado, no afectó por igual a todo el territorio nacional, como más adelante se muestra con claridad en los epígrafes de sequías.

En concreto, la aportación media en esos ámbitos en el período comprendido entre 1985/86 y 1995/96 fue algo mayor que la media de todo el periodo de análisis, aunque esas aportaciones elevadas se produjeron básicamente en las zonas litorales, donde no podían ser reguladas para paliar la sequía en esos territorios y los de aguas arriba. Es, por ejemplo, el caso del Júcar, con altas precipitaciones en las Marinas y muy bajas en las cabeceras y cursos medios de los ríos Júcar, Turia y Mijares.

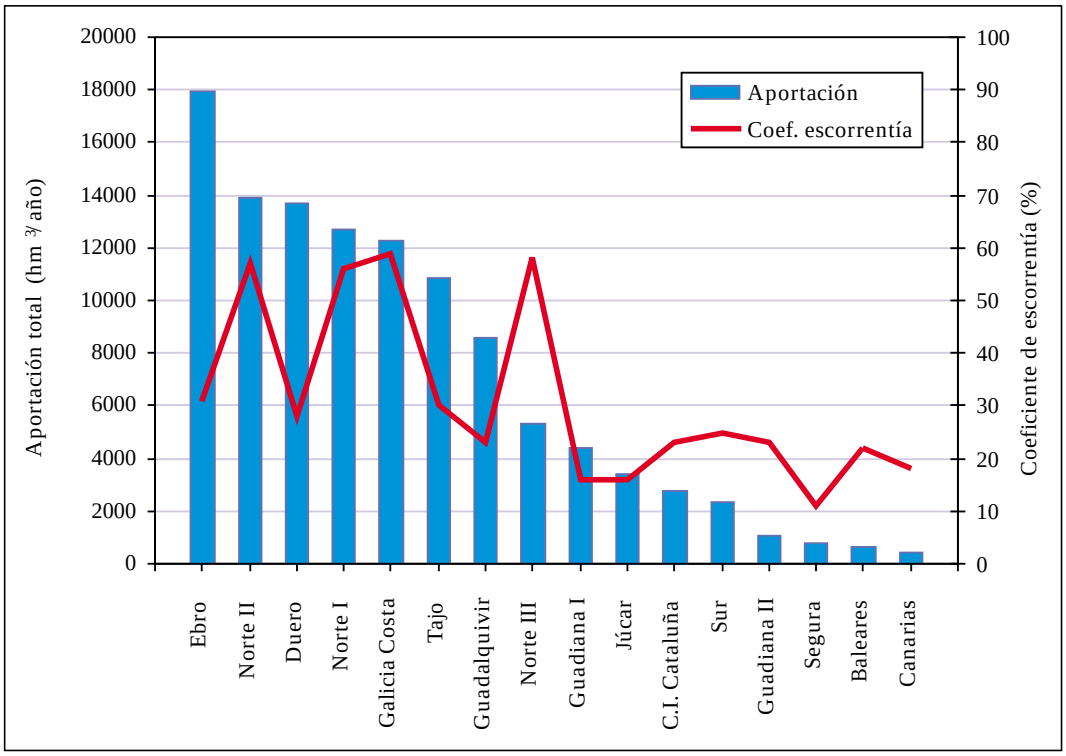


Figura 106. Aportaciones totales medias anuales (hm³/año) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

Estos efectos pueden verse en los gráficos del análisis de rachas pluviométricas regionales, en los que se observa que el resultado global de la región pluviométrica de Levante fue muy húmedo en el periodo 1986-90 y, en menor medida, seco en el 1991-95.

En todo caso, y a escala global, debe constatarse la ya indicada reducción total de los recursos naturales, en torno al 4%, con respecto a los recursos correspondientes a los periodos usualmente considerados por los Planes Hidrológicos.

Asimismo, como puede comprobarse, e ilustra la figura 106, la aportación total natural media anual varía enormemente de unas cuencas a otras, con valores entre los casi 18.000 hm³/año del Ebro (la mayor de España), los más de 10.000 de las cuencas del Norte I

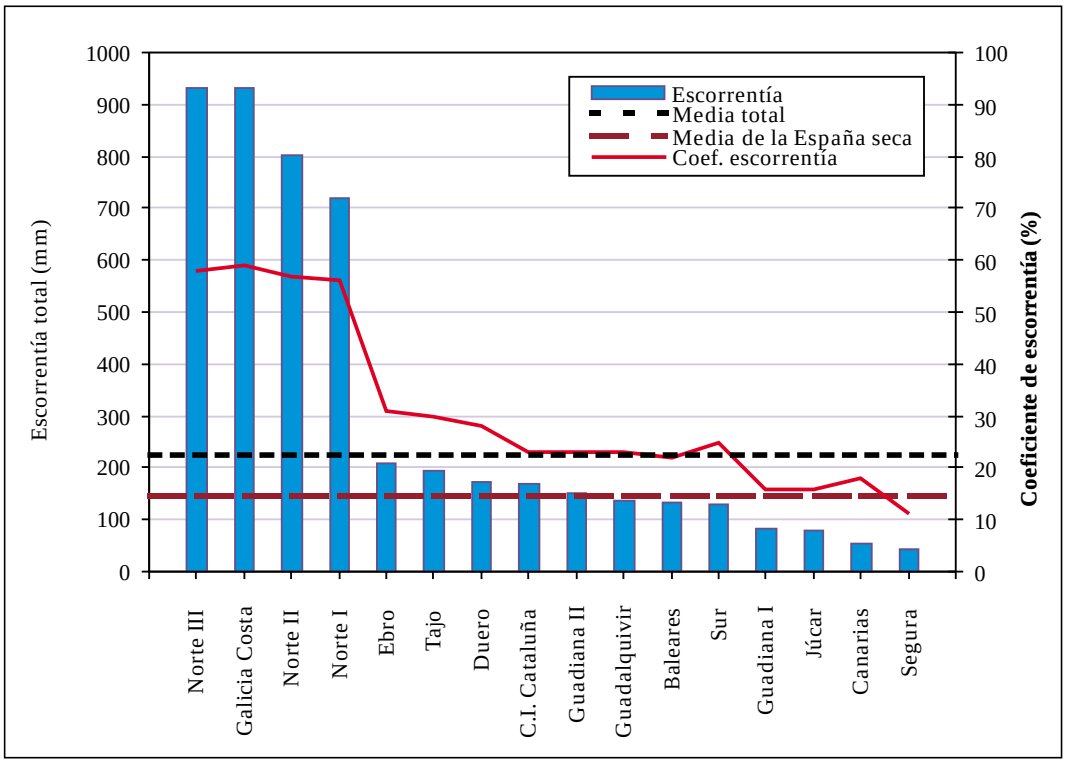


Figura 107. Escorrentías medias anuales (mm) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

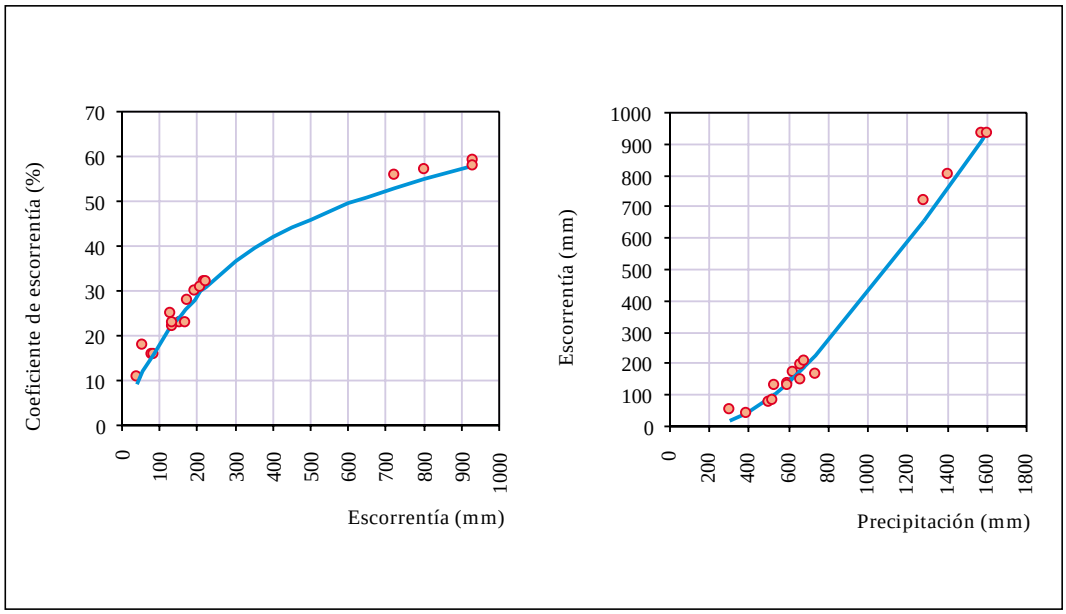


Figura 108. Relaciones entre precipitación, escorrentía total y coeficientes de escorrentía en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

y II, Duero, Tajo y Galicia Costa, y los mínimos entre 400 y 800 de las islas y el Segura.

En la misma figura se ha representado el coeficiente global interanual de escorrentía (la relación entre aportación y precipitación) en cada ámbito. Como puede verse, los coeficientes de escorrentía globales varían entre cifras próximas al 60% en las cuencas del Norte, y el 11% del Segura, lo que, desde el punto de vista de los recursos, exacerba aún más sus diferencias pluviométricas.

Las cifras de aportaciones totales son muy distintas, además de por razones hidrológicas, por las dimensiones relativas de las cuencas. La consideración de las escorrentías -aportación total dividida por el área de la cuenca- permite suprimir este efecto de escala, y da, por tanto, una mejor idea de la irregularidad de las aportaciones en los distintos ámbitos. La figura 107 muestra estas escorrentías (también llamadas aportaciones específicas) junto con los coeficientes de escorrentía, y proporciona una imagen verdaderamente expresiva de la diversidad hídrica de España.

Puede verse que los territorios con mayor abundancia de agua por unidad de superficie son, a gran distancia del resto, los del Norte y Galicia (es decir, estrictamente la España húmeda) con valores superiores a los 700 mm/año, mientras que en el resto (la España seca) no superan los 250 mm/año. La menor aportación específica de España se produce en la cuenca del Segura, que no alcanza ni los 50 mm/año, es decir, unas 20 veces inferior a la de Galicia, 5 veces inferior a la media nacional, y 3 veces inferior a la media de la España seca.

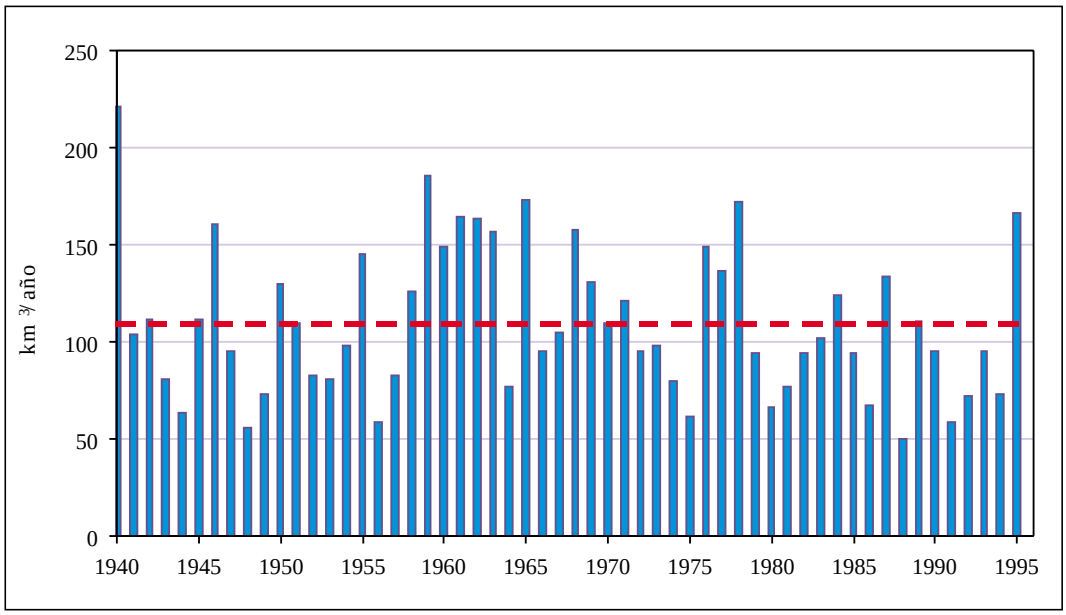


Figura 109. Serie de aportaciones totales anuales en régimen natural en la España peninsular (periodo 1940/41-1995/96)

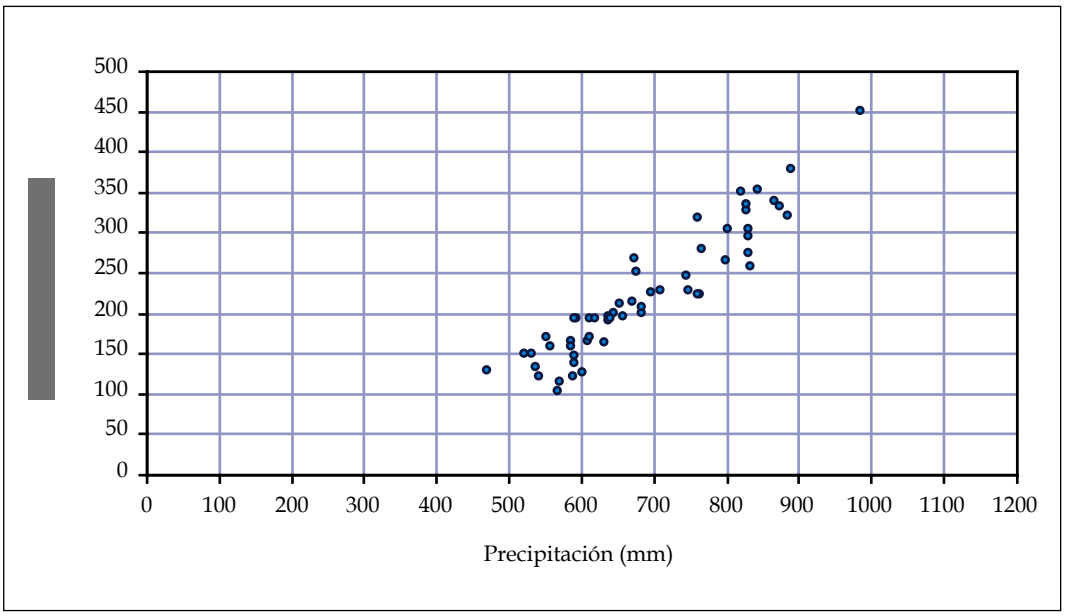


Figura 110. Relación precipitación-escorrentía total a escala anual en la España peninsular (años 1940/41 a 1995/96)

Asimismo se observa que, como era de prever, existe una clara relación -aunque no lineal- entre la escorrentía (o aportación específica) y el coeficiente de escorrentía, consecuencia evidente de la relación aproximadamente lineal a partir de cierto umbral, entre escorrentía y precipitación medias a largo plazo en los distintos ámbitos, tal y como se muestra en la figura 108. A estos datos se les ha ajustado la ley regional de Budyko, que tiene por expresión , donde P es la precipitación, ETP es la evapotranspiración potencial y E es la escorrentía. En la expresión anterior se ha adoptado un valor constante de la ETP igual a la media de España.

Como sucede con la acusada variabilidad espacial de la escorrentía, la irregularidad temporal es también muy significativa. Paralelamente a como se hizo con la precipitación, en la figura 109 se muestran los valores anuales de la aportación total media en régimen natural para la España peninsular en el período de 56 años comprendido entre 1940/41 a 1995/96, junto con la media para ese periodo (unos 111 km^3/año).

Como es lógico, esta aportación de cada año ha de tener una estrecha relación con la precipitación de ese mismo año, tal y como efectivamente se constata con claridad en la figura 110.

No obstante, las irregularidades temporales de las precipitaciones parecen estar amplificadas ahora, como efectivamente se comprueba al contrastar los coeficientes de variación de ambas series, que veremos más adelante.

Más aún, la relación entre ambas variables a escala global y con dato anual no parece presentar estructuras de

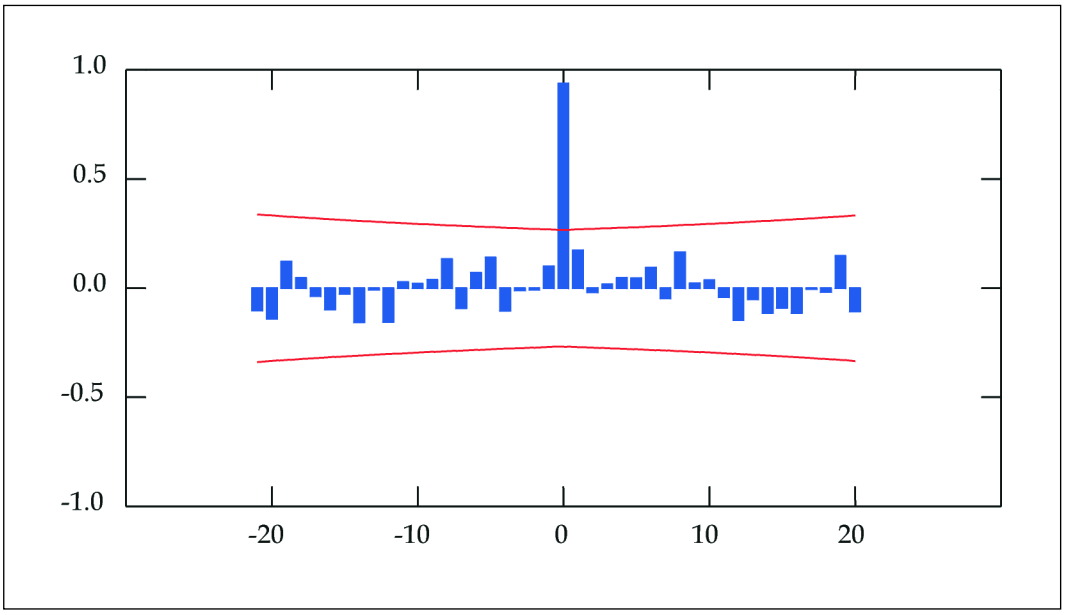


Figura 111. Correlación cruzada entre las precipitaciones y las aportaciones anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96

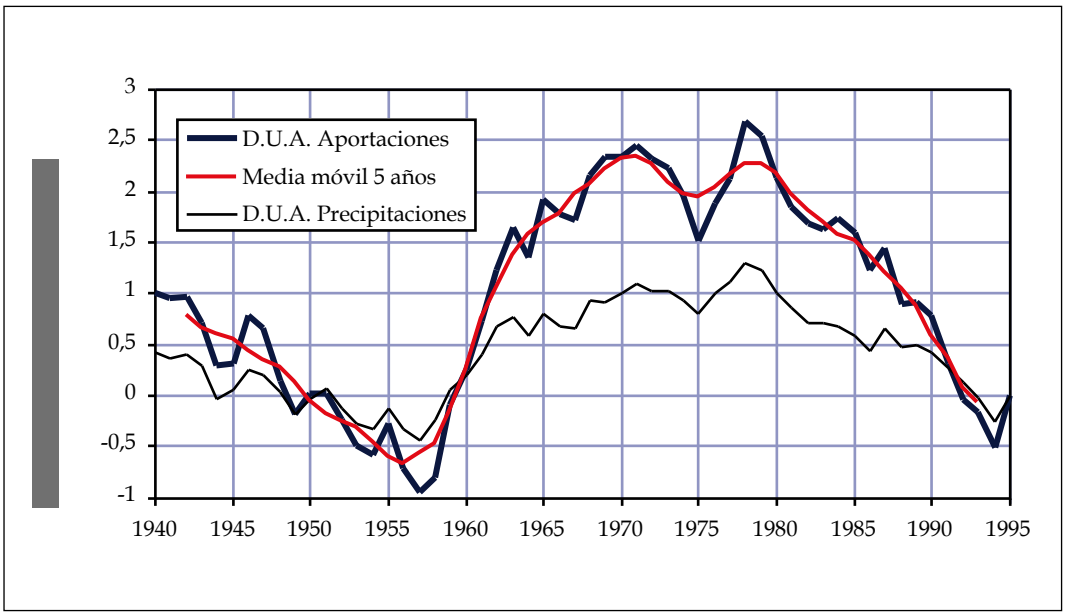


Figura 112. Rachas de la aportación total anual en España en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

dependencia temporal más allá del año, tal y como puede verse en la figura 111, en la que se representa la función de correlación cruzada entre ambas variables junto con su nivel de confianza del 95%.

Como puede verse, existe una altísima correlación en el mismo año (que es la correspondiente al gráfico anterior), pero la influencia de la precipitación de un año sobre la aportación del siguiente no llega a ser significativa, aunque no está lejos de serlo, y, como era de esperar, no existe ninguna otra correlación significativa de ciclo más largo.

Análogamente, es previsible que las rachas secas y húmedas de aportaciones a escala peninsular presenten patrones similares a los de las precipitaciones que las generan. Para comprobar esta hipótesis se ha construido el gráfico de la figura 112, similar al ya ofrecido para las precipitaciones, mostrando la serie de desviaciones unitarias acumuladas, junto con su media móvil centrada de 5 años, y las desviaciones anteriormente obtenidas para las precipitaciones.

Puede verse que, a escala peninsular, las rachas de aportaciones secas y húmedas son, como era de esperar, las mismas que las de las precipitaciones medias, sin perjuicio, como antes, de las posibles diferencias territoriales.

Asimismo, y como en el caso de las precipitaciones, un aspecto de interés es el de la estructura de autocorrelación de las aportaciones anuales (es decir, las relaciones de dependencia de la aportación de un año con respecto a las de los años pasados). Para su contraste, la figura 113 muestra las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie, junto con sus intervalos de confianza.

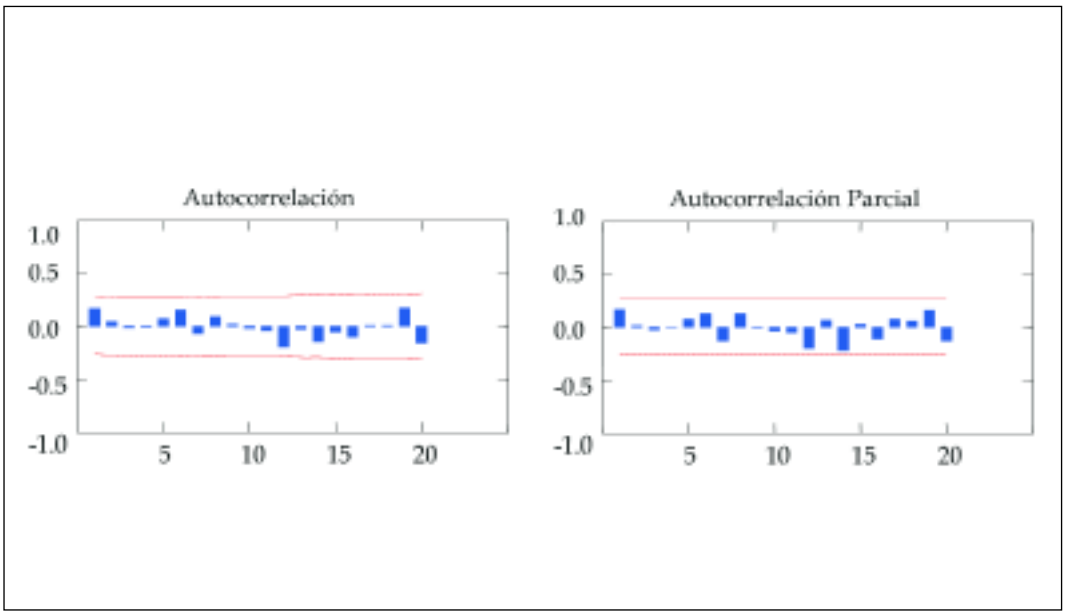


Figura 113. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de las aportaciones medias anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96

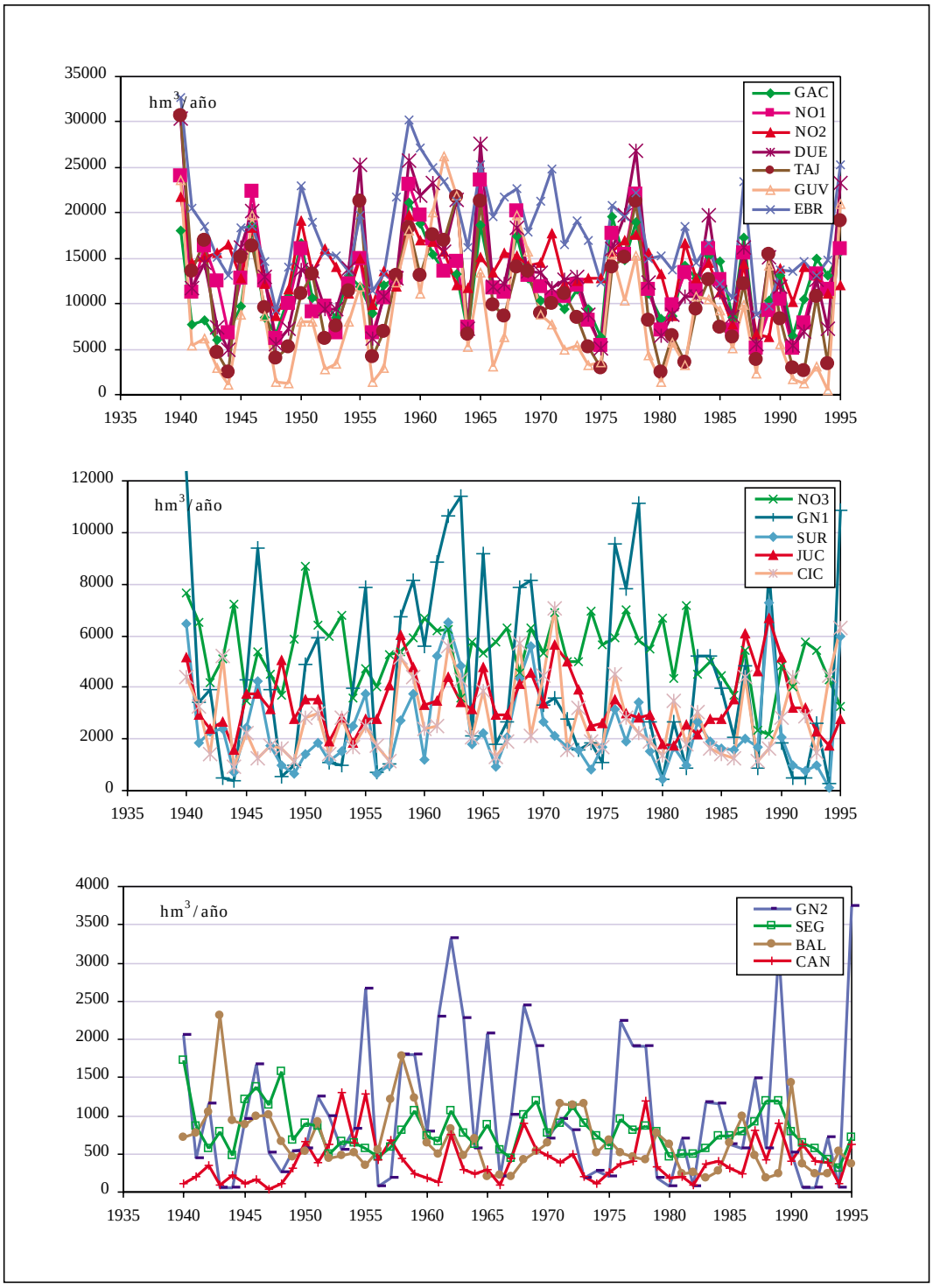


Figura 114. Series de aportaciones anuales en régimen natural (periodo 1940/41-1995/96) para los distintos ámbitos de la planificación hidrológica

Ambas funciones muestran la aparente inexistencia de dependencia temporal de las aportaciones totales anuales, lo que significa, como antes, que no puede mejorarse la predicción de la aportación total del año siguiente considerando la de los anteriores, pues cada año es independiente del anterior, y se trata de un fenómeno sin memoria. Físicamente esto significa que la componente hidrogeológica global en la península no es suficiente para generar persistencias significativas de caudales más allá de un año, o dicho de otra forma y simplificadamente, la España silícea domina a la calcárea en la producción de las escorrentías globales a escala anual. Como es lógico, y veremos más adelante, este resultado global presenta algunas diferencias territoriales.

Asimismo se confirma que, como en el caso de las lluvias, no hay ciclos de caudales plurianuales de naturaleza periódica, lo que resulta esperable considerando que, como ya hemos reiterado, las lluvias son las que los generan y controlan.

Entrando en el análisis de las diferencias territoriales de las series anuales, y con objeto de apreciar visual-

Ámbito de Planificación	Mínimo	Medio	Máximo	Máx/Mín	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. de autocorrelac.
Norte I	5.062	12.689	24.087	4,8	0,38	0,68	0,10
Norte II	6.286	13.881	21.704	3,5	0,22	-0,15	0,19
Norte III	2.195	5.337	8.710	4,0	0,24	-0,13	0,18
Duero	4.926	13.660	30.393	6,2	0,47	0,80	0,09
Tajo	2.475	10.883	30.690	12,4	0,56	0,75	0,14
Guadiana I	260	4.414	12.403	47,8	0,81	0,67	0,18
Guadiana II	46	1.061	3.734	80,6	0,88	1,01	0,09
Guadalquivir	436	8.601	26.157	60,0	0,77	0,91	0,30
Sur	122	2.351	7.271	59,6	0,71	1,35	0,20
Segura	294	803	1.725	5,9	0,36	1,00	0,40
Júcar	1.564	3.432	6.669	4,3	0,34	0,79	0,46
Ebro	8.815	17.967	32.771	3,7	0,29	0,57	0,39
C. I. Cataluña	912	2.787	7.033	7,7	0,54	0,93	0,00
Galicia Costa	5.360	12.250	21.087	3,9	0,33	0,35	0,10
Península	**50.178**	**110.116**	**221.166**	**4,4**	**0,35**	**0,66**	**0,19**
Baleares	175	661	2.320	13,2	0,63	1,59	0,45
Canarias	37	409	1.310	35,2	0,72	1,51	0,27
España	**50.390**	**111.186**	**224.796**	**4,4**	**0,35**	**0,65**	**0,19**

Tabla 16. Estadísticos básicos de las series de aportaciones totales anuales correspondientes al periodo 1940/41-1995/96, en cada uno de los ámbitos territoriales de la planificación hidrológica

mente los órdenes de magnitud relativos, la figura 114 muestra las series anuales de aportaciones (hm^3/año) en régimen natural para los distintos ámbitos de la planificación hidrológica.

Con objeto de hacerlas visibles, y percibir sus enormes diferencias relativas, se han separado en tres grupos, cada una de cuyas escalas sucesivas es, como puede verse, del orden de la tercera parte de la anterior.

Asimismo, y como se hizo anteriormente con las precipitaciones, la tabla adjunta ofrece distintos estadísticos básicos de las series de aportaciones anuales, para el mismo periodo anterior, en cada uno de los ámbitos territoriales de la planificación hidrológica.

En esta tabla destaca la gran variabilidad temporal de las aportaciones anuales en las cuencas del Guadiana, Guadalquivir y Sur, muy superior a la de otras cuencas también semi-áridas como las del Júcar o Segura, donde -pese a que, como vimos, la variabilidad de las lluvias anuales es similar- la variabilidad de las aportaciones es menor debido a la mayor importancia de sus acuíferos, que actúan como filtros naturales reguladores de las lluvias. El examen visual de las series permite verificar este efecto (tabla 16).

En la figura 115 se representa la distribución espacial del coeficiente de variación de la escorrentía anual, expresado en tanto por ciento. Los valores correspondientes a las celdas del territorio mostrados en esta figura presentan, como es lógico, valores de este coeficiente superiores a los que se obtienen en el conjunto de cada uno de los ámbitos según la tabla anterior, pues al agregar territorialmente el efecto de variabilidad queda suavizado.

Los valores de los coeficientes de sesgo de la escorrentía anual mostrados en la tabla anterior adoptan en general valores positivos y mayores que los obtenidos para las precipitaciones, lo que indica que todavía es mayor que en éstas la asimetría y, por tanto, la probabilidad de presentación de valores anuales inferiores a la media que superiores.

En cuanto a la autocorrelación temporal, ya se dijo que no existía a la escala global, pero si se observan los coeficientes de autocorrelación de los distintos ámbitos se comprueba que existen cuatro cuencas donde resultan ser significativos, y son, por orden de persistencia, Júcar, Segura, Ebro y Guadalquivir. Lo que antes se dijo respecto a la España calcárea se manifiesta ahora con toda claridad, pues éstas son cuencas con una importante componente subterránea que filtra las precipitaciones y las rezaga en el tiempo, lo que genera mayor autodependencia temporal de sus series, y, en definitiva, persistencia y mayor predictibilidad.

En la figura 116 se muestra la autocorrelación de las series de aportaciones anuales totales en distintos ámbitos territoriales, pudiendo apreciarse la diferencia antedicha.

Obviamente, estos resultados corresponden a las escorrentías totales de los ámbitos territoriales, pero dentro de cada ámbito pueden darse diferencias significativas. Es el caso, por ejemplo, del río Tajo, en cuya cabecera domina un régimen pluvio-nival controlado por formaciones calizas que da lugar a máximos mensuales en marzo, autocorrelaciones significativas de sus aportaciones anuales y correlaciones cruzadas significativas con las aportaciones de la cabecera del

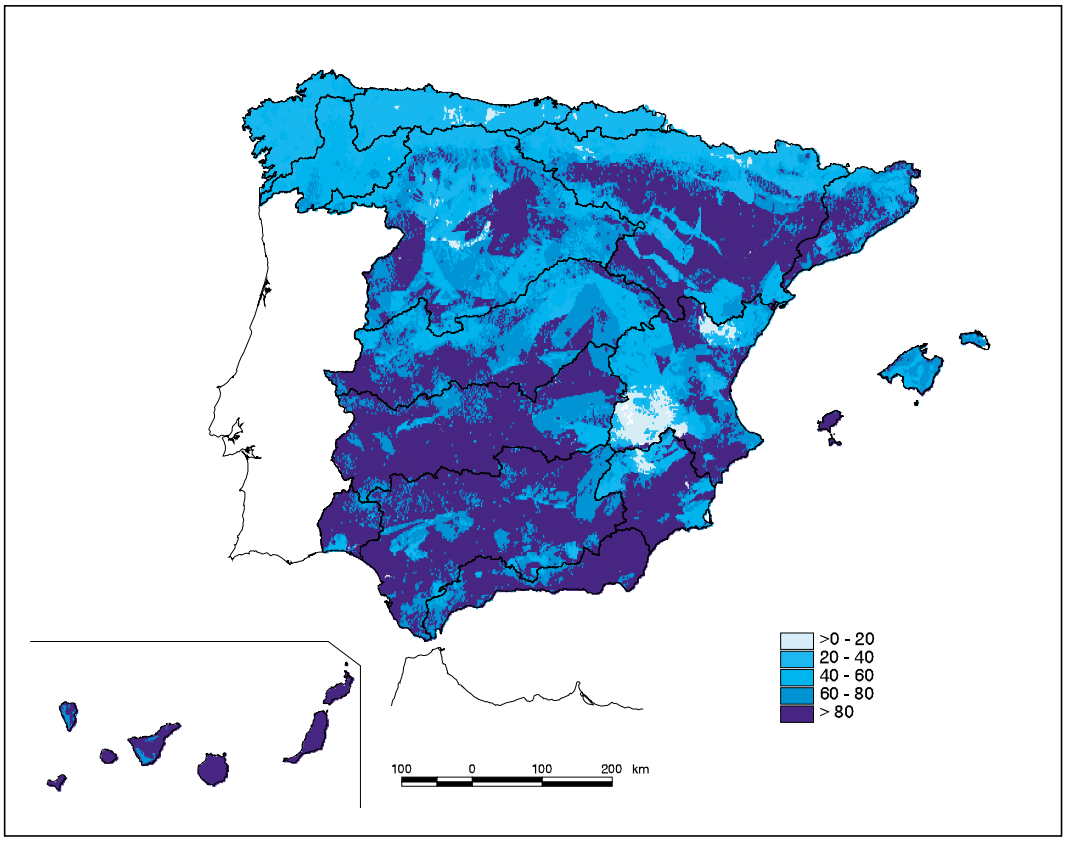


Figura 115. Mapa del coeficiente de variación (%) de la escorrentía anual en el periodo 1940/41-1995/96

Segura (Cabezas, 1986). En Toledo el río sigue mostrando el mismo régimen de máximos mensuales, pero con mayor variabilidad (quizá por la ausencia ya de los controles geológicos del curso alto). En Alcántara, la autocorrelación de cabecera se ha desvanecido y se presentan fuertes estiajes.

Avanzando en el estudio de la estructura espacio-temporal de las aportaciones, y análogamente a como se hizo en el análisis de las lluvias, la tabla 17 muestra la matriz de correlación de las aportaciones anuales, para el periodo 1940/41-1995/96, en los distintos ámbitos. Como antes, de forma compacta en la mitad inferior y diagonal se muestran los coeficientes de correlación, y en la superior una estimación de las probabilidades asociadas a estos coeficientes (1 implica no correlación y 0 implica correlación significativa).

La comparación de esta tabla con la anteriormente ofrecida para las precipitaciones muestra, como era de

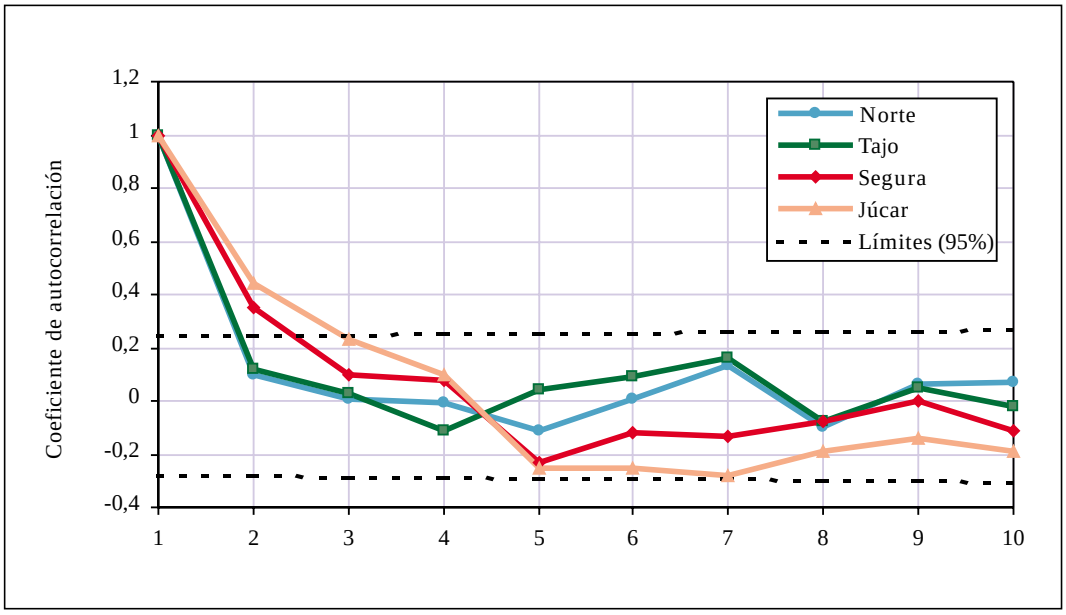


Figura 116. Correlogramas de las series de aportaciones anuales totales en distintos ámbitos territoriales

	GAC	NO1	NO2	NO3	DUE	TAJ	GN1	GN2	GUV	SUR	SEG	JUC	EBR	CIC	BAL	CAN
GAC	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.28	1	1	0	1	1	1
NO1	0.88	1	0	1	0	0	0	0	0	0.01	1	1	0	1	1	1
NO2	0.58	0.67	1	0	0	0.05	0.35	1	0.35	1	1	1	0	1	1	1
NO3	0.25	0.21	0.76	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.03	1	1	1
DUE	0.78	0.89	0.54	0.1	1	0	0	0	0	0	0.75	1	0	1	1	1
TAJ	0.64	0.8	0.45	0.04	0.93	1	0	0	0	0	0.05	1	0	1	1	1
GN1	0.7	0.77	0.39	0.03	0.87	0.91	1	0	0	0	0.04	0.98	0	0.24	1	1
GN2	0.55	0.58	0.2	-0.13	0.73	0.8	0.9	1	0	0	0.99	0.47	0	0.11	1	0.08
GUV	0.67	0.73	0.39	0.01	0.81	0.84	0.95	0.88	1	0	0.02	0.55	0	0.03	1	1
SUR	0.4	0.5	0.2	-0.15	0.64	0.75	0.84	0.87	0.89	1	0.01	0.09	0.05	0.33	1	1
SEG	0.2	0.34	0.11	-0.09	0.36	0.46	0.46	0.35	0.48	0.51	1	0	1	1	1	1
JUC	0.22	0.2	-0.01	-0.12	0.28	0.35	0.35	0.38	0.37	0.44	0.68	1	1	1	1	1
EBR	0.68	0.77	0.74	0.48	0.77	0.72	0.67	0.53	0.67	0.46	0.24	0.27	1	0	1	1
CIC	0.3	0.32	0.25	0.06	0.3	0.33	0.4	0.43	0.47	0.39	0.14	0.32	0.58	1	1	1
BAL	-0.09	0.06	0.2	0.1	-0.05	0.05	-0.01	-0.05	0.04	0.05	0.22	0.3	0.15	0.34	1	1
CAN	0.15	0.07	0.04	-0.03	0.22	0.25	0.25	0.44	0.22	0.33	-0.03	0.14	0.07	0.16	-0.16	1

Tabla 17. Matriz de correlación de las aportaciones anuales por ámbitos de planificación hidrológica

esperar, grandes coincidencias, las agregaciones regionales resultan para las aportaciones son también las mismas que antes.

Asimismo, y como se hizo con la pluviometría, puede estudiarse ahora la interesante cuestión de las rachas húmedas y secas desde el punto de vista de los caudales, y a escala regional. Para ello, se han construido las curvas de desviaciones unitarias acumuladas de las aportaciones totales en régimen natural para las distintas regiones, ofrecidas conjuntamente en la figura 117.

Un primer examen de este gráfico muestra que, como sucedía con las lluvias, y en lógico paralelismo con aquéllas, existen en apariencia diferencias regionales que hacen que las secuencias de rachas de caudales en las distintas cuencas no resulten ser las mismas. Una inspección más detallada permite diferenciar las situaciones mostradas en los gráficos de la figura 118, en los que se han representado también las curvas correspondientes a las precipitaciones regionales.

En total paralelismo con las lluvias, la mayoría de las cuencas (Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Sur, Ebro, C.I. de Cataluña, Norte I, Galicia Costa y Baleares) ha seguido un patrón muy similar, que es, sensiblemente, el que se ofreció antes como representativo de la media global del país, pero hay tres regiones (Levante, Norte y Canarias) que parecen haber seguido patrones diferentes a éste, y diferentes entre sí.

Asimismo, se observa cómo desde finales de los 70 hay una racha de caudales seca, más o menos exacerbada, en todas las regiones, y con algún altibajo en el periodo 1985-90, a partir del cual es completamente

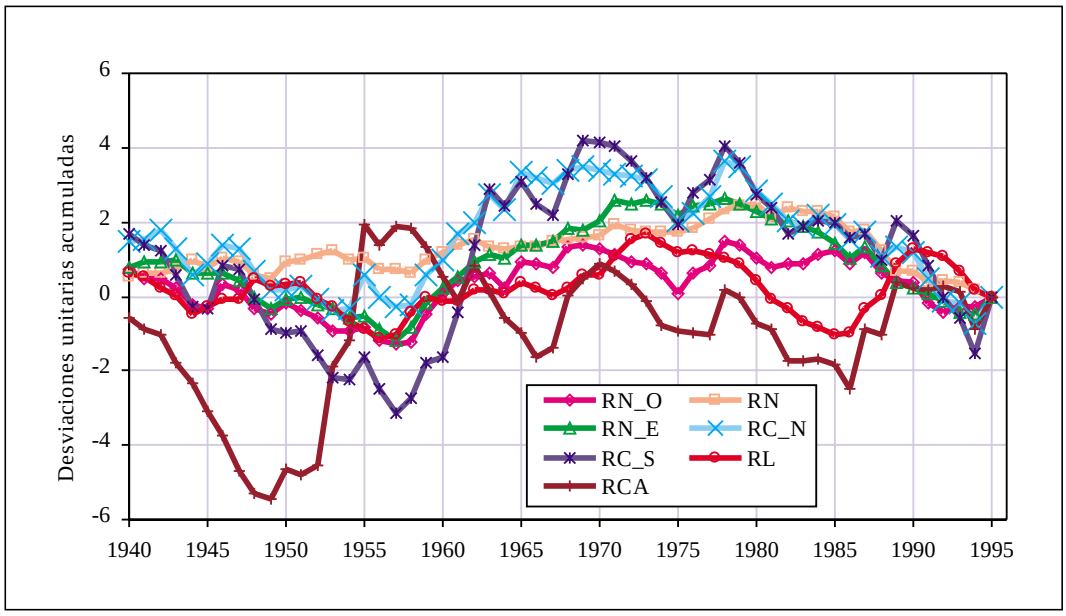


Figura 117. Rachas de la aportación total anual en régimen natural por regiones en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

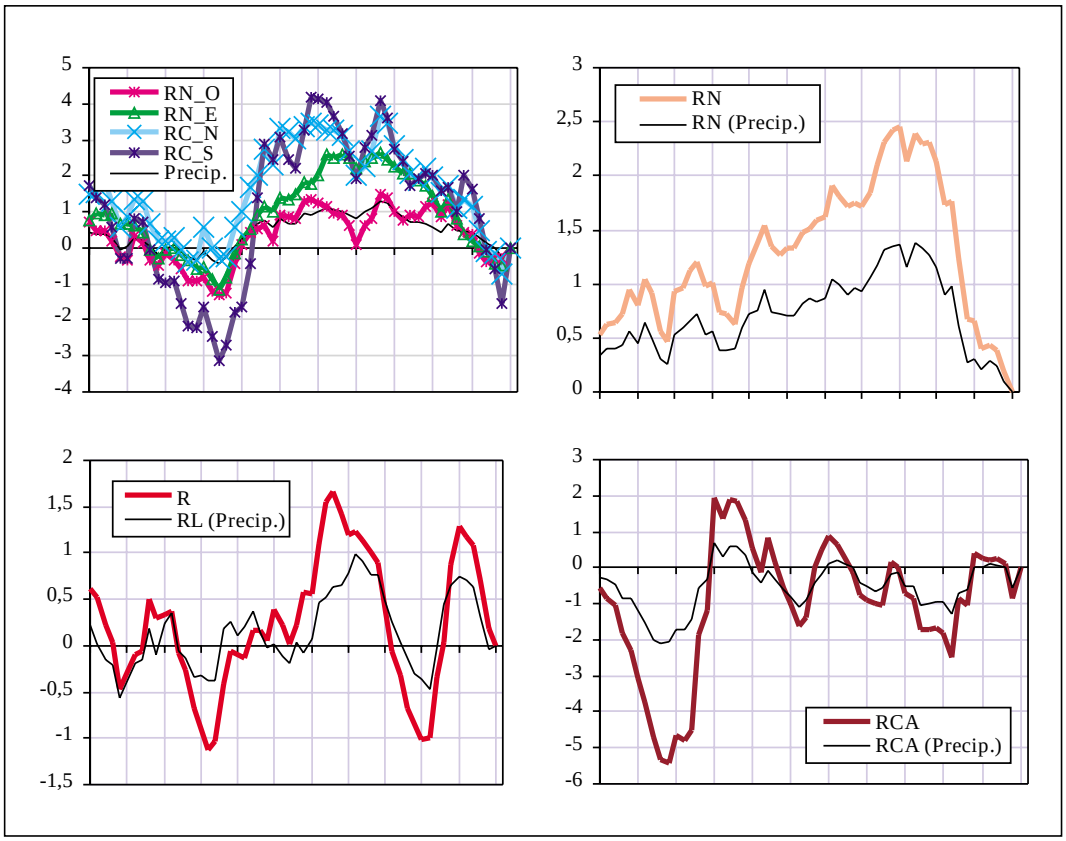


Figura 118. Distintas situaciones de las rachas de aportación total anual en régimen natural por regiones en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

generalizada. Como se apuntó, es la constatación de la grave sequía que se vivió en muchos lugares de España en estos últimos años.

En definitiva, se confirma que, tal y como se avanzó anteriormente, la variabilidad pluviométrica se transmite, y de forma más acusada, amplificada, a los datos de escorrentía, efecto que se aprecia con toda nitidez en las series anteriores de desviaciones acumuladas. A estas escalas espacio-temporales, regiones de comportamiento pluviométrico similar son regiones con comportamiento hidrológico también similar, y rachas pluviométricas húmedas o secas se traducen en rachas de caudales de idéntico signo. Además, los rezagos de esta traslación son muy reducidos, como se vio también al estudiar la correlación cruzada de ambos fenómenos. Como situaciones representativas, en la región norte se observa que las respuestas son inmediatas y casi lineales, mientras que en el levante hay algún efecto de rezago y desajuste debido a la persistencia y redistribución hidrogeológica.

Si en lugar de datos anuales se empleasen datos a escalas más detalladas (por ejemplo mensuales, diarios u horarios), los efectos de irregularidad y no linealidad se verían aún más acentuados.

3.1.4.2. Fracción de origen subterráneo. Recarga natural

En epígrafes anteriores se ha expuesto la situación en España de los recursos hídricos totales en régimen natural. Estos flujos totales constan, como se dijo, de una componente de escorrentía superficial directa, y de una componente de origen subterráneo. Con objeto de avanzar en el conocimiento de los recursos hídricos, se describirá ahora esta componente subterránea de la escorrentía total, que básicamente coincide -dejando a salvo los efectos de transferencias subterráneas externas- con la recarga natural de los acuíferos.

La evaluación de estos flujos de recarga es una tarea compleja, para la que existen diversas aproximaciones técnicas y que, en definitiva, está sometida a incertidumbres que pueden en ocasiones ser muy significativas. Pese a estas dificultades, el conocimiento de la recarga resulta de gran interés teórico y práctico, pues viene a acotar las posibilidades máximas de explotación sostenible a largo plazo de las aguas subterráneas de un acuífero.

Como se dijo, la mayor parte del agua que recarga los acuíferos se descarga diferida en el tiempo a la red fluvial, de forma difusa o a través de manantiales, y en muchas cuencas es uno de los constituyentes básicos de la aportación de los ríos. Otra parte de la recarga, en general mucho más reducida, se transfiere subte-

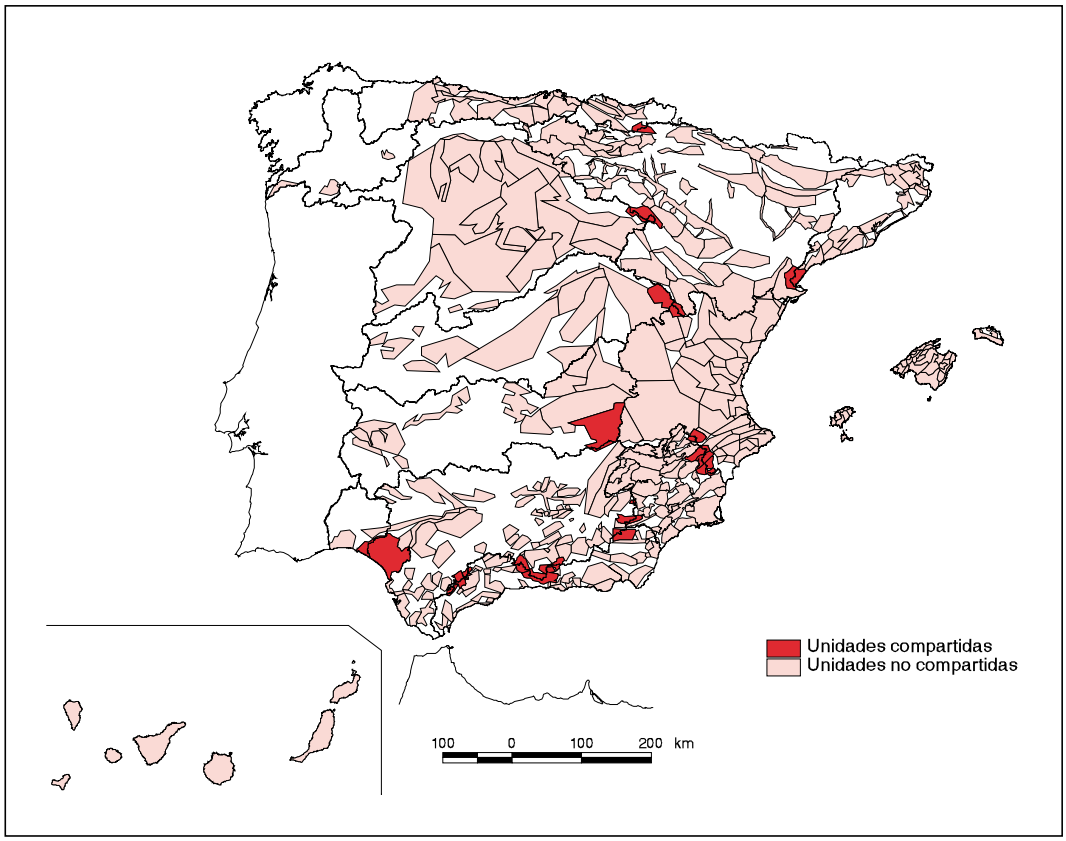


Figura 119. Mapa de unidades hidrogeológicas

rráneamente a otros acuíferos o, en el caso de los acuíferos costeros, descarga al mar.

Para estimar la recarga natural a los acuíferos se necesita conocer su delimitación geométrica. En España los acuíferos se han agrupado en distintas unidades hidrogeológicas. Es conveniente diferenciar aquí entre el concepto físico de acuífero, entendido como formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua, y el concepto administrativo de unidad hidrogeológica, formada por uno o más acuíferos, que se agrupan a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua y cuyos límites pueden incluir también porciones del territorio donde no existen acuíferos.

En el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas (MOPTMA-MINER, 1995) se recogieron un total de 442 unidades hidrogeológicas en España. De ellas, 422 se situaban íntegramente dentro de un sólo ámbito territorial de planificación hidrológica, 19 eran compartidas por dos ámbitos, y una era compartida por tres.

Entre las unidades hidrogeológicas definidas para el territorio peninsular, hay cuatro en las que los acuíferos tienen una porción en territorio portugués. Son las siguientes: aluvial del Miño (UH 01.26) en la cuenca del Norte, Ciudad Rodrigo-Salamanca (UH 02.19) en el Duero, la Moraleja (UH 03.13) en el Tajo y Vegas Bajas (UH 04.09) en el Guadiana. Exceptuando la mencionada en primer lugar, en todos los casos el afloramiento del acuífero en Portugal ocupa una superficie muy reducida, notablemente inferior a la correspondiente al lado español.

En algunos de los Planes Hidrológicos de cuenca (p.e. Segura y Ebro), y como consecuencia de mejoras del conocimiento hidrogeológico, se ha efectuado una nueva delimitación de las unidades hidrogeológicas en la que, aunque con carácter general hay bastante coincidencia con la delimitación antes citada, se observan diferencias importantes en algunas unidades concretas, cambios en la codificación, e incorporación de nuevas unidades. En algunas unidades compartidas, cuya definición es de ámbito nacional, también existen discrepancias entre los Planes Hidrológicos que las comparten, que son todavía más acusadas en las cifras sobre las características de las unidades (superficies permeables aflorantes, recargas, características hidrodinámicas, etc.). Ha de notarse que para que una unidad se considere compartida no es suficiente que el acuífero se extienda sobre el territorio de más de un ámbito de planificación.

Por las razones antedichas se ha elaborado, con motivo del presente Libro, una nueva delimitación y caracterización de las unidades, cuyo mapa se adjunta, conforme a los siguientes criterios (fig. 119):

- Se adoptan, con carácter general, la denominación y la poligonal de la unidad definida en los planes hidrológicos de cuenca, pues éstos son los Docu-

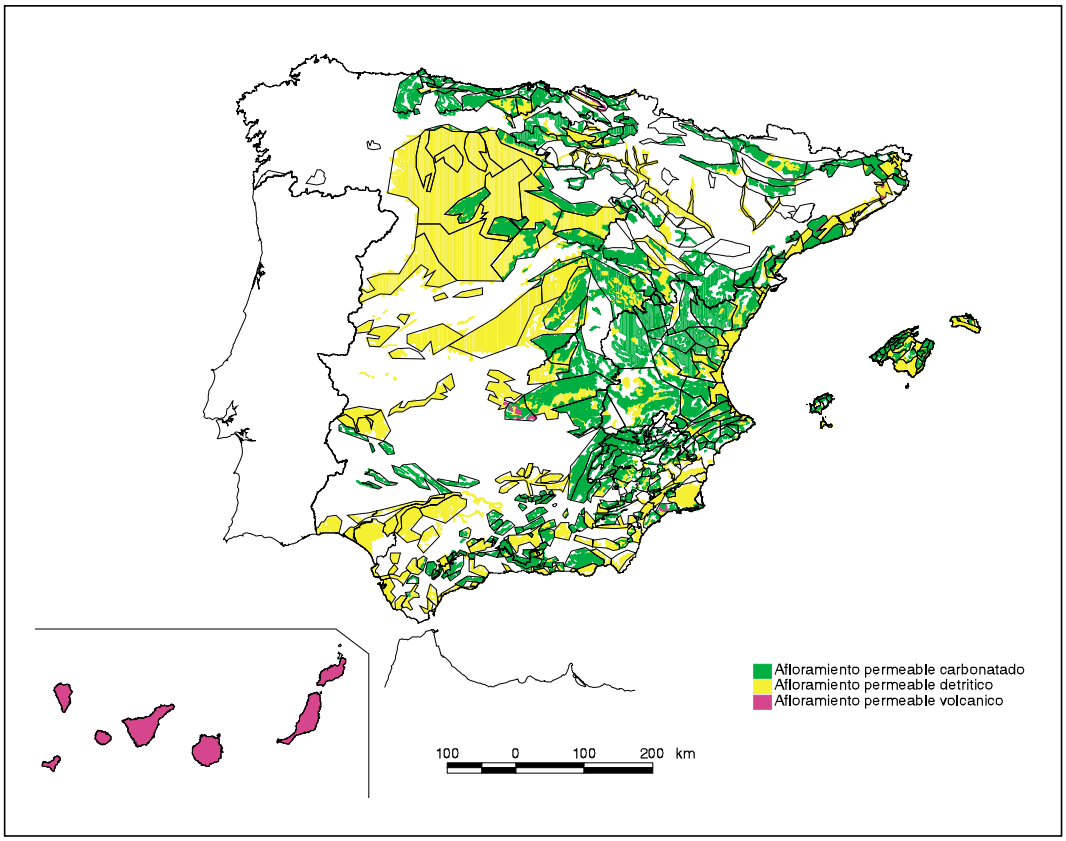


Figura 120. Mapa de afloramientos permeables

mentos técnico-administrativos adecuados y competentes para tal definición.

- Una excepción al criterio anterior son las unidades compartidas. En esas unidades existen acuíferos que se sitúan entre dos o más ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos de cuenca (PHC). En esas ocasiones es el Plan Hidrológico nacional (PHN) el que debe proceder a su delimitación y asignación de los recursos. Provisionalmente, y a la espera del PHN, se han adoptado las unidades reflejadas en el documento Delimitación y síntesis de las características de las unidades hidrogeológicas intercuencas (MOPT, 1993a).
- Cuando dos vértices contiguos de la poligonal que define la unidad se sitúan sobre la divisoria con otra cuenca o con la costa, la unión de dichos vértices no se efectúa mediante una línea recta, sino a lo largo del tramo de divisoria o costa que delimitan.
- En las Islas Canarias se ha definido una unidad por cada isla, según el borrador del Plan Hidrológico de Canarias, y en las Cuencas Internas de Cataluña se ha adoptado la delimitación reflejada en MOPTMA-MINER (1995), al no disponerse de información cartográfica adecuada sobre las poligonales delimitadas según Decreto 328/1988 del Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalidad de Cataluña.
- Las cifras de superficie permeable aflorante en cada unidad y su tipificación como carbonatada, detrítica y volcánica se han obtenido del inventario de MOPTMA-MINER-UPC (1993), tras calcular la superficie permeable de cada tipo incluida dentro de cada unidad hidrogeológica. Esta decisión obedece a las discrepancias metodológicas observadas en la determinación de la superficie permeable en los distintos Planes de cuenca, heterogeneidad que desaconsejaba su adopción directa.

  La superficie cubierta por los afloramientos permeables dentro de las unidades hidrogeológicas es del orden de 176.000 km^2, que se reparten en 99.000 km^2 correspondientes a formaciones detríticas, 69.700 km^2 a formaciones carbonatadas y 7.800 km^2 a formaciones volcánicas. El mapa adjunto, elaborado a partir de MOPTMA-MINER-UPC (1993), muestra estos afloramientos permeables.
- Las cifras de características básicas de cada unidad (recarga por lluvia y cauces, retornos de riego y transferencias) se han extraído de los Planes Hidrológicos de cuenca, y en los casos en que no existía esa información, se adoptó la de MOPTMA-MINER (1995) (fig. 120).

En el territorio no cubierto por las unidades hidrogeológicas delimitadas también pueden existir acuíferos que son, en general, de baja o muy baja permeabilidad, y

Ámbito de planificación	Número de unidades no compartidas	Número de unidades compartidas	Superficie permeable aflorante (km^2)	Recarga por lluvia y cauces (km^3/año)	Recarga por riesgos (hm^3/año)	Transfer. de otras unidades (km^3/año)	Transfer. a otras unidades (km^3/año)
Norte I	3	-	-	-	-	-	-
Norte II	16	0	4.672	2.587	0	94	34
Norte III	7	1	946	410	0	0	0
Duero	20	1	52.799	1.840	1	249	383
Tajo	12	1	17.475	1.565	0	0	0
Guadiana I	10	1	13.834	646	20	60	60
Guadiana II	2	1	920	141	0	0	0
Guadalquivir	57	11	15.140	2.573	16	27	70
Sur	41	7	5.305	865	69	107	31
Segura	50	7	6.958	674	83	44	0
Júcar	46	6	23.781	3.011	480	514	468
Ebro	57	4	17.057	4.433	586	19	25
C.I. Cataluña	29	1	6.616	938	45	65	54
Galicia Costa	-	-	-	-	-	-	-
Baleares	34	0	3.674	517	69	26	23
Canarias	7	0	7.384	681	0	0	0
España	391	20 (1)	176.561	20.881	1.369	1.205	1.148

Tabla 18. Características de las unidades hidrogeológicas según ámbitos de la planificación

(1) El total no coincide con las sumas parciales, dado que distintos ámbitos pueden compartir una misma unidad

Nota: En el ámbito del Duero se ha contabilizado la U.H. 2.12. denominada Aluviales del Duero, aunque su poligonal y características asociadas no se definen en el Plan Hidrológico del Duero ni en MOPTMA-MINER (1995).

cuyas características y balances aún no han sido suficientemente evaluados. El análisis de flujos base revela, en efecto, su existencia. Estos acuíferos y unidades deberán irse incorporando a los inventarios de la planificación a medida que vayan siendo definidos y caracterizados.

Con los criterios antes descritos el nuevo número de unidades hidrogeológicas es de 411, de las cuales 391 se sitúan íntegramente dentro de un sólo ámbito de planificación, 19 son compartidas por dos ámbitos y una lo es por tres (CEDEX, 1998a). La diferencia respecto al número total de unidades reflejadas en MOPTMA-MINER (1995) se debe, básicamente, a que sólo se han considerado 7 unidades en las Islas Canarias, una en cada isla. Se ha aumentado, sin embargo, el número de unidades en las cuencas del Ebro y Segura, como consecuencia de la nueva delimitación reflejada en sus respectivos Planes de cuenca.

El resumen de las características básicas medias de estas unidades, agregadas por ámbitos de planificación, y con datos elaborados a partir de los Planes de cuenca y de MOPTMA-MINER (1995), se muestra en la tabla 18.

Como se observa, el total resultante de la recarga natural media (por lluvia e infiltración en cauces, y sin considerar los excedentes de riego, que no corresponden al régimen natural) en el conjunto de todas las unidades hidrogeológicas, según la información contenida en los Planes Hidrológicos de cuenca, asciende casi a 21.000 hm^3/año. La recarga en el conjunto del territorio nacional es, en realidad, mayor, ya que en esta estimación sólo se han considerado las zonas donde se han delimitado unidades hidrogeológicas y, sin embargo, en algunas otras zonas no catalogadas existen, como se dijo, acuíferos. En estas zonas sin acuíferos definidos, en ocasiones, la suma de las muchas pequeñas captaciones, junto con los aprovechamientos de los manantiales, alcanza una magnitud significativa, tal y como sucede en áreas de Galicia y Canarias. De hecho, como se explica posteriormente, para el ajuste del modelo de simulación, ha sido necesario incluir nuevas áreas de alimentación de las aguas subterráneas en los ámbitos de Galicia Costa, Norte I y Norte II.

Las unidades compartidas entre distintos ámbitos territoriales son las recogidas en la tabla adjunta, en la que se muestra también el ámbito al que se asignan (tabla 19).

Análogamente a como se hizo con las aportaciones totales, y con objeto de disponer de una evaluación de la recarga natural a los acuíferos en un período común (1940/41 a 1995/96) y con una metodología de cálculo homogénea, se ha realizado, para toda España, una estimación de la recarga debida a la lluvia caída sobre cada unidad, con el modelo distribuído de simulación de flujos antes citado. Esta estimación no tiene en cuenta, por tanto, las transferencias entre unidades que, aunque con carácter general son pequeñas, pueden ser importantes en algunas unidades concretas. En la figura 121 se muestran los valores medios anuales de recarga, en mm/año, obtenidos en cada unidad hidrogeológica.

Número	Unidad hidrogeológica	Ámbitos afectados
1	Aralar-Ulzama	Norte III y Ebro
2	Araviana-Moncayo	Duero y Ebro
3	Albarracín-Cella-Molina de Aragón	Tajo, Ebro y Júcar
4	Campo de Montiel	Guadiana I y Guadalquivir
5	Almonte-Marismas	Guadiana II y Guadalquivir
6	Sierra de Libar	Guadalquivir y Sur
7	Setenil-Ronda	Guadalquivir y Sur
8	Sierra de Cañete	Guadalquivir y Sur
9	Sierra Gorda-Zafarraya	Guadalquivir y Sur
10	Tejeda-Almijara-Las Guajaras	Guadalquivir y Sur
11	Sierra de Padul	Guadalquivir y Sur
12	Sierra de las Estancias	Guadalquivir y Sur
13	Orce-María	Guadalquivir y Segura
14	Sierra Zarza	Guadalquivir y Segura
15	Sierra de la Oliva	Segura y Júcar
16	Jumilla-Villena	Segura y Júcar
17	Serral-Salinas	Segura y Júcar
18	Quibas	Segura y Júcar
19	Sierra de Crevillente	Segura y Júcar
20	Cardó-Perelló	Ebro y C.I. Cataluña

Tabla 19. Unidades hidrogeológicas compartidas entre distintos ámbitos de planificación

Asimismo, las figuras 122, 123 y 124 muestran las series anuales de recarga por lluvia directa correspondientes a dos unidades hidrogeológicas concretas, la de la Mancha Oriental y la de Madrid-Talavera, así como la correspondiente a todo el territorio peninsular español, lo que permite apreciar su variabilidad interanual.

En la tabla 20 y la figura 125 se integran los valores medios anuales de esta recarga en cada uno de los ámbitos, y el porcentaje que representan respecto a la aportación total, ofrecida en el epígrafe anterior. Este porcentaje es, pues, una estimación muy encajada de la escorrentía subterránea o fracción de origen subterráneo de los caudales totales en cada ámbito.

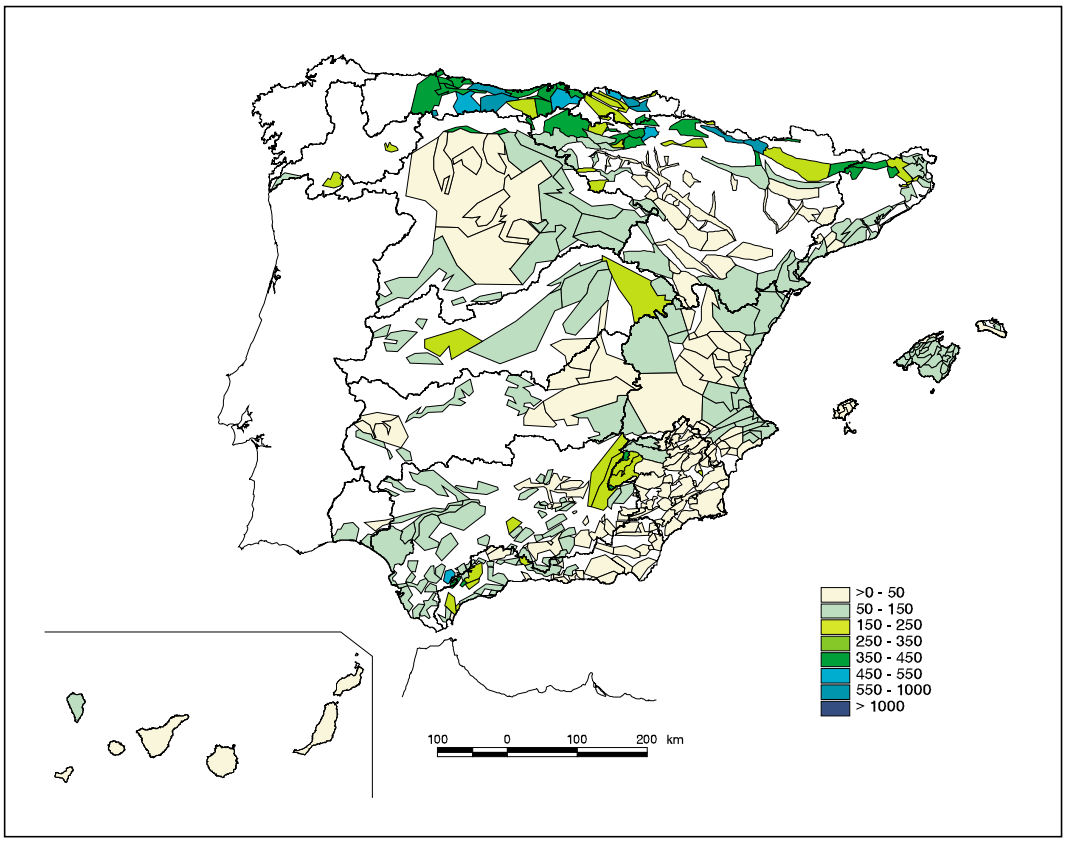


Figura 121. Mapa de recarga natural en las unidades hidrogeológicas (mm/año)

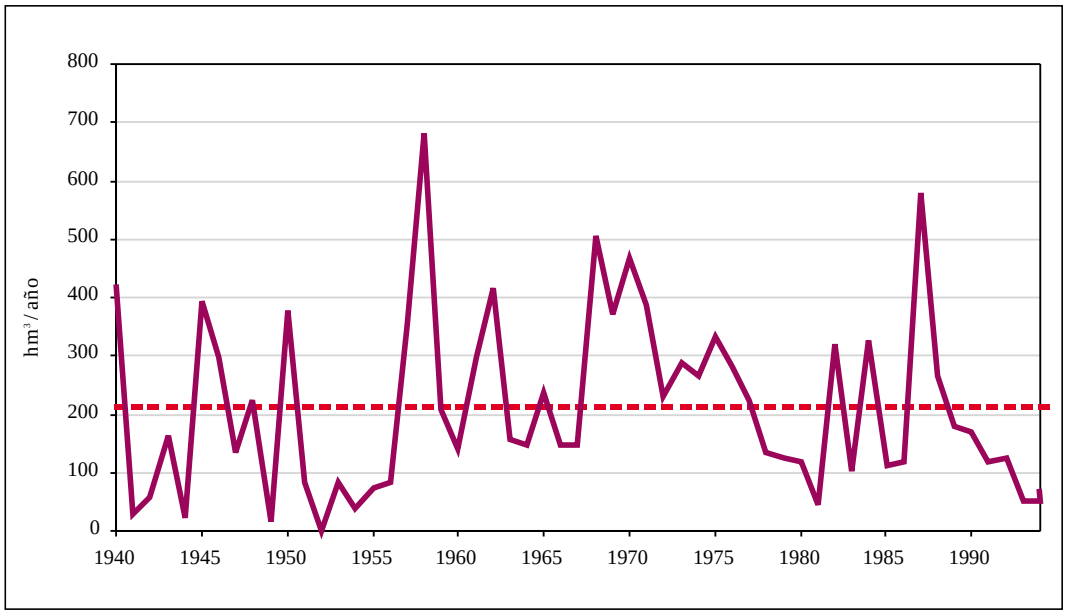


Figura 122. Recarga por infiltración de lluvia (hm³/año) en la unidad hidrogeológica de la Mancha Oriental (periodo 1940/41 a 1995/96)

Los resultados obtenidos muestran, para el total de la Península, una cifra media global de componente subterránea (equiparada a recarga natural) del orden del 26% de la aportación total, pero con grandes variaciones territoriales que oscilan entre más del 70% en el Segura y Júcar (como ya vimos y ahora se vuelve a comprobar, los ámbitos peninsulares con mayor componente subterránea y autocorrelación, con diferencia sobre el resto) y menos del 10% en el Guadiana II. En términos absolutos, las mayores recargas naturales corresponderían al Norte II y Ebro (del orden de 5.000 hm³/año), y la menor al Guadiana II (menor de 100 hm³/año).

Ello revela, en definitiva, que aunque las aguas subterráneas no son global y cuantitativamente el principal recurso hídrico natural de España, son un recurso muy significativo y, en algunos territorios, sin lugar a dudas, el más importante.

Como puede verse, la media global obtenida con el modelo de simulación (próxima a los 29.000 hm³/año en la península) es superior a la procedente de los Planes de cuenca (del orden de 20.000 en la península). Ello se debe, en buena parte, a que para poder reproducir con el modelo los periodos de estiaje de algunos ríos de Galicia Costa, Norte I y Norte II, se han incluido nuevas áreas de alimentación de las aguas subterráneas, no reflejadas en la figura anterior al no tener la consideración administrativa de unidades hidrogeológicas.

Por otra parte, aunque en términos cuantitativamente menores, en algunas unidades hidrogeológicas, la recarga natural reflejada en los Planes de cuenca es superior

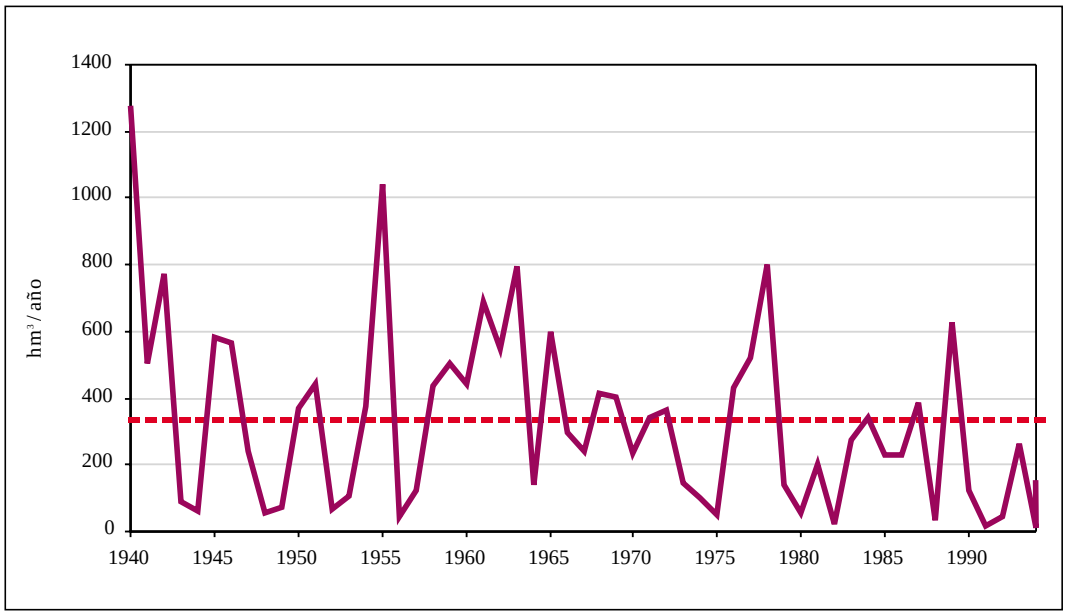


Figura 123. Recarga por infiltración de lluvia (hm³/año) en la unidad hidrogeológica de Madrid-Talavera (periodo 1940/41 a 1995/96)

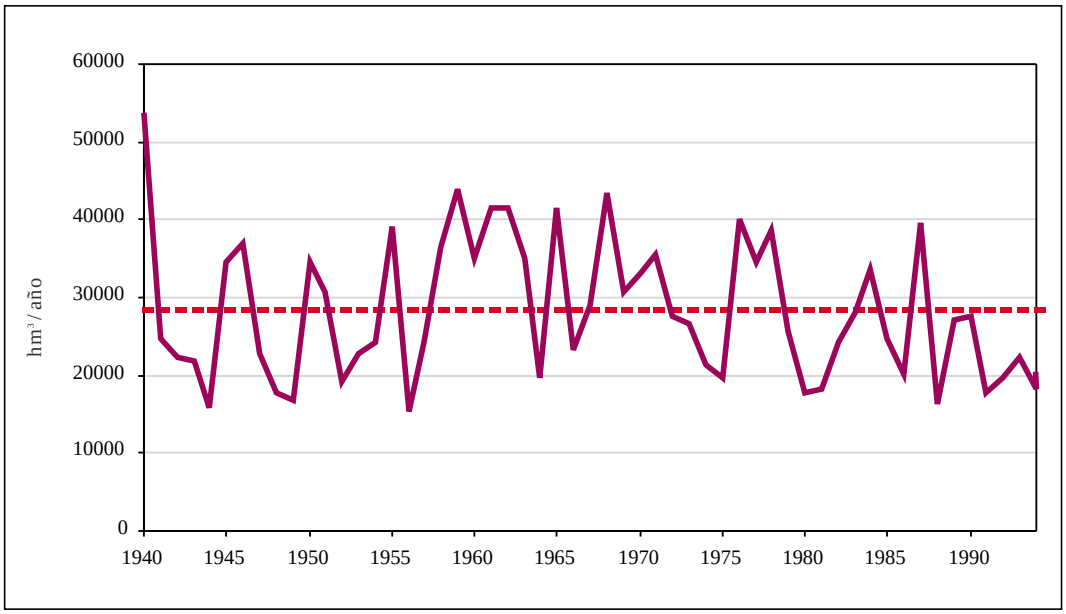


Figura 124. Recarga por infiltración de lluvia (hm³/año) en la Península (periodo 1940/41 a 1995/96)

a la escorrentía total obtenida con el modelo de simulación, lo cual puede ser debido a que: a) en ocasiones se producen situaciones muy complejas en las que no es fácil separar la recarga natural de los retornos de riego, transferencias subterráneas, etc. (en la mayoría de los Planes de cuenca sólo se recoge la cifra de recarga al acuífero, sin especificar si es natural o no y si incluye o no las transferencias de otras cuencas); b) no se conoce el periodo temporal de cálculo de las recargas y si éstas están sesgadas o si son representativas de la media anual; y c) como dijimos, la estimación de la recarga presenta unas incertidumbres y dificultades intrínsecas que hacen esperables tales divergencias.

La figura 126 muestra el contraste de datos de ambas fuentes pudiendo verse que, salvo en estos casos singulares, las diferencias no superan el 20%.

Con objeto de dar una perspectiva general de estas evaluaciones a lo largo del tiempo, la tabla 21 muestra los datos de recarga o escorrentía subterránea en las cuencas ofrecidos por distintas fuentes.

Como puede apreciarse, todas las estimaciones realizadas hasta ahora ofrecen unos valores de recarga entre 15.000 y 20.000 hm³/año, lo que contrasta con los 30.000 obtenidos en la evaluación realizada para este Libro. Las razones de esta diferencia se detallarán posteriormente.

En todo caso, se pone de manifiesto la necesidad de profundizar más en el conocimiento de la recarga a los acuíferos y su reparto en la debida a lluvia y cauces, las transferencias subterráneas, los retornos de riegos, etc. Todo ello contribuiría a mejorar la comprensión y cuantificación del papel real de las aguas subterráneas en el conjunto de los recursos hídricos, papel que, como se ve, resulta de gran importancia en algunas de nuestras cuencas principales y constituye un recurso estratégico para mejorar la garantía de los abastecimientos.

Tabla 20. Recarga a los acuíferos y aportación total en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación según el modelo de simulación utilizado

Ámbito de Planificación	Aportación total en reg. natural	Recarga en régimen natural	Relación Recarga/Aportación
Norte I	12.689	2.745	22
Norte II	13.881	5.077	37
Norte III	5.337	894	18
Duero	13.660	3.000	22
Tajo	10.883	2.393	22
Guadiana I	4.414	687	16
Guadiana II	1.061	63	6
Guadalquivir	8.601	2.343	27
Sur	2.351	680	29
Segura	803	588	73
Júcar	3.432	2.492	73
Ebro	17.967	4.614	26
C. I. Cataluña	2.787	909	33
Galicia Costa	12.250	2.234	18
Península	110.116	28.719	26

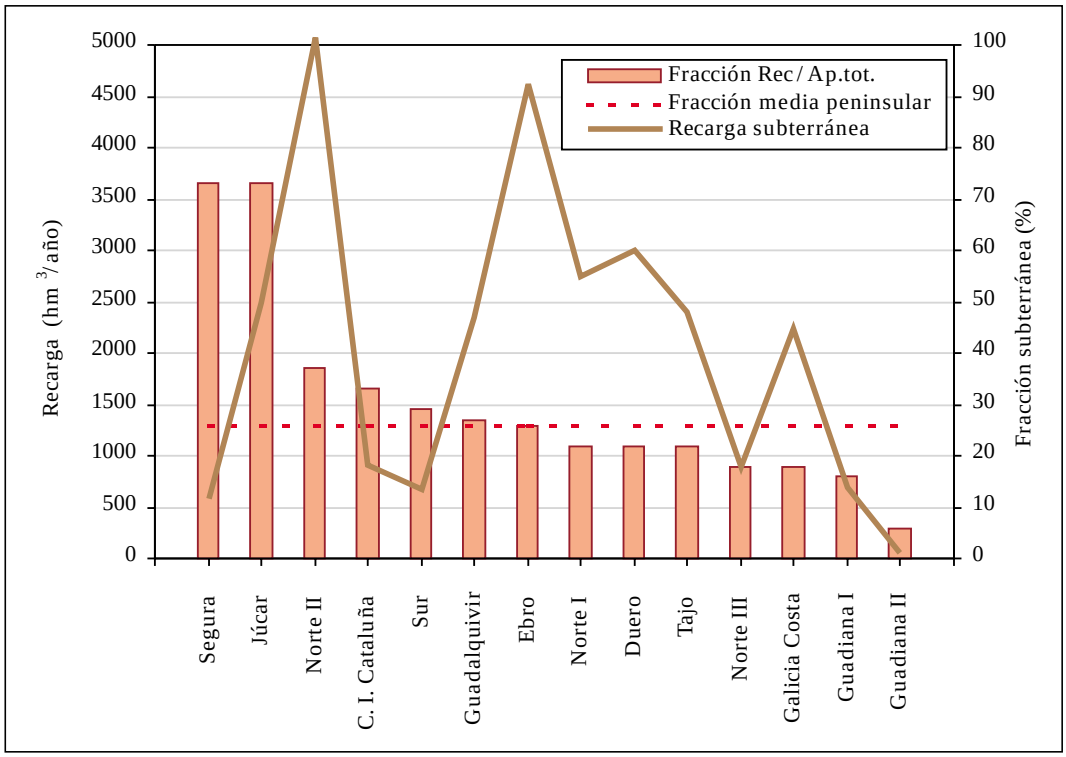


Figura 125. Fracción subterránea de la escorrentía total y recarga a los acuíferos en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación

En cuanto a las salidas subterráneas al mar, se trata de una cantidad muy pequeña en términos relativos. Tienen cierta importancia en las islas, por la gran longitud del contacto perimetral de la costa en relación a su superficie. Pueden, también, existir singularidades de surgencias submarinas localizadas debidas a fenómenos kársticos, como los casos de la Sierra de Irta (Castellón) y la zona de Nerja-La Herradura (Málaga).

En la tabla 22 se reproducen distintas estimaciones de salidas subterráneas al mar (en hm^3/año), por cuencas o ámbitos de planificación. Las más recientes son las de la DGOH (1995) obtenidas para la zona de costa ocupada por unidades hidrogeológicas identificadas, y las que proporciona el modelo de simulación puesto a punto con motivo de la elaboración de este Libro.

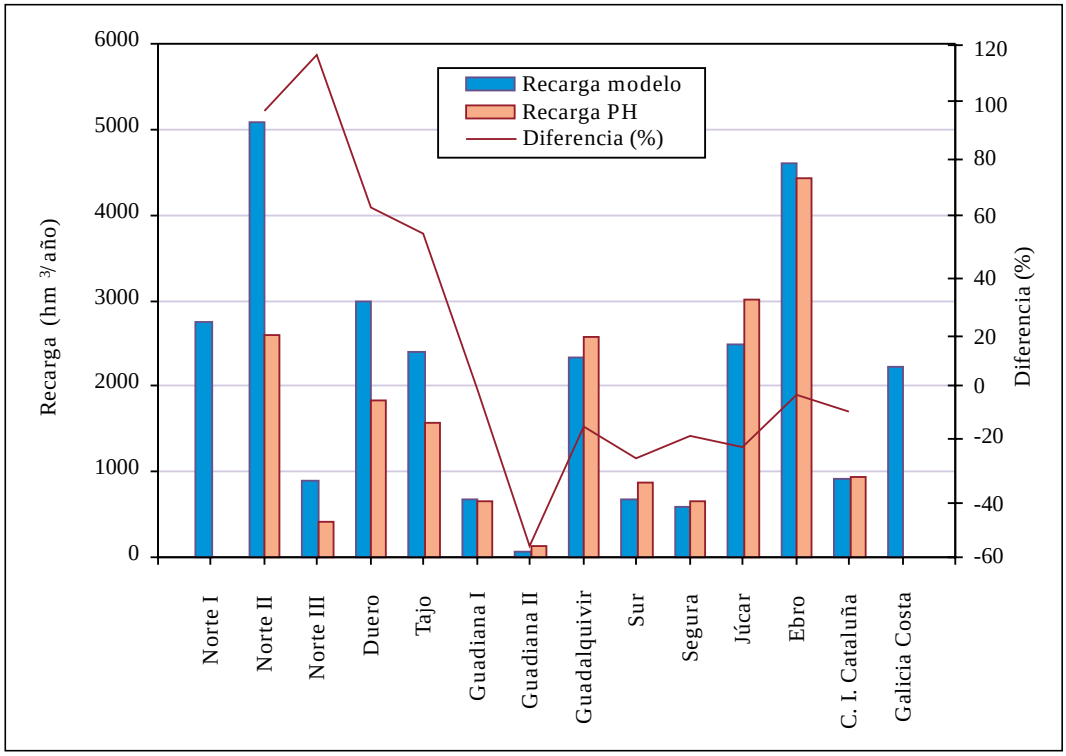


Figura 126. Contraste de datos de recarga de acuíferos en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación

Ámbito de Planificación	1967 (a)	1974 (b)	1980 (c)	1986 (d)	1993 (e)	1998 (f)	1998 (g)
Galicia Costa					-	-	2.234
Norte I					-	-	2.745
Norte II					2.644	2.587	5.077
Norte III					331	410	894
Norte	5.500	5.480	4.100	4.100	2.975	2.997	10.950
Duero	3.000	1.430	1.450	1.450	1.875	1.840	3.000
Tajo	1.700	2.160	2.200	2.000	1.646	1.565	2.393
Guadiana I					656	646	687
Guadiana II					98	141	63
Guadiana	1.000	710	700	500	754	787	750
Guadalquivir	1.800	2.250	2.100	1.100	2.315	2.573	2.343
Sur	250	900	450	700	1.160	865	680
Segura	300	510	500	600	548	674	588
Júcar	700	2.460	1.200	1.700	3.505	3.011	2.492
Ebro	3.400	3.120	3.050	2.900	2.923	4.433	4.614
C.I. Cataluña	500	250	250	250	1.035	938	909
Total Península	18.150	19.270	16.000	15.300	18.736	19.683	28.719
Baleares			-	-	585	517	
Canarias			-	-	700	681	
Total España					20.021	20.881	

Tabla 21. Estimaciones de la recarga de acuíferos

(a) Elaborado por Llamas en 1967. Escorrentía subterránea a los ríos. Citado en Llamas (1995) pag. 133.
(b) Coma (1974). Escorrentía subterránea total (incl. flujo al mar). Citado en Llamas (1995) pag. 133.
(c) MOPU (1980). El agua en España.. CEH. DGOH. También en Heras (1977) y en otros.
(d) MOPU (1986) Panorama hidráulico de España, en Gallego Anabitarte et al. (1986), vol. II.
(e) MOPT (1993) Memoria del anteproyecto de Ley del PHN.. También en MOPTMA-MINER (1995)
(f) Datos de los Planes Hidrológicos de cuenca (1998)
(g) Datos de la evaluación realizada en este Libro Blanco (año 1998)
Notas: Norte comprende los ámbitos de Galicia Costa y Norte I, II, y III; Guadiana comprende los ámbitos Guadiana I y II.

Ambito territorial	1967 (a)	1980 (b)	1995 (c)	1998 (d)
Galicia Costa	-	-	-	356
Norte I	-	-	-	-
Norte II	-	-	-	786
Norte III	-	-	-	161
Norte	1.100	1.500	100	1.303
Guadiana I	-	-	-	-
Guadiana II	-	-	-	8
Guadiana	60	50	25	8
Guadalquivir	600	200	70	56
Sur	300	440	100	65
Segura	160	10	5	16
Júcar	800	1.300	225	173
Ebro	80	100	40	-
C.I. Cataluña	250	700	125	83
Península	3.350	4.300	690	1.704
Baleares	-	480	150	-
Canarias	-	610	230	-
Total España	-	5.390	1.070	-

Tabla 22. Estimaciones de las salidas subterráneas al mar (hm^3/año) por ámbitos de planificación

(a) Llamas (1967). Citado en Llamas (1995) pag. 133.
(b) MOPU (1980) El agua en España. CEH. DGOH. También en Heras (1977) y en MOPU (1982).
(c) DGOH (1995) Estudio de la situación actual y programación de actuaciones futuras en el ámbito de las aguas subterráneas en España.
(d) Modelo de simulación de aportaciones utilizado en este Libro (año 1998).

Cuenca	Reservas (hm^3)
Norte	7.700
Duero	43.600
Tajo	4.700
Guadiana	2.800
Guadalquivir	11.000
Sur	5.600
Segura	-
Júcar	79.100
Ebro	12.800
C.I. Cataluña	12.600

Tabla 23. Estimación de las reservas de aguas subterráneas (hm^3) en distintas cuencas

Como sugiere la dispersión de las magnitudes ofrecidas por los distintos autores, estas cifras han de contemplarse con cierta reserva, y deben valorarse como una acotación encajada del orden de magnitud del problema, dado que no se dispone de datos bien contrastados que permitan cuantificar con suficiente precisión las transferencias subterráneas de agua dulce al mar. En cualquier caso, las diferencias entre las cifras proporcionadas por los dos trabajos más recientes son moderadas, si se exceptúan las correspondientes a las cuencas del Norte.

En relación con las reservas de los acuíferos, el ITGE (1989) ha estimado que el volumen de agua subterránea almacenado en España, hasta los 200 m de profundidad, es del orden de 125.000 hm^3. De estas reservas naturales subterráneas, aproximadamente 120.000 hm^3 corresponden a la Península, 2.500 hm^3 a Canarias y otros 2.500 hm^3 a Baleares.

Otros trabajos, como el Inventario de MOPTMA-MINER-UPC (1993) estiman las reservas en unos 180.000 hm^3 (sin incluir la cuenca del Segura ni los archipiélagos) con la distribución por cuencas que se muestra en la tabla 23.

Hay que destacar la incertidumbre asociada a la estimación de las reservas, pues no siempre existe acuerdo sobre su significado (consideración del estrato impermeable, accesibilidad técnica y económica, etc.), lo que se añade a las dificultades técnicas inherentes a su cuantificación. En cualquier caso, se trata de volúmenes muy importantes (del orden del triple del almacenamiento total disponible mediante presas), que pueden jugar un papel fundamental en situaciones de sequía.

En síntesis, los recursos en régimen natural de origen subterráneo, o recarga natural de los acuíferos, ascienden a un total superior a los 29 km^3/año, de los que aproximadamente 27 son aportación subterránea a la escorrentía de los ríos, y los 2 restantes son transferencias subterráneas al mar o a otros territorios.

3.1.4.3. Variabilidad y diversidad hidrológica

En los epígrafes previos se han descrito los recursos hídricos en régimen natural y su composición relativa en escorrentía superficial directa y escorrentía subterránea. En esta descripción ya se señaló la gran irregularidad y

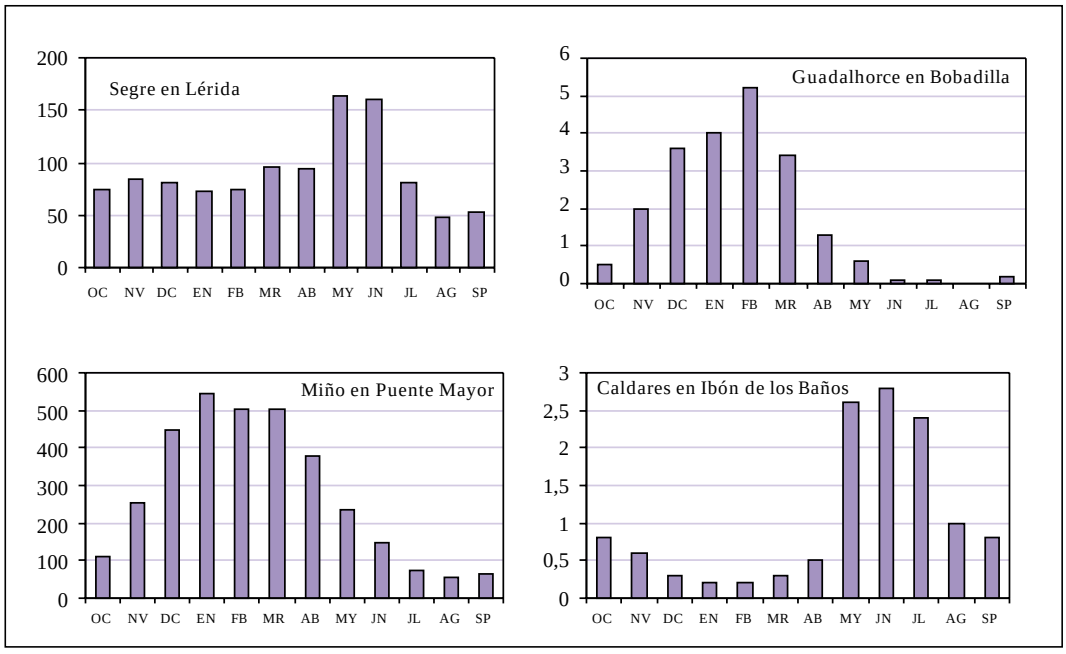


Figura 127. Caudales medios mensuales en ríos con distintos regímenes fluviales

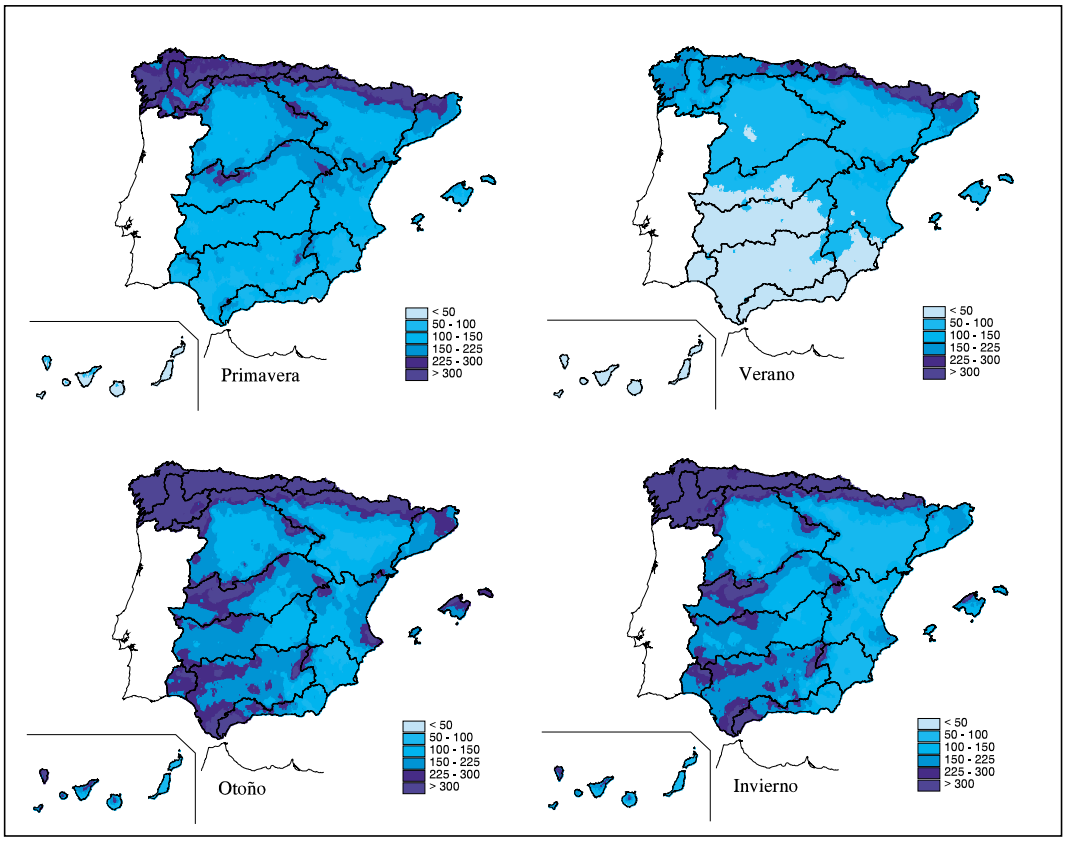


Figura 128. Distribución estacional de la precipitación (mm)

diversidad hidrológica del país, y puesto que éste es un rasgo muy significativo de nuestros recursos hídricos, le dedicaremos ahora alguna atención específica.

En efecto, la variabilidad hidrológica de España y la irregularidad de su régimen hídrico en el espacio y en el tiempo ha llegado a ser uno de los tópicos más insistentemente repetidos al hablar de los problemas del agua. Realmente, y como ya se ha mostrado, la variabilidad es uno de los aspectos más destacables de nuestra hidrología, de tal forma que, como veremos, la diferencia claramente de la de otros países de su entorno. Las razones para ello residen a su vez en la variabilidad del medio físico (clima, suelos, orografía, etc.), que se comentó en anteriores apartados.

Como se mostró, la precipitación es la variable que más influye en las fluctuaciones de las aportaciones de los ríos, pero hay otros factores, como los distintos tipos de suelos, la vegetación, la evapotranspiración y los acuíferos, que condicionan y controlan la respuesta de la cuenca frente a las entradas pluviométricas.

En función de las características del régimen de precipitaciones, pero también teniendo en cuenta otras características del clima, como, por ejemplo, las que originan la fusión de la nieve, se puede hablar de un régimen fluvial intraanual característico. En la figura 127 se muestran distintos ejemplos de caudales medios mensuales de ríos españoles (en m^3/s) típicos de estos regímenes representativos (pluvio-nival del Segre en Lérida, pluvio-oceánico del Miño en Puente Mayor, pluvio-mediterráneo del Guadalhorce en Bobadilla, y nival del Caldares en Ibón de los Baños).

En la figura 128 se muestra la variabilidad estacional de la precipitación, observándose que las estaciones del año con mayores valores de las precipitaciones son las de otoño e invierno y que en los meses de verano la precipitación total en una gran parte de la mitad meridional de España no alcanza siquiera los 50 mm. Un hecho que acentúa aún más esta variabiliadad temporal de la lluvia es que los valores de precipitación medios que se observan en algunas cuencas se producen en apenas unos días (ver capítulo sobre crecidas).

A continuación se muestra la variabilidad estacional de la evapotranspiración potencial, observándose cómo, contrariamente a lo que sucedía con las precipitaciones, las estaciones con mayor valor de la evapotranspiración potencial son las de primavera y verano. Hay que tener sin embargo en cuenta, como ya se ha visto en apartados anteriores, que este es un valor potencial sujeto a la disponibilidad de agua en el suelo (fig. 129).

Finalmente, en la figura 130 se muestra la distribución estacional de la escorrentía, producto de los regímenes de precipitaciones y evapotranspiraciones y de la modulación que el suelo y los acuíferos suponen. Las reducidas lluvias y las elevadas evapotranspiraciones potenciales de los meses de primavera y verano determinan el que en una gran parte del territorio no se

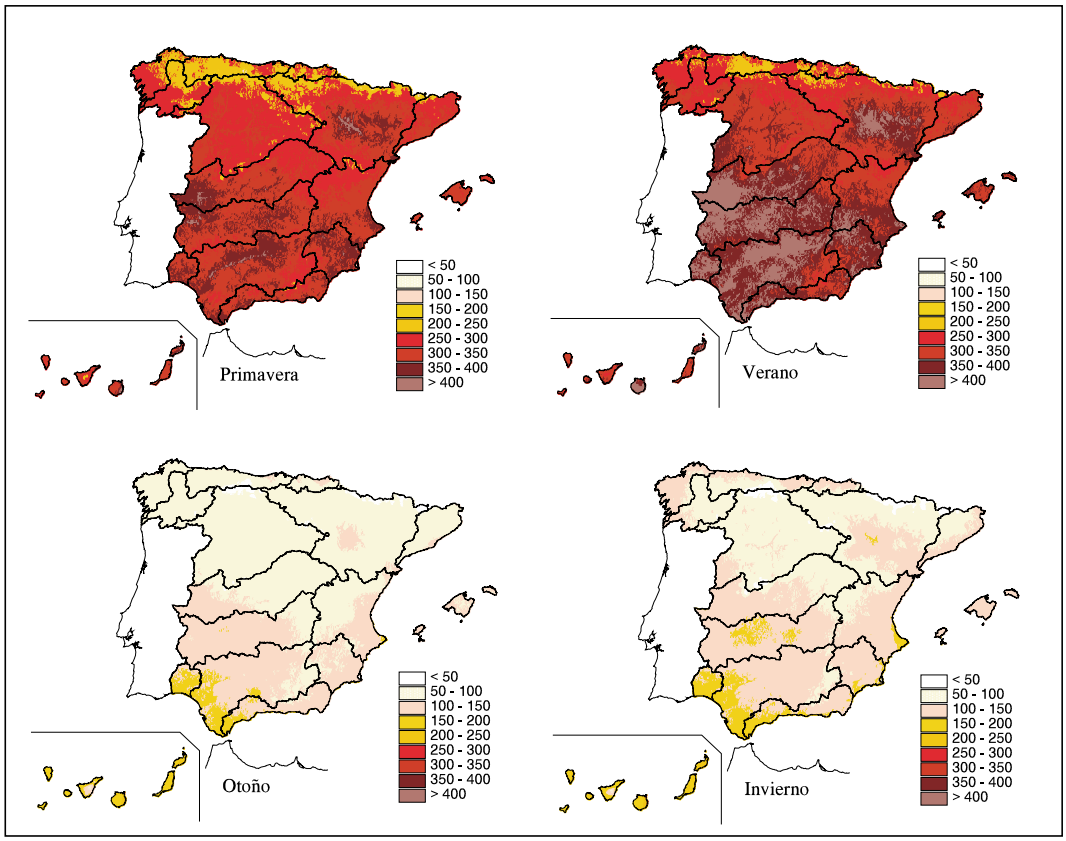


Figura 129. Distribución estacional de la evapotranspiración potencial (mm)

genere escorrentía en esos meses. El agua que por tanto circula por los ríos en esa época es la que procede de la descarga de los acuíferos y cuando éstos no existen la escorrentía es prácticamente nula. Con carácter general se puede decir que el agua que marca la abundancia hídrica de un determinado año en muchas regiones de España es la que precipita en otoño e invierno.

Puede alcanzarse una mejor comprensión de la relación entre la variabilidad temporal en precipitaciones, las características de la cuenca, y sus consecuencias en la variabilidad temporal en la escorrentía, al analizar la evolución de caudales en ciertas estaciones de aforo concretas.

Como ejemplo ilustrativo, en la figura 131 se refleja la evolución de caudales mensuales (en m^3/s) en dos estaciones de aforo de la cuenca del Guadiana - río Guadiana en Torreblanca y río Zújar en Castuera - durante los 4 años hidrológicos 1946/47 a 1949/50, en los que se puede admitir un régimen poco afectado, prácticamente igual al natural.

Con una distribución de precipitaciones muy similar en ambas cuencas, se observa cómo en la primera estación, a la que drena la cuenca que comprende los acuíferos de la cabecera del Guadiana, disminuye pero no llega a agotarse el caudal circulante en los meses de estiaje. Por el contrario, en el río Zújar en Castuera, que drena una cuenca donde no hay acuíferos significativos, el caudal base es inapreciable y en los meses de estiaje el río queda prácticamente seco.

Todas estos ejemplos abundan en mostrar cómo la diversidad y variabilidad de los factores que controlan la respuesta hidrológica hacen que se den situaciones extraordinariamente diversas, con regímenes hidrológicos muy distintos incluso en áreas relativamente próximas.

3.1.4.4. Comparación con el contexto europeo

Una vez descritos los recursos hídricos del país, sus fracciones superficial y subterránea, y mostradas sus magnitudes fundamentales y su variabilidad, resulta de interés preguntarse cuál es la situación respecto a los países de nuestro entorno inmediato.

En primer lugar cabe indicar que los flujos y reservas de agua en la Unión Europea (UE) suponen porcentualmente una muy pequeña cantidad de las existentes en la Tierra. La escorrentía que se genera internamente en la UE es de unos 1.200 km^3/año, lo que representa un 3% de la de todo el planeta, tal y como muestra la tabla 24, de elaboración propia a partir de datos de EEA (1995).

En las costas más occidentales y en las cadenas montañosas de Europa, masas de aire extremadamente húmedas dan lugar a fuertes lluvias. En estos lugares, la precipitación anual se encuentra entre los 1.000 y

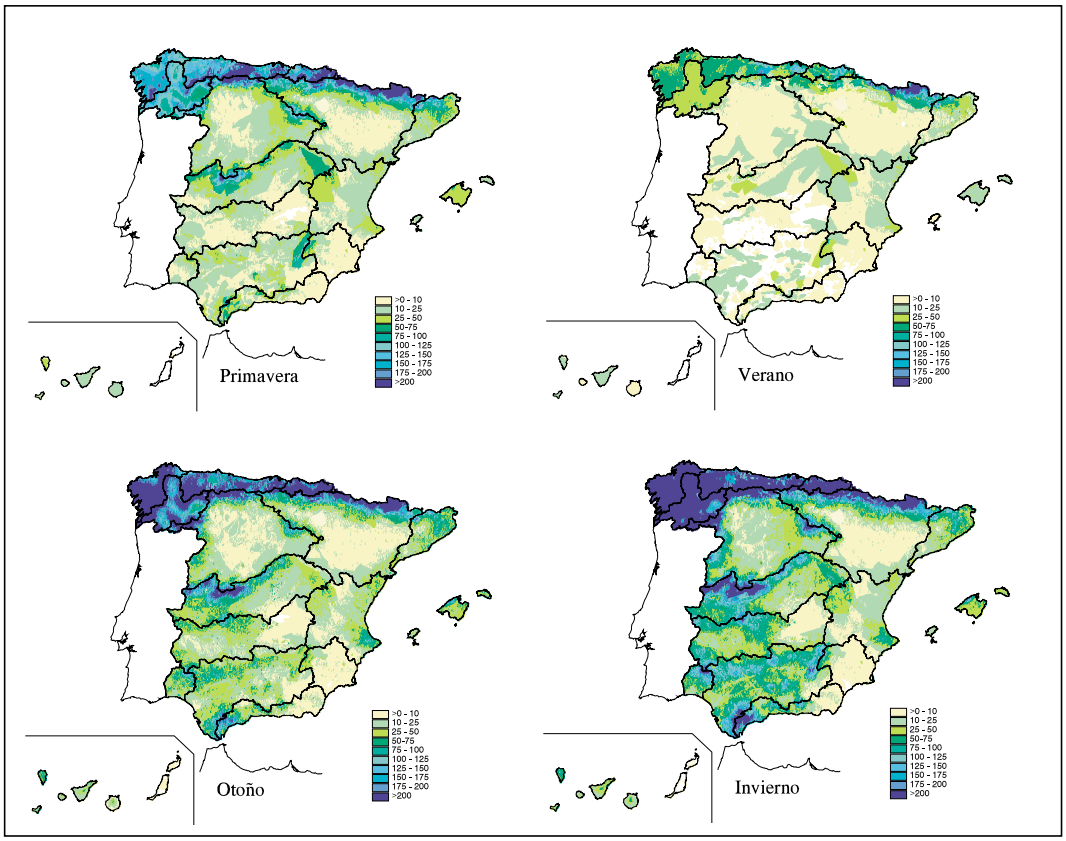


Figura 130. Distribución estacional de la escorrentía (mm)

2.000 mm, con áreas localizadas donde se pueden alcanzar mayores valores.

Aunque son comunes valores de precipitación anual entre 300 y 500 mm en el Sudeste de las penínsulas mediterráneas, en realidad no son exclusivos de estas zonas y pueden encontrarse valores por debajo de 500 mm en Suecia, Finlandia, Países Bálticos, Polonia y llanura central del Danubio.

La distribución anual de la precipitación media, evapotranspiración potencial según Penman, y escorrentía total en los países de la UE, se representa en las figuras 132, 133 y 134, de elaboración propia a partir de información de Eurostat. La última de estas figuras muestra la escorrentía de origen interno en cada país, es decir, la generada exclusivamente en su territorio, sin tener en cuenta las aportaciones provenientes de países vecinos.

Tabla 24. Flujos hídricos medios anuales en la Tierra, Europa y España

Flujos medios anuales (fase terrestre)	Tierra	UE	España
Precipitación (km³)	110.000	2.600	346
Evapotranspiración (km³)	70.000	1.400	235
Aportación generada internamente (km³)	40.000	1.200	111

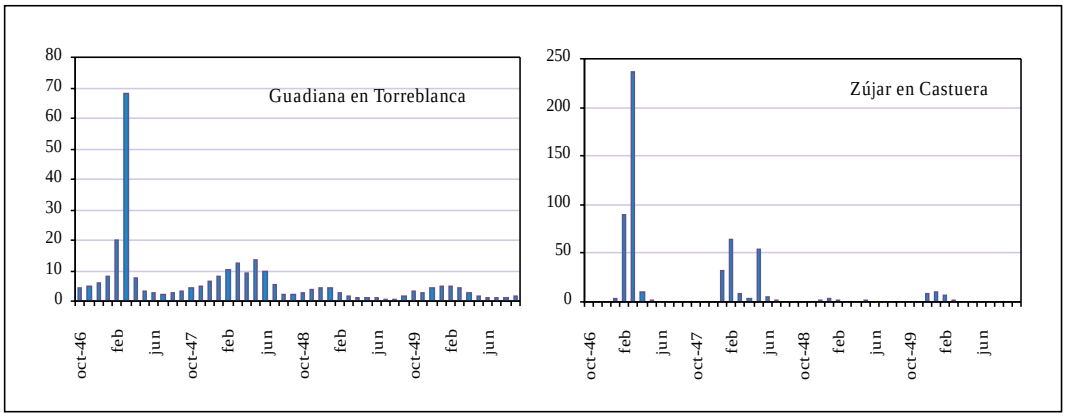


Figura 131. Caudales mensuales (m³/s) del Guadiana en Torreblanca y del Zújar en Castuera en el periodo 1946/47 a 1949/50

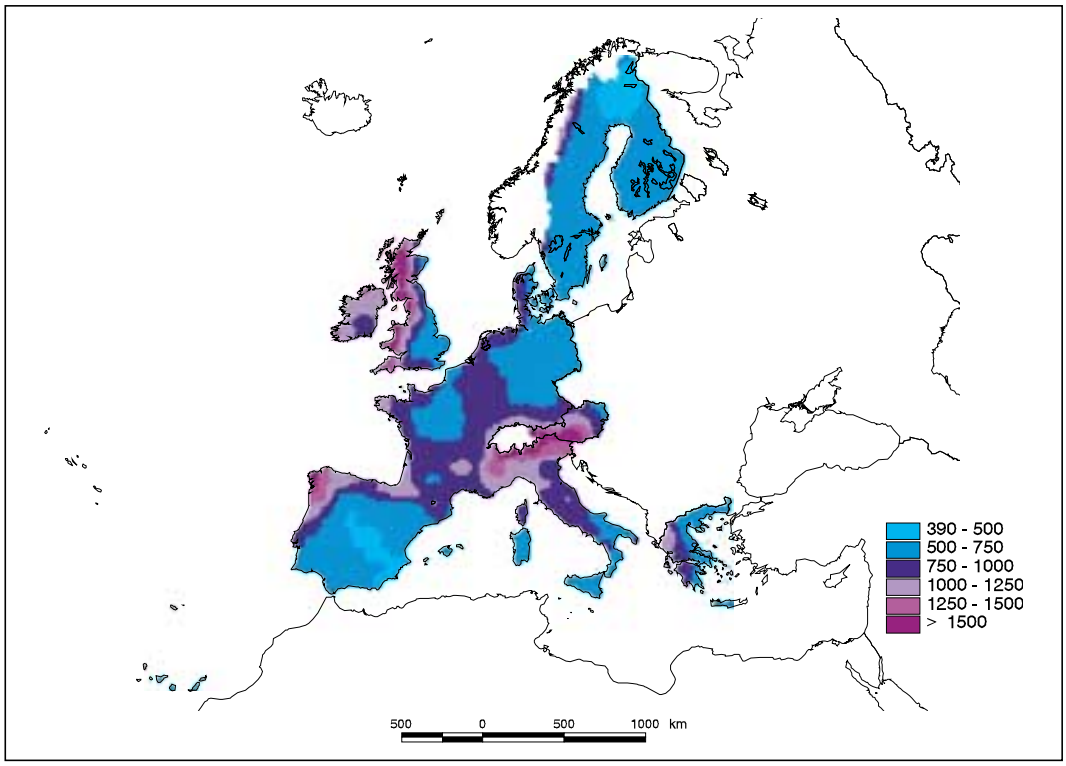


Figura 132. Mapa de precipitación media anual en la Unión Europea (mm)

Calculando el índice de humedad (cociente entre precipitación y evapotranspiración potencial según Penman) para los países de la UE (ver figura 135) se observa que la mayor parte del territorio español, así como el Sudeste de Italia y de Grecia, se encuentran en un rango de valores situado entre 0,2 y 0,5, propio de zonas semiáridas.

Los valores areales medios anuales de precipitación, evapotranspiración potencial y escorrentía generada internamente absoluta y per cápita se muestran, para cada país de la UE (excepto Luxemburgo, del que no se poseen datos), en la tabla 25 de elaboración propia a partir de información de Eurostat.

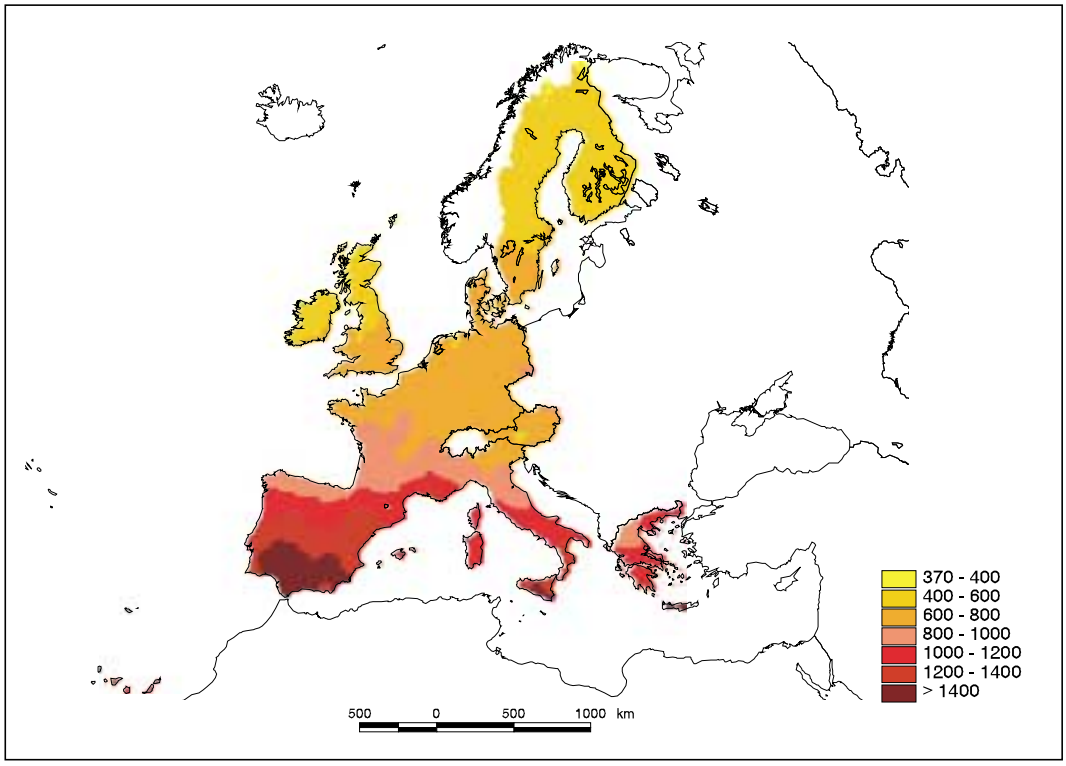


Figura 133. Mapa de evapotranspiración potencial media anual en la Unión Europea (mm)

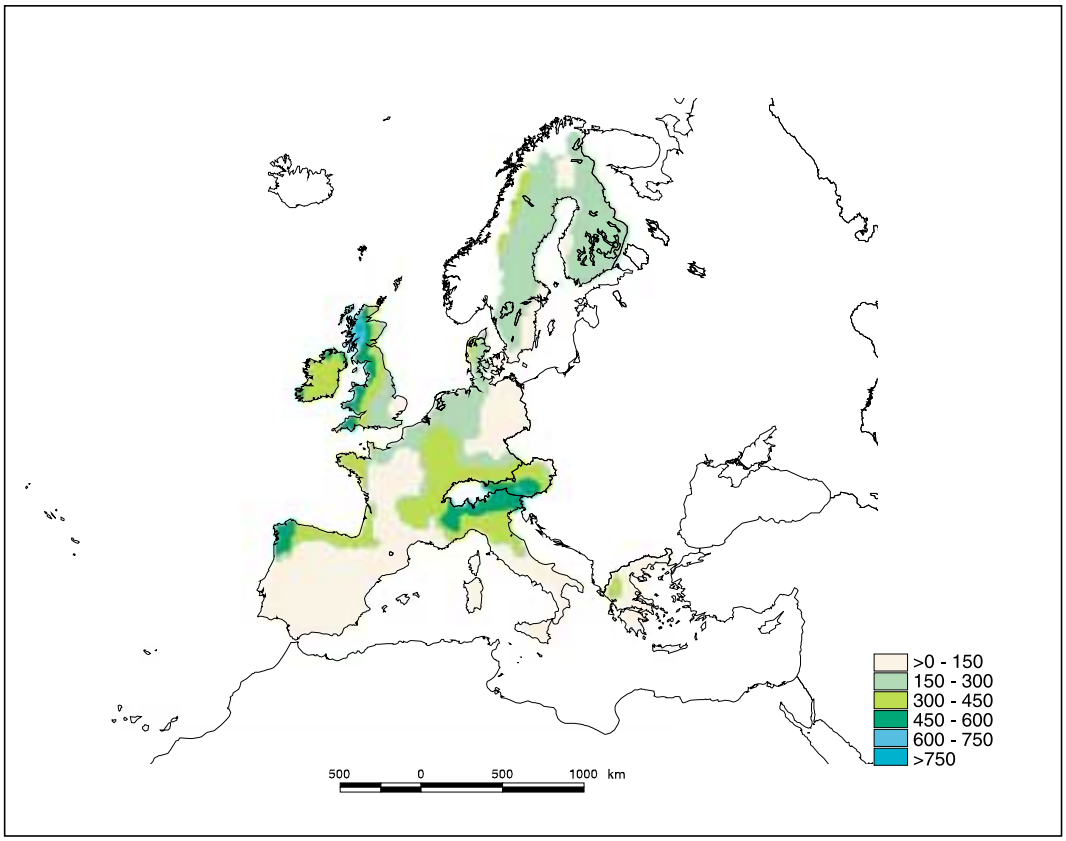


Figura 134. Mapa de escorrentía media anual en la Unión Europea (mm)

Como puede apreciarse, España presenta una precipitación que equivale al 85% de la precipitación media en la Unión, y una evapotranspiración potencial que es de las más altas del continente, lo que da lugar a uno de los valores de escorrentía más bajos de todos los países considerados (aproximadamente el 60% de la media europea). Si se analizan las aportaciones per cápita generadas internamente en cada país, España presenta un valor de unos 2.800 m^3/hab/año, lo que supone un 90% del valor medio para la Unión Europea, muy superior al de países de mayor densidad de población, como Alemania, Bélgica, Dinamarca y Países Bajos, y semejante a los valores de Italia, Francia y Reino Unido.

Estas cifras, sin embargo, pueden resultar engañosas. Las transferencias de agua que reciben muchos de los países en Europa suponen un porcentaje muy alto de sus recursos totales. De hecho, países como Holanda,

Estado de la UE	Superficie	Población (1995)	Precipitación		Evapotranspiración potencial		Escorrentía generada internamente		
	(km^2)	(mil hab)	mm	km^3	mm	km^3	mm	km^3	m^3/hab/año
Alemania	356.954	82.400	768	274	493	176	266	95	1.153
Austria	83.850	7.968	1.169	98	477	40	656	55	6.903
Bélgica	30.518	10.141	885	27	459	14	393	12	1.183
Dinamarca	43.092	5.225	673	29	441	19	139	6	1.148
España	**506.470**	**39.238**	**684**	**346**	**862**	**437**	**220**	**111**	**2.829**
Finlandia	338.130	5.115	657	222	337	114	316	107	20.919
Francia	543.965	58.251	809	440	601	327	313	170	2.918
Grecia	131.957	10.480	849	112	765	101	356	47	4.485
Irlanda	70.285	3.575	1.152	81	398	28	697	49	13.706
Italia	301.277	56.126	982	296	704	212	554	167	2.975
Países Bajos	41.863	15.534	717	30	454	19	263	11	708
Portugal	92.389	9.915	877	81	898	83	444	41	4.135
Reino Unido	244.410	58.204	1.080	264	413	101	593	145	2.491
Suecia	449.960	8.852	700	315	367	165	380	171	19.318
UE	**3.235.120**	**371.024**	**808**	**2.615**	**568**	**1.836**	**367**	**1.187**	**3.199**

Tabla 25. Valores areales medios anuales de precipitación, evapotranspiración potencial y escorrentía total generada internamente en la UE

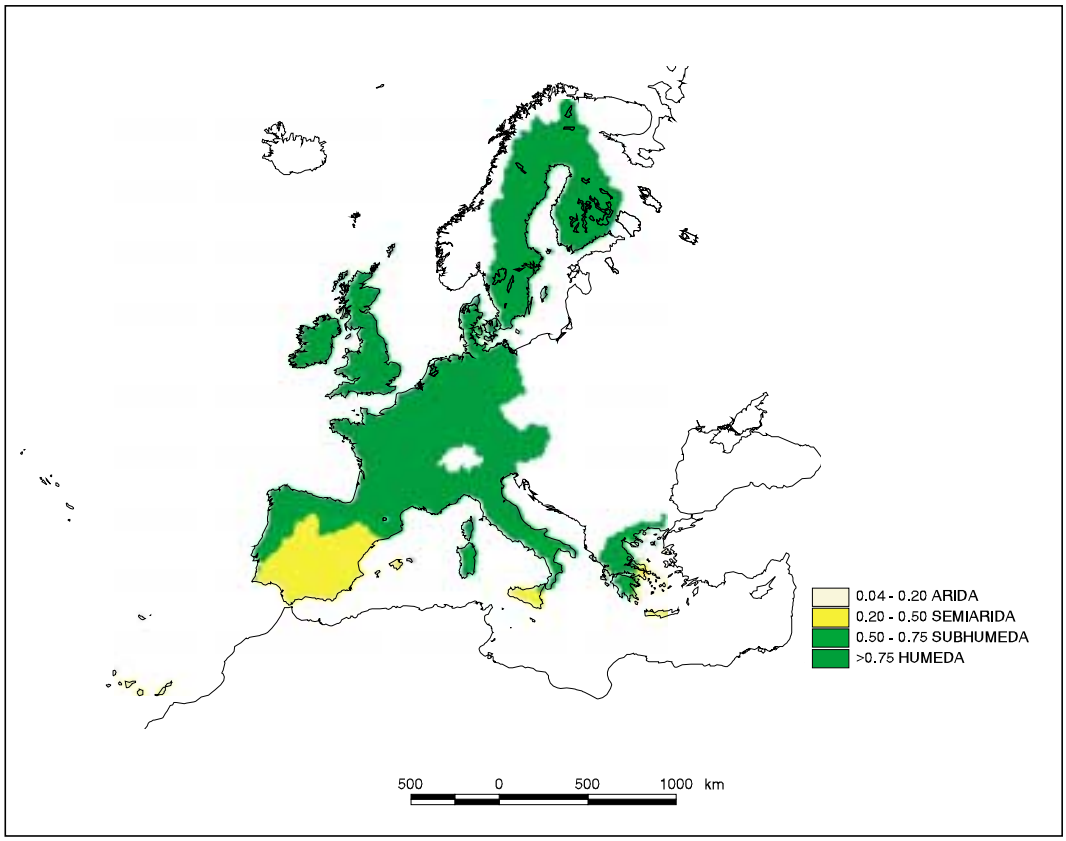


Figura 135. Mapa del índice de humedad en la Unión Europea

Luxemburgo o Alemania reciben entre el 40% y el 90% de sus recursos de otros países vecinos, de tal forma que si no se consideraran estas transferencias, su demanda superaría los recursos hídricos de origen interno. Un caso elocuente es el de España y Portugal. Los recursos totales per cápita en España son menores del 50% de los de Portugal, que recibe un 38% de su agua de España.

Teniendo en cuenta las transferencias de agua procedentes de otros países, en la tabla adjunta -de elaboración propia a partir de datos de EEA (1998)- se muestran los recursos totales anuales per cápita de los países de la UE, diferenciándose los recursos hídricos generados en cada país (origen interno) y las transferencias de países vecinos (origen externo) (tabla 26).

En cuanto al grado de utilización de recursos superficiales y subterráneos, éste varía grandemente de unos países a otros, desde extremos singulares como Dinamarca, donde prácticamente el 100% de los

Estado de la UE	Superficie	Población (1995)	Escorrentía generada int..		Transferencias de otros países		Escorrentía total		
	(km^2)	(mil. hab.)	mm	km^3	mm	km^3	mm	km^3	m^3/hab/año
Alemania	356.954	82.400	266	95	193	69	459	164	1.990
Austria	83.850	7.968	656	55	346	29	1002	84	10.542
Bélgica	30.518	10.141	393	12	131	4	524	16	1.578
Dinamarca	43.092	5.225	139	6	0	0	139	6	1.148
España	**506.470**	**39.238**	**220**	**111**	**0**	**0**	**220**	**111**	**2.829**
Finlandia	338.130	5.115	316	107	9	3	325	110	21.505
Francia	543.965	58.251	313	170	33	18	346	188	3.227
Grecia	131.957	10.480	356	47	99	13	455	60	5.725
Irlanda	70.285	3.575	697	49	43	3	740	52	14.545
Italia	301.277	56.126	554	167	27	8	581	175	3.118
Países Bajos	41.863	15.534	263	11	1911	80	2174	91	5.858
Portugal	92.389	9.915	444	41	271	25	714	66	6.657
Reino Unido	244.410	58.204	593	145	0	0	593	145	2.491
Suecia	449.960	8.852	380	171	7	3	387	174	19.657
UE	**3.235.120**	**371.024**	**367**	**1.187**			**367**	**1.187**	**3.199**

Tabla 26. Valores medios anuales de escorrentía interna, transferencias externas, y recursos totales y per cápita en distintos países de la UE

recursos proviene de extracciones subterráneas, hasta Holanda, Bélgica o Finlandia, donde el aprovechamiento de aguas subterráneas significa menos de un 10% del total. En España el porcentaje de uso de las aguas subterráneas es inferior al 20 % (ver figura 136, de elaboración propia a partir de datos de EEA 1995).

3.1.5. Recursos disponibles

3.1.5.1. Introducción. Conceptos previos

Cuanto se ha dicho hasta ahora se ha referido a los recursos en régimen natural, es decir, desde un punto de vista hidrológico, y no funcional. Procede ahora estudiarlos desde una nueva perspectiva, considerando las condiciones que los configuran como una oferta que puede servir para atender una demanda de agua y las limitaciones para su utilización, pues, como es lógico, no todo el recurso natural puede -ni debe- realizar tal función. Para la introducción de esta nueva perspectiva y la mejor comprensión del sistema de utilización es necesario introducir algunos importantes conceptos previos (v., p.e., Erhard-Cassegrain y Margat, 1983).

Así, debe notarse que algunas de las limitaciones o restricciones que configuran los recursos naturales como una oferta inserta en el sistema de usos son externas al propio sistema de utilización del agua y tienen un carácter previo y superior, por lo que limitan la potencialidad real de utilización del agua. En este sentido cabe hablar de un recurso potencial, que podría definirse como la parte del recurso natural que constituye un potencial de oferta una vez que se han tenido en cuenta dichas restricciones exteriores. Estas restricciones pueden ser de carácter ambiental, socioeconómico o geopolítico.

1. Las restricciones de carácter ambiental tienen como objetivo la protección, en determinados territorios y periodos de tiempo, de las funciones naturales del agua (ecosistemas acuáticos, fundamentalmente) mediante la preservación de flujos, de velocidades, de niveles, de volúmenes, o de sus características físico-químicas. Ante la ausencia de conocimientos y estudios detallados que cubran todo el territorio nacional, una forma simplificada de abordar esta restricción consiste en reservar cautelarmente una determinada fracción del recurso natural que no se incorpora al sistema de explotación, quedando así preservada de una posible utilización económico-productiva y continuando su función natural. Esta fundamental cuestión se volverá a tratar en el capítulo relativo al sistema de utilización actual del agua, pero debe retenerse ya el enfoque conceptual que se propone dar al problema de los llamados caudales ecológicos: no un uso más de los contemplados en el sistema de utilización, sino una restricción externa y previa que opera sobre los recursos naturales para configurar el recurso potencial, o, dicho de otra forma, un supuesto previo a la gestión del dominio público hidráulico.

   Es importante comprender que solo cabe hablar de oferta o disponibilidad de recursos tras haber satisfecho -entre otras- estas restricciones ambientales, y sólo en la medida en que la utilización del agua no

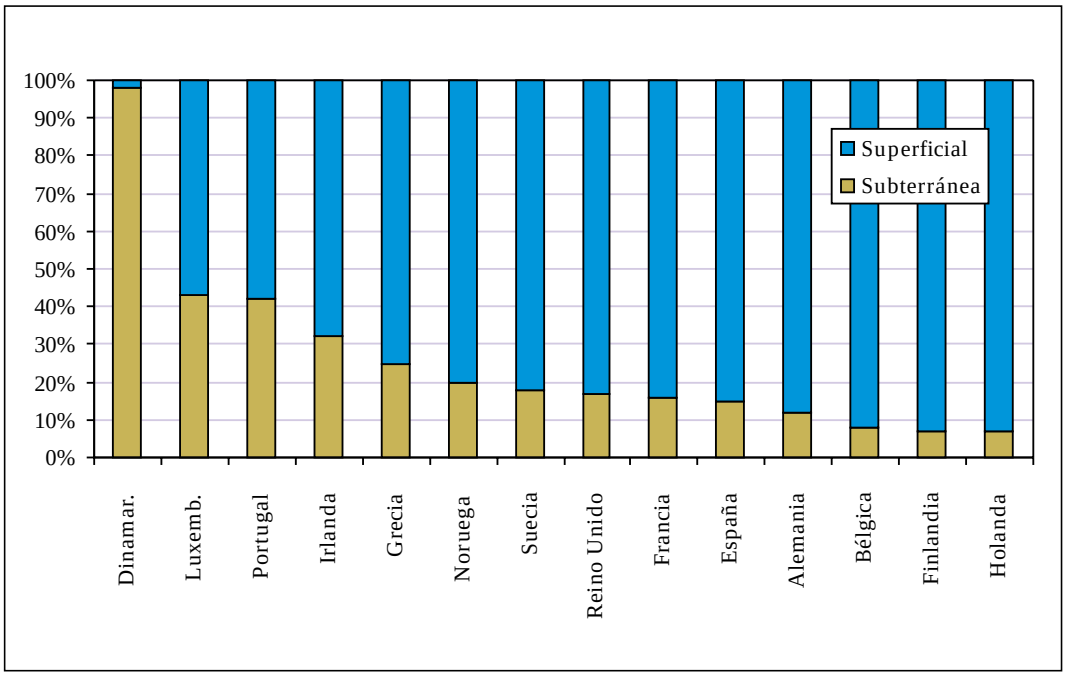


Figura 136. Porcentajes de utilización de recursos superficiales y subterráneos en distintos países de la UE

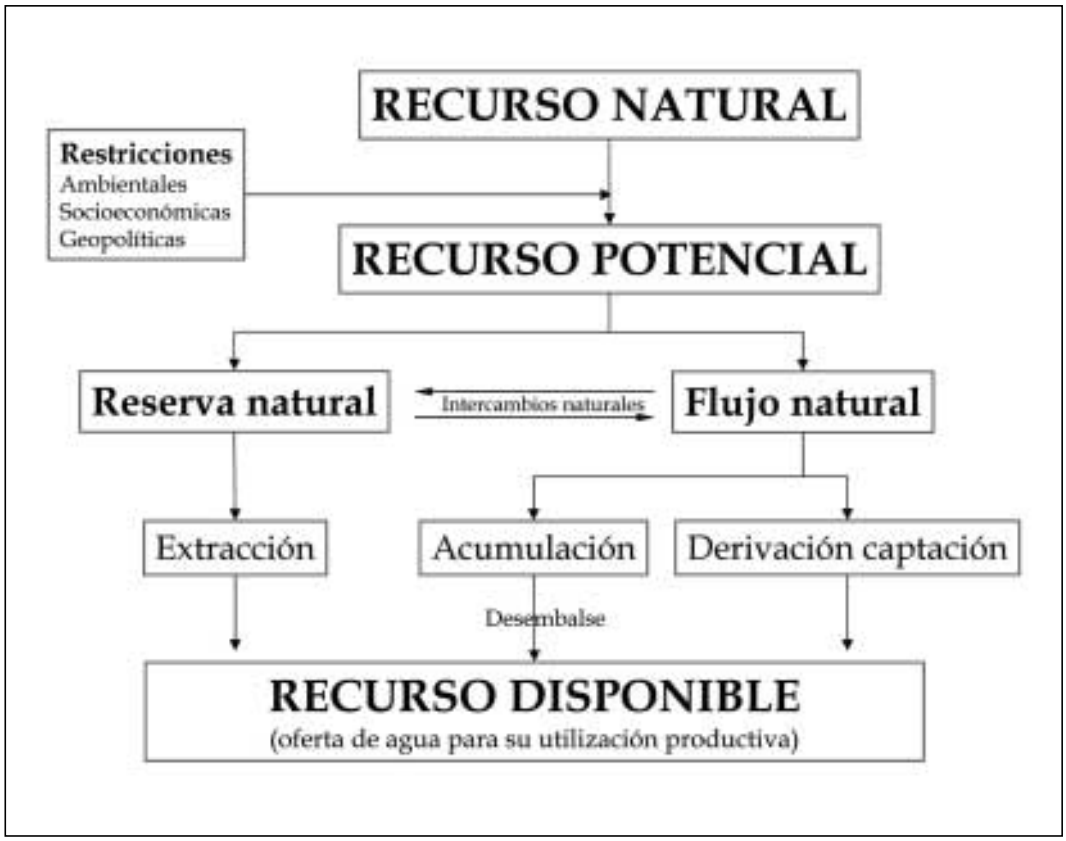


Figura 137. Esquema conceptual de movilización de recursos naturales y su transformación en recursos disponibles

distorsione sensiblemente su función ambiental (biológica, climática, …) podrá aceptarse su carácter de bien económico-productivo al servicio del bienestar y el desarrollo.

2. Las restricciones de carácter social o socioeconómico pueden proceder de servidumbres derivadas de actividades consideradas prioritarias y que resultan incompatibles con la utilización del recurso, como consecuencia, por ejemplo, de determinadas opciones de ordenación territorial. Este sería el caso de aquellos equipamientos que, aun siendo técnica y económicamente factibles, pueden entrar en conflicto con determinados criterios de ocupación del suelo.
3. Finalmente, las restricciones de carácter geopolítico suelen referirse al caso de ríos internacionales. Desde el punto de vista del país situado aguas arriba pueden existir determinados compromisos de mantenimiento de ciertos caudales en la frontera que reducen su recurso potencial al no poder utilizar dichos caudales. En el caso del país situado aguas abajo, sus recursos potenciales podrían disminuir, hasta el umbral establecido, a medida que aumentase la utilización del agua en el país situado aguas arriba.

Además de estas restricciones exteriores que determinan el recurso potencial, existen otras restricciones de carácter técnico que pueden limitar el aprovechamiento de las aguas del medio natural. En este sentido cabe hablar de unos recursos realmente disponibles para su utilización productiva como consecuencia del conjunto de restricciones técnicas que limitan el posible aprovechamiento del recurso natural o potencial. La cuantía de estos recursos disponibles depende, fundamentalmente, de las características del recurso natural y del nivel tecnológico del sistema de utilización. Así, por ejemplo, los recursos de agua subterránea de un acuífero pueden ser potencialmente aprovechables, pero estarán realmente disponibles en función de la tecnología de perforación y bombeo existente en cada momento.

El concepto de recurso disponible está pues ligado a las posibilidades de movilización de los recursos naturales o potenciales, y de ahí que algunos autores se refieran al recurso disponible como movilizable. En este sentido, movilizar el agua para que se encuentre en disposición de ser usada, consiste en, partiendo del medio natural, ponerla en circulación en la estructura técnica del sistema de utilización.

En la práctica, la movilización y consiguiente disponibilidad de los recursos puede obtenerse mediante diversos procedimientos:

- Captación directa de una parte del caudal regulado de forma natural: toma directa de un río o captación de agua subterránea.

- Transformación de una parte del caudal natural más o menos irregular en una reserva para su utilización posterior: regulación de un río por medio de un embalse o recarga artificial de un acuífero.
- Obtención de un caudal a partir de una reserva natural preexistente: aprovechamiento del agua de un lago o extracción de las reservas de agua subterránea, renovables o no.
- Transformación en caudal movilizable de un flujo no aprovechable directamente: reducción de la evaporación.

Estas ideas se esquematizan gráficamente en la figura 137.

Un aspecto que incide de manera muy importante en la disponibilidad de recursos es la gestión del sistema de explotación, es decir, el conjunto de normas y reglas de actuación sobre los elementos naturales y las obras e instalaciones de infraestructura hidráulica que transforman el régimen de los recursos naturales para adaptarlos a la satisfacción de las demandas o para evitar riesgos naturales. Una gestión deficiente del sistema puede reducir apreciablemente la disponibilidad de recursos, mientras que, por el contrario, una adecuada gestión puede incrementarla.

Desde el punto de vista cualitativo, los recursos disponibles dependen de las posibilidades técnicas de tratar las aguas y corregir, en caso de que sea necesario, las características que no se adapten al uso al que se pretenden destinar. Sobre esta cuestión, y sobre las limitaciones que pueden derivarse de las condiciones de calidad del agua, se volverá a insistir posteriormente con detalle.

Otro aspecto que condiciona de manera muy importante la disponibilidad de recursos es su fiabilidad, es decir, la garantía con la que se dispone de ellos. Contar con altos niveles de garantía o seguridad en el suministro supone disponer de menores recursos, mientras que una menor exigencia de garantía permitiría contar con una mayor disponibilidad. En este sentido, para una correcta valoración de la disponibilidad es fundamental especificar el nivel de garantía correspondiente a los recursos que se estiman disponibles.

A la escala de los sistemas de explotación es importante también contar con las posibilidades de emplear el agua procedente de los retornos de suministros previos que se restituyen al medio natural. Estos retornos representan la posibilidad de removilizar parte de los recursos y constituyen un potencial de oferta secundario que debe añadirse al resto de los recursos disponibles procedentes de una sola utilización o movilización. Esta cuestión adquiere especial relevancia en nuestro país, donde el regadío, que da lugar al retorno de importantes volúmenes, constituye, con diferencia, la mayor demanda.

Como ya se ha señalado, el nivel de las tecnologías existentes en cada momento también influye en la cuantía de los recursos disponibles. En este sentido, es frecuente distinguir entre recursos convencionales, obtenidos mediante la ejecución de técnicas de movilización clásicas y suficientemente probadas, y recursos no convencionales, obtenidos mediante el desarrollo de técnicas nuevas, a menudo de carácter experimental o que se llevan a cabo de forma excepcional. Suelen considerarse tradicionalmente como recursos no convencionales los procedentes de la desalación de aguas marinas y salobres, la reutilización directa de aguas residuales y la modificación de las condiciones climáticas, entre otros.

Sin embargo, el grado de convencionalidad de los recursos, al estar asociado al nivel tecnológico, constituye un concepto dinámico que evoluciona en el tiempo. Así, en el momento actual algunas de estas técnicas, como la desalación o la reutilización, podrían sin duda considerarse como convencionales en la práctica.

En este punto conviene hacer constar que, a diferencia del recurso natural, sobre cuyo significado técnico hay un acuerdo relativamente generalizado, el concepto de recurso disponible ha sido tradicionalmente objeto de interpretaciones muy diferentes. Ello resulta perfectamente explicable teniendo en cuenta los muy distintos factores que lo configuran y de los que depende, y que algunos -como las reglas de gestión- no suelen estar definidos de modo explícito ni son de fácil formulación en sistemas hidráulicos complejos.

Una prueba de estas diferencias son las distintas estimaciones que han venido realizándose en los últimos años en España (donde se les llama en ocasiones recursos regulados o garantizados). En la tabla 27 se presentan algunas de las más importantes de estas estimaciones (expresadas en hm^3/año), incluyendo las realizadas en los Planes Hidrológicos de cuenca. En este caso es necesario realizar una interpretación prudente de los resultados relativos, pues no en todos los Planes se utiliza el mismo concepto de recurso disponible, ni se han seguido los mismos criterios y procedimientos para su obtención. En consecuencia, y pese a que se ofrecen en una tabla común, las cifras correspondientes a los diversos Planes no son directamente comparables entre sí.

Algo similar sucede si se pretende comparar unas estimaciones con otras, pues en general se han empleado criterios diferentes en cuanto a modulación de demandas, evaluación de volúmenes regulados en embalses, utilización de aguas subterráneas,

consideración de caudales ambientales y retornos, garantías de suministro, consideración de todo el ámbito o solo de algunos ríos principales, inclusión o no de las aguas trasvasadas, gestión conjunta o unitaria de los embalses, etc.

En la tabla puede apreciarse la disparidad de los resultados obtenidos. Descontando la estimación realizada en 1967, que corresponde a una situación muy diferente de la actual (p.e. en cuanto a embalses), el resto de las estimaciones proporcionan unos recursos disponibles que varían entre el 38 y el 47% de los recursos naturales. Sin embargo, en el ámbito de algunos Planes concretos estas diferencias son muy acusadas, como consecuencia de la diversidad de criterios ya mencionada.

Todo ello pone de manifiesto la necesidad de unificar conceptos y criterios con objeto de obtener resultados que permitan realizar análisis de tipo comparativo, que ayuden a determinar la evolución temporal de las disponibilidades, y que faciliten una evaluación de la eficacia de las diversas medidas destinadas a mejorar la disponibilidad de recursos.

3.1.5.2. Caudales fluyentes y regulación natural

De acuerdo con el régimen de variación en el tiempo de los flujos de agua, y desde la perspectiva de sus posibilidades de uso, es frecuente considerar los recursos subdivididos en dos grandes categorías:

- Permanentes, o casi permanentes, regulados de forma natural.
- Variables, según diversos grados de irregularidad.

	1967 (a)	1980 (b)	1980 (c)	1990 (d)	1991 (e)	1993 (f)	1998 (g)
Galicia Costa					1.302	1.302	
Norte I				1.100		5.515	691
Norte II				1.807		1.518	587
Norte III				943		493	468
Norte	8.525	10.123	7.448		4.967	8.828	
Duero	6.405	7.713	9.111	9.465	9.269	7.797	10.229
Tajo	4.356	6.496	8.343	6.281	6.233	6.233	5.063
Guadiana I				2.610		2.592	2.591
Guadiana II				407		371	345
Guadiana	2.252	1.428	2.462	3.017	2.385	2.963	2.936
Guadalquivir	3.564	2.965	2.810	4.780	3.255	3.416	3.451
Sur	538	717	785	533	861	1.109	1.007
Segura	665	675	1.317	1.742	700	1.125	1.500
Júcar	1.850	2.665	3.104	2.003	2.564	3.052	3.437
Ebro	8.502	11.164	14.133	9.289	9.337	10.727	9.898
C.I. Cataluña	697	1.139	1.656		1.358	1.358	1.587
Total Península	**37.354**	**45.085**	**51.169**		**40.929**	**46.608**	
Baleares	-	224	313		312	312	300
Canarias	-	496	496		496	420	417
Total España		**45.805**	**51.978**		**41.737**	**47.340**	

Tabla 27. Distintas estimaciones de los recursos hídricos disponibles en España

(a) Recursos Hidráulicos. II Plan de Desarrollo Económico y Social. Presidencia del Gobierno, PG (1967)

(b) El agua en España. MOPU-DGOH-CEH (1980)

(c) Planificación Hidrológica Nacional. (Avance 80). Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica. MOPU-CIPH (1980). Incluye retornos, evaluados en 6007 hm3/año para todo el territorio nacional.

(d) Plan Hidrológico. Síntesis de la Documentación Básica. MOPU-DGOH (1990). Estas cifras se presentan bajo la denominación recursos garantizados y se refieren solo a las cuencas intercomunitarias.

(e) El agua en España. Instituto de la Ingeniería de España IIE-ITGE-UNESA. (1991). Incluye los recursos regulados por los embalses y los procedentes de una explotación equilibrada de los acuíferos en una primera aproximación. No se incluyen retornos o recursos importados de otras cuencas. Basado principalmente en la Documentación Básica de los Planes Hidrológicos.

(f) Memoria del PHN. MOPT (1993). Incluye los acuíferos sobreexplotados: Guadiana I (280 hm3/año), Guadalquivir (25 hm3/año), Sur (60 hm3/año), Segura (325 hm3/año), Júcar (125 hm3/año), C.I. Cataluña (50 hm3/año), Baleares (30 hm3/año) y Canarias (160 hm3/año). Total 1055 hm3/año. No incluye retornos (8.000 hm3/año), ni reutilización y desalación (115 hm3/año)

(g) Planes Hidrológicos de cuenca (1998). La cifra del Norte solo incluye la regulación conseguida en los embalses destinados exclusivamente a atender demandas consuntivas. Las cifras del Tajo y el Ebro corresponden a la demanda interna satisfecha, inferior al recurso disponible. El Tajo incluye lo que denomina demanda ambiental y el Ebro incluye 3150 hm3/año de caudal mínimo medioambiental en la desembocadura. Se incluyen las transferencias máximas previstas al Sur (10 hm3/año), Segura (540 hm3/año) y Cataluña (100 hm3/año). La cifra del Júcar incluye reutilización, transferencias y retornos.

El concepto de recurso permanente, o regulado en régimen natural, está estrechamente relacionado con el caudal de base de los ríos que, en nuestro país, depende fundamentalmente de las ya estudiadas aportaciones subterráneas debidas al drenaje de los acuíferos y, en menor medida, del deshielo.

Es habitual interpretar estos recursos regulados de forma natural como aquéllos que, en situación de libre apropiación y de ausencia de infraestructuras de almacenamiento, podrían ser utilizados para la satisfacción de las demandas, es decir, el agua que podría ser utilizada en forma fluyente. Era éste el valor que se buscaba cuando, desde el siglo XVIII, comienzan a realizarse mediciones puntuales y esporádicas del caudal de los ríos con vistas a determinar sus posibilidades de aprovechamiento. Puesto que en los países hidráulicamente maduros -como el nuestro- ya existen numerosas obras de regulación superficial y captaciones subterráneas, los recursos regulados de forma natural no son más que un concepto teórico, pero que resulta útil fundamentalmente a efectos comparativos, y como descriptor de la irregularidad hídrica.

Para su estimación es preciso definir previamente la variación estacional de las demandas que podrían ser atendidas con estos caudales fluyentes y las garantías exigidas a su suministro. Tradicionalmente se han considerado dos tipos de modulación de la demanda: uno con distribución uniforme a lo largo del año, asimilable a la situación habitual de las demandas de abastecimiento a poblaciones estables, y otro variable, con el máximo en los meses de verano, asimilable a las demandas de riego.

En estudios anteriores (MOPU, 1980) se estimó la regulación natural en la Península en 9.190 hm^3/año para demandas uniformes y en 4.445 hm^3/año para demandas variables de riego. Esta estimación se realizó a partir de los datos del pionero Inventario de Recursos Hidráulicos (CEH, 1971), considerando embalses con capacidad nula en las desembocaduras de los ríos importantes o en la frontera portuguesa. Quedaban así excluidos algunos ríos de menor importancia en el contexto general y las intercuencas costeras. Las cifras indicadas corresponden a un nivel de garantía del 96%, definida eliminando el 4% de los años de menor aportación y calculando las demandas que podrían atenderse sin fallos con la serie de años restante.

Para la elaboración de este Libro se ha procedido a una nueva evaluación de los recursos regulados de forma natural. Para ello se ha utilizado la configuración del sistema de explotación actual, descrito en otros epígrafes de este Libro, y se han empleado dos grupos de series de aportaciones mensuales en régimen natural. El primero de ellos corresponde a las series empleadas por los Planes Hidrológicos de cuenca en los análisis de sus sistemas de explotación. Estas series cubren periodos de tiempo diferentes y en general no incluyen el último periodo de sequía. El segundo grupo está constituido por las series calculadas para la elaboración de este Libro, que cubren el periodo 1940/41-1995/96. Estas series se han obtenido mediante el modelo de simulación de aportaciones que ya ha sido descrito en epígrafes previos. Las series se han generado en un conjunto de puntos de cálculo seleccionados (unos 350) que se muestran en un capítulo posterior.

Se han supuesto dos distribuciones de demanda: una uniforme con garantía 100% y otra variable con el criterio de garantía estándar de déficit anuales acumulados del 50, 75 y 100% de la demanda anual para 1, 2 y 10 años, respectivamente. Estos valores son los adoptados de forma estándar en este Libro, tal y como se comentará en relación con el modelo analítico.

La distribución mensual adoptada para caracterizar esta demanda variable media representativa -o demanda tipo- es la indicada en la tabla 28, cuyos valores se han obtenido como promedio de una extensión representativa de zonas de riego en España.

En el caso de demanda uniforme no se ha considerado ningún tipo de retorno, mientras que en el caso de la demanda variable se ha supuesto que se producen unos retornos del 20% de la demanda atendida. La razón para ello es que, con estos criterios, los resultados obtenidos para el caso de demanda uniforme con garantía del 100% (es decir, sin admitir fallo alguno con las series de aportaciones utilizadas) y sin retornos representan la máxima detracción que se podría realizar de los ríos de forma continua sin ninguna infraestructura de almacenamiento, no debiendo interpretarse esta cifra como un posible suministro para abastecimiento. Por su parte, los resultados relativos a demanda variable con déficit admisibles del 50, 75 y 100% y retornos del 20% se aproximan a las posibilidades reales de movilización de recursos superficiales para regadío si no se dispusiera de infraestructuras de almacenamiento, es decir, de forma fluyente. Es en este sentido teórico -como un sofisticado indicador de

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
3	0	0	0	0	1	4	11	18	27	25	11	100

Tabla 28. Distribución porcentual mensual de la demanda variable tipo

comportamiento- como han de interpretarse tales evaluaciones, y no en el de disponer de una cuantificación de disponibilidades hídricas.

El volumen regulado se ha estimado con ayuda de un modelo matemático de gestión de recursos con ciclo de optimización anual. Se han estudiado un total de unos 500 puntos de demanda, distribuidos por la red hidrográfica del territorio peninsular. En cada tramo de río se ha definido una demanda de agua que toma del extremo de aguas arriba del tramo y retorna al extremo de aguas abajo. Con objeto de representar la situación de libre apropiación en la asignación de recursos, las demandas se ordenan desde aguas arriba hasta aguas abajo por niveles homogéneos. Se ha asignado una prioridad máxima a las demandas de los tramos situados en las cabeceras de los ríos. A los tramos situados inmediatamente aguas abajo de éstos se les ha asignado el siguiente nivel de prioridad, y así sucesivamente hasta la frontera con Portugal o hasta la desembocadura del río en el mar.

El recurso regulado en cada punto se ha calculado mediante un algoritmo iterativo de bipartición que comprueba al final de cada ejecución del modelo el cumplimiento del criterio de garantía establecido para cada demanda y aumenta o disminuye el valor estimado de la demanda en consecuencia. El valor de modificación se reduce a la mitad en cada iteración, por lo que, al final del proceso se obtiene una estimación de la demanda regulada con una precisión conocida. En cada punto se ha supuesto inicialmente un valor de demanda igual a la aportación media en régimen natural en dicho punto y se ha trabajado con una precisión del 1 por 1.000 del valor de dicha aportación. El valor inicial adoptado supone lógicamente un límite superior de la máxima demanda que se puede atender en ese punto. A partir del valor inicial se han acotado los valores de las demandas hasta que se cumple el criterio de garantía establecido.

Con objeto de reducir el número de ejecuciones del modelo de optimización, el algoritmo ajusta simultáneamente las demandas de un mismo nivel de prioridad. Según el criterio de ordenación de niveles de prioridad, procediendo de esta manera se garantiza que no hay conflictos en la asignación del recurso, ya que (si no hay bucles cerrados en la red hidrográfica) las demandas de un mismo nivel de prioridad no pueden compartir el mismo recurso.

Operativamente, se procede desde aguas arriba hacia aguas abajo por niveles homogéneos de prioridad, ajustando en una primera fase las demandas de máxima prioridad (más aguas arriba). Las demandas del siguiente nivel de prioridad se ajustan en una segunda fase, y así sucesivamente. En cada fase se supone que las demandas situadas aguas abajo de las del nivel de prioridad estudiado son nulas, para no interferir con la asignación de recursos. En las demandas situadas aguas arriba de las del nivel de prioridad estudiado se mantiene la estimación realizada en las fases previas.

De esta forma, los resultados obtenidos con las series de aportaciones empleadas en los análisis de los sistemas de explotación realizados en los Planes de cuenca son los que se muestran en la tabla 29 y figura 138. En la tabla se incluyen, como referencia, las cifras de aportación natural indicadas en los Planes y las aportaciones de cálculo empleadas en el análisis de los sistemas de explotación. Las diferencias son debidas a

Ámbito	Aportación natural total (hm^3/año)	Aportación de cálculo (hm^3/año)	Regulado con demanda uniforme (hm^3/año)	Regulado con demanda uniforme (%)	Regulado con demanda variable (hm^3/año)	Regulado con demanda variable (%)
Norte I	11.235	10.489	640	6	411	4
Norte II	13.000	10.950	546	5	708	6
Norte III	5.381	4.211	180	4	248	6
Duero	15.168	13.558	2.006	15	1.656	12
Tajo	12.230	12.230	644	5	505	4
Guadiana I	4.875	4.714	18	0	128	3
Guadiana II	1.293	825	0	0	0	0
Guadalquivir	7.978	8.021	192	2	233	3
Sur	2.483	1.076	15	1	41	4
Segura	1.000	857	299	35	226	26
Júcar	4.142	2.580	524	20	484	19
Ebro	18.217	18.217	2.661	15	2.638	14
C. I. Cataluña	2.780	1.544	282	18	284	18
Galicia Costa	12.642	8.137	591	7	619	8
Península	112.424	97.408	8.599	9	8.179	8

Tabla 29. Volúmenes regulados en régimen natural con las series de aportaciones empleadas en los Planes de cuenca

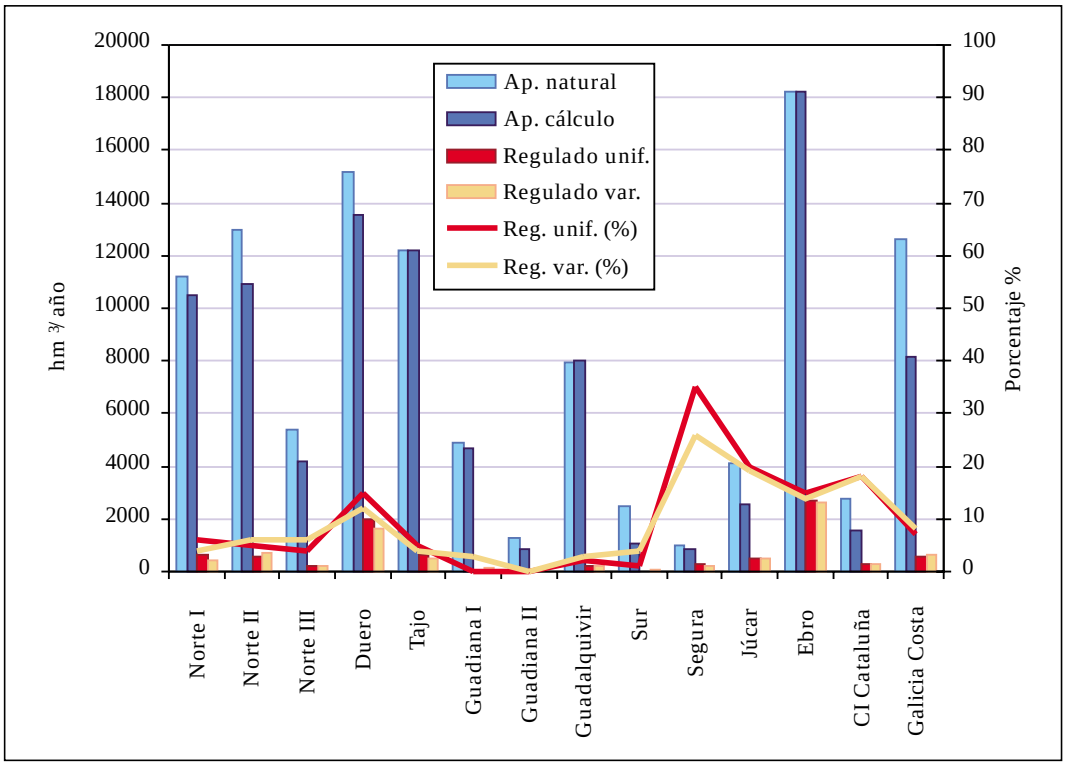


Figura 138. Volúmenes regulados en régimen natural por ámbitos de planificación. Series de los Planes Hidrológicos

discrepancias en el ámbito territorial analizado, más reducido que el de los Planes en algunos ámbitos, al excluir algunas pequeñas cuencas vertientes directamente al mar, o a actualizaciones de las series realizadas con posterioridad a la redacción de los Planes de cuenca. Los resultados se expresan tanto en valor absoluto como en porcentaje respecto a la aportación de cálculo empleada.

Los mismos resultados pero correspondientes a las series obtenidas en este Libro son los que se muestran en la tabla 30 y la figura 139.

Puede llamar la atención el hecho de que los resultados en régimen variable sean, en algunos casos, superiores a los del régimen constante. Ello se explica considerando los diferentes regímenes hidrológicos, la

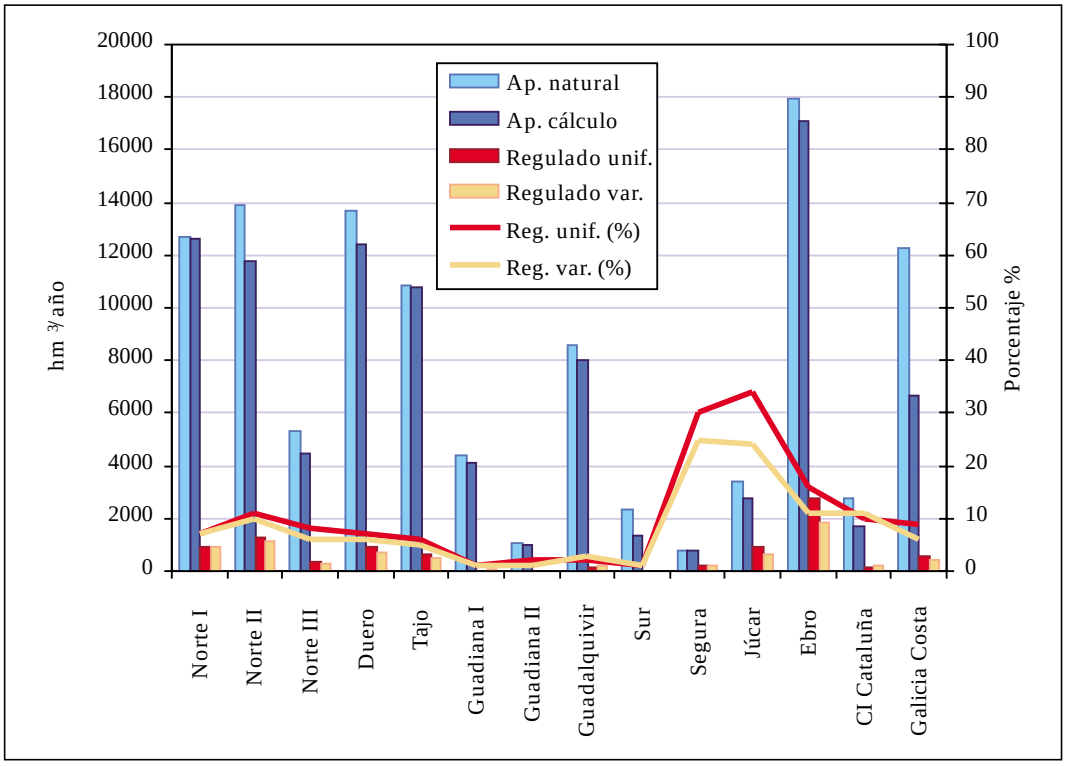


Figura 139. Volúmenes regulados en régimen natural por ámbitos de planificación. Series obtenidas en este Libro

Ámbito	Aportación natural total (hm³/año)	Aportación de cálculo (hm³/año)	Regulado con demanda uniforme (hm³/año)	Regulado con demanda uniforme (%)	Regulado con demanda variable (hm³/año)	Regulado con demanda variable (%)
Norte I	12.689	12.603	935	7	916	7
Norte II	13.881	11.799	1.263	11	1.146	10
Norte III	5.337	4.437	352	8	251	6
Duero	13.660	12.422	892	7	742	6
Tajo	10.883	10.782	605	6	490	5
Guadiana I	4.414	4.097	26	1	44	1
Guadiana II	1.061	998	15	2	7	1
Guadalquivir	8.601	7.988	132	2	208	3
Sur	2.351	1.379	16	1	18	1
Segura	803	757	225	30	192	25
Júcar	3.432	2.745	924	34	656	24
Ebro	17.967	17.089	2.795	16	1.827	11
C. I. Cataluña	2.787	1.722	177	10	190	11
Galicia Costa	12.250	6.633	569	9	426	6
Península	110.116	95.451	8.926	9	7.112	7

Tabla 30. Volúmenes regulados en régimen natural con las series obtenidas en este Libro

introducción de retornos, y la adopción de un criterio de garantía sensiblemente más laxo.

Estas cifras, que como puede verse son básicamente coincidentes en las dos hipótesis de aportaciones realizadas, sugieren distintas conclusiones de interés.

1. En primer lugar, se pone de manifiesto que sólo una pequeña fracción de los recursos naturales totales, del orden del 8 o el 9%, podría ser aprovechada en la satisfacción de las diferentes necesidades de agua si no se alterase artificialmente el régimen natural. Ello significa, grosso modo, que en la actualidad solo podría regarse en la península un máximo absoluto próximo al millón de hectáreas, lo que viene a ser la superficie existente a comienzos de siglo cuando, efectivamente, el régimen hidrológico de los ríos y acuíferos era sensiblemente igual al natural.

2. También puede constatarse la bondad de las estimaciones realizadas en los años ochenta. En efecto, la cifra de 9.190 hm³/año correspondiente a demanda uniforme obtenida entonces es similar a los 8.600-8.900 hm³/año resultantes de la nueva estimación. La menor disponibilidad obtenida ahora se debe, fundamentalmente, a la utilización de un nivel de garantía del 100%, más exigente que el utilizado en las determinaciones anteriores. En el caso de demanda variable la diferencia es más apreciable (4.445 frente a 7.200-8.200 hm³/año), pues se han utilizado criterios muy diferentes para su obtención. Por una parte, ahora ha sido contemplada la posibilidad de aprovechamiento de los retornos, estimados con carácter general en un 20% de los suministros. Además, ahora se ha utilizado un criterio de garantía diferente, limitando los déficit acumulados en 1, 2 y 10 años al 50, 75 y 100% de la demanda, respectivamente. Este criterio, en general menos exigente que el anterior, conduce a un mayor valor de los volúmenes disponibles para su aprovechamiento.

3. Los valores alcanzados con los dos grupos de series empleados son básicamente coincidentes, aunque se perciben algunas discrepancias, no muy significativas, en las cuencas del Júcar, Cataluña y Duero. Ello reafirma la validez general de las nuevas series como instrumento para la realización de análisis globales homogéneos.

4. Tal y como se comprobó al examinar los correlogramas de aportaciones y la fracción de origen subterráneo, las cuencas que disponen de una mayor regulación natural (del orden del 30% de la aportación total), debido a su importante componente subterránea, son el Segura y el Júcar, lo que históricamente propició el asentamiento de poblaciones y el desarrollo de extensos y antiguos regadíos tradicionales en sus vegas. Les sigue el Ebro con cuantías relativas del orden del 15%, aunque con volúmenes muy superiores en términos absolutos. En el otro extremo se sitúan las cuencas del Guadiana, Guadalquivir y Sur, que disponen de una menor fracción de sus aportaciones regulada de forma natural (inferior al 3%).

3.1.5.3. Las obras de regulación y los sistemas de explotación

Como ya se ha indicado, los recursos regulados de forma natural descritos en el epígrafe anterior son tan solo un concepto teórico, ciertamente útil a efectos comparativos y como descriptor de la variabilidad hídrica,

Plan Hidrológico	Número de sistemas de explotación
Norte I	6
Norte II	15
Norte III	7
Duero	4
Tajo	5
Guadiana I	4
Guadiana II	1
Guadalquivir	17
Sur	5
Segura	1
Júcar	9
Ebro	27
C. I. Cataluña	4
Galicia Costa	20
Total	125

Tabla 31. Número de sistemas de explotación por ámbitos de planificación hidrológica

pero alejado de la actual realidad de madurez hidráulica del país, en el que se dispone de numerosas obras de regulación superficial y captaciones subterráneas que alteran dicho régimen natural y permiten un aprovechamiento más regular y fiable de los recursos naturales.

A lo largo del tiempo, y a medida que se alcanzaba dicho nivel de madurez, el papel de las obras de regulación y las formas de abordar su estudio han evolucionado de modo importante. En su clásica obra La regulación de los ríos, Becerril (1959) definió la regulación como el mecanismo por el cual la técnica armoniza la irregularidad fluvial con la permanencia de la disponibilidad; se consigue por almacenamiento de las aguas en un embalse durante las épocas en que haya exceso de caudal y utilización de estas aguas acumuladas en aquellos periodos en que la demanda supera el caudal del río. Esta definición tradicional, que asocia la obra de regulación a la atención de una determinada demanda, se enmarca en etapas de desarrollo hidráulico caracterizadas por una relativa abundancia de recursos frente a la demanda, en las que los problemas hidráulicos de una cuenca se tratan de forma independiente y los aprovechamientos se desarrollan con carácter aislado. En estas condiciones, las obras de regulación se programan para cada utilización concreta que se plantea, sin interconexión alguna. Son las etapas que el II Plan de Desarrollo Económico y Social (1967) denominaba de aprovechamiento inconexo o de oportunidad.

A medida que la utilización del agua aumenta, comienzan a producirse interdependencias entre los problemas hidráulicos de las distintas zonas de las cuencas, y adquiere mayor importancia la disponibilidad de recursos que la realización de aprovechamientos concretos. Se posibilita la satisfacción de las demandas con recursos procedentes de fuentes alternativas y se producen interconexiones entre diferentes zonas. En esta etapa, denominada de aprovechamiento integral, los embalses se convierten en elementos de un sistema más amplio territorialmente y de mayor complejidad técnica, en el que la hipótesis de funcionamiento independiente de cada embalse no resulta adecuada.

Para hacer frente a esta nueva realidad surge la figura técnica del sistema de explotación de recursos, que en nuestro país ha adquirido incluso regulación normativa tras la promulgación del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (RAPAPH). En este texto se define el concepto de sistema de explotación de recursos como el conjunto de elementos naturales, obras e instalaciones de infraestructura hidráulica, normas de utilización del agua derivadas de las características de las demandas y reglas de explotación que, aprovechando los recursos hidráulicos naturales, permiten establecer los suministros de agua que configuran la oferta de recursos disponibles del sistema de explotación.

Cada sistema de explotación de recursos ha de referirse a un horizonte temporal y su estudio debe permitir definir y caracterizar los recursos hidráulicos disponibles, de acuerdo con las normas de utilización del agua consideradas, determinar los elementos de la infraestructura precisa y las directrices fundamentales para su explotación, así como los recursos naturales no utilizados en el sistema y, en su caso, los procedentes de ámbitos territoriales externos.

Posteriormente, la Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de 24 de setiembre de 1992, por la que se aprueban las instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca, detalló el papel que deben desempeñar los sistemas de explotación de recursos en la planificación hidrológica. Concretamente se



Figura 140. Mapa de sistemas de explotación básicos definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca

especifica que la simulación de los sistemas de explotación de recursos debe tener en cuenta la explotación de los embalses y de los acuíferos, las relaciones río-acuífero, la modulación de las demandas, las garantías de suministro, los retornos, los resguardos en embalses para laminación de avenidas, las zonas húmedas y su régimen hídrico, los caudales mínimos por razones medioambientales u otras, el régimen de explotación de los aprovechamientos hidroeléctricos y, en su caso, las condiciones de tipo concesional, en particular la garantía de suministro para la refrigeración de centrales termoeléctricas existentes o previstas, así como aquellos otros elementos o características que tengan influencia en la disponibilidad de recursos.

Se recomienda, además, que, cuando en una cuenca se consideren varios sistemas de explotación de recursos, se elabore un único sistema de la totalidad de la cuenca en el que queden incluidos los sistemas parciales, con objeto de efectuar el análisis global de su explotación. Si el ámbito de un Plan Hidrológico comprende varias cuencas hidrográficas con un grado relevante de interconexión entre los sistemas de explotación de sus recursos, se debe elaborar, asimismo, un único sistema en el que se incluyan esas cuencas.

En el conjunto de los Planes de cuenca peninsulares se han considerado 125 sistemas básicos de explotación, distribuidos según se indica en la tabla 31 y en la figura 140.

Contemplar la irregularidad de los distintos Planes en la definición de sus sistemas de explotación (algunos con un número reducido, y otros con un número muy elevado, casi por subcuencas) puede servir para ofrecer algún criterio de homogeneización en el futuro.

Con objeto de disponer de un esquema general de representación y análisis de los sistemas de explotación de las distintas cuencas, de forma global, y con criterios y métodos homogéneos, entre los trabajos para la elaboración de este Libro se decidió también acometer la construcción de un modelo de Sistema Unificado de Explotación de Recursos Hídricos como instrumento básico para la elaboración de los balances de recursos y demandas con la necesaria homogeneidad, rigor metodológico, y resolución adecuada a la escala de trabajo propia de un Plan Hidrológico Nacional.

Con este Sistema, que se describe posteriormente, se ha procedido a evaluar las disponibilidades resultantes de la regulación obtenida en los principales embalses, incluyendo los que actualmente se hallan en construcción. En el epígrafe siguiente se describen los resultados teóricos obtenidos.

3.1.5.4. Disponibilidades teóricas obtenidas mediante regulación en embalse

La situación real de funcionamiento de las cuencas se describe en epígrafes posteriores. En este aparta-

Ámbito	Aport. natural total (hm³/año)	Aport. de cálculo (hm³/año)	Capacidad de embalse total (hm³)	Capacidad de embalse de cálculo (hm³)	Regulado demanda uniforme (hm³/año)	Regulado demanda uniforme (%)	Regulado demanda variable (hm³/año)	Regulado demanda variable (%)
Norte I	11.235	10.489	3.040	2.427	3.891	37	3.442	33
Norte II	13.000	10.950	559	384	1.579	14	1.475	13
Norte III	5.381	4.211	122	79	337	8	307	7
Duero	15.168	13.558	7.667	6.691	6.829	50	8.128	60
Tajo	12.230	12.230	11.135	9.887	5.860	48	7.071	58
Guadiana I	4.875	4.714	8.843	7.550	2.029	43	2.711	58
Guadiana II	1.293	825	776	522	207	25	264	32
Guadalquivir	7.978	8.021	8.867	7.835	2.904	36	3.632	45
Sur	2.483	1.076	1.319	1.042	388	36	504	47
Segura	1.000	857	1.223	737	610	71	725	85
Júcar	4.142	2.580	3.349	2.417	1.650	64	1.985	77
Ebro	18.217	18.217	7.702	6.860	11.017	60	12.998	71
C. I. Cataluña	2.780	1.544	772	709	768	50	1.115	72
Galicia Costa	12.642	8.137	688	451	1.777	22	1.493	18
Península	112.424	97.408	56.063	47.591	39.846	41	45.850	47

Tabla 32. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada, con las series empleadas en los Planes Hidrológicos de cuenca

do se muestra el resultado orientativo obtenido de la simulación del funcionamiento de las cuencas bajo supuestos teóricos de modelación y que, por tanto, no necesariamente se corresponden con los vigentes condicionantes de explotación.

Por ello, los resultados que se obtienen en algunos casos difieren de las situaciones observadas de funcionamiento real de las cuencas.

Las hipótesis teóricas de diseño empleadas en este análisis son las mismas que las utilizadas al evaluar la regulación natural, es decir, demanda uniforme con garantía 100% y sin considerar retornos, y demanda variable, con la distribución entonces indicada, déficit admisibles del 50, 75 y 100% de la demanda anual y retornos del 20% de la demanda atendida. En ambos casos los volúmenes regulados se han determinado disminuyendo un 5% la capacidad de los embalses para tener en cuenta el efecto de los volúmenes mínimos y resguardos destinados al control de avenidas.

Además, se ha supuesto una utilización libre de todos los embalses existentes, ignorando cualquier limitación concesional o de explotación que condiciones su operación, lo que sería particularmente importante en los embalses hidroeléctricos, que se han supuesto de libre utilización para cualquier uso. Esto puede dar lugar a apreciables desviaciones en aquellas cuencas en las que la capacidad de embalse hidroeléctrica es una fracción muy importante del total. Es el caso de los Planes del Norte I, Duero, Tajo y Ebro, en los que esta capacidad supera al almacenamiento para usos consuntivos.

Los cálculos se han realizado para los dos mismos grupos de series de aportaciones naturales que en el caso de la regulación natural, es decir, las empleadas por los Planes Hidrológicos de cuenca en los análisis de sus sistemas de explotación y las calculadas al elaborar este Libro.

El algoritmo de cálculo es similar al empleado en el caso de regulación natural, ligeramente modificado para tener en cuenta el efecto de los recursos almacenados al final de cada año hidrológico. Cuando existe infraestructura de regulación en la cuenca, la aparición de nuevas demandas aguas abajo, incluso teniendo un nivel de prioridad menor que el de las existentes, hace que puedan fallar éstas, puesto que el agua almacenada en los embalses al final de cada ciclo de optimización anual modifica la disponibilidad de recursos en un caso y otro.

Para resolver el problema se realiza una segunda ejecución del algoritmo de optimización, esta vez manteniendo el valor de las demandas situadas aguas abajo, cuya finalidad es la de ajustar definitivamente las demandas que comparten la regulación de un mismo embalse. Como en este caso las modificaciones que se introducen son ya pequeñas, al final de este bucle las demandas resultado cumplen ya el criterio de garantía establecido.

Debe hacerse notar que las cifras resultantes son tan solo meramente ilustrativas, al haberse obtenido en un supuesto teórico de utilización apropiatoria y exclusiva de aguas superficiales, sin considerar la existencia de ningún bombeo de aguas subterráneas, sin ninguna limitación derivada de las concesiones existentes y supeditado a la estrategia de gestión de embalses de ciclo anual supuesta en el modelo de optimización utilizado. Los valores obtenidos constituyen, en ausencia de limitaciones por la calidad de las aguas, un límite inferior de los recursos disponibles, que podrían, si

Ámbito	Aport. natural total (hm³/año)	Aport. de cálculo (hm³/año)	Capacidad de embalse total (hm³)	Capacidad de embalse de cálculo (hm³)	Regulado demanda uniforme (hm³/año)	Regulado demanda uniforme (%)	Regulado demanda variable (hm³/año)	Regulado demanda variable (%)
Norte I	12.689	12.603	3.040	2.427	4.735	38	3.937	31
Norte II	13.881	11.799	559	384	2.180	18	1.870	16
Norte III	5.337	4.437	122	79	471	11	353	8
Duero	13.660	12.422	7.667	6.691	5.253	42	6.095	49
Tajo	10.883	10.782	11.135	9.887	4.587	43	5.845	54
Guadiana I	4.414	4.097	8.843	7.550	1.678	41	1.922	47
Guadiana II	1.061	998	776	522	188	19	228	23
Guadalquivir	8.601	7.988	8.867	7.835	2.161	27	2.819	35
Sur	2.351	1.379	1.319	1.042	284	21	359	26
Segura	803	757	1.223	737	519	69	626	83
Júcar	3.432	2.745	3.349	2.417	1.766	64	2.095	76
Ebro	17.967	17.089	7.702	6.860	10.145	59	11.012	64
C. I. Cataluña	2.787	1.722	772	709	615	36	791	46
Galicia Costa	12.250	6.633	688	451	1.372	21	1.223	18
Península	110.116	95.451	56.063	47.591	35.954	38	39.175	41

Tabla 33. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada, con las series obtenidas en este Libro

bien no necesariamente en todos los casos, incrementarse con estrategias de gestión plurianuales, técnicas de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, o empleo de recursos no convencionales. Por otra parte, se dan casos singulares, como el del Duero, en los que gran parte de la capacidad de almacenamiento (del orden de 2/3 del total) se encuentra en los importantes embalses hidroeléctricos próximos a Portugal, que no son utilizables en la parte española. Ello hace que las estimaciones realizadas deban corregirse sensiblemente a la baja.

Por todo ello, y como antes se indicó, las hipótesis asumidas y, en consecuencia, los resultados obtenidos, no son comparables con los que se observan en la realidad.

En cualquier caso, y con las peculiaridades indicadas, las magnitudes ofrecidas resultan bien indicativas del incremento de disponibilidad, obtenido por efecto de la regulación, respecto a la situación original en régimen natural.

Los resultados obtenidos con las series de aportaciones empleadas en los Planes de cuenca son los que se

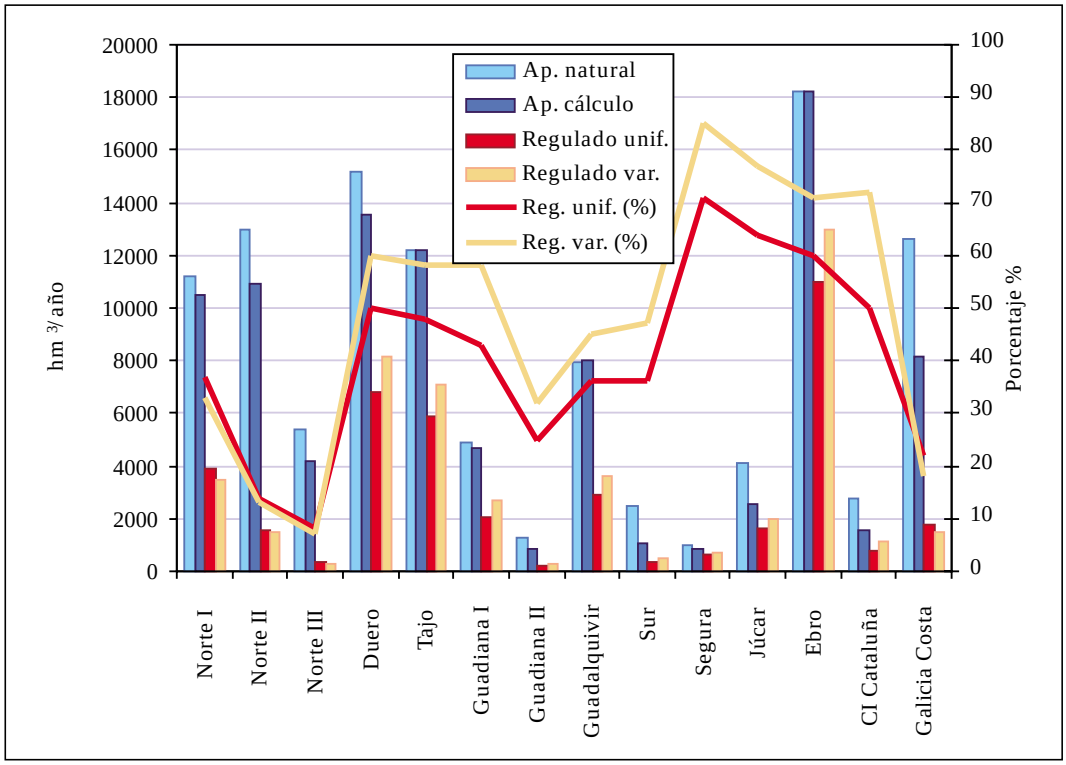


Figura 141. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada. Series de aportaciones de los Planes Hidrológicos

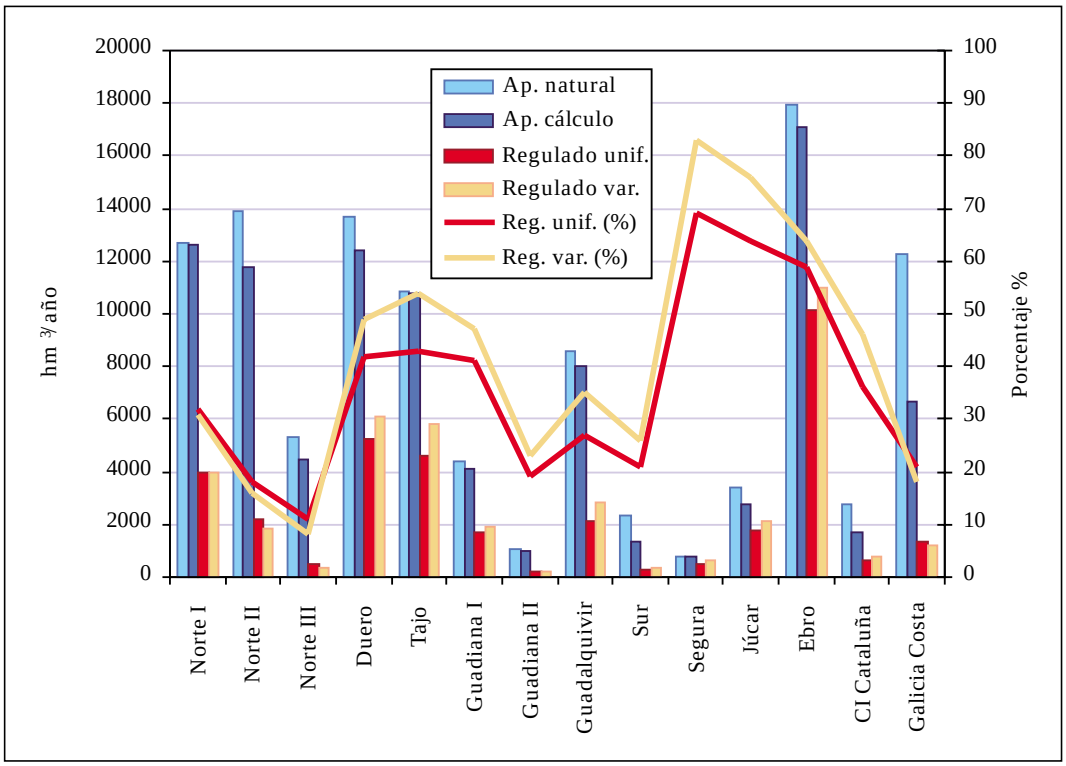


Figura 142. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada. Series de aportaciones obtenidas en este Libro

muestran en la tabla 32 y en la figura 141. En la tabla se incluyen, a modo de referencia, las cifras de aportación natural indicadas en los Planes y las aportaciones de cálculo empleadas en el análisis de los sistemas de explotación, así como la capacidad de embalse total actual (incluyendo los embalses en construcción) y la capacidad de cálculo empleada, inferior por considerar solo los principales embalses y descontar los volúmenes para laminación de avenidas. Los resultados obtenidos se expresan tanto en valor absoluto como en porcentaje respecto a la aportación de cálculo empleada.

Análogamente, los resultados correspondientes a las series obtenidas en este Libro son los que se muestran en la tabla 33 y la figura 142.

Los resultados muestran el apreciable incremento de los volúmenes aprovechables como consecuencia de la infraestructura de regulación, que se situarían ahora en torno al 38-47% de las aportaciones naturales frente al 7-9% anterior. Debe señalarse que en el análisis se han considerado todos los embalses con efectos importantes en la regulación, incluidos aquéllos cuyo uso exclusivo es la generación de energía. Esto, en algunos ámbitos como el Norte I, el Duero o el Tajo -y en particular el segundo-, con importantes aprovechamientos energéticos, conduce, como se comentó, a volúmenes regulados muy superiores a los que resultarían si exclusivamente se consideraran los embalses destinados a atender usos consuntivos.

Los valores obtenidos con cada grupo de series son, en líneas generales, muy similares y las discrepancias observadas se hallan dentro de los márgenes que cabría esperar como consecuencia de los diferentes procedimientos de cálculo empleados y de abarcar periodos de tiempo diferentes.

La figura 143 resume los valores de volúmenes regulados obtenidos en condiciones naturales y con la dotación de embalses de regulación en servicio o en ejecución para el caso de demanda variable, déficit admisibles del 50, 75 y 100% de la demanda anual, y retornos del 20% (es decir, una demanda tipo de regadíos, que es la consuntiva claramente dominante), empleando las series de aportaciones obtenidas para este Libro, que, como se ha indicado, abarcan un periodo común e incorporan la última sequía.

Como puede verse, el incremento de los recursos aprovechables obtenido como consecuencia de las infraestructuras de regulación es francamente elevado en algunas cuencas. En el caso del Guadiana I, por ejemplo, que cuenta con el mayor embalse de España (La Serena, con 3.230 hm^3 de capacidad) el volumen regulado en régimen natural se multiplica por más de cuarenta, llegando a alcanzar un volumen aprovechable del orden del 45% de las aportaciones naturales, porcentaje similar al de ámbitos como el Duero o el Tajo.

En las cuencas del Segura, Júcar y Ebro se alcanzan los mayores porcentajes de regulación superficial, destacando la primera de ellas, que regula más del 80% de su aportación natural. En el otro extremo se

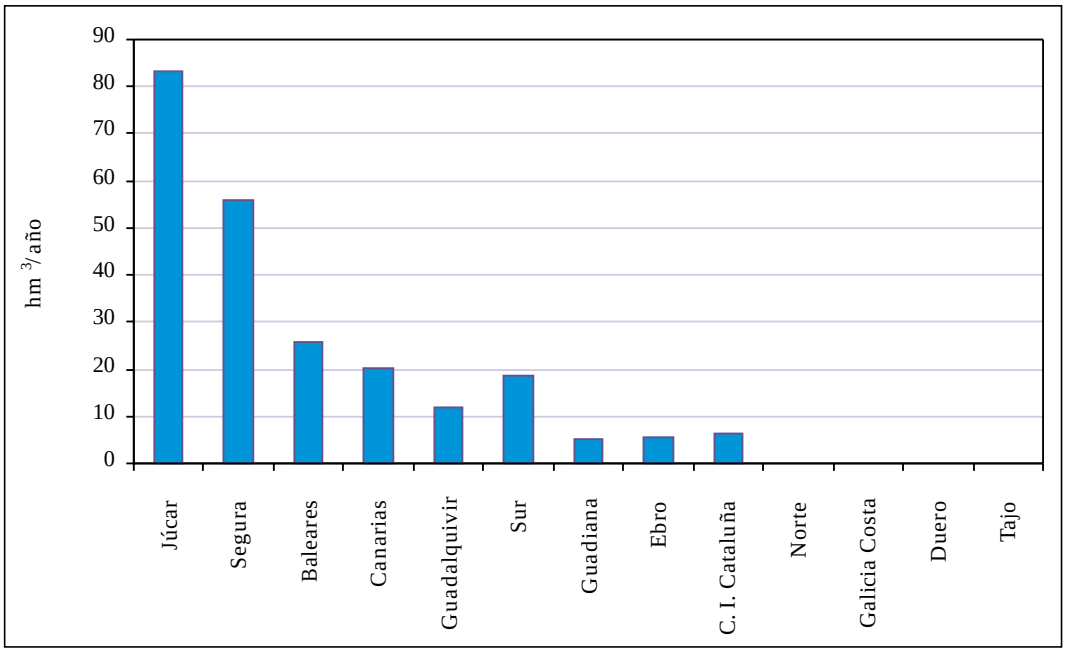


Figura 152. Volúmenes de reutilización directa actual por ámbitos de planificación

viando los caudales aguas arriba de la ciudad, se tratan los 27 hm^3 residuales en la EDAR mediante un terciario de forma que pueden aportarse a los cauces en condiciones aptas para la vida de los peces. Se trata, en definitiva, de una operación de depuración que permite aumentar las disponibilidades globales para abastecimientos y riegos, y mantener el carácter truchero del río Zadorra (López García et al. 1998).

Asimismo, otros ejemplos de experiencias de interés son los de la Costa Brava (Sala y Serra, 1998), la Costa del Sol (Marzo, 1998), Tarragona (Aragonès, 1988), y el sureste peninsular (Rico et al. 1998) (fig. 152).

El mapa de la figura 153 muestra, asimismo, los municipios con instalaciones de reutilización existentes, pudiendo apreciarse claramente la concentración espacial antes apuntada.

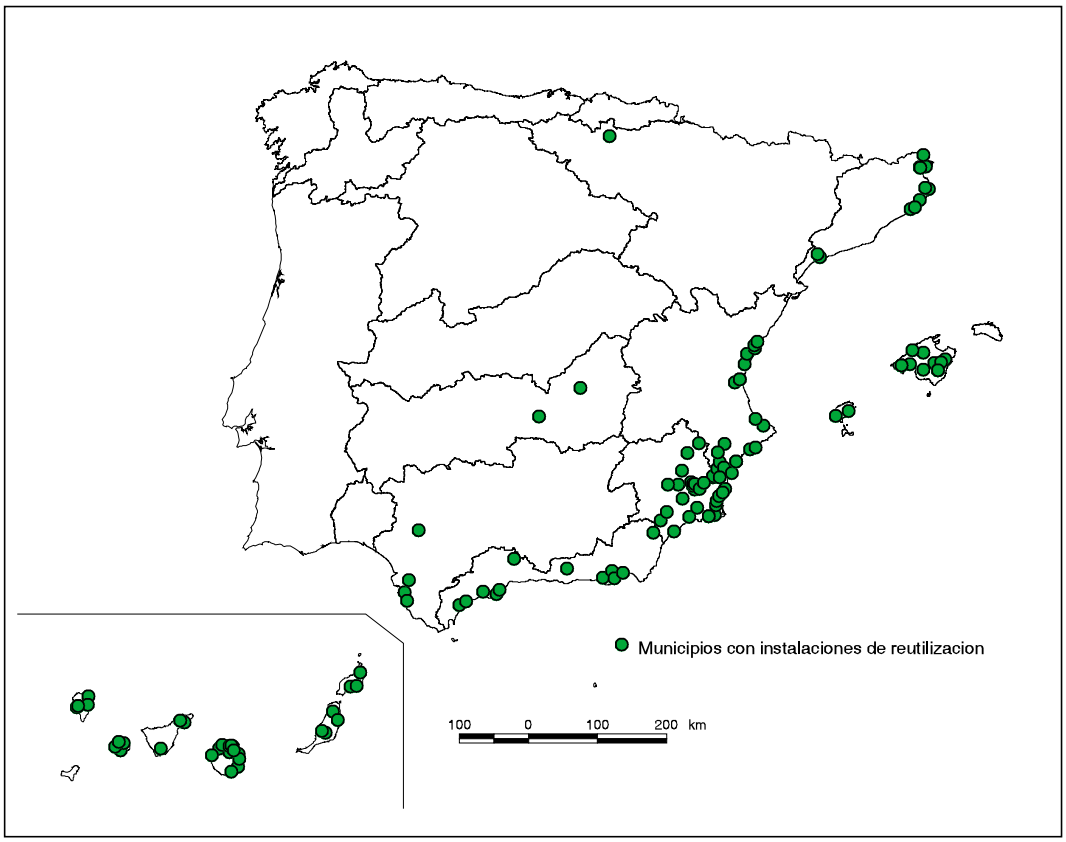


Figura 153. Mapa de municipios con instalaciones de reutilización directa

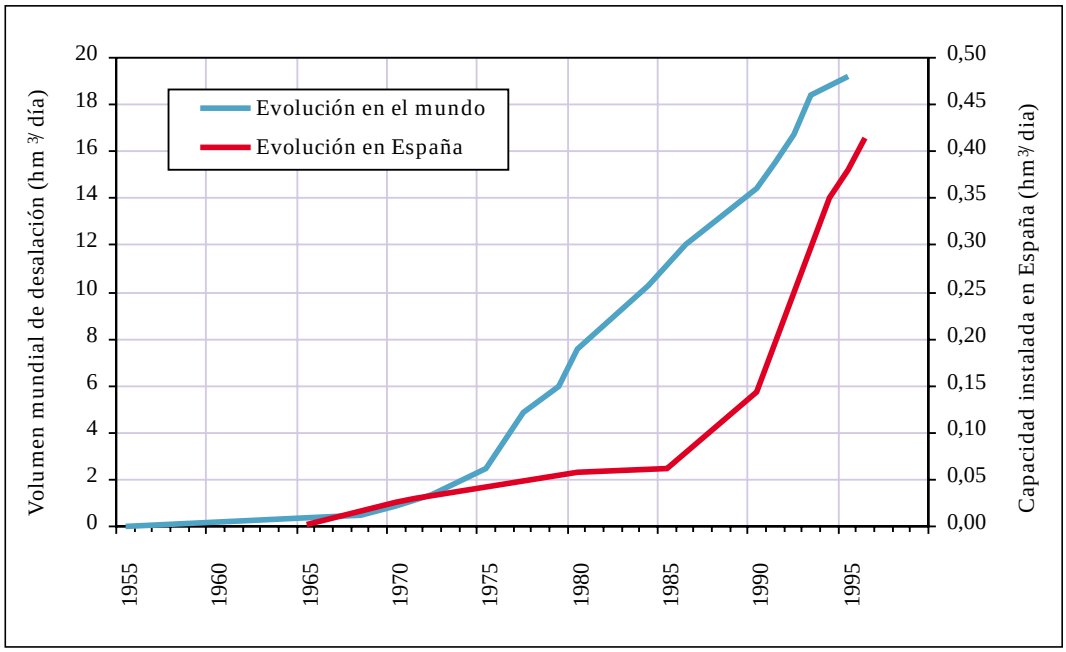


Figura 154. Evolución de la desalación en el mundo y en España

El principal problema que afecta a la reutilización directa de las aguas depuradas, y que constituye un freno a su expansión, es la inexistencia de una normativa específica, sancionada por la autoridad sanitaria, y de aplicación general, que regule los criterios de calidad exigible a dichas aguas y los aspectos relativos a su gestión. Esta situación está provocando cierta desorientación a la hora de su planificación, dispersión de criterios en cuanto a la selección de los tratamientos terciarios precisos y, en ocasiones, la reutilización de los efluentes en condiciones inadecuadas.

Para resolver esta carencia, y en desarrollo tanto de la Ley de Aguas (art. 101) como del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (arts. 272 y 273), se redactó un proyecto de Real Decreto que, atendiendo fundamentalmente a los criterios sanitarios del Ministerio de Sanidad y Consumo, fijaba las condiciones básicas para la reutilización directa de las aguas residuales depuradas. Este proyecto de Real Decreto se encuentra actualmente en proceso de análisis, revisión y consulta por las partes afectadas, y a expensas de lo que en su caso se regule en las instancias comunitarias europeas.

De forma paralela, han ido apareciendo algunas regulaciones de ámbito autonómico en las cuales se establecen, fundamentalmente, diversos límites de carácter sanitario para la aplicación de este tipo de aguas en el riego agrícola. Ejemplo de ellas son las establecidas en Cataluña y Baleares.

3.1.5.9. Desalación

Otra técnica de incremento de las disponibilidades tradicionalmente considerada como no convencional es la de la desalación del agua, consistente, como su nombre indica, en tratar aguas saladas o salobres procedentes del mar o de acuíferos salinos, y, quitándoles las sales, transformarlas en aguas aptas para usos como el de abastecimiento a poblaciones o los riegos.

La idea del uso del agua del mar para el aprovechamiento humano es antiquísima, existiendo ya referencias en Aristóteles, pero no es sino hasta mediados del siglo XX cuando comienza a producirse una utilización masiva e industrial de esta tecnologías.

La figura 154 (Rico et al., 1998) muestra sendas estimaciones de la evolución del volumen mundial de desalación en plantas con capacidad de tratamiento superior a los 100 m^3/día, y de la capacidad de desalación instalada en España. Sin perjuicio de que sus valores puntuales puedan verse modificados según la interpretación dada a los conceptos que se representan (tipo y tamaño de plantas, tipo de aguas tratadas, etc.), la figura muestra una inequívoca y continuada tendencia creciente desde los años 60, que en nuestro país se ve acelerada desde la segunda mitad de los 80.

En efecto, en España se ha venido utilizando la desalación de agua de mar desde finales de los 60 para los abastecimientos urbanos de Ceuta, Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria, que tienen en común la escasa disponibilidad de recursos hídricos. En todos estos casos la desalación se reveló como la mejor solución - y en algunos de ellos como la única - al problema del déficit en el abastecimiento urbano. Otras soluciones estudiadas (transporte de agua en barcos o incremento artificial de precipitaciones) se abandonaron en su momento por considerarse inviables técnica o económicamente.

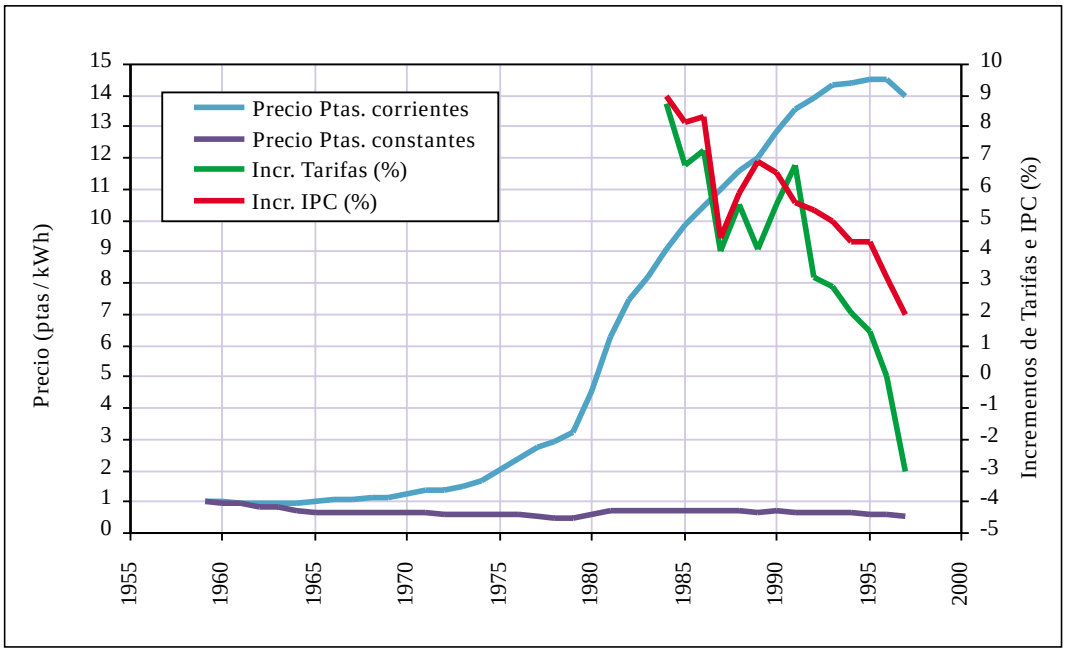


Figura 155. Evolución del precio medio de venta de la energía eléctrica y de los incrementos anuales de la tarifa eléctrica y el IPC.

Las primeras tecnologías que se implantaron fueron las de destilación, en sus variantes de multietapa (MSF) y compresión de vapor (VC), para las que los consumos energéticos eran muy elevados - entre 15 y 18 kWh/m^3-, siendo ésta la causa principal del muy alto coste del agua desalada, superior a 200 pta/m^3. El desarrollo y entrada en el mercado de otras tecnologías más eficientes, como la ósmosis inversa (con un consumo total del orden de 5 kWh/m^3 según los últimos proyectos llevados a cabo), junto con el descenso del coste de la energía, han rebajado sensiblemente este coste del agua desalada hasta cifras inferiores a las 100 pta/m^3, y en una tendencia reciente claramente favorable.

Como indicador de esta tendencia favorable al efecto de reducción de costes, la figura 155 (elaborada con datos de UNESA, 1998b) muestra la evolución en las últimas décadas del precio medio de venta de la energía eléctrica en España (pta/kWh) - tanto en pesetas corrientes como en pesetas constantes de 1959 -, así como la evolución de los incrementos porcentuales anuales de la tarifa eléctrica y del Indice general de Precios al Consumo. Como puede verse, el precio de la electricidad ha crecido tradicionalmente por debajo del IPC, llevando a que, en términos reales, el precio del kWh haya descendido un 44% entre 1959 y 1997. En los últimos años la tendencia a la moderación de precios eléctricos se ha acentuado notablemente dando lugar, como puede observarse, incluso a incrementos negativos.

Con precios medios (ventas totales divididas por energía consumida) estabilizados en torno a las 14 pts/kWh, y que pasan a ser del orden de la mitad para importantes consumos industriales como los de las instalaciones de desalación, las perspectivas de empleo de esta tecnología están cambiando aceleradamente, su viabilidad económica se está viendo muy favorecida en los últimos años, y se están quebrando a la baja los costes que tradicionalmente viene teniendo la producción de estas aguas.

Así, cabe citar cómo en las últimas evaluaciones realizadas con motivo de la construcción de nuevas instalaciones, se ha bajado ya de la cifra de 100 pts/m^3, incluyendo en ella la parte correspondiente a la amortización íntegra de la inversión a realizar. Son cifras aún muy elevadas, que no permiten su uso exclusivo para el regadío, pero que, en algunos casos de gran escasez o ausencia de fuentes alternativas, podrían asumirse para el abastecimiento a poblaciones.

La figura 156 muestra una estimación de los costes totales actuales de la desalación de agua del mar por ósmosis inversa, en función de la producción de la planta, bajo el supuesto de amortización de la inversión en 15 años al 5% de interés, valor residual nulo, y precio de la energía de 7 pta/kWh.

Como puede verse, la componente fundamental del coste es la de operación y mantenimiento (del orden del doble que la amortización), y de ésta, entre el 50 y el 80% corresponde estrictamente al consumo energético.

Niveles de producción de agua superiores a los máximos ofrecidos en el gráfico (que equivalen a unos 20-25 hm^3/año) son también técnicamente factibles, pero comienzan a plantear importantes problemas tanto desde el punto de vista de la captación, si se pretende

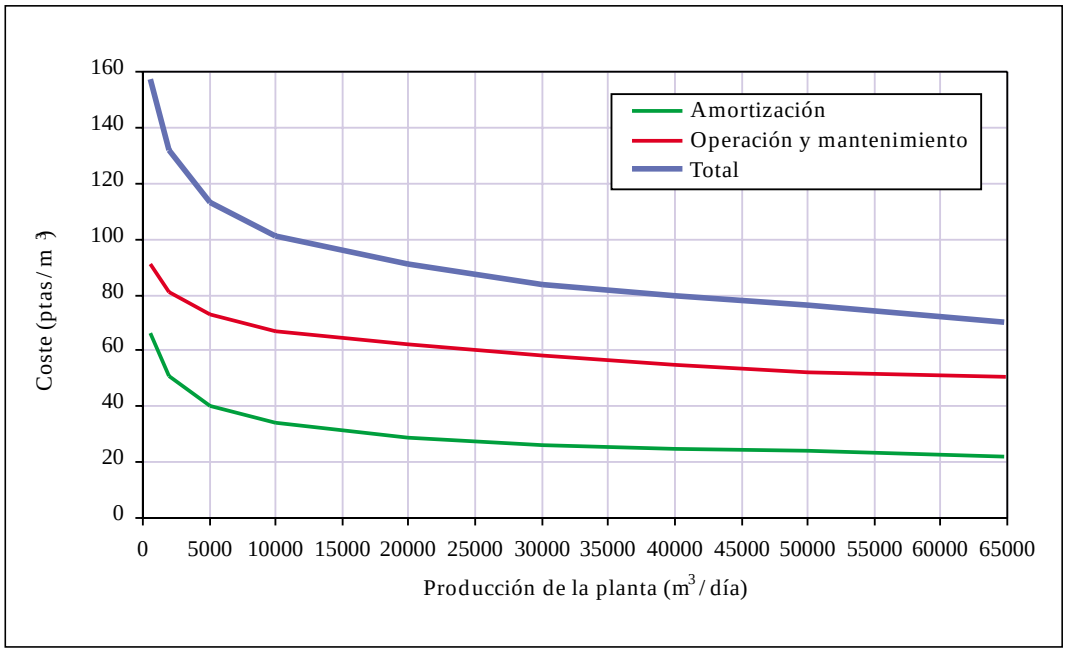


Figura 156. Costes de desalación de agua del mar según la producción de la planta

hacer mediante pozo, como del retorno al mar de las salmueras, ya que se requerirían cada vez más largos y costosos emisarios para diluir, sin afecciones ambientales negativas, un vertido puntual continuo, de gran caudal y altísima concentración salina. Los sobrecostes asociados a estas dificultades hacen que, aunque existan experiencias de plantas mayores, los máximos tamaños actualmente empleados sean, en la práctica, del orden de magnitud mostrado.

Por otra parte, otra componente significativa del coste de producción puede ser la requerida para la evacuación de las salmueras al mar mediante emisarios submarinos de gran longitud. Si existen valores ambientales (como, p.e. praderas de algas) que deben preservarse de una concentación salina excesiva, estos emisarios pueden ser una solución adecuada, aunque introduciendo un mayor coste de producción del agua.

A los indicados costes de producción, a pie de planta, habría que añadir en todo caso los de transporte desde la planta hasta el área de consumo, que serían las balsas de cabecera en el caso de los regadíos, o los depósitos municipales en el caso de abastecimiento a poblaciones. En este último caso, los costes totales (producción y transporte) resultantes serían los equivalentes a la captación de recursos y traída a los depósitos en alta (costes del abastecimiento en alta), por lo que, a efectos del precio final del agua pagado por el usuario, habría que añadir todos los costes en baja de la distribución, mantenimientos y explotación de las redes de suministro municipales, posibles tratamientos e impulsiones, gastos de personal y administración, etc.

Ciñéndonos al transporte del agua desalada desde la planta productora hasta los depósitos en alta, los costes de este transporte han de incluir los correspondientes a la amortización de la inversión de la infraestructura de transporte (tubería, equipo de bombeo, balsa de regulación para incidencias), y los de operación (básicamente consumo de energía para el bombeo) y mantenimiento. Todos estos costes son parametrizables en función de tres variables básicas que son la producción de la planta (indicativa del caudal a transportar y la regulación requerida), la distancia al mar (indicativa de la longitud del transporte), y la cota del punto de consumo (indicativa del equipo de bombeo y del coste energético). Introduciendo estas variables en un modelo cartográfico pueden calcularse espacialmente los costes indicados.

En efecto, la figura 157 muestra una estimación - obtenida mediante modelación cartográfica - del coste total de producir y llevar agua desalada a cualquier punto del territorio. El agua procedería de una planta de 10.000 m^3/día (consumo correspondiente a una población de unos 30.000 habs) y las condiciones supuestas han sido, como antes se indicó, de amortización en 15 años al 5% de interés, y coste energético de 7 pts/kWh.

Como cabía esperar, el mapa obtenido está fuertemente relacionado con el de las distancias al mar, pero controlado por efectos debidos al relieve. Es evidente que estos resultados son simplificados y meramente indicativos, pero, pese a su simplificación, proporcionan una primera idea aproximada de lo que supondría, en términos económicos, satisfacer las necesidades de una población de tamaño pequeño-medio, mediante agua

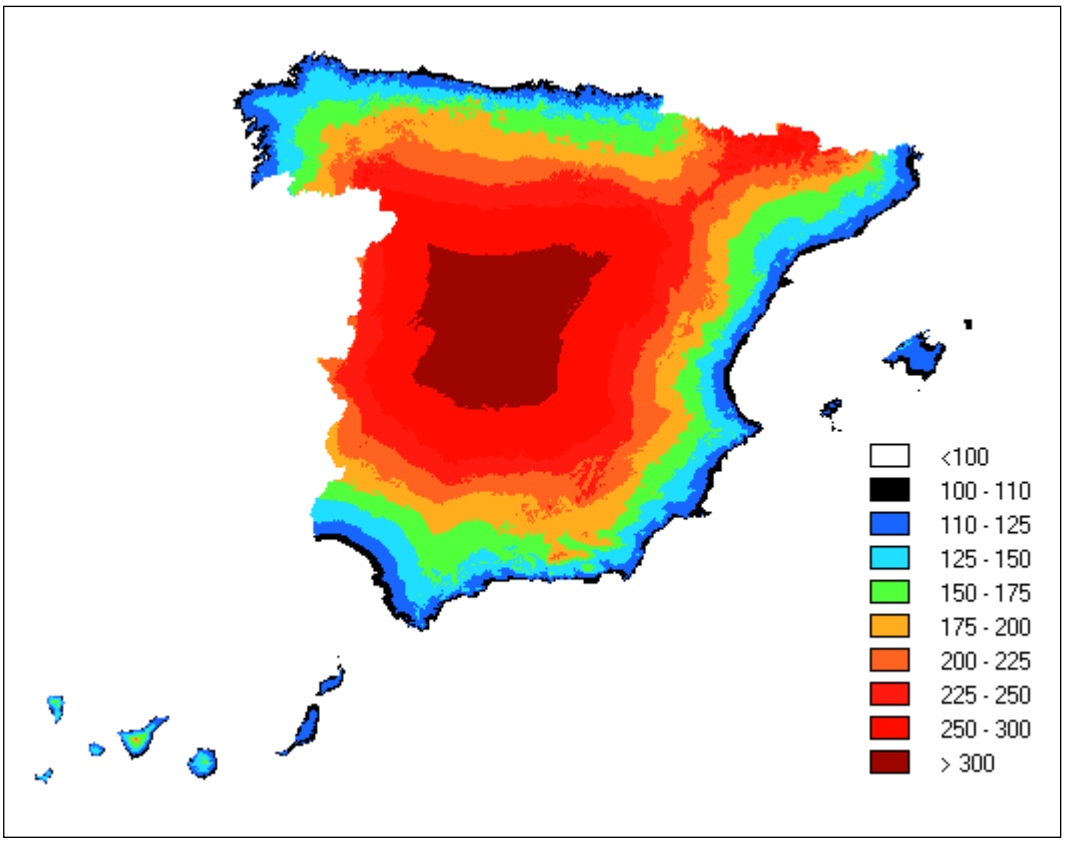


Figura 157. Mapa de costes totales de suministro (producción y transporte) de 10.000 m³/día de agua marina desalada (pta/m³)

del mar desalada. Como se observa, y con carácter general, sólo las poblaciones relativamente próximas a la costa -a menos de unos 50 kms- podrían tener costes inferiores a las 150 pta/m³, mientras que a partir de los 150 kms los costes se elevan, superando las 200 pta/m³.

Para obtener el precio total del agua para abastecimiento, a estos costes en alta habría que añadir, como se indicó, todos los correspondientes a la distribución en baja propiamente dicha, así como, en su caso, los otros conceptos que suelen incluirse en las tarifas del abastecimiento urbano. Considerando que, como se indica en su correspondiente epígrafe, los costes actuales en alta suelen oscilar entre unas 10 y 40 pts/m³, su sustitución por aguas marinas desaladas implicaría aumentar este coste muy sustancialmente, en varios órdenes de magnitud.

La conclusión final es que, como se apuntó, la desalación de agua del mar puede jugar un papel significativo en el suministro urbano de poblaciones costeras, pero de forma puntual y selectiva dado que sus costes actuales, aunque claramente a la baja en los últimos años, aún se encuentran generalmente lejos de los de otras posibles fuentes alternativas convencionales de suministro. Para los regadíos, estas aguas se encuentran claramente a niveles de coste prohibitivos salvo en situaciones puntuales de muy grave escasez, producciones de alta rentabilidad, y disponibilidad de otras aguas a coste inferior para su mezcla.

Por otra parte, la muy alta dependencia del coste de producción con relación al precio de la energía sugiere una cierta prudencia ante la eventual posibilidad de una generación masiva de estas aguas, y aconseja estratégicamente plantear opciones alternativas de forma que el sistema global de suministro tenga una menor dependencia energética.

En lo relativo al agua salobre, los costes de producción y transporte son apreciablemente inferiores, pero presentan los problemas de su posible agotamiento y cambios de características (es decir, del mantenimiento de su disponibilidad cuantitativa y cualitativa), y de la evacuación de las salmueras generadas en el proceso. Por ello, el estudio de su viabilidad y costes requiere análisis pormenorizados en cada caso concreto.

Para estas aguas sólo se emplean tecnologías de membranas, tanto de ósmosis inversa como de electrodiálisis, en función de las características del agua bruta. Los costes de producción son parecidos en ambas tecnologías, si bien la ósmosis, por su mayor versatilidad, ha experimentado una mayor generalización.

En conjunto, la desalación de agua de mar y salobre supone actualmente una aportación al ciclo hidrológico de unos 220 hm³/año, lo que coloca a España en el primer lugar de Europa, con un 30% del conjunto instalado en todo el continente. Esta producción se distribuye por usos como muestra la tabla 38.

Agua de mar	Uso urbano	89 hm³/año
	Uso agrícola	5 hm³/año
Agua salobre	Uso urbano y turístico	29 hm³/año
	Uso industrial	40 hm³/año
	Uso agrícola	58 hm³/año

Tabla 38. Distribución por usos de las aguas desaladas marinas y salobres

Están en marcha, además, importantes iniciativas (como las dos plantas de agua del mar previstas por la Mancomunidad de Canales del Taibilla, con 40 hm³/año para abastecimientos en las cuencas del Segura y Júcar, o las planta de agua del mar para redotación de riegos en el Campo de Cartagena, con producciones de 20 hm³/año), que, como veremos, incrementarán a corto plazo estas cifras actuales de forma muy significativa.

La figura 158 muestra los volúmenes de desalación actual por ámbitos de planificación hidrológica.

Asimismo, la figura 159 muestra los municipios con instalaciones actualmente existentes de desalación para abastecimiento urbano.

Aunque el volumen actual de agua desalada es relativamente muy poco importante con respecto a la cifra total de recursos hídricos, hay zonas donde se utiliza en las que significa un alto porcentaje de sus recursos. Así, por ejemplo, en las islas de Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria, el agua desalada representa el 97, 90 y 16%, respectivamente, de sus consumos urbanos totales.

3.1.6. Transferencias de recursos

3.1.6.1. Introducción

Además de los recursos convencionales y no convencionales que se generan internamente en el ámbito de un determinado territorio, y que se han ido examinando en secciones previas, existen situaciones en que se producen transferencias externas, superficiales o subterráneas, entre distintos territorios, lo que da lugar a modificaciones en sus recursos.

Las transferencias superficiales entre distintas cuencas consiguen incrementar los recursos disponibles y atender las demandas existentes en aquellos sistemas de utilización en que, exclusivamente con sus recursos de origen interno, son incapaces de cumplir dicho objetivo.

Existen muchos ejemplos en España de este tipo de transferencias que trasladan recursos de una cuenca para su utilización en otra. Un caso particular lo constituyen las transferencias entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca, siendo la previsión y las condiciones de estas transferencias uno de los contenidos obligatorios del Plan Hidrológico Nacional, de acuerdo con el artículo 43 de la Ley de Aguas.

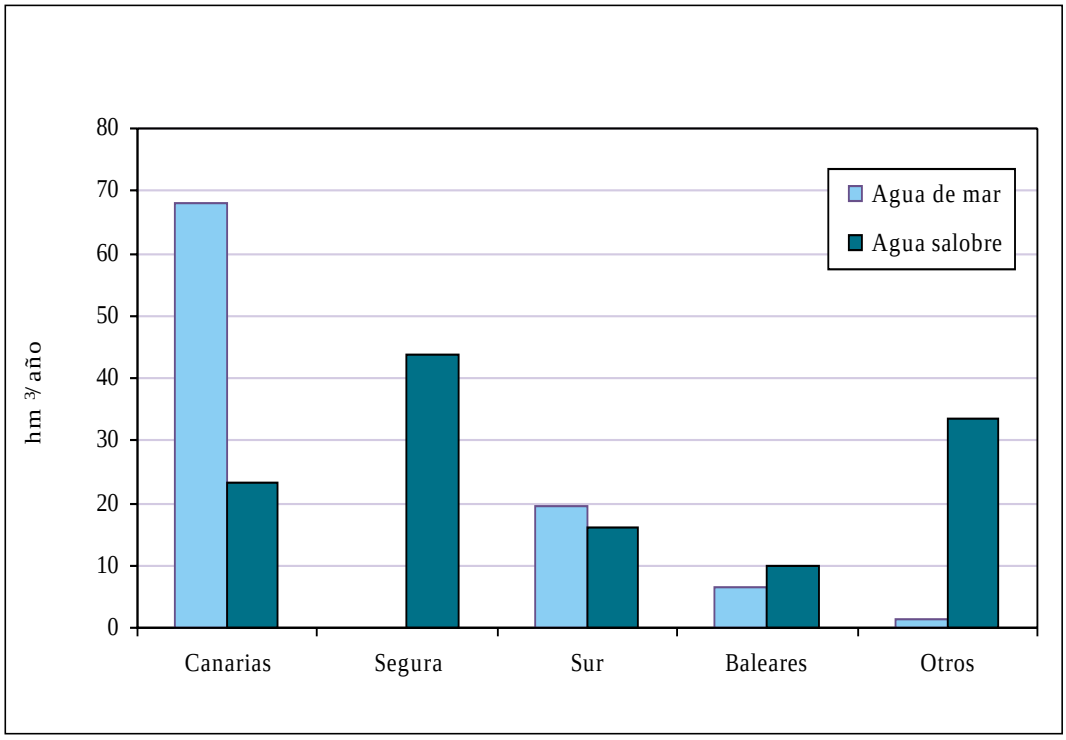


Figura 158. Volúmenes de desalación actual por ámbitos de planificación

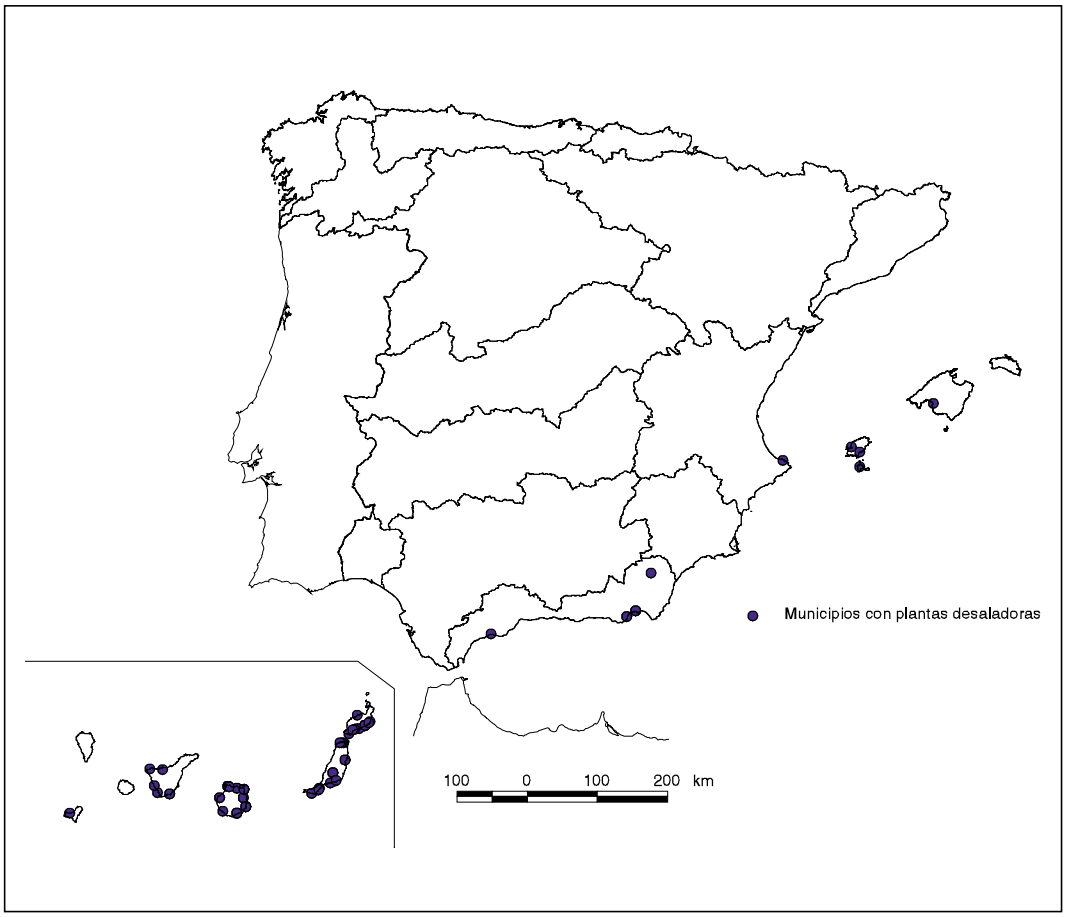


Figura 159. Mapa de municipios con instalaciones de desalación para abastecimiento urbano

Existen, por otra parte, determinados intercambios fluviales con países vecinos, que son también asimilables a una transferencia superficial natural.

Además de las transferencias superficiales, también se presenta el caso de flujos subterráneos que, de modo natural, son transferidos desde algunas unidades hidrogeológicas a otras contiguas, que pueden pertenecer a ámbitos de planificación diferentes y, por tanto, constituir propiamente una transferencia externa. Aunque, obviamente, se trata de procesos bien distintos, y su consideración conjunta resulta inusual, se ha estimado conveniente, a efectos sistemáticos, su inclusión en este apartado.

En los siguientes epígrafes se describen brevemente las principales transferencias superficiales y subterráneas actuales entre los territorios de los distintos Planes Hidrologicos.

3.1.6.2. Transferencias superficiales

Se describirán, en primer lugar, las transferencias naturales, con otros países vecinos, para describir después las artificiales, entre distintos ámbitos de planificación hidrológica.

3.1.6.2.1. Transferencias naturales con otros países

La relación de los ámbitos de planificación que tienen fronteras internacionales y presentan intercambios fluviales es la siguiente.

NORTE I. La frontera con Portugal coincide sensiblemente, bien con divisorias de aguas, bien con cauces, por lo que las transferencias se producen en pocas ocasiones y su cuantía es despreciable si exceptuamos al río Limia que tiene en España una superficie de cuenca del orden de los 1,300 km^2. Merece destacarse al río Salas, afluente del Río Limia, que en el embalse de su nombre cruza la frontera y a los tres km. vuelve otra vez a España.

NORTE III. Existen dos zonas que pertenecen a las cuencas de los ríos franceses Nive y Nivelle cuyas superficies respectivas son 46.5 km^2 y 63.9 km^2.

DUERO. Además del río Duero, con una superficie de cuenca de unos 77,000 km^2, cruzan la frontera hacia Portugal los ríos Manzanas (438 km^2), Sabor (110 km^2), Tuela (276 km^2), Arzoa (122 km^2), Mente (112 km^2), San Lorenzo (168 km^2) y Támega (681 km^2), todos ellos afluentes de la margen derecha. El río Bubal, afluente del Támega, nace en Portugal y a su entrada en España

ya tiene una superficie de cuenca apreciable. En la margen izquierda, existen una serie de arroyos que cruzando de Portugal a España conforman la cabecera de la Rivera Azaba, afluente del río Águeda.

TAJO. La frontera coincide prácticamente en la margen izquierda con el río Erjas y en la derecha con el río Sever, por lo que la única transferencia de recursos es la del propio río Tajo, cuya superficie de cuenca de la parte española es de 55,770 km^2.

GUADIANA. El río Gévora, con su afluente el Gevorete, nacen en Portugal y pasan a España poco antes de su confluencia con una superficie de cuenca de 55 km^2, vuelve a Portugal después de captar 583 km^2 de cuenca en España y tras recorrer 14 km por territorio portugés regresa a España. Hay una zona portuguesa de unos 50 km^2 que drena hacia el Gévora, mas aguas abajo, a través de una serie de arroyos distribuidos a lo largo de 14 km de frontera, hasta que el río Caia, afluente del Guadiana hace de frontera. Desde la entrada del Guadiana en Portugal hasta que el río Chanza forma frontera, todas las transferencias van de España hacia Portugal y fundamentalmente a través de los ríos Alcarrache (379 km^2), Godolid (260 km^2), Zaos (237 km^2), Ardila (1,837 km^2) y Múrtigas (745 km^2).

EBRO. Las superficies de las zonas españolas que drenan a Francia son: en la cabecera del río Irati 78 km^2, en la cabecera del Aragón 9 km^2,.y el río Garona, que tiene su origen en España y al cruzar la frontera ya cuenta con una superficie vertiente de 547 km^2. Por el contrario, la parte francesa drenada por el Ebro es: la cabecera del Irati con 49 km^2 y la cabecera del Segre con unos 500 km^2.

3.1.6.2.2. Transferencias artificiales entre ámbitos de planificación

La transferencia más importante es la que se lleva a cabo mediante el Acueducto Tajo-Segura (ATS), regulado en las Leyes 21/1971 y 52/1980. Permite trasvasar aguas de la cuenca alta del Tajo a las cuencas del Guadiana, Sur, Segura y Júcar. Los volúmenes a trasvasar en una primera fase se fijaron en un máximo de 650 hm^3/año, y en una segunda en 1.000 hm^3/año. Los recursos trasvasados desde 1979, año en que comienzan los envíos, hasta el año 1996/97, alcanzan una media anual de 263 hm^3 (287 si se prescinde de los dos primeros años), con un máximo de 452 hm^3 en el año 1996/97. De los recursos trasvasados, 25 hm^3 se destinan a los Riegos de Levante Margen Izquierda, 30 hm^3 al abastecimiento a poblaciones en la cuenca del Júcar y unos 7 hm^3 a la del Sur (la cuantía máxima establecida legalmente es de 15 hm^3/año). El resto se utiliza en la cuenca del Segura para abastecimiento de población y regadíos. A efectos de la contabilidad de estas transferencias que se presenta en figuras y tablas posteriores, los Riegos de Levante Margen Izquierda se incluyen en la cuenca del Júcar, ámbito territorial en el que están parcialmente situados, aunque el Plan Hidrológico de esta cuenca no los incorpora por tener sus tomas en la cuenca del Segura.

Además de estas transferencias, y tras la promulgación de la Ley 13/1987, mediante el ATS se transfieren recursos a la cuenca del Guadiana con el fin de proporcionar agua a las Tablas de Daimiel. Los primeros trasvases se realizaron con carácter experimental durante un periodo de tres años, en el que se aportó un máximo de 60 hm^3. En 1990 fue prorrogada la vigencia de la Ley por otros tres años y en la misma cuantía de recursos, con una nueva prórroga hasta 1996 (Reales Decretos-leyes 6/1990 y 5/1993). Posteriormente, mediante el Real Decreto-Ley 8/1995, que deroga las disposiciones anteriores, se autoriza una derivación de recursos del ATS para abastecimiento de la cuenca alta del Guadiana con una cuantía media anual, calculada sobre un periodo máximo de diez años, no superior a 50 hm^3. Este volumen incluye las dotaciones previstas en las disposiciones citadas para el Parque Natural de las Tablas de Daimiel, que pasan a tener carácter permanente. En el periodo comprendido entre 1987 y 1993 el volumen medio anual transferido ha sido del orden de 10 hm^3/año. Asimismo, se reservan 3 hm^3/año para abastecimiento de los núcleos de población inmediatos al trazado del ATS en las cuencas de los ríos Guadiana y Júcar.

Entre los ámbitos del Ebro y Norte III existen tres transferencias. La más importante es el trasvase Zadorra-Arratia, para aprovechamiento hidroeléctrico (central de Barazar) y abastecimiento al Consorcio de Aguas del Gran Bilbao. La concesión es de 9 m^3/s y durante el periodo 1985/86-1994/95 el volumen medio trasvasado ha sido de unos 180 hm^3/año. El trasvase Cerneja-Ordunte transfiere unos 9 hm^3/año para el abastecimiento de Bilbao y mediante el trasvase Alzania-Oria se trasvasa algo más de 1 hm^3 para aprovechamiento hidroeléctrico.

Entre los ámbitos del Ebro y Norte II se produce asimismo una transferencia de recursos mediante el trasvase Ebro-Besaya, concebido para completar los recursos del río Saja con volúmenes regulados en el embalse del Ebro, que son restituidos en épocas de aguas altas, manteniendo un saldo internanual nulo. Desde 1986 hasta la fecha los volúmenes transferidos en ambos sentidos han sido de unos 4 hm^3/año

Existen otras dos transferencias desde el Ebro a las Cuencas Internas de Cataluña. El trasvase Ebro-Campo de Tarragona tiene por objeto el abastecimien-

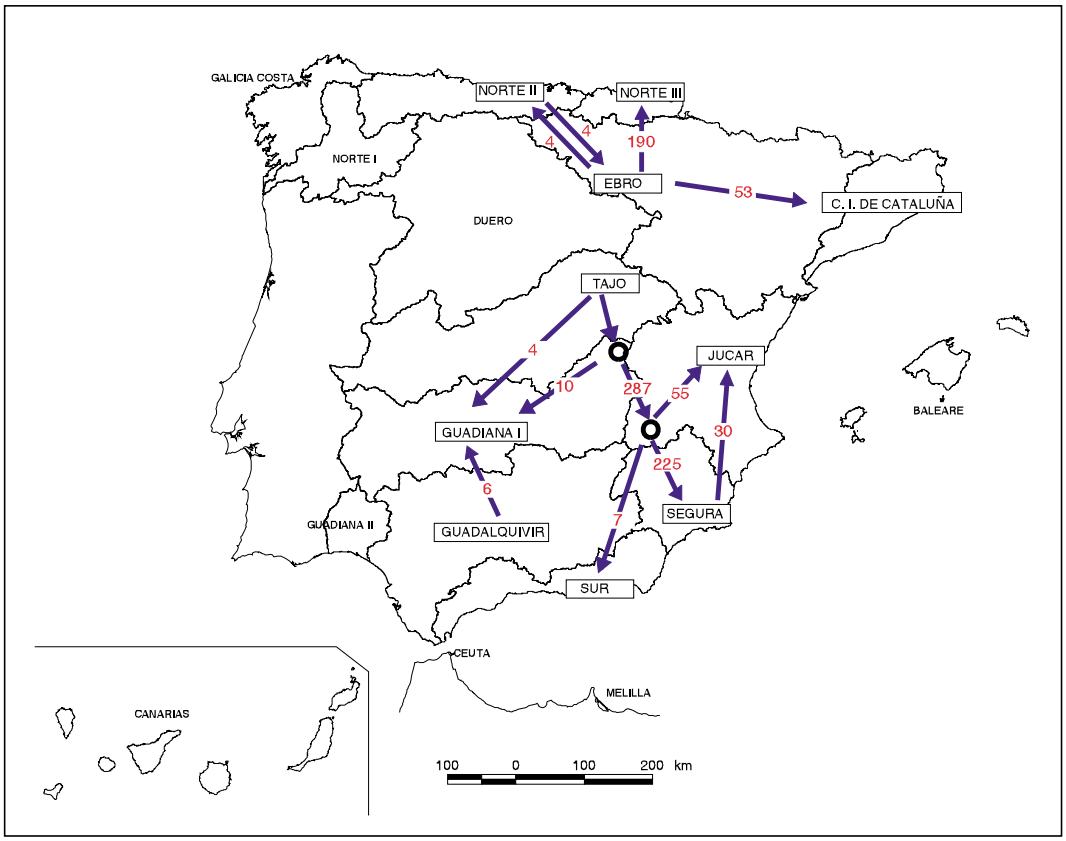


Figura 160. Mapa con los esquemas de las principales transferencias superficiales actuales

to urbano e industrial de la zona del Campo de Tarragona. La concesión actual es de 90 hm³/año, y durante el periodo 1993-1996 se trasvasaron unos 46 hm³/año en valor medio. El trasvase Ciurana-Riudecañas se utiliza para regadíos y abastecimiento de población en la comarca de Reus, y puede cifrase en unos 7 hm³/año.

Desde la cuenca del Segura se transfieren también 30 hm³/año de recursos propios a la cuenca del Júcar: 15 para Riegos de Levante Margen Izquierda, y otros 15 para el abastecimiento de poblaciones.

La cuenca del Guadiana recibe unos 4 hm³/año de la cuenca del Tajo para abastecimiento a la Mancomunidad del Algodor y otros 6 hm³/año desde el Guadalquivir para abastecimiento de Valdepeñas, Santa Cruz de Mudela y Mancomunidad de Sierra Boyera

Existen otros trasvases de menor entidad desde el Tajo al Guadiana para abastecimiento de la Mancomunidad del Alcuéscar, y desde el Guadiana al Guadalquivir para abastecimiento de las mancomunidades de Llerena y Tentudía. Con carácter excepcional se ha enviado mediante barco una media de 5 hm³/año a Baleares (Bahía de Palma) desde el Delta del Ebro (Consorcio de Aguas de Tarragona) durante los años 1995-97.

En la figura 160 se representan esquemáticamente las principales transferencias superficiales actuales, con indicación de sus valores medios realmente transferidos en los últimos años.

3.1.6.3. Transferencias subterráneas

En España existen numerosísimos ejemplos de flujos subterráneos que de modo natural son transferidos desde algunas unidades hidrogeológicas, en general de naturaleza carbonatada, a otras contiguas. Pueden citarse las del acuífero de Vildé a la cubeta de Almazán, que afloran al Duero en Gormaz, la conexión subterránea entre las cuencas del Carrión y del Pisuerga por el vaso del embalse de Camporredondo, la alimentación de la Sierra de Altomira y del Campo de Montiel a la Llanura Manchega, los aportes que recibe la vega de Granada de los macizos circundantes, los flujos perimetrales de entrada a la Plana de Valencia, del Cardó al delta del Ebro… etc. Tal como ya se indicó en un epígrafe anterior se evalúa aproximadamente en unos 1.200 hm³/año el agua total que se transfiere entre unidades hidrogeológicas en España.

Hay asimismo diversos casos de transferencias subterráneas entre ámbitos de distintos planes, que tienen lugar en las unidades hidrogeológicas compartidas. Los flujos transferidos son de pequeña entidad, pero tiene interés indicar algunos de los más significativos, que se muestran en la tabla 39.

Las transferencias subterráneas mostradas en la tabla anterior no son todas las existentes sino algunas de las más importantes. Por ejemplo, estimaciones de mayor detalle realizadas en acuíferos como el de Aravianа-Moncayo (Sanz Pérez, 1987) muestran unas transfe-

Cuenca cedente	Cuenca receptora	Unidad hidrogeológica	Transferencia (hm³/año)
Duero	Ebro	Araviana-Moncayo	10
Guadalquivir	Sur	Sierra de Libar	5
Guadalquivir	Sur	Setenil-Ronda	3
Sur	Guadalquivir	Sierra Gorda-Zafarraya	30
Guadalquivir	Sur	Sierra de Padul	10
Ebro	C.I.Cataluña	Cardó-Perelló	20
Tajo	Ebro	Albarracín-Cella-Molina de Aragón	20
Júcar	Ebro	Albarracín-Cella-Molina de Aragón	10

Tabla 39. Transferencias subterráneas entre ámbitos de planificación

rencias (20 hm³/año) mayores que las reflejadas en la mencionada tabla. Es también digna de mención la transferencia de unos 15 hm³/año del río Ebro a la cabecera del río Arlanza en la cuenca del Duero.

3.1.6.4. Transferencias totales

De acuerdo con lo expuesto en los epígrafes anteriores, las transferencias entre ámbitos de distintos Planes Hidrológicos, tanto superficiales como subterráneas, son las que se resumen en la tabla 40.

Como ya se ha indicado, estos valores corresponden a transferencias reales representativas de lo sucedido en los últimos años, y no a los volúmenes que legalmente podrían ser transferidos conforme a las disposiciones reguladoras de las distintas transferencias.

3.1.7. Disponibilidades totales

En secciones anteriores se han examinado las disponibilidades reguladas mediante los embalses de superficie, la situación de explotación de las aguas subterráneas, el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, la recarga artificial, la reutilización, la desalación y las transferencias superficiales y subterráneas.

Los recursos internos disponibles en cada cuenca, convencionales y no convencionales, junto con las transferencias que le afectan, configuran la oferta de recursos disponibles totales con que atender las diferentes necesidades de agua.

En la tabla 41 se resume parte de la información obtenida y presentada en los epígrafes precedentes. El volumen regulado en embalses corresponde al caso tipo representativo de modulación variable de la demanda, déficit admisibles del 50, 75 y 100% de la demanda anual y retornos del 20% de la demanda atendida, con una disminución del 5% de la capacidad de los embalses para tener en cuenta el efecto de los resguardos destinados al control de avenidas. Debe asimismo tenerse en cuenta el efecto de sobreestimación por grandes embalses de cola en algunas cuencas, al que se hizo referencia en epígrafes anteriores.

Ámbito	Transferencias de otros ámbitos (hm³/año)			Transferencias a otros ámbitos (hm³/año)		
	Superficial	Subterránea	Total	Superficial	Subterránea	Total
Norte I						
Norte II	4		4	4		4
Norte III	190		190			
Duero					10	10
Tajo				301	20	321
Guadiana I	20		20			
Guadiana II						
Guadalquivir		30	30	6	18	24
Sur	7	18	25		30	30
Segura	225		225	30		30
Júcar	85		85		10	10
Ebro	4	40	44	247	20	267
C.I. Cataluña	53	20	73			
Galicia Costa						
Baleares						
Canarias						
Total	588	108	696	588	108	696

Tabla 40. Transferencias totales de recursos entre ámbitos de planificación

	Volumen regulado en embalses (hm³/año)	Bombeo actual de aguas subterráns.	Reutilización directa (hm³/año)	Desalación de agua de mar (hm³/año)	Transferenc. superficiales (hm³/año)	Indicador de cota máxima actual total (hm³/año)
Galicia Costa	1.223					1.223
Norte I	3.937					3.937
Norte II	1.870	19			+4-4	1.889
Norte III	353	33			+190	576
Norte	7.383	52			+194-4	7.625
Duero	6.095	371				6.466
Tajo	5.845	164			-301	5.708
Guadiana I	1.922	738			+20	2.680
Guadiana II	228	76				304
Guadiana	2.150	814	5		+60	2.984
Guadalquivir	2.819	507	12		-6	3.332
Sur	359	420	19	20	+7	825
Segura	626	478	56		+225-30	1.355
Júcar	2.095	1.425	83		+85	3.688
Ebro	11.012	198	6		+4-247	10.973
C.I. Cataluña	791	424	6		+53	1.274
Total Península	39.175	4.853	187	20		44.230
Baleares		284	26	6		316
Canarias		395	20	68		483
Total España	39.175	5.532	233	94	+588-588	45.029

Tabla 41. Síntesis de disponibilidades hídricas teóricas

El aprovechamiento de aguas subterráneas se refiere a los actuales valores de bombeo. Lo mismo sucede en el caso de la reutilización directa y la desalación. En este último caso sólo se ha incluido la procedente de agua de mar, pues el bombeo total incluye al de aguas salobres.

Asimismo, los valores de las transferencias corresponden, como se indicó, a un promedio representativo de los volúmenes reales transferidos en los últimos años.

Las cifras de la tabla solo pretenden dar un marco de referencia en cuanto a las actuales disponibilidades de agua, y no son aditivas (no pueden sumarse de forma directa), siendo éste uno de los errores que se han cometido en ocasiones al intentar homogeneizar y presentar la información sobre los recursos hídricos.

En efecto, los volúmenes regulados en embalses se han evaluado, como se dijo, en un supuesto teórico de utilización apropiatoria y exclusiva de las aportaciones superficiales totales. El aprovechamiento de las aguas subterráneas podría lógicamente afectar a estos volúmenes, por lo que no pueden sumarse directamente. Tampoco se han considerado en la tabla toda la reutilización indirecta posible, ni los retornos procedentes de la desalación de agua de mar o de los trasvases, que incrementarían la disponibilidad.

Por estas razones se ha titulado la suma de la última columna no como las *disponibilidades totales*, sino como un *indicador de la cota máxima* actual de estas disponibilidades totales.

Así, y ciñéndonos a los recursos convencionales, una primera estimación de las disponibilidades convencionales totales reguladas actuales sería la suma de la regulación en embalses más los bombeos de aguas subterráneas, ya que toda la explotación subterránea es obviamente regulada (los bombeos se activan cuando se desea).

Esta estimación simple no es enteramente rigurosa, pues parte de la regulación por bombeos podría quedar embebida en la ofrecida por los embalses, aunque es improbable que ésto suceda dada la diferencia de precios del agua en ambos casos. Además, estos bombeos podrían disminuir las aportaciones entrantes a los embalses si se sitúan en acuíferos que drenan hacia ellos, y, en consecuencia, mermar la cifra de regulación superficial.

En cualquier caso, la suma de los dos conceptos es una buena estimación no de las disponibilidades convencionales, sino de una *cota superior* de las mismas, y como tal debe interpretarse. La adición de los recursos no convencionales opera en general en el mismo sentido, aunque algunos efectos no cuantificados podrían incluso incrementar este indicador (p.e. los retornos de las transferencias o el uso conjunto).

Las cifras obtenidas pueden servir para acotar el nivel de los recursos totales actualmente disponibles, y su

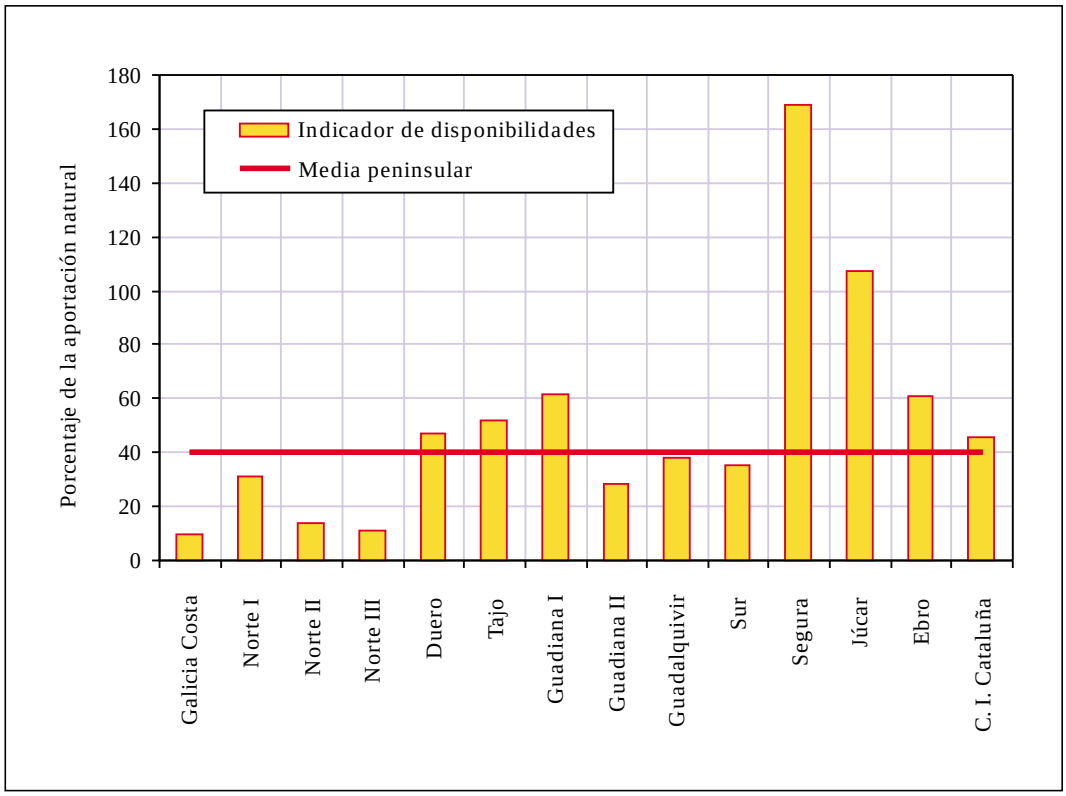


Figura 161. Relación entre los indicadores de cotas máximas de disponibilidades hídricas, y los recursos totales en régimen natural, por ámbitos de planificación

comparación con los recursos naturales de cada ámbito proporciona una idea muy encajada del grado de desarrollo relativo de las distintas cuencas desde el punto de vista de sus posibilidades de *oferta* hídrica.

Así, la figura 161 muestra la relación entre las cotas máximas de disponibilidades obtenidas y los recursos totales en régimen natural, y puede considerarse como un paso más sobre la anteriormente ofrecida de regulación en la situación teórica analizada, en la que se consideraba únicamente la acción de los embalses de superficie.

Como puede verse, las disponibilidades medias peninsulares son similares a las anteriores (del orden de un 40%), pero las diferencias entre cuencas aparecen ahora mucho más marcadas.

Destacan muy especialmente las cuencas del Segura y Júcar, donde existen unas disponibilidades máximas teóricas similares o superiores a sus recursos naturales, lo que resulta explicable considerando las transferencias externas y el intenso desarrollo de los recursos subterráneos y no convencionales. Puede afirmarse que, en principio y con carácter general, estas cuencas están bien desarrolladas en lo que a grandes equipamientos de regulación y bombeo de aguas subterráneas se refiere, hacen un uso muy intensivo de sus recursos, y no precisarán de nuevas grandes presas ni aumento de captaciones subterráneas para incrementar significativamente sus disponibilidades, pues éstas no admiten ya prácticamente ningún incremento por la vía convencional, y solo las fuentes no convencionales podrían incrementarlas marginalmente.

Las cuencas del Ebro, Guadiana, Tajo, Duero y C.I. de Cataluña se encuentran a continuación en cuanto a nivel de disponibilidades, con valores del orden del 50% de sus recursos naturales, y superiores a la media peninsular, por lo que, pese a su buen nivel actual de disponibilidad, presentan aún márgenes importantes para posibles desarrollos futuros o reservas ambientales. Hay que hacer notar, no obstante, que en el caso de los grandes ríos internacionales (Duero, Tajo y Guadiana) existen unos requerimientos especiales, por su carácter transfronterizo, que matizan esta posibilidad.

En el otro extremo, Galicia Costa, Norte II y Norte III son los ámbitos que presentan un nivel de disponibilidades menor en relación a su aportación natural, lo que resulta explicable considerando el gran volumen de recursos medios de estas cuencas frente a sus relativamente reducidas necesidades actuales.

Todo lo dicho ha de considerarse, obviamente, como una aproximación de carácter indicativo, y en modo alguno como resultados firmes y concluyentes. No obstante, la homogeneidad y rigor de las determinaciones y la unidad de tratamiento que se ha dado permite, aún con tal carácter indicativo, hacerse una cabal idea de la actual situación relativa de las diferentes cuencas desde el punto de vista del desarrollo de sus disponibilidades hídricas.

Es importante notar que estos *indicadores de disponibilidad* se han obtenido exclusivamente del análisis de los recursos hídricos, que es el que se ha realizado hasta ahora, y sin considerar la situación de las demandas de agua en las cuencas. El análisis realizado y los resultados obtenidos no deben confundirse, pues, con el de los posibles balances hídricos de estas cuencas, cuestión que será abordada en otras secciones del Libro.

En efecto, puede darse el caso de ámbitos con indicador de disponibilidades muy elevado, y que sin embargo presenten situaciones de déficit, por superar sus demandas incluso a estas elevadas disponibilidades. Por contra, puede haber ámbitos con indicador de disponibilidades muy bajo, y en los que haya abundancia y superávit de recursos, si las demandas existentes se satisfacen ampliamente con este nivel de disponibilidad e incluso con niveles inferiores.

El sistemático análisis de disponibilidades realizado apunta sólo, como se indicó, a mostrar el grado relativo de su desarrollo en las distintas cuencas, y a señalar aquellas en las que, razonablemente y a escala global, no caben mayores expansiones significativas de la *oferta* de recursos mediante elementos de regulación y captación de aguas subterráneas en el futuro. Sí podrían requerirse, por contra, elementos internos de redistribución y reequilibrio orientados a proporcionar redundancias y mejorar las garantías de servicio, o, en su caso, fuentes no convencionales de nuevos recursos (como la desalación o transferencias externas) si se detectasen situaciones de déficit, pero éste análisis es, como se mostró, de distinta naturaleza al hasta ahora ofrecido.

3.1.8. Las Incertudembres del futuro

Entre las distintas incertidumbres que se ciernen sobre el futuro de los recursos hídricos en nuestro país, se comentarán brevemente las consecuencias de la variabilidad natural del registro hidrológico, y de los posibles efectos de un cambio climático de origen antropogénico.

3.1.8.1. La variabilidad hidrológica natural

Como se ha visto y reiterado en secciones anteriores, los registros hidrológicos presentan una importante variabilidad tanto espacial como temporal. En esas secciones se estudió con detalle la estructura espacio-temporal de las aportaciones naturales totales anuales a escala global, y en los distintos ámbitos territoriales de la planificación hidrológica, así como las rachas secas y húmedas observadas en las distintas regiones. Este análisis se extendió al periodo de 56 años comprendido entre los años hidrológicos 1940/41-1995/96.

En este epígrafe, se mostrará la incertidumbre existente asociada a la variabilidad hidrológica natural, y la longitud de tales muestras hidrológicas. Para ello se analizará, en primer lugar, la influencia del tamaño muestral sobre la estimación de los recursos medios, en el periodos con abundancia de datos disponibles (periodo estándar, con series desde el año 1940/41). Tras ello, se extenderá el análisis a periodos más largos pero con menor número de datos disponibles, estudiando las rachas de series largas existentes de precipitación y aportaciones naturales.

3.1.8.1.1. Incertidumbres asociadas a la longitud de los registros disponibles

Centrando nuestra atención en las aportaciones totales en régimen natural, es importante retener que su variabilidad aleatoria natural constituye *una fuente de incertidumbre intrínseca,* debida a la longitud de las series empleadas y la necesidad de inferir propiedades poblacionales a partir de muestras reducidas.

Para acotar cuantitativamente este efecto con un ejemplo significativo, y considerando los datos estándar, desde el año 1940/41, la figura 162 muestra la evolución de la estimación de la media de las aportaciones totales en régimen natural en la España peninsular, y de la incertidumbre en la estimación de esa media, según el año en que se hubiese llevado a cabo tal estimación. Esta incertidumbre se expresa mediante los límites de confianza del 95%, obtenidos a partir del error estándar de la media.

Como puede verse, la estimación de los recursos medios habría evolucionado, admitiendo la serie de partida, desde 120 hasta 105 km^3/año, y desde finales de los 70 hubiese sido decreciente año a año hasta 1995, en que aumenta ligeramente hasta alcanzar los 110 actuales. Asimismo, esta estimación actual de 110 km^3/año tiene incluso, como puede verse, un margen de incertidumbre estadística del orden de +/- 10 km^3/año para el 95% de nivel de confianza, pues el error estándar de la media es actualmente del orden de 5 km^3/año, es decir, algo inferior al 5%.

Si el mismo análisis se realiza a la escala de los ámbitos de planificación hidrológica, se comprueba que los errores estándar de la estimación de sus recursos medios oscilan entre el 3% de las cuencas del Norte y el 12% del Guadiana II.

En definitiva, existe una imprecisión intrínseca del conocimiento de los recursos, debida a la ventana temporal de observación (muestras disponibles) de los registros hidrológicos, que, aunque no modifica las cuantías de la actual evaluación de los mismos, infor-

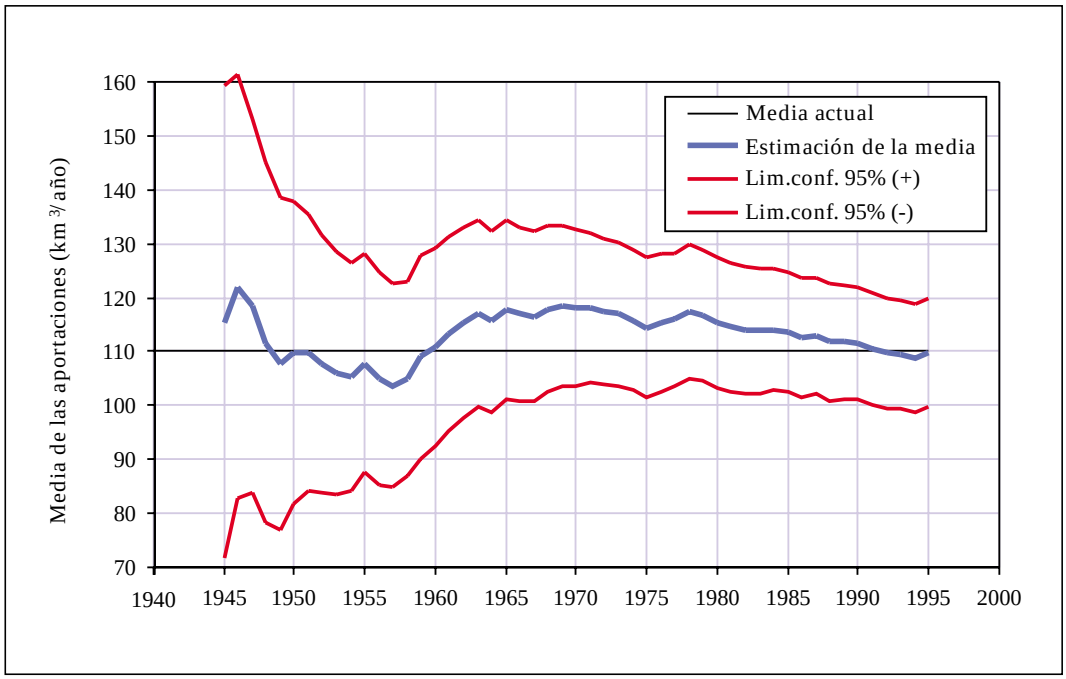


Figura 162. Evolución de la estimación de la media de aportaciones totales anuales en régimen natural en la España peninsular y su incertidumbre asociada

ma sobre la magnitud de su incertidumbre, y alerta sobre la necesaria prudencia y ponderación de juicio en el análisis de los sistemas hídricos.

Tal variabilidad natural no incorpora obviamente efectos "no naturales" como serían los debidos al hipotético cambio climático de origen antropogénico, que será estudiado en siguientes secciones.

3.1.8.1.2. Incertidumbres asociadas a la variabilidad a largo plazo

Además de esta indeterminación por la ventana temporal de observación, se ha comprobado la existencia en el pasado -sin cambio climático antrópico- de variaciones multi-decadales, con diferencias apreciables entre tales periodos, aunque el análisis estadístico de esta variabilidad, en las muestras disponibles, no permita rechazar nítidamente la hipótesis de estacionariedad de las series hidroclimáticas. El estudio histórico y paleoclimático, antes de la era de mediciones instrumentales, muestra asimismo grandes oscilaciones del clima en el pasado, con continuas alternancias de periodos fríos y cálidos, secos y lluviosos. Una interesante descripción de estas oscilaciones climáticas en España es la ofrecida por Font Tullot (1988).

Desde un punto de vista científico, acaso los procesos de ruidos fraccionales, de memoria infinita, o la variación caótica de los niveles de humedad y atmosféricos medios a escala multianual (Rodriguez-Iturbe, 1991), puedan describir o aportar alguna explicación sobre estos fenómenos naturales. Los viejos efectos bíblicos de Noé (valores inesperadamente altos de lluvias continuas durante cuarenta días y cuarenta noches), y de José (rachas alternas muy largas - 7 años - de plagas y vacas flacas, y de vacas gordas), vuelven a nuestra memoria, como expresiones clásicas de esta variabilidad natural, treinta años después de que fuesen brillantemente formulados en la moderna literatura hidrológica (Mandelbrot y Wallis, 1968).

Para intentar acotar las incertidumbres debidas a la ventana temporal estándar, es necesario analizar, siquiera someramente, la posibilidad de extender esta ventana con las series más largas disponibles. Ello implicará una cierta pérdida de representatividad espacial, al tratarse de un conjunto de registros notablemente inferior al del periodo estándar, pero, admitiendo esta pérdida, es de interés su estudio, pues permitirá comprobar efectos de no homogeneidad de los registros (saltos o tendencias), y matizar, en su caso, nuestra estimación actual estándar, al alza o a la baja, comparando los valores medios relativos de los distintos periodos.

Sin considerar indicadores proxy (como registros sedimentarios, anillos de los árboles u otros testigos biogeofísicos), y centrándonos exclusivamente en los datos hidrometeorológicos registrados disponibles, se estudiará, en primer lugar, el registro pluviométrico, para abordar después el de caudales fluviales.

3.1.8.1.2.1. Variabilidad de las lluvias

En las secciones dedicadas al análisis de las redes meteorológicas se mostraron unos gráficos con la evolución del número de estaciones pluvioméricas existentes en

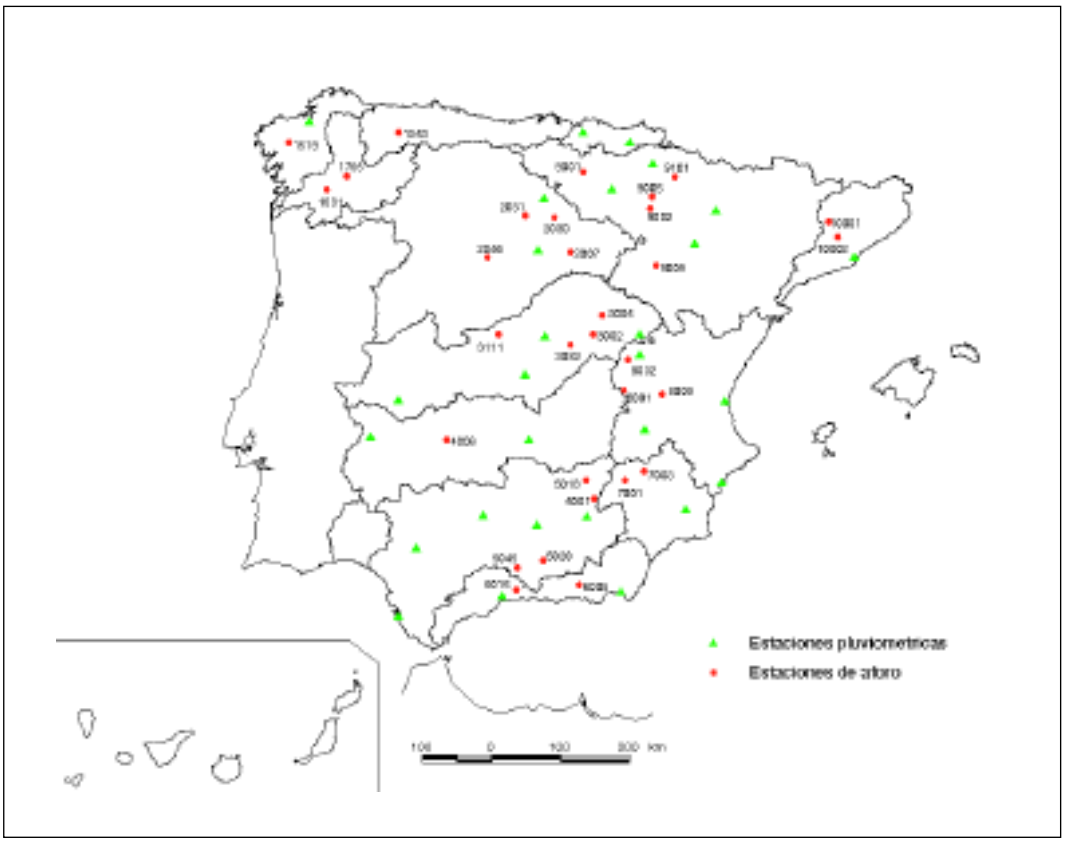


Figura 163. Mapa de estaciones con series largas seleccionadas

España a lo largo del siglo XIX y del siglo XX. En el gráfico del XIX puede observarse que desde 1840 existían 2 estaciones operativas, desde 1862 existían 21 estaciones, y desde 1910 existían 44 estaciones. El examen de estas series antiguas, recopiladas por el INM y completadas y homogeneizadas por este Organismo (INM, 1996), nos ha permitido seleccionar un conjunto de 27 series pluviométricas muy completas y de suficiente calidad, con datos desde 1910. De ellas, un subconjunto de 14 series tiene datos muy completos desde 1868, y de ellas, una (San Fernando) tiene datos muy completos desde 1839.

El mapa de la figura 163 muestra la situación de las 27 estaciones pluviométricas seleccionadas, y permite apreciar su buena distribución espacial, lo que permite considerarlas razonablemente representativas de todo el territorio. Se han incluído asimismo otras estaciones foronómicas que se comentarán más adelante.

Para analizar el comportamiento de estas series largas, la figura 164 muestra las desviaciones unitarias acumuladas de los 4 conjuntos de datos: serie única de San Fernando, serie media de las 14 (M 14), serie media de las 27 (M 27), y serie media del total peninsular areal en el periodo estándar (1940/41-1995/96), mostrada en secciones anteriores. Dada la distribucion espacial de las estaciones, tal simple media aritmética es un estimador razonable del valor promedio areal peninsular.

Como puede observarse, y pese a la variabilidad perceptible a distintas escalas, los 4 conjuntos de series parecen seguir patrones similares en los periodos temporales en que son coexistentes, lo que reafirma su representatividad. Puede verse, asimismo, que el periodo seco desde el año 1940 hasta mediados de los 50, que ya se había detectado en el análisis de rachas de la serie estándar, parece ser la culminación de un ciclo mucho más largo, estable o ligeramente seco, que arrancaría a principios del siglo, con una ligera recuperación húmeda en la década de los 30. Los últimos 20 años del siglo XIX pueden considerarse húmedos, con un comportamiento similar a la reciente racha desde mediados de los 50 hasta finales de los 70. Los diez años anteriores (1870-1880) fueron, a su vez, una racha seca, y es aventurado realizar ninguna hipótesis del periodo anterior, dado que solo se dispone de datos de una estación.

En síntesis, el registro histórico de los últimos 130 años de datos pluviométricos parece mostrar importantes oscilaciones a escalas decadales, similares o incluso mayores que las de nuestro periodo estándar de análisis. Además, el valor medio de serie de lluvias anuales en los últimos 130 años (serie M 14) es del orden de un 2.5% superior al de la misma serie en ventana temporal ordinaria de los planes hidrológicos de cuenca (1940-1985), y un 1.3% superior al de la misma serie en la ventana temporal estándar de este

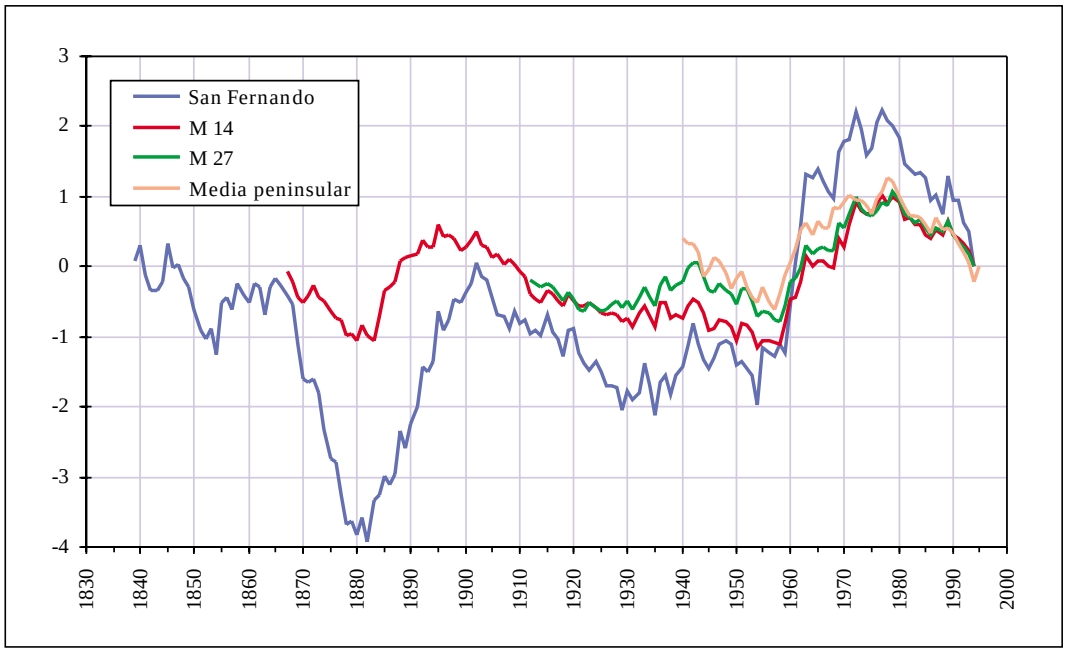


Figura 164. Rachas de la precipitación media anual en España con series largas, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

Libro Blanco (1940-1995). Estos valores se reducen al 1.8 y 0.5% respectivamente con la ventana de 83 años proporcionada por la serie M 27. Empleando como ventana de comparación la del periodo 1961-90 (últimos 30 años climáticos de referencia CLINO, según los treintenios estándar recomendados por la OMM), esta ventana resulta ser un 4.1 (3.3)% más húmeda que la M 14 (M 27).

No es descartable, en suma, que las oscilaciones pluviométricas seculares observadas hayan inducido en la respuesta hidrológica una sensible variabilidad hiperanual, superior a la perceptible en las ventanas estándar, o que tales ventanas empleadas en la planificación arrojen resultados inseguros, superiores en media a los del periodo largo completo. En ambos casos subyace, en definitiva, el problema de una posible de falta de representatividad de las series hidrológicas.

A analizar tal posibilidad, relevante para nuestra planificación hidrológica, se destina el epígrafe siguiente.

3.1.8.1.2.2. Variabilidad de los caudales

Es esperable que las rachas secas y húmedas de las aportaciones naturales, a escala peninsular, presenten patrones multianuales de comportamiento similares a los de las precipitaciones que las generan, aunque con diferencias a menor escala temporal debido a los efectos de no linealidad de la respuesta hidrológica.

Una vez estudiado el comportamiento general de las series largas de lluvias, se realizará un análisis similar para las aportaciones en régimen natural. Para ello, se han seleccionado las estaciones foronómicas con datos disponibles, no afectadas (al menos hasta tiempos recientes), y con registros relativamente completos, cuya evolución de número es la mostrada en la figura 165.

Se observa que empieza a haber algunas estaciones en 1912, y hasta los años 40 no aumenta sensiblemente su disponibilidad. De todas ellas, existen 2 con series anuales con más de 75 años completos desde el año 12, mientras que hay 7 con 65 años completos. El mapa anteriormente mostrado permite ver la situación de las 30 estaciones inicialmente seleccionadas. Sin refinar más el análisis, y limitándonos a obtener una primera impresión de su comportamiento, se han representado en la figura 166 las series de desviaciones unitarias acumuladas correspondientes al conjunto de 2 (M 2), al conjunto de 7 (M 7) y al conjunto de todas las disponibles. En los tres casos, y para obviar los problemas de escala, se ofrecen las medias de los datos específicos (aportación/superficie drenada) y de los datos unitarios (divididos por la media) de las estaciones. Se ha representado, también, la aportación total peninsular obtenida con el modelo distribuido para el periodo estándar, ofrecida en epígrafes anteriores.

Puede verse que, pese a lo simplificado e imperfecto de este análisis, los patrones multianuales son plenamente coincidentes en todos los casos, y las rachas de aportaciones secas y húmedas son, como era de esperar, básicamente las mismas que las de las precipitaciones medias. En el periodo anterior a 1940 no hay un patrón claramente marcado, observándose cierto estancamiento hasta 1935, en que hay una corta racha húmeda. Los efectos de la ventana de referencia de los

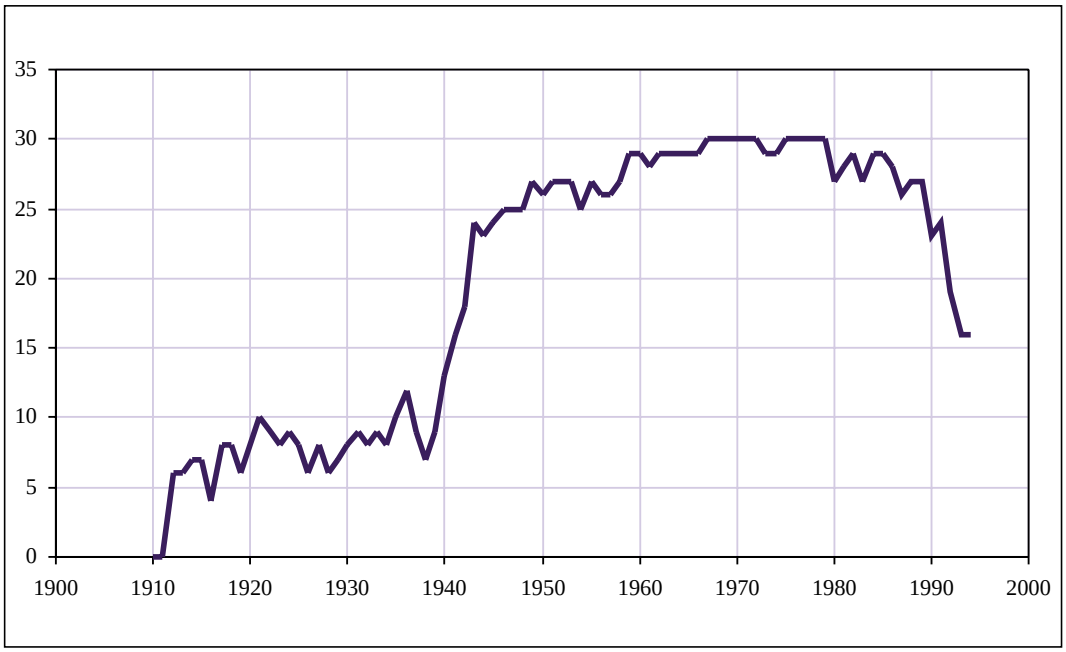


Figura 165. Evolución del número de estaciones foronómicas disponibles con series relativamente completas y no afectadas

Planes (1940-1985) no parecen ser importantes, pues la media de los contrastes de aportaciones específicas de las 7 estaciones más largas resulta ser sólo del 2% (y con apreciable variabilidad entre estaciones), lo que no puede considerarse significativo, y no es posible retrotraerse más en el tiempo por inexistencia de datos.

En definitiva, a la escala global, y con el primer análisis simplificado realizado, no es posible extraer conclusiones respecto a la falta de representatividad de la ventana temporal empleada en los Planes Hidrológicos. El valor global de un 2% por encima del registro largo no resulta significativo, aunque, considerándolo conjuntamente con el 1.8-2.5% de las lluvias, permite inferir que, en efecto, puede tratarse de una ventana ligeramente húmeda con respecto a la total disponible del periodo instrumental.

La ventana estándar de este Libro Blanco resulta ya más parecida a la total, por incluir el efecto de la reciente sequía.

3.1.8.2. Las incertidumbres del cambio climático

3.1.8.2.1. Introducción

Lejos de tratarse de una novedad, la discusión sobre posibles cambios climáticos viene produciéndose

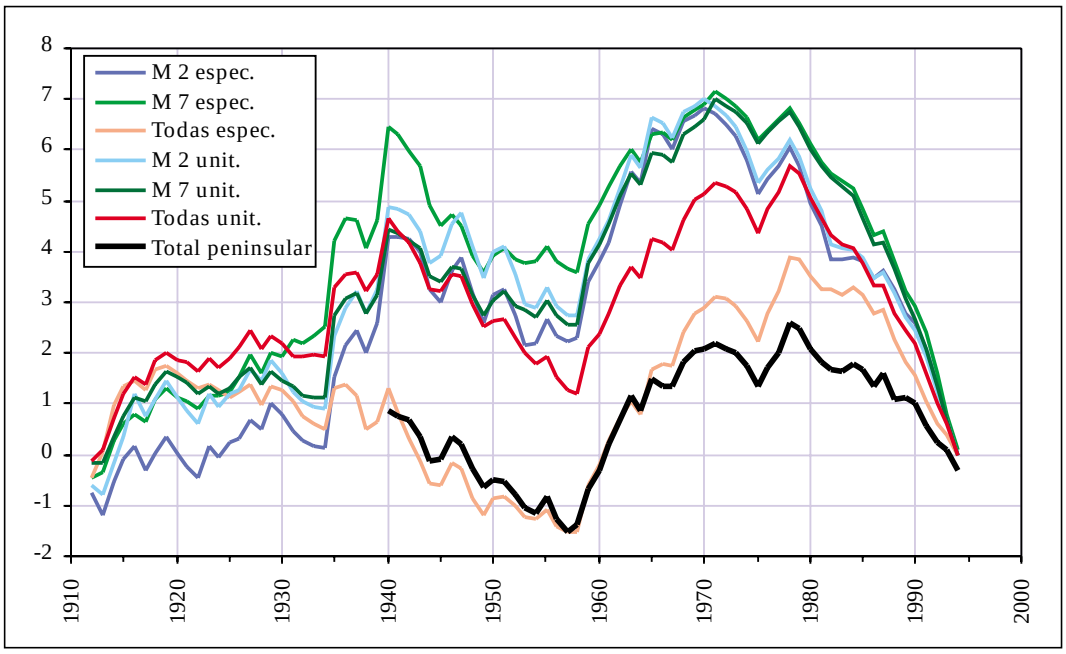


Figura 166. Rachas de aportaciones naturales anuales en España con series largas, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas

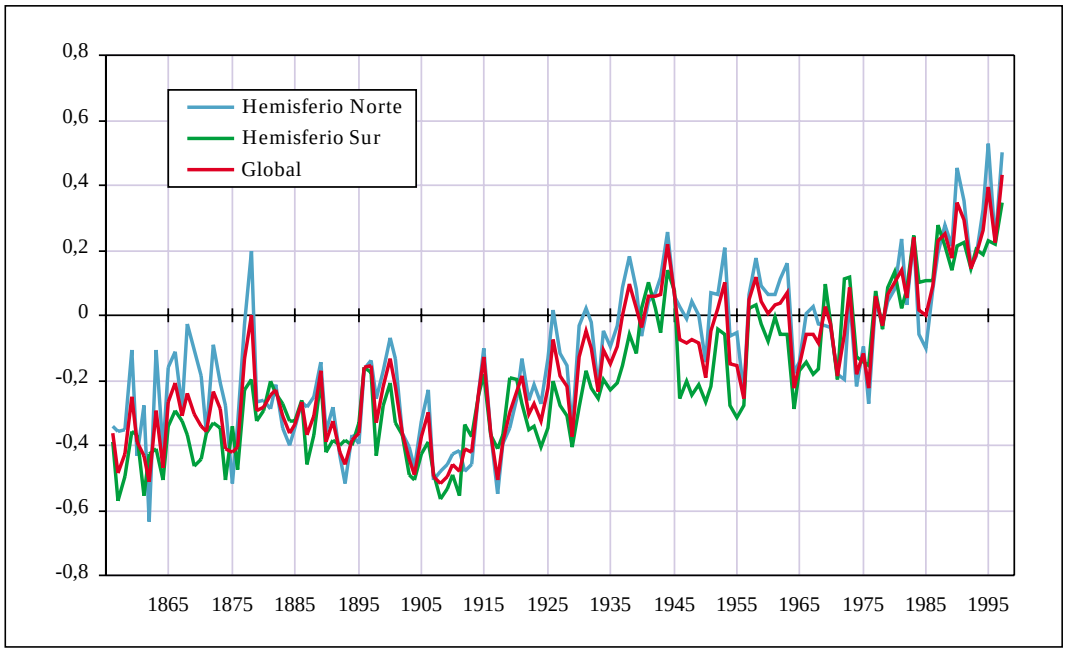


Figura 167. Evolución desde 1855 de la variación de la temperatura media global de la Tierra respecto a la media de la serie (ºC)

desde muy antiguo. En España, por ejemplo, fue una polémica de moda a mediados del XIX, tal y como muestran los clásicos trabajos de Rico Sinobas (Font Tullot [1988] p.33). Sin embargo, no es hasta fechas recientes que esta cuestión ha alcanzado un lugar principal en la discusión sobre el futuro de nuestros recursos naturales y la sostenibilidad de su empleo.

Así, en los últimos años se ha producido una gran preocupación científico-social acerca del posible cambio climático inducido por el aumento del contenido del dióxido de carbono (CO_2) y de otros gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Esta preocupación ha dado lugar a importantes iniciativas internacionales como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ratificada por España en 1993 (MIMAM, 1998e).

El fundamento del problema es la probable intensificación del efecto de invernadero natural que tendría como consecuencia un aumento de la temperatura media mundial de la superficie de la Tierra, conocido como calentamiento global, y los complejos procesos atmosféricos relacionados (Linés Escardó, 1990).

La gravedad potencial del problema es creciente al observar que los ritmos de cambio de las tasas de emisión de los GEI han aumentado, en la mayor parte de los casos. En realidad, el aumento de los GEI en la atmósfera y las variaciones de otros factores como son la energía solar entrante, las erupciones volcánicas o las modificaciones del albedo planetario (parte de la energía entrante reflejada hacia el espacio) se cuantifican mediante los denominados "forzamientos radiativos" o alteraciones del flujo neto de energía en la tropopausa. Los forzamientos asociados a los incrementos de los GEI atmosféricos son positivos y mucho mayores que los asociados a los otros fenómenos, lo que fundamenta la preocupación social existente. Sin embargo, también existen forzamientos negativos. Entre ellos, el más importante y capaz de contrarrestar parcialmente el de los GEI, es el debido a la presencia de aerosoles atmosféricos sulfurosos. Es previsible que su contribución relativa disminuya con el tiempo al estar limitado su ritmo de aumento. Por otra parte, su distribución poco homogénea, localizada geográficamente sobre los grandes focos de contaminación mundial, introduce un factor de incertidumbre.

Los registros climáticos disponibles indican una tendencia hacia un calentamiento global durante el último siglo, con un calentamiento anterior a 1940, un ligero enfriamiento durante el periodo 1940-70 y un calentamiento posterior especialmente notable durante la última década. La figura 167 (elaborada con datos de la Climatic Research Unit de la Universidad de East Anglia) muestra claramente estas tendencias térmicas.

Como se observa, las temperaturas medias del hemisferio norte, del hemisferio sur, y global de la superficie de la Tierra han aumentado entre 0,3 y 0,6 ºC, aproximadamente, desde finales del siglo pasado hasta la actualidad. Aunque existe bastante incertidumbre sobre si la tendencia observada es producto de una variación natural del clima, similar a las existentes en el pasado, o si debiera atribuirse, en su mayor parte, al aumento de GEI atmosféricos durante los últimos 200 años, la mayoría de estudios llevados a cabo reflejan que el ori-

gen de la tendencia que muestra el calentamiento observado es poco probable que sea completamente natural. La capacidad para cuantificar la influencia humana sobre el clima mundial es, en la actualidad, limitada, debido a que la señal detectada es una señal que empieza a emerger del ruido de la variabilidad natural (Labajo, 1996), y no resulta aún claramente discernible de ese ruido. Sin embargo, según el Panel Intergubernamental de Expertos para el cambio climático (IPCC), las pruebas y estudios realizados sugieren en conjunto la existencia de una influencia humana detectable sobre el clima global (IPCC, 1995).

Las herramientas utilizadas para investigar todos estos efectos son los Modelos de Circulación General Acoplados Océano-Atmósfera (MCGA-OA). En la mayoría de estos modelos existe un cierto acuerdo sobre las tendencias de algunas variables climáticas, como la temperatura y la precipitación, aunque con una mayor incertidumbre en el caso de esta última.

Una modificación de la temperatura o de la precipitación repercutiría sobre los recursos hídricos de un territorio, pues, a largo plazo, su escorrentía es igual a la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración. Según los informes de evaluación científica realizados por el IPCC, un incremento de temperatura de uno a dos grados centígrados, unido a una disminución del 10% en las precipitaciones, podría llegar a producir en zonas semiáridas una reducción del 40% al 70% en la escorrentía anual (IPCC, 1995).

Si, de acuerdo con los escenarios climáticos disponibles para España, las precipitaciones medias anuales disminuyen ligeramente y las temperaturas aumentan, se producirá en el futuro una disminución de la escorrentía.

Por otra parte, las tendencias que se apuntan para España son de una mayor irregularidad temporal de las precipitaciones, lo que repercutiría negativamente en el régimen de las crecidas y en la regulación de los ríos, modificando la estacionalidad de los flujos.

Si ocurre un cambio climático estos impactos potenciales probablemente tendrán lugar de forma gradual. Aunque la incertidumbre es grande y se necesitará tiempo para confirmar los cambios, ello no impide señalar que la amenaza existe y que es lo suficientemente importante como para que sea tenida en cuenta dentro del marco de la planificación hidrológica.

3.1.8.2.2. Escenarios de precipitación y temperatura

Aunque para evaluar el efecto sobre el clima inducido por el aumento de las concentraciones de CO_2 y otros gases efecto invernadero se han venido utilizando los MCGA-OA, esto no significa que en su estado de conocimiento puedan proporcionar la distribución espacial y la evolución temporal precisa de la respuesta del sistema climático a una variación en las concentraciones en la atmósfera del CO_2 y otros GEI. No obstante, los MCGA-OA son actualmente las únicas herramientas de que se dispone para obtener los patrones de respuesta climática ante diversas acciones exógenas. La mayoría de estos modelos resuelven ecuaciones similares, pero entre ellos existen diferencias en cuanto a la resolución temporal, la física de las interconexiones, el tratamiento de las nubes, la representación del océano, etc., lo que explica algunas de las discrepancias en sus resultados.

Para responder a las preguntas que la posibilidad de un cambio climático plantea se requieren resoluciones temporales y espaciales cada vez mayores, así como información sobre un mayor número de variables (evapotranspiración, temperaturas máximas y mínimas, escorrentías, etc.). Por esta razón se están desarrollando modelos climáticos regionales. Hoy en día se encuentran en sus comienzos y los resultados que proporcionan aún no son suficientemente fiables para utilizarlos como escenarios futuros. En la actualidad sólo se dispone de escenarios regionales obtenidos a partir de los resultados de uno o varios MCGA-OA, con todas las limitaciones y cautelas que ello supone.

Tradicionalmente, esos escenarios climáticos futuros se han generado mediante la técnica de composición de resultados de los MCGA-OA. Así se hace en el documento *Programa Nacional sobre el Clima.* (MOPTMA, 1995c), elaborado por la Comisión Nacional del Clima, donde se analizan los resultados que proporcionan distintas composiciones de modelos.

Con estas composiciones se evalúa el efecto que tendría una duplicación de CO_2 mediante distintos tipos de análisis: de respuesta *en estado de equilibrio,* de respuesta *en transición* hasta alcanzar ese nuevo valor de CO_2, y como respuesta *dependiente del tiempo.* Se prevé que esa duplicación de CO_2 podría tener lugar aproximadamente en el año 2030.

Sin perjuicio de las cautelas e incertidumbres asociadas al problema, la evolución más probable del clima peninsular español, como resultado de esos análisis, se sintetiza en los siguientes escenarios de temperatura y precipitación:

- Se estima, en general, que una duplicación de CO_2 podría producir un aumento de temperatura media anual que oscilaría entre 1 ºC (análisis de respuesta en transición) y 4 ºC (mejor estimación del análisis de respuesta en equilibrio), aunque siendo ligeramente mayores esos aumentos en verano.

- Se estima que podrían producirse descensos generales de los valores de la precipitación media anual comprendidos entre el 5% y el 15%, siendo más probables en la mitad sur de la península. Se apunta una tendencia hacia una concentración temporal de la precipitación, así como a una mayor variabilidad anual e interanual. Esta tendencia implicaría un aumento de los períodos secos y una mayor torrencialidad de las precipitaciones. Los MCGA-OA no proporcionan todavía respuestas que cuantifiquen estos efectos.

Científicamente, estos resultados están expuestos, además, a las incertidumbres que existen sobre la función de las nubes y los aerosoles en el sistema climático, que pueden reducir el calentamiento debido a la intensificación del efecto invernadero, especialmente en las latitudes medias del hemisferio Norte.

Los resultados más recientes sobre precipitación en la península ibérica, a partir de modelos globales, producen variaciones de la precipitación muy moderadas, al situar nuestra zona en un área de cambio de signo de la variación esperada de las precipitaciones, es decir, en todos los experimentos la línea de cambio nulo atraviesa la península ibérica.

Las incertidumbres existentes en los resultados que proporcionan los MCGM obligan a trabajar con escenarios y no con predicciones. Las conclusiones obtenidas como resultado de los estudios de impactos sectoriales deberían, por tanto, estar más orientadas a poner de manifiesto las debilidades de los sistemas que a modificar sus criterios de diseño o funcionamiento.

3.1.8.2.3. Impacto sobre los recursos hídricos

La identificación de impactos sobre los recursos hídricos vinculados a posibles cambios climáticos se ha producido en nuestro país desde antiguo. Así, y a título de ejemplo, existen referencias de comienzos de siglo a la merma de caudales del Segura y sus acusados estiajes, como consecuencia de la deforestación de su cuenca y posibles cambios de clima (Díaz Cassou, 1900), cambios de los que se venía hablando, como dijimos, desde mediados del XIX. Ya entonces Díaz Cassou concluyó la explicación natural de los cambios observados, sosteniendo lo que hoy denominaríamos la *hipótesis de estacionariedad* de los registros hidrológicos.

Existen asimismo indicios de posibles cambios en el régimen hidrológico de España en siglos pasados. Es probable, por ejemplo, que los recursos hídricos del país en el siglo XVIII hayan sido, en su conjunto, superiores a los de la inmediatamente anterior Pequeña Edad Glacial (1550-1700), circunstancia que puede haber sido coadyuvante para que Carlos III emprendiese el gran programa de obras hidráulicas de la Ilustración (Font Tullot [1988] p.106).

Ya en los albores del siglo XXI, y dado el interés que modernamente despierta la hipótesis de cambio climático, y los cada vez mayores indicios de su existencia, es conveniente comenzar a hacer estudios en España sobre la sensibilidad de los sistemas de explotación de recursos hídricos a las posibles variaciones de las condiciones climáticas del futuro. Las incertidumbres existentes, de toda índole, no permiten por el momento atribuir a estos estudios mas que un carácter indicativo, pero, aún admitiendo este carácter, el esfuerzo de indagación y de análisis resulta inexcusable.

A diferencia de otras políticas sectoriales que abordan el cambio climático desde criterios limitativos, como agentes productores del mismo que deben autoregularse para minimizar sus efectos (caso de las emisiones industriales de gases atmosféricos), afrontar el problema del cambio climático desde la perspectiva de la planificación hidrológica requiere adoptar una posición adaptativa. El fenómeno se supone externo al sistema de utilización del agua, para el que deben buscarse, en su caso, estrategias de adaptación que permitan mitigar las consecuencias adversas.

La influencia del cambio climático sobre los sistemas de explotación de recursos hídricos opera en dos fases sucesivas. En primer lugar, la modificación de las condiciones atmosféricas induce una modificación del ciclo hidrológico natural - de los recursos hídricos naturales - que supondrá cambios en la magnitud y estacionalidad de los flujos de agua y de su calidad. En segunda instancia, esta modificación hidrológica puede afectar a los distintos requerimientos hídricos, e influir sobre la utilización del agua a través de los sistemas de explotación, sus infraestructuras y sus reglas de gestión.

El impacto final real requiere, pues, una identificación de estas dos fases distintas. Dada la diversidad de sistemas existentes (diferentes vulnerabilidades, garantías, resiliencias, fragilidad de ecosistemas, etc.), no resulta posible generalizar resultados más allá de los estrictamente hidrológicos, debiendo, en su caso, realizarse tal análisis posterior para cada sistema, de forma singularizada. En consecuencia, analizaremos aquí el posible impacto sobre los recursos hídricos, dejando para otras secciones el posible impacto sobre las demandas sectoriales de agua.

Para abordar el problema hidrológico, una posible opción es partir de las hipótesis de escenarios previsi-

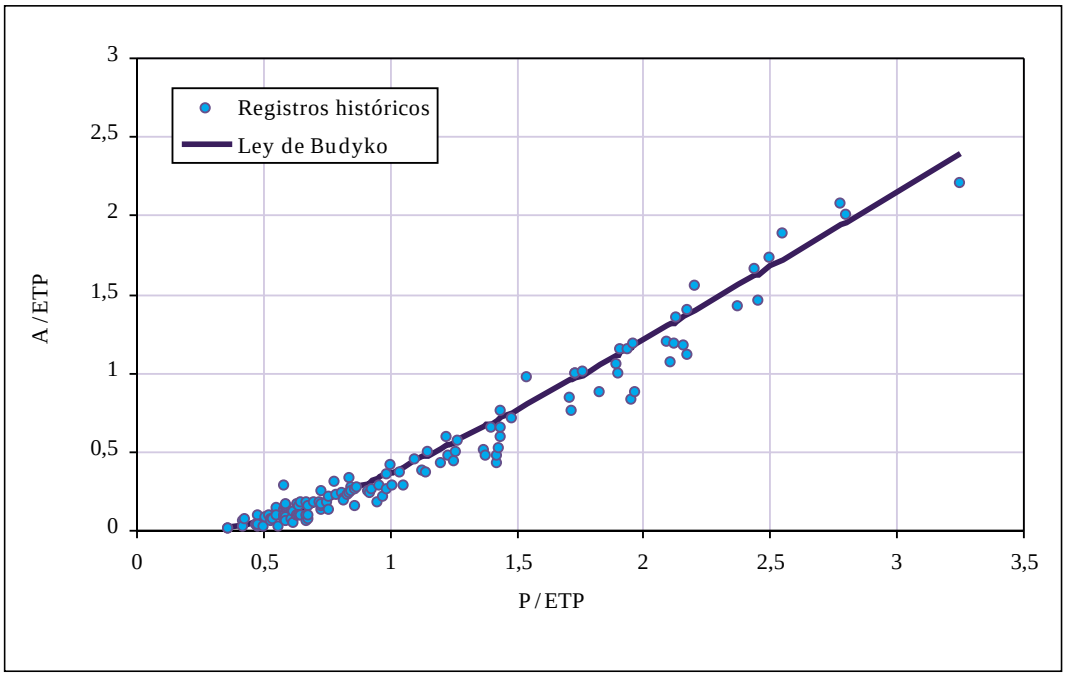


Figura 168. Relaciones entre aportación (A), precipitación (P) y evapotranspiración potencial (ETP) en los puntos de control

bles de cambio climático para España. Un primer análisis lo constituye el estudio de cómo pueden repercutir esas variaciones climáticas en la escorrentía media anual en régimen natural en los distintos ámbitos territoriales de la planificación hidrológica. La estimación de este impacto permitiría adoptar supuestos razonables sobre las series de aportaciones naturales o recursos hídricos totales de los ríos, y obtener así unas series de diseño que, introducidas en los modelos de los sistemas de explotación, permitirían evaluar el impacto del cambio climático supuesto sobre nuestros sistemas hídricos. Como ya se ha indicado, y conviene reiterar, tales análisis son, en buena medida, puramente teóricos, y están sometidos a grandes márgenes de incertidumbre, pero parece conveniente abordarlos con objeto de obtener alguna cuantificación inicial, por dudosa e incierta que ésta resulte.

Así, el empleo de técnicas de modelización matemática que simulen dinámicamente la fase terrestre del ciclo hidrológico permitiría realizar una estimación del impacto del cambio climático sobre las series de aportaciones mensuales en los ríos. Los modelos de este tipo, como el empleado en este Libro, establecen balances hídricos para los distintos procesos que tienen lugar desde el momento en que llueve hasta que el agua escurre superficial o subterráneamente, y estiman las aportaciones a partir de datos meteorológicos (precipitación, evapotranspiración potencial, etc.) y de las características físicas del territorio (vegetación, hidrogeología, edafología, etc.).

En la actualidad no existe información sobre escenarios climáticos lo suficientemente detallada que justifique la aplicación de este tipo de modelos a escala nacional. Sin embargo, y dado que un primer paso es el conocimiento de los valores medios a largo plazo de las principales variables hidrológicas, la aplicación de leyes regionales que relacionen en valores medios anuales la precipitación, la evapotranspiración potencial (función de la temperatura) y la escorrentía total, puede proporcionar una visión general del alcance del problema.

Para estimar espacialmente el impacto sobre la escorrentía media anual derivado de distintos escenarios climáticos, se ha utilizado una ley regional, la de Budyko (1961), que relaciona la escorrentía (A) con la precipitación (P) y la evapotranspiración potencial (ETP). Esta ley ya fue utilizada en un análisis experimental realizado en cuencas españolas de distintas características climáticas e hidrológicas (Estrela et al., 1995). Aquí también se ha contrastado con los puntos de control en régimen natural seleccionados para calibrar el modelo de simulación de aportaciones mensuales. Como se observa en la figura 168, el ajuste es aceptable y justifica la utilización de esta sencilla ley regional.

En el análisis se han supuesto los siguientes escenarios climáticos, considerados representativos de lo que podría suceder en nuestro país en el futuro inmediato bajo la hipótesis de duplicación del CO_2, prevista para el 2030:

- Escenario 1. Aumento de 1 ºC en la temperatura media anual.
- Escenario 2. Disminución de un 5% en la precipitación media anual y aumento de 1 ºC en la temperatura.

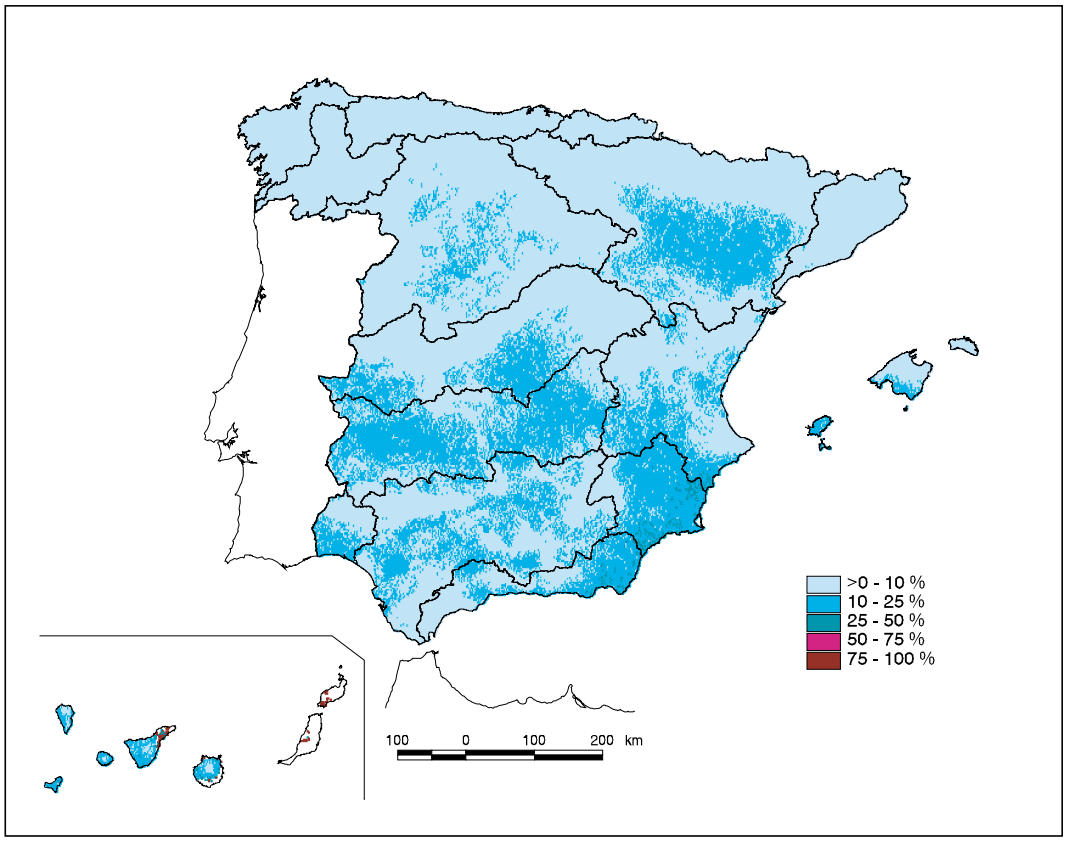


Figura 169. Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 1

En las figuras 169 y 170 se muestran las disminuciones porcentuales de escorrentía media anual respecto a la situación actual, resultantes para estos dos escenarios.

En la tabla 42 se cuantifican estos efectos, mostrándose, para cada ámbito territorial, el valor medio del porcentaje de disminución de las aportaciones totales en estos dos escenarios climáticos considerados.

También se ha analizado un escenario extremo, muy poco verosímil, suponiendo una disminución de un 15% en la precipitación media anual y un aumento extremo de 4 ºC en la temperatura. Las reducciones en la aportación, en este caso, son mucho mayores, alcanzando en algunos ámbitos valores superiores al 50%.

El análisis realizado permite concluir que el sureste peninsular, la cuenca del Guadiana, el valle del Ebro y la España insular, son las áreas donde el impacto sobre los recursos hídricos se manifestaría más severamente.

Los resultados obtenidos son del mismo orden de magnitud que las estimaciones de impacto sobre los recursos realizadas en otras regiones del mundo similares hidrológicamente a España, como es el caso de California. En todo caso, y como ya se ha dicho, estos resultados no deben ser tomados en modo alguno como definitivos, sino como una llamada de atención, y un punto de partida para posteriores, y más precisos, estudios de impacto. Se debe, además, tener presente que, como se apuntó, los escenarios utilizados se corresponden con la hipótesis de duplicación del CO_2 prevista para el 2030 y que este año queda fuera de los horizontes de la planificación hidrológica actual. Esto no impide apuntar que, si el cambio climático antropogénico realmente ocurre, España podría enfrentarse en el futuro a un problema serio de agravamiento de la escasez de agua en algunas zonas.

Por otra parte, se han propuesto otros escenarios climáticos que, junto al aumento de temperaturas en todo el año, prevén para nuestro país una disminución de precipitaciones en verano, unida a un aumento de las mismas en invierno. Ello hace que las menores aportaciones por incremento de temperaturas y merma de lluvias en verano (aumento de las sequías estivales) pudieran verse compensadas por mayores caudales en invierno, generando un saldo final incierto, que podría incluso ser favorable si se dispone de suficiente almacenamiento para las mayores escorrentías invernales. Ello vuelve a ilustrar sobre las importantes incertidumbres actualmente existentes.

Volviendo a los dos escenarios considerados, una cifra media global representativa de ese cambio, proyectada al segundo horizonte de la planificación hidrológica, y sensiblemente encajada en todas las horquillas de los distintos ámbitos, sería del orden del 5-6 %, tal y como

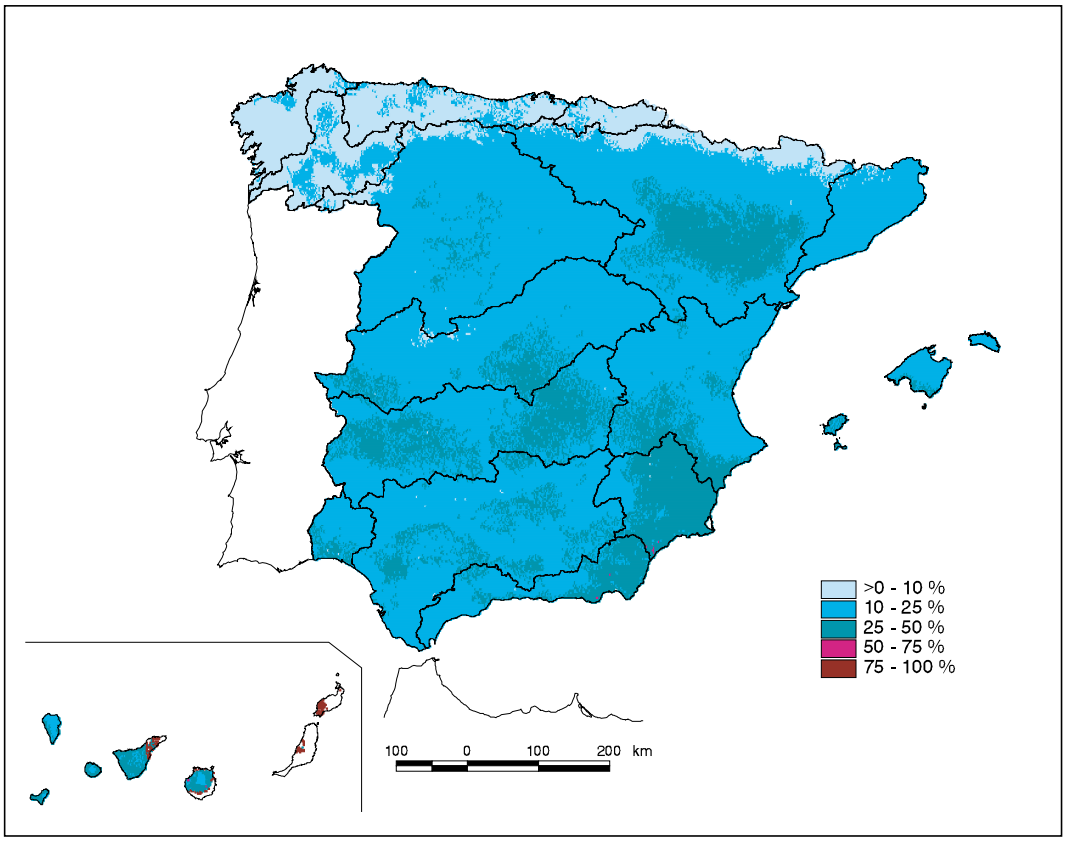


Figura 170. Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 2

muestra el gráfico de la figura 171. El efecto que esta disminución de los recursos naturales podría tener en los recursos disponibles peninsulares se ha evaluado, de modo global, en torno a un 4% (Garrote et al., 1999).

Dadas las grandes incertidumbres que actualmente conllevan semejantes estimaciones, no parece razonable avanzar más allá -y ya es bastante aventurado- de estas grandes cifras agregadas (como ejemplo, los modelos climáticos suelen considerar a toda España como una región climática única), debiendo considerarse por ahora un ejercicio ilusorio y puramente especulativo descender a mayores detalles o niveles de desagregación espacio-temporal.

En definitiva, y aunque, como se ha dicho, la realidad de este proceso no está aún contrastada científicamente de forma indiscutible, si se desea una estimación prudencial y razonable de los impactos del posible cambio climático antropogénico sobre los recursos hídricos en España, podría admitirse para todo el país, de forma global y genérica, una disminución del 5% en las aportaciones totales en régimen natural al segundo horizonte (o largo plazo) de la planificación hidrológica.

Ámbito	Escenario 1	Escenario 2
Norte I	-3	-10
Norte II	-2	-10
Norte III	-2	-9
Duero	-6	-16
Tajo	-7	-17
Guadiana I	-11	-24
Guadiana II	-8	-19
Guadalquivir	-8	-20
Sur	-7	-18
Segura	-11	-22
Júcar	-9	-20
Ebro	-5	-15
C.I. Cataluña	-5	-15
Galicia Costa	-2	-9
Baleares	-7	-18
Canarias	-10	-25
España	-5	-14

Tabla 42. Porcentaje de disminución de la aportación total, por ámbitos de planificación, para los escenarios climáticos considerados

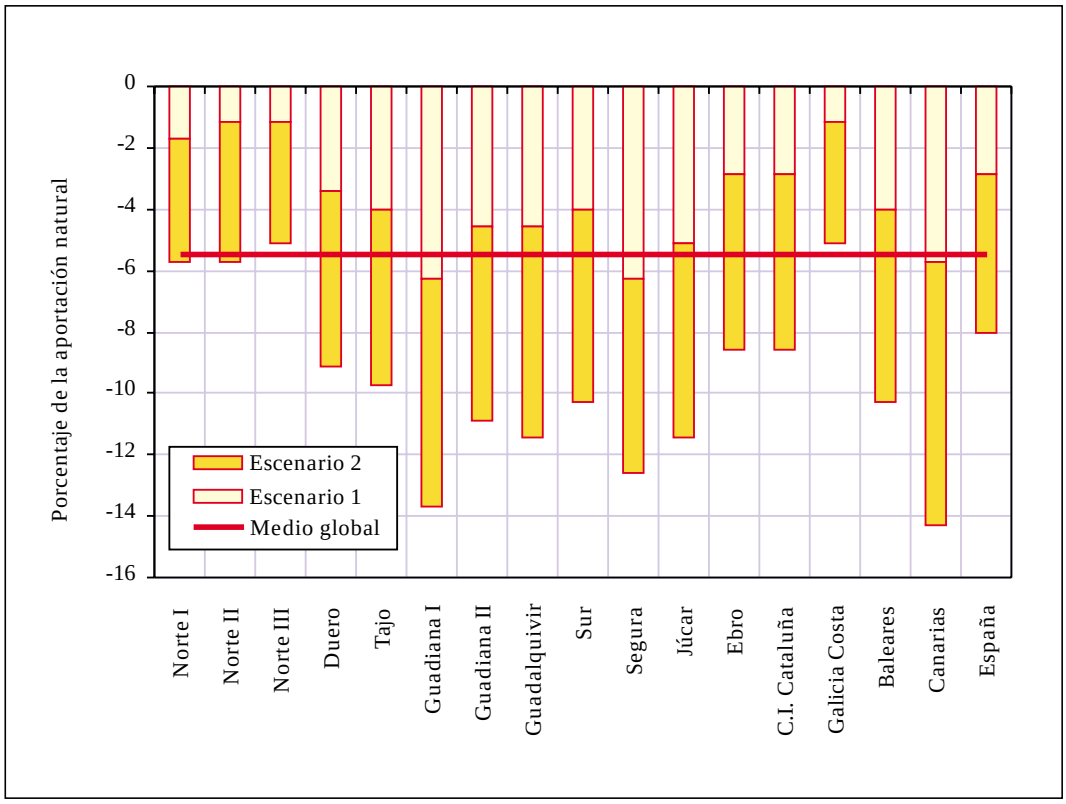


Figura 171. Porcentajes de disminución de la aportación total, para los escenarios climáticos considerados, en el largo plazo de la planificación hidrológica

Junto con esta disminución, parece esperable una mayor variabilidad anual e interanual, que se expresaría por un aumento en el rango de los caudales, y cuya cuantía, hasta el momento, se ignora.

3.1.8.3. Conclusiones

Tanto por razones de la variabilidad natural de los fenómenos hidrológicos, como por la posible incidencia de un cambio climático de origen antropogénico, es dudoso que deba admitirse, como supuesto de diseño desde el punto de vista de la planificación y gestión del agua, que el registro hidrológico del futuro será igual al del pasado, o dicho de otra forma, que los flujos hidrológicos deban ser considerados estacionarios en el largo plazo.

La incertidumbre intrínseca de nuestra actual estimación de valores medios de aportaciones naturales en España (error estándar de la media), debida a la longitud de las muestras disponibles, oscila entre un 3 y un 12%, según el ámbito de planificación considerado, y con un valor medio para todo el país próximo al 5%. Además, aún en ausencia de cambio climático de origen antrópico, el clima europeo muestra variaciones multi-decadales, con diferencias apreciables entre tales periodos, aunque el análisis estadístico de esta variabilidad, en las muestras disponibles, no permita concluir la hipótesis de no estacionariedad de las series hidroclimáticas. En el caso español, hay indicios para suponer que el periodo de referencia empleado en la planificación hidrológica de cuenca puede ser ligeramente más húmedo que el periodo hidrometeorológico instrumental, aunque esto no pasa de ser una mera hipótesis, no confirmada estadísticamente.

Visto en este contexto, el posible cambio climático aparece como un elemento más de incertidumbre añadida, que puede quedar embebido dentro de esta variabilidad natural, o discernirse de ella en un futuro más o menos lejano.

En definitiva, y como resultante de todas estas circunstancias superpuestas, parece oportuno reconsiderar la forma en que los recursos hídricos son evaluados en el largo plazo desde el punto de vista de la planificación hidrológica. Acaso una prudencial reducción de sus valores esperados (p.e. en torno al 5% en el segundo horizonte de la planificación), junto con un cierto aumento de su irregularidad estacional (incremento del rango de caudales), sea una buena práctica preventiva en tanto en cuanto avanza nuestro conocimiento del fenómeno.

3.2. LA CALIDAD DE LAS AGUAS

3.2.1. Introducción

La descripción y evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico. El problema reside fundamentalmente en la definición que se adopte del concepto *calidad del agua,* para el que existen distintas interpretaciones.

Así, se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella. O desde un punto de vista ambiental, como la define la propuesta de Directiva Marco de las Aguas -a la cual nos referiremos más adelante en su epígrafe específico- como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (calidad ecológica). O como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen, etc.

En las próximas secciones se estudiará la situación de los recursos hídricos en nuestro país desde el punto de vista cualitativo, procurando aunar estos diferentes enfoques en una visión global integradora.

3.2.2. Situación general y aspectos normativos

La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas.

La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación. La prevención, control y resolución de los problemas derivados de la contaminación de las aguas constituye uno de los objetivos que deben plantearse en cualquier política avanzada de gestión de recursos hídricos.

Actualmente, la calidad general de las aguas continentales españolas no es del todo satisfactoria a la luz de la legislación vigente y de las aspiraciones existentes en el seno de la sociedad. La irregularidad en tiempo y espacio de nuestra climatología, descrita en secciones previas, hace que los vertidos, tanto urbanos como industriales, tengan una influencia más negativa sobre la calidad final del recurso que en cualquier otro país con mayor regulación natural. Es evidente que, en estas condiciones, la capacidad de autodepuración de nuestros ríos queda muy rápidamente superada, haciéndose necesaria una mayor atención a la prevención, control y corrección de los vertidos, y en ocasiones, requiriendo el establecimiento de determinados caudales mínimos, no ya sólo por razones ambientales, sino también sanitarias.

En lo que se refiere a los vertidos contaminantes la situación resulta diversa. Los vertidos urbanos cada vez se realizan en mejores condiciones gracias a la puesta en marcha y desarrollo del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) que, aunque no incluye expresamente la consecución de objetivos de calidad, está logrando que cada vez mayor número de habitantes esté conectado a sistemas de depuración.

La situación de los vertidos industriales resulta más preocupante por cuanto un porcentaje nada despreciable de los vertidos directos no cuenta aún con la debida autorización, y otros muchos tienen autorización provisional en fase de regularización. Es decir, falta mucho por hacer en cuanto a las medidas de corrección de este tipo de vertidos, que ejercen por su número y características una gran presión contaminante sobre cauces y masas de agua. Hasta la fecha se ha avanzado poco en el desarrollo de los Planes Sectoriales de Regularización de Vertidos Industriales previstos en el Real Decreto 484/1995, sobre *medidas de regularización y de control de vertidos,* instrumento que tiene como finalidad solucionar la preocupante situación actual: pocas autorizaciones de vertido, bajas liquidaciones del canon de vertido, problemas competenciales en los vertidos industriales a colectores urbanos e incumplimiento de la legislación.

La contaminación difusa procedente de la agricultura supone en nuestro país otra gran preocupación, sobre todo ligada a la, como veremos, creciente aplicación de fertilizantes y plaguicidas, que pueden provocar graves problemas de eutrofización en los embalses y de contaminación de las aguas subterráneas. Aunque esta situación es conocida y está suficientemente caracterizada en lo que se refiere a la eutrofización en los principales embalses de las cuencas hidrográficas y los principales acuíferos, en ambos casos convendría incrementar el conocimiento para lograr una mejor comprensión y diagnóstico de los problemas planteados.

A tenor de la situación global expuesta resulta, en ocasiones, complejo adecuar la calidad de las aguas a los usos a los que se destina. Este hecho pone de relieve la importancia que adquiere la caracterización de la calidad natural de las aguas y la definición de los objetivos de calidad en los tramos de ríos y acuíferos de

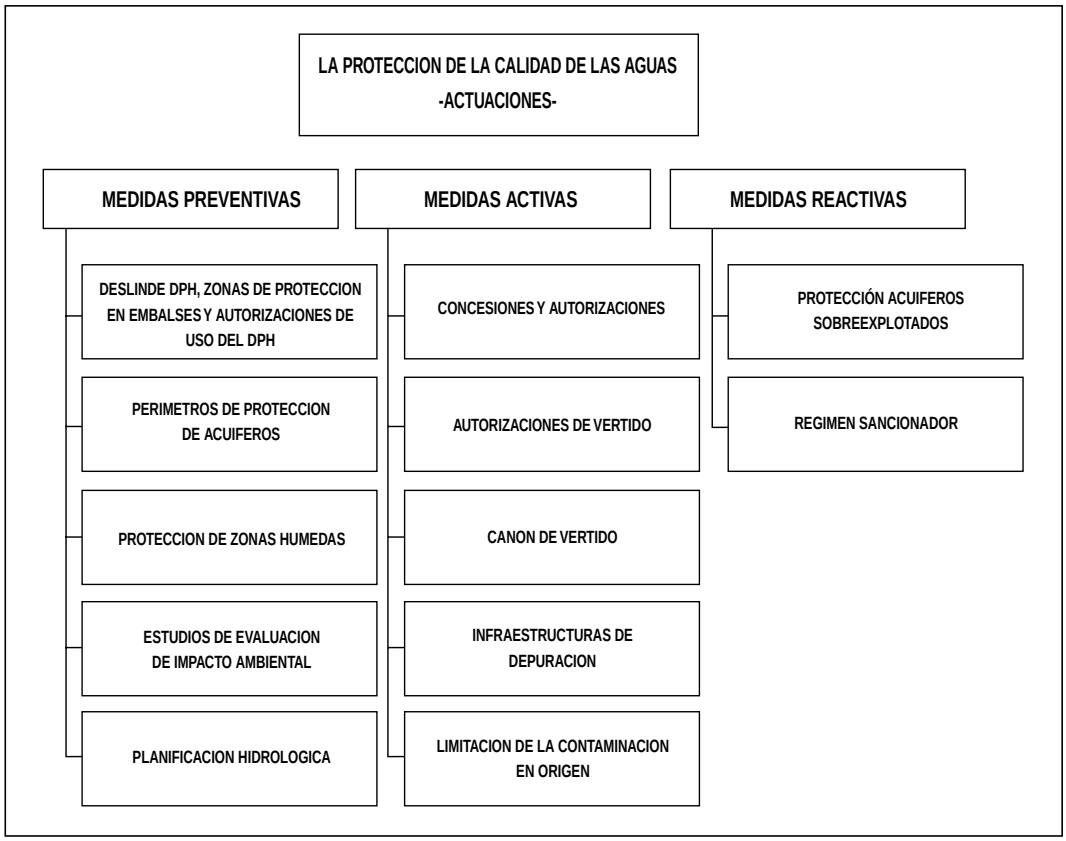


Figura 172. Actuaciones para la protección de la calidad de aguas

cada cuenca hidrográfica. Los órganos administrativos encargados en cada caso de fijar los objetivos de calidad de las aguas resultan diferentes en función de las características territoriales que tenga el tramo de río o del sector de acuífero en cuestión, y del propio uso al que el agua se dedique. Dilucidar el entramado competencial y administrativo en el que se dirimen estos conflictos y establecer en cada supuesto de manera clara el cauce institucional que conducirá a la declaración de un objetivo de calidad para un tramo específico, constituye una de las principales necesidades normativas en la materia.

La gestión de la calidad del agua en nuestro país debe basarse en los principios que emanan de la Unión Europea y que en repetidas ocasiones han sido asumidos por las Administraciones públicas encargadas de su aplicación. El V Programa ambiental de la Unión Europea y los Convenios suscritos por España en materia medio-ambiental señalan la necesidad de afianzar el diseño de lo que se ha llamado *desarrollo sostenible,* concepto al que nos referiremos en posteriores capítulos, y que podría asimilar los principios constitucionales que señalan la senda por la que debe discurrir en nuestro país la gestión de los recursos naturales: el interés general en su utilización, la solidaridad en su reparto y su uso racional. Por ello el Título V de la Ley de Aguas de 1985 está dedicado a la protección del Dominio Público Hidráulico y la calidad de las aguas y define, en su Artículo 84, los que se convierten desde entonces en objetivos fundamentales: *conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas, impedir la acumulación de compuestos tóxicos o peligrosos en el subsuelo, capaces de contaminar las aguas subterráneas y evitar cualquier otra actuación que pueda ser causa de su degradación.* Finalmente, encomienda a la Administración hidráulica competente *la policía de las aguas superficiales y subterráneas y de sus cauces y depósitos naturales, zonas de servidumbre y perímetros de protección.*

En la figura 172 se muestran esquemáticamente algunas actuaciones de protección de la calidad de las aguas que se derivan del ordenamiento jurídico del Estado español.

Asimismo existen más de 20 Directivas comunitarias, transpuestas al ordenamiento jurídico español, que se muestran en la tabla 43, y que imponen unos requisitos a la calidad que las aguas deben poseer en función de sus usos.

Tampoco deberían olvidarse otros compromisos internacionales que España ha asumido en relación con una serie de Convenios y por los que se obliga a observar y respetar ciertos aspectos relacionados con la gestión y el control de la calidad de las aguas, especialmente cuando se ven afectados ríos transfronterizos: Convenios de Helsinki, de Oslo y París, de Barcelona, etc...

NORMAS DE EMISIÓN		OBJETIVOS DE CALIDAD	
DIRECTIVA	TRANSPOSICIÓN	DIRECTIVA	TRANSPOSICIÓN
76/464 Contaminación por determinadas sustancias peligrosas	Ley de Aguas 29/1985 (Arts. 92 al 100) RDPH (Arts. 245 al 273)	**75/440** Aguas destinadas a la producción de agua potable	RAPA (Anexo I) O.M. de 11/5/1988, 15/10/1990 y 30/11/1994 Real Decreto 1541/1994
82/176 y 84/156 Mercurio	O.M. 12/11/1987 O.M. 25/5/1992	**79/869** Métodos de medición y frecuencia de muestreos y análisis de aguas destinadas a la producción de agua potable **80/778** Aguas destinadas al consumo humano	O.M. del 8/2/88 O.M. 1/7/87 Real Decreto 1138/1990 (Reglamentación Técnico-Sanitaria) Real Decreto 734/1988 RAPA (Anexo II)
83/513 Cadmio	O.M. 12/11/1987 O.M. 25/5/1992		
84/491 Hexaclorociclohexano	O.M. 12/11/1987, 25/5/1992 y 27/2/1991		
86/280 Tetracloruro de carbono y otras sustancias peligrosas	O.M. 12/11/1987 y 25/5/1992	**76/160** Calidad de las aguas de baño	O.M. 16/12/1988 RAPA (Anexo III)
88/347 Aldrin y otras sustancias peligrosas	O.M. 13/3/1989	**78/659** Aguas continentales aptas para la vida de los peces	RAPA (Anexo IV) Real Decreto 38/1989
90/415 1, 2-dicloretano y otras sustancias peligrosas	O.M. 28/6/1991	**79/923** Aguas para cría de moluscos	
78/176, 82/883 y 83/29 Residuos de la industria de Titanio	O.M. 28/7/89		
80/68 Protección de las aguas subterráneas	Ley de Aguas 29/1985 (Art. 94) RDPH (Arts. 256 al 258) Real Decreto 1315/1992		
91/271 Tratamiento de Aguas Residuales y Urbanas	Real Decreto-Ley 11/1995 Real Decreto 509/1996		
91/676 Protección Aguas Contaminación por Nitratos	Real Decreto 261/96		
91/692 Normalización de informes			
Decisión 92/446 y 95/337			
96/61 Prevención y control integrados de la contaminación			

Tabla 43. Transposición de Directivas comunitarias al derecho de aguas español

3.2.3. El conocimiento de la calidad de las aguas. redes de control

3.2.3.1. Introducción

Tal y como se indicó, la evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, vinculada a la propia definición que se ofrezca de este concepto. Así, según se adopte una u otra definición, y según sean los objetivos que se persigan con la toma de datos, se requerirá uno u otro tipo de red de medida y/o control.

Los objetivos principales de una red de medida de la calidad de las aguas pueden ser:

- Describir las condiciones actuales de la calidad de las aguas.
- Analizar las tendencias a largo plazo.
- Identificar los factores que afectan a la calidad de las aguas.

A la vista de los objetivos específicos perseguidos en cada caso, la definición de una red de calidad de las aguas no sólo consistirá en la ubicación de los puntos de muestreo, sino en el establecimiento de programas de control de la calidad de las aguas, en los que hay que definir el objetivo principal del muestreo, la población a muestrear, la precisión y el intervalo de confianza de los análisis, el número de muestras a obtener en cada caso y la frecuencia de muestreo. Estos programas permiten así evaluar la efectividad de las políticas ambientales emprendidas, los efectos que sobre la calidad del recurso tienen los cambios en los usos del suelo y en las actividades productivas, caracterizar estadísticamente la contaminación, y evaluar las frecuencias de excedencia de los estándar de calidad en relación a los usos asignados.

La aptitud del agua para satisfacer usos diversos, en general, abastecimiento doméstico, baño, desarrollo de vida piscícola, industrias y regadíos, se suele carac-

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Caudal	Sólidos disueltos	Sílice	Arsénico
Temperatura	Cloruros	Grasas	Cobre
Oxígeno disuelto	Sulfatos	Cianuros	Hierro
Sólidos en suspensión	Calcio	Fenoles	Manganeso
pH	Magnesio	Fluoruros	Plomo
Conductividad	Sodio	Cadmio	Zinc
DQO al permanganato	Potasio	Cromo hexavalente	Antimonio
DBO_5	Fosfatos	Mercurio	Níquel
Coliformes totales	Nitratos		Selenio
	Nitritos		
	Amoniaco		
	Carbonatos		
	Bicarbonatos		
	Detergentes		

Tabla 44. Grupos de parámetros controlados por la red COCA

terizar en función de la superación o no, en un período temporal, de unos determinados valores para los distintos parámetros de calidad muestreados. Esta es la razón por la cual las estaciones que periódicamente suministran esta información se localizan en tramos de río en los que las aguas se utilizan para satisfacer los distintos usos. En España, ejemplos de este tipo de redes son las denominadas COAS (Control Oficial de Abastecimientos), que controlan los abastecimientos urbanos y permiten realizar los análisis de prepotabilidad, y la Red Ictiofauna, que tiene por objeto conocer la aptitud del agua para albergar la vida de los peces, y que controla 140 tramos de río.

También ha sido muy utilizada en España la metodología de los Índices de Calidad General (ICG) de las aguas, la cual pretende definir, mediante una escala numérica simple, de 0 a 100, estimada a partir de 23 parámetros analíticos, el nivel de calidad general del tramo fluvial en cuestión. En este caso los puntos de muestreo se deben elegir de forma que sean estadísticamente representativos de la calidad de la red fluvial de un territorio y por tanto deben contemplar tanto tramos muy contaminados como otros de calidad excelente. En España, la red de calidad de las aguas que ha cumplido con este objetivo ha sido la red COCA (Control Oficial de la Calidad del Agua), que ha muestreado periódicamente aquellos parámetros que han servido para confeccionar las estadísticas del ICG.

Actualmente estas redes se han englobado, con algunas mejoras, en la red ICA, que cubriendo las cuencas intercomunitarias, ofrece información sobre diversos aspectos relacionados con la calidad de las aguas.

Asimismo, existen diversas redes que gestionadas por el ITGE y las Confederaciones Hidrográficas, ofrecen información sobre la evolución de las aguas subterráneas.

En los epígrafes siguientes se muestra con algún detalle la situación actual y las características básicas de las redes de control de calidad de las aguas.

3.2.3.2. Situación de las redes de control

En España se viene controlando la calidad de las aguas superficiales de una manera sistemática desde el año 1962, en que se creó por el Ministerio de Obras Públicas la ya mencionada red COCA, y se encomendó su desarrollo a las Comisarías de Aguas. Inicialmente estaba constituida por 50 estaciones en las que se controlaban 18 parámetros relacionados con la calidad del agua. Esta red ha ido experimentando sucesivas ampliaciones de forma que en el año 1972 disponía de 221 puntos, mientras que en la actualidad ha alcanzado las 408 estaciones pertenecientes a las 9 cuencas intercomunitarias y 45 pertenecientes a las intracomunitarias peninsulares.

En general, las estaciones de la Red COCA no tienen asociada una infraestructura específica, puesto que se trata de puntos en los que se toman muestras con una periodicidad determinada. Habitualmente, estas estaciones se localizan en tramos de los ríos de fácil accesibilidad y en los que puedan tomarse muestras representativas de la calidad media del río en el tramo. Se eligen habitualmente aquellos tramos en los que es frecuente la presencia de concentraciones importantes de contaminación, y así existen estaciones aguas abajo de los núcleos de población más importantes.

En la actualidad, las estaciones de esta red controlan un total de 40 parámetros, entre los que se cuentan la temperatura, el oxígeno disuelto, la DBO_5, etc (tabla 44).

Las estaciones están clasificadas en tres grandes categorías, diferenciándose esencialmente por la frecuencia con que se miden o analizan los cuatro grupos de

Tipo de estación	Grupos de parámetros			
	A	B	C	D
Normal	Mensual	Semestral	Anual	Anual
Preferente	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Especial	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual

Tabla 45. Frecuencia de muestreo de la red COCA

parámetros, oscilando entre una determinación mensual, trimestral, semestral, o anual, tal y como muestra la tabla adjunta (tabla 45).

La Red COCA dispone de series de datos de más de 30 años en algunas estaciones. No cabe duda, por lo tanto, de que es una fuente fundamental de información para estudiar la evolución temporal la calidad. Además, como cualquier otra red de control de calidad, sus datos aportan información sobre la capacidad contaminante de los vertidos situados aguas arriba.

En el año 1993 se diseñó la red Integrada de la Calidad de las Aguas (ICA) con la pretensión de controlar los tramos de río con la frecuencia y la intensidad que requieren los usos existentes en ellos. Esta red integró a las ya existentes (COCA, COAS e Ictiofauna), por simples y evidentes criterios de continuidad estadística, e incrementó su número en algunos tramos concretos. La figura 173 muestra las estaciones convencionales de muestreo sistemático y periódico de esta Red.

Por otra parte, la actual red ICA no sólo incluye estaciones convencionales de muestreo sistemático y periódico, sino que engloba también a las Estaciones Automáticas de Alerta (EAA) que, ejecutadas bajo el proyecto SAICA (Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas), producen información continua de algunos parámetros de calidad, y la transmiten en tiempo real a una serie de centros de control y de decisión. El mapa de la figura 174 ofrece la ubicación de las estaciones automáticas de alerta.

Las EAA se han instalado en aquellos puntos en los que la existencia de usos especialmente críticos determina la necesidad de adoptar acciones inmediatas de prevención, y en aquellos otros en los que conviene detectar puntas de contaminación para actuar en consecuencia y con la rapidez requerida. El equipamiento de una EAA se muestra en la figura 175, e incluye, como puede verse, tanto equipos propiamente analíticos, como de transmisión de datos.

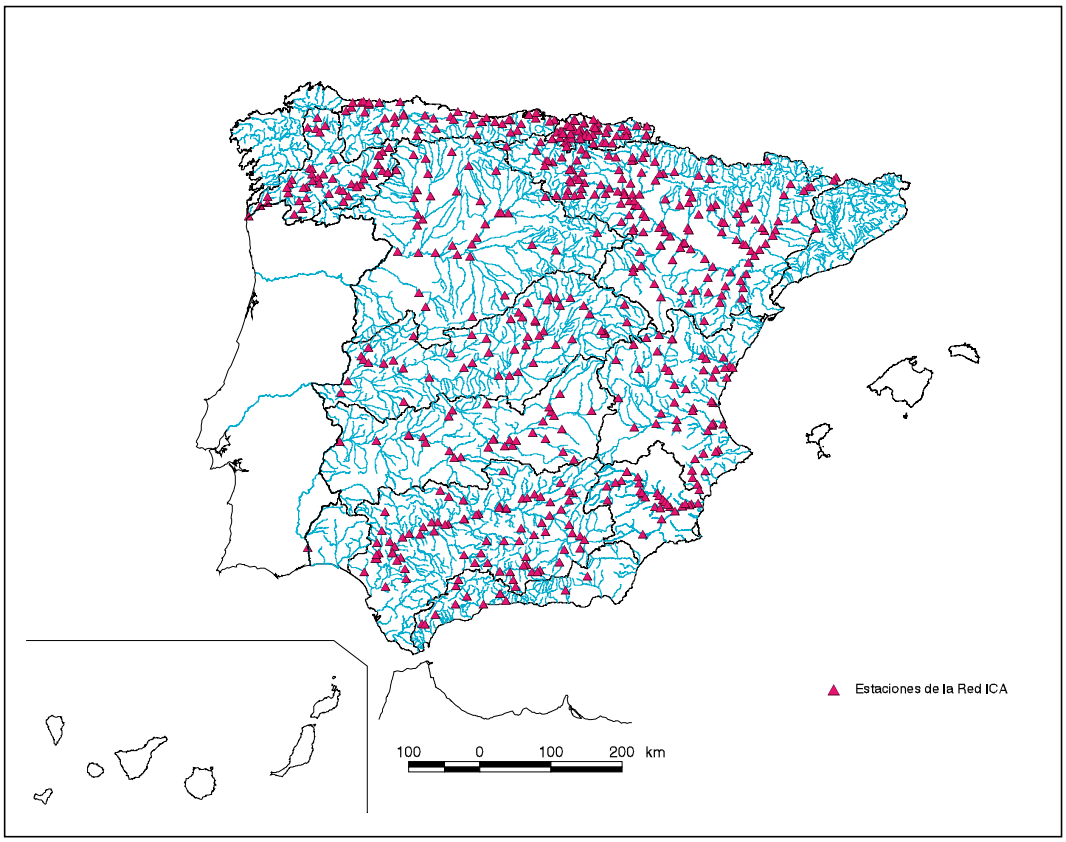


Figura 173. Mapa de Estaciones de muestreo periódico de la red ICA en funcionamiento

En estos momentos se está procediendo a una revisión del sistema en aras de una mayor descentralización en todo lo relacionado con la gestión de los datos, así como a una redefinición de los parámetros que deben medirse y transmitirse desde cada una de las EAA.

También cabe mencionar la puesta en marcha, a partir de octubre de 1978, de una Red Nacional de Control de la Radiactividad Ambiental en aguas superficiales, que suministra información sobre diversos parámetros radiológicos y su posible presencia en las aguas continentales españolas. Los resultados de estas muestras son enviados a la DGOHCA y al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, Ente de derecho público creado por Ley 15/1980 de 22 de Abril, como único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica) para su supervisión y para la adopción, en su caso, de las medidas oportunas.

Además, los titulares de instalaciones nucleares llevan a cabo, conforme a las instrucciones del CSN, unos Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) en los entornos de todas sus instalaciones.

En lo que se refiere a las aguas subterráneas, el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) ha realizado una implantación gradual de una Red de Observación de Calidad de Aguas Subterráneas (ROCAS) para estudiar la evolución de sus diferentes parámetros físico-químicos. Esta red, que se instauró en la década de los 70, se ha venido ampliando y modificando hasta la actualidad, en la que se controla un total de 1.650 puntos cuya densidad por cuencas se muestra en la tabla. En estos puntos se analiza con periodicidad semestral los macroconstituyentes químicos.

Como complemento a esta red existe otra red específica de observación de intrusión (ROI), creada para estudiar la evolución de la intrusión marina en los acuíferos costeros. Es una red de control de carácter permanente, donde se realizan muestreos con periodicidad bimestral o semestral, según las peculiaridades de las diferentes zonas, y se analizan los cloruros y conductividad.

Existen también otras actividades puntuales de toma de datos, estadística e investigación de la calidad de las aguas subterráneas u otros aspectos que se llevan a cabo por la DGOHCA en el marco de convenios suscritos con el CEDEX, si bien estas actividades no tienen el carácter de una red de medida continua y sistemática. Así, por ejemplo, se han desarrollado interesantes trabajos de hidrología isotópica a partir de datos propios y de redes internacionales específicas (Plata Bedmar, 1994).

La tabla 46 resume la situación por cuencas de las diferentes redes indicadas.

3.2.3.3. Comparación con otros países

Como muestra la tabla 47, en la Unión Europea existen más de 20 programas para evaluar la calidad general de las aguas superficiales. La densidad de las redes

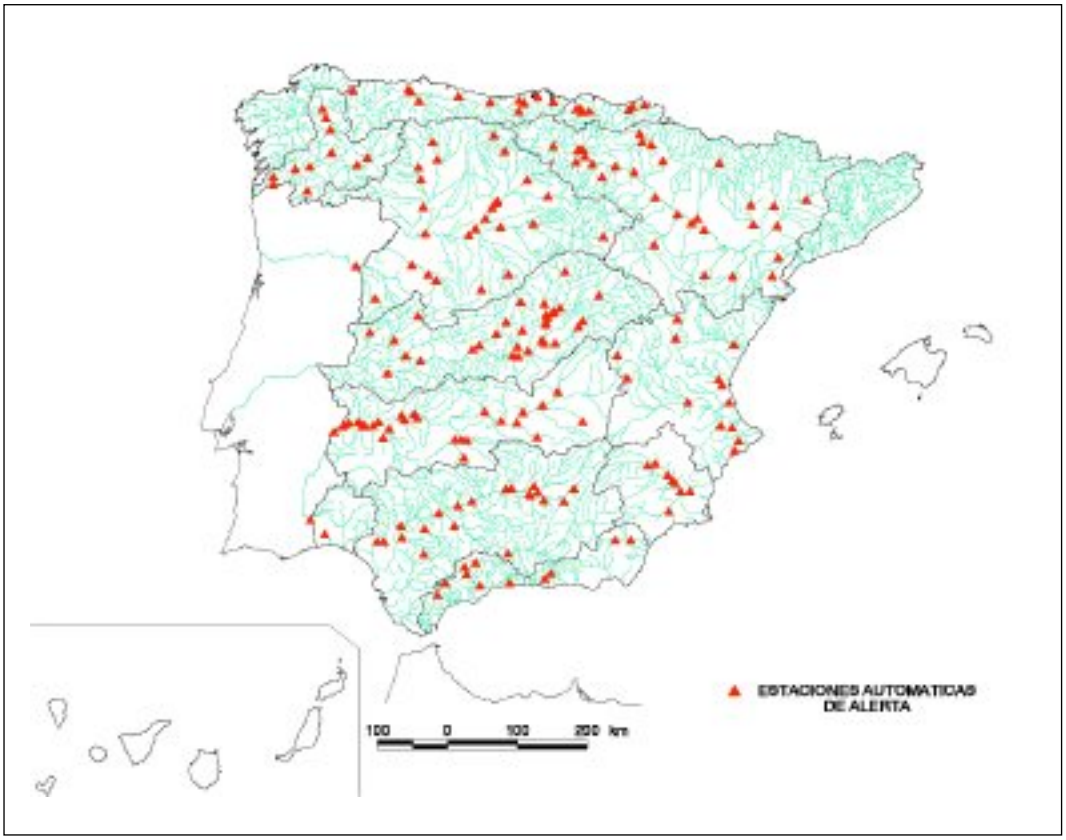


Figura 174. Mapa de Estaciones Automáticas de Alerta de la red ICA

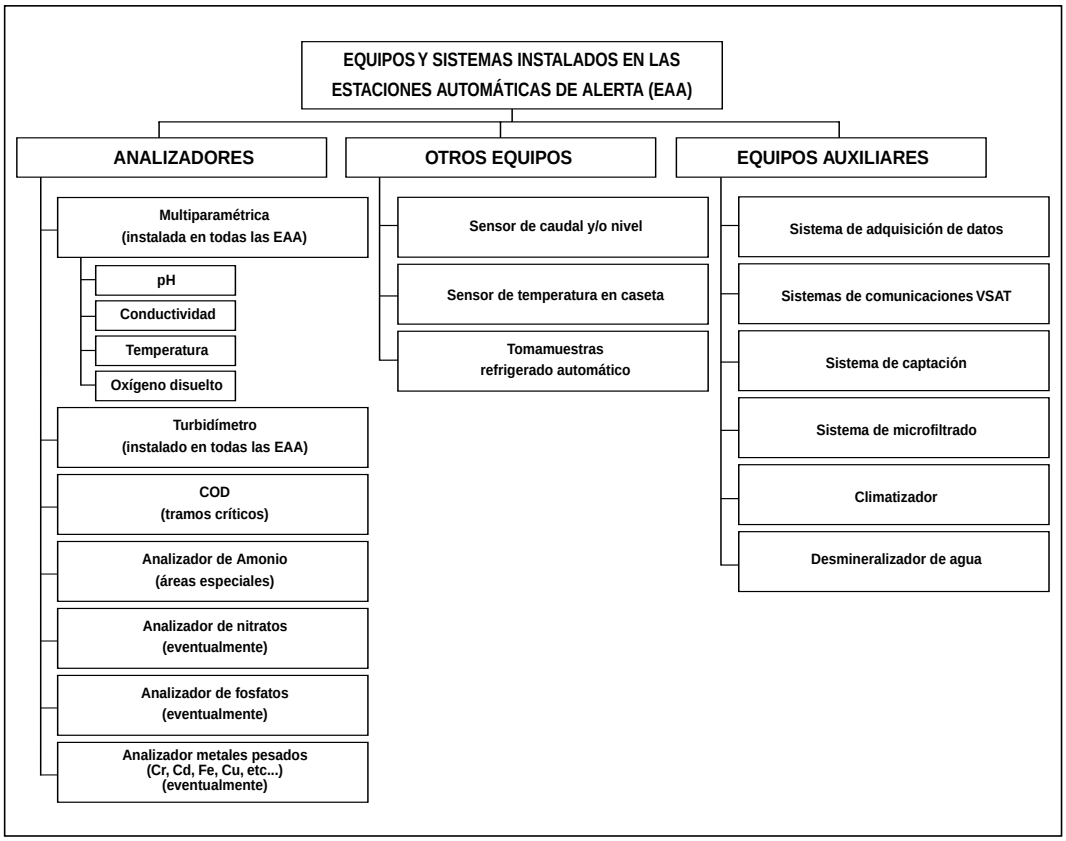


Figura 175. Equipos y sistemas instalados en las Estaciones Automáticas de Alerta

incluidas en estos programas varía desde una estación por cada 10.000 km^2 hasta una por cada 100 km^2 (en España el valor medio es aproximadamente una estación por cada 1.000 km^2). Normalmente, la densidad es de una o dos estaciones por cada 2.000 km^2. La frecuencia en la toma de muestras también varía enormemente, y fluctúa entre 4 y 26 muestras anuales por punto de medida. Todavía mayores resultan las diferencias respecto al número de parámetros medidos en cada estación, que varía entre 4 y 120. Los parámetros muestreados con más frecuencia son el pH, la conductividad, la temperatura del agua, el oxígeno disuelto y la DBO_5.

La Agencia Europea de Medio Ambiente publicó en noviembre de 1995 (EEA, 1996d) unas primeras recomendaciones sobre las redes de calidad que como mínimo deberían existir en cada Estado Miembro, de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Una *red básica* cuyo principal cometido consistiría en caracterizar estadísticamanete el territorio la calidad de las aguas y que se dotaría con una densidad de estación por cada 2.000 km^2. Al menos un 20% d las estaciones deberían estar situadas en tramos reflejaran las actividades humanas más representativas de la zona, y otro 20% en áreas de actividad humana poco intensa.

Cuenca	Superficie (km^2)	Núm. De estacs. de la red ROCA	Densidad de estacs. de la red COCA 1/km^2	Núm. de estacs. de la red ROCAS	Núm. estaciones de la red ROI
Norte	40.650	106	1/383	133	-
Duero	78.960	37	1/2.134	92	-
Tajo	55.810	55	1/1.015	130	-
Guadiana	60.210	54	1/1.115	119	10
Guadalquivir	63.240	35	1/1.807	168	39
Sur	17.950	16	1/1.122	282	319
Segura	19.120	14	1/1.366	182	-
Júcar	42.900	25	1/1.716	106	337
Ebro	85.560	66	1/1.296	138	-
C.I. Cataluña	16.490	44	1/375	300	93
Galicia Costa	13.130	4	1/3.283	-	-
Total península	494.020	456	1/1.083	1.650	798

Tabla 46. Puntos de control en las distintas cuencas de las principales redes de control de la calidad de las aguas

País	Nº Estacs	Frec. Muestra	Nº de Paráms.	Área km²	km²/ud	Long. ríos km.	Long. por superficie	km/ud
Austria	244	6	59	83.856	343,7	47.000	0,56	192,6
	48	12			1.747			979,2
Bélgica	957	8	19	30.500	31,9	22.600	0,74	23,6
	90	5	108		338,9			
Alemania	146	26	19	357.000	2.445,2	179.000	0,50	1.226
Dinamarca	261	20	12	430.000	1.647,5	28.000	0,65	107,3
	58	4	8		7.413,8			482,8
	15	26	11		28.666,7			1.866,7
España	**456**	**9**	**42**	**505.950**	**1.109,5**	**172.000 (1)**	**0,34**	**377,2**
Finlandia	68	4	41	338.145	4.972,7	159.000	9,47	2.338,2
	15	15-70	18-26		22.543			10.600
	30	12	41		11.271,5			5.300
	12	6-12	21-41		28.178,8			13.250
Francia	1.082	12	40	543.964	502,7	563.000	1,03	520,3
Grecia	6	12	26	131.944	21.990,7			
Irlanda	1.500	12	18	70.000	46,7	33.700	0,48	22,5
Luxemburgo	217	1-13	20-25	2.590	12	1.330	0,51	6,1
Holanda	26	13-52	120	42.000	1.615	20.100	0,48	773,1
Noruega	10	12	14	324.000	32.400	210.000		21.000
	20	12	12		16.200			
	25	12-24	5-22		12.960			
Portugal	109	12	24	88.700	813,8	172.000	1,87	1.578,0
Suecia	300	1/5	25	450.000	1.500	315.000	0,70	1.050
	35	1	23		12.857,1			9.000
	15	12	25		30.000			21.000
	49	12	31		9.183,7			6.428,6
Reino Unido	230	6-52	80	240.000	1.043,5	171.000	0,70	743,5

Tabla 47. Redes de control de la calidad de aguas superficiales en diferentes países europeos

(1) No incluye Baleares ni Canarias

2. Una *red de impacto* cuyo objetivo sería evaluar la contaminación de las aguas con carácter general, y que contaría con una densidad de una estación por cada 10.000 km², en zonas con poblaciones menores de 50 hab/km², de una estación por cada 3.000 km² en zonas con poblaciones comprendidas entre 50 y 100 hab/km² y de una estación por cada 1.000 km², en zonas con poblaciones mayores de 100 hab/km².
3. Una *red de relación causa-efecto,* empleada para detectar los mayores impactos producidos por la contaminación y comparar el resultado de la calidad resultante con la calidad original de las aguas.

En la tabla 48 se muestra el número de estaciones que se obtendrían, con los criterios antes mencionados, para los diferentes países de la UE. Se constata que España cumple con los requisitos mínimos referentes al número total de estaciones, pero no se ajusta a los criterios de densidad y de ubicación recomendados.

En cuanto a la red de Control de la Calidad de las Aguas Subterráneas, la situación europea es más dispar y heterogénea, existiendo países como Austria, Alemania, Holanda y España con densidades relativamente altas y otros, como Islandia, que no disponen de red de calidad, pasando por países como Noruega, con sólo 21 puntos de control, o Grecia con 275 puntos de medida.

3.2.3.4. Propuestas de Gestión, Coordinación y Modernización

La información sobre la calidad de las aguas resulta en la actualidad difícil de gestionar, no solo como consecuencia de su volumen, sino de la heterogeneidad de las fuentes y de la diversidad de formatos en los que es almacenada. Existe una carencia importante de programas consolidados de gestión de la calidad que, basándose en sus correspondientes sistemas gestores de bases de datos, permitan extraer conclusiones sobre el estado de calidad de los ríos y de los acuíferos, detectar la evolución de los principales contaminantes y evaluar las repercusiones que sobre el medio hídrico

País	Red Básica (1 por 2.000 km²)	Red de Impacto (De 1/1.000 km² a 1/10.000 km²)	Red Causa-Efecto		Total
			De Referencia	De Contaminac.	
Austria	42	38	4	16	100
Bélgica	15	31	2	10	58
Dinamarca	22	17	2	8	49
Finlandia	169	41	8	34	252
Francia	272	230	20	80	602
Alemania	179	357	20	80	636
Grecia	66	34	4	16	120
Irlanda	35	23	3	9	70
Italia	151	283	15	80	529
Luxemburgo	1	3	-	1	5
Holanda	21	40	3	9	73
Noruega	162	33	10	30	235
Portugal	46	47	4	14	111
España	**253**	**161**	**15**	**80**	**509**
Suecia	225	59	5	20	309
Reino Unido	122	191	15	75	403
UE	**1.781**	**1.588**	**130**	**562**	**4.061**

Tabla 48. Recomendaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente en relación con las redes de control de calidad de las aguas superficiales.

podrían tener las diferentes alternativas de gestión planteadas. Este es uno de los retos que tiene planteados en la actualidad el MIMAM.

Las redes de la calidad de las aguas existentes y la gestión de la información que en ellas se realiza no son adecuadas para obtener la información mínima necesaria y cumplir con la legislación más reciente sobre calidad de las aguas. Urge, por tanto, iniciar todos los trabajos necesarios para mejorar la red de calidad existente en lo que se refiere a definición de emplazamientos, densidad de las estaciones, y parámetros y frecuencias que deben muestrearse.

Aunque en los últimos años se han mejorado las redes de control de calidad de las aguas superficiales aumentando el número de estaciones de la red COCA, añadiendo estaciones para el control de las aguas destinadas a la producción de agua potable (red COAS), incluyendo estaciones en zonas aptas para la vida piscícola (red Ictiofauna) e integrando todas las estaciones bajo la red ICA, resulta imprescindible incrementar la atención y esfuerzo que se le dedica a esta red por las siguientes razones:

- La red existente cubre en su totalidad sólo algunos tramos de río o embalses en los que existen usos declarados, pero no cubre la práctica totalidad de aquéllos en los que no hay usos específicos y de los que, en muchos casos, conviene tener información.
- Las frecuencias de muestreo resultan insuficientes en algunos casos y consiguientemente, no aportan datos adecuados para llevar a cabo un control estadístico adecuado.
- El número de parámetros muestreados es insuficiente en algunos puntos a tenor de las nuevas exigencias que marcan la legislación y los convenios internacionales.

Asimismo, la disposición actual de la red de Control de la Calidad de las Aguas Subterráneas no responde a las exigencias de gestión demandadas por la incorporación de este recurso al dominio público hidráulico, ni a la complejidad hidrogeológica que supone el seguimiento y control de la evolución físico-química del agua subterránea. Con carácter general, se están utilizando como puntos de muestreo pozos construidos para otros fines, abastecimiento urbano o regadío. Por otra parte, aunque la red se extiende a las principales unidades hidrogeológicas, quedan acuíferos sin control debido a motivos diversos, como son la inexistencia de pozos o sondeos de observación, o la falta, en ocasiones, de medios para llevar a cabo el muestreo.

Otro aspecto destacable es que estas redes, por sus características y por el tipo de analítica que se lleva a cabo, generalmente no detectan fenómenos específicos de contaminación, como es el caso de los microcontaminantes orgánicos (hidrocarburos, plaguicidas) o de ciertos metales pesados.

La frecuencia de muestreo es también un aspecto muy importante. El número de muestreos es, en general, reducido, sobre todo en las zonas costeras donde existen problemas de intrusión de agua de mar, cuya observación requiere más precisión y mayor frecuencia de medidas. Intentando superar las anteriores deficiencias, el MIMAM ha redactado diez proyectos dirigidos a rediseñar y establecer esta red en las cuencas intercomunitarias y Baleares. La propuesta resul-

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
PH	-------	(6,5-8,5)	(5,5-9)	5,5-9)
Color	mg/Escala Pt	20 (10) (o)	100 (50) (o)	200 (50) (o)
Sólidos en suspensión	mg/l	(25)	---	---
Temperatura	ºC	25 (22) (o)	25 (22) (o)	25 (22) (o)
Conductividad a 20º C	MS/cm	(1.000)	(1.000)	(1.000)
Olor	factor de dilución	(3)	(10)	(20)
Nitratos	mg/l NO_3	50 (25) (o)	50 (o)	50 (o)
Fluoruros	mg/l F	1.5 (0,7/1)	(0,7/1.7)	(0,7/1.7)
Hierro disuelto	mg/l Fe	0,3 (0,1)	2 (1)	(1)
Manganeso	mg/l Mn	(0,05)	(0,1)	(1)
Cobre	mg/l Cu	0,05 (0,02) (o)	(0,05)	(1)
Zinc	mg/l Zn	3 (0,5)	5 (1)	5 (1)
Boro	mg/l B	(1)	(1)	(1)
Arsénico	mg/l As	0,05 (0,01)	0,05	0,1 (0,05)
Cadmio	mg/l Cd	0,005 (0,001)	0,005 (0,001)	0,005 (0,001)
Cromo total	mg/l Cr	0,05	0,05	0,05
Plomo	mg/l Pb	0,05	0,05	0,05
Selenio	mg/l Se	0,01	0,01	0,01
Mercurio	mg/l Hg	0,001 (0,0005)	0,001 (0,0005)	0,001 (0,0005)
Bario	mg/l Ba	0,01	1	1
Cianuro	mg/l CN	0,05	0,05	0,05
Sulfatos	mg/l SO_4	250 (150)	250 (150) (o)	250 (150) (o)
Cloruros	mg/l Cl	(200)	(200)	(200)
Detergentes	mg/l (laurilsulfato)	(0,2)	(0,2)	(0,5)
Fosfatos	mg/l $P_2 O_5$	(0,4)	(0,7)	(0,7)
Fenoles	$C_6 H_5 OH$	0,001	0,005 (0,001)	0,1 (0,01)
Hidrocarburos disueltos o emulsionados (tras extracción en éter de petróleo)	mg/l	0,05	0,2	1
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/l	0,0002	0,0002	0,001
Plaquicidas totales	mg/l	0,001	0,0025	0,005
DQO	mg/l O_2	---	---	(30)
Oxígeno disuelto	% satur.	(70)	(50)	(30)
DBO_5	mg/l O_2	(3)	(5)	(7)
Nitrógenos Kjeldahl	mg/l N	(1)	(2)	(3)
Amoniaco	mg/l NH_4	(0,5)	1,5 (1)	4 (2) (o)
Sustancias extraibles con cloroformo	mg/l SEC	(0,1)	(0,2)	(0,5)
Coliformes totales 37ºC	/100 ml	(50)	(5.000)	(50.000)
Coliformes fecales	/100 ml	(20)	(2.000)	(20.000)
Estreptococos fecales	/100 ml	(20)	(1.000)	(10.000)
Salmonellas	----	Ausente en 5.000 ml	Ausente en 1.000 ml	----

Tabla 49. Características de calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Directiva 75/440)

Entre paréntesis figuran los valores guía de la Directiva
(o) Circunstancias climáticas o geográficas excepcionales

tante (construyendo nuevos piezómetros y habilitando existentes) consta de 1.151 puntos de observación, lo que supondría disponer de una red con densidad media en la zona controlada de 130 km² de superficie permeable por punto de observación.

3.2.4. La Contaminación de los ríos

La contaminación se define en el artículo 85 de la Ley de Aguas (LA) como *la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.*

En cada caso concreto los procesos contaminantes se desencadenan por el vertido de determinadas sustancias al medio hídrico y por su influencia negativa sobre la aptitud del agua para satisfacer determinados usos u objetivos de calidad. Es decir, la conjunción de un vertido y de un uso o una función ecológica no satisfecha producen la contaminación tal y como se define en la Ley de Aguas. Por tanto, la contaminación fluvial habrá que estudiarla en relación con el cumplimiento de la normativa existente sobre calidad de las aguas,

que en gran parte procede de actos legislativos emanados desde la Unión Europea y que han sido transpuestos al ordenamiento jurídico del Estado español.

Asimismo, es importante señalar la estrecha relación que existe, en muchos ríos de nuestro país, entre la cantidad de agua y su calidad. Lo estricto de los caudales circulantes en muchos cauces, sometidos a intensa presión de usos, hace que se planteen problemas de calidad y se recurra a la dilución con aguas escasas, ocasionando frecuentes conflictos de intereses entre usuarios.

Por otra parte, el incremento de la contaminación de tipo difuso, asociada a episodios de lluvias y caudales altos, que provoca el arrastre de la contaminación depositada en el suelo, pone de relieve la importancia que posee la planificación de los usos del suelo y el estudio de medidas contra tales efectos esporádicos. A este respecto ha de indicarse que la contaminación de cauces por las aguas de tormenta aliviadas a los sistemas unitarios de saneamiento, así como las escorrentías procedentes de las vías de comunicación, pueden aportar una carga contaminante igual o superior a la de los vertidos urbanos en periodos secos, y concentrada, además, en un espacio de tiempo muy reducido.

3.2.4.1. Situación de la calidad. criterios de aptitud e indicadores

La calidad natural o intrínseca de las aguas fluviales es la que tendrían en un medio natural sin intervención humana. En España esta calidad natural las capacitaría, en general, para ser utilizadas en el regadío y en el abastecimiento a poblaciones, aunque en algunos casos la salinidad natural no tóxica podría provocar algunos problemas de calidad que no comprometerían la salud de los ciudadanos. Sin embargo, la influencia negativa de determinadas acciones antrópicas ha provocado que el estado natural de la aguas se haya deteriorado gravemente.

Desde el punto de vista de su aptitud para distintos usos y de algunos indicadores globales representativos, la situación de la calidad de las aguas es la descrita en los siguientes epígrafes.

3.2.4.1.1. Criterios de aptitud para el consumo humano

Los criterios de aptitud para el consumo humano se definen en las Directivas 75/440, 79/869 y 98/83. En relación con esta normativa casi todos los Organismos de cuenca han identificado y situado las captaciones de las que se abastecen las poblaciones de más de 1.000 habitantes y han clasificado el tratamiento de potabilización existente. Esta información se incluyó como una de las variables para el diseño de la red ICA, y para situar las EAA que controlan los abastecimientos más importantes.

La Directiva 75/440, relativa a la calidad de las aguas destinadas a la producción de agua potable (y la complementaria sobre la frecuencia de los muestreos y los análisis a realizar, Directiva 79/869), trata sobre la calidad que deben tener las aguas superficiales continentales para que puedan utilizarse en la producción de agua potable tras recibir el tratamiento apropiado. La transposición se ha realizado por la Orden Ministerial de 11 de Mayo de 1988, por el Reglamento de la Administración Pública Hidráulica (Anejo I), por la Orden Ministerial de 15 de Octubre de 1990, por la Orden Ministerial de 30 de Noviembre de 1994, y por el Real Decreto 1541/1994.

La tabla 49 muestra las características de calidad de las aguas conforme a esta Directiva 75/440, donde se establecen tres grupos, A1, A2 y A3, ordenadas de menor a mayor exigencia en la necesidad de tratamiento de potabilización. También se diferencia entre los valores guía, que aparecen entre paréntesis y que corresponden a los límites que deben intentar cumplir los Estados miembros y los valores imperativos, que son aquellos de obligado cumplimiento.

Los requerimientos de calidad deben cumplirse en los puntos de toma para el abastecimiento urbano. Las Confederaciones Hidrográficas deberán fijar para cada tramo inmediatamente superior a una toma, las características de calidad, actuando sobre las autorizaciones de vertidos que puedan impedir su adecuación. Estas actuaciones deben incluirse y programarse en los Planes de cuenca.

Sólo excepcionalmente se podrá emplear agua de calidad inferior a la A3 para la producción de agua potable, siempre que se realice un tratamiento adecuado que la convierta en potable con todas las garantías. Únicamente en los casos de inundaciones, catástrofes naturales o situaciones meteorológicas o geográficas excepcionales se podrán superar los parámetros señalados con una (o) en la Tabla de la Directiva 75/440. En tales casos la DGOHCA y la Comisión de la Unión Europea deberán ser informadas al respecto. Serán también las propias Confederaciones Hidrográficas las encargadas de realizar las tomas de muestras necesarias para comprobar la calidad de las aguas prepotables.

El Ministerio de Sanidad y Consumo ha establecido un sistema de información que permite la coordinación relativa al abastecimiento y control de la calidad entre la Administración Sanitaria del Estado y las Comunidades Autónomas. Se impone también la obligatoriedad de suministrar un mínimo de 100 litros por habitante y día de agua potable en condiciones normales.



Figura 176. Mapa de aptitud del agua para la producción de agua potable según los valores imperativos de la Directiva 75/440

En las figuras 176 y 177 se muestra la aptitud de agua, durante los últimos 15 años, para atender el consumo humano según se utilicen los valores imperativos o guías de la Directiva 75/440/CCE. En estos mapas se han representado también los objetivos de calidad relativos al uso prepotable en los distintos tramos de río, lo que orienta sobre el grado de cumplimiento de los mismos.

La aptitud del agua para la producción de agua potable se ha considerado buena en aquellos puntos de la red en los que en un porcentaje elevado de los años la calidad del agua ha sido la A1, normal cuando ha sido A2, regular cuando ha sido A3 y mala cuando la calidad ha sido inferior a A3.

Hay que indicar que esta Directiva parece estar dirigida a tomas fluviales, y no siempre se adapta bien a las condiciones de toma en nuestros embalses. En algunos casos se ha observado que podían obtenerse las 4 calidades descritas según la profundidad a que se tome la muestra.

Hay que advertir que estas figuras ofrecen únicamente una visión general sobre la aptitud del agua en los cursos fluviales del país para ser utilizada, previa potabilización, en el abastecimiento urbano. El análisis se ha realizado en los puntos de muestreo de la Red COCA, que en muchos casos no coinciden con puntos de toma de agua para abastecimiento. Debe tenerse en cuenta, por tanto, que un porcentaje importante de los puntos representados en las figuras como no aptos para producir agua potable no están siendo utilizados para tal fin, y que la asociación de ambos conceptos podría inducir a errores de apreciación.

En todo caso, y aún con el sesgo indicado, los resultados ofrecidos proporcionan una cierta imagen global de la situación, y una valiosa información sobre la aptitud potencial de los ríos españoles para ser utilizados con ese fin.

3.2.4.1.2. Criterios de aptitud para regadío

Existen diversas clasificaciones que orientan sobre la calidad que debería poseer el agua para ser utilizada en el riego. Los criterios más comúnmente utilizados para analizar la aptitud del agua para el regadío los recoge la FAO y se refieren en primer término a los riesgos de salinización y de reducción de la capacidad de infiltración en función de la conductividad y de ésta y de la Relación de Absorción de Sodio (RAS), respectivamente. Tales variables se pueden obtener de los datos ofrecidos por la red COCA.

Además, los criterios de FAO incluyen información sobre otros problemas potenciales, derivados de la toxicidad de determinados iones específicos y oligoelementos, el exceso de nitrógeno y bicarbonato y la magnitud del pH. Las directrices propuestas sólo son aplicables en determinados supuestos referentes al

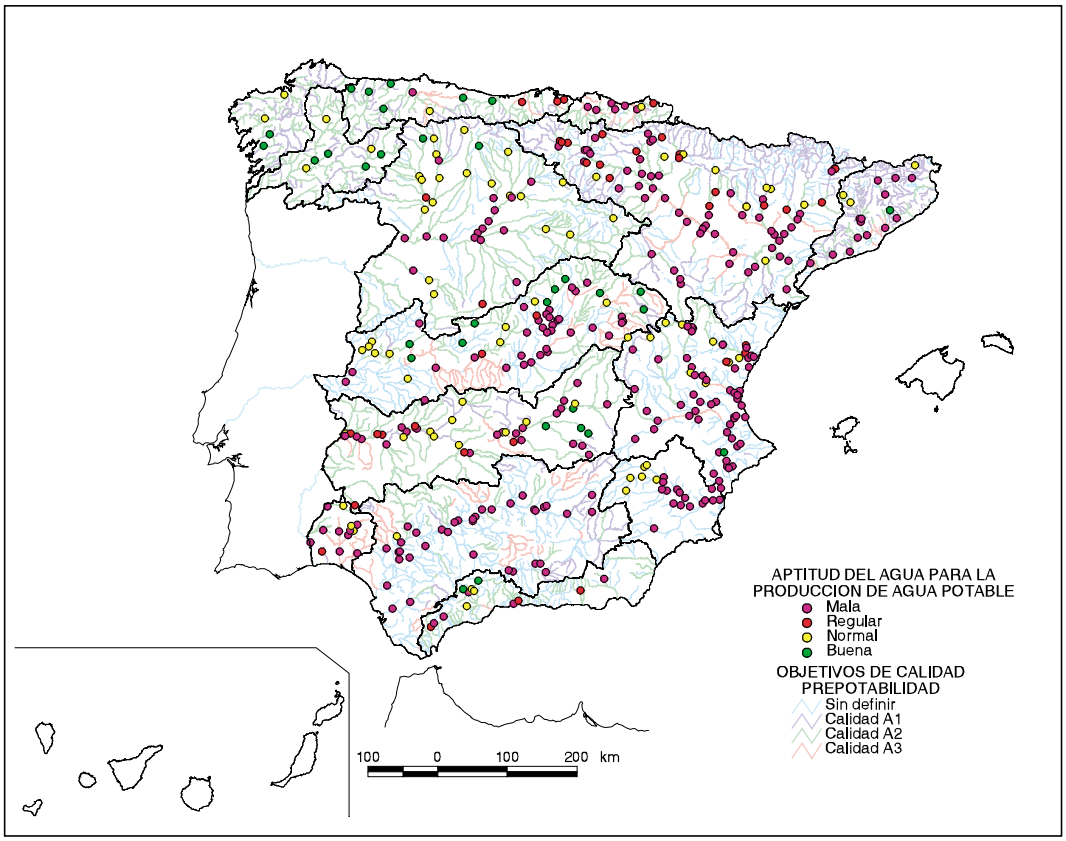


Figura 177. Mapa de aptitud del agua para la producción de agua potable según los valores guías de la Directiva 75/440

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
		NINGUNO	LIGERO O MODERADO	SEVERO
Salinidad (afecta disponibilidad de agua para el cultivo)				
ECa	dS/m	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
TSS	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltración (reduce infiltración evaluar usando a la vez la ECa y el RAS)				
RAS = 0 - 3 y ECa =		> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
= 3 - 6 =		> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
= 6 - 12 =		> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
= 12 - 20 =		> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
= 20 - 40 =		> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Toxicidad de Iones Específicos (afecta cultivos sensibles)				
Sodio (Na)				
Riego por superficie	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3	
Cloruros (Cl)				
Riego por superficie	me/l	< 4	4.0 - 10	> 10
Riego por aspersión	me/l	< 3	> 3	
Boro (B)	mg/l	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
Oligoelementos				
Varios (afecta cultivos sensibles)				
Nitrógeno ($N0_3$-N)	mg/l	< 5	5.0 - 30	> 30
Bicarbonato ($HC0_3$)	me/l	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
(aspersión foliar únicamente)				
pH		Amplitud Normal: 6.5 – 8.4		

Tabla 50. Clasificación de la calidad de las aguas para riego según FAO

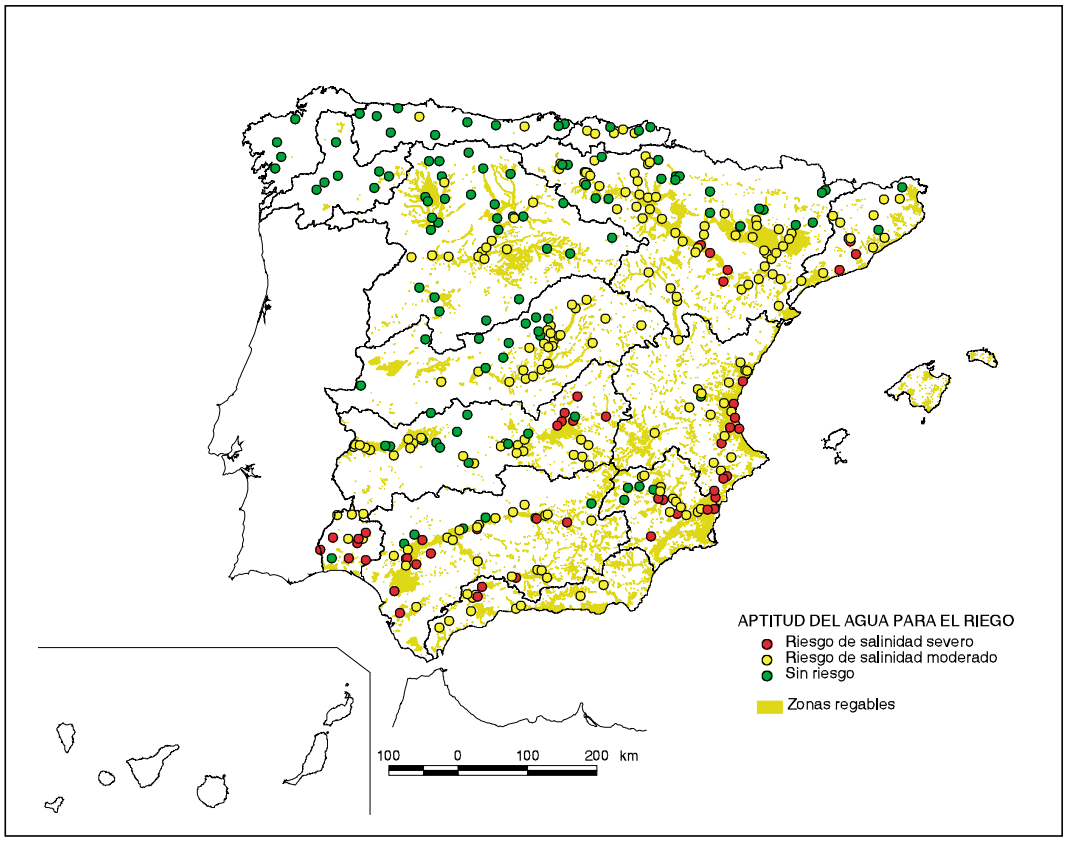


Figura 178. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de salinidad)

clima, suelo, manejo y métodos de riego, condiciones de drenaje y patrones de absorción de la humedad por el cultivo. Cuando las características locales no se ajustan a los supuestos considerados se requiere un estudio específico del caso que podrá dar lugar a una modificación de los criterios citados.

La tabla 50 ofrece la clasificación de la calidad de aguas para riego según este criterio.

Considerando estas directrices elaboradas por la FAO y la información disponible de la red COCA, se han confeccionado dos figuras, en las que se puede apreciar, en cada estación, la aptitud media del agua para el regadío en cuanto a los riesgos de salinidad (fig. 178) y de reducción de la capacidad de infiltración (fig. 179) durante los meses de julio y de agosto, que coinciden con los períodos de tiempo en los que las necesidades de agua para el riego son mayores.

A efectos de contrastar su situación relativa, en las mismas figuras se han representado también las zonas regables existentes.

Al igual que ya se advirtió en relación con las aguas de abastecimiento, esta aptitud no informa sobre la calidad actual de las aguas de riego, sino sobre la aptitud potencial que poseen los tramos fluviales españoles para ser utilizados para la extracción de agua con usos agrícolas, ya que no todos los puntos de la red COCA coinciden con tramos de captación de agua para regadío.

3.2.4.1.3. Criterios de aptitud para aguas de baño

La Directiva 76/160/CEE, relativa a la calidad de las aguas de baño, que ha sido transpuesta por el Real Decreto 734/1988 y por el Anejo II del RAPAPH, y que se encuentra actualmente en proceso de revisión, tiene como objetivo asegurar unos niveles mínimos de calidad en aquellas aguas continentales y costeras que vayan a ser destinadas al baño. Este conjunto normativo constituye un valioso instrumento de carácter sanitario ante un uso del agua que, como se ve en otros epígrafes, cada vez presenta mayor valoración social.

La planificación hidrológica debe recoger aquellos tramos de río o de embalse que las Comunidades Autónomas hayan declarado como Zonas de Baño y asumirá como Objetivos de Calidad en ellas lo que a tal efecto dictamina la Directiva 76/160 en su Anejo, y que viene recogido en la tabla 51.

Para caracterizar las aguas desde este punto de vista, y de conformidad con lo previsto en la mencionada Directiva, el Ministerio de Sanidad y Consumo elabora y remite a la Comisión Europea un informe anual de síntesis de la calidad de aguas de baño en España, en el que se reflejan las características más relevantes de la vigilancia sanitaria que de tales aguas, y conforme al R.D. 734/1988, realizan las CCAA. Este informe es, pues, la base del control estadístico de la calidad de las aguas desde el punto de vista de su aptitud para el baño, y la fuente básica en nuestro país de información al respecto.

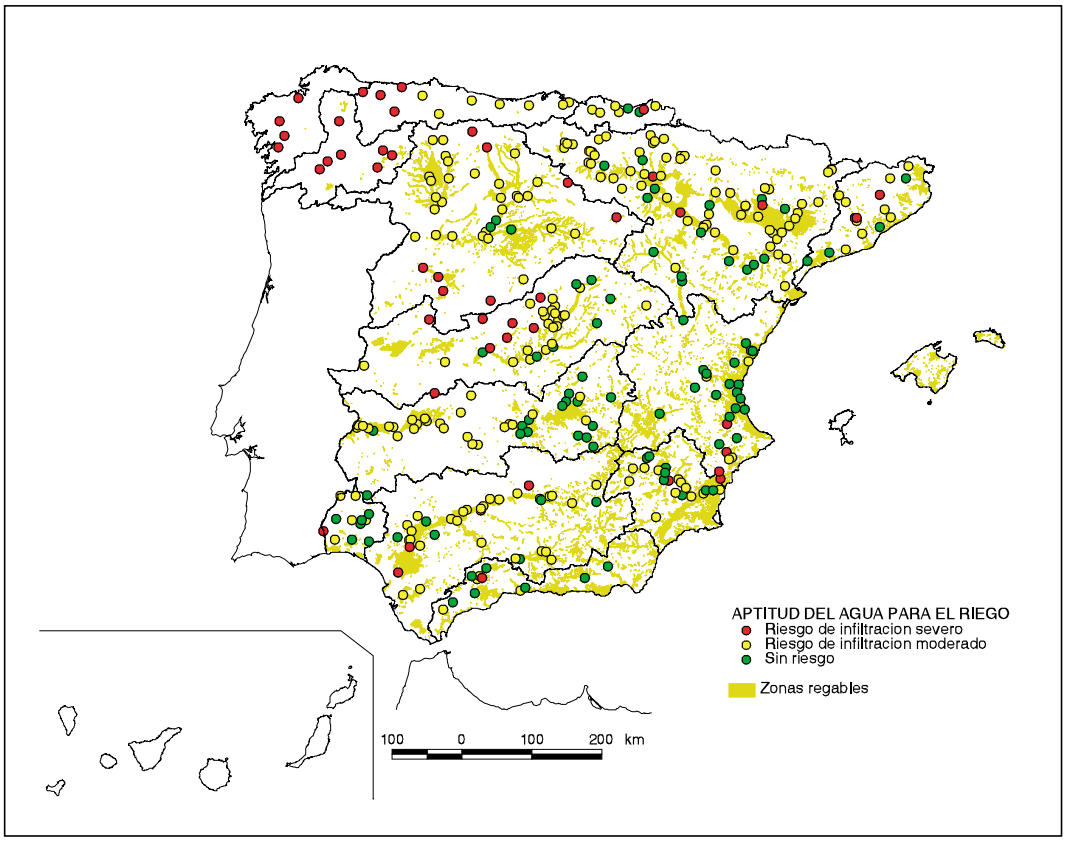


Figura 179. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de reducción de la capacidad de infiltración)

Requisitos de los puntos de muestreo

Los requisitos para asignar la calificación sanitaria del agua de baño en un Punto de Muestreo, durante la temporada de baño, son los siguientes:

a) Cada Punto de Muestreo es representativo de una Zona de Baño o de parte de ella.

b) Los Métodos Analíticos utilizados para la determinación de cada parámetro son los oficiales (los del mencionado R.D. 734/1988, de 1 de julio).

c) En cada Punto de Muestreo se han controlado, al menos, los Parámetros Obligatorios: Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Color, Aceites Minerales, sustancias Tensoactivas, Fenoles y Transparencia.

d) La Frecuencia de Muestreo es al menos quincenal, más un muestreo antes del comienzo de la temporada.

Calificación sanitaria

La Calificación Sanitaria del Agua de Baño en un Punto de Muestreo se ha realizado de acuerdo con los criterios siguientes:

AGUAS "2": Aguas Aptas para el baño, de muy buena calidad.

Son aquéllas que cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

a) Al menos el 95% de los muestreos no sobrepasan los valores imperativos de los parámetros siguientes: Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Salmonella, Enterovirus, pH, Color, Aceites Minerales, Sustancias Tensoactivas, Fenoles y Transparencia.

b) Al menos el 80% de los muestreos no sobrepasan los valores guía de los parámetros: Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

c) Al menos el 90% de los muestreos no sobrepasan los valores guía de los parámetros siguientes: Estreptococos Fecales, Transparencia, Oxígeno Disuelto y Materias Flotantes.

AGUAS "1": Aguas Aptas para el baño, de buena calidad.

Son aquéllas en las que se cumple la condición a), de las aguas "2", pero en las que no se cumplen las condiciones b) y/o c) de las aguas "2".

AGUAS "0": Aguas No Aptas para el baño.

Son aquéllas en las que no se cumple la condición a) de las aguas "2".

"SD": Designa a aquellos Puntos de Muestreo en los que la única información existente es la relativa a datos territoriales.

Parámetros	Valor Guía	Valor Imperativo
Coliformes totales /100 ml	500	10.000
Coliformes fecales /100 ml	100	2.000
Estreptococos fecales /100 ml	100	-
Salmonellas / 1l	-	0
Enterovirus PFU /10 ml	-	0
pH	-	6-9*
Coloración	-	Sin cambio anormal en el color*
Aceites minerales mg/l	≤0,3	Sin película en superficie
Sustancias tensoactivas mg/l (lauril sulfato)	≤0,3	Sin espuma persistente
Fenoles mg/l $C_6 H_5 OH$	≤0,005	≤0,05
Transparencia m	2	1*
Oxígeno disuelto % de saturación	80-120	-
Residuos alquitranados y Materias flotantes	Ausencia	-

Tabla 51. Valores Guia e Imperativos de la calidad de las aguas de baño (Directiva 76/160)

* Superación de los límites previstos en caso de condiciones geográficas o meteorológicas excepcionales

"SCO": Se asigna esta denominación en los casos en que en un Punto de Muestreo no se cumpla el requisito c) de los puntos de muestreo.

"SCF": Se asigna en los casos en que en un Punto de Muestreo se cumple el requisito c) pero no se cumple el requisito d).

La Directiva prevé ciertas excepciones en el cumplimiento de algunos parámetros de su Anejo bajo circunstancias meteorológicas o geográficas excepcionales, no considerando en tales condiciones que se incumpla la Directiva en tanto no se ponga en riesgo la salud de los ciudadanos mediante la prohibición del baño y su notificación al Ministerio de Sanidad y Consumo y de éste a la Comisión de la Unión Europea.

Situación actual

La tabla 52 muestra los resultados de la calidad de baño de las aguas continentales en España en el año 1997, según los Informes anuales de seguimiento elaborados por el Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC, 1997).

Como puede verse, resultan aptas para el baño 160 de 226, es decir, un 71% del conjunto muestreado.

Por otra parte, en la figura 180 se puede apreciar, en los puntos de muestreo de la red COCA, una representación meramente estimativa, de la aptitud de las aguas para el baño atendiendo a los valores imperativos de la Directiva. Se han señalado también los objetivos de calidad existentes en los tramos fluviales según los Planes hidrológicos de cuenca, y las zonas de baños declaradas a la Unión Europea durante la temporada de baño de 1995.

Se ha considerado, tentativa y simplificadamente, que la aptitud del agua para el baño era buena en aquellos puntos de la red COCA en los que la frecuencia de cumplimientos de la tabla superaba a los incumplimientos, sirviendo en este caso los mismos comentarios que se realizaron al respecto en los epígrafes anteriores para los otros usos.

3.2.4.1.4. Criterios de aptitud para vida piscícola

La Legislación Básica del Estado sobre la calidad del agua en los ríos y su aptitud para soportar la vida de los peces viene definida por la transposición de la Directiva 78/659/CEE, relativa a la calidad de las aguas continentales para la vida piscícola, llevada a cabo por la Orden Ministerial de 16 de Diciembre de 1988 y por el Anejo III del RAPAPH.

Como se deriva del reparto competencial existente, las Administraciones Autonómicas poseen amplias competencias sobre pesca y medio ambiente, por lo que sobre tales materias las diferentes CCAA han desarrollado normativas que, por entrar en el ámbito de las leyes de protección de la naturaleza, pueden ser de obligado cumplimiento en lo referente a la calidad de los ríos en los tramos declarados de especial protección.

Los Planes Hidrológicos recogen los tramos que las Administraciones competentes declaran como de tipo salmonícola o ciprinícola en virtud del Art. 41.2 de la Ley de Aguas, y contienen las medidas oportunas para alcanzar como mínimo los requisitos de calidad que se muestran en la tabla resumen adjunta (tabla 53).

En relación con esta Directiva 78/659 el Estado español ha delimitado un total de 140 zonas para la vida piscícola, distribuidas por todas las cuencas, con

Comunidad Autónoma	Num. de Municipios	Zonas de baño	Puntos de muestreo	Aguas "2"	Aguas "1"	Aguas "0"	Aguas SCF
ANDALUCÍA	58	63	70	3	36	27	4
ARAGÓN	11	11	12	3	7	1	1
ASTURIAS	1	1	1	0	0	1	0
CASTILLA-LA MANCHA	28	39	43	24	7	12	0
CASTILLA Y LEÓN	2	2	2	0	1	1	0
CATALUÑA	9	10	11	3	8	0	0
EXTREMADURA	17	17	17	0	0	0	17
GALICIA	53	54	68	10	45	13	0
MADRID	6	6	7	0	2	5	0
MURCIA	3	3	3	0	0	3	0
NAVARRA	11	11	11	4	5	2	0
RIOJA	1	1	1	0	1	0	0
VALENCIA	2	2	2	0	1	1	0
TOTAL	202	220	248	48	112	66	22

Tabla 52. Distribución territorial y calidad sanitaria de los puntos de muestreo de las zonas de baño continentales

excepción de la del Segura, tal y como muestra la figura 181. Como puede verse, es en los ríos del Norte donde la aptitud resulta mayor y el número de zonas declaradas es más elevado.

En la figura 182 se puede apreciar la aptitud de las aguas para la vida piscícola en los puntos de muestreo de la red COCA, atendiendo a los valores imperativos de la Directiva 78/659/CEE, representándose conjuntamente los tramos con objetivos definidos. Se ha considerado que el agua es buena para la vida piscícola cuando la frecuencia de cumplimientos de la tabla supera al de incumplimientos en el caso de aguas salmonícolas, que es el más estricto.

Nuevamente se advierte que muchos puntos de la red COCA no se sitúan sobre los tramos de protección, por lo que, como en los casos anteriores, la figura debe interpretarse como una información sobre la aptitud potencial que poseen los ríos españoles para permitir la vida piscícola. Asimismo, hay que indicar que si en lugar de salmónidos se hubiese contrastado con ciprínidos, la situación sería mejor que la mostrada.

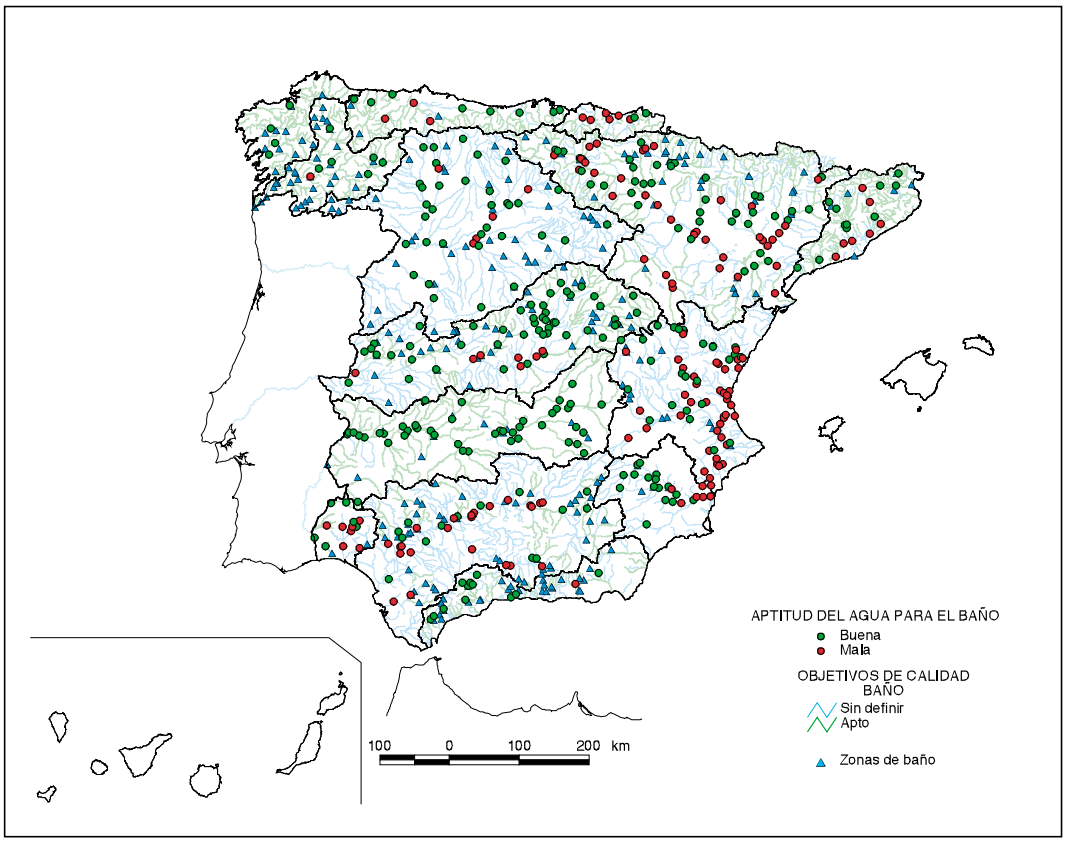


Figura 180. Mapa de aptitud estimativa del agua para el baño en la red COCA

	Aguas Salmonícolas		Aguas Ciprinícolas	
	Guía	Imperativo	Guía	Imperativo
Temperatura (ºC)				
Incremento de temperatura máxima en zonas de vertidos	-	1,5	-	3
Máxima temperatura del agua	-	21,5 (o)		28 (o)
Máxima temperatura agua durante reproducción especies		10 (o)		10 (o)
Oxígeno disuelto (mg/l O_2)	50%≥9 100%≥7	50%≥9	50%≥8 100%≥5	50%≥7
pH	-	6-9 (o) *	-	6-9 (o) *
Materia en Suspensión (mg/l)	≤25 (0)	-	≤25 (0)	-
DBO_5 (mg/l O_2)	≤3	-	≤6	-
Nitritos (mg/l NO_2)	≤0,01	-	≤0,03	-
Fenoles (mg/l C_6H_5OH)	-	**	-	**
Hidrocarburos	-	***	-	***
Amoniaco no ionizado (mg/l NH)	≤0,005	≤0,025	≤0,005	≤0,025
Amonio total (mg/l NH_4)	≤0,04	≤1 ****	≤0,2	≤1 ****
Cloro residual (mg/l HOCl)	-	≤0,005	-	≤0,005
Zinc total (mg/l Zn)	-	≤0,3	-	≤1,0
Cobre soluble (mg/l Cu)	≤0,04	-	≤0,04	-

Tabla 53. Resumen de condiciones de la Directiva 78/659, de aptitud para la vida de los peces

(o) Los Estados miembros podrán no aplicar la presente Directiva para los parámetros indicados debido a circunstancias meteorológicas excepcionales o a circunstancias geográficas especiales.

* Las variaciones artificiales de pH con respecto a los valores constantes no deberán superar +/- 0,5 uds. de pH en los límites comprendidos entre 6 y 9 a condición de que estas variaciones no aumenten la nocividad de otras sustancias presentes en el agua.

** Los compuestos fenólicos no podrán estar presentes en concentraciones que alteren el sabor del pescado

*** Los productos de origen petrolero no podrán estar presentes en las aguas en cantidades que 1) formen una película visible en la superficie del agua o se depositen en capas en los lechos de las corrientes de agua y de los lagos; 2) transmitan al pescado un perceptible sabor a hidrocarburos; y 3) provoquen efectos nocivos en los peces

**** En condiciones geográficas o climatológicas particulares y especialmente en el caso de bajas temperaturas del agua y de reducida nitrificación o cuando la autoridad competente pueda probar que no hay consecuencias perjudiciales para el desarrollo equilibrado de las poblaciones de peces, los Estados miembros podrán fijar valores superiores a 1 mg/l

3.2.4.1.5. Calidad según el criterio del ICG, o de la Calidad General

El indice de Calidad General (ICG) pretende proporcionar un indicador agregado y global de la calidad del agua. Se obtiene mediante una fórmula de agregación que integra 23 parámetros de calidad, 9 de los cuales, que se denominan *básicos*, son necesarios en todos los casos. Otros catorce, que responden al nombre general de *complementarios*, sólo se usan para aquéllas estaciones o períodos en los que se analizan. A partir de ponderaciones matemáticas que valoran la influencia de cada uno de estos parámetros en el total del índice, se deduce un valor final único y representativo que se sitúa entre 0 (agua muy contaminada) y 100 (agua totalmente limpia).

El diagnóstico general de la situación actual en cada ámbito de la planificación hidrológica es el ofrecido en la figura 183. En ella se indica, para los ríos controlados en cada ámbito, la situación actual de la calidad del agua expresada en porcentaje de longitud de la red fluvial según el Índice General de Calidad.

La observación de esta figura muestra rápidamente la situación relativa de los distintos ámbitos. Así, y teniendo en cuenta que índices por debajo de 65 (agua Regular, Deficiente o Mala) ya comprometen seriamente la mayor parte de los usos posibles, puede verse que la situación no es del todo satisfactoria en algunas de las cuencas españolas, sobre todo en aquéllas en las que las aportaciones naturales son más bajas o es más alta la influencia de los vertidos industriales o de la contaminación difusa.

Para apreciar espacialmente estos datos agregados, en la figura 184 se refleja el ICG medio representativo de la situación actual (datos de 1994) en las estaciones de la red COCA.

Para la mejor interpretación de esta información, es conveniente precisar que, como se comentó al describir la red COCA, los puntos de control de esta red han sido establecidos, en general, aguas abajo de algún vertido que debía e interesaba controlarse. Así, los valores del ICG de un tramo de río, al estar condicionados por un vertido, suelen ser bastante inferiores de los que realmente corresponderían si el punto de

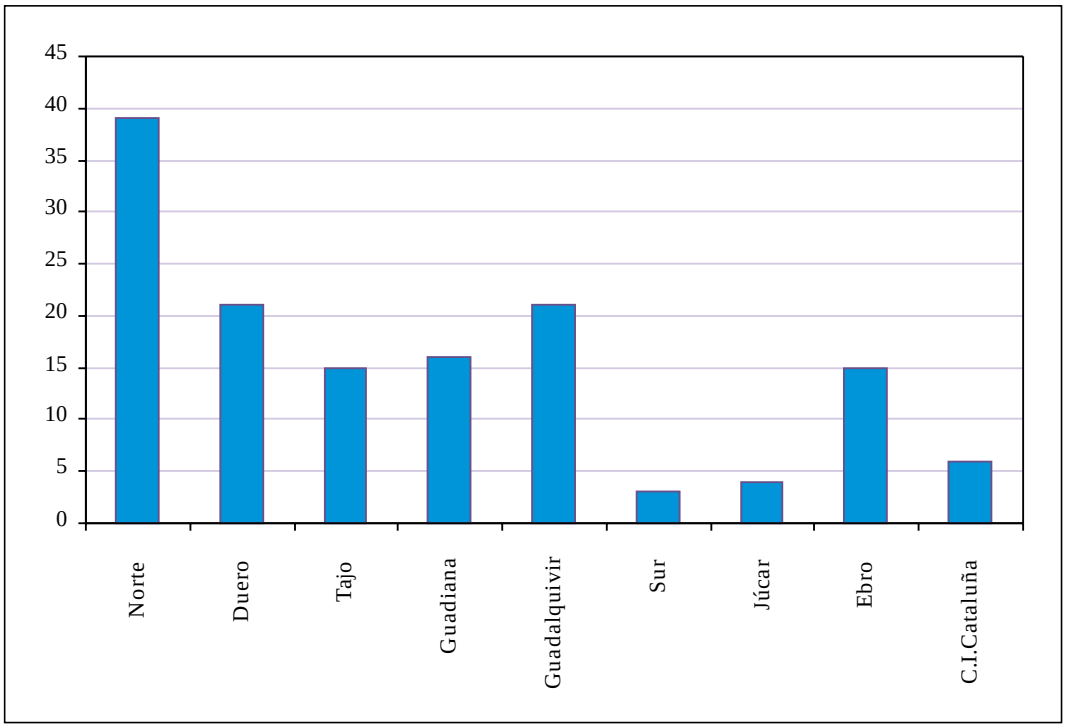


Figura 181. Número de zonas declaradas para la vida piscícola en las distintas cuencas

observación fuese otro más significativo del tramo en cuestión, y deben interpretarse en general como una *cota máxima* del verdadero estado de la calidad en el tramo.

Por otra parte, si se analiza la evolución del índice a lo largo del tiempo se aprecia una situación global de mantenimiento o mejora, con algunos empeoramientos territoriales y diversas anomalías. Estudiando con mayor detalle las causas de estas anomalías, pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- A veces se observan evoluciones negativas en tramos de río donde se advierte que la calidad no es tan mala,

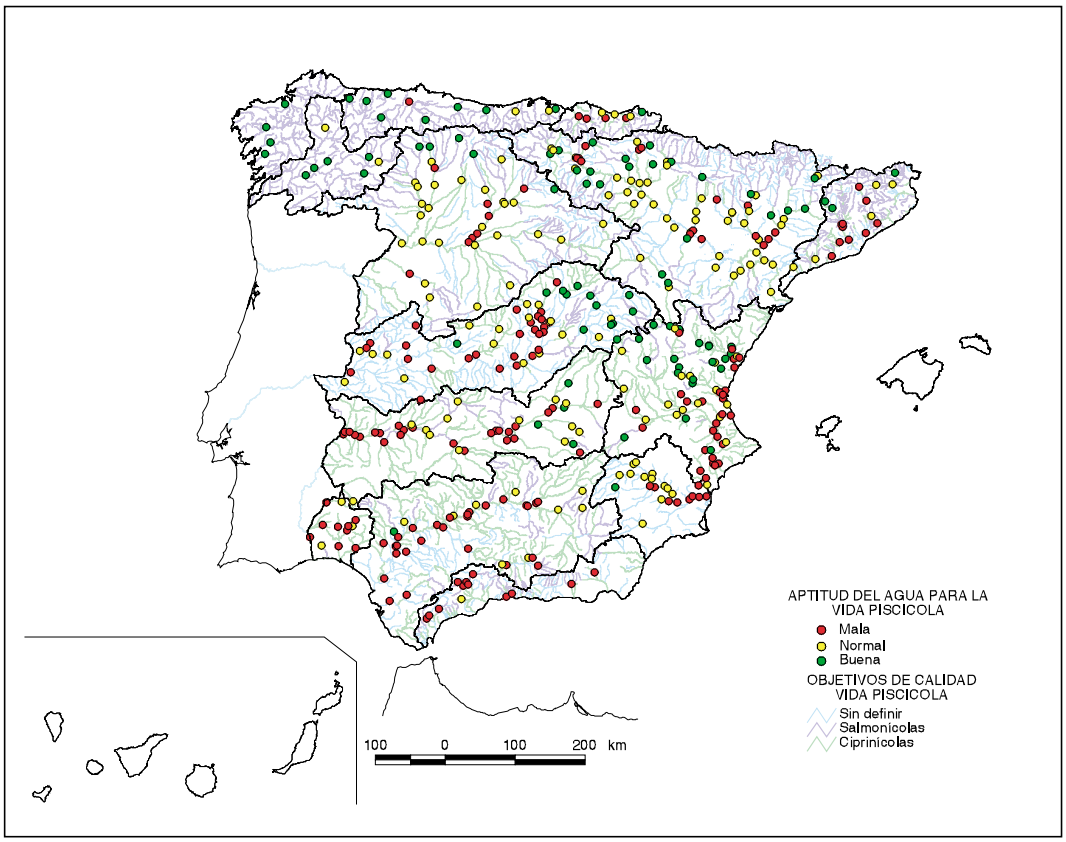


Figura 182. Mapa de aptitud de las aguas para la vida de los peces (criterio de salmónidos)

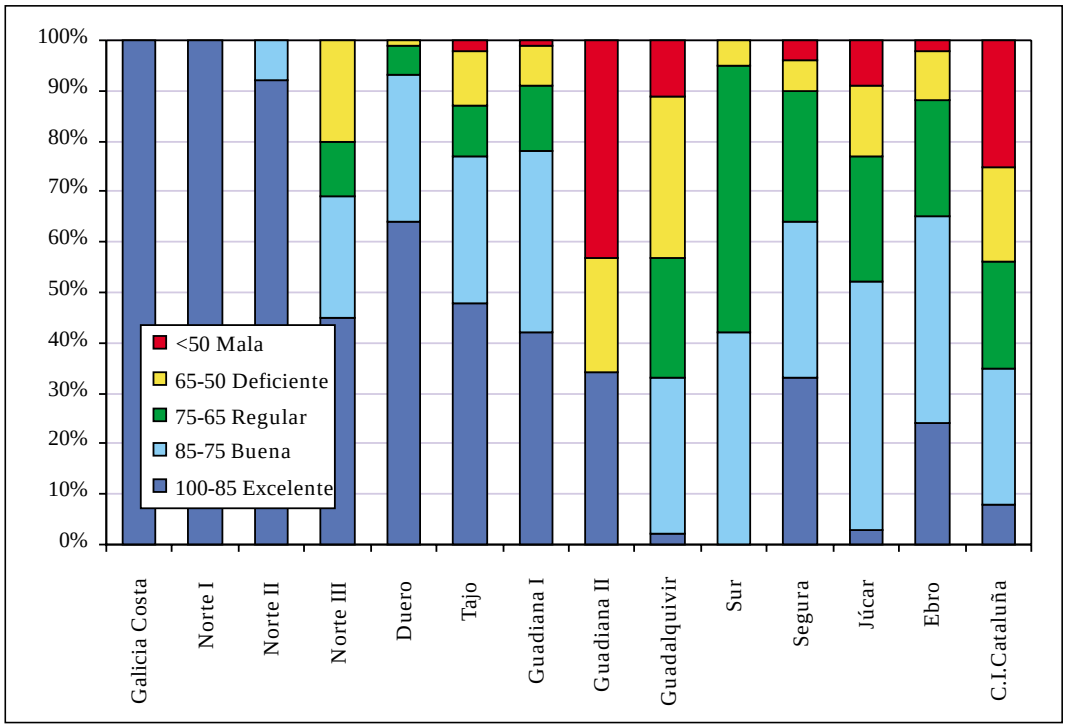


Figura 183. Situación actual de la calidad del agua expresada en porcentaje de longitud de la red fluvial según el Índice General de Calidad

pero ha venido determinada por la incidencia de un vertido puntual. Esto podría aconsejar la reconsideración de los puntos de muestreo empleados.

- El hecho de que la calidad del agua en algunos lugares no haya evolucionado favorablemente en los últimos años, después de haber llevado a cabo actuaciones significativas de corrección de vertidos, conduce a dudar sobre la fiabilidad de algunos datos antiguos, debido probablemente al propio manejo de las muestras, los sistemas y aparatos de medición, etc. Aunque también cabe anticipar que la magnitud de los vertidos se ha incrementado en gran medida durante los últimos años.

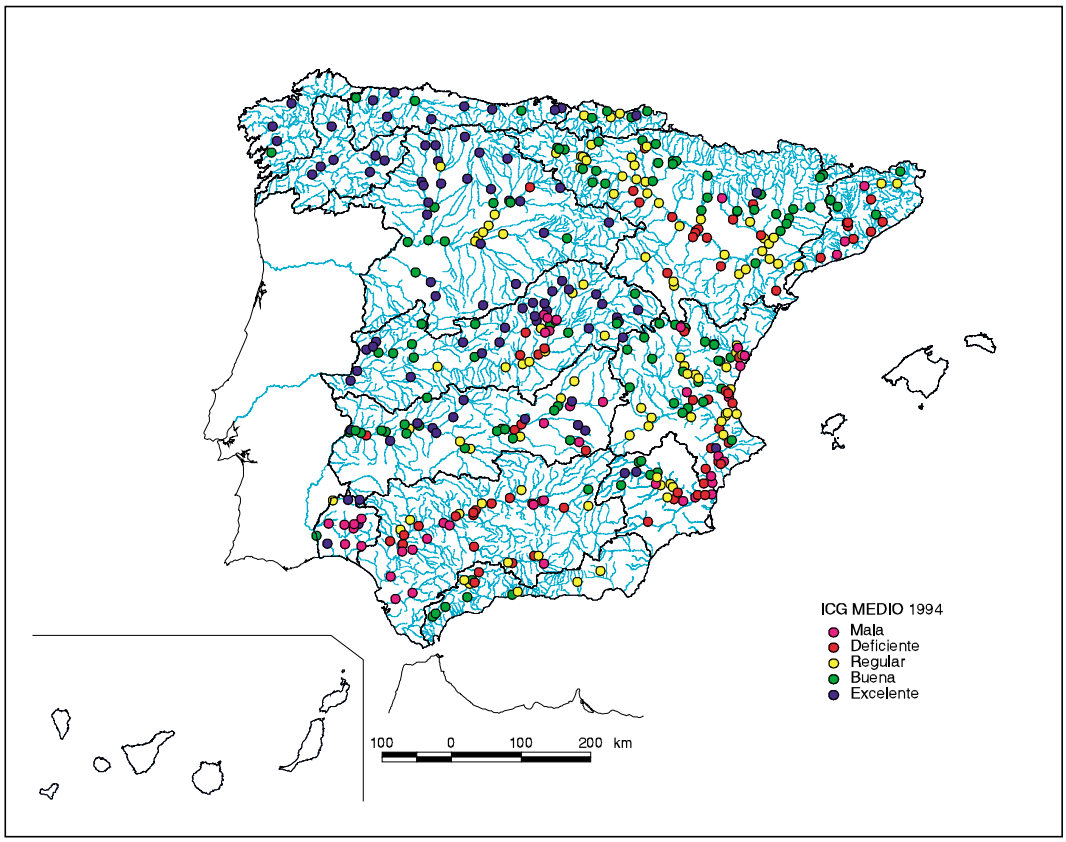


Figura 184. Mapa de ICG medio actual en las estaciones de la red COCA

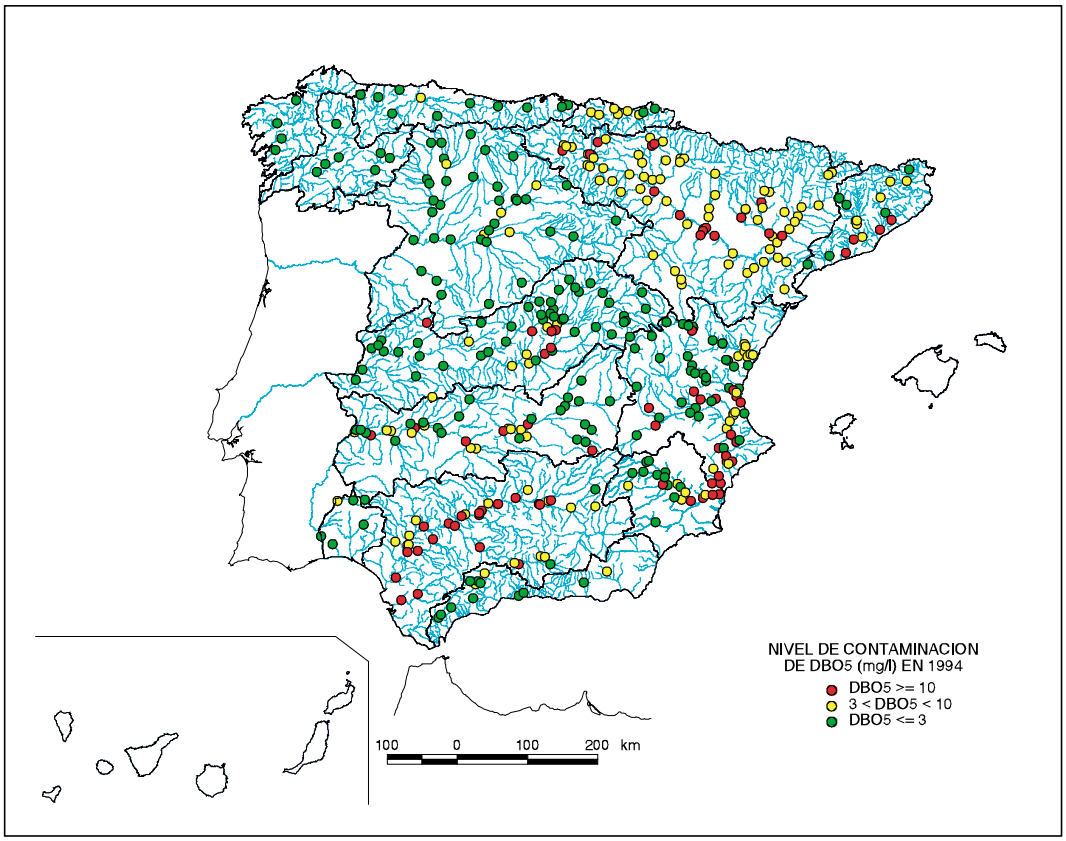


Figura 185. Mapa de concentración de DBO5 (mg/l) en los puntos de la red (año 1994)

- Para afinar el análisis de tendencias sería necesario tratar estadísticamente los datos de las series históricas identificando aquéllas que planteen inconsistencias, filtrando los posibles valores fuera de rango, etc. Ello requiere la implantación de sistemas de gestión de los resultados analíticos que mediante metodologías adecuadas aseguren una mayor fiabilidad y validación de los datos, y potenciando, en la medida necesaria, sistemas supervisados de medida automática y continua.

3.2.4.1.6. Calidad según el criterio de la DBO_5, o de la contaminación orgánica

Desde el punto de vista de la contaminación orgánica, directamente producida por los vertidos urbanos, un buen indicador general es el parámetro DBO_5 (demanda bioquímica de oxígeno a los 5 dias). Valores de la DBO_5 por encima de 10 mg/l son característicos de aguas muy contaminadas, y por debajo de 3 mg/l la contaminación puede considerarse débil.

En la figura 185 se aprecia el estado reciente (año 1994) de la contaminación fluvial orgánica, medida por la concentración de DBO_5 en los puntos de muestreo de la red.

Como puede verse, la situación global del país es aceptable, si bien existen problemas puntuales importantes en algunos ríos, en concreto en el Segura, Guadalquivir y Ebro.

3.2.4.1.7. Calidad según criterios del índice biótico

Otra aproximación a la descripción de la calidad del agua es la proporcionada por los índices bióticos. Los organismos o comunidades biológicas de un ecosistema fluvial reflejan las características o condiciones ambientales del sistema del que forman parte. La utilización de éstos como bioindicadores responde generalmente a la mayor facilidad y al menor coste de su observación frente al análisis o valoración directa del parámetro que indican. La principal ventaja de los indicadores biológicos es su capacidad de integrar las variaciones temporales de las condiciones ambientales del medio. Fluctuaciones fuertes puntuales en los parámetros físico-químicos del medio pueden pasar inadvertidas en un seguimiento periódico determinado si los valores extremos del factor alterado no coinciden en el tiempo con el momento del muestreo. Los bioindicadores, por su gran diversidad en los ecosistemas fluviales, aparte de no precisar de un coste de calibración y mantenimiento continuos, presentan una gran amplitud de respuestas ante cualquier grado o tipo de alteración en el medio. Son por tanto, una valiosa herramienta complementaria de las redes de control automático físico-químico de calidad del agua ya establecidas, como la red SAICA.

Para cuantificar el valor indicador de los organismos, numerosos autores han desarrollado diferentes índices biológicos de calidad del agua, basados en las distintas

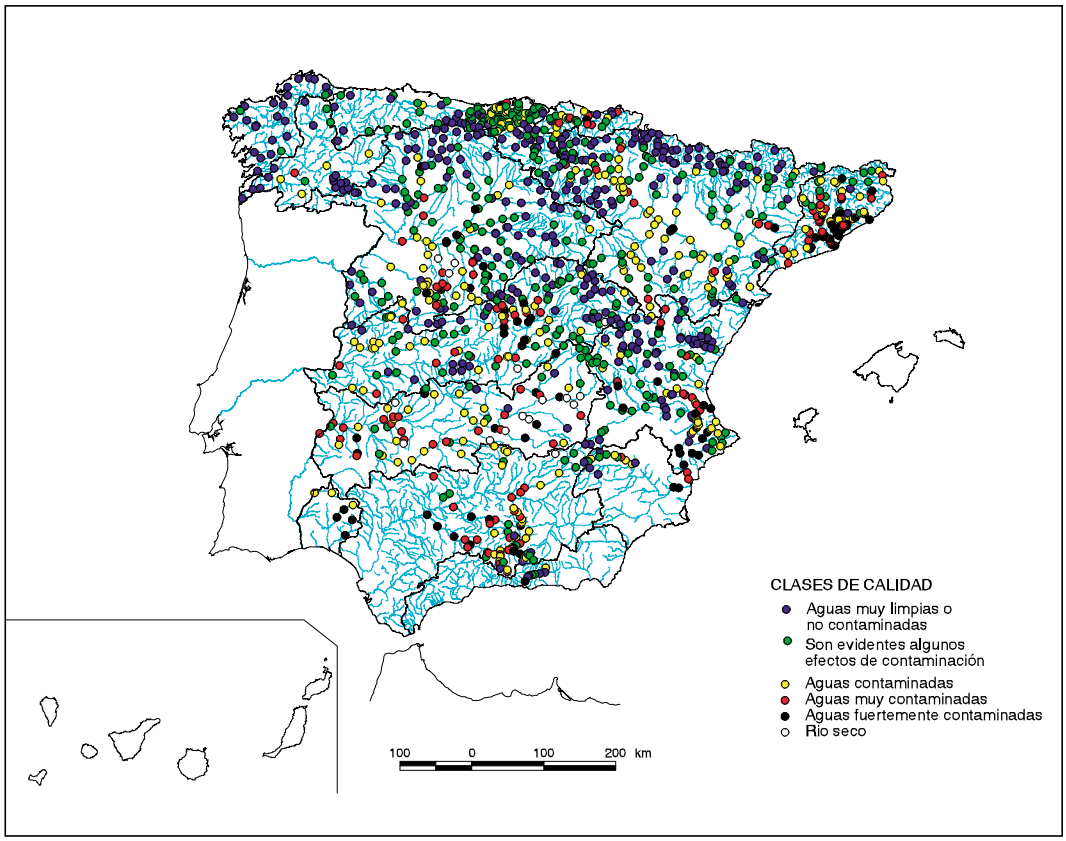


Figura 186. Mapa de la calidad biológica de los ríos peninsulares obtenida mediante la aplicación del índice biótico BMWP'

tolerancias de las especies o comunidades ante los factores contaminantes. A la presencia o ausencia de una especie o familia de organismos acuáticos, así como a su densidad o abundancia, se les asigna un valor de calidad según el parámetro o conjunto de los mismos que se quiera valorar, en función de su grado de tolerancia. El conjunto global de observaciones de toda la comunidad biológica existente aportará un valor final de calidad según el índice empleado para cada tramo o río estudiado. Este tipo de reconocimientos limnológicos requiere únicamente de un mínimo de 2-3 visitas anuales a los puntos elegidos de la red fluvial.

Existe una amplia variedad de índices biológicos de calidad del agua para sistemas fluviales, pudiendo establecerse los siguientes grupos:

- Indices de *diversidad*: basados en las variaciones de la composición específica de las comunidades de organismos y su estructura. En general, a una mayor biodiversidad le corresponde una mejor calidad del agua y viceversa. Ejemplos de este tipo de índices son los basados en la teoría de la información, como el de Shannon, o el de Margalef (1951).
- Indices *sapróbicos*: reflejan los efectos de la contaminación por materia orgánica procedente de vertidos urbanos o agrícolas y su grado de descomposición, sobre los organismos. Pueden verse distintas aproximaciones en García de Jalón y González del Tánago (1986).
- Indices *bióticos*: son los más utilizados y se basan en la clasificación de los organismos según su tolerancia a la contaminación, asignándoles una puntuación cuyo rango varía según el índice utilizado. El valor de calidad para el río estudiado resulta de la suma total de los valores de cada organismo presente. Los más conocidos son el Trent Biotic Index (TBI), el IB, el Biotic Score, o el BMWP. De la adaptación de este último a los organismos existentes en la Península Ibérica, resultó el Indice BMWP' (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988), siendo el más utilizado en nuestro país actualmente por su senci-

Clase I:	>120	Aguas muy limpias
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
Clase II:	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
Clase III:	36–60	Aguas contaminadas
Clase IV:	16–35	Aguas muy contaminadas
Clase V:	<16	Aguas fuertemente contaminadas

Tabla 54. Clases de calidad según el índice BMWP'

	Clase-I	Clase-II	Clase-III	Clase-IV	Clase-V	Num. total de puntos	Núm. de ríos
Norte	67	82	29	9	3	190	94
Duero	65	54	27	11	8	165	36
Tajo	38	31	25	15	8	117	31
Guadiana	1	12	24	16	11	64	23
Guadalquivir	4	9	14	13	13	53	13
Sur	4	2	1	0	1	8	3
Segura	1	5	3	0	1	10	3
Júcar	44	45	23	12	5	129	41
Ebro	106	73	48	11	5	243	54
C.I.Cataluña	3	18	32	32	36	121	12
Total	333	331	226	119	91	1.100	310

Tabla 55. Número de puntos de muestreo estudiados según cada clase de calidad biológica

llez, precisión y eficacia. Su uso fue recomendado por la Asociación Española de Limnología en su Congreso Nacional de 1991.

Tanto la Administración General del Estado, como algunos Organismos de Comunidades Autónomas, están desarrollando desde hace tiempo programas de control de la calidad del agua de los ríos basándose en el empleo de índices bióticos, utilizando macroinvertebrados acuáticos bentónicos como indicadores ecológicos de las condiciones del medio. El CEDEX, por ejemplo, está llevando a cabo desde 1985 un seguimiento de la calidad del agua de las cuencas fluviales españolas (Avilés et al., 1997) habiendo seleccionado como índice biótico más eficaz y aplicable a la mayoría de las cuencas el ya mencionado índice BMWP (Biological Monitoring Network Party) modificado (BMWP'), también conocido como Índice de Alba, que establece cinco clases de calidad biológica del agua según el valor total del índice. También viene empleándose, por ejemplo, por el Gobierno Vasco desde 1992.

Los resultados más recientes obtenidos en los últimos años por diferentes instituciones de todo el territorio nacional se reflejan en el mapa de calidad biológica representado en la figura 186. Los Organismos que han aportado dicha información son, además del CEDEX, las Confederaciones Hidrográficas del Ebro, del Guadalquivir y del Júcar, la Diputación de Barcelona, la Generalidad de Cataluña, el Gobierno Vasco, la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y las Universidades de Barcelona, Granada, León, Oviedo, Santiago de Compostela y Valencia.

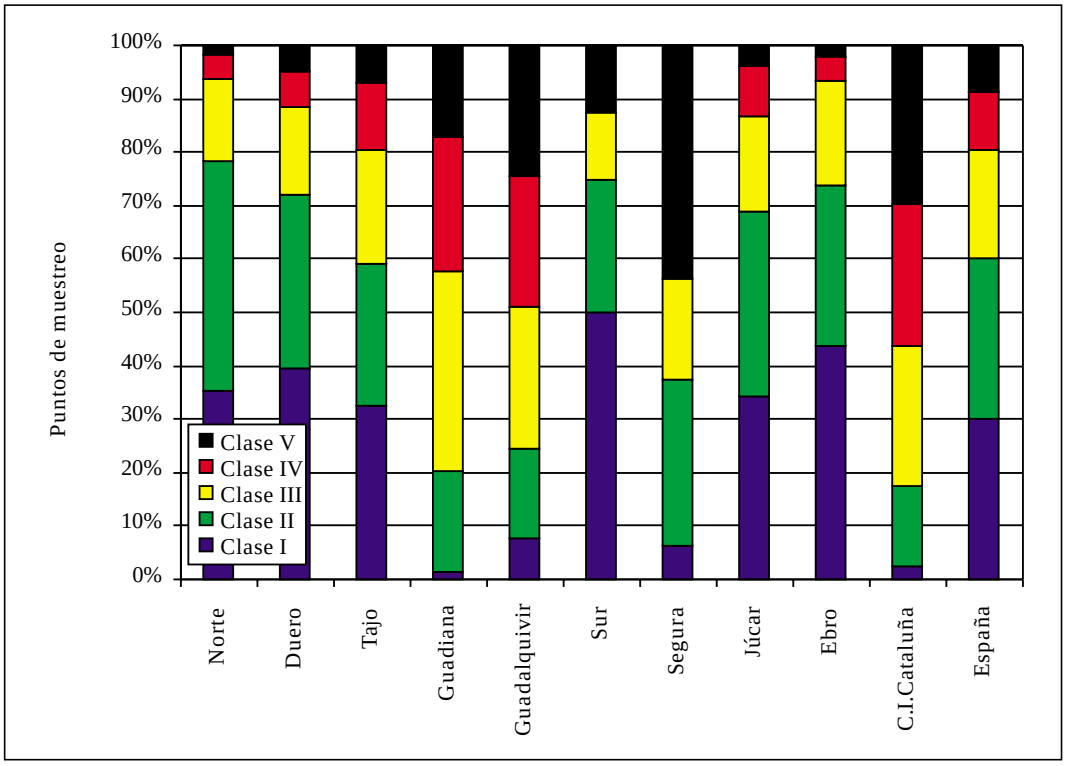


Figura 187. Distribución por cuencas de las clases de calidad según el índice BMWP'

En el índice BMWP' se asigna a cada familia de macroinvertebrados acuáticos una puntuación de 1 a 10 en función de su sensibilidad a la contaminación del agua o alteración del medio. El valor del índice en cada estación de muestreo se obtiene por la suma de las puntuaciones de cada familia encontrada. Según la puntuación final, a cada tramo del río le corresponde una de las siguientes clases de calidad mostradas en la tabla 54.

Hasta la fecha se han controlado más de 1.000 estaciones de muestreo repartidas entre 244 ríos de las grandes cuencas hidrográficas españolas. La tabla 55 recoge el número de puntos de muestreo estudiados en cada cuenca, estando reflejados en la figura 187 los porcentajes de las diferentes clases de calidad en cada una de ellas y en la totalidad del territorio nacional.

Se observa que las cuencas que presentan un estado general de calidad biológica de sus aguas más aceptable son las del Norte Duero, Sur, Júcar y Ebro, con un porcentaje de puntos con aguas contaminadas (clases IV y V) menor del 20 %, y un porcentaje de puntos con aguas poco contaminadas (clases I y II) mayor del 60%. Por el contrario, las cuencas en peor estado son las del Guadiana, Guadalquivir, Segura e Internas de Cataluña, con más de un 40% de puntos con aguas contaminadas (clases IV y V) y menos de un 40% de los puntos en buen estado de conservación (clases I y II). En general y para todo el territorio nacional, el número de puntos que presentan aguas contaminadas es del 20% aproximadamente, correspondiendo el 60% a puntos con aguas en buen estado de conservación. El 20% restante mostrarían algunos efectos de contaminación (clase III).

Los resultados ofrecidos por este índice pueden considerarse complementarios de los que ofrece el ICG. Dada la tendencia internacional a ir sustituyendo el empleo de índices físico-químicos por índices biológicos, es de prever que este tipo de indicadores vaya cobrando mayor importancia en el próximo futuro.

Debe mencionarse que, aunque algunos Organismos disponen de ella en sus territorios, en la actualidad España no cuenta con una red oficial de control de la calidad mediante índices bióticos, siendo una deficiencia que debiera subsanarse a corto plazo.

3.2.4.1.8. Calidad ecológica

En distintos ríos donde se ha llevado a cabo un intenso trabajo de saneamiento y depuración, aplicando tratamientos secundarios y terciarios de forma generalizada, y mejorando muy sensiblemente la calidad físico-química del agua, ha podido constatarse que esta recuperación no ha ido acompañada de una mejora similar de las comunidades biológicas fluviales.

En un intento por mejorar esta situación, superando la caracterización de la calidad del agua en términos exclusivamente físico-químico-biológicos según su aptitud para los distintos usos, el concepto de *calidad ecológica* del agua de un río atiende precisamente a la consideración del río como ecosistema, y pretende medir su buen estado global -calidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos- bajo este punto de vista. Ello supone considerar conjuntamente una gran diversidad de aspectos como la vegetación riparia, los sedimentos, las comunidades animales y vegetales existentes, el oxígeno disuelto, la concentración de sustancias tóxicas y peligrosas en el agua, sedimentos y biota, etc. (MIMAM [1998c] pp.33-35).

Así, para alcanzar el buen estado ecológico es necesario tanto la supresión de la polución perjudicial (mantener niveles reducidos y admisibles de contaminación química), como el mantenimiento de los necesarios flujos hídricos (caudales mínimos) y demás condiciones para la preservación de los ecosistemas fluviales.

Como cabe esperar, la concreta cuantificación de la calidad ecológica, así concebida, presenta una gran complejidad y una amplísima casuística, englobando a otras tipificaciones previas, y pudiendo verse afectada prácticamente por cualquier actuación sobre el medio hídrico (régimen de vertidos, derivaciones para los distintos usos, obras hidráulicas, etc.).

Desde el punto de vista normativo, tras constatar el hecho antes señalado de mejora físico-química pero no ambiental de algunos ríos europeos, en 1994 se propuso un borrador de Directiva de calidad ecológica de las aguas (94/C222/06), tras cuyo proceso de discusión se produjo un replanteamiento del enfoque regulatorio de la política de aguas en la Unión Europea. Tal replanteamiento dio lugar, en 1997, a la propuesta de Directiva Marco de aguas, a la que nos referimos en otras secciones de este Libro, y que incluye, entre otras cuestiones, esta idea de la calidad ecológica. Anticipándose a la aprobación de la Directiva, la reciente reforma de la Ley de Aguas española ha incorporado el concepto de *buen estado ecológico del dominio público hidráulico* como el primer objetivo de la planificación hidrológica.

En cuanto a los procedimientos para su aplicación práctica, distintos estudios realizados han mostrado que, como consecuencia de la complejidad y enorme diversidad de situaciones fluviales existentes en el ámbito de la Unión Europea, existen serias limitaciones a la hora de determinar criterios y técnicas comparables y admisibles en todo el conjunto de los países que la integran -inicialmente destinatarios de estas

normas-, por lo que se ha convenido en reconocer que falta mucho trabajo por desarrollar antes de disponer de especificaciones técnicas viables y adecuadas para el control de la calidad ecológica de las aguas superficiales en el conjunto de países afectados, y se requiere de estudios detallados que permitan fijar metodologías técnicas de determinación del estado ecológico en distintos países con condiciones muy heterogéneas, y posibiliten la comparación de las medidas similares y ya existentes en el ámbito de la Unión.

Pese a estas dificultades prácticas, que deberán irse superando en el futuro inmediato, en nuestro país se han realizado ya interesantes experiencias de tipificación y determinación del estado ecológico de algunos ríos. Es el caso de los trabajos de control anual de la calidad de los ríos en el País Vasco (Gobierno Vasco [1995]), o de los llevados a cabo en algunos ríos de Cataluña (Munné el al. [1998]; Prat [1998]), experiencias que deberán intensificarse tras la obligada vinculación formal de estos conceptos con las determinaciones de la planificación hidrológica.

3.2.4.2. Situación de la depuración de vertidos industriales

En el artículo 92 de la Ley de Aguas se especifica que *toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del Dominio Público Hidráulico...requiere autorización administrativa*, cuya tramitación y contenido se detalla en los artículos 245 al 252 del RDPH. Se consideran vertidos obligados a tramitar la correspondiente autorización tanto los directos a cauces como los que se realizan indirectamente a través de la red de alcantarillado de los municipios.

Esta autorización administrativa se refiere también a aquellos vertidos que pueden afectar a las aguas subterráneas, sobre los que la legislación es más estricta en cumplimiento de la Directiva 80/68, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación, que obliga a que todos estos vertidos cuenten con un estudio hidrogeológico, que para su tramitación se requiera un informe preceptivo del ITGE y que en ningún caso contengan sustancias peligrosas de la lista I. Esta lista I incluye aquellas sustancias tóxicas consideradas de más alta peligrosidad por la Unión Europea y que vienen definidas en la Directiva 76/464 relativa a la contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas.

En España existen más de 300.000 vertidos a cauces superficiales, de los que la mayoría (el 80%, es decir, unos 240.000) tiene el carácter de vertidos *indirectos*, es decir, vierten a azarbes, alcantarillado, canales de desagüe o pluviales, que finalmente deben desaguar a un cauce, previo el necesario tratamiento depurador en las instalaciones municipales de saneamiento. De los 60.000 vertidos directos existentes (realizados directamente a un curso de aguas o canal de riego), unos 10.000 corresponden a vertidos municipales, que se encuentran reglamentados por la Directiva 91/271/CEE, relativa a la depuración de aguas residuales urbanas, alrededor de unos 40.000 vertidos corresponden a la ganadería estabulada o semiestabulada y finalmente unos 10.000 vertidos directos tienen el carácter de efluentes industriales.

Con anterioridad a la entrada en vigor del Real Decreto de Regularización de Vertidos y según un estudio realizado durante el año 1994, tan sólo el 5% de las empresas poseían una autorización definitiva y un 18% poseían una autorización provisional al amparo de la Orden Ministerial de 23 de diciembre de 1986. Cabe señalar al respecto que la mayoría de las grandes empresas, y por tanto los mayores vertidos, poseen algún tipo de autorización y vierten, en numerosas ocasiones, tras haber recibido los efluentes algún tipo de tratamiento depurador, por lo que el porcentaje de la carga contaminante autorizada resulta mayor.

En general, las autorizaciones de vertido concedidas a las industrias se otorgan en función de los criterios establecidos en la tabla del Anexo al Título IV del RDPH, en la que se clasifican los vertidos en tres categorías según sea la intensidad del tratamiento depurador y de acuerdo con las cuales se imputa el correspondiente canon de vertido. Hay que destacar que estas tablas tienen como misión imponer el canon de vertido en relación con las limitaciones de las emisiones según se caracterice el vertido. Pero éstas no son las únicas limitaciones con las que deben contar las autorizaciones de vertido, ya que tanto los vertidos directos como los indirectos deberán respetar los límites que marcan las Directivas de desarrollo de la 76/464/CE, relativa a la contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas (lista I), y los límites de emisión y los objetivos de calidad que se incluyen en los Programas de Reducción de la Contaminación de Sustancias de la lista II, en desarrollo del artículo 7 de la Directiva 76/464, así como todos aquellos límites que marquen otras Directivas y que impongan los propios objetivos de calidad.

La depuración de los vertidos industriales se puede considerar no del todo satisfactoria con carácter general, ya que existen numerosos vertidos sin autorizar, y un gran número de sustancias no están sujetas a regulaciones individuales y específicas según sectores industriales y según empresas concretas. Los vertidos directos poseen un nivel de control más exhaustivo que los vertidos indirectos, pero también es verdad

que aquéllos suelen poseer los caudales y las cargas contaminantes más elevadas. Por ejemplo, en la industria química tan solo un 35% de las empresas vierten directamente a los cauces, pero sus vertidos suponen un 85% de las cargas contaminantes totales del sector.

Las medidas a adoptar para limitar la contaminación deberían basarse en las mejores técnicas disponibles a costo razonable, dentro de las recomendaciones del V Programa Ambiental de la Unión Europea, del contenido de la Directiva 96/61/CEE, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación, y de la próxima Directiva Marco de la Política de las Aguas (COM(98) 76 final), a las que nos referiremos específicamente al exponer la situación actual y los principios de la política de aguas europea.

En tal sentido, cabe mencionar que la minimización de la contaminación engloba múltiples prácticas, dentro de las cuales la depuración final de efluentes constituye sólo una alternativa más dentro de una concepción global del proceso industrial en relación con la contaminación. Es decir, existen toda una serie de actuaciones diferentes de la propia depuración que están llamadas a adquirir cada vez más relevancia: mejoras de los procesos productivos, reducción de materias primas y de productos finales, modificaciones tecnológicas más eficientes energética y ambientalmente, reciclado y recuperación de materiales y de aguas de proceso y de refrigeración, supresión de fugas y derrames, sustitución de reactivos y de disolventes, etc.

En lo que se refiere a los vertidos indirectos, es decir, los que se producen en los colectores urbanos, la Administración Local tiene encomendada, en la mayoría de los casos, su gestión y la concesión de las autorizaciones correspondientes. Según se especificaba en la Orden Ministerial de 23 de Diciembre de 1986, las Confederaciones Hidrográficas vigilarán el cumplimiento de los Planes de Reducción de la contaminación a las salidas de las depuradoras municipales y comprobarán que los límites de emisión y los objetivos de calidad se atienen a la legislación. Por otra parte, la Directiva 91/271 imponía a los Estados miembros obligaciones en relación con la regulación de vertidos industriales a colectores antes del 31 de diciembre de 1993, existiendo, como consecuencia de todo ello, una desigual normativa al respecto, con el resultado de posible impunidad de los causantes de vertidos prohibidos y ausencia de mecanismos administrativos de registro y autorización de los vertidos indirectos. La clarificación normativa y la adecuada coordinación entre ambas Administraciones resulta esencial a estos efectos.

3.2.4.3. Contaminación difusa

La mayor parte de la contaminación difusa de las aguas superficiales está relacionada con toda una serie de actividades, eminentemente agrícolas y ganaderas, que se desarrollan sobre grandes extensiones del territorio, y que provocan la contaminación de estas aguas superficiales por medio de la escorrentía que fluye por su superficie y que arrastra y disuelve las sustancias que han sido depositadas sobre el suelo. Las sustancias más comunes que se encuentran en las aguas en relación con esta contaminación difusa pertenecen al grupo de los fertilizantes y de los fitosanitarios, empleados en la agricultura, al de la materia orgánica y las sustancias tóxicas, ligadas a las actividades ganaderas y a los vertederos urbanos o a determinadas actividades industriales.

La contaminación difusa tiende a adquirir cada vez mayor importancia en la degradación de los recursos hídricos, ya que cuanto mayor sea el grado de depuración y de limitación de los vertidos puntuales, mayor será el incremento que del total de la contaminación supondrán todos los vertidos de carácter distribuido o difuso. A modo de ejemplo, se estima que la aportación de nitrógeno de origen difuso en la cuenca del Duero representa aproximadamente el 80% de la aportación total de nitrógeno de la cuenca. En las cuencas del Tajo y del Guadiana la contaminación de origen difuso representa casi la mitad de los aportes totales de nitrógeno.

La contaminación por nitratos se describe con más detenimiento en el epígrafe dedicado a la contaminación de las aguas subterráneas. La presencia de fitosanitarios en aguas superficiales no ha sido aún suficientemente estudiada. La red COCA no analiza la existencia de plaguicidas en el agua, por lo que resulta casi imposible, con carácter general, evaluar su presencia y su influencia sobre la calidad del recurso. Algunas de las posibles estipulaciones de la propuesta de nueva Directiva sobre aguas potables incluyen un control más exhaustivo y unas limitaciones más exigentes para este tipo de contaminantes en las aguas destinadas al consumo humano. Sí ha sido detectada su presencia, aunque no con demasiada representatividad, en algunas unidades hidrogeológicas a través de campañas puntuales cuyos resultados se sintetizan en otros epígrafes.

En cuanto a la contaminación difusa generada por los vertederos urbanos y por los residuos tóxicos y peligrosos depositados sobre el terreno de manera incontrolada, en otros epígrafes se resaltan las importantes afecciones negativas que tales depósitos pueden suponer para el estado de la calidad de las aguas (muy específicamente, para las subterráneas).

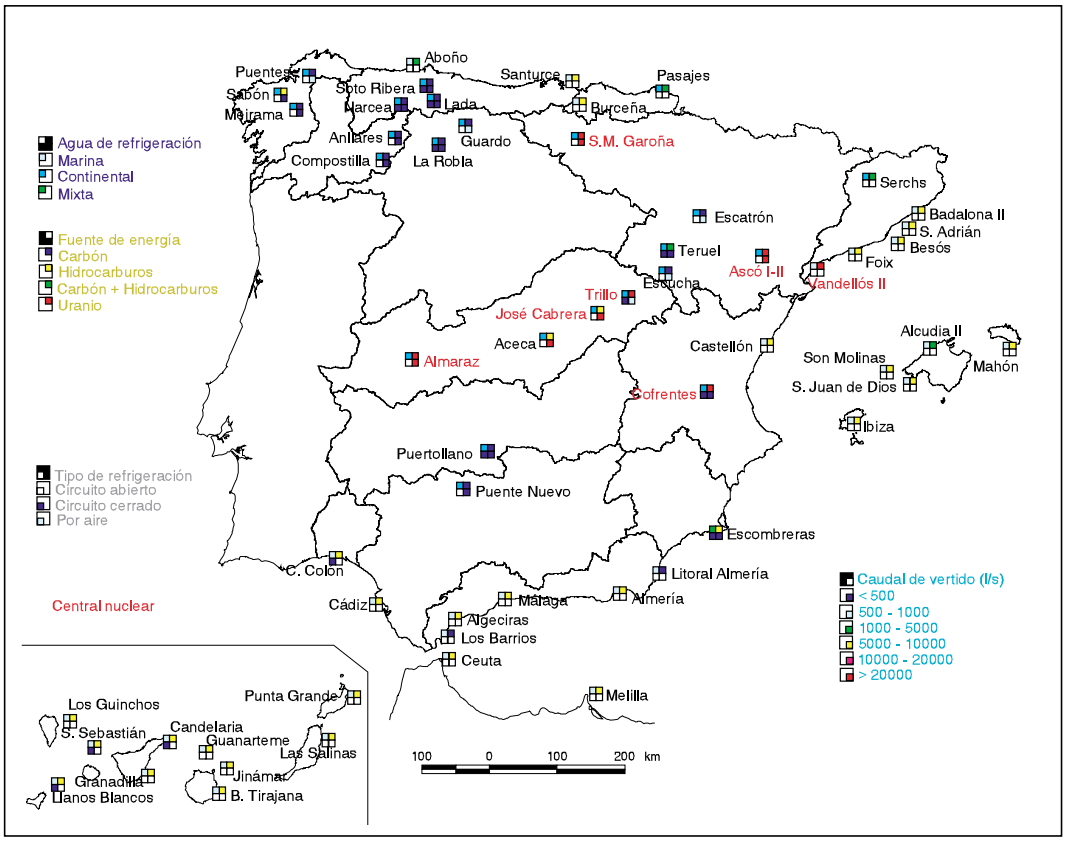


Figura 188. Mapa de situación y características principales de las centrales térmicas convencionales y nucleares

Hay que señalar que existe un importante déficit en lo que se refiere a los estudios que determinen de manera clara la componente difusa de la contaminación de las aguas superficiales españolas. Resulta claro que las bajas calidades detectadas en el agua durante muchos fenómenos de crecidas y fuertes lluvias se deben a la remoción de contaminantes depositados sobre el suelo previamente y que se movilizan precisamente durante estos cortos períodos de tiempo provocando puntas de polución e importantes episodios de contaminación.

La limitación de la contaminación difusa sólo puede lograrse mediante medidas preventivas tales como la limitación de la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, la limitación en la aplicación de estiércol, y la ordenación de los vertederos en aquellas zonas que presenten un potencial importante de contaminación difusa. De este tipo son las medidas que propone la Directiva 91/676, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola, que fue transpuesta por Real Decreto 261/1996 de 16 de Febrero.

Asimismo, puede resultar necesario declarar áreas de protección en zonas vertientes a los embalses, de forma que se impida, además de la eutrofización, la posibilidad de episodios de contaminación microbiológica que no han podido detenerse con los tratamientos convencionales previstos para aguas de calidad A2 y A3. Es el caso, por ejemplo, de los protozoos Giardia y Criptosporidium debidos a los arrastres de excrementos en zonas de pasto de ganado vacuno (Torobin, 1998).

3.2.4.4. Contaminación térmica

La *contaminación térmica* hace referencia a los cambios excesivos en la temperatura de medios acuáticos, debidos a la actividad humana, que modifican en el agua algunas reacciones bioquímicas y ocasionan cambios físicos o químicos.

La mayoría de los vertidos térmicos los originan las centrales térmicas, pero también pueden ocasionarlos los sistemas de aire acondicionado y refrigeración, industrias papeleras, siderúrgicas, del caucho, petroquímicas, plantas de licuefacción de gases y desaladoras de agua del mar. El calor desprendido es función del rendimiento térmico (en las centrales nucleares un 33% y en las de carbón, fuel, etc. un 40%). Más del 60% del calor producido es liberado al ambiente. El proceso de refrigeración emplea gran volumen de agua, que es vertida después a temperaturas superiores a las de toma. Bastantes centrales toman y vierten en el mar, pero muchas otras usan aguas continentales. En circuito abierto vierten directamente a un ecosistema acuático, y requieren caudales importantes; en circuito cerrado el agua es enfriada en torres de refrigeración, balsas, etc. y reutilizada en el proceso.

Los vertidos térmicos alteran en el agua la viscosidad, la tasa de evaporación, el punto de saturación de sólidos y gases disueltos, etc. afectando al metabolismo, crecimiento y reproducción de las comunidades bióticas y cambiando la dominancia hacia especies más termófilas. En macroinvertebrados y peces aumenta su crecimiento, pero también sus necesidades nutricionales, condicionando la supervivencia y la migración de especies.

En España, a partir de finales de los años cincuenta, se han ido construyendo numerosas centrales térmicas convencionales y nucleares, tal y como se muestra en el mapa adjunto (fig. 188).

El RDPH establece un incremento térmico máximo de 3 ºC en los ríos, y una temperatura máxima de 30 ºC del vertido en lagos o embalses. El RAPAPH lo fija en 1,5 ºC en aguas salmonícolas, y en 3 ºC en aguas ciprinícolas, con valores máximos de 21,5 ºC y 28 ºC, respectivamente. Añade que los Planes Hidrológicos marcarán objetivos de calidad no menos estrictos. En la tramitación de concesiones para refrigeración, si la potencia excede de 300 MW es preceptiva la evaluación de impacto ambiental.

Las centrales térmicas españolas que usan aguas continentales presentan una problemática muy variable, aunque con carácter general no suelen superar los límites antes mencionados debido a la instalación de torres de refrigeración (casos, p.e., de Zorita y Ascó). Algunas excepciones son la central de Aceca, con caudales altos de vertido a un medio ya muy alterado, o en menor medida, las de Garoña, Ascó y Puentes de García Rodríguez, porque vierten en masas de agua importantes, o mantienen caudales efluentes algo inferiores.

3.2.4.5. Contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas

Este tipo de contaminación tiene un tratamiento específico en la normativa comunitaria por medio de la Directiva 76/464/CEE, relativa a la contaminación del agua por sustancias tóxicas y peligrosas en cuyos anejos se enumeran las sustancias, de origen eminentemente industrial y agrícola (fitosanitarios), que son consideradas altamente peligrosas en virtud de su bioacumulación, persistencia y toxicidad.

Esta Directiva define dos listas, Lista I de sustancias sobre las que se deben tomar medidas para eliminar su presencia en las aguas, y Lista II de sustancias cuya contaminación en las aguas se debe reducir. Dentro de esta Lista II se incluyen todas las sustancias que, perteneciendo a las categorías de sustancias contempladas en la Lista I, no tengan determinados los límites de emisión y objetivos de calidad.

En desarrollo de la mencionada Directiva, han sido publicadas un total de siete Directivas que especifican los objetivos de calidad y las normas de emisión, para tan solo 17 sustancias de entre todas las susceptibles de ser incluidas en la Lista I.

La Directiva 82/176/CEE fija estos valores para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos y la 84/156/CEE para el resto de instalaciones de tratamiento de mercurio; la 83/513/CEE para los vertidos de cadmio; la 84/491/CEE para los vertidos de hexaclorociclohexano; la 86/280/CEE para el DDT, pentaclorofenol y tetracloruro de carbono, la 88/347/CEE fija los valores para los vertidos de aldrin, dieldrin, isodrin, hexaclobenceno, hexaclorobutadieno y cloroformo y la 90/415/CEE los vertidos de 1,2 dicloroetano, tricloroetileno, tetracloroetileno y triclorobenceno.

Por otra parte, la legislación comunitaria obliga a que cada Estado miembro establezca unos programas de actuación para reducir la contaminación de sus aguas por sustancias de la Lista II y de aquellas sustancias de Lista I que no posean directivas específicas de desarrollo. Estos programas deben incluir los controles y limitaciones mediante normas de emisión de los mencionados vertidos, así como los objetivos de calidad para las aguas receptoras, pudiendo incluir así mismo disposiciones específicas relativas a la composición y el empleo de sustancias que tengan en cuenta los progresos técnicos más recientes económicamente viables.

En este sentido, en España se están llevando a cabo esfuerzos tanto para tener un mayor conocimiento de la problemática de nuestras aguas asociada a estas sustancias, mediante su vigilancia y control, como para desarrollar los Programas de Actuación tendentes a reducir la contaminación producida por estas sustancias, tal como obliga el artículo 7 de la Directiva.

Así, se están actualizando los inventarios de vertidos de estas sustancias y estableciendo redes de control de agua, sedimentos y biota en varias cuencas hidrográficas.

En cuanto a los Programas de reducción, las actuaciones se están desarrollando a dos niveles, por una parte se están realizando los Programas de Actuación en industrias para eliminar y reducir la contaminación producida por estas sustancias tanto en aguas superficiales como subterráneas, y por otra parte se están haciendo esfuerzos para llegar a programas sectoriales de reducción de la contaminación y regularización de vertidos.

En este sentido se están haciendo negociaciones para elaborar Planes Sectoriales de Regularización de Vertido (contemplados en el R.D. 484/95) estableciendo valores límite de emisión homogéneos para los vertidos del sector del papel, pasta y cartón.

No obstante, la Directiva 76/464 tiende a desaparecer con la aprobación de la actual Directiva Marco, que establece en su artículo 21 que la Comisión debe definir una lista de sustancias prioritarias en sustitución de las actuales Lista I y II.

Están en marcha los trabajos para definir esta Lista de sustancias prioritarias que va a ser común para todos los países de la Unión Europea.

3.2.4.6. Vertederos de residuos sólidos

La contaminación de los recursos hídricos, subterráneos o superficiales, por medio de vertidos al suelo, queda regulada por la Ley de Aguas en el artículo 84b, en el que se impone como objetivo de la protección del Dominio Público Hidráulico *impedir la acumulación de compuestos tóxicos y peligrosos en el subsuelo, capaces de contaminar las aguas subterráneas*; en el artículo 89.b, por el que se prohibe, con carácter general, *acumular residuos sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza y el lugar en que se depositen, que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas o de degradación de su entorno*; y en los artículos 40.g y 40.i en los que se definen los contenidos de los Planes Hidrológicos de cuenca y se obliga a que contengan los perímetros de protección y las medidas para la conservación y la recuperación del recurso y el entorno afectado, así como las directrices para la protección de los acuíferos.

El ordenamiento jurídico español aborda separadamente los residuos sólidos de origen urbano (Ley 42/1975 de 19 de Noviembre y Real Decreto Legislativo 1.163/1986) y los que son productos de la actividad industrial y tienen la consideración de peligrosos (Ley 20/1986 de 14 de Mayo, Reglamento R.D. 833/1988 de 20 de Julio). Sea cual fuere su origen, los residuos sólidos, a menos que sean adecuadamente recogidos, tratados y eliminados, pueden dar lugar a serios problemas sanitarios y ambientales (contaminación de aire, agua y suelo) así como a elevados costes económicos y sociales (MIMAM [1998d]; CEDEX [1998e]).

Se ha comprobado que aproximadamente la mitad de los residuos urbanos se componen de materia orgánica y que aproximadamente el 20% de los mismos lo constituye papel y cartón**.** España genera un promedio de 1 kg de residuos sólidos urbanos por persona y día. En lo que se refiere al tratamiento, aproximadamente el 14% se emplea como compost, el 64% se deposita en vertederos controlados y el 18% lo constituyen vertidos incontrolados.

Existe una gran cantidad de residuos sólidos urbanos que son depositados sobre el terreno sin ningún tipo de tratamiento y de manera incontrolada, lo que representa un peligro grave de contaminación en los suelos y acuíferos en los que exista un cierto grado de vulnerabilidad. Aproximadamente, el 28% del territorio presenta un alto riesgo frente a la contaminación derivada del vertido de residuos sólidos, en particular más de la tercera parte de la superficie de Aragón, Baleares, Valencia y Madrid poseen estas características. Se supera el 30% en las cuencas del Júcar, Segura, Ebro y Sur, Islas Baleares (84%) e Islas Canarias. Hay que resaltar que en la actualidad se está acometiendo el sellado sistemático de vertederos en varias Comunidades Autónomas.

En relación con los residuos tóxicos y peligrosos, la aplicación de la Ley 20/1986, de 14 de Mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, excluye de su ámbito de aplicación "los efluentes cuyo vertido al alcantarillado, a los cursos de agua o al mar esté regulado por la normativa vigente", pero impone que en las operaciones de gestión de los residuos se evite trasladar la contaminación o el deterioro ambiental a otro medio receptor, lo cual es aplicable a los vertederos o depósitos que contengan residuos catalogados como tales.

Las industrias que producen residuos tóxicos y peligrosos son muy variadas, pero puede asegurarse que entre la industria química (33%), la fabricación de automóviles (11%), la fabricación de productos metálicos (10%), la industria de la alimentación (8%) y la industria papelera (8%) suman más del 70% de la producción total.

El Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados (1995-2005), aprobado por el Consejo de Ministros el 17 de febrero de 1995 (MOPTMA, 1995b) destaca la importancia que adquiere la existencia de *4.532 emplazamientos identificados como potencialmente contaminados por el tipo, concentración de contaminantes y potencial de dispersión de los mismos, el sistema biofísico y antrópico en el que se encuentran y por la vulnerabilidad que presentan estos medios*.

De los 259 emplazamientos que han sido caracterizados y estudiados con mayor profundidad en una primera fase (en una segunda fase se han caracterizado otros 120 emplazamientos) se desprende que el *riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es alto en el 60% de los emplazamientos, ya que se sitúan en terrenos de permeabilidad media o alta* y figuran contaminantes con elevado grado de toxicidad, tales como metales pesados (arsénico y mercurio), aceites minerales, hidrocarburos, fenoles, lindano, DDT (Diclorodifenilo de Tricloroetano, pesticida muy utilizado en el pasado y hoy prohibido en gran número de países por su gran toxicidad), PCB (Bifenilos

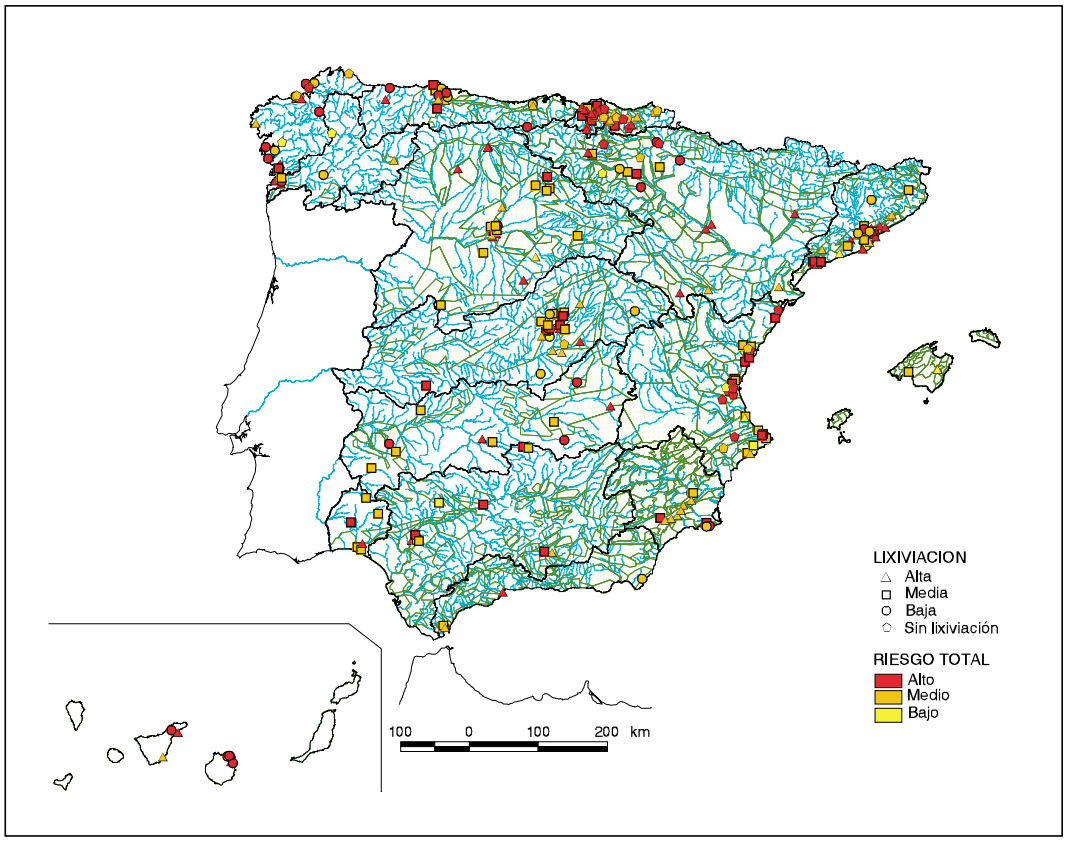


Figura 189. Mapa de suelos contaminados por sustancias tóxicas y peligrosas de mayor riesgo

Policlorados, familia de compuestos muy tóxicos, persistentes y poco degradables, que entran en la formulación de pesticidas, pinturas, tintas, etc. y que han constituido un componente importante de los transformadores eléctricos), etc. El posible grado de afección a las aguas superficiales también *puede estimarse igualmente alto ya que casi el 50% de los mismos se encuentran a menos de 50 metros del cauce*.

Hay que destacar que 61 de estos emplazamientos *se consideran de prioridad alta por la grave afección a las aguas subterráneas, su inminente reclasificación urbanística, la especial peligrosidad de los contaminantes presentes en ellos, su proximidad a cascos urbanos o por tratarse de zonas de Dominio Público Hidráulico o de servidumbre hidráulica*. Estos emplazamientos de mayor riesgo afectan a unos 38 millones de m^3 de suelo y a unos 9 hm^3 de aguas subterráneas.

El mapa de la figura 189 muestra, junto con las unidades hidrogeológicas, los suelos contaminados por sustancias de mayor riesgo, según el citado Plan.

3.2.4.7. Contaminación radiológica

La presencia de radionucleidos en el agua puede tener un origen natural o artificial. En el primer grupo se engloba la radiación procedente del espacio exterior, radiación cósmica, y la radiación procedente de elementos radiactivos naturales presentes en el suelo y en las rocas, asociadas sobre todo a formaciones graníticas y a las formaciones sedimentarias a las que las mismas dan lugar. El proyecto MARNA (Mapa de Radiación Natural de España, proyecto de I+D desarrollado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la Empresa Nacional de Uranio S.A. (ENUSA)) tiene como objetivo elaborar un mapa de radiactividad natural de la España peninsular con los datos de más de 30 años de campañas de muestreo en las que se midió la radiación gamma, la cual ofrece valores comprendidos entre 1 mR/h y 30 mR/h, siendo la media del territorio nacional de unos 9 mR/h. Dentro del segundo grupo, la posible radiación artificial inducida en el agua puede proceder de las centrales nucleares, la minería de uranio, el almacenamiento de residuos nucleares, las aplicaciones médicas y las aplicaciones industriales.

La evaluación de la posible contaminación radiactiva de las aguas adquiere una gran importancia ya que puede influir tanto en las funciones ecológicas del medio receptor como en la salud de aquellas personas que se encuentren expuestas a esta fuente potencial de radiación. La presencia efectiva de radioisótopos en el agua depende no sólo de las fuentes naturales o artificiales de posible emisión, sino también de una serie de características del medio físico y biológico, de tal modo que una parte no despreciable de la contaminación radiactiva se acumula en las cadenas tróficas y en

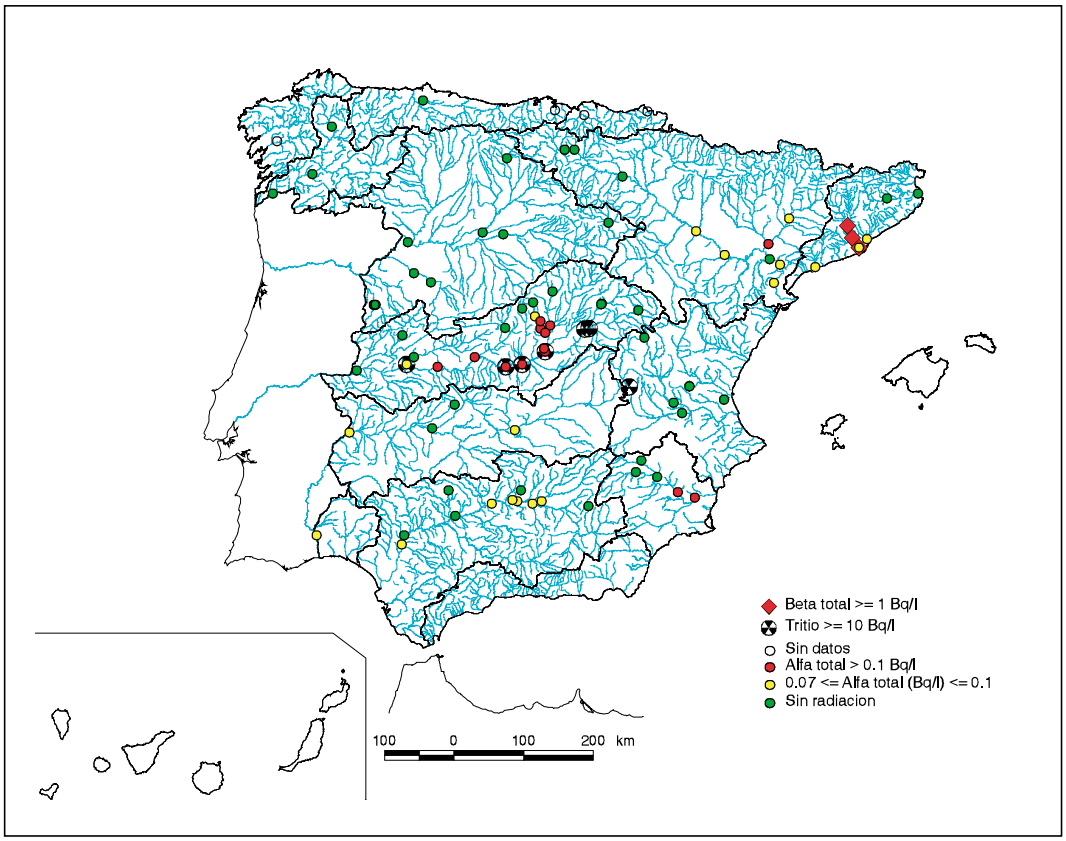


Figura 190. Mapa de situación radiológica de las aguas

los sedimentos. Por ello, la correcta caracterización de esta peculiar forma de contaminación no sólo queda determinada por los análisis en el agua sino que debe ser complementada con el estudio de la fauna y de la flora acuática (bioindicadores) y de los sedimentos fluviales, y así se hace, en efecto, en los entornos de todas las instalaciones nucleares, en los que se vigila sistemáticamente el agua, los sedimentos de fondo, los sedimentos de orilla, peces, organismos indicadores, etc.

La normativa sobre contaminación radiológica del agua en España se encuentra contenida, principalmente, en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de la Calidad de las Aguas Potables de Consumo Humano (RD 1138/1990), en la que se fijan, en su anexo G, unos índices de actividad alfa global de 0,1 Bq/l (el Becquerel Bq es la unidad de actividad en el sistema internacional), y de actividad beta global de 1,0 Bq/l, que no deberían sobrepasarse.

Asimismo la Guía de Seguridad 7.7 (Rev.1) del CSN establece que para el caso específico del Tritio, el valor de concentración de actividad correspondiente al nivel de investigación (situación en que la ingestión continuada de agua de bebida pudiera dar lugar a una dosis igual o superior a 0,05 mSv/año, debiéndose proceder a la investigación del origen de los radioisótopos presentes en el agua) es de 4.000 Bq/l.

Por otra parte, la nueva directiva de agua potable 98/83 CE incluye la radioactividad dentro de los parámetros indicadores, proponiéndose como parámetro indicador 100 Bq/l de H-3.

Debe indicarse que estas normas (RD1138/1990 y Guía 7.7) sólo son aplicables a las aguas potables, y no, en consecuencia, a las naturales superficiales o subterráneas previamente a su proceso de potabilización.

Hecha esta salvedad, de las muestras tomadas en la Red Nacional de Vigilancia Radiológica desde el año 1978, en sus aproximadamente 100 puntos de muestreo, se pueden resumir las siguientes conclusiones, que reflejan las características geográficas y edafológicas de los suelos por donde discurren las aguas y la influencia de los vertidos urbanos e instalaciones nucleares (ver figura 190).

En la cuenca del Duero existen dos instalaciones nucleares con vertidos radiológicos, la fábrica de Juzbado, en el río Tormes, y las minas de uranio de Saelices, en el río Águeda. Los niveles de radiactividad detectados en Vega de Terrón, frontera con Portugal, indican que la influencia de dichas instalaciones no es significativa.

En la cuenca del Tajo existen tres instalaciones nucleares, las centrales de Trillo, Zorita y Almaraz, además de los aportes radiológicos urbanos de Madrid, causantes en su conjunto de apreciables concentraciones de tritio (la Guía de Seguridad nº.77 Rev.1, sobre Control Radiológico del Agua de Bebida, establece

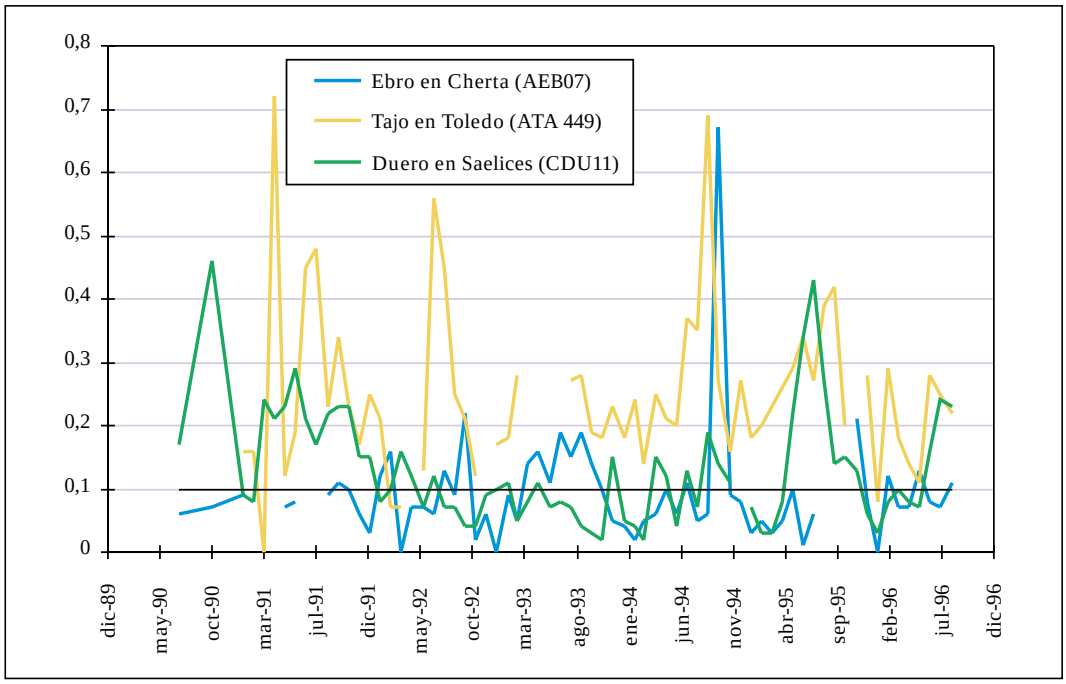


Figura 191. Actividad alfa total en algunos puntos de las cuencas del Tajo, Duero y Ebro

que *para el caso específico del tritio, radionucleido de muy baja toxicidad, el valor de concentración de actividad correspondiente al nivel de investigación es de 4.000 Bq/l*). Se observa también una actividad alfa global superior a 0,1 Bq/l en el tramo entre Aranjuez y Valdecañas, cuyo origen se encuentra en los uranios naturales erosionados en los terrenos de la cuenca de recepción y en los vertidos urbanos.

Parece advertirse la influencia radiológica de la central de Trillo sobre las aguas del trasvase Tajo-Segura, y en el embalse de Alarcón se obtienen los valores medios de tritio en torno a los 15 Bq/l, que descienden a 8 Bq/l antes de su confluencia con el río Mundo.

Finalmente, en el río Llobregat los índices de actividad beta total presentan unos valores altos debido a las aportaciones de sal a su paso por la cuenca minera de la zona.

La figura 191 muestra la evolución desde el año 90 de la actividad alfa total en algunos de los puntos mencionados, pudiendo apreciarse la ausencia de tendencias crecientes ni decrecientes claramente identificables.

Es interesante constatar que en los últimos 20 años de funcionamiento de la Red Nacional de Vigilancia Radiológica nunca se han detectado isótopos artificiales emisores gamma por encima de sus correspondientes límites inferiores de detección.

Hay que indicar asimismo que las concentraciones radiactivas detectadas sólo podrían suponer un riesgo para la salud, derivado de su consumo, si efectivamente tales aguas fueran utilizadas como aguas potables en algún abastecimiento urbano. En general, no son utilizadas con este fin en los tramos estudiados y, por otra parte, los análisis efectuados se han realizado directamente en los cauces fluviales, y no en las aguas que finalmente llegan a los hogares, ya potabilizadas, cuya analítica y competencia corresponde a las Comunidades Autónomas.

También convendría precisar un punto de gran interés a la hora de valorar los datos anteriores. El riesgo para la salud puede diagnosticarse cuando se encuentra "asociado a un potencial de dosis equivalente efectiva comprometida de 1 mSv/año" (el Sievert Sv es la unidad de dosis equivalente en el sistema internacional). Es decir, la gravedad de la exposición depende no sólo de la magnitud de la dosis sino también del tiempo de exposición.

El CSN recomienda que sólo en los casos en los que se supere la dosis antes mencionada los poderes públicos deberán actuar en consecuencia (Nivel de actuación). Como bien advierte el CSN, el riesgo para la salud derivado de la ingesta de agua en la que se ha detectado cierta radiactividad no supone por sí sola riesgo para la salud, incluso si se han superado los valores de emisiones alfa y beta que recomienda la Reglamentación Técnica Sanitaria. En estos casos habría que estudiar detenidamente las muestras de agua y analizar y comprobar que el conjunto de ciertos isótopos radiactivos supera unas determinadas cantidades prefijadas (CSN, 1994).

3.2.5. La Contaminación de masas de agua

3.2.5.1. Introducción

La contaminación de las masas de agua continentales (embalses, lagos y lagunas) tiene dos fuentes principales. Por un lado, la descarga de las aguas residuales urbanas y agrícolas, y por otro la de los vertidos industriales.

La primera de las fuentes es, básicamente, de tipo orgánico, y su tratamiento es relativamente fácil por ser biodegradable en plazo breve, aunque la masiva utilización de detergentes complica mucho los procesos de tratamiento. La segunda fuente de contaminación está constituida en gran proporción por productos químicos, muchos de ellos tóxicos, como fenoles, dioxinas, metales pesados, además de hidrocarburos, sustancias radiactivas, etc., más difíciles de degradar que los contenidos en las aguas residuales urbanas.

El conocimiento del nivel de contaminación de estas masas de agua es relativamente aceptable, aunque existen algunos problemas puntuales mal conocidos, y con datos no actualizados.

A continuación se describe con mayor detalle el problema concreto de la eutrofización de lagos y embalses.

3.2.5.2. Eutrofización de lagos y embalses

La *eutrofización* es un proceso complejo de fertilización de las aguas naturales con sustancias nutritivas, especialmente nitrógeno y fósforo, en forma asimilable por la vegetación acuática, que origina un aumento de la población de algas, un incremento de la productividad en todos los niveles de la cadena alimentaria y un empeoramiento de las características físicoquímicas iniciales del agua. Aunque puede darse de forma natural, suelen ser las actividades humanas las principales causantes de este fenómeno.

Los lagos y embalses se suelen clasificar en *eutróficos*, *mesotróficos y oligotróficos*, de acuerdo con la capacidad de los mismos para producir una biomasa vegetal más o menos abundante.

Los eutróficos se caracterizan por tener una elevada productividad primaria y una gran concentración de nutrientes. Por regla general, son poco profundos, turbios en verano por efecto del fitoplancton, y con bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el fondo con tendencia a la anoxia durante el periodo de estratificación.

Los oligotróficos tienen un contenido bajo en nutrientes, son poco productivos, transparentes, profundos y con una elevada concentración de oxígeno disuelto en el hipolimnion.

Los mesotróficos ocupan una posición intermedia entre ambos.

De acuerdo con los criterios de la OCDE (1982) pueden introducirse dos nuevas categorías tróficas: ultraoligotrófico e hipereutrófico, tal y como muestra la tabla 56.

En España, el problema de la eutrofización en embalses ha sido más estudiado, sobre todo en lo que a número se refiere, que la de lagos y lagunas (Margalef et al, 1976).

Para la determinación del grado trófico de los embalses españoles se ha recogido información de los reconocimientos limnológicos efectuados por el CEDEX para la DGOHCA (1990-1997), y la información obtenida a partir de las imágenes del sensor Thematic Mapper del satélite Landsat-5 en los trabajos sobre teledetección en las cuencas del Ebro (1990), Guadiana (1991), Tajo (1992) y Duero (1992), también realizados por el CEDEX para la DGOHCA. Asimismo, con objeto de actualizar la información existente sobre eutrofización, se ha completado con la procedente de Confederaciones Hidrográficas, Diputación Foral de Guipuzcoa, Mancomunidad de Aguas de Añarbe, Consorcio de Aguas de Bilbao, empresas municipales y Universidades.

Categoría trófica	Clorofila media	Clorofila máxima	Fósforo total	Media de Secchi	Mínimo de Secchi
Ultraoligotrófico	< 1,0	< 2,5	< 4,0	> 12,0	> 6,0
Oligotrófico	< 2,5	< 8,0	< 10,0	> 6,0	> 3,0
Mesotrófico	2,5 - 8	8 – 25	10 – 35	6 - 3	3 - 1,5
Eutrófico	8 – 25	25 – 75	35 – 100	3 - 1,5	1,5 - 0,7
Hipereutrófico	> 25	> 75	> 100	< 1,5	< 0,7

Cl. media = media anual de la concentración de clorofila a en aguas superficiales (µg/m³)
Cl. máxima = pico anual de la concentración de clorofila a en aguas superficiales (µg/m³)
Fósforo total = media anual de concentración de fósforo total en el agua (µg/l)
Media de Secchi = media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)
Mínimo de Secchi = mínimo anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

Tabla 56. Valores límites para un sistema de clasificación trófica

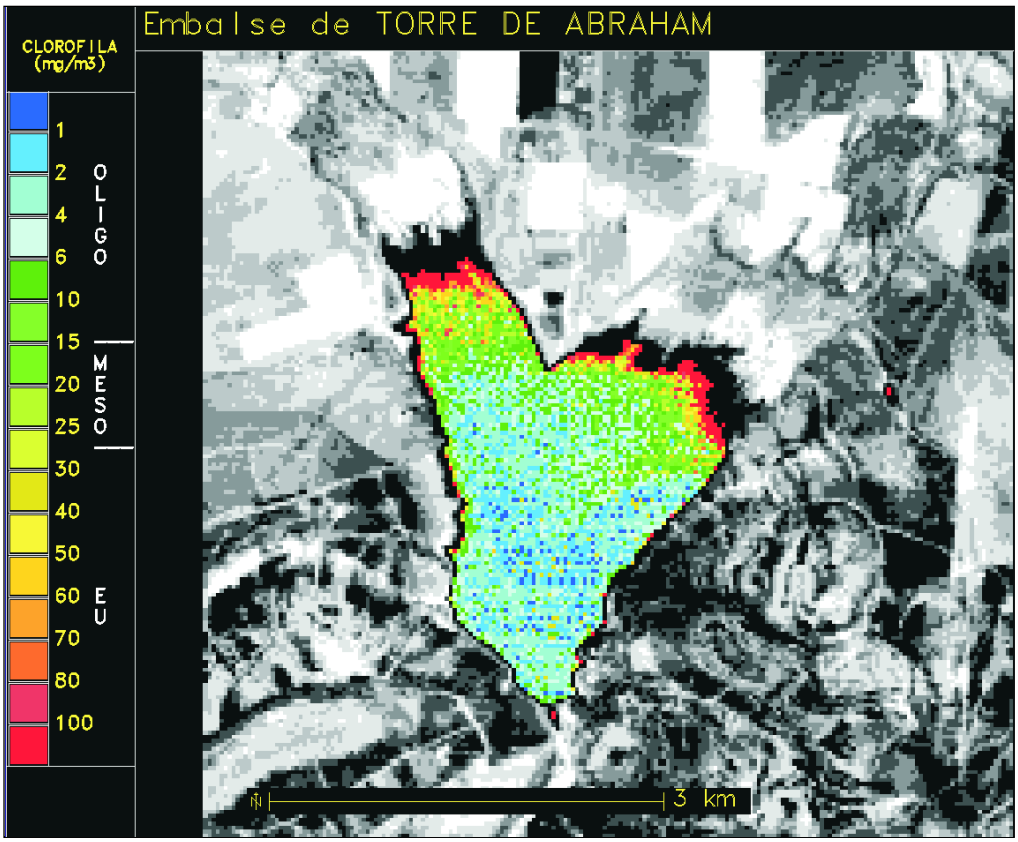


Figura 192. Imagen del grado trófico del embalse de Torre de Abraham en la cuenca del Guadiana obtenida mediante teledetección.

En la figura 192 se muestra una de las imágenes citadas, correspondiente a la cuenca vertiente al embalse de Torre de Abraham en la cuenca del Guadiana.

El volumen total de embalse del que se ha recabado información asciende a 49.684 hm^3, lo que representa más del 90% del total existente, por lo que cabe considerarlo como totalmente representativo.

En la figura 193se representan las proporciones de los volúmenes de agua degradados (eutróficos o hipereutróficos) respecto a los volúmenes totales existentes en cada ámbito de planificación, y el porcentaje medio global (casi un 50%), en el supuesto de que el estado trófico se mantuviera a máximo embalse.

Como puede verse, las cuencas que presentan las aguas almacenadas en los embalses en peor estado son

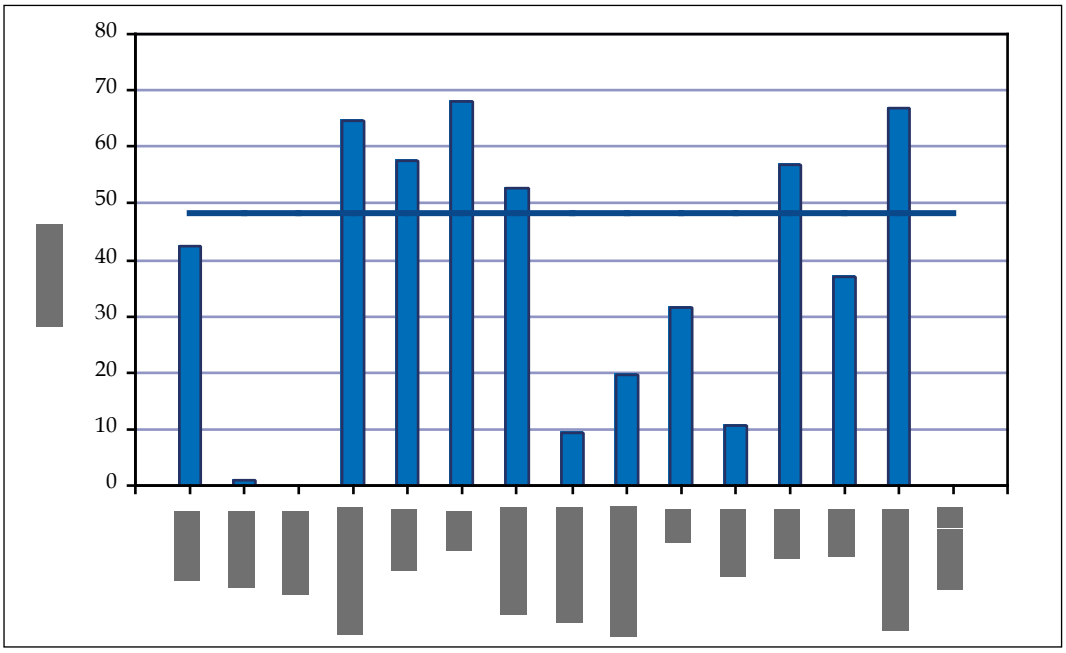


Figura 193. Volumen degradado con respecto a la capacidad total de embalse por ámbitos de planificación

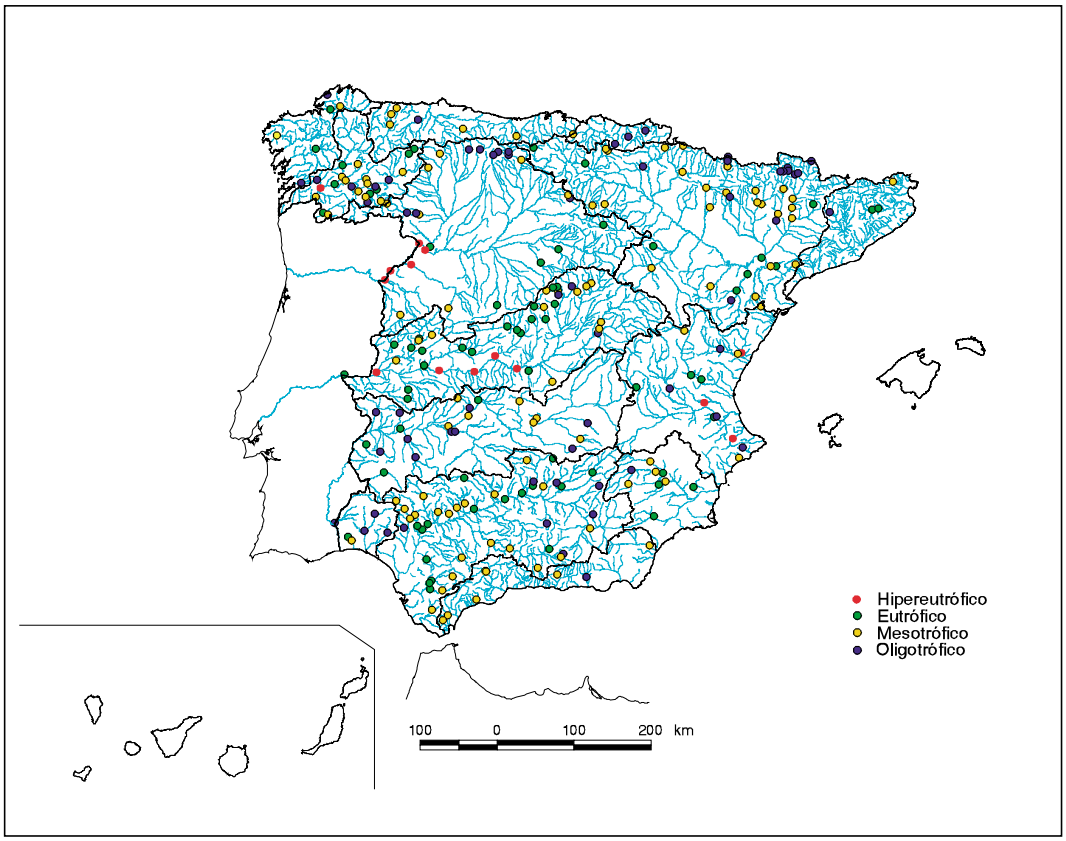


Figura 194. Mapa del estado trófico de los embalses mayores de 10 hm³

las del Tajo (68%), Internas de Cataluña (67%), Galicia Costa (64%) y Duero (57%), lo que lleva a que casi la mitad (el 48 %) del volumen total de los embalses españoles se encuentre en un estado avanzado de eutrofización.

Aunque la cifra del 48% del volumen embalsado pueda en principio parecer elevada, no lo es tanto en realidad ya que la consideración del agua eutrófica como mala o la de oligotrófica como buena depende del uso que se haga de ella y, por tanto, los objetivos de calidad deberán establecerse en función de la finalidad a que se destine el agua. Así, un embalse para abastecimiento debería tener una calidad tal que pudiera tratarse con métodos convencionales de bajo coste, y del volumen total del agua degradada solamente se emplea un 14 % para abastecimiento.

En el mapa de la figura 194 se representa el grado trófico actual de los embalses mayores de 10 hm³. Se observa que los embalses más eutróficos están situados en los tramos bajos de los ríos principales, después de su paso por las grandes áreas urbanas. Otros están dominados por cuencas con población, agricultura y ganadería importantes. Los oligotróficos, por el contrario, se sitúan principalmente en las cabeceras de los ríos, en zonas despobladas, frías y cubiertas de una vegetación densa.

3.2.6. La contaminación de las aguas subterráneas

La calidad natural de las aguas subterráneas, entendiendo como tal su composición original, es producto de la interacción del agua de infiltración y los materiales con los que entra en contacto durante el ciclo hidrológico. Determinados factores externos, principalmente de origen antrópico, pueden provocar alteraciones en dicha composición al introducir sustancias ajenas susceptibles de modificar su naturaleza original.

Las aguas de mejor calidad química son las procedentes de las formaciones carbonatadas. En general, son aptas para todos los usos, con bajos contenidos salinos y suelen presentar mineralizaciones ligeras o medias. Este tipo de aguas predominan en la cuencas del Norte, en las unidades de cabecera y borde septentrional de la cuenca del Duero, bordes de la Sierra del Guadarrama, en el Tajo, cuenca alta del Guadiana, unidades carbonatadas del Guadalquivir y Sur, sistemas interiores del Júcar, Ebro y Cuencas Internas de Cataluña.

La variabilidad litológica de las formaciones detríticas da lugar a una amplia diversidad de tipos, desde aguas poco mineralizadas de buena calidad hasta aguas salinas, de deficiente calificación para ciertos usos. El desarrollo antrópico sobre estos acuíferos hace que en ellos sean más frecuentes los procesos de contaminación. Los

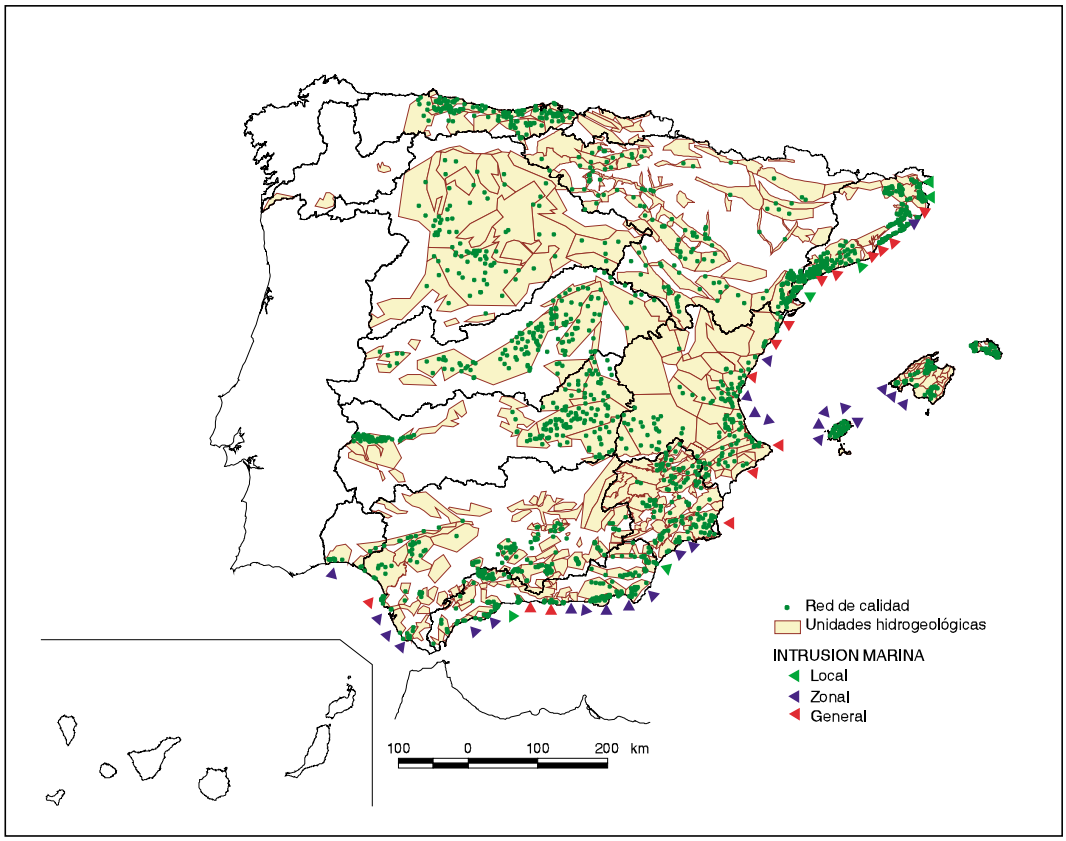


Figura 195. Mapa de la Red de control de la calidad de las aguas subterráneas y acuíferos que presentan intrusión marina

problemas de calidad más habituales en las aguas subterráneas son la presencia de elevadas concentraciones de compuestos nitrogenados en las áreas de desarrollo agrícola y de cloruros y sodio, asociados a la intrusión marina en los acuíferos costeros (fig. 195).

Los mecanismos por los que un agente contaminante puede alcanzar un acuífero y propagarse en él son múltiples y en ocasiones muy complejos. La contaminación de un acuífero desde la superficie del terreno se puede deber a los residuos sólidos o líquidos vertidos en cauces secos, a la existencia de vertederos incontrolados o a la acumulación de sustancias contaminantes en superficie. Si los residuos acumulados contienen material soluble, éste será lixiviado por el agua de lluvia y se infiltrará hasta la zona saturada, incorporándose al flujo subterráneo y pudiendo llegar, eventualmente, a las captaciones de aguas.

La contaminación por actividades agrícolas se produce por la infiltración de aguas (lluvia o riego) que disuelven y arrastran abonos y pesticidas. La explotación del acuífero conlleva el riesgo de utilización de aguas contaminadas, si se realiza sin las debidas precauciones, como ocurre en la contaminación por nitratos que actualmente presentan algunas de las unidades hidrogeológicas, principalmente las situadas en el Levante español.

Las aguas residuales domésticas pueden contaminar los acuíferos en los casos de utilización de fosas sépticas, reciclado de efluentes y, en general, de sistemas de tratamiento de aguas residuales que utilizan la capacidad depuradora del terreno de manera incorrecta, casi siempre por saturación de la misma. A pesar de los procesos de adsorción en el suelo y de atenuación de la contaminación que se producen en la zona no saturada, la infiltración de ciertas sustancias hasta el nivel freático puede constituir una amenaza real para las captaciones próximas (Candela y Varela, 1993).

El embalsamiento superficial y la acumulación de residuos líquidos de diversa procedencia (balsas de evaporación o de concentración, balsas de infiltración de industrias o de estabulaciones ganaderas, etc.) depositados en excavaciones naturales o artificiales, incluso los vertederos poco o nada controlados, pueden provocar la contaminación de las aguas subterráneas. Especial transcendencia reviste la situación en que el embalsamiento entra en contacto directo con la zona saturada (caso frecuente en graveras abandonadas), por cuanto el contaminante encuentra entonces una vía de acceso directo hasta el acuífero. La contaminación del acuífero manchego por los residuos de las alcoholeras ejemplifica claramente este tipo de procesos. El vertido al terreno de las vinazas residuales de las alcoholeras ha dado lugar a un doble fenómeno de contaminación subterránea: del agua, por aporte de materia orgánica, potasio y otras sales; y de la zona no saturada, por emisión de metano por degradación anaeróbica de la carga orgánica aportada.

Los pozos de inyección directa y la eliminación de aguas residuales industriales, de salmueras procedentes de actividades mineras o de agua contaminada térmicamente en procesos de calefacción o refrigeración, constituyen una amenaza muy seria, probablemente la más directa, para la calidad de las aguas subterráneas, en particular cuando los pozos y sondeos destinados a este fin no están adecuadamente diseñados, construídos, situados o manejados.

La progresión de la intrusión salina por alteración del régimen de flujo como consecuencia del bombeo excesivo en acuíferos costeros conectados hidráulicamente con el mar, o la ubicación inadecuada de las captaciones de bombeo en este tipo de acuíferos, provoca el avance de una cuña de agua salada, tierra adentro, al disminuir el flujo de agua dulce hacia el mar, lo que provoca graves problemas de contaminación en numerosas unidades hidrogeológicas de la costa mediterránea.

3.2.6.1. Problemas de contaminación detectados

Se describen a continuación los factores, naturales o antrópicos, causantes de la alteración de la calidad de las aguas subterráneas, y los principales problemas detectados en España (v., p.e., informes ITGE; MIMAM [1996a]; MIMAM [1997a].

3.2.6.1.1. Salinización

El incremento en el contenido salino se traduce generalmente en altas concentraciones de sulfatos y cloruros. Su origen puede ser debido a la influencia de los materiales por los que circula el agua (yesos o evaporitas), a la reutilización de aguas de riego, con sales añadidas en las actividades agrícolas a las que se suman las sales disueltas a partir del suelo, o a la intrusión marina, provocada por la invasión del agua de mar en los acuíferos costeros cuando se realizan bombeos excesivos.

El mapa adjunto muestra, sobre las unidades hidrogeológicas, la red de control de calidad de las aguas subterráneas y las zonas de riesgo de intrusión marina identificadas por el ITGE.

En el Mediterráneo oriental la intrusión marina se presenta de forma generalizada, y en algunos de sus acuíferos costeros (Plana de Vinaroz-Peñíscola y Plana de Oropesa-Torreblanca) los contenidos de cloruros superan los 500 mg/l permanentemente. Los acuíferos costeros del Sur peninsular presentan problemas localizados. En el litoral Atlántico-Sur ocurren procesos de intensa intrusión que entre los años 1990 y 1994 alcanzaron su punto de mayor intensidad.

Las zonas que presentan un mayor riesgo son aquellas en las que la salinización afecta a toda la unidad hidrogeológica (Intrusión marina general). En otros casos la contaminación salina es meramente local y afecta a zonas concretas muy próximas a los bombeos. En un punto intermedio se sitúa la intrusión marina zonal, que afecta a superficies mayores de acuífero, en las que sin embargo existen algunas zonas poco afectadas por la salinidad del mar.

3.2.6.1.2. Contaminación por nitratos

El origen de este importante problema se atribuye a la agricultura (aplicación de fertilizantes) y a la ganadería, aunque en menor medida también los vertidos líquidos urbanos son fuente de compuestos nitrogenados, si bien sus consecuencias suelen ser más restringidas y localizadas en el entorno próximo a los puntos de vertido.

La contaminación por nitratos afecta de forma importante al litoral mediterráneo, y es especialmente acusada en el Maresme, donde se llega a superar los 500 mg/l (la Reglamentación Técnico-Sanitaria obliga a que las aguas potables no superen los 50 mg/l), y en grandes áreas de las planas costeras del Júcar (Castellón y Valencia), donde se superan 100 mg/l. Entre las unidades interiores, la Llanura Manchega, el aluvial del Ebro y algunos sectores del valle del Guadalquivir (aluviales del Guadalquivir y Guadalete) son las más afectadas, con contenidos entre 50 y 100 mg/l de nitratos. De forma local la presencia de nitratos afecta a diversas áreas de las cuencas del Duero (región central del Duero, Esla-Valderaduey y Arenales), Tajo (La Alcarria, Tiétar y Ocaña), Sur (Campo de Níjar, Dalías y Fuente Piedra), y Segura (Campo de Cartagena, Guadalentín, y Vegas del Segura).

En la figura 196 se muestran puntos de la red de control indicándose si el contenido de nitratos es mayor o menor de 50 mg/l. Como puede verse, el problema no es generalizado en todo país, pero la gravedad de la situación en algunas zonas, en las que se usan estas aguas con destino a abastecimientos, requiere de la mayor atención por parte de los usuarios y de las Administraciones públicas concurrentes.

3.2.6.1.3. Contaminación por metales pesados

Los vertidos de efluentes derivados de actividades urbanas, mineras y, fundamentalmente, industriales provocan la presencia de metales pesados en las aguas subterráneas, que en ocasiones inciden en su calidad hasta el punto de que resultan no aptas para el consumo humano.

El hierro, el manganeso y el aluminio, en particular los dos primeros, son los metales que aparecen con mayor frecuencia y en todos los ámbitos de planificación, en contenidos que exceden los límites permitidos por el Reglamento Técnico Sanitario (RTS). El origen

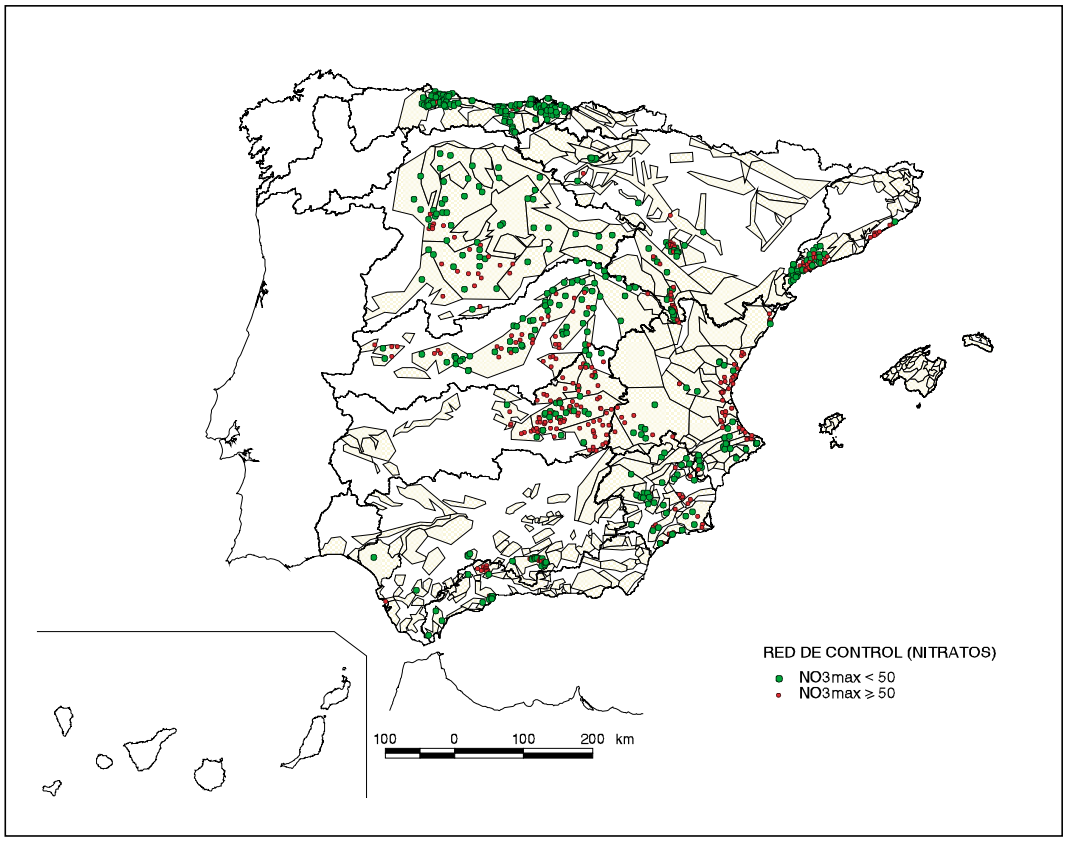


Figura 196. Mapa de puntos de la red de control con presencia de nitratos

del problema está tal vez más relacionado con un efecto litológico que con un fenómeno contaminante. También otros metales de carácter más tóxico como cadmio, plomo, cobre, zinc, selenio, arsénico y cromo se han detectado con cierta frecuencia aunque de manera muy puntual, principalmente en algunas zonas de las cuencas del Tajo, Guadalquivir, Sur, Ebro y Cuencas Internas de Cataluña.

3.2.6.1.4. Contaminación por compuestos orgánicos

La contaminación de las aguas subterráneas por compuestos orgánicos es un problema cuyo alcance todavía no es bien conocido en nuestro país. El origen de este tipo de contaminación es diverso, aunque frecuentemente está relacionado con la utilización inadecuada de productos fitosanitarios en agricultura. Cabe mencionar asimismo como fuentes contaminantes las fugas en depósitos y conducciones, la eliminación y vertido -urbano e industrial- de residuos que contienen disolventes, desengrasantes, conservantes, agentes de limpieza etc. y los vertederos de residuos sólidos.

Durante la presente década, la DGOH y la DGCA y, posteriormente, la DGOHCA, establecieron convenios de colaboración con el CEDEX para el estudio de este tipo de contaminación de las aguas subterráneas, dirigido hasta 1995 a unidades hidrogeológicas detríticas y, más concretamente, a zonas de regadío. Los compuestos que se han detectado con mayor frecuencia en dichos estudios y en otros trabajos puntuales realizados por diversos organismos e investigadores pertenecen al grupo de organoclorados, entre los que destacan clorobencenos, cloroetanos, cloroetilenos, tetracloruro de carbono y hexaclorociclohexano.

Es destacable la presencia, aunque en contenidos bajos, de una gran variedad de compuestos no deseables en las aguas subterráneas de las cuencas del Duero y del Tajo. Conviene reseñar que en la práctica totalidad de los casos - en estos y en los restantantes ámbitos de planificación que a continuación se mencionan - los pozos afectados no se destinan al abastecimiento de agua potable.

La contaminación debida a la utilización de productos fitosanitarios ha ocasionado en la cuenca del Guadiana la acumulación de aldrín, DDT, HCH y atrazina en zonas regables de la Mancha Occidental, que en ocasiones exceden los límites máximos autoriados para aguas potables.

En ocasiones, también se ha detectado la aparición de compuestos volátiles - tri y tetracloroetilenos, clorobencenos y etilbenceno - en las aguas subterráneas de la cuenca del Guadalquivir, caso de la Depresión de Granada, Almonte-Marismas y Aluvial del Barbate. En estas unidades se ha detectado asimismo contaminación procedente de derivados del petróleo. También

de forma generalizada aparecen contaminantes procedentes de almazaras, refinado y envasado de aceites, tales como ácidos grasos y sus ésteres. En la depresión de Baza están presentes, aunque en bajas concentraciones, compuestos organoclorados y organofosforados; en el aluvial del Guadalquivir se ha descrito la presencia de hexaclorociclohexano.

La presencia de compuestos orgánicos ocasiona también problemas de contaminación en numerosas unidades detríticas de la cuenca del Júcar, en las que se han detectado ciertas sustancias en contenidos superiores a los permitidos. En ocasiones el problema afecta a aguas de abastecimiento a poblaciones. En las Planas de Sagunto y Valencia Sur y el Caroch Sur el dicloroetano alcanza puntualmente contenidos muy altos, del orden de 14.000, 13.000 y 17.000 ng/l, respectivamente. En la Plana de Castellón se han identificado una serie de compuestos que sólo ligeramente y de forma puntual superan los límites máximos establecidos.

La eliminación de residuos industriales en la cuenca del Ebro ha contaminado las aguas subterráneas en la cuenca alta del Gállego, indicada por la presencia de compuestos orgánicos volátiles. En las aguas subterráneas del acuífero aluvial de Vitoria se han detectado atrazinas, lindano y otros pesticidas procedentes de prácticas agrícolas.

En razón de la toxicidad de algunos de los compuestos incluidos en este grupo de contaminantes y habida cuenta del conocimiento insuficiente del alcance del problema en España, resulta necesario continuar los trabajos actualmente en curso, estableciendo criterios de muestreo basados en las características hidrogeológicas de los acuíferos y en los usos del agua y del suelo en cada caso.

Es importante recordar que la información relativa a problemas de contaminación de las aguas subterráneas procedente de determinadas fuentes de tipo puntual es inexistente o muy dispersa y difícilmente accesible. Tal es el caso de depósitos enterrados, gasolineras, fugas de alcantarillado, vías de comunicación, etc. Aunque el elevado coste de mejorar el conocimiento sobre este tipo de problemas parece en ocasiones disuasorio, sólo con una investigación rigurosa podrá determinarse si los problemas detectados hasta la fecha son los de mayor incidencia, por su gravedad y extensión, en el deterioro de la calidad de los recursos hídricos subterráneos.

3.2.6.2. Descontaminación de acuíferos

No han sido muy numerosas las ocasiones en las que se ha intentado descontaminar un acuífero: la complejidad y dificultad técnicas, y el correspondiente coste económico que estas operaciones conllevan han inducido comúnmente al abandono del recurso afectado y su sustitución por agua de otro origen.

Las actuaciones en el campo de la descontaminación de acuíferos se circunscriben en nuestro país al saneamiento de zonas donde se han producido derrames de hidrocarburos procedentes de depósitos de almacenamiento (gasolineras, etc.), sin que hasta el momento se disponga de información referente a la conclusión de ninguna de las acciones en marcha destinadas a la recuperación de acuíferos contaminados por otro tipo de compuestos.

En el momento actual, hay que resaltar la importancia que dentro de la descontaminación de acuíferos va a suponer la aplicación del Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados, adoptado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 17 de febrero 1995 (BOE de 13 de mayo 1995). En cumplimiento del Plan Nacional, y en coordinación con las CCAA, se están realizando ampliaciones regionales de dicho inventario en Andalucía, País Vasco, Cataluña, Navarra y Castilla-La Mancha. Los objetivos contemplados en el subprograma del Plan Nacional "Proyectos de Recuperación", se han materializado con la realización de cincuenta proyectos de suelos contaminados, en los que se contempla no solo el saneamiento de espacios afectados por residuos de origen industrial, sino también la de aquéllos afectados por compuestos de distinta procedencia.

En lo referente a actividades de saneamiento realizadas, cabe indicar que se encuentran en desarrollo trabajos encaminados a la descontaminación de acuíferos contaminados por compuestos tóxicos, cuya presencia ha ocasionado la imposibilidad de utilización de estos recursos de agua, localizándose algunos de éstos en los aluviales del Valle de Escombreras (Murcia), Besós (Barcelona), y del río Jarama (Madrid).

La actuación que se está llevando a cabo en el aluvial del Besós, corresponde a la descontaminación del acuífero ligado a una antigua fábrica, que tras un incendio fortuito lo contaminó por disolventes. La tecnología de saneamiento utilizada es la de oxidación-catalítica de las aguas mediante una planta móvil. Esta misma tecnología fue utilizada igualmente en una gravera del aluvial del río Jarama, que fue recinto de aguas contaminadas por aceites minerales.

3.2.6.3. Prevención de la contaminación

La conservación de la calidad de las aguas subterráneas debe regirse por el principio de *prevención*, evitan-

do que se produzca su contaminación, estableciendo los medios y normativas que limiten el vertido incontrolado, la instalación de actividades peligrosas sin las debidas medidas de seguridad, y la aplicación indiscriminada de productos agroquímicos.

Una vez que se ha contaminado un acuífero, la recuperación de su calidad, aunque es factible, es de gran complejidad técnica y supone un elevado coste. Es a estos efectos a los que las autorizaciones de vertido previstas en el RDPH establecen la obligatoriedad del titular de la actividad generadora del vertido de aportar un estudio hidrogeológico demostrando su inocuidad.

Las primeras actuaciones que se plantean para controlar la calidad de las aguas subterráneas consisten en determinar la existencia de los procesos de contaminación, su intensidad y extensión, tipo de compuestos, posibles causantes en el entorno y vulnerabilidad de los acuíferos sobre los que se asientan o van a instalarse las actividades potencialmente contaminantes.

Este planteamiento requiere mejorar los sistemas de vigilancia para el control y el seguimiento temporal de la calidad de las aguas. Ello permitirá establecer el estado de las aguas y evaluar las tendencias en función de las actividades antrópicas desarrolladas sobre los mismos. Para que tales sistemas de vigilancia sean eficaces han de cumplir al menos dos objetivos: detectar cualquier variación en la composición del agua y detectar la contaminación con tiempo suficiente para poder actuar.

En la propuesta del Plan de Acción de Aguas Subterráneas comunitario se dispone que los Estados miembros *deben determinar en qué zonas es el agua subterránea particularmente vulnerable a la contaminación, por motivos geológicos o climáticos, tipo de suelo o actividades humanas*.

En la legislación española, el Reglamento del Dominio Público Hidráulico establece que los estudios de evaluación de efectos medioambientales, en los casos de contaminación que pudieran afectar a las aguas subterráneas, incluirán la evaluación de las condiciones hidrogeológicas de la zona afectada, el eventual poder depurador del suelo y del subsuelo y los riesgos de contaminación y alteración de la calidad de las aguas subterráneas (art. 237.3).

En ambos casos, la obligación parece dirigirse a la evaluación del riesgo de contaminación más que a la determinación de la vulnerabilidad, entendida ésta como una función de las características intrínsecas del acuífero.

En cualquier caso, parece necesario realizar una zonificación o caracterización del territorio de cada ámbito de planificación mediante mapas que diferencien distintos ámbitos hidrogeológicos, en función de la importancia relativa de cada uno de los factores que, conjuntamente, determinan la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación -edafología, características de la zona no saturada, profundidad del nivel del agua, litología, régimen hidráulico del acuífero, recarga- . Dicha zonificación servirá como herramienta de ayuda en la ordenación de los vertidos potencialmente contaminantes, y podrá utilizarse asimismo en la aplicación de medidas de prevención contra la contaminación y en la elaboración de planes de ordenación del territorio.

Una vez conocidos los diferentes parámetros relativos al uso del suelo y la vulnerabilidad de los acuíferos, se pueden establecer medidas concretas. Tal es el caso del Plan Nacional de Residuos Sólidos Urbanos, y del Plan Nacional de Residuos Industriales algunos de cuyos fines consisten en la caracterización de los emplazamientos, tanto de las instalaciones como de los residuos generados y la evaluación de las afecciones hídricas, y en particular, de la incidencia que sobre las aguas subterráneas puede tener cada tipo de residuo.

La protección de las captaciones destinadas a abastecimiento urbano está contemplada en la Ley de Aguas y el RDPH, que establecen la figura del perímetro de protección. La implantación real de estos perímetros es hasta ahora muy escasa, seguramente debido a las implicaciones jurídicas y sociales sobre la ordenación del territorio y de los usos del suelo. La DGOHCA ha lanzado una iniciativa tendente a sistematizar los procedimientos a emplear en el establecimiento de esta figura normativa, y a facilitar la coordinación de competencias entre los Organismos de cuenca y las Comunidades Autónomas.

3.2.7 Los objetivos de calidad

En secciones anteriores se ha descrito el estado de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, apuntándose los rasgos básicos de su situación actual. Para mejorar esta situación actual y pasar a otra que se considera posible y deseable, el instrumento previsto por la regulación vigente es el de la fijación de objetivos de calidad, y la determinación de las políticas conducentes a la consecución a medio y largo plazo de estos objetivos.

Así, los Planes Hidrológicos de cuenca deben contener "las características básicas de calidad de las aguas y de la ordenación de los vertidos de aguas residuales" (art.

40e LA), así como los "objetivos de calidad que deban alcanzarse en cada río o tramo de río" en relación con los usos que se hayan previsto para las aguas (art. 79 RAPAPH). Es decir, la planificación hidrológica debe definir la situación de partida en la que se encuentran los ríos y los acuíferos, y la calidad que deberán poseer en un determinado horizonte temporal en relación con los usos a los que se vayan a destinar las aguas. Deben establecerse, además, "los procedimientos, líneas de actuación y características básicas de la ordenación de vertidos que se precisen para conseguir la adecuación de la calidad de las aguas a los objetivos de calidad de las mismas" (art. 80 RAPAPH).

La definición de estos objetivos de calidad se realiza, en cada caso, por la Administración competente en la materia y se recoge en cada Plan Hidrológico de cuenca. Una vez definido un uso potencial para un tramo de río o acuífero se deberán cumplir al menos las condiciones impuestas por las Directivas de la Unión Europea en lo referente a la calidad mínima exigida al agua para los usos de abastecimiento urbano, vida piscícola y baño, sin olvidar las obligaciones que sobre objetivos de calidad y control de vertidos imponen las Directivas europeas sobre normas de emisión y que explícitamente recoge el propio RAPAPH en su artículo 80.3 cuando estipula que "se preverán programas de actuación para eliminar de las aguas continentales la contaminación producida por aquellas sustancias que por su toxicidad, persistencia o bioacumulación, figuran en las relaciones I y II del anexo al Título III del Reglamento del Dominio Público Hidráulico" y que no son otras que las listas I y II de la Directiva 76/464, relativa a la contaminación por determinadas sustancias tóxicas y peligrosas.

La definición de los objetivos de calidad adquiere así una gran relevancia en el proceso planificador, ya que su misma existencia impone que se realicen determinadas acciones de depuración, prevención y gestión de la contaminación sobre el medio hídrico. Incluso la Ley de Aguas, en su artículo 105, impone el criterio con el que deberán sufragarse estas actuaciones de protección de la calidad de las aguas en relación con los objetivos de calidad, cuando establece el canon de vertido "de acuerdo con las previsiones de los Planes Hidrológicos respecto a la calidad de las aguas continentales, de modo que se cubra la financiación de las obras necesarias, incluidas en los respectivos Planes Hidrológicos de cuenca, para el cumplimiento de dichas previsiones". Estos objetivos de calidad adquieren así el carácter de compromiso de la Administración hidráulica en relación a las actuaciones que deberá acometer para satisfacerlos en el futuro.

En los objetivos de calidad propuestos en los Planes Hidrológicos de cuenca no se contienen especificaciones concretas sobre concentraciones de sustancias de lista I y II de la Directiva 76/464, relativa a la contaminación por determinadas sustancias peligrosas. Específicamente no se definen objetivos de calidad de las sustancias de la lista II, en cumplimiento del artículo 7 de la citada norma comunitaria. En la actualidad se está estudiando en el seno de la Comisión una lista relevante de sustancias con carácter obligatorio para los Estados miembros.

En lo que respecta a los objetivos de calidad de las masas de agua, la mayoría de los Planes Hidrológicos de cuenca proponen evitar los estados eutróficos, sobre todo si el uso de los embalses es el abastecimiento.

En lo referente a los objetivos de calidad planteados para las aguas subterráneas, se asegurarán, con carácter general, las calidades existentes en la actualidad, aunque se añade que en aquellos casos de acuíferos contaminados, utilizados o susceptibles de ser utilizados en abastecimientos urbanos, se adoptarán las medidas adecuadas para evitar su degradación y mejorar su calidad.

En los mapas adjuntos se incluyen los objetivos de calidad de los principales tramos fluviales de la Península. Hay que destacar que en algunos tramos del Tajo y en casi toda la cuenca del Segura, los Objetivos de Calidad no han sido definidos por usos, sino por concentraciones máximas permitidas de determinadas sustancias y por valores máximos de algunos parámetros típicos de calidad del agua, por lo que no se representan en dichos mapas. En cuanto a los objetivos de calidad para baño, casi todos los Planes de cuenca especifican que serán asumidos en todos aquellos tramos que así hayan sido declarados por las respectivas Comunidades Autónomas, aunque el tramo en sí mismo no tenga tal definición en el correspondiente Plan (fig 197, fig, 198, fig, 199).

En cuanto al objetivo de calidad de vida de peces, hay que precisar que no todos los tramos han sido clasificados teniendo en cuenta las declaraciones que han ido realizando las respectivas Comunidades Autónomas en cumplimiento de la legislación comunitaria en la materia.

Aproximadamente un 17% de la longitud de los principales ríos españoles ha sido clasificado como de objetivo prepotable A1, un 30% salmonícola y un 41% de baño. Si se atiende a los caudales medios afectados por esta clasificación, un 8% de los recursos renovables se encuentran clasificados con el objetivo prepotable A1, un 23% salmonícola y un 48% baño.

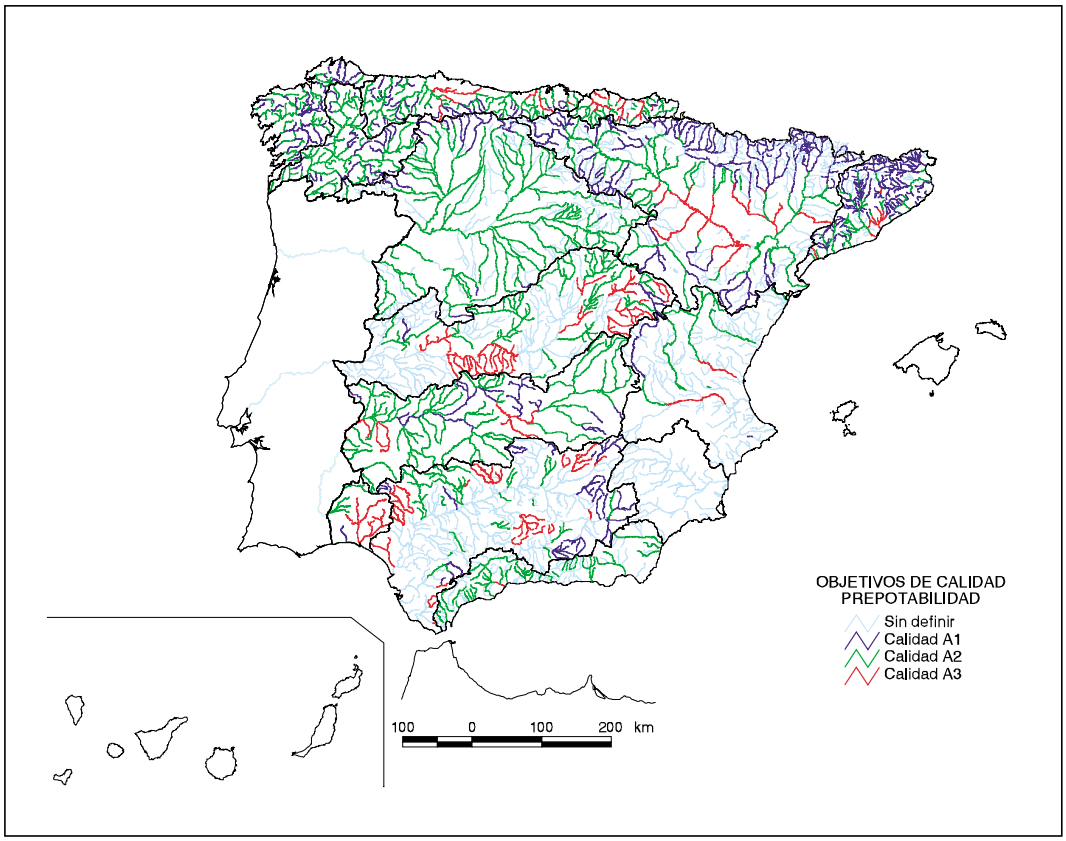


Figura 197. Mapa de objetivos de calidad para uso prepotable

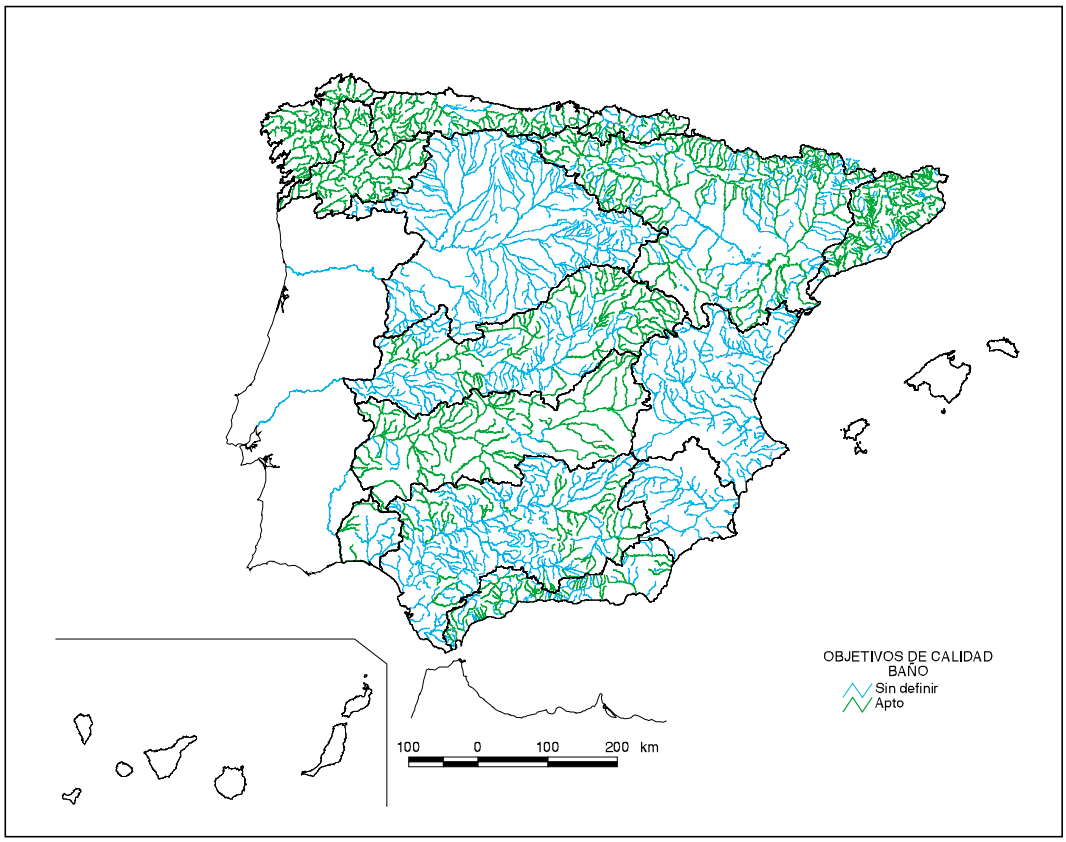


Figura 198. Mapa de objetivos de calidad para aguas de baño

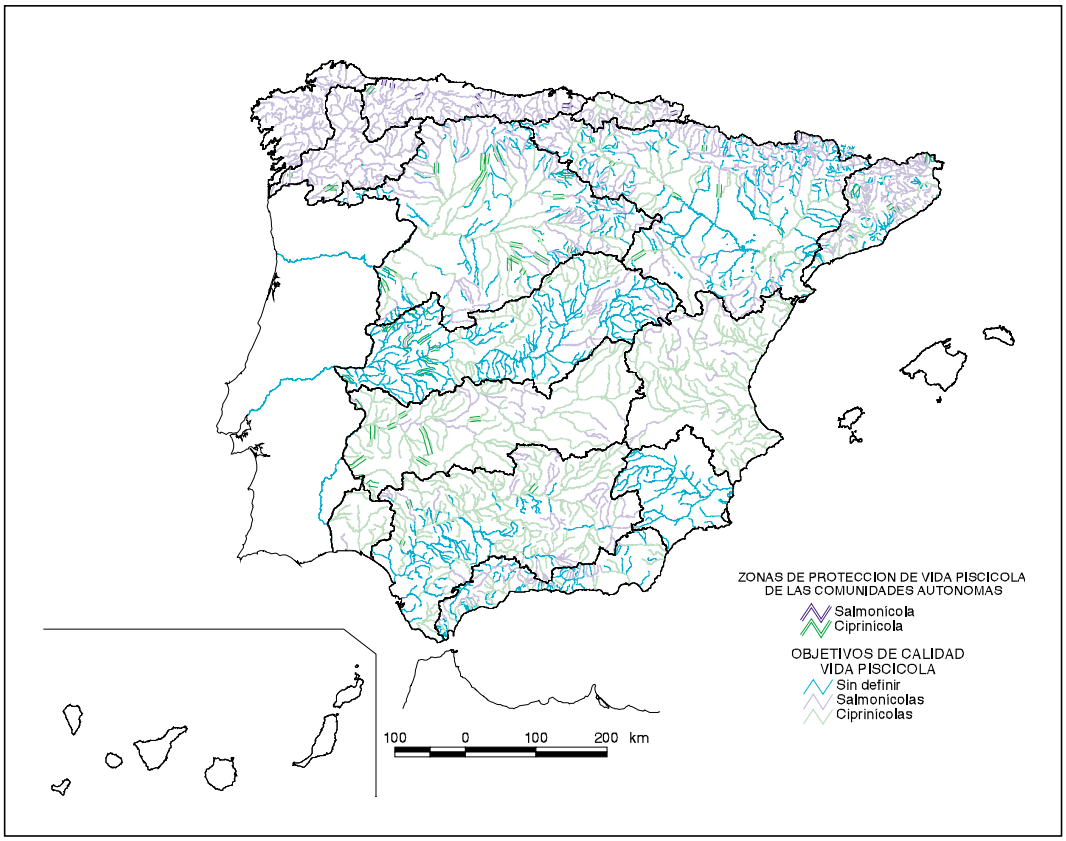


Figura 199. Mapa de objetivos de calidad para vida piscícola

Destacan el Norte, con un 96% declarado como salmonícola, el Júcar y el Tajo, con 32% y 28% declarados respectivamente como prepotables A3, o el Guadiana y las Cuencas Internas de Cataluña, con aproximadamente un 40% de A1.

La viabilidad económica y técnica que permite a la Administración Hidráulica asumir unos determinados objetivos de calidad debe estudiarse partiendo de las características del cauce receptor, de las características de los vertidos a depurar y de las posibilidades de regulación que permite el régimen concesional vigente. Aplicando un modelo de decisión que permita evaluar la calidad en función de los caudales circulantes y de los vertidos existentes, se podrán analizar las posibles alternativas viables económica y socialmente para obtener unos determinados objetivos de calidad, cuyo cumplimiento depende inexorablemente de la asignación de un régimen de caudales mínimos y de la consecución de unos determinados niveles de depuración.

La figura 200 ilustra este posible procedimiento de decisión, aunque en la actualidad los modelos de simulación que relacionan la cantidad y la calidad del recurso no son empleados de manera generalizada.

3.2.8. Los Convenios Internacionales sobre la calidad de las aguas

Como ya se indicó, hay una tendencia clara al establecimiento de convenios internacionales que permitan la mutua cooperación y el intercambio de información sobre la calidad del agua en los cursos transfronterizos. A continuación se reseñan algunos de estos convenios de interés para España.

3.2.8.1. El convenio OSPARCOM sobre contaminación al Océano Atlántico

Los objetivos que exige OSPARCOM (Comisión del tratado Oslo y París) a sus Estados firmantes en lo que se refiere al control de la contaminación marina de origen terrestre al Océano Atlántico son los siguientes:

- Controlar al menos el 90% de los siguientes vertidos contaminantes: mercurio, cadmio, cobre, zinc, plomo, lindano, amonio, nitratos, ortofosfatos, nitrógeno total, fósforo total, sólidos en suspensión y salinidad.
- Informar anualmente sobre las concentraciones de estas sustancias detectadas en los principales ríos.
- Estimar las descargas desde fuentes difusas, pequeñas fuentes y ríos pequeños con objeto de cubrir el 100% de los vertidos al mar.

Se pretende, en suma, controlar casi todas las fuentes de contaminación al mar, con el fin de conocer los

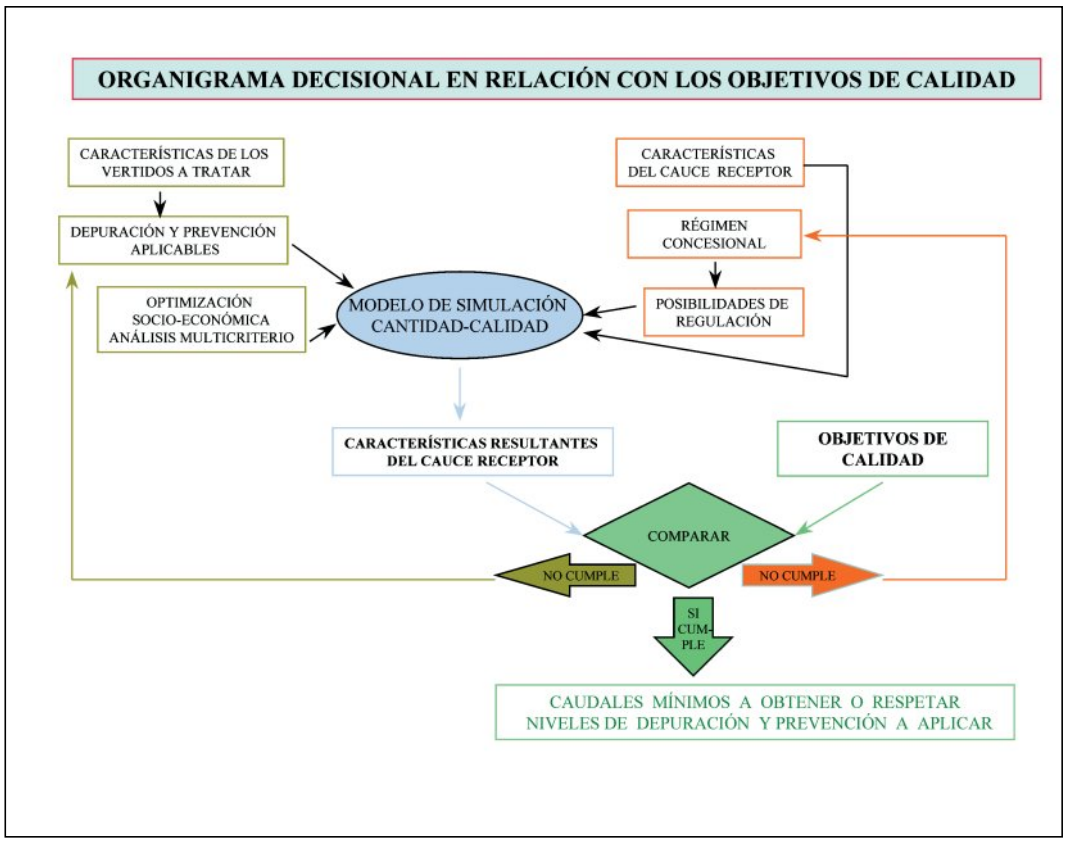


Figura 200. Diagrama de flujos de decisión en relación con los objetivos de calidad

vertidos totales de cada sustancia y prever las tendencias para estimar los éxitos logrados con los programas de prevención de la contaminación.

En las figuras siguientes se pueden apreciar algunas de estas descargas desde los ríos principales de la vertiente atlántica (fig. 201, fig. 202, fig. 203).

Cabe precisar que la información aquí presentada sólo cubre algunos aspectos del Convenio, por lo que en el futuro habrá que intensificar el conocimiento en la materia para cumplir adecuadamente sus objetivos. No obstante, hasta la fecha no se ha podido informar satisfactoriamente sobre las descargas al mar desde los ríos, ni sobre las descargas directas al mar a través de emisarios submarinos o desde plantas depuradoras, aunque está en marcha el proceso que determinará en breve plazo la mayor parte de la contaminación de origen terrestre al océano Atlántico.

3.2.8.2. El Convenio de Barcelona sobre la contaminación del Mar Mediterráneo

El Convenio de Barcelona intenta, entre otras cosas, evitar la contaminación del Mediterráneo como consecuencia de vertidos de origen terrestre, para lo cual obliga a los firmantes a que tomen todas "las medidas apropiadas para prevenir, reducir y combatir la contaminación de la zona del Mar Mediterráneo causada por desagües de ríos, establecimientos costeros o emisarios, o precedentes de cualesquiera otras fuentes terrestres situadas dentro de sus respectivos territorios" y para establecer "en dicha zona un sistema de vigilancia de la contaminación".

El 7 de Marzo de 1995, en Siracusa (Italia), una Conferencia de plenipotenciarios adoptó enmiendas al Protocolo sobre contaminación de origen terrestre. Estas enmiendas son tan importantes que convierten al texto en un nuevo Protocolo, siendo la más significativa la adopción del compromiso de eliminar progresivamente los aportes de las sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas del Anexo I, donde se enumeran los sectores industriales y las distintas categorías de las sustancias que se tendrán en cuenta para la elaboración de los Planes y de los Programas. Entre las sustancias se enumeran los compuestos órganohalogenados y se da prioridad a las 11 sustancias siguientes: aldrín, dieldrín, endrín, dioxinas, furanos, DDT, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, bifenilos policlorados y tóxafeno.

España aporta al Mar Mediterráneo el 4% de la escorrentía total, frente al 12% de Francia, el 33% de Italia, el 13% de Turquía, o el 3% que aportan el conjunto de los países situados al Sur de la cuenca. Se comprueba así que el grueso del problema se ubica en los países del Norte y especialmente en Francia, Italia, Yugoslavia, Grecia y Turquía, aunque son Italia y Francia los que suman a las mayores escorrentías las cargas contaminantes más elevadas.

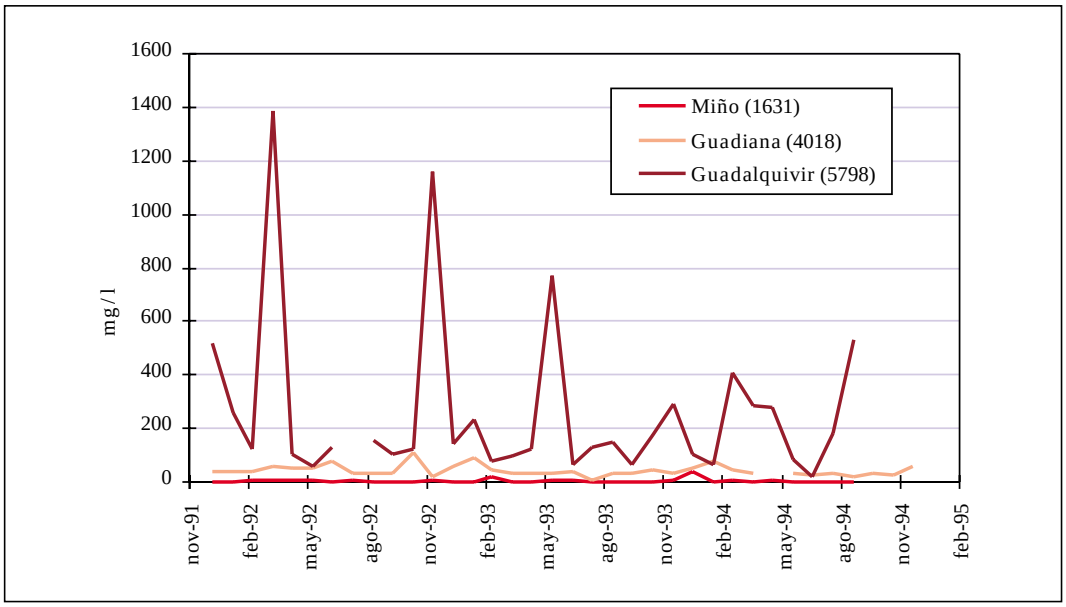


Figura 201. Concentración de materiales en suspensión cerca de las desembocaduras de los ríos Miño (Estación 1631), Guadiana (Estación 4018) y Guadalquivir (Estación 5798)

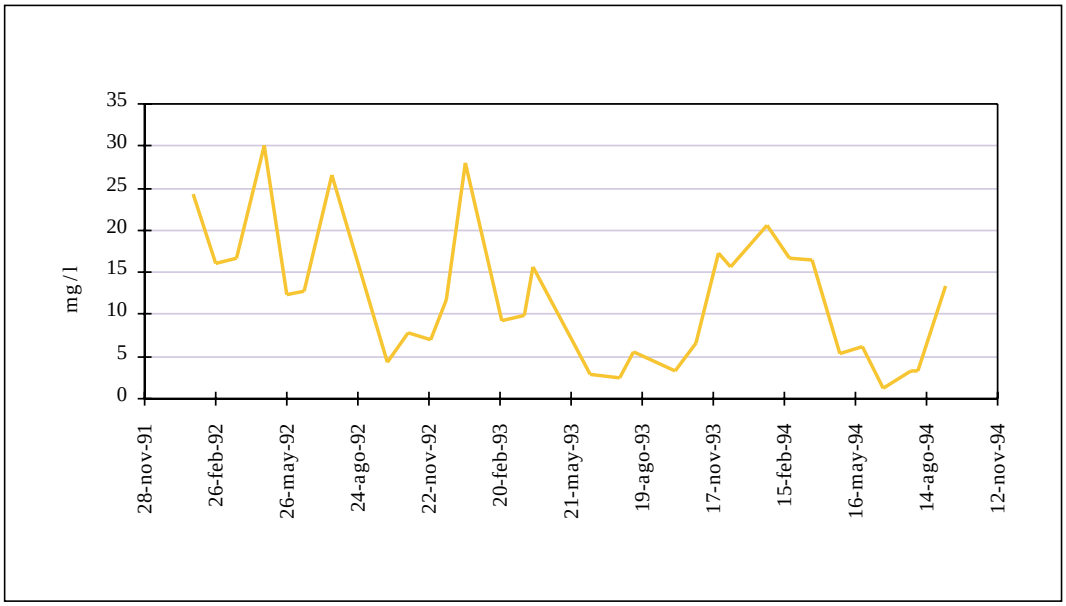


Figura 202. Concentración de nitratos en el Guadalquivir en Lebrija (Estación 5798)

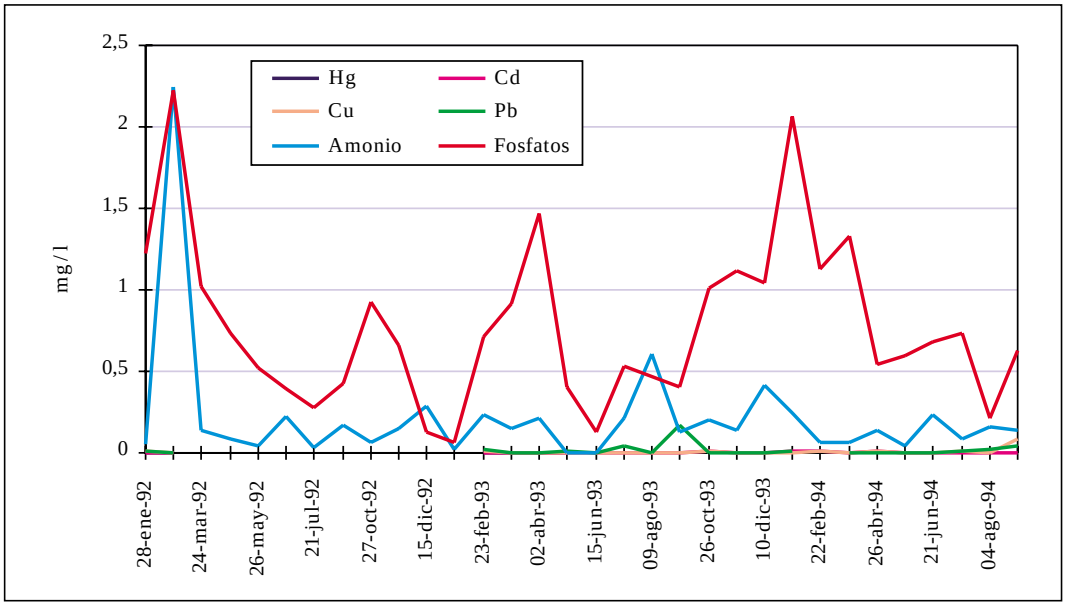


Figura 203. Concentración de mercurio, cadmio, cobre, plomo, amonio y fosfatos en el Guadalquivir en Lebrija (Estación 5798)

3.2.9. EL Plan Nacional de Saneamiento y Depuración

A pesar de la obligación de control y depuración de los vertidos urbanos (toda actividad contaminante debe contar con autorización de vertido), según se desprende de la Ley de Aguas y su posterior desarrollo reglamentario, el gran impulso en esta materia se produce con la promulgación de la Directiva Comunitaria 91/271, relativa al tratamiento de aguas residuales urbanas.

Las actuaciones en materia de saneamiento y depuración se inician en España a principios de la década de los setenta (con independencia de alguna actuación aislada anterior) con el desarrollo de planes parciales en zonas del litoral, como la Costa Brava y Baleares, que posteriormente se vieron complementados con algunas otras actuaciones en el arco mediterráneo. En la década de los ochenta se ejecutaron sistemas de depuración en importantes núcleos urbanos costeros (Valencia, Alicante, Palma de Mallorca, Benidorm, parcialmente en Barcelona, Castellón, etc.), a los que se debían sumar los significativos planes de Madrid capital (Plan de Saneamiento Integral de Madrid, PSIM) y Comunidad de Madrid (Plan Integral de Aguas de Madrid, PIAM), Sevilla, Burgos, Córdoba, Vitoria, Granada, Pamplona y Bilbao, estos dos últimos con tratamiento únicamente primario.

Aún así, eran evidentes las deficiencias en infraestructuras de saneamiento, pues quedaban por acometer actuaciones en ciudades de mediano y gran tamaño y aún no estaba resuelto totalmente el problema en áreas del litoral, como la Costa del Sol, Mar Menor, Albufera, Cornisa Cantábrica, entre otros, además de ciudades del interior, como Valladolid, Murcia, Zaragoza o Logroño.

La promulgación de la Ley de Aguas, la incorporación de España a la Unión Europea, la descentralización administrativa del Estado, y una mayor concienciación ciudadana en todo lo referente al medio ambiente en general, y en sus aspectos hídricos en particular, han jugado un papel positivo permitiendo cambiar la tendencia en el volumen de inversiones que, año tras año, se destinan a estas infraestructuras. Todo ello ha hecho posible el impulso de planes de saneamiento como el de la zona central de Asturias que, prácticamente ejecutado, persigue un objetivo de calidad de vida de peces salmónidos en los ríos Caudal y Nalón, así como los Planes de Cataluña, Valencia y Baleares, que añaden numerosas instalaciones de depuración a las ya existentes.

Por su parte, Canarias ha avanzado de forma positiva en su objetivo de no verter aguas residuales sin depurar al océano en aquellos casos en los que se necesitan estos caudales depurados para ser reutilizados en el riego de cultivos, campos de golf, etc. Se han puesto igualmente en marcha instalaciones en Cáceres, Badajoz, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Soria, Avila, Jerez, Lérida sin olvidar la gran depuradora de Zaragoza (La Cartuja) que complementa a la ya existente de La Almozara.

Como hemos indicado, en el año 1991 se promulga la Directiva 91/271 que exige a todos los Estados miembros ejecutar instalaciones de depuración de acuerdo con tres escenarios temporales (1998, 2000 y 2005) lo que obliga a llevar a cabo enormes esfuerzos, tanto técnicos como financieros, a los países de la Unión y sobre todo a los más poblados (fig. 204)

España en esas fechas contaba con cerca del 60% de la población de hecho conectada a algún sistema de depuración, de la que el 44% disponía de tratamiento secundario y el 15% únicamente primario. Dentro de este porcentaje se incluyen aquellas instalaciones que se encontraban en fase de construcción. No obstante, y de acuerdo con la Directiva, había que incorporar dos parámetros nuevos:

- El grado de depuración de las aguas residuales debía referirse a la población-equivalente y no a la población de hecho (un habitante equivalente hab-eq. son 60 gramos de DBO5 al día. Puede decirse que en España por cada habitante de hecho existen aproximadamente 2 habitantes-equivalentes).
- No bastaba con aludir a la población conectada a algún sistema de depuración, sino que debía establecerse un grado de conformidad con las exigencias que marca la propia norma comunitaria.

Por tanto, había que contabilizar toda la carga contaminante en las redes de saneamiento urbanas, incluyendo la población estacional, que tanta importancia tiene en España, y aquellos vertidos de tipo industrial y comercial que se generan dentro del casco urbano. Es decir, no servía únicamente un mero inventario de las instalaciones, sino que había que disponer de un diagnóstico de la situación lo más real posible.

La Directiva Comunitaria establece tres tipos de áreas diferentes en las que los vertidos pueden sufrir un tratamiento distinto:

- *Zonas normales*, para las que establece los límites de emisión generales de la Directiva.
- *Zonas sensibles*, para las que exige además la reducción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- *Zonas menos sensibles*, donde en función del tamaño de la población se puede admitir un simple tratamiento primario (estas zonas sólo pueden definirse en aguas marinas).

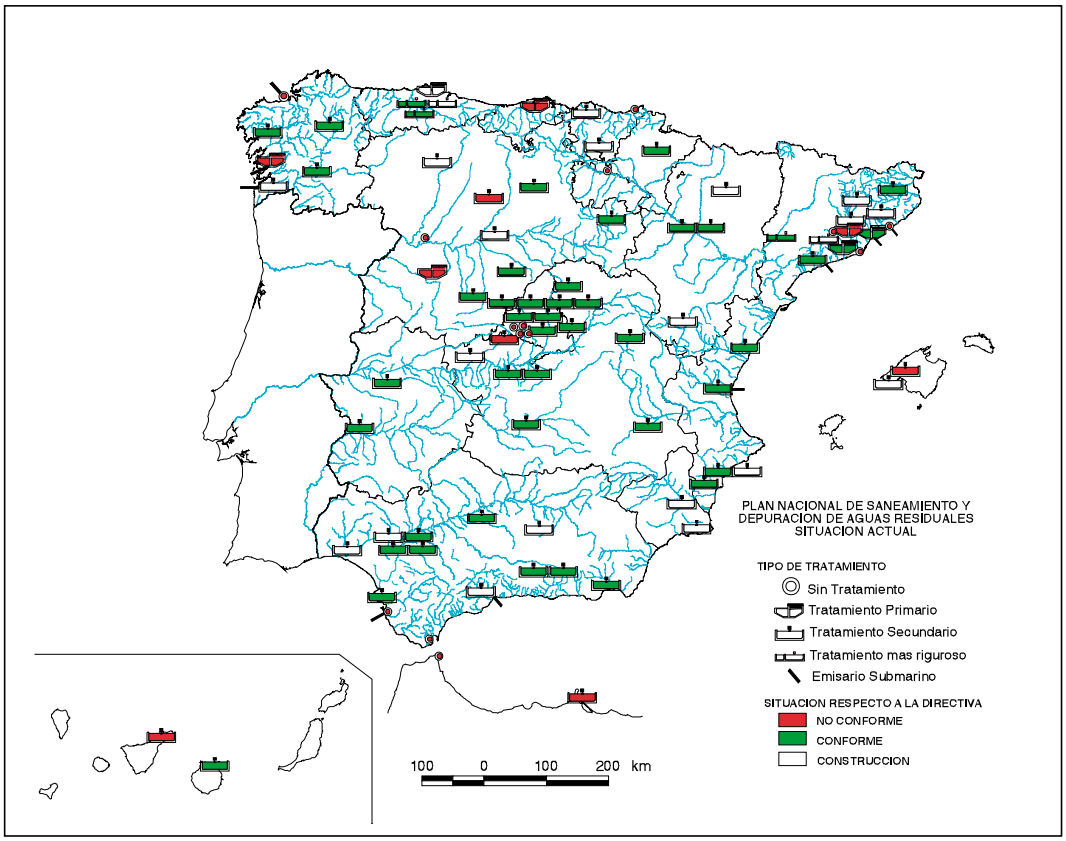


Figura 204. Mapa de estaciones depuradoras más importantes existentes y en construcción a 31 de Diciembre de 1996

La Directiva, en sus anejos, establece los criterios para definir tanto las zonas sensibles como las menos sensibles. De acuerdo con dichos criterios se ha detectado la existencia de zonas sensibles en embalses con alto nivel de eutrofia que tienen generalmente como objetivo el abastecimiento urbano, así como un amplio conjunto de espacios protegidos de alto valor medioambiental, como es el caso de Tablas de Daimiel, Parque de Doñana, Mar Menor o Albufera (v. figura).

Por lo que se refiere a las zonas menos sensibles, se han tenido en cuenta los factores siguientes:

- Gran longitud de costa, con buenas condiciones de mezcla y dispersión de las aguas en la mayoría de los casos, lo que ha permitido considerar como menos sensible una parte importante del litoral, con excepción de bahías cerradas y rías y algunas zonas donde se ubican grandes núcleos urbanos.
- Son numerosas las áreas del litoral consideradas como zonas de baño, lo que obliga en la mayoría de los casos a efectuar sistemas de tratamiento acordes con este objetivo de calidad.

Por lo tanto, puede suceder que una aglomeración urbana esté emplazada en una zona menos sensible, de acuerdo con los criterios de la Directiva 91/271, pero que necesite un tratamiento superior al primario con objeto de cumplir otras normas comunitarias.

La Secretaría de Estado de Aguas y Costas, mediante Resolución de 25 de mayo de 1998, ha declarado las zonas sensibles en las cuencas hidrográficas intercomunitarias a los efectos previstos en el Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, y de acuerdo con los criterios establecidos en el Anexo II del Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo.

En dicha Resolución se identifican, por cada una de las zonas sensibles, los núcleos de población que vierten a las mismas y que cuentan en la actualidad con más de 10.000 habitantes equivalentes (fig. 205).

Con estos antecedentes y con la colaboración de las Comunidades Autónomas se elaboró un Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) como herramienta de planificación de las infraestructuras de saneamiento y depuración que debe ejecutar el Estado Español hasta el año 2005, y como instrumento coordinador de las actuaciones de las Administraciones Públicas con competencia en esta materia. El Plan se aprobó en Consejo de Ministros de 17 de Febrero de 1995, publicándose en el Boletín Oficial del Estado de 12 de Marzo del mismo año. Sus principales datos se muestran en la tabla 57.

La reciente evolución del porcentaje de población española conforme con la Directiva 91/271 es la mostrada en la tabla 58, pudiendo percibirse su tendencia positiva.

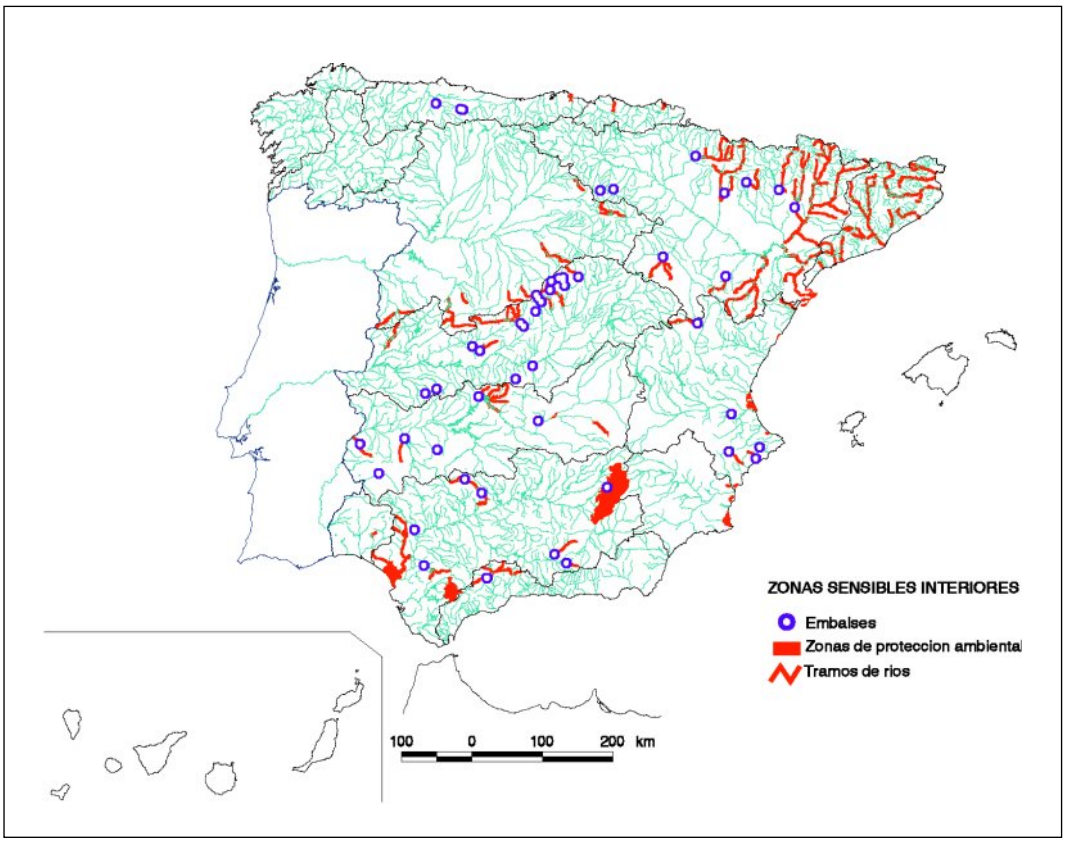


Figura 205. Mapa de zonas sensibles interiores de la Directiva 91/271

Estimaciones hechas en el Plan elevan a dos billones de pesetas las inversiones necesarias, debiendo acometerse la mayor parte antes del año 2000, dedicándose cantidades similares a infraestructuras de depuración (1,0 billones) y saneamiento (0,8 billones). El saneamiento lo componen las redes de alcantarillado y los colectores generales, mientras que la depuración son específicamente las EDAR.

La puesta en marcha del Plan, con la firma de Convenios entre la Administración Central y las respectivas Comunidades Autónomas, la declaración de interés general de diversas actuaciones, la participación de fondos europeos (Cohesión, FEDER) y la aprobación de programas operativos específicos (Programa Operativo de Medio Ambiente Local, POMAL) han influido positivamente a la hora de abordar el cumplimiento de la Directiva comunitaria.

En efecto, en estos últimos años las Administraciones Públicas han iniciado o acelerado importantes proyectos, entre los que pueden destacarse los de La Albufera en Valencia, Mar Menor en Murcia, Valladolid, Logroño, Salamanca, Palencia, Vigo, 2ª fase de Bilbao y Málaga, por citar algunos de los más representativos.

Parece pues evidente que, si bien el ritmo no es el óptimo para alcanzar el pleno cumplimiento de la Directiva de acuerdo con los escenarios temporales ya comentados, es obvio el no desdeñable esfuerzo hecho en los últimos años por conseguir el mayor nivel de conformidad posible.

Ahora bien, una vez acometidas las instalaciones queda por resolver otro problema no menos importante: su gestión. En efecto, este tipo de instalaciones necesitan no sólo un mantenimiento adecuado sino también una explotación óptima o de lo contrario, y aún estando diseñadas las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) para alcanzar las normas de emisión exigidas, una descuidada operación puede hacer fracasar dicho cumplimiento y, en consecuencia, las cuantiosas inversiones realizadas. Es bien conoci-

Población total equivalente	85 Mhab-eq
Nº de instalaciones existentes	3253
-Tratamiento primario	2007
-Tratamiento secundario	1217
-Tratamiento más riguroso	29
Población conforme	34,5 Mhab-eq
Población con EDAR en construcción	11,5 Mhab-eq
Población no conforme	39 Mhab-eq

Tabla 57. Datos básicos iniciales de programación del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (1995)

	Año 1995	Año 1997
CONFORME	40.6%	44.7%
NO CONFORME EN CONSTRUCCIÓN	13.4%	18.3%
NO CONFORME	46.0%	37.0%

Tabla 58. Evolución del porcentaje de población conforme con la Directiva 91/271/CEE

do que se necesitan medios técnicos adecuados para la gestión de una EDAR y de sus redes de saneamiento, que la explotación de las instalaciones requiere personal especializado, energía eléctrica, reactivos, transporte de subproductos, etc., que generan costes que han de imputarse a los causantes de la contaminación a través de tarifas y cánones de saneamiento.

No sólo se debe asegurar el equilibrio financiero de la operación, sino también una adecuada gestión a través de las herramientas que lo posibiliten. Por tal razón muchas Comunidades Autónomas han resuelto el problema creando estructuras de gestión de carácter supramunicipal, con capacidad para cobrar un canon (a través de una Ley de saneamiento) que asegura a priori la explotación de las instalaciones, sobre todo en medianos y pequeños municipios con pocas posibilidades de disponer de medios propios para acometer su gestión.

El cobro de cánones de saneamiento -que oscilan entre 25 y 30 pta/m^3- permite repartir las cargas entre los diversos municipios de una misma Comunidad Autónoma. Madrid, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Islas Baleares y Comunidad Valenciana han sido pioneras en la definición de estas herramientas, estando otras comunidades en fase muy avanzada del proceso.

No obstante, no es ésta la única solución posible, por lo que otras Comunidades Autónomas estudian y llevan a la práctica otros sistemas a través de Mancomunidades, Consorcios, Empresas ligadas a las Diputaciones Provinciales, etc. Con todo ello se pretende conseguir que las instalaciones funcionen de acuerdo con los parámetros establecidos en las Directivas Europeas y con las correspondientes autorizaciones de vertido.

3.2.10. La ordenación de vertidos

La ordenación de vertidos está regulada en la Ley de Aguas, en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, en la Orden Ministerial de 23 de Diciembre de 1986, y en el Real Decreto 484/1995, sobre medidas de regularización y de control de vertidos (fig. 206).

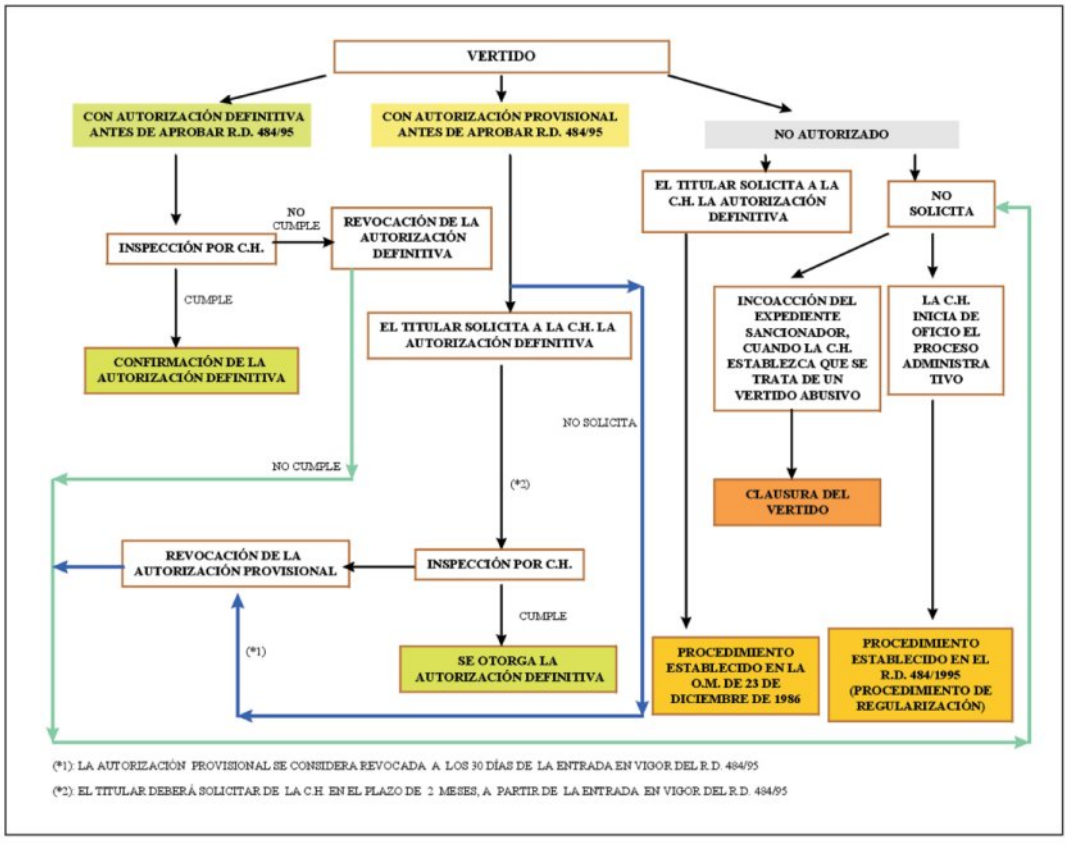


Figura 206. Esquema del procedimiento de regularización de vertidos según el Real Decreto 484/1995

En la figura adjunta se puede apreciar el organigrama de aplicación de dicho Real Decreto, cuyo fin último no es sino que todos los vertidos susceptibles de contaminar el medio hídrico dispongan de una autorización lo antes posible.

Merece una mención destacada el artículo 6 de este Decreto, dedicado a los Planes Sectoriales de Regularización. En este sentido, la DGOHCA, "en colaboración con las Confederaciones Hidrográficas, podrá convenir y aprobar planes sectoriales estratégicos de ámbito nacional o superior al de una cuenca hidrográfica" que serán equivalentes, para todas las industrias del sector, a los Planes de Regularización específicos para un único vertido. "En tales supuestos la tramitación del Plan Sectorial conllevará de forma globlal efectos similares de regularización para todas las industrias del sector, en el ámbito de la correspondiente cuenca o subcuenca hidrográfica, sin perjuicio de los efectos individualizados del incumplimiento del mismo".

Atendiendo a la clasificación de industrias del Código Nacional de Actividades Empresariales (CNAE) se han agrupado las mismas en once sectores industriales con la intención de convenir los correspondientes Planes Sectoriales. Aproximadamente 270.000 empresas estarían sujetas a sus correspondientes Planes Sectoriales de Regularización. La inversión necesaria para acometerlos sería del orden de los 500.000 Mpta. Hay que destacar que dentro de cada sector existe una gran heterogeneidad entre sus correspondientes subsectores industriales, entre los tamaños de las diferentes empresas, y entre las situaciones administrativas actuales en relación con la autorización de vertido y con la depuración de sus efluentes. Se aprecian también grandes diferencias entre las cuencas hidrográficas. En general, son las Cuencas Internas de Cataluña, Norte, Tajo, Ebro y Júcar las que concentran los mayores vertidos e inversiones.

La caracterización de los vertidos se ha realizado en cada caso en función de los parámetros más característicos de los efluentes típicos de cada subsector, aunque el número de muestras que se han tomado ha sido muy escaso para caracterizar con todo detalle la composición de los mismos y, sobre todo, para detectar la presencia de sustancias peligrosas de las listas I y II. El contraste de información con las bases de datos de vertidos de las Confederaciones Hidrográficas y con los estudios realizados por el Ministerio de Medio Ambiente permitirá caracterizar con más detalle los vertidos de cada sustancia y adoptar las medidas oportunas para cumplir la legislación comunitaria y los objetivos de calidad.

A título de ejemplo, y como muestra de los diversas situaciones existentes se incluyen consideraciones relativas a cuatro de los once sectores en los que se han estudiado los correspondientes Planes Sectoriales de Regularización de vertidos. Cabe advertir que las cifras que aquí se manejan son aproximadas, y en cada caso concreto habrá que definirlas exactamente con estudios más específicos en coordinación con cada uno de los sectores industriales afectados y con cada una de las Comisarías de Aguas de las Confederaciones Hidrográficas.

En la Industria del Tratamiento de Superficies y el Galvanizado se utilizan grandes cantidades de agua y de sustancias químicas que pueden tener graves efectos sobre el medio ambiente. Los principales contaminantes generados por estas actividades son los metales pesados, principalmente cobre, níquel, cromo, cinc y cadmio, aniones tóxicos, como los fluoruros y los cianuros, ácidos y bases diversos, aceites y grasas y multitud de disolventes orgánicos. En este sector industrial existen muy pocas autorizaciones de vertido y sólo las grandes empresas poseen algún tipo de tratamiento físico-químico, en el que destaca el intercambio iónico. Una gran parte del éxito de su Plan Sectorial dependerá del correcto tratamiento asignado a las aguas de proceso y a los lodos generados durante la depuración de los efluentes. Estos se generan de forma esporádica, con bajos caudales, que concentran importantes valores de contaminación y que se clasifican por la legislación como residuos tóxicos y peligrosos, por lo que deberán ser enviados a la correspondiente planta de tratamiento.

En el sector de la Industria Minera destaca el bajo número de autorizaciones. Tan sólo el 50% de las más de 3.500 explotaciones utilizan algún tipo de depuración, que consiste, en la mayoría de las ocasiones, en una serie de balsas de decantación que eliminan sólo una parte de los grandes volúmenes de sólidos en suspensión generados por el sector, y que en la mayor parte de las ocasiones se consideran insuficientes. Hay que tener en cuenta que las minas cerradas, que rondan las 4.000, suponen en muchos casos importantes fuentes de contaminación potencial.

La Industria del Cuero y del Calzado y la Industria Textil destacan por las altas concentraciones de DBO_5 y DQO, y por la presencia de sustancias consideradas peligrosas en algunos de sus procesos. En el primer sector no resulta raro encontrar en los vertidos cromo III, sulfuros, aceites y grasas. En la Industria Textil destacan por su alta toxicidad los procesos de tisaje con encolado y el acabado de textiles.

La Industria de los Materiales de Construcción, del Vidrio y de la Cerámica cuenta con cerca de 30.000 empresas que conforman un sector variado de industrias de muy diferentes tamaños. Los subsectores del vidrio,

los azulejos y las baldosas cerámicas y la fabricación del cemento concentran las mayores contaminaciones e inversiones necesarias para regularizar su situación.

La priorización de las inversiones necesarias y, por tanto, de las actuaciones a desarrollar dentro de cada sector y entre los diferentes subsectores, adquiere una gran importancia, ya que resulta necesario definir, para una mejor planificación, sobre qué empresas concretas y sobre qué procesos productivos resulta necesario actuar en primer lugar. Los criterios para elaborar esta estrategia pueden resumirse en los siguientes puntos:

- El carácter contaminante del vertido, en función de la concentración de las diferentes sustancias y de las cargas contaminantes totales.
- Las características del medio receptor y, en particular, el estado de calidad del cauce sobre el que se realiza el vertido.
- Los usos del agua actuales y potenciales y, en particular, los objetivos de calidad que han sido asignados a los tramos fluviales afectados por el vertido.
- La mayor exigencia social, en relación con la sensibilidad por el disfrute del medio hídrico, o con la degradación y gravedad de los impactos negativos que se estén produciendo en las poblaciones afectadas por los vertidos.

3.3. LOS USOS Y DEMANDAS

3.3.1. Conceptos previos y cuestiones terminológicas

Como se indicó en la sección dedicada a los recursos hídricos, estos han de contemplarse, en primera instancia, como un fenómeno natural, que puede describirse en los términos físico-químico-biológicos del ciclo hidrológico. Asimismo, sobre estos recursos naturales opera, a su vez, un conjunto de factores que permite contemplarlos bajo la perspectiva de una *oferta* que puede servir para atender una *demanda* de agua, sometida a ciertas limitaciones para su utilización, pues, como es lógico, no todo el recurso natural puede -ni debe- realizar tal función.

Surge así el concepto de *sistema de utilización* como aquel en el que, satisfechas las limitaciones o *restricciones* (ambientales, socioeconómicas y geopolíticas) que configuran los recursos naturales como una oferta inserta en el sistema de usos, se produce la concurrencia de oferta y demanda, y se desarrollan las potencialidades productivas del agua en los sistemas socioeconómicos.

Antes de estudiar con mayor detalle este sistema de utilización ofreciendo sus magnitudes fundamentales en nuestro país, es oportuno -dadas las distintas interpretaciones que suelen atribuirse a estos conceptos- formular una serie de precisiones terminológicas.

Utilización del agua

Introducidas las restricciones previas y, por tanto, dentro ya del sistema de utilización, esta *utilización del agua*, en un sentido amplio, puede ser analizada desde dos perspectivas diferentes. Desde la perspectiva puramente *económica*, utilizar el agua consiste en hacerla útil, emplearla para satisfacer unas necesidades, por lo que constituye un medio de alcanzar unos objetivos de producción o de consumo establecidos por un agente económico. Desde la perspectiva del *medio natural*, utilizar el agua consiste en transformar sus características mediante acciones que modifican cuantitativa y cualitativamente el ciclo natural y suponen, en consecuencia, impactos sobre el medio. Uno de los objetivos de la planificación hidrológica es, precisamente, conciliar ambas perspectivas.

Desde la perspectiva *económica* pueden presentarse las siguientes utilizaciones del agua:

- Consumo humano (bebida)
- Utilizaciones domésticas (sanitarias, climatización, ornamentales)
- Producción
  - agrícola
  - animal: consumo de ganado, piscicultura,acuicultura
  - industrial (utilizaciones específicas en los productos o en los procesos de fabricación, acondicionamiento o conservación, o inducidas por las actividades de producción)
  - energética
- Transporte
- Actividades comerciales y servicios
- Utilizaciones sociales (servicios públicos), culturales (recreativas) o rituales
- Seguridad (lucha contra incendios, defensa)

Desde el punto de vista del *medio natural* las utilizaciones pueden ser:

- Captaciones, que derivan agua del medio, produciéndose una separación espacial y temporal entre las detracciones y los retornos. Son las también llamadas utilizaciones *fuera de la corriente*.

- Utilizaciones in situ, que no derivan agua del medio pero usan, en el mismo lugar, alguno de sus potenciales. Son las también llamadas utilizaciones *dentro de la corriente*.

Usos del agua

Fijado el concepto teórico de *utilización* y sus tipologías, y yendo al de *usos del agua*, la normativa española los define precisamente como las distintas clases de utilización de la misma según su destino (art.74.1 RAPAPH). Desde una perspectiva más conceptual, se puede considerar que el uso del agua es el hecho material de aplicar una o varias de sus funciones para obtener un determinado efecto.

Como ya se apuntó, estas *funciones del agua* -que son las diferentes aptitudes que le confieren sus propiedades y características físicas, químicas y biológicas, su distribución en el medio natural y sus potenciales energéticos-, son diversas. Pueden ser biológicas (el agua como constituyente activo de la materia viva), ecológicas (el agua como biotopo acuático), técnicas (el agua como agente físico) o simbólicas (el agua como elemento del contexto sociocultural). Ningún otro elemento natural puede sustituir al agua para cumplir la mayoría de estas funciones, lo que le confiere una utilidad absolutamente singular, sin equivalente alguno. Volveremos sobre estas cuestiones al analizar los distintos fundamentos de la política del agua.

Demanda de agua

En cuanto a la *demanda de agua*, también tiene en nuestra regulación una definición normativa. Según el art. 74.2 RAPAPH se entiende por demanda la *necesidad de agua para uno o varios usos*, siendo precisos para su definición los siguientes datos:

a) El volumen anual y la distribución temporal de los suministros necesarios, así como las condiciones de calidad exigibles

b) El nivel de garantía de los suministros para los diferentes usos

c) El consumo bruto, es decir, la porción del suministro que no retorna al sistema hidráulico

d) El volumen anual y la distribución temporal del retorno y previsión de la calidad previa a cualquier tratamiento

Debe notarse que, como es bien conocido, este concepto administrativo de demanda *no coincide con el sentido económico* original del término, según el cual la demanda sería la cantidad de un bien o servicio que un agente económico estaría dispuesto a adquirir en un mercado a un determinado precio. La definición reglamentaria no incorpora este factor del precio, por lo que, a pesar de tratarse del mismo término, su interpretación es claramente diferente de la puramente económica. Sin embargo, y dada la habitual asimilación de los recursos hídricos a una oferta, es frecuente asociar las necesidades o requerimientos de agua a la idea de demanda. Aunque la diferenciación conceptual es trivial, el intercambio entre estos términos está muy arraigado, es tradicional en la literatura de recursos hídricos, y es el reglamentariamente admitido, siendo, en consecuencia, el adoptado ordinariamente en este Libro. No obstante, aunque en la práctica –y contextualmente- no suele darse lugar a confusión, sería deseable precisar los conceptos y adoptar formalmente un criterio más riguroso.

En la explotación real de los sistemas de utilización de recursos hídricos, no siempre es posible aportar a cada unidad de demanda todo el volumen que requiere. Surge así otra acepción muy extendida del término uso, que es la que lo relaciona con la *aplicación concreta* del agua, o *cantidad realmente empleada*, para diferenciarla de la demanda, que sería la cantidad que se necesita. En este sentido, el uso sería equivalente al suministro.

Necesidad

Por otra parte, algunos autores también establecen diferencias entre los conceptos de *demanda* y *necesidad* de agua (Erhard-Cassegrain y Margat, 1983). De acuerdo con ellos, mientras que la necesidad de agua es la cantidad y calidad de agua *necesaria y suficiente* para asegurar la aplicación de las funciones requeridas por los diversos usos, la demanda sería el volumen que se considera necesario, en cantidad y calidad, para *alcanzar un determinado objetivo* de producción o consumo. El concepto de necesidad de agua, así definido, tiene un carácter absoluto y normativo, determinado por el estado de la técnica, las circunstancias del caso, y los niveles demográficos y económicos actuales o futuros. Se trata de un término teórico y calculable, mientras que la demanda de agua, como acción efectiva sobre el medio natural, es directamente observable. Podría decirse que la demanda es la expresión real de una necesidad.

Demandas brutas y netas

Otros conceptos que conviene precisar son los relativos a demandas brutas y netas. La *demanda bruta* se relaciona, básicamente, con el medio natural y corresponde al concepto de *detracción* del medio. La *demanda neta*, por su parte, está íntimamente relacio-

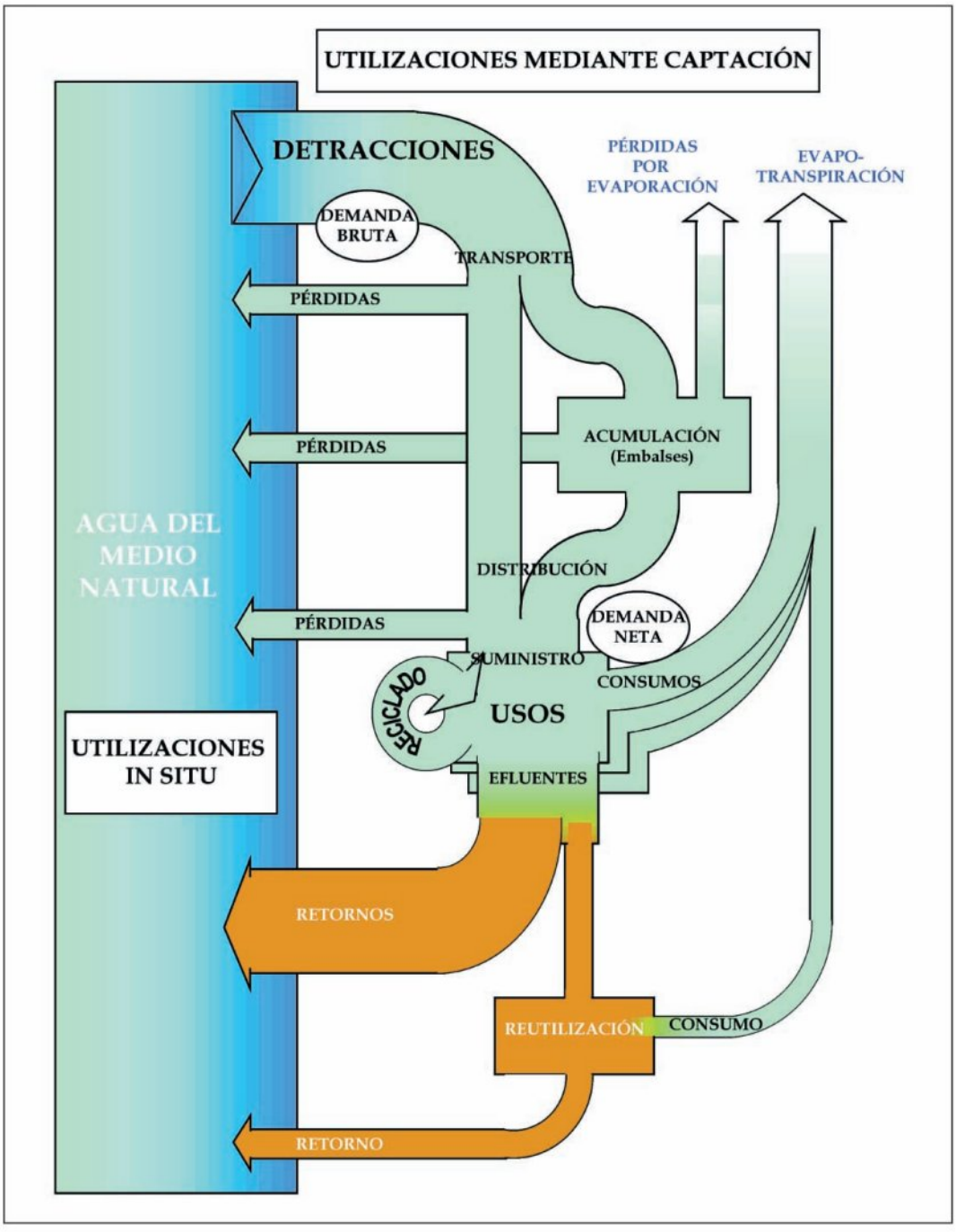


Figura 207. Esquema simplificado del sistema general de utilización del agua

nada con los puntos de consumo y corresponde al concepto del necesario *suministro* o aprovisionamiento, es decir, se trata de las cantidades y calidades efectivamente obtenidas y empleadas. De acuerdo con esta distinción, la diferencia cuantitativa fundamental entre las demandas brutas y netas son las pérdidas, que se consideran incluidas en las primeras y no en las segundas.

La figura 207, adaptada de Erhard-Cassegrain y Margat (1983), ilustra algunos de los conceptos definidos en los párrafos precedentes.

Todo lo antedicho se refiere a conceptos generales sobre la demanda y utilización del agua en un sistema socioeconómico. Las fórmulas y técnicas por las que esta utilización se lleva a cabo en nuestro ordenamiento jurídico nos remiten a los conceptos legales de *concesión, asignación y reserva*, de fundamental importancia, y a los que nos referiremos en otras secciones.

En este libro, sin ignorar las matizaciones realizadas, y aún refiriéndonos en ocasiones a ellas de forma expresa, los conceptos de uso y demanda que se emplean corresponden lógicamente a las vigentes acepciones reglamentarias mencionadas.

En los siguientes epígrafes se presentan, conforme a estos conceptos y de forma resumida, las características y magnitudes básicas de la utilización actual del agua para los diferentes usos.

3.3.2. El conocimiento de los usos y demandas

3.3.2.1. Introducción

A diferencia de los recursos naturales que, salvo las incertidumbres de un posible cambio climático natural o antropogénico, se suelen considerar con cuantías estacionarias e invariables a largo plazo, las demandas y consumos de agua son coyunturales y tienen una componente esencialmente temporal, por lo que sus valores siempre han de referirse a una fecha concreta, lo que debe tenerse en cuenta para la reconstrucción de las demandas históricas y la previsión de su evolución futura.

En general hay una notable carencia de estadísticas fiables y regulares sobre usos y consumos de agua, por lo que el conocimiento de las demandas históricas adquiere una incertidumbre a veces similar a la que afecta al conocimiento de las demandas futuras. Esta incertidumbre, unida a la influencia de numerosos factores exógenos explicativos de su constitución, hace que la previsión de las demandas futuras presente una especial dificultad, y no sea raro encontrar, como veremos, importantes desviaciones entre las inicialmente previstas y las finalmente producidas en la realidad.

En efecto, ante las dificultades para obtener información periódica y fiable sobre los volúmenes realmente suministrados y consumidos según los diferentes usos, uno de los procedimientos más comunes de valoración de las demandas de los usos de abastecimiento a poblaciones y agrario consiste, como veremos, en aplicar a las poblaciones y superficies de riego unos valores teóricos de dotación, en función del tamaño de las poblaciones, los tipos de cultivo, las características climáticas, el estado de las infraestructuras, etc., y suponer que las cantidades obtenidas son los suministros necesarios. Este procedimiento es admisible en la determinación de las demandas futuras, para las que inevitablemente deben realizarse previsiones, pero es discutible su aplicación a las demandas actuales, pues los valores teóricos pueden, en algunos casos, diferir notablemente de los reales. Si existen datos fiables de suministro, el usuario paga por el consumo de agua, y no se están produciendo restricciones, este suministro es asimilable a la demanda, pero tal situación no siempre se da, ni siquiera en el caso de los abastecimientos urbanos. La relación de este importantísimo problema con la necesidad de extender y mejorar sustancialmente los actuales aforos y sistema de control del agua es evidente, y en esta línea se insiste en diferentes secciones de este libro.

Seguidamente, y antes de abordar su descripción detallada, se pasará revista a los principales rasgos y problemas de cada tipología de demandas, resumiendo sus características básicas, problemas, y situación de conocimiento.

3.3.2.2. Demanda urbana

En el caso concreto de la demanda urbana, una de sus características fundamentales es la gran heterogeneidad en cuanto a la utilización del agua se refiere, pues incluye utilizaciones domésticas (individuales), municipales (riego de jardines, bomberos, etc.), colectivas (servicios públicos, como hospitales y escuelas), industriales, comerciales e incluso agrícolas, todo lo cual contribuye a dificultar, en gran medida, su conocimiento.

En la práctica, resulta muy difícil diferenciar los volúmenes de agua consumidos por las industrias conectadas a la red municipal de los propiamente debidos a las necesidades urbanas. Tal y como se verá más adelante, según las encuestas de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS, 1998), y como cifras medias indicativas globales, junto a un 61% de consumo estrictamente doméstico, en torno a un 23% del agua registrada en contadores es consumo de pequeña industria, comercial y servicios que se suministran de la red municipal, y que a efectos de la planificación hidrológica se computa como demanda de abastecimiento urbano.

Asimismo, en zonas rurales con una importante cabaña ganadera, la demanda debida al ganado estabulado ubicado dentro de los núcleos de población puede superar al propio consumo doméstico.

El turismo y la segunda residencia generan en muchas zonas de nuestro territorio una apreciable demanda de agua, llegando incluso, en algunos núcleos, a superar ampliamente la correspondiente a la población fija. Como orientación basta recordar que, tal y como se comentó en su correspondiente epígrafe, en 1996 se registraron en España casi 62 millones de visitantes, de los que casi la mitad se concentra en la temporada de verano, y que, según el Censo de Población y Viviendas del INE de 1991, en España existen 2,9 millones de viviendas secundarias frente a 11,7 millones de viviendas principales.

Como se indicó, la incidencia del turismo respecto a la demanda hídrica total puede ser importante a escala local, pero no parece ser muy relevante a nivel nacional. En estas zonas afectadas introduce importantes distorsiones, y su fuerte carácter estacional plantea dificultades especiales para su correcta estimación.

Por otra parte, las diferentes prácticas de consumo, reflejo de distintos grados de concienciación en cuanto a la conservación y ahorro de agua y de una diferente disponibilidad territorial de recursos, introducen importantes distorsiones en las necesidades de suministro.

En lo relativo a la estimación de la demanda futura para abastecimiento urbano, sus valores se hallan determinados por la evolución tanto de la población como de las dotaciones.

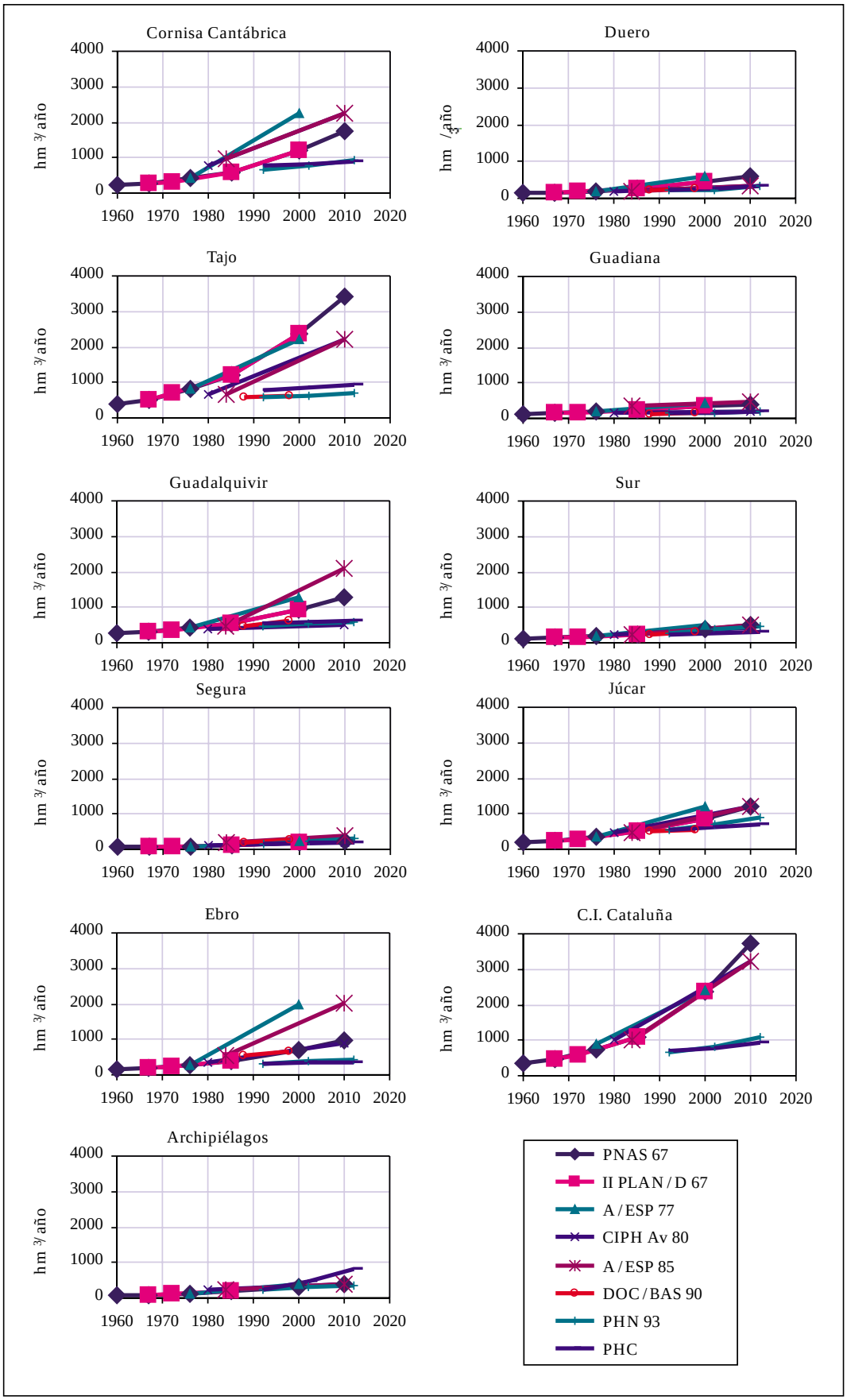


Figura 208. Distintas previsiones de evolución de la demanda urbana por cuencas hidrográficas

Fuentes: Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento, 1967 (PNAS 67); II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH (1980) (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Documentación básica, MOPU-DGOH (1990) (Doc/Bas 90); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes Hidrológicos de cuenca (PHC).

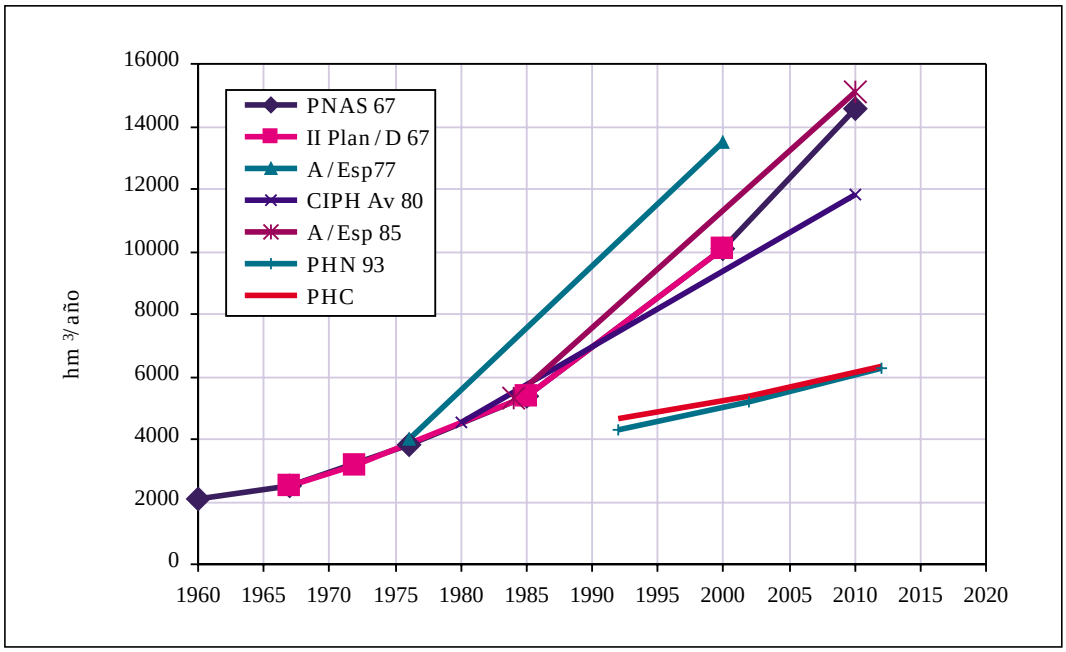


Figura 209. Distintas previsiones de evolución global de la demanda urbana

Fuentes: Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento, 1967 (PNAS 67); II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH (1980 (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes Hidrológicos de cuenca (PHC).

Las incertidumbres sobre la evolución de población y sus tendencias ya han sido comentadas en epígrafes anteriores. En cuanto a las dotaciones, sus valores se encuentran estrechamente ligados al nivel de vida (generalmente entendido como nivel de renta), aunque condicionados por las políticas tarifarias y por la eficiencia y sistema de gestión de las redes de suministro. La actual tendencia mundial en este sentido se dirige hacia una estabilización de las dotaciones de agua en los municipios que ya han alcanzado un suficiente grado de desarrollo. Sin embargo, el análisis de la evolución histórica de los valores normativos de dotaciones en los países desarrollados revela una tendencia creciente en las dotaciones de las poblaciones pequeñas y decreciente, salvo algunas excepciones, en las poblaciones de mayor tamaño.

Para ilustrar estos problemas de proyección, los graficos de la figura 208 muestran diferentes previsiones, realizadas en publicaciones oficiales durante los últimos treinta años, relativas a demandas de abastecimiento urbano en las distintas cuencas hidrográficas. Las desviaciones son -en algunos casos- verdaderamente llamativas.

Estas previsiones, basadas en las tendencias históricas registradas, no pudieron pronosticar la inflexión y el estancamiento que se producirían en el crecimiento de la población, y las crisis económicas a partir de los años 70, lo que dio lugar a las importantes desviaciones que muestran las figuras. Estas desviaciones han tenido ciertas repercusiones. Así, y como ejemplo, en el caso del Tajo se vio afectado el trasvase Tajo-Segura, que se había proyectado teniendo en cuenta el reordenamiento hidráulico que el rápido crecimiento de Madrid iba a operar en la cuenca, con incorporación al abastecimiento de la ciudad de recursos procedentes de los ríos Guadarrama, Alberche y Tiétar. En el caso de Cataluña las previsiones llegaron a plantear el trasvase desde el Ebro, que, finalmente, y ante la evolución real -mucho menor que la prevista- de las demandas urbanas e industriales, quedó limitado a la transferencia de recursos al área de Tarragona.

La figura 209 resume estas previsiones para el total de España, y pone de manifiesto las importantes diferencias encontradas. Las previsiones más moderadas son, como puede verse, las de los recientemente aprobados Planes hidrológicos de cuenca, con cifras del orden de la mitad de otras proyecciones anteriores.

En cuanto a datos básicos, una de las fuentes de información más valiosas sobre el consumo urbano en España son las 5 encuestas realizadas por la AEAS (años 1987, 1990, 1992, 1994 y 1996) entre las empresas de suministro de agua potable. En la encuesta de 1996 (AEAS, 1998), última disponible, se llegan a recoger datos directos del 66% del censo de población (con un 40% del censo en núcleos de tamaño inferior a 20.000 habitantes, y un 93% en núcleos superiores a 20.000 habitantes). Existe menos información a medida que el tamaño de los núcleos disminuye, aunque estos municipios pequeños son la gran mayoría es

España. Para los núcleos de tamaños inferior a los 20.000 habitantes, una fuente importante de información es también, como veremos, la proporcionada por la Encuesta sobre Infraestructura y Equipamiento Municipal promovida por el Ministerio para las Administraciones Públicas en 1986, y que contiene interesante información sobre los sistemas de abastecimiento.

3.3.2.3. Demanda industrial

Por lo que se refiere a la demanda industrial, los datos disponibles suelen referirse a la gran industria, que dispone de fuentes de abastecimiento propias. La pequeña y mediana industria, sin embargo, se suele incluir dentro del sector de abastecimiento urbano, lo que conduce en general a una infravaloración de la demanda industrial. Los Planes hidrológicos de cuenca ofrecen valiosa información al respecto, si bien no siempre son comparables entre sí dada la diferente interpretación respecto a la parte de la industria que se considera dentro de la demanda urbana.

Existe, por otra parte, un escaso conocimiento sobre la demanda real de cada una de las industrias, debido a su gran dispersión (tanto territorial como sectorial), a la propia complejidad del uso industrial, y a la falta de controles estadísticos sistemáticos sobre el consumo de agua, más allá de la facturación en el caso en que se adquiera de la red municipal. Esta falta de conocimiento preciso supone uno de los principales problemas en la evaluación de la demanda industrial, y ha dado lugar a que se tienda a establecer las dotaciones en función de la superficie ocupada, en el caso de polígonos industriales, o del número de empleados, en el caso de industrias concretas, sustituyendo así las dotaciones referidas a unidad de materia prima o de producto, que -considerando la evolución tecnológica- podrían ser más exactas.

De este modo, las dotaciones se expresan generalmente en forma de valores medios para sectores industriales más o menos amplios, lo que puede proporcionar estimaciones globales medias razonables, pero conducir a errores importantes a escalas reducidas. Además, estos valores pueden diferir ampliamente en función de la fuente consultada debido, fundamentalmente, a las diferencias de consumo existentes entre industrias del mismo sector e incluso del mismo tipo de proceso.

En el caso de las demandas futuras las dificultades para su evaluación son mayores, pues deben añadirse las incertidumbres sobre la evolución del desarrollo industrial, que no suele obedecer a fenómenos continuos y predeterminables, sino a decisiones puntuales y coyunturales y, por tanto, difíciles de predecir a medio y largo plazo.

3.3.2.4. Demanda agraria

En cuanto a las demandas y usos agrarios, la necesidad de su adecuado conocimiento se evidencia en su magnitud, que representa, aproximadamente, el cuádruple del resto de usos consuntivos. Algunas de las principales dificultades para su estimación proceden de la diversidad de factores que la determinan: superficies, variables meteorológicas, dedicación productiva, características de suelo y agua, tipología de métodos de riego parcelarios y condiciones de manejo, tipología de redes de conducción y distribución y condiciones de operación, etc.

Algunos de estos factores presentan, además, una apreciable variabilidad interanual. Este es el caso de los factores meteorológicos (temperatura y precipitación, fundamentalmente), que determinan las necesidades hídricas de los cultivos implantados, la superficie y ubicación de cada cultivo, la extensión total regada y la delimitación del mosaico de parcelas que efectivamente se riegan.

Un ejemplo de la variación de la demanda por factores meteorológicos puede encontrarse en un estudio realizado en 30 zonas de riego de la cuenca del Duero (CEDEX, 1992), donde se aprecia que el promedio de la demanda neta teórica de dichas zonas oscila, según los años, entre el 80 y el 120% de la demanda de un año medio, pudiendo alcanzarse, en algunas zonas concretas, desviaciones considerablemente superiores (desde el 60 al 170%). Como ejemplo de las fuertes variaciones interanuales en las superficies de los diferentes cultivos puede citarse que las superficies nacionales de regadío de girasol y maíz han oscilado, en el periodo 1991-1994, entre 169.000 y 576.000 ha en el caso del girasol y entre 176.000 y 366.000 ha en el del maíz (datos del MAPA).

Todo esto debe advertirnos sobre un hecho importante, y que conviene subrayar, y es el de la imposibilidad práctica de conocer con absoluta exactitud, a la escala de las grandes cuencas hidrográficas, las superficies realmente regadas en un año concreto. Este dato es siempre desconocido y solo puede disponerse de él mediante estimaciones, más o menos aproximadas según la finura y detalle del estudio que se realice. Lo verdaderamente pertinente a los efectos de la planificación hidrológica es la superficie realmente descriptiva de la situación actual (entendiendo por tal una media de los últimos años representativos), y ésta es la comúnmente ofrecida en los recientes Planes hidrológicos de cuenca.

Para una determinada unidad de demanda agrícola, su demanda bruta anual y su distribución mensual se evalúan habitualmente en planificación a partir de la superficie regada, de la distribución superficial de los

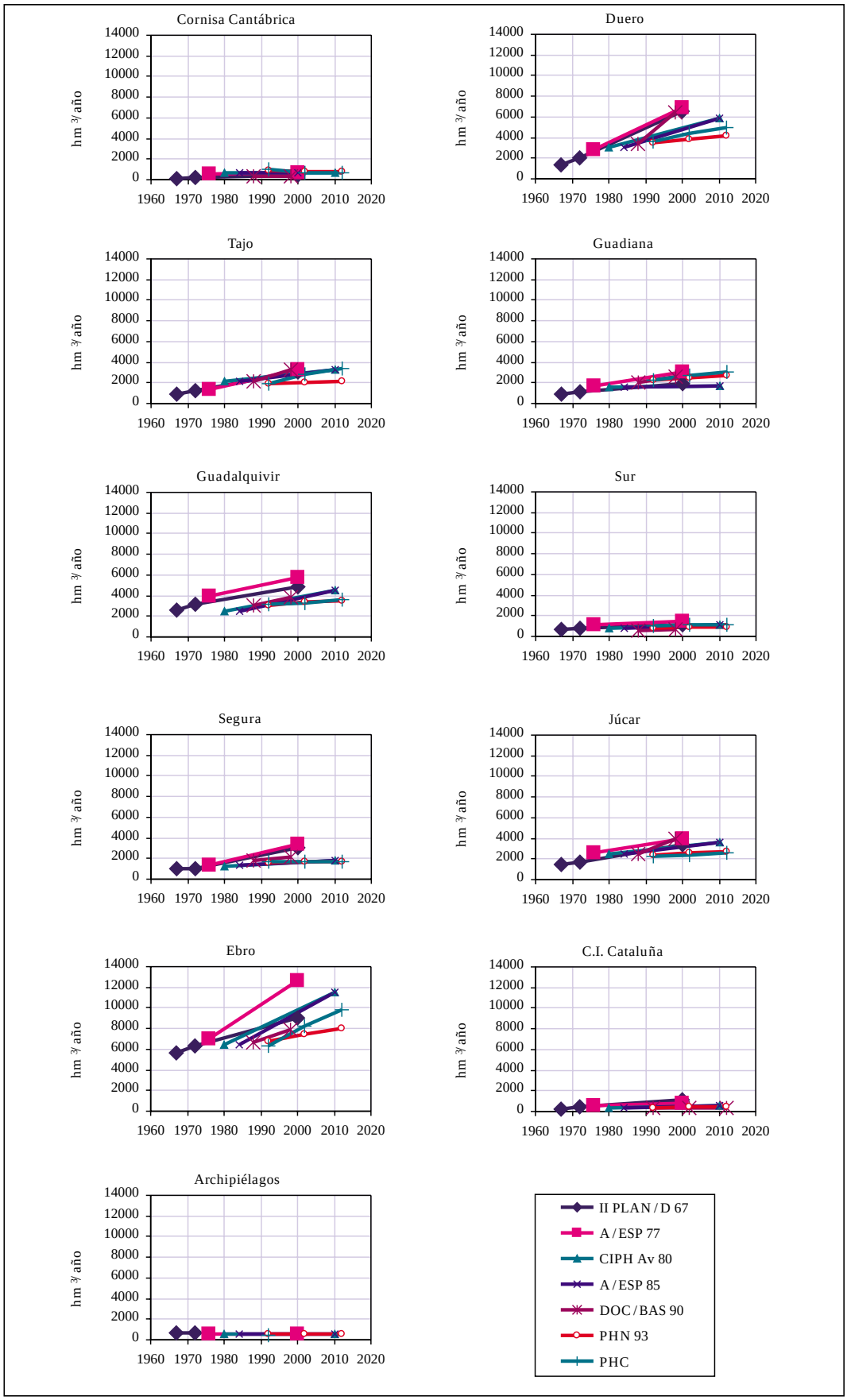


Figura 210. Distintas previsiones de evolución de la demanda de regadío por cuencas

Fuentes: II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH (1980) (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Documentación Básica, MOPU-DGOH(1990) (Doc/Bas 90); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes hidrológicos de cuenca (PHC).

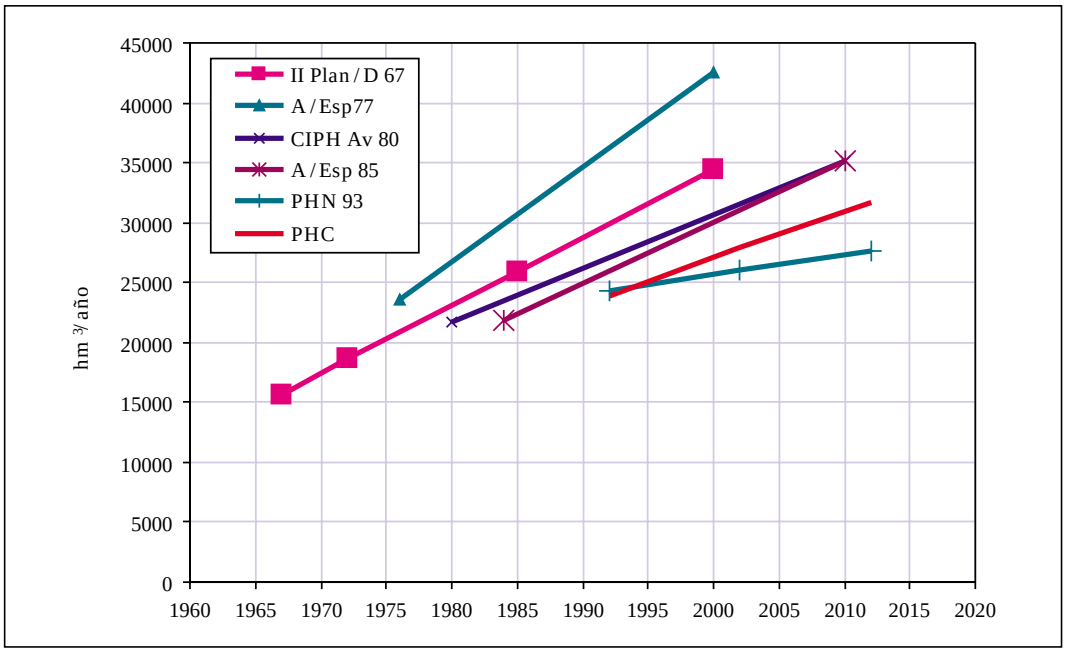


Figura 211. Distintas previsiones de evolución de la demanda global de regadío

Fuentes: II Plan de Desarrollo Económico y Social, PG(1967) (II Plan/D 67); El Agua en España, 1977 (A/Esp77); Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica-Avance 80, MOPU-CIPH(1980) (CIPH Av 80); El Agua en España, 1985 (A/Esp85); Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional, MOPT(1993) (PHN 93) y Planes hidrológicos de cuenca (PHC)

cultivos implantados, de las necesidades hídricas netas por unidad de superficie (*dotación*) de cada uno de esos cultivos, y de las pérdidas que se producen en la distribución y aplicación del agua. Para cuantificar estos factores se requiere disponer de un conjunto relativamente complejo de datos básicos y coeficientes empíricos, y aplicar determinados procedimientos para la valoración de varios parámetros intermedios.

La evaluación de estos factores, que son espacial y temporalmente muy variables, presenta ciertas dificultades que proceden de la variedad de situaciones, de algunas carencias de datos básicos, de limitaciones en cuanto a la disponibilidad de coeficientes empíricos, de cierta diversidad de procedimientos en la evaluación de parámetros intermedios y carencias en cuanto a su contraste empírico, y de la relativa escasez de mediciones y aforos y, en consecuencia, de la ausencia de un catálogo contrastado y universalmente admitido de dotaciones prácticas de riego tipificadas para todo el territorio nacional. Un ilustrativo ejemplo, paralelo al anterior de las superficies, de las fuertes variaciones de dotación de los cultivos, es el proporcionado por el pimiento del Poniente almeriense cultivado en invernaderos, principal producción bajo plástico de la zona (más de 7.000 has). Pese a tratarse del mismo cultivo (pimiento), la misma zona (poniente almeriense) y el mismo tipo de regadío (suelo enarenado y goteo), la dotación de agua de las diferentes explotaciones, en las campañas 93/94 y 94/95, ha oscilado entre 1907 y 5.168 m^3/ha/año, debido a los diferentes ciclos, las distintas variedades de pimientos, las diferencias de los invernaderos, y las distintas prácticas de riego. Entre las dos campañas, los valores medios globales han sido de 3.711 y 3.831 m^3/ha/año respectivamente (datos de Pérez y Carreño, Caja Rural de Almería, Estación Experimental de las Palmerillas).

Como antes se indicaba en relación con las superficies, lo importante a los efectos de la planificación hidrológica es la obtención de dotaciones medias zonales, descriptivas de la situación actual (entendiendo por tal una media de los últimos años representativos), y éstas son las comúnmente ofrecidas en los recientes Planes hidrológicos de cuenca.

En cuanto a la demanda ganadera, frecuentemente considerada junto con la de regadío para constituir entre ambas la demanda total agraria, resulta ser -como veremos en su epígrafe específico- de una cuantía absolutamente despreciable frente a la de los riegos, por lo que no se suele analizar de forma pormenorizada, y se considera subsumida en la primera.

Para la previsión de las demandas futuras se necesita, además, disponer de previsiones sobre las superficies de los nuevos regadíos, cuestión cuya dificultad es bien sabida, su dedicación productiva, afectada por la relativa incertidumbre agroeconómica actual, los ahorros potenciales derivados de las acciones de modernización programadas y, en alguna medida, sobre los posibles cambios climáticos. Todo lo anterior, que incorpora dificultades adicionales, induce a tratar las demandas futuras de riego planteando algunos escenarios prudentemente diversificados.

De forma ilustrativa, y como se hizo para la demanda urbana, en los gráficos de la figura 210 se muestran diferentes previsiones, realizadas en publicaciones oficiales durante los últimos treinta años, relativas a demandas de agua para riego en las distintas cuencas.

Asimismo, la figura 211 resume estas previsiones para el total de España, y muestra también como las previsiones más moderadas son las de los Planes hidrológicos de cuenca, y del Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional de 1993.

Las limitaciones y dificultades que se han expuesto hacen que a veces surjan reservas sobre la fiabilidad de los valores asignados a las dotaciones y demandas de riego. Conviene señalar, sin embargo, que su evaluación, dado el número de datos y parámetros que en ella intervienen y su variabilidad, no es una cuestión fácil. Tampoco es un problema exclusivo de las zonas de riego españolas, sino que es habitual en numerosos regadíos de todo el mundo. Ello se evidencia en las dificultades que se plantean al tratar de obtener información sobre estas materias -por ejemplo sobre las pérdidas de agua- en las zonas de riego de los distintos países. Hay que tener además en cuenta que la diversidad del medio físico en que se asientan los regadíos hispanos y la variedad de sus características sociales e infraestructurales acrecientan las dificultades de su tratamiento.

Debe señalarse, sin embargo, que la utilización de herramientas como la teledetección, los sistemas de información geográfica, la creación de bancos de datos de dotaciones y demandas reales, y el empleo de los actuales procedimientos experimentales y de cálculo, permiten afrontar el problema con unos nuevos elementos, muy recientemente disponibles, y que, aunque no han resuelto aún completamente el problema, ya están produciendo avances significativos en la mejora del conocimiento de las demandas y usos del agua para riego.

3.3.2.5. Requerimientos ambientales

En cuanto a los requerimientos ambientales, debe decirse que precisan un tratamiento especial, pues no suponen un uso del agua, al menos en un sentido reglamentario estricto, sino que, en rigor, y conforme se indicó al describir el concepto de recursos disponibles, constituyen restricciones en la propia utilización del agua del medio natural.

Estas restricciones pueden perseguir la protección, en determinadas zonas y periodos, de las funciones naturales del agua mediante la preservación de flujos, de niveles, de volúmenes o de sus características físicoquímicas. Evidentemente, estas restricciones pueden suponer una limitación de los recursos disponibles para los diversos usos, pero es dudoso que constituyan un uso en sí mismas. Así parece concebirlo la propia Ley de Aguas al diferenciar expresamente, en el capítulo relativo a asignaciones y reservas, las necesarias para usos y demandas actuales y futuros de las correspondientes a la conservación y recuperación del medio natural, y así parece deducirse de la relevancia constitucional que tiene la preservación del medio, como sustrato sobre el que, de forma armónica y respetuosa, han de asentarse las otras actividades.

Al margen de esta consideración, la primera dificultad que se plantea en la definición de los requerimientos ambientales es terminológica. Si se pretende recuperar las condiciones primigenias de biodiversidad, especies y ecosistemas anteriores a la detracción de caudales del medio, el término podría ser *caudal ecológico*, de frecuente utilización en España. Pero si se intenta preservar las condiciones ambientales actuales, resultado de las actuaciones llevadas a cabo a lo largo de la historia, un término más adecuado podría ser *caudal de mantenimiento*.

La segunda dificultad surge en la propia estimación de los volúmenes necesarios para preservar las condiciones ambientales. Para determinar con cierta precisión este volumen es necesario disponer de un conocimiento exhaustivo de los elementos que conforman el medio físico de los ríos y sus ecosistemas asociados, y sus interrelaciones y dependencias mutuas. Es decir, es necesario conocer las especies y formaciones de vegetación de ribera y acuática y su distribución espacial, las especies y comunidades animales dependientes de los ríos, las tipologías de cauces existentes, etc. Una vez conocidos estos parámetros sería posible evaluar las necesidades de agua de cada uno de los elementos descritos, tarea para la que se necesitan considerables recursos económicos y humanos y que es difícil de abordar técnicamente.

Los requerimientos ambientales en España han sido abordados con carácter normativo en la legislación autonómica relativa a la protección de la pesca y la preservación de los ecosistemas acuáticos. Las consideraciones establecidas por las Comunidades Autónomas en su legislación son muy variables. Así, el Principado de Asturias establece distintas fórmulas para determinar el caudal mínimo que debe circular en ríos donde se instalen minicentrales, de acuerdo con las características de la fauna piscícola (truchas, salmones y otros), la Comunidad Foral de Navarra establece caudales ecológicos para una serie de tramos de ríos, Castilla-La Mancha y Galicia establecen el caudal ecológico mínimo como el 10% del caudal medio anual, Castilla y León establece que el caudal circu-

lante mínimo instantáneo no será inferior al 20% del caudal medio interanual en el punto en cuestión, mientras que Extremadura no establece ningún caudal específico. Estas muchas disposiciones legislativas autonómicas para el cálculo de caudales de mantenimiento, cuya lectura puede parecer incoherente, pone de manifiesto en definitiva que *cada río es diferente* y, por tanto, requiere una metodología individualizada.

Por su parte, los Planes de cuenca fijan, aunque no en todos los casos, unos caudales ecológicos o mínimos. Estos caudales son muy dispares, variando desde el 1% al 10% de la aportación media anual. De su análisis no se desprende, en general, la metodología utilizada para su determinación, aunque en algunos casos no parecen obtenerse de acuerdo con los requerimientos ambientales reales, sino en función de los recursos no utilizados en la satisfacción de otras demandas ya comprometidas, y cuya modificación podría requerir expropiación. Este criterio carece obviamente de fundamento teórico, pero puede resultar acertado para impedir un mayor deterioro del medio hídrico.

Nos encontramos, en definitiva, ante un requerimiento hídrico de gran importancia, pero que carece aún, desde el punto de vista conceptual, de una reflexión sobre su propia naturaleza, y una definición y encaje rigurosos en el sistema de usos; desde el punto de vista técnico, de metodologías, modelos y determinaciones globalmente admitidos; y desde el punto de vista jurídico, de la necesaria clarificación competencial y procedimental. Volveremos sobre todo ello más adelante, al estudiar esta cuestión de forma específica, señalando los pasos que se han dado para superar tal situación.

3.3.3. Abastecimiento urbano

Tras la consideración de la situación y problemas del conocimiento de los distintos usos, se procede a la consideración detallada de cada uno de ellos, comenzando por el de abastecimiento a poblaciones.

3.3.3.1. Descripción general

El abastecimiento de agua a las poblaciones es un servicio básico incuestionable para la sociedad de nuestros días, y de obligada e irrenunciable prestación por los poderes públicos. La Ley de Aguas, en su artículo 58, así lo subraya considerando siempre prioritario el uso del agua para esta finalidad.

Pese a su actual consideración de servicio básico, la provisión de agua potable a las ciudades es un viejísimo problema, al que no se dio solución alguna hasta el siglo XIX. Beber agua en el pasado siempre resultaba peligroso, incluso mortal, pues los medios de abastecimiento, cuando existían, acababan rápidamente contaminados por sus propios desechos. Los suministros de agua a las ciudades servían primordialmente para la limpieza y saneamiento, y las bebidas ordinarias para la gente de toda edad fueron, durante los últimos 10.000 años, las alcohólicas cerveza y vino, antisépticas y calóricas (Vallee, 1998). Un análisis de la evolución histórica del abastecimiento urbano en nuestro país, y de las distintas fases de su desarrollo, puede verse en Matés Barco (1999).

Básicamente superado -en las sociedades desarrolladas- el problema de la salubridad y potabilidad del agua de abastecimiento, su actual demanda se caracteriza por la exigencia de un nivel de garantía muy elevado, y una distribución temporal de los suministros necesarios -salvo en zonas turísticas y de segunda residencia- sensiblemente uniforme. Además, y en comparación con otros usos, las condiciones de calidad del suministro son obviamente más exigentes, tal y como se vio en los correspondientes epígrafes. Sus retornos se producen de forma puntual y localizada y, en general, con características constantes, por lo que, debidamente depurados, son aptos para su reutilización posterior en usos con menores exigencias de calidad. La cuantía de estos retornos suele evaluarse, convencionalmente, como un 80% del agua suministrada.

Según la encuesta realizada en 1996 por AEAS (1998), la procedencia del agua utilizada, para abastecimientos mayores de 20.000 habitantes, se distribuye entre un 79% de agua superficial, un 19% de agua subterránea (incluyendo 2% de manantiales), y un 2% de otros orígenes (básicamente desalación). El gráfico adjunto muestra la evolución de orígenes del agua (captada+adquirida) según las cinco sucesivas encuestas de AEAS, pudiendo apreciarse un significativo aumento del origen superficial desde 1992, frente al mantenimiento del resto de orígenes.

En las poblaciones menores de 20.000 habitantes las proporciones se invierten, con un 22% de origen superficial, un 70% subterráneo (39 de pozo o sondeo y 31 de manantial), y el resto sin especificar (Sanz Pérez, 1995).

Por otra parte, los usos del agua servida por las redes de abastecimiento urbano incluyen, como se comentó, los correspondientes a las demandas de industrias y servicios conectados. La figura 212 muestra también la proporción relativa de los distintos usos en las sucesivas encuestas de AEAS, pudiendo observarse un cierto mantenimiento de estas proporciones.

Como puede verse, existe una diferencia apreciable entre el agua captada y adquirida, y el agua registrada en contadores para los diferentes usos. Esta dife-

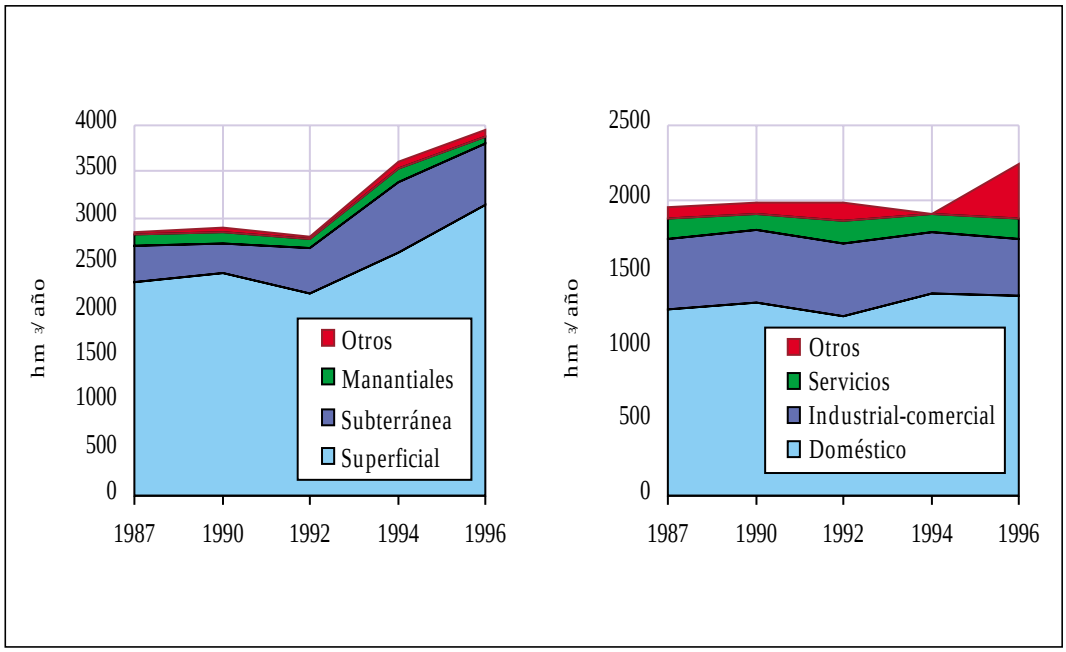


Figura 212. Evolución del origen y usos del agua de abastecimiento urbano en municipios mayores de 20.000 habs.

rencia se debe tanto a las pérdidas desde el origen hasta la puesta en alta, como a las pérdidas y/o falta de registro desde los depósitos de alta, en el proceso de distribución hasta los usuarios finales.

En cuanto a la gestión de los abastecimientos, de acuerdo con la Ley 7/85 Reguladora de las Bases de Régimen Local (arts. 25.2 y 26.1), el abastecimiento domiciliario de agua potable y la colecta y depuración del agua servida son servicios de competencia municipal que deben ser prestados obligatoriamente por los Ayuntamientos. Esta gestión puede hacerse de forma directa (gestión propia, Organismos autónomos o Sociedades públicas) o indirecta (Sociedades mixtas, concesiones, gestión interesada, concierto o arrendamiento).

La gestión puede ser afrontada por un Ente supramunicipal, con la consiguiente economía de escala (en infraestructuras, gestión técnica, gastos generales, etc.). Estos Entes pueden ser de ámbito local (mancomunidades, comarcas, áreas metropolitanas o agrupación de municipios) o autonómico (Organismos autónomos administrativos, Entes públicos o Empresas públicas).

El régimen de gestión del abastecimiento varía considerablemente con el tamaño de la población, como puede verse en la tabla 59, que refleja los resultados de la encuesta realizada por la AEAS en 1996 (AEAS, 1998) para poblaciones de más de 20.000 habitantes. Se incluyen también los resultados totales de las encuestas realizadas en 1992 y 1944, pudiendo apreciarse una consolidación de la tendencia a encomendar la gestión a sociedades municipales y empresas privadas, disminuyendo la gestión directa de las corporaciones municipales.

A su vez, en poblaciones con menos de 20.000 habitantes, el 60% de los abastecimientos gestionados por los propios Ayuntamientos en 1994 ha pasado al 53% en 1996, mientras que el 24% de gestión por concesión en 1994 ha pasado al 29% en 1996.

La necesidad de aumentar la garantía y calidad del suministro -y el incremento de costes que ello supone-

Régimen de gestión	Porcentaje de cada régimen de gestión según rango de población en 1996				Porcentajes Totales		
	De 20.000 a 50.000 hab.	De 50.000 a 100.000 hab.	Más de 100.000 hab.	Area metropol.	1996	1994	1992
Corporación municipal	8	18	25	0	16	15	37
Sociedades privs. municipales	3	18	31	25	17	23	20
Mancomunidad	0	0	6	0	2	3	6
Concesión a empresa privada	76	53	19	25	48	49	33
Empresa mixta	11	12	14	0	12	4	4
Otros	3	0	6	50	5	6	1

Tabla 59. Régimen de gestión del abastecimiento urbano según rangos de población

Ámbito	Demanda urbana (hm^3/año)	Población 1995 (hab)	Dotación bruta (l/hab/día)
Norte I	77	860.731	245
Norte II	214	1.611.380	364
Norte III	269	1.860.656	396
Duero	214	2.188.134	268
Tajo	768	6.094.487	345
Guadiana I	119	1.322.404	247
Guadiana II	38	376.806	276
Guadalquivir	532	4.753.689	307
Sur	248	1.996.661	340
Segura	172	1.387.446	340
Júcar	563	4.095.927	377
Ebro	313	2.752.928	311
C.I.Cataluña	682	5.562.877	336
Galicia Costa	210	1.961.496	293
Península	4.419	36.825.622	329
Baleares	95	727.553	358
Canarias	153	1.556.329	269
España	4.667	39.109.504	327

Tabla 60. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación

, así como la necesidad de completar en los próximo años la depuración de las aguas residuales urbanas, tiende a fortalecer la conveniencia de las agrupaciones de municipios para disminuir los costes unitarios de inversión y explotación. Este hecho, a su vez, puede tender a reforzar la participación progresiva de las compañías especializadas en la gestión del agua de abastecimiento.

3.3.3.2. Uso actual y consumos representativos

De acuerdo con las encuestas realizadas por la AEAS, se estima que el volumen de agua detraído en España para suministro de población en 1996 fue del orden de unos 4.300 hm^3, habiendo oscilado recientemente entre 4.200 y 4.750 hm^3/año, según la diferente situación climática. Esta cifra corresponde a la demanda bruta e incluye el consumo de las industrias abastecidas por la red urbana, la población turística y estacional, los usos públicos, los consumos no registrados y las pérdidas. Puesto que no ha habido restricciones sistemáticas ni significativas, este suministro puede equipararse, sin errores apreciables, a la demanda.

La demanda que los Planes hidrológicos de cuenca consideran representativa de la situación actual se puede

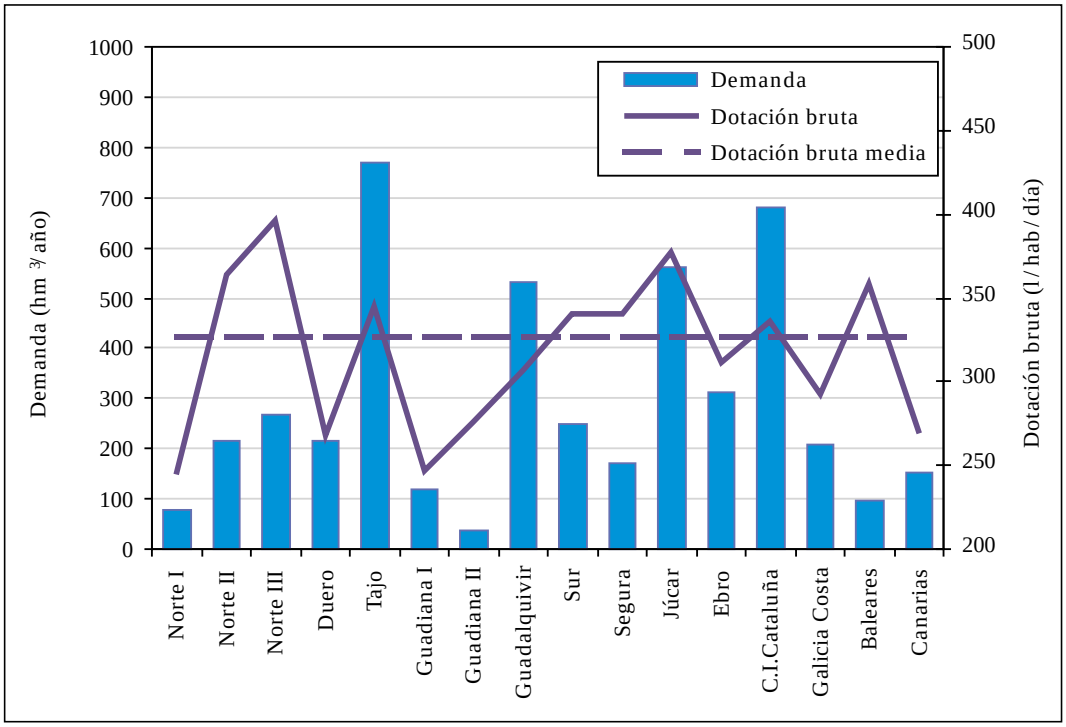


Figura 213. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación

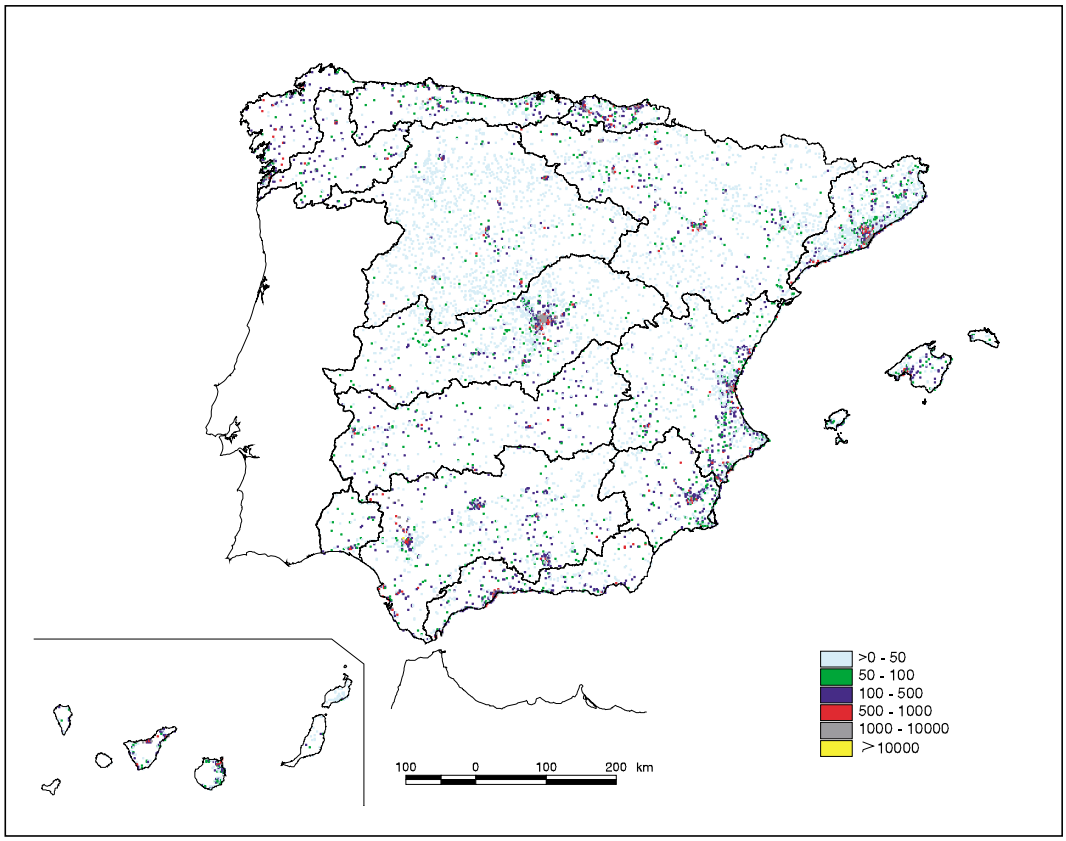


Figura 214. Mapa de distribución espacial de la demanda de abastecimiento de poblaciones (mm/año)

situar en torno a los 4.700 hm³/año (alrededor del 13% de la demanda total para usos urbanos, industriales y de regadío). Su distribución según los distintos Planes se muestra en la tabla 60 y la figura 213, en la que también se han incluido las cifras de población estimada en 1995 (datos del INE) y la dotación bruta media resultante. Esta dotación resulta, como veremos, encajada con la estimada por AEAS en sus encuestas. En algunos casos se ha considerado únicamente la demanda generada del propio ámbito, aún cuando la realmente atendida desde el mismo pueda ser diferente.

Las poblaciones reflejadas en la tabla 60 no incluyen el turismo, y los efectos de deslizamiento por segundas residencias en zonas rurales, por lo que resultan dotaciones más elevadas en aquellos Planes que tienen una importante componente turística. En la cuenca del Júcar, por ejemplo, la población equivalente, teniendo en cuenta la población estacional (que supone 2.600.000 pernoctaciones) sería de 4.870.000 habitantes frente a una población estable de 4.096.000 habitantes.

La distribución territorial de esta demanda es, lógicamente, similar a la distribución poblacional, aunque intensificándose en los puntos de mayor concentración urbana, que requieren disponer de mayores dotaciones.

La figura 214 muestra la distribución espacial de la demanda urbana actual para todo el territorio nacional, ofreciendo su valor -en m^3/año- para cada km^2 del territorio español. A partir de este mapa puede obtenerse la demanda de abastecimiento para cualquier área que se desee (cuenca hidrográfica, municipio, provincia, Comunidad autónoma…), sin más que sumar los valores puntuales dentro del recinto estudiado. Como puede apreciarse, las mayores demandas se localizan en las grandes áreas metropolitanas (Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla y Bilbao), y en el litoral mediterráneo.

Este mapa se ha obtenido a partir de los usos del suelo de CORINE-Land Cover, seleccionando la clase de uso urbano. A cada celda del territorio, de dimensión 1x1

Población	Dotación (red) 1994 (l/hab/día)	Dotación (red) 1996 (l/hab/día)
Entre 20.000 y 50.000	238	301
Entre 50.000 y 100.000	264	241
Superior a 100.000	289	296
Areas metropolitanas	295	322
Media	265	289

Tabla 61. Dotaciones (suministro a la red) en función del tamaño de población

Año	Dotación media (l/hab/día)
1987	309
1990	313
1992	302
1994	265
1996	289

Tabla 62. Evolución reciente de la dotación de abastecimientos media en España

km, se le asignó un valor representativo de la fracción (entre 0 y 1) de ocupación de uso de suelo urbano. Por otra parte, se asignó a cada celda una dotación unitaria según las recomendaciones de la O.M. de 1992, de coordinación técnica, en función del número de habitantes de la población a la que pertenecía, obtenido por superposición con el mapa del censo de población municipal. Las demandas definidas en los Planes Hidrológicos se distribuyeron territorialmente conforme a estos resultados, garantizándose así tanto la preservación de los volúmenes agregados como su distribución a la escala de los núcleos de población.

En cuanto a dotaciones, las obtenidas en las encuestas de AEAS de 1994 y 1996, referidas al volumen de suministro a la red, se muestran en la tabla 61 para diferentes tamaños de población.

Como puede apreciarse, las dotaciones tienden a disminuir con el tamaño de la población, lo que se explica por el creciente efecto de escala de los equipamientos y servicios. Para poblaciones inferiores a 20.000 habitantes, la dotación media continúa disminuyendo, aunque existen importantes diferencias entre las diversas poblaciones.

Con independencia del distinto origen de los datos, estas dotaciones se diferencian de las dotaciones brutas en las pérdidas que se producen hasta el origen de la red, en los depósitos de alta.

Por otra parte, la evolución en los últimos años de estas dotaciones revela una cierta disminución en 1992, junto con una bajada muy apreciable en 1994, al menos en los núcleos de más de 20.000 habitantes, tal y como muestra la tabla 62 (datos de AEAS).

En el descenso de la dotación de los años 1992 y 1994 debe tenerse en cuenta la presencia de una fuerte sequía, con su correspondiente moderación de la demanda, y las medidas de ahorro y de reducción de fugas llevadas a cabo en un buen número de poblaciones. En 1996 la dotación se recupera, pero a niveles más contenidos que los del comienzo de la década, permaneciendo el buen efecto de moderación de consumos inducido por la sequía.

Como muestra característica de esta evolución, y ejemplo ilustrativo de una tendencia que parece relativamente generalizada, se presenta en la figura 215 la serie de volúmenes anuales suministrados en alta por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla para atender los consumos de sus municipios (76 pertenecientes a Murcia, Alicante y Albacete, con un total próximo a los 2 millones de personas), Organismos y Entidades mancomunadas (MCT [1995]; MCT [1998]).

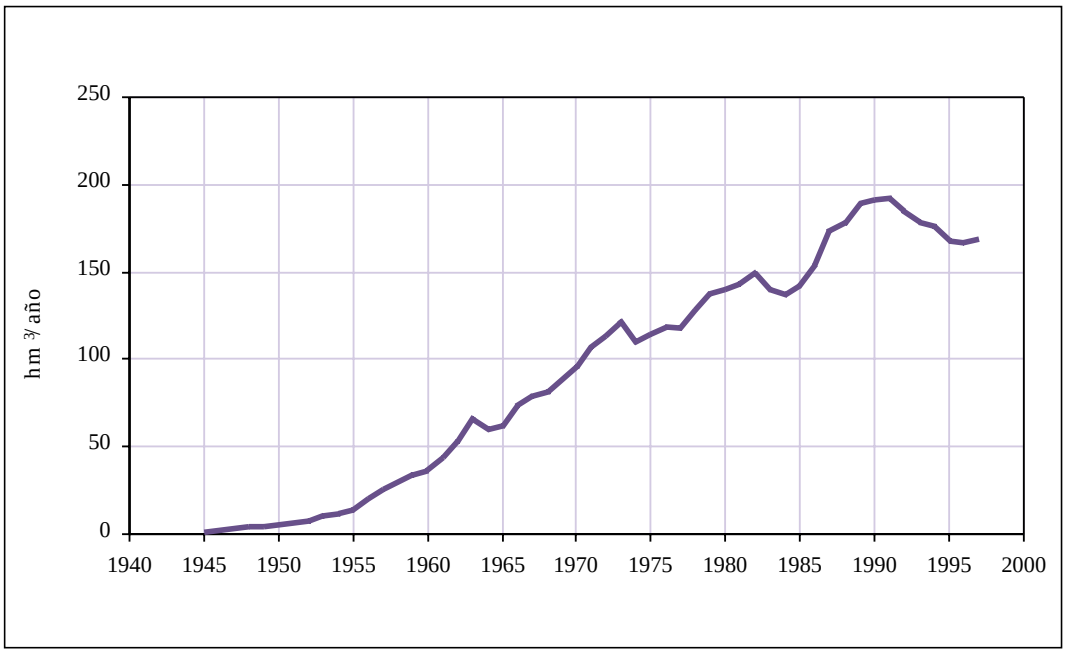


Figura 215. Evolución de los volúmenes anuales suministrados por la Mancomunidad de Canales del Taibilla

Año	Agua no registrada
1987	30%
1990	32%
1992	29%
1994	28%
1996	29%

Tabla 63. Evolución porcentual del agua no registrada en abastecimiento urbano

En ella se observa *un fuerte crecimiento continuo* -pese a algún altibajo-, desde sus orígenes en los años cuarenta, *hasta la década de los ochenta*. El máximo se alcanza en torno al año 1990 y, desde esa fecha, hay un ligero decremento o estabilización del volumen servido. También es claramente perceptible en la serie el efecto de las restricciones que se aplicaron en las sequías del 83 y del 94. Más adelante se verá como este patrón de comportamiento no es exclusivo sino que, como se dijo, parece generalizado a otros sistemas de abastecimiento.

En este caso concreto hay que tener en cuenta que la evolución inicial no es totalmente debida a un aumento de la demanda, sino a que se iban incorporando nuevos municipios y ampliando las redes servidas. Asimismo, hay algunos municipios que también disponen de recursos propios, cuya consideración podría modificar ligeramente las tendencias globales apuntadas.

Pese a todo, parece apreciarse que, una vez alcanzada la madurez de la red, y conectados y atendidos todos sus municipios, no cabe esperar nuevos aumentos continuados muy significativos, salvo los que procedan de un ligero aumento vegetativo o de demanda de las pequeñas industrias conectadas (sensibles a la coyuntura económica), alguna nueva incorporación, posibles mejoras de dotación, o crecimiento del turismo costero.

En cuanto a la estacionalidad de la demanda urbana, se ilustra con claridad en la siguiente figura, en la que se muestra la distribución porcentual de las demandas de abastecimientos urbanos de toda la cuenca del Segura, de sus municipios industriales, agrícolas y turísticos, y del abastecimiento agregado de San Javier, La Ribera y La Manga. Ello permite apreciar los efectos sobre esta demanda del nivel de agregación espacial.

Como puede observarse, el efecto estacional es lógicamente más acusado a medida que la unidad de demanda es más pequeña y su especialización turística es mayor. Puede incluso llegar a ser tan intenso como el de una demanda de regadíos, tal y como se aprecia en la figura 216, en la que se ha incluido también, a estos efectos comparativos, la distribución estacional media de los riegos en la cuenca del Segura.

En lo que se refiere a pérdidas y agua no controlada, una parte del agua distribuida no es registrada por las entidades suministradoras. Estos volúmenes suelen corresponder a la limpieza de calles y riego de jardines, errores de medición y pérdidas, tanto en tratamiento como en distribución. El valor medio de estas cantidades no registradas oscila entre un 34% en el caso de las grandes áreas metropolitanas y un 24% en las poblaciones inferiores a 20.000 habitantes. En las poblaciones superiores a 20.000 habitantes este valor

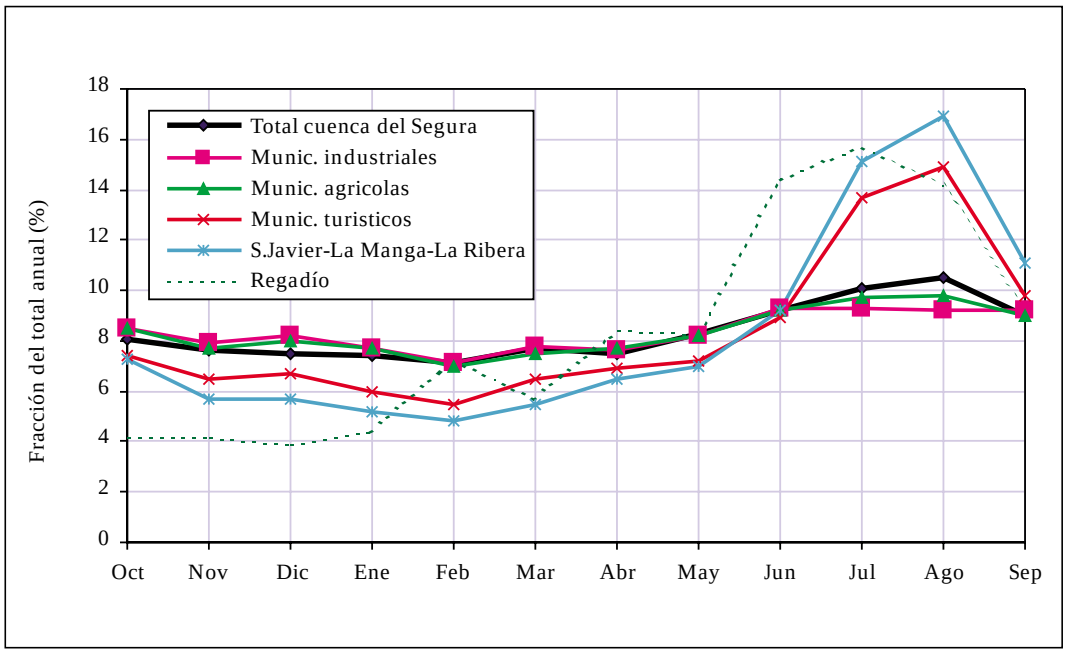


Figura 216. Ejemplos de distribución estacional de las demandas de abastecimiento a distintas escalas espaciales

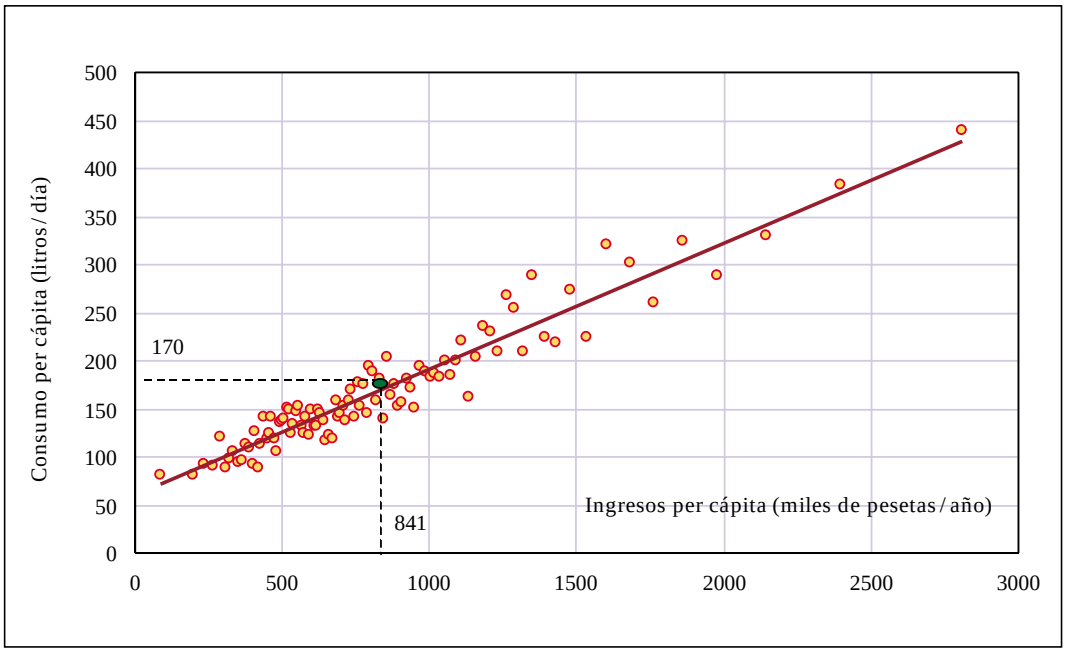


Figura 217. Relación entre consumo de agua e ingresos

se sitúa relativamente estable, en torno al 30%, según se muestra en la tabla 63 (datos de AEAS). En poblaciones inferiores a 20.000 habs., el porcentaje es algo mayor (en torno al 31% en 1996).

Como se vio, el consumo doméstico es, con diferencia, la parte más importante del uso urbano.

A fin de caracterizar mejor este segmento, se ha realizado un análisis específico a partir de los datos recogidos en la Encuesta de Presupuestos Familiares 1990-1991. Esta encuesta se realizó sobre una muestra de 21.155 hogares distribuidos por todo el territorio nacional. Aunque en esta encuesta no se mide directamente el consumo de agua, permite disponer de información sobre las variables socioeconómicas implicadas, y ofrece una buena muestra, espacial y sin sesgos, de los hogares españoles.

Se han analizado individualmente los gastos en consumo de agua que se registran en todas la capitales de provincia españolas de las que se disponía de información completa sobre la estructura tarifaria real, y se ha estimado el consumo de agua por hogar.

Aunque, evidentemente, la demanda de agua en las viviendas puede depender de su carácter unifamiliar o multifamiliar, de la dotación de elementos sanitarios, del equipamiento en electrodomésticos, de los hábitos de consumo, etc., puede estimarse que una variable que sintetiza bien todos estos elementos es el ingreso familiar ya que, de alguna manera, está siempre subyacente en los anteriores, y parece imponerse a otros factores como los tarifarios. Por esta razón, los consumos familiares de agua anteriormente calculados se han relacionado con los ingresos familiares, obteniendo el resultado que se muestra en la figura 217, donde ambas variables se representan referidas a cada miembro de la unidad familiar.

Sin perjuicio de que el ingreso familiar no es el único factor explicativo de los consumos domésticos, merece la pena destacar, en primer lugar, que, contrariamente a lo que se mantiene en ocasiones, parece existir una apreciable correlación entre ambas variables, a pesar del insignificante papel que se otorga al recibo del agua en el gasto familiar. A este respecto debe señalarse la baja participación que, según la citada encuesta, tienen los gastos en agua en el gasto total de las familias, tan sólo un 0,5% en la media nacional, con valores que oscilan desde el 0,3% (en Álava, Ávila, A Coruña y Lleida) hasta el 0,9% (archipiélago canario). En la península, los valores más altos se registran en Murcia (0,7%) y Barcelona (0,6%). Estas diferencias son más atribuibles a distintos precios que a diferencias en el consumo. El gasto medio anual en agua es de 3.600 pesetas (de 1991) per cápita (4.300 si se refiere sólo a las capitales de provincias).

En segundo lugar, son especialmente relevantes los valores obtenidos para la elasticidad *consumo de agua/ingresos familiares*: 0,61 de valor medio, con 0,51 para el conjunto de familias con ingresos inferiores a la media y 0,81 para aquéllas con ingresos superiores a la media. Dentro de este último grupo, la primera mitad del tramo, que es la de mayor interés por la previsible evolución futura de los ingresos familiares, registra un valor de 0,66.

Es interesante destacar el valor medio resultante del consumo, que se sitúa en 170 l/hab/día. Cabe recordar que esta cifra se refiere exclusivamente al consumo doméstico, por lo que habría que añadir el resto de

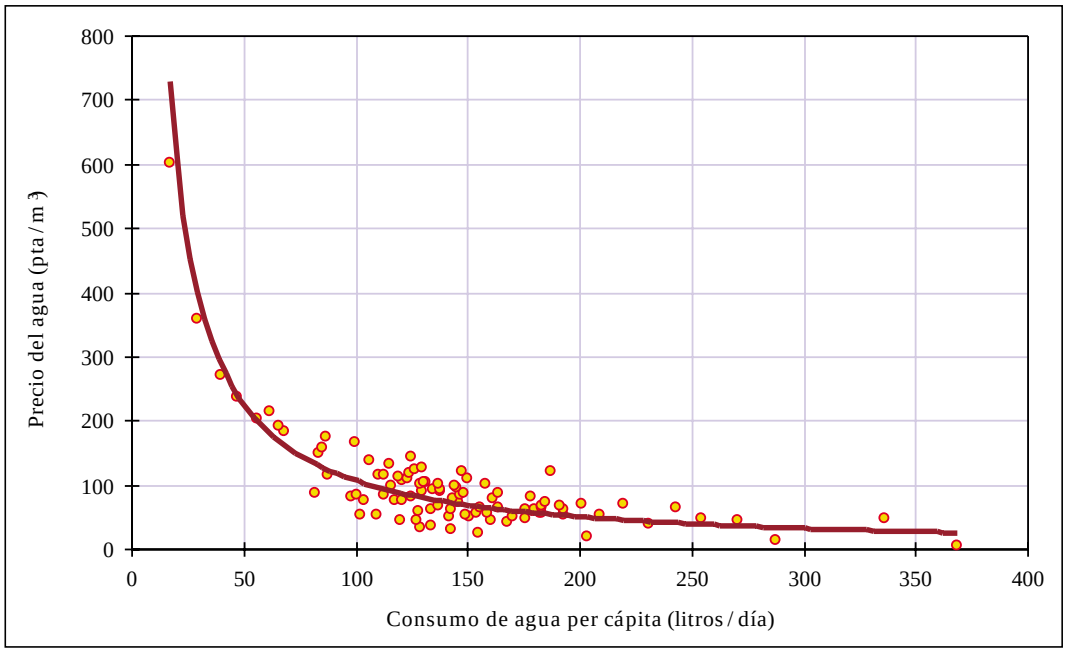


Figura 218. Curva de consumos de agua frente a precios en abastecimientos domésticos

consumos no domésticos (comercial-industrial y servicios públicos) para obtener la dotación urbana total.

Si se supone un crecimiento medio real del PIB entre el 2,5% y el 3,0% anual para los próximos años, y se admite que este aumento se traslada a los ingresos familiares en la misma proporción y se mantienen las actuales pautas de comportamiento en el consumo y la relación precio del agua/ingreso familiar, cabría pronosticar un incremento medio para el consumo de agua per cápita comprendido entre el 1,7% y el 2,0%, en términos anuales acumulativos. Estas cifras corresponden, por tanto, a una hipótesis de trabajo que asume una evolución paralela de la demanda urbana de agua y el PIB, *ceteris paribus*, como suele hacerse en estudios económicos. En todo caso, es obvio que ésta no debe tomarse como la única aproximación posible a esta cuestión, de cara a efectuar una prognosis fiable de la situación futura. De hecho, en países como Alemania, tras una evolución inicialmente paralela del PIB y del consumo urbano de agua, se produjo una clara divergencia de ambas variables a partir de los años ochenta, con evoluciones claramente diferentes (Gundermann [1993], p.220). A ello hay que añadir los posibles efectos de saturación de la demanda, que en algunas ciudades como Madrid o Barcelona podría ya haberse alcanzado (Sánchez González, 1993). Sin embargo, las cifras anteriores pueden entenderse como una señal de alerta para introducir las oportunas medidas correctoras en los hábitos de consumo, resaltando la importancia de las prácticas orientadas al ahorro y equilibrando los posibles crecimientos.

Utilizando la misma fuente se ha determinado, además, una posible curva de demanda agregada de este sector, que se presenta en la figura 218. Debe destacarse el valor de la elasticidad obtenida: -0,57, igual al observado en estudios realizados para ciudades del sur de California (refs. en Jové Vintró [1993]; Baumann et al. [1998]).

Los elevados precios de los tramos de bajo consumo corresponden, fundamentalmente, a viviendas secundarias con escaso grado de ocupación temporal, por lo que el coste del servicio, al referirse a pequeños consumos, da lugar a altos precios unitarios, no estrictamente homogéneos con el resto de datos.

Aunque estos resultados presentan una relativa dispersión, y no se alinean según la clásica curva de demanda, permiten apreciar una cierta respuesta de esta demanda frente al precio del agua. La rigidez resultante, al menos de acuerdo con las hipótesis realizadas en este análisis, podría no ser tan acusada como se pone de manifiesto en algunos de los numerosos trabajos realizados sobre esta materia, aunque hay que mostrar ciertas dudas respecto a que se trate en efecto de una respuesta elástica a los precios (curva de demanda) o de una forma estructural de comportamiento vinculada más bien a los sistemas tarifarios y hábitos de vida (razón por la que el eje de abcisas se denomina de consumos -que son los observados-, y no de demandas).

La razón es que, como se ha comprobado reiteradamente, el consumidor urbano no tiene una clara percepción de cuál es el precio que paga por el agua consumida, especialmente ante tarifas en bloques crecientes, por lo que difícilmente va a reaccionar ante tales estímulos de precios. Ello significa que podría, quizás, producirse una elevación de precios generalizada, y mantenerse una curva similar desplazada hacia arriba,

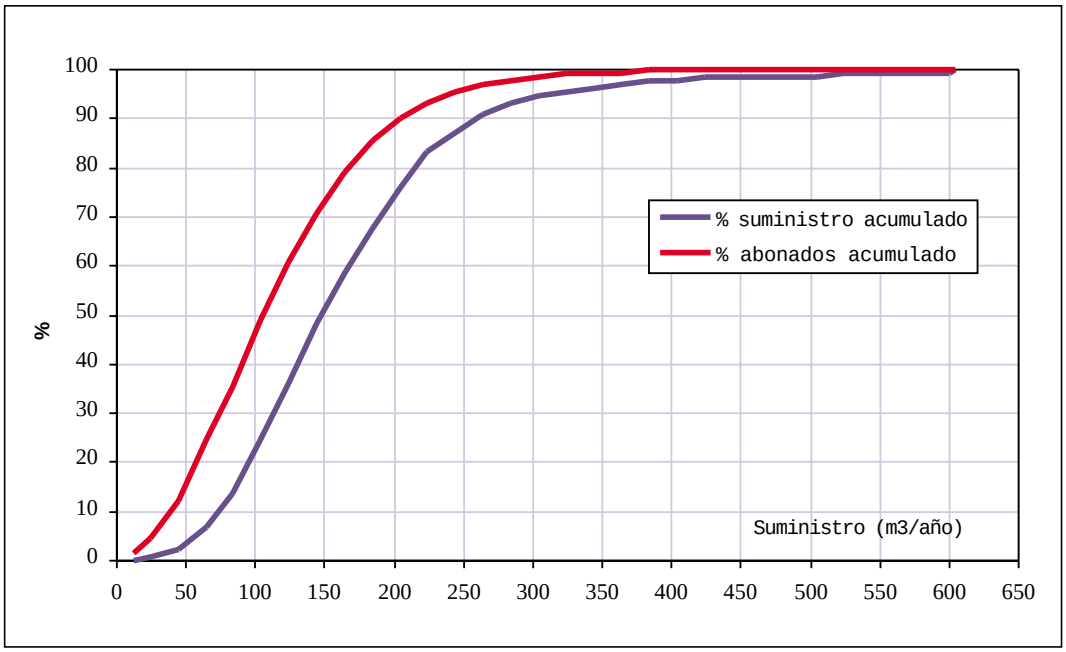


Figura 219. Distribución de abonados y suministro doméstico en el área de Barcelona

en lugar de reducirse los consumos observados. La experiencia de las empresas del sector apunta, en efecto, a comportamientos inelásticos ante variaciones incluso importantes del precio, sobre todo en los tramos de demandas más reducidas. Diferente es el caso de los usos industriales, donde sí existe mayor elasticidad frente al precio, y este efecto, junto con el de las mejoras tecnológicas, puede dar lugar, como se ha constatado, a reducciones de consumo.

Son muy escasos en nuestro país los trabajos tendentes a caracterizar sistemáticamente las funciones de demanda de los abastecimiento urbanos. Un problema básico es el de la falta de información estadística suficiente, lo que tiende a mejorarse con la progresiva incorporación del sector a las cuentas del INE.

Es interesante también conocer la distribución estadística del suministro de agua a los abastecimientos domésticos, tal y como se muestra en la figura 219 (Generalitat de Catalunya, 1999).

En ella puede verse la distribución acumulada del porcentaje de abonados y el suministro de agua en relación al volumen anual doméstico suministrado (m^3/año). Estas distribuciones se han obtenido por muestreo del suministro trimestral a casi 1 millón de abonados en Barcelona y su área metropolitana, con un suministro total de 26 hm^3/trimestre, y pueden en consecuencia considerarse muy representativas de las zonas urbanas catalanas y, por extrapolación, de las áreas metropolitanas del resto del país.

Como se observa, el 25% de los suministros concentra el 50% del suministro, mientras que 1/6 del suministro máximo se proporciona al 50% de los abonados. La cola derecha de la distribución es muy tendida, con solo un 10% del suministro por encima de los 250 m^3/año, y un 10% de los abonados por encima de los 200 m^3/año (equivalentes a 550 l/abonado/día).

3.3.3.3. Régimen de tarifas

En España existe una compleja estructura tarifaria del agua de abastecimiento, derivada tanto de los diferentes conceptos contemplados como de los distintos sistemas de gestión, lo que limita seriamente las conclusiones que se pueden obtener de las escasas estadísticas existentes sobre precios del agua.

Las diferencias comienzan en la red en *alta*, gestionada por las Confederaciones Hidrográficas en las cuencas intercomunitarias y por los Organismos equivalentes de las Comunidades Autónomas en las cuencas intracomunitarias. Posteriormente, el agua se suministra en *baja* a los usuarios por las entidades locales, que optan por uno de los diversos regímenes de gestión anteriormente mencionados. Existen, asimismo, situaciones muy especiales en las que el agua se suministra en baja por la propia Confederación, como es el caso de la bahía de Cádiz.

La facturación al usuario de los servicios prestados por las entidades de abastecimiento suele incluir diversos conceptos que, desde el punto de vista de la entidad, se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Actividades propias: servicio de agua potable, tratamiento del agua, depuración del agua residual, mantenimiento de las redes, etc.
- Actividades realizadas por cuenta de otras entidades: tasas de saneamiento y alcantarillado, cánones, impuestos y otros cargos a los abonados.

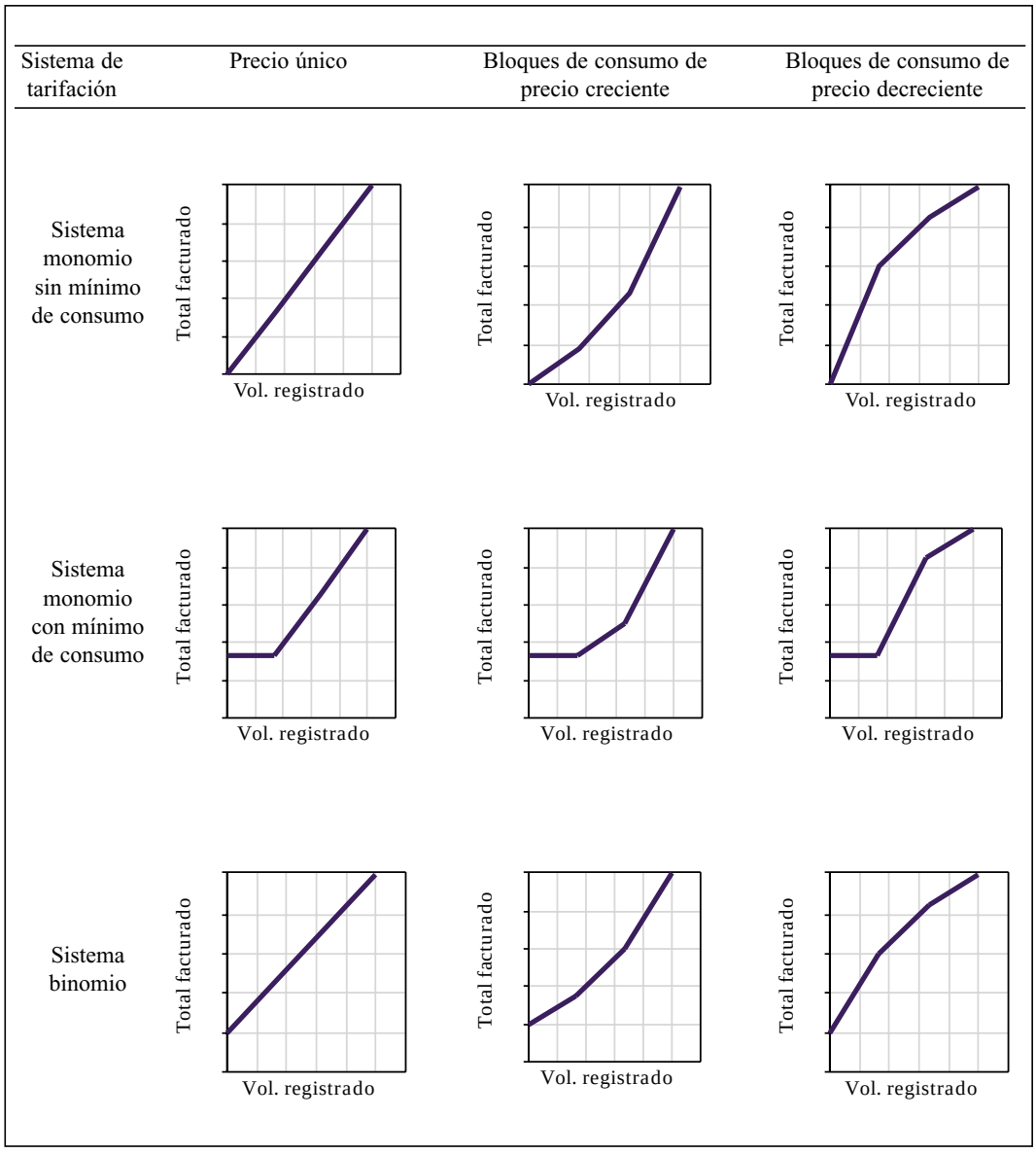


Figura 220. Sistemas de tarifación de abastecimientos urbanos

El Estado recupera parcialmente las inversiones en abastecimiento urbano a través del canon de regulación y la tarifa de utilización, cuyo valor medio totaliza unas 0,5 pta/m^3. Actualmente, estos conceptos solo se aplican al 25% del volumen suministrado y suponen, en cualquier caso, una mínima parte del precio final que pagan los usuarios, ya que, generalmente, tienen un mayor peso las inversiones en distribución, saneamiento y otros recargos municipales.

Desde el punto de vista de los usuarios, la tarifa suele incluir dos términos:

- Término fijo: cantidad independiente del consumo realizado, que se debe abonar por el hecho de estar conectado, se utilice o no el servicio. Suele recibir nombres como *cuota fija*, *cuota por servicio*, *cuota por suministro*, etc. y a veces se incluye como un *consumo mínimo* anual. Son muy pocas las poblaciones de gran entidad que no incluyen este término.
- Término variable: cantidad que se abona en función del consumo realizado. En unos casos se valora todo el consumo al mismo precio (tarifa lineal) y en otros se aplican distintos precios según el nivel de consumo (tarifa por bloques).

Estos distintos términos pueden apreciarse en la figura 220 (adaptada de Porta, en Cabrera y García-Serra [1997]), donde se resumen y muestran visualmente los sistemas de tarifación más representativos.

El sistema tarifario que se adopte es un elemento importante en el comportamiento de la demanda, y un instrumento para su gestión. La tarifa en bloques creciente pretende favorecer el ahorro de agua, ya que cuando se supera una cantidad mínima consumida el precio aumenta, mientras que la decreciente se fundamenta en los efectos de economía de escala asociados a la producción y distribución del recurso.

CONCEPTO	Precio del agua según rango de habitantes del municipio (pta/m³)				Media 1994	Media 1992
	20.000-50.000	50.000-100.000	> 100.000	Áreas Metrop.		
Servicio de agua potable	77	149	76	66	94	68
Tratamiento de aguas residuales	-	19	37	36	32	17
Conservación red de alcantarillado	27	35	19	16	23	16
Conserv. de ramales y contadores	8	11	7	4	8	7
Total actividades propias	88	164	107	123	115	81
Tasa saneamiento	73	30	23	39	47	29
Tasa alcantarillado	28	16	22	17	23	28
Impuestos cargo abonado	5	5	10	8	7	5
Total activades ajenas	96	40	44	86	65	37
Total actividades propias y ajenas	161	197	146	209	168	113

Tabla 64. Estructura de precios medios del agua para uso doméstico según tamaño de la población (Consumo tipo de 100 m³/año)

Nota: Los valores totales no proceden de la suma sino del promedio de muestras diferentes

Una de las informaciones más sistemáticas sobre los precios de suministro del agua de abastecimiento en España se encuentra en las encuestas realizadas por la AEAS. A partir de ellas se pueden extraer algunas conclusiones que, aunque deben tomarse con cautela, resultan suficientemente orientativas:

- En los municipios no incluidos en áreas metropolitanas se utilizan en la misma proporción los sistemas de cuota de servicio y de consumo mínimo, mientras que en las áreas metropolitanas predomina la utilización de la cuota de servicio.
- La estructura tarifaria más frecuente para uso doméstico, en poblaciones superiores a 20.000 habitantes, es la de bloques de consumo con precios crecientes, que afecta al 80% de la población, si bien se constata todavía la existencia de un número importante de abastecimientos con tarifa lineal (17%) e, incluso, con precios decrecientes (3%). La comparación de las diversas encuestas permite identificar una tendencia hacia la progresividad de la tarifa, debido a la implantación en los últimos años de sistemas para incentivar el ahorro de agua.
- En las tarifas para uso industrial esta tendencia es menor, aplicándose tan solo en el 52% de los casos la tarifa por bloques crecientes y permaneciendo el 46% con tarifa lineal.
- El número de bloques en ambos casos puede llegar a cuatro, siendo más frecuente el uso de tres bloques en uso doméstico (61% de la población encuestada) y de dos bloques en uso industrial.

En las tablas 64 y 65 (elaboradas con datos de AEAS) se muestran los precios medios del agua -según tamaños de poblaciones- para uso doméstico e industrial, detallando los conceptos que habitualmente suelen constituir el recibo final. Se han elaborado sobre la base de un consumo tipo de 100 m³/año para uso doméstico y de 180.000 m³/año para uso industrial.

CONCEPTO	Precio del agua según rango de habitantes del municipio (pta/m³)				Media 1994	Media 1992
	20.000-50.000	50.000-100.000	> 100.000	Áreas. Metropolit.		
Servicio de agua potable	34	41	24	30	32	25
Tratamiento aguas residuales	-	25	12	22	17	9
Conserv. red de alcantarillado	8	0	6	16	7	3
Conserv. de ramales y contadores	1	0	0	0	1	2
Total actividades propias	34	47	31	45	37	29
Tasa saneamiento	10	15	8	10	11	9
Tasa alcantarillado	6	1	1	5	4	4
Impuestos cargo abonado	2	1	2	3	2	5
Total activades ajenas	16	14	7	11	12	7
Total actividades propias y ajenas	47	59	37	56	48	35

Tabla 65. Estructura de precios medios del agua para uso industrial según tamaño de la población (Consumo tipo de 180.000 m³/año)

Nota: Los valores totales no proceden de la suma sino del promedio de muestras diferentes

Consumo anual (m^3)	Precio cobrado por actividades propias (pta/m^3)	Precio cobrado por actividades ajenas (pta/m^3)	Precio total cobrado (pta/m^3)
100	115	53	168
200	97	49	146
400	99	46	145

Tabla 66. Precios medios del agua para uso doméstico según consumo anual

En función del nivel de consumo anual, los precios del agua para uso doméstico variaron como muestra la tabla 66, con datos de AEAS (encuesta de 1994).

Asimismo, los precios medios del agua en 1995 (pta/m^3), en distintas capitales españolas, son los ofrecidos en la tabla 67. Estos precios han de considerarse a título indicativo y con ciertas reservas, dada la heterogeneidad de situaciones contempladas al no incluir todos los mismos conceptos.

Por último, el Instituto Nacional de Estadística ha comenzado recientemente a elaborar estadísticas de Medio Ambiente, y dispone ya de un primer trabajo específico sobre precios del agua (INE, 1998).

Conforme a este trabajo - basado en datos de 1996 -, el precio total medio actual en España del servicio de agua destinada al abastecimiento de los centros urbanos es de 229 pts/m^3. Este precio es el resultado de considerar los costes unitarios de producción de todas las actividades que se realizan desde que el agua es captada en la naturaleza hasta que es devuelta al medio natural en condiciones óptimas. Incluye, por tanto, el abastecimiento y el saneamiento de las poblaciones.

Las actividades de captación y depuración del agua suponen el 17 % del precio total, la fase de distribución y suministro supone el 49 %, y la de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales el 34 %, por lo que este precio medio, en los términos estrictos de abastecimiento, y dejando aparte el coste de saneamiento, es de unas 152 pts/m^3.

Las diferencias regionales respecto a esta media total global son las mostradas en la tabla 68.

Como puede verse, en la mayor parte de las comunidades autónomas, la fase de distribución del agua es la que más repercute en el precio. Sin embargo, en el caso de Baleares es el alcantarillado y tratamiento de aguas residuales la fase más costosa, con un 54 % del precio total. También ocurre, aunque algo menos, en Extremadura en donde esta fase de saneamiento representa casi el 41 % de dicho precio. La captación y distribución del agua resulta más costosa en el País Vasco que en otras comunidades, un 26 % del precio total. A continuación se sitúan La Rioja y Castilla y León, donde el 22 % del precio es imputable a esta primera fase del ciclo del agua.

El análisis de las tablas anteriores permite extraer las siguientes conclusiones:

- El precio medio del agua para uso doméstico es mayor que para uso industrial.
- El predominio de las tarifas con bloques crecientes no se refleja en una progresividad de los precios en relación con los consumos. La razón es que al tratarse, en la mayoría de los casos, de tarifas con término fijo (independiente del consumo) y término variable (función del consumo), aparecen situaciones de costes muy elevados para los consumos muy bajos.
- El precio medio del agua ha aumentado de manera importante entre los años 1992 y 1994, destacando el mayor incremento relativo de las actividades ajenas.

Ciudad	Precio	Ciudad	Precio	Ciudad	Precio	Ciudad	Precio
Barcelona	211	Gerona	102	Lugo	72	Ciudad Real	55
Las Palmas	204	Bilbao	99	Lérida	72	Pontevedra	55
Murcia	191	Castellón	97	Albacete	71	Palencia	54
Alicante	132	Huelva	93	San Sebastián	71	La Coruña	53
Córdoba	127	Oviedo	92	Santander	71	León	50
Madrid	122	Pamplona	91	Orense	70	Segovia	48
Palma de M.	120	Badajoz	87	Salamanca	69	Jaén	39
Almería	119	Zamora	87	Logroño	66	Toledo	36
Cáceres	116	Zaragoza	86	Vitoria	61	Huesca	35
Ceuta	116	Guadalajara	80	Valladolid	61	Melilla	15
Valencia	114	Soria	76	Burgos	60		
Sevilla	112	Málaga	76	Ávila	60		
Tarragona	107	Cádiz	74	Granada	58		

Tabla 67. Precios del agua en distintas ciudades españolas

		Distribución del precio (%)			Precios medios (pts/m³)			
Comunidad Autónoma	Pr. total (pts/m³)	Capt..	Distr.	Saneam.	Capt..	Distr.	Capt. + Distrib.	Saneam.
Andalucía	258	14.6	44.2	41.2	38	114	152	106
Aragón	135	15.0	45.6	39.4	20	62	82	53
Asturias	135	18.7	51.6	29.7	25	70	95	40
Baleares	289	17.1	28.8	54.1	49	83	133	156
Canarias	406	18.0	51.8	30.2	73	210	283	123
Cantabria	150	25.0	47.0	28.0	38	71	108	42
Castilla y León	88	22.5	62.3	15.2	20	55	75	13
Castilla-La Mancha	176	20.6	45.5	33.9	36	80	116	60
Cataluña	317	19.9	56.3	23.8	63	178	242	75
Comunidad Valenciana	283	18.1	52.0	29.9	51	147	198	85
Extremadura	195	21.3	38.1	40.6	42	74	116	79
Galicia	108	13.3	45.9	40.8	14	50	64	44
Madrid	227	10.3	48.1	41.6	23	109	133	94
Murcia	362	20.2	40.3	39.5	73	146	219	143
Navarra	129	14.3	48.3	37.4	18	62	81	48
País Vasco	173	26.1	32.2	41.7	45	56	101	72
Rioja	113	22.2	35.8	42.0	25	40	66	47
Ceuta y Melilla	323	13.1	55.1	31.8	42	178	220	103
Total España	229	17.3	48.9	33.8	40	112	152	77

Tabla 68. Precios medios del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas

- Los conceptos que han experimentado una mayor subida en los últimos años han sido el tratamiento de aguas residuales y la tasa de saneamiento, debido, fundamentalmente, a la aplicación de la Directiva europea sobre vertidos. Es previsible que, en el futuro, estos conceptos sean el origen de los mayores incrementos en el precio del agua.
- Existen tres ciudades (Barcelona, Las Palmas y Murcia) con nivel de precios del orden de las 200 pta/m³. El resto se encuentra a niveles claramente inferiores. En general, el menor precio medio corresponde a la Cornisa Cantábrica, seguida por la zona centro y Andalucía. Los precios más altos se registran en las islas y en el litoral levantino.
- Las diferencias de precios medios totales (abastecimiento y saneamiento) entre Comunidades Autónomas son muy importantes. Los precios más elevados corresponden a Canarias, con 406 pts/m³, seguida de Murcia, con 362, y Ceuta y Melilla con 323. En el otro extremo se sitúa Castilla y León con 88 pts/m³, y Galicia con 108.

A nivel global, el precio medio resultante de dividir la facturación total por el volumen de agua registrada (considerando todos los usos) es de 72 pta/m³ para los abastecimientos encuestados. Sin perjuicio de las diferencias relativas de renta, este precio contrasta con los pagados en países como Alemania (235 pta/m³), Francia (172), Holanda (175), o Bélgica (186), que llegan a duplicarlo o triplicarlo, y señalan probablemente una importante diferencia de imputación de costes a los ciudadanos por el servicio del agua potable.

Por otra parte, es interesante diferenciar de estos precios finales la parte estrictamente debida al coste de suministro en alta, o disponibilidad del agua en los depósitos de cabecera del abastecimiento.

Estos costes del abastecimiento en alta resultan ser, como los costes totales, muy variables de unos lugares a otros. Como meras referencias indicativas, sus cuantías resultan ser de unas 13 pta/m³ en Castellón, 20 en Valencia, 42 en el área atendida por la Mancomunidad de Canales del Taibilla (básicamente Murcia y Alicante), 21 en el Levante almeriense (Cuevas de Almanzora, Vera y Mojácar), o 14 en la Mancomunidad del Sorbe. Excepcionalmente se dan cuantías singulares como las de Moncofer, con 100 pta/m³ debido a suministro parcial de aguas desaladas, o las de Palma de Mallorca, donde el transporte de aguas en barco desde Tarragona elevó este coste hasta 350 pta/m³. Conforme a la información del INE, los costes medios de captación en España, con la depuración incluida, serían del orden de las 40 pts/m³.

En definitiva, y para tener un orden de magnitud global representativo, puede afirmarse que, salvo situaciones puntuales excepcionales, los costes del agua de abastecimiento en alta alcanzan valores que oscilan entre las 10 y las 40 pta/m^3.

3.3.3.4. Experiencias de ahorro y conservación

El ahorro de agua, a menudo considerado simplemente como una respuesta de emergencia frente a una situación de sequía, ha tendido a convertirse en los últimos años en un conjunto de medidas económica y ambientalmente atractivas para equilibrar los balances entre demandas y suministros urbanos. Esta nueva orientación, surgida tras las experiencias de ahorro en el campo energético, pone el acento en el ahorro permanente de agua que se podría conseguir con su uso racional, lo que permitiría retrasar, o en algunos casos incluso evitar, la realización de nuevas y cada vez más costosas infraestructuras de suministro.

De esta forma, el ahorro de agua se englobaría en el concepto más amplio de *conservación del agua*, término surgido hace años en Estados Unidos para hacer frente a un ilimitado crecimiento de la demanda, con sus consecuencias de exigencia de mayores suministros, degradación de la calidad del agua y deterioro ambiental. En su origen la idea de conservación del agua se orientaba hacia la reducción de la demanda de agua, el aumento de la eficiencia en su uso y la mejora de las técnicas de riego y de los usos ornamentales. El concepto fue posteriormente ampliándose para incorporar todas aquellas técnicas que tienen por objeto el ahorro de agua o la mejor gestión de los recursos, tales como las actuaciones de modernización y rehabilitación de redes, tarifación volumétrica, equipamientos sanitarios de bajo consumo, desarrollo educativo e información pública, reutilización de aguas residuales, reciclado, cultivos y jardinería con menos exigencia de agua, etc.

En España, sin embargo, la idea de ahorro de agua continúa, en general, asociada a la idea de sequía y no es frecuente que esta cuestión se suscite en situaciones de normalidad o bonanza hidrológica. En consecuencia, las experiencias de ahorro en España continúan por lo común teniendo el carácter de medidas de emergencia y no siempre tendría sentido su aplicación en situaciones hidrológicamente normales. Este sería el caso de las limitaciones del riego de calles y jardines o los cortes de suministro que, aunque suelen calificarse como medidas de ahorro, en realidad constituyen medidas restrictivas excepcionales para hacer frente a una situación crítica y no podrían considerarse como un uso realmente racional del agua.

Ahora bien, la experiencia de las situaciones de sequía puede servir para comprobar la eficacia de este tipo de medidas. Junto a las medidas excepcionales mencionadas, en los últimos años de sequía se han llevado a cabo otras actuaciones, tales como campañas de concienciación, reutilización de aguas residuales depuradas, reducción de fugas, aumentos temporales del precio y otras, que han permitido alcanzar ahorros del orden del 5 al 15% de los volúmenes suministrados en situación ordinaria.

Independientemente de su carácter excepcional, los tradicionales e indeseables cortes horarios del suministro pueden ser eficaces en redes de distribución con un elevado porcentaje de pérdidas, pero su eficacia disminuye cuando se trata de redes bien conservadas. Por otra parte, la complejidad de las redes, con frecuentes interconexiones, obliga a un elevado número de maniobras diarias de cierre y apertura de válvulas, lo que hace que esta medida sea muy engorrosa, cuando no técnicamente inviable. El frecuente recurso a los cortes de suministro es, pues, indicativo de una inadecuada gestión del servicio de abastecimiento urbano.

Las restricciones en el riego de jardines tampoco pueden constituir una medida de ahorro permanente. Sin embargo, la práctica del *paisajismo xerofítico* que está empezando a implantarse en algunos países presenta interesantes perspectivas. Esta práctica consiste en emplear plantas, arbustos y cubierta vegetal de tipo autóctono, de mayor tolerancia frente a la sequía que el cesped típico de la mayoría de las zonas residenciales. Además de conseguirse una importante reducción del consumo de agua en relación con los jardines convencionales, se reduce también apreciablemente la cantidad de fertilizantes y herbicidas necesarios.

Otra posible forma de conseguir ahorros de agua consiste en la utilización de equipamientos domésticos (cisternas, cabezales de ducha y grifos) de menor consumo de agua. La experiencia de Ciudad de Méjico en este tipo de medidas parece especialmente prometedora. Es posible que para su implantación no sea suficiente con incentivos económicos o campañas de información, por lo que podría establecerse la homologación de este tipo de instalaciones en el marco de una estrategia de ahorro regular. Asimismo, es interesante la experiencia de la ciudad de Zaragoza y su campaña de ahorro (Viñuales, 1998), no tanto por los modestísimos objetivos volumétricos marcados (1 hm^3/año), sino por el efecto de creación de opinión, participación pública y conciencia ciudadana de la necesidad de ahorro.

Sin duda, una de las fuentes más importantes de ahorro es la reducción de las pérdidas que se producen en las redes, fundamentalmente en las más antiguas.

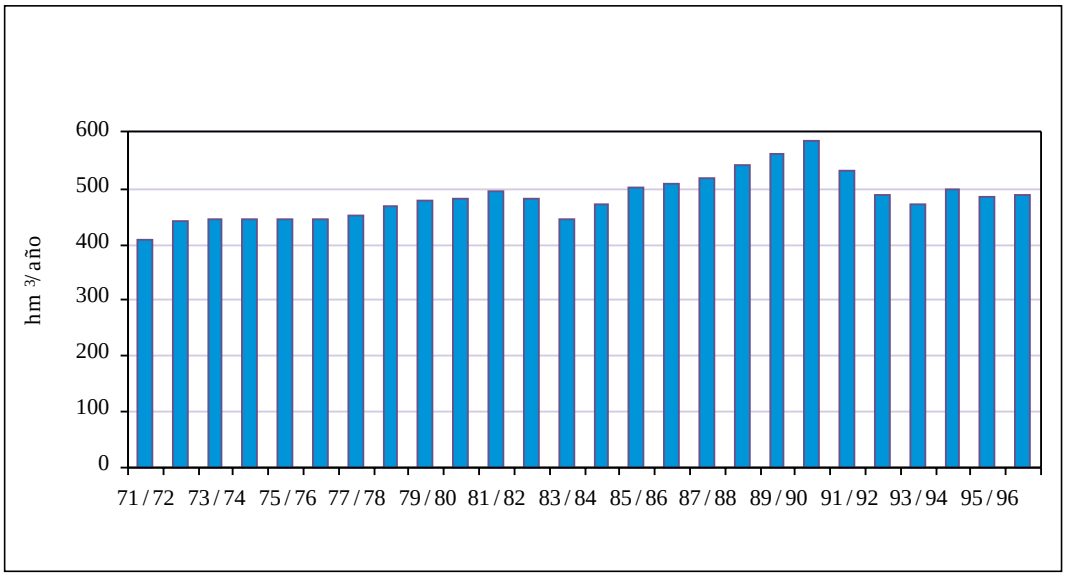


Figura 221. Volúmenes anuales derivados por el Canal de Isabel II desde 1971

Como se ha mencionado anteriormente, el volumen de agua no registrada, en el que se incluyen los usos públicos y las pérdidas en tratamiento y distribución, se sitúa en un valor medio del 28%, con oscilaciones desde poco más de un 10% hasta algún caso excepcional en que se alcanza el 50%. Estas cifras ponen de manifiesto la conveniencia de efectuar mediciones de las aguas dedicadas a usos públicos y diferenciar la proporción real de pérdidas. Existe, sin embargo, un límite técnico y económico para las pérdidas, que algunos especialistas sitúan entre el 10 y el 15%. Alcanzar estos límites requiere disponer de sistemas automatizados de control que permitan conocer en tiempo real el estado de la red, y detectar los posibles incidentes para poder actuar con la necesaria rapidez.

No obstante, no debe olvidarse que los posibles ahorros, basados fundamentalmente en los consumos no esenciales y en las pérdidas, disminuyen con el nivel de dotación. Así, resulta más difícil conseguir ahorros significativos cuando las dotaciones son más limitadas, lo que agrava la situación de las zonas con escasos recursos hídricos, donde la necesidad es mayor y suele contarse con dotaciones más estrictas.

Generalmente, una vez finalizado el periodo de sequía y normalizada la situación hidrológica, la demanda no suele recuperar los niveles previos, lo que demuestra las posibilidades de realizar ajustes en el consumo urbano. Aunque a corto plazo las entidades gestoras del abastecimiento acusan estos menores consumos en sus cuentas de resultados, acaban adaptando su organización y actividades a la nueva situación, restableciendo el equilibrio.

Este efecto de contención en el consumo se aprecia claramente en las figuras 221 y 222, en las que se muestra la evolución, a escala anual y mensual, de los volúmenes derivados por el Canal de Isabel II. Se aprecian,

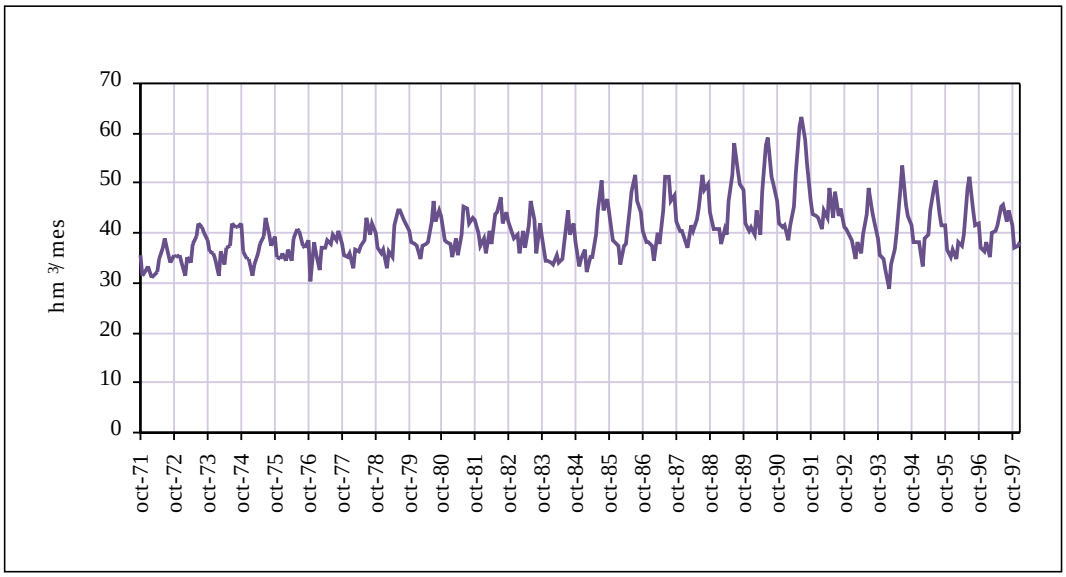


Figura 222. Volúmenes mensuales derivados por el Canal de Isabel II desde 1971

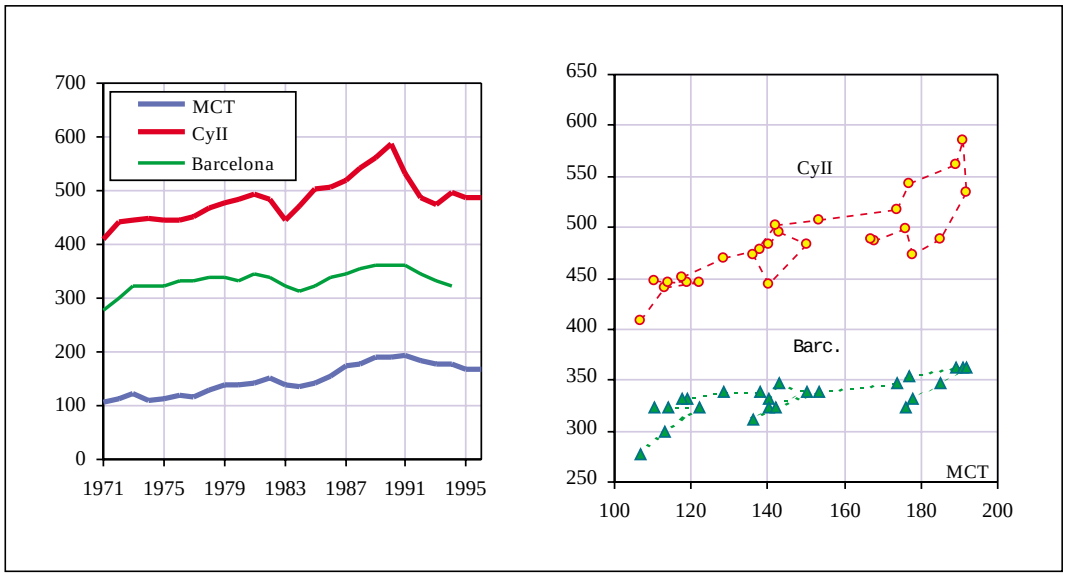


Figura 223. Evolución de volúmenes anuales (hm^3) suministrados por el Canal de Isabel II, el abastecimiento a Barcelona, y la Mancomunidad de Canales del Taibilla desde 1971

junto con un cambio del régimen estacional a mediados de los ochenta, las disminuciones correspondientes a la sequía de estos años ochenta y, de forma más acusada, la de los años noventa.

Es interesante constatar, tal y como se sugirió anteriormente, que este mismo efecto puede apreciarse también en los volúmenes suministrados por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, y los suministrados al área metropolitana de Barcelona en los últimos años, según se muestra en la figura 223, en la que se ofrecen las tres series de suministro y su comparación relativa. La sorprendente similitud de pautas observada en sistemas tan distantes entre sí sugiere un patrón de comportamiento general, y la naturaleza global -no local- de este efecto apunta a que, análogamente a como sucede con los recursos hídricos, también las series de demandas (incluso las relacionadas con los regadíos, como veremos al estudiar la reciente sequía), parecen mostrar estructuras significativas de correlación cruzada.

Por otra parte, existen algunas medidas generales a adoptar en relación con las sequías, con independencia del sistema específico de que se trate. Así, la elaboración de un manual que defina las fases y los umbrales de prealerta resulta de interés, pues concreta algo muy importante como es el sentido de anticipación a las situaciones adversas. Las campañas de concienciación y los suministros alternativos (p.e. superficiales/subterráneos) resultan también básicos en cualquier circunstancia.

Además, cada sistema específico puede requerir tratamientos singulares, no necesariamente generalizables. Las actuaciones llevadas a cabo en el área metropolitana de Barcelona y en la Comunidad de Madrid durante las últimas sequías pueden servir para ilustrar el tipo de medidas singulares adoptadas en estos casos, y su eficacia relativa.

En Barcelona, donde la última sequía alcanzó su punto más crítico en abril de 1990, se adoptaron, entre otras, las siguientes medidas:

- Alerta a los usuarios especiales (hospitales, centros asistenciales, etc.) sobre la importancia de adecuar sus instalaciones interiores con el fin de disponer de reservas y prevenir descensos de presión en la red de abastecimiento.
- Restricción prácticamente total del riego urbano, limitación al máximo del riego de jardines y obligación de funcionamiento de las fuentes ornamentales en circuito cerrado.
- Preparación de un plan para limitar los usos comerciales e industriales de tipo complementario y los usos domésticos de tipo suntuario.
- Campaña de concienciación ciudadana en los medios de comunicación.

Con el conjunto de medidas adoptadas el consumo disminuyó un 5% entre noviembre de 1989 y junio de 1990. Teniendo en cuenta que el crecimiento medio anual de los años anteriores era del 2,6%, el ahorro conseguido se podría situar entre el 5 y el 8%. El segmento que registró el mayor descenso fue el uso público (18%), seguido por los usos industriales y comerciales (7%) y domésticos (4%).

En la Comunidad de Madrid la última crisis en el abastecimiento se presentó entre marzo de 1992 y noviembre de 1993, adoptándose las siguientes medidas:

- Creación de una Oficina de la Sequía.
- Limitación del riego de parques y jardines (Ley 3/1992 de la Comunidad de Madrid).
- Utilización de aguas residuales depuradas para riego, que se facilitaban de manera gratuita. El volumen

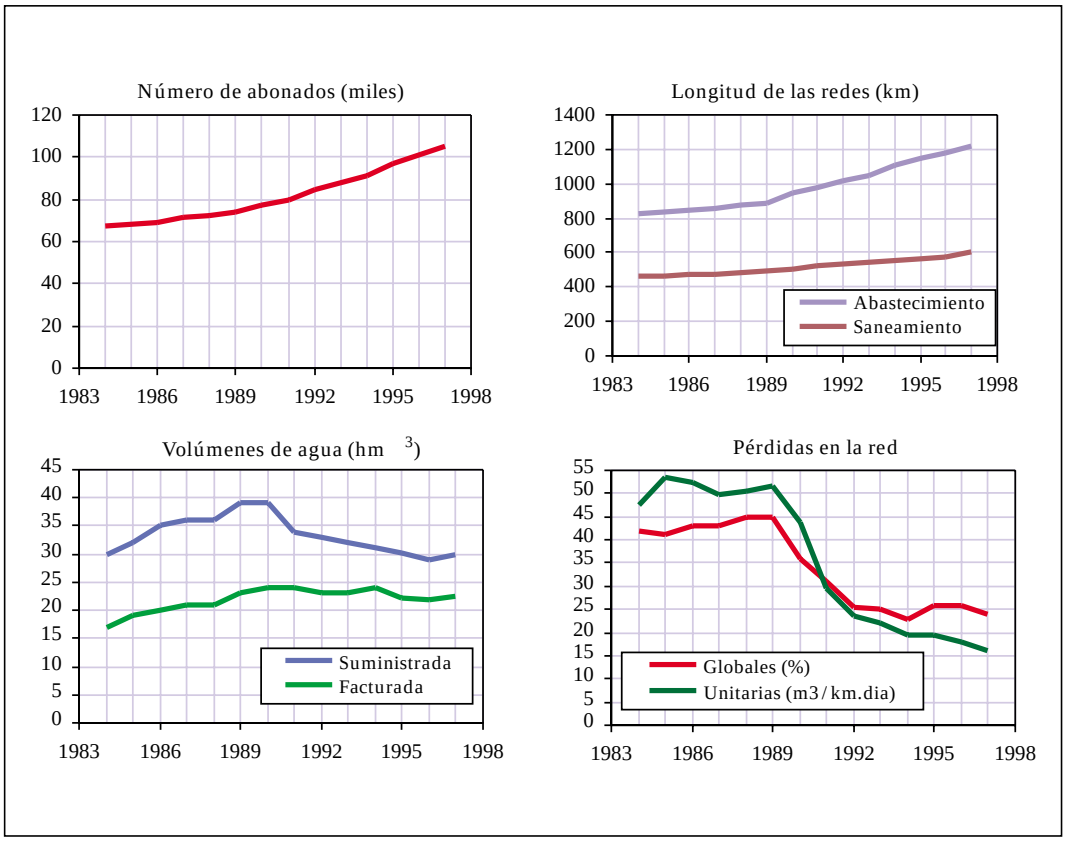


Figura 224. Indicadores de gestión del abastecimiento en la ciudad de Murcia

movilizado fue muy reducido (sólo 37.000 m³ transportados en cisternas por 300 usuarios), lo que, unido a la necesidad de autorización por el Organismo de cuenca, y a los posibles problemas sanitarios, hace que esta medida deba plantearse con prudencia en el futuro.

- Control de fugas, tomas clandestinas y usuarios con consumos excesivos. Corte de bocas de riego (lo que exigió acuerdos específicos con los Ayuntamientos e instalación de hidrantes para los bomberos).
- Instalación de caudalímetros en las grandes conducciones y en la red de distribución e instalación de contadores en parques y jardines. Ello debe considerarse el inicio de una campaña de mejora del control, que aún hoy continúa.
- Plan de eficiencia interna, repartiéndose más de 3.000 juegos de dispositivos de ahorro para grifos, duchas e inodoros. Frente al total de 1.800.000 viviendas servidas, esta cantidad es muy modesta, pero importante desde el punto de vista de la concienciación pública.
- Campaña en los medios de comunicación social.

Con estas medidas, junto con la apertura de nuevos pozos por particulares e industrias, el agua derivada para abastecimiento por el Canal de Isabel II pasó de 590 hm³ en 1991, a 522 hm³ en 1992 y 476 hm³ en 1993, lo que supuso una disminución muy significativa, del orden del 20%. La eficacia de las diversas medidas fue muy variada. Mientras que el ahorro voluntario favorecido por las campañas de comunicación fue muy efectivo, la limitación del riego y la reutilización de aguas depuradas para riego tuvieron muy escasa repercusión. Entre los usuarios que habían instalado dispositivos de ahorro, la mitad alcanzó un ahorro superior al 20% y una quinta parte de ellos ahorraron por encima del 40%. También pudo constatarse el efecto acumulado y progresivo de las medidas tomadas: en el verano de 1993, ya sin restricciones en el riego de parques y jardines, se consumía un 24% menos que en el verano de 1991.

No obstante, tras estos años secos parece observarse una cierta recuperación en los consumos, y en 1998 el agua total derivada por el Canal ya alcanzó una cifra de 506 hm³, con tendencia creciente, lo que puede deberse al aumento del número de viviendas -aún con población estable-, a sus mayores equipamientos, a la estabilidad de precios, etc.

Como último ejemplo ilustrativo, se muestra un caso en el que las experiencias de ahorro son resultado de un plan previo de medidas de conservación y uso eficiente aplicadas en situaciones hidrológicas normales, y no como respuesta coyuntural a la sequía. Es el experimentado en la ciudad de Murcia y su área metropolitana, en que como consecuencia de un importante esfuerzo municipal se han conseguido los

interesantes resultados mostrados en los gráficos adjuntos (Hervás, 1996. Datos actualizados por comunicación personal).

Desde 1984, en que se crea una empresa municipal para el servicio de aguas -y que en 1989 se transforma en empresa mixta- la evolución del volumen requerido en alta del sistema, suministrado y facturado, ha sido contenido y reducido pese a que han ido aumentando tanto el número de abonados (por el natural crecimiento vegetativo y por localizar y dar de alta usuarios clandestinos y aumentar el número de contadores) como el de las zonas abastecidas (lo que se refleja en la longitud de las redes). Ello ha sido posible fundamentalmente por la combinación de esfuerzos en detección de fraudes, y mantenimiento, mejora y renovación de las redes de suministro. Si hubiese continuado linealmente la tendencia del periodo 1984-89 se requerirían ahora unos 50 hm^3/año, cifra que contrasta con los 30 actuales, y que supone haber ahorrado unos 20 hm^3/año, es decir, aproximadamente un tercio del consumo previsto. Ello ha supuesto pasar de dotaciones unitarias de 330 l/hab/día a 230, no sólo sin la percepción de perjuicio para los usuarios, sino con un general mejor servicio. Como se observa en los gráficos de la figura 224, las pérdidas globales en la red han pasado del 45 al 25% en escasamente 4 años, y la reducción de pérdidas unitarias ha sido aún mayor.

Este es un caso en el que la mejora de eficiencia y mayor ahorro y conservación del recurso se ha visto forzada por la escasez hídrica estructural de la zona, que los episodios de mayor sequía únicamente exacerban.

Un aspecto de importancia fundamental en el desarrollo de medidas de ahorro y conservación es el relativo a su economía. Por una parte, existen casos, fundamentalmente cuando se trata de sistemas eficientes o en zonas de escasez, en que los costes que supone el ahorro no presentan apreciables ventajas económicas frente a la alternativa de nuevas infraestructuras de suministro (siempre y cuando éstas sean posibles), si bien suelen suponer ventajas desde el punto de vista ambiental y de su aceptación social. Además, la diversidad de situaciones y las dificultades de evaluación de los costes del ahorro, menos conocidos que los de otras técnicas de generación de recursos, no coadyuvan a facilitar su desarrollo.

Desde el punto de vista jurídico existen también algunas dificultades para una generalizada implantación de medidas de ahorro, pues la revisión concesional que estas medidas deben conllevar, podría plantear problemas de ejecución práctica si no se ha acordado previamente mediante un plan conjunto, cuyos balances hídrico-económicos o sociales resulten atractivos para todos los interesados.

Por otra parte, se presenta el problema de la remuneración de las inversiones necesarias para el ahorro que han de realizar las empresas suministradoras del servicio de abastecimiento. Paradójicamente, en situaciones de escasez las empresas realizan gastos extraordinarios en campañas de comunicación para disuadir a los usuarios de consumir el producto que constituye la base de su actividad. Así, cuanto más eficaces son estas campañas y mayor es el éxito conseguido, menores son sus beneficios. De ahí la conveniencia de disponer de un adecuado marco tarifario para que los programas de ahorro y conservación puedan ser realmente eficaces.

En el sector eléctrico, con el que el sector hídrico tiene algunas similitudes, se vienen abordando estas cuestiones desde hace algún tiempo. En el caso de Estados Unidos, concretamente, se ha introducido el concepto de *ahorro compartido*, que supone que a las empresas les resulte más rentable invertir en el ahorro de energía por parte de sus clientes que en la construcción de nuevas infraestructuras, al recuperar tarifariamente en distintas proporciones las inversiones en uno y otro concepto.

La necesidad de tales medidas institucionales o regulatorias para fomentar la conservación del agua debe ser subrayada, pues de no establecerse tal conservación como objetivo inicial, de forma expresa, los avances que se produzcan serán el resultado de situaciones críticas, tales como las de Barcelona, Madrid, Sevilla o Murcia, ya comentadas, y no se plantearán desde el comienzo, como posible alternativa a otras fuentes de suministro. Los incentivos económicos son esenciales a este respecto.

Debe huirse, en cualquier caso, de la falsa y vana confrontación entre conservación del agua y nuevas infraestructuras. Este debate no ha de plantearse, en ningún modo, como dilema, puesto que la realización de nuevas infraestructuras de suministro y las actuaciones de gestión y conservación del agua deben constituir medidas complementarias, de relativa necesidad según las circunstancias concretas. Como tales, su correcto tratamiento requiere que se consideren de forma coordinada y conjunta.

3.3.3.5. Demanda futura

Las previsiones de los Planes Hidrológicos sobre necesidades futuras para los abastecimientos urbanos elevan la demanda a unos 5.300 hm^3/año en el primer horizonte de los Planes (10 años) y a 6.300 hm^3/año en el segundo (20 años), con la distribución territorial que se muestra en la tabla 69 y la figura 225. Debe indicarse, en todo caso, que se está interpretando la

Ámbito	Primer horizonte (hm^3/año)	Segundo horizonte (hm^3/año)
Norte I	81	88
Norte II	221	230
Norte III	266	270
Duero	243	337
Tajo	851	939
Guadiana I	126	137
Guadiana II	48	55
Guadalquivir	583	640
Sur	283	317
Segura	180	184
Júcar	613	686
Ebro	338	358
Cuencas Internas de Cataluña	791	942
Galicia Costa	262	317
Península	4.886	5.500
Baleares	114	123
Canarias	347	690
España	5.347	6.313

Tabla 69. Previsiones de demanda de abastecimiento urbano a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos

demanda en el sentido reglamentario, es decir, se suponen proyecciones de consumo futuro con elasticidad precio nula.

Esta evolución prevista de las demandas representa, respecto a la situación actual, unos incrementos globales del 15% y del 36% para cada uno de los horizontes considerados. Estos incrementos, que en términos absolutos podrían no ser demasiado importantes en comparación con otras demandas, presentan el problema de su exigencia de calidad y su gran concentración geográfica, lo que puede dificultar la obtención de nuevos recursos, que se hallan cada vez más distantes y a menudo comprometidos.

La comparación entre las previsiones de demanda efectuadas en los Planes y las previsiones de población realizadas por el INE, y comentadas en los epígrafes de población, permite extraer algunas conclusiones que se ilustran en la figura 226. En ella se ha supuesto que la situación actual corresponde a los datos de 1995 y que los dos horizontes de los Planes corresponden a los años 2.005 y 2.015.

En primer lugar hay que señalar que frente a un incremento generalizado de las demandas de abastecimiento en los ámbitos de todos los Planes de cuenca sólo se prevén incrementos de población en el Guadalquivir, Sur, Canarias, Segura, Guadiana y Baleares. En el resto de los

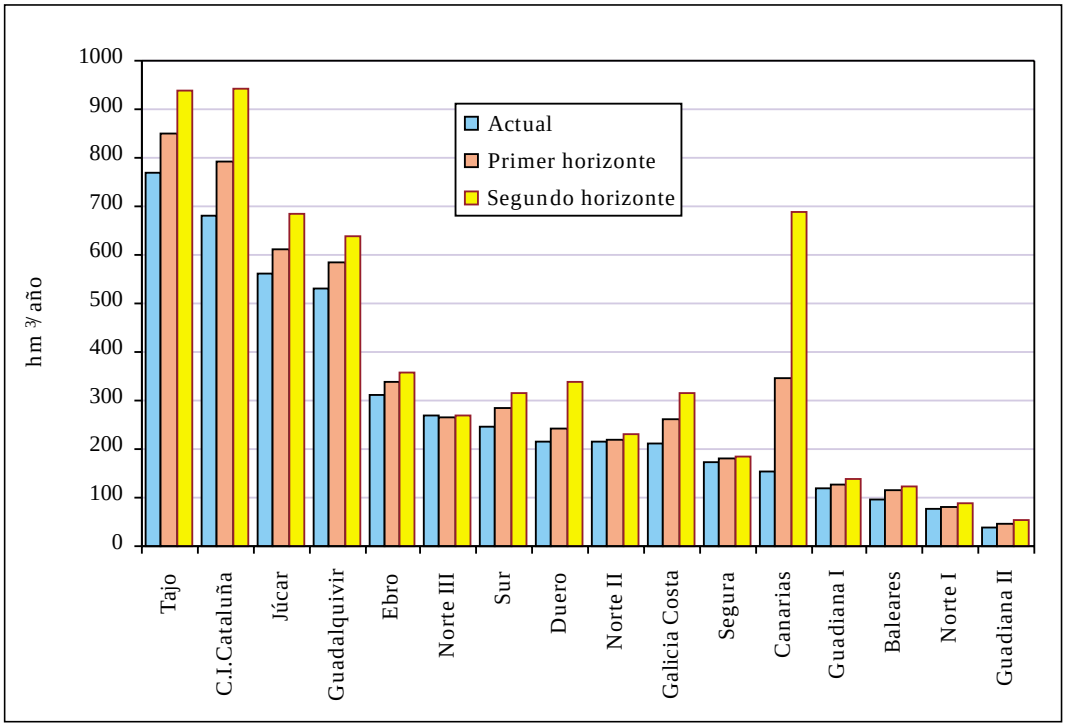


Figura 225. Demanda de abastecimiento de poblaciones prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos

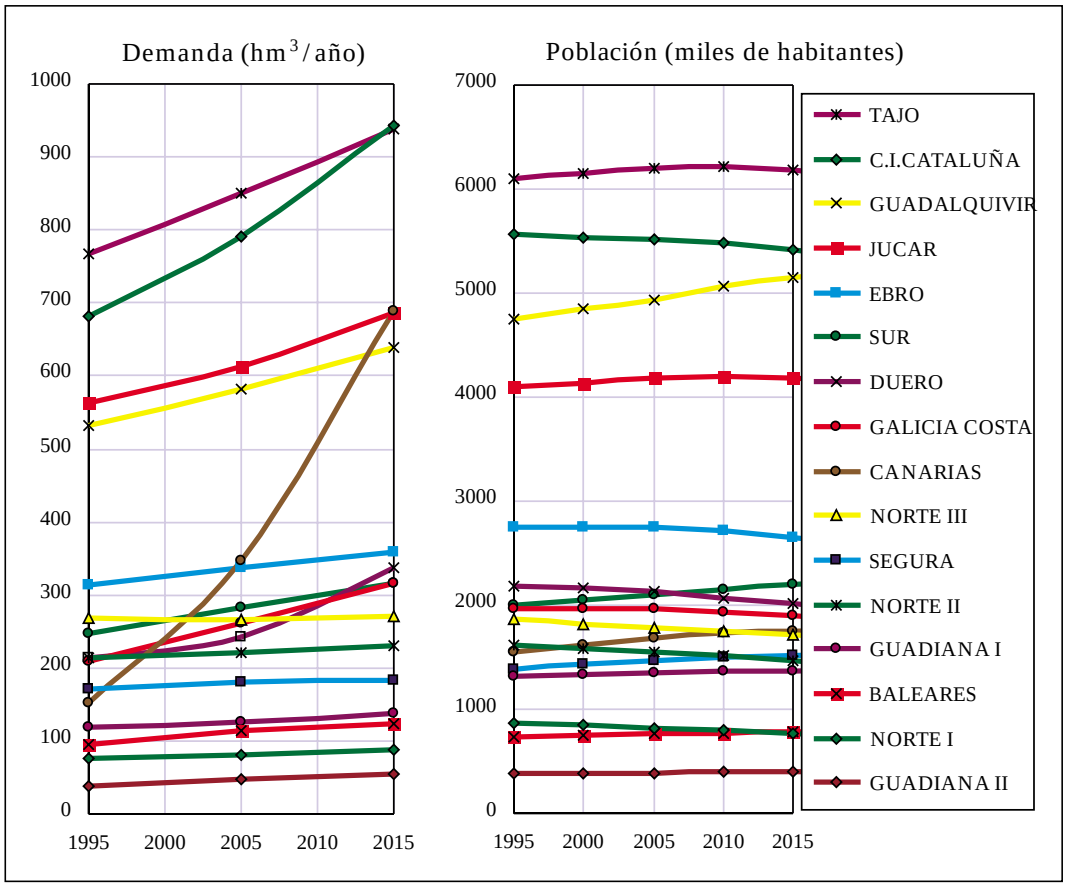


Figura 226. Previsiones de evoluciones anuales de población y demanda urbana en los Planes Hidrológicos

ámbitos, por tanto, y si las previsiones del INE son correctas, la evolución de la demanda prevista en los Planes no se justificaría por un mero aumento de la población estable, sino, en todo caso, por un incremento de las dotaciones unitarias o de la población estacional.

Analizando algunos de los casos concretos que se muestran en la figura 226, destacan las islas Canarias, con un llamativo incremento de su demanda, que pasaría a superar en el segundo horizonte a las demandas de todos los ámbitos, con excepción del Tajo y de las Cuencas Internas de Cataluña. Esta última también presenta un considerable incremento de demanda, a pesar de que las previsiones de población indican un apreciable descenso, y pasaría a situarse en el segun-

Ámbito	Dotación actual (l/h/día)	Dotación 1er horiz. (l/h/día)	Dotación 2º horiz. (l/h/día)	Tasa anual 1995-2005 (%)	Tasa anual 2005-2015 (%)
Norte I	245	270	317	0.96	1.61
Norte II	364	390	427	0.69	0.92
Norte III	396	410	432	0.35	0.51
Duero	268	313	458	1.56	3.87
Tajo	345	376	416	0.86	1.02
Guadiana I	247	256	274	0.37	0.69
Guadiana II	276	342	378	2.17	1.00
Guadalquivir	307	323	341	0.53	0.53
Sur	340	370	396	0.83	0.69
Segura	340	337	332	-0.09	-0.14
Júcar	377	402	449	0.66	1.12
Ebro	311	337	369	0.78	0.93
Cuencas Ints. de Cataluña	336	393	476	1.59	1.92
Galicia Costa	293	366	457	2.25	2.24
Baleares	358	408	432	1.33	0.56
Canarias	269	564	1080	7.66	6.72
España	327	370	438	1.25	1.70

Tabla 70. Evolución de las dotaciones de abastecimiento y tasa de variación anual

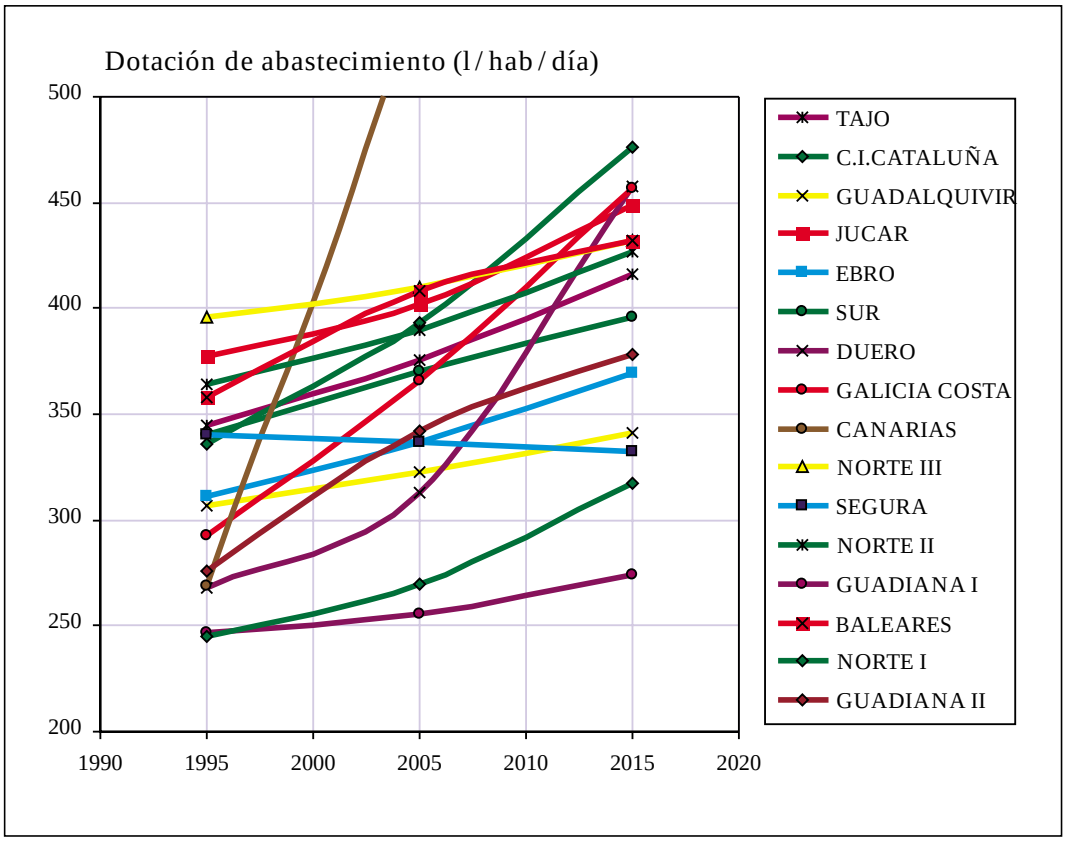


Figura 227. Evolución prevista de las dotaciones de abastecimiento en los distintos Planes Hidrológicos

do horizonte con la mayor demanda de España, ligeramente por encima de la demanda de la cuenca del Tajo. Llama igualmente la atención el caso de la cuenca del Duero, donde a pesar de la clara tendencia de disminución de la población, se prevé un importante incremento de la demanda.

En líneas generales, el conjunto de estas previsiones no parece haber contemplado con suficiente intensidad la implantación de las necesarias medidas de ahorro y contención de la demanda. En efecto, si se analiza la evolución de las dotaciones resultantes de dividir las demandas y las poblaciones previstas, se aprecia su incremento generalizado, tal y como muestra la figura 227.

La tabla 70 presenta numéricamente esta evolución de las dotaciones, junto con la tasa de variación anual acumulativa resultante.

Estas dotaciones pueden diferir de las de los Planes Hidrológicos, ya que se han obtenido a partir de diferentes estimaciones de población. Además, tales estimaciones de población han requerido adoptar una hipótesis general de distribución por ámbitos de planificación de las previsiones del INE, y algunos Planes pueden tener estimaciones propias de mayor precisión.

De acuerdo con los datos de esta tabla, se pueden realizar una serie de consideraciones. Las dotaciones del primer horizonte parecen situarse en torno a las cifras convencionalmente admitidas, excepción hecha de Canarias, que en ambos horizontes presenta unas cifras especialmente altas, lo que será objeto de un comentario posterior. Salvo esta excepción, la dotación de todos los ámbitos es inferior a la establecida en la Orden de 24 de setiembre de 1992, que establece, para los dos horizontes, una dotación máxima de 410 l/hab/día para poblaciones con actividad comercial-industrial alta y más de 250.000 habitantes.

La situación es diferente en lo que se refiere al segundo horizonte. En este caso, los ámbitos del Norte II, Norte III, Duero, Júcar, Cuencas Internas de Cataluña, Galicia Costa, Baleares y Canarias superan la cifra máxima de 410 l/hab/día establecida en la citada Orden. Destacan de una forma particular, con una dotación superior a 450 l/hab/día, además de Canarias, las Cuencas Internas de Cataluña, Duero y Galicia Costa, como se había puesto de manifiesto en la figura anterior, con una pendiente más acusada que en el resto de los ámbitos.

Esta evolución de las dotaciones se refleja en las tasas de variación anual acumulativa de cada ámbito. Estas tasas superan el 1,5% en Canarias, Galicia Costa, Duero, Guadiana II (primer periodo) y Cuencas Internas de Cataluña.

Una notable excepción a esta evolución generalizada se presenta en la cuenca del Segura, donde se aprecia una clara apuesta de futuro por el ahorro y la conten-

ción de la demanda, con tasas de variación de las dotaciones negativas. Ello da lugar a que, pese a las previsiones de crecimiento de la población, la demanda sólo aumente ligeramente, pudiendo considerarse, en la práctica, casi estabilizada.

Se trata, pues, en algunos casos, de incrementos muy importantes en términos relativos, que podrían justificarse parcialmente por el incremento de la demanda estacional debida al sector turístico. También debe tenerse en cuenta el previsible incremento de dotación en algunas poblaciones rurales como consecuencia de la mejora de su nivel de vida.

Debe señalarse, por otra parte, la tendencia a la disminución en el número de habitantes por vivienda y el crecimiento de viviendas unifamiliares que lleva consigo la elevación de los niveles de renta, cuestiones ambas que repercuten claramente en una mayor dotación. En este sentido, algunos especialistas comienzan a propugnar el empleo de dotaciones por vivienda, y no por habitante, lo que requeriría el manejo de datos sobre la clasificación de las viviendas, sus porcentajes de ocupación temporal y movimientos estacionales de población, todo lo cual permitiría mejorar las actuales prognosis sobre evolución de la demanda de abastecimiento de poblaciones.

Frente a estas razones para un posible incremento de las dotaciones debe insistirse en la conveniencia de implantar medidas de ahorro que frenen el crecimiento del consumo, habida cuenta de las dificultades ya mencionadas para hacer llegar a las concentraciones urbanas nuevos recursos, que cada vez son más escasos y distantes. Salvo en el caso del Segura, cuyas dotaciones descienden a largo plazo, las previsiones realizadas en los Planes no parecen haber concedido suficiente importancia a esta cuestión, cuando en la práctica ya empiezan a producirse mejoras en la gestión de las redes de suministro con el consiguiente aumento de su eficiencia, como consecuencia, fundamentalmente, de las situaciones de crisis sufridas durante la última sequía. Esta experiencia deberá tenerse muy presente en la próxima revisión de los Planes de cuenca.

El caso de Canarias, antes resaltado, merece una consideración especial. Como se ha señalado, sus previsiones apuntan a un crecimiento francamente espectacular de la demanda urbana, alcanzando dotaciones en el segundo horizonte superiores a los 1.000 l/hab/día. Esta cifra debe ser matizada incorporando el fuerte efecto que en estas islas tiene el sector turístico. Según las previsiones del Gobierno de Canarias, la demanda de 690 hm^3/año estimada para el segundo horizonte se obtendría a partir de una demanda de la población fija de 368 hm^3/año y una demanda turística de 322 hm^3/año. La demanda de la población fija, teniendo en cuenta las previsiones de población, correspondería a una dotación de 576 l/hab/día, que continuaría siendo la mayor de España. En cuanto a la demanda turística se ha obtenido estimando una dotación para el segundo horizonte que varía de 500 l/hab/día en alojamientos rurales a 650 l/hab/día en plazas hoteleras. Estas dotaciones también son elevadas si se toma como referencia la Orden de 1992, en la que se establece una dotación de 350 l/hab/día para los chalés, que se consideran los establecimientos de máximo consumo (en el caso de hoteles se establece una dotación de 240 l/hab/día). Es decir, aún considerando de forma desagregada el efecto turístico, estas cifras no parecen adecuarse a las dificultades de suministro que padece el archipiélago. Sin embargo, en trabajos más recientes (Cabildo Insular de Gran Canaria, 1995) estas cantidades se ven notablemente reducidas, lo que parece indicar una reconsideración de las previsiones anteriores.

3.3.3.6. Problemas existentes y previsibles

Descritas la situación actual y las previsiones de futuro de las demandas de abastecimiento, se pasará revista a algunos de los principales problemas con que se enfrenta este sector.

En primer lugar, los problemas más evidentes de los sistemas de abastecimiento de poblaciones en España se refieren a su fiabilidad y a su vulnerabilidad. La fiabilidad, entendida como garantía de suministro, debería hallarse próxima al 100%, lo que representaría una seguridad absoluta en el abastecimiento. Sin embargo, las sequías de los últimos años han puesto de manifiesto que en importantes zonas de España los sistemas de abastecimiento no son suficientemente fiables, presentándose, con relativa frecuencia, fallos en el suministro de agua potable.

La vulnerabilidad de estos sistemas, con fallos de importante magnitud afectando a extensas zonas del territorio, también ha quedado evidenciada. Una buena parte de la población española, estimada en unos diez millones de personas, sufrió restricciones en el suministro de agua durante la sequía de los años noventa. Poblaciones como Granada, Jaén, Sevilla, Málaga, Toledo, Ciudad Real y Puertollano, y las zonas de la Bahía de Cádiz y la Costa del Sol padecieron severas limitaciones de suministro, con restricciones hasta del 30% en algunos casos y cortes diarios de agua hasta de 9 y 10 horas de duración.

Además de estos problemas de insuficiencia de recursos, derivados de la irregularidad de su presentación, también se manifiestan problemas de abastecimiento en zonas con abundantes recursos pero escasa capacidad de regulación, como sucede en la Cornisa

Cantábrica, donde algunas poblaciones padecen restricciones en el suministro durante los meses de verano.

A ello deben añadirse los problemas en la explotación de acuíferos que afectan a algunos núcleos urbanos que se abastecen de aguas subterráneas en determinadas zonas del litoral más turístico de España, con frecuencia debidos a una deficiente gestión o a la inadecuación de las captaciones.

Por tanto, y desde el punto de vista del balance entre los recursos y las demandas urbanas, aún persisten en España graves carencias que se manifiestan con especial severidad en aquellos periodos de escasez en que los recursos se mantienen por debajo de su valor medio durante varios años. La necesidad de elevar el nivel de la garantía de suministro, aproximándolo al 100% tanto como sea técnicamente razonable y factible, requiere la adopción de medidas que reequilibren el balance, actuando para disminuir los actuales niveles de demanda mediante acciones orientadas al ahorro y conservación de agua o para incrementar los recursos donde dichas actuaciones se revelen insuficientes (Cabrera et al., 1998).

Además de los problemas relativos a la disponibilidad de recursos que acaban de describirse, también existen en España problemas relacionados con la infraestructura de abastecimiento. En algunos casos, las instalaciones no disponen de la capacidad suficiente para hacer frente a la demanda, especialmente en verano en las zonas con importante población estacional. En estas áreas las instalaciones deben sobredimensonarse para hacer frente a las puntas de consumo de los meses de máxima ocupación. Debido al rápido desarrollo turístico de algunas de estas zonas en los últimos años, el ritmo de ampliación de las instalaciones no siempre ha podido acompasarse al ritmo de crecimiento de las necesidades, con los consiguientes problemas de suministro.

El deficiente estado de algunas infraestructuras es causa, también, de que se produzcan en ocasiones importantes pérdidas de agua, fundamentalmente por fugas en las tuberías. Este problema afecta a poblaciones no siempre caracterizadas por la abundancia de recursos, por lo que conviene destacar la necesidad de su urgente corrección.

Los problemas de calidad que se presentan en los abastecimientos urbanos suelen ser consecuencia de la contaminación del recurso en origen, en unos casos, y de la falta de un adecuado tratamiento en otros. Actualmente, las captaciones de las que dispone un importante número de poblaciones se sitúan en tramos de río con una calificación inferior a A3. En algunas zonas los problemas de calidad proceden de carencias en la depuración de los vertidos urbanos. Este problema se agrava en época de estiaje por el menor caudal natural de los ríos, lo que, en algunos casos, da lugar al establecimiento de las consiguientes restricciones de utilización.

Las poblaciones que se abastecen de aguas subterráneas se ven afectadas, en determinadas situaciones, por el deterioro del recurso, debido tanto a la contaminación del acuífero como a la intrusión marina en zonas costeras y como consecuencia, a veces, de una inadecuada gestión.

En pequeños núcleos de población, donde la gestión es realizada de forma independiente por cada Ayuntamiento, no siempre se dispone de un tratamiento adecuado. Las ciudades de mayor entidad, por el contrario, no presentan este problema, siendo aceptable, en general, la calidad del agua suministrada.

A este respecto, en algunos casos se aprecian importantes diferencias en la calidad de los servicios obtenidos en núcleos grandes y pequeños. En los primeros, al poder contar con Organismos o empresas especializadas, suelen alcanzarse niveles de servicio más eficientes y de mejor calidad, mientras que en los segundos, sobre todo en el caso de pequeños Ayuntamientos, pueden llegar a presentarse problemas incluso para obtener un adecuado tratamiento de las aguas potables. Ello ha dado lugar a que sea cada vez más frecuente la integración de pequeños y medianos municipios en órganos supramunicipales que prestan servicio a los Ayuntamientos integrados en dicho órgano. Con ello, como ya se ha mencionado, además de una mayor tecnificación de la gestión y seguridad del suministro, es posible obtener una disminución de los costes. Existen muchos pequeños núcleos, sin embargo, que se abastecen de pozos y manantiales en buenas condiciones, lo que supone una sencilla y económica solución a nivel municipal.

La tradicional separación de los servicios de agua potable y saneamiento (incluyendo evacuación de efluentes y depuración) tiende actualmente a corregirse con la unificación de servicios, permitiendo una gestión más racional del ciclo integral del agua.

Sin embargo, esta gestión se caracteriza al mismo tiempo por la superposición y concurrencia de diferentes entidades y niveles de actuación, con participación de las administraciones central, autonómica y local. Volveremos sobre este asunto más adelante, al formular nuevas propuestas para la política del agua, pero puede avanzarse ya que este hecho repercute claramente en las tarifas, que en lugar de ser integradas como resultado de una armoniosa coordinación, constituyen una verdadera agregación, reflejo de la concurrencia -que a veces se transforma en pugna- de los diferentes niveles de actuación.

De esta forma, son múltiples los destinatarios de los ingresos procedentes de la tarifa: Municipios, Mancomunidades, Consorcios, Comunidades Autónomas, Organismos de cuenca, etc. Todos ellos tienen responsabilidades sobre alguna parte del servicio y todos pretenden cubrir el coste de sus actuaciones con dichos ingresos. Así, el resultado es una tarifa agregada cuyos componentes son de naturaleza jurídica diversa, con muy escasa relación con la naturaleza económica del servicio prestado.

A ello debe añadirse, en ciertos casos, la inclusión en el recibo del agua de conceptos ajenos a ella, convirtiendo el servicio de abastecimiento en un mero instrumento de recaudación, y desvirtuando la percepción del precio pagado por el agua.

3.3.4. Abastecimiento industrial

3.3.4.1. Introducción

Se describen en esta sección las características del abastecimiento industrial para usos no energéticos. Se centra, por tanto, en el empleo del agua para la producción industrial, que comprende la utilización específica en los productos y en los procesos de fabricación, acondicionamiento y conservación. También incluye la satisfacción de las necesidades inducidas por las correspondientes actividades de producción, tales como alimentación e higiene del personal, mantenimiento, seguridad de las instalaciones, etc. Los usos industriales energéticos (producción hidroeléctrica y refrigeración de centrales) se describen en un apartado posterior.

Una parte del abastecimiento a las industrias procede de captaciones propias, de forma directa o a través de polígonos industriales autoabastecidos. Otra parte, fundamentalmente industrias de poco consumo situadas en núcleos de población, suele abastecerse de la red municipal correspondiente. Finalmente, una porción relativamente pequeña de industrias utiliza agua de ambas procedencias. Como ya se ha comentado, el agua para uso industrial suministrada por las redes municipales se contabiliza dentro del uso de abastecimiento a poblaciones, por lo que el abastecimiento industrial suele hacer referencia exclusivamente a las industrias no conectadas a redes municipales.

Este epígrafe se refiere precisamente al abastecimiento de estas industrias sin conexión a redes de abastecimiento, pero debe tenerse presente que la demanda industrial total está compuesta por la demanda de estas industrias más la fracción de uso industrial comprendida en el abastecimiento de poblaciones.

Entre las características de la demanda industrial puede señalarse que, al igual que la de abastecimiento urbano, exige altos niveles de garantía de suministro. Los requisitos en cuanto a la calidad del recurso, sin embargo, varían en función del tipo de industria y de la participación del agua en el proceso.

Las necesidades de agua vienen determinadas por las diferentes formas de utilización dentro de la industria (refrigeración, producción de vapor, incorporación al producto, etc.) y son función de una serie de variables específicas, como la cantidad y tipo de producto final elaborado, el número de empleados, el sistema de fabricación adoptado, la existencia y características del *reciclaje* (reutilización dentro de la propia factoría), etc. También de forma similar al abastecimiento urbano, la distribución estacional de esta demanda es prácticamente uniforme a lo largo del año.

Ámbito	Demanda (hm^3/año)
Norte I	32
Norte II	280
Norte III	215
Duero	10
Tajo	25
Guadiana I	31
Guadiana II	53
Guadalquivir	88
Sur	32
Segura	23
Júcar	80
Ebro	415
Cuencas Internas de Cataluña	296
Galicia Costa	53
Península	1.633
Baleares	4
Canarias	10
España	1.647

Tabla 71. Demanda industrial actual por ámbitos de planificación

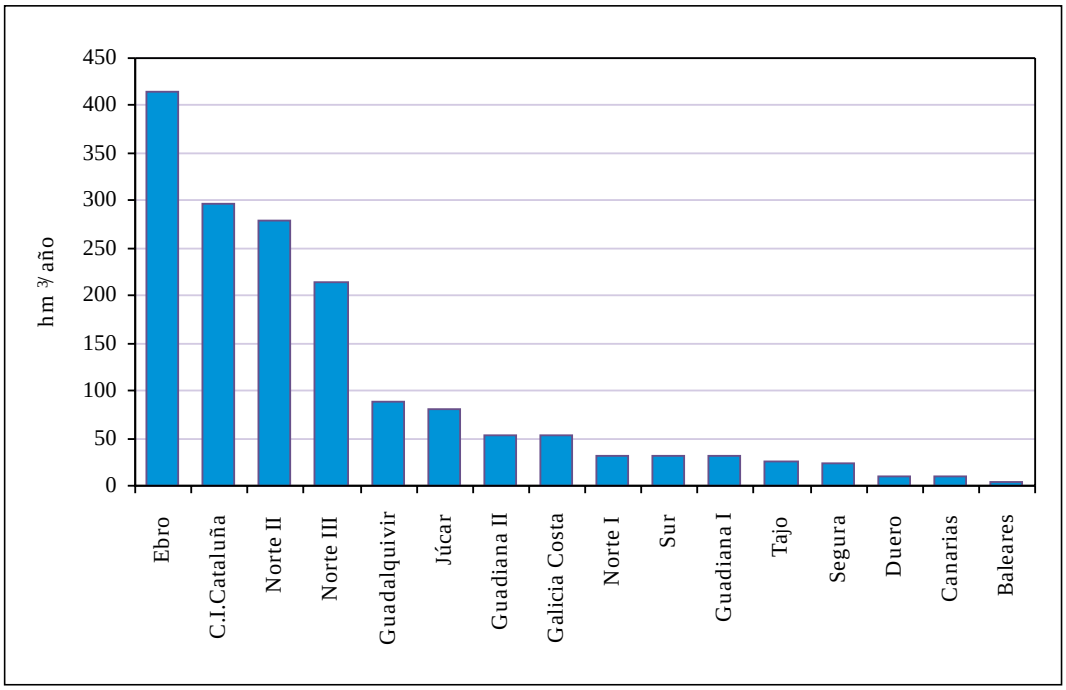


Figura 228. Volúmenes de demanda industrial actual por ámbitos de planificación

Los volúmenes y composición de los retornos varían enormemente con el tipo de industria, pudiendo producirse, en algunos casos, vertidos muy contaminantes y de difícil tratamiento. La posibilidad de reutilización de los retornos depende de sus características específicas.

3.3.4.2. Uso actual y dotaciones tipo

Según los Planes Hidrológicos de cuenca, la demanda total actual de las industrias no conectadas a la red municipal es de 1.647 hm^3/año, con la distribución por ámbitos que se muestra en la tabla 71 y la figura 228.

El mapa de la figura 229 muestra la distribución espacial de estas demandas, lógicamente asociadas a las grandes concentraciones de actividad industrial.

Este mapa se ha obtenido a partir de los usos del suelo de CORINE-Land Cover, seleccionando las clases de uso de tipo industrial. A cada celda del territorio, de dimensión 1x1 km, se le asignó un coeficiente representativo de la fracción (entre 0 y 1) de ocupación de uso de suelo industrial. Las demandas industriales definidas en los Planes Hidrológicos se distribuyeron territorialmente conforme a estos coeficientes, garantizándose así tanto la preservación de los volúmenes agregados como su distribución a la escala de los núcleos industriales.

Así, destacan por el elevado volumen de su demanda las zonas industriales de Torrelavega y Avilés (Norte II), Ría de Bilbao (Norte III), industrias del Canal Imperial de Aragón (Ebro) y Bajo Llobregat (Cuencas Internas de Cataluña). En estos cuatro ámbitos se concentra el 73% de la demanda industrial española no conectada a redes municipales.

Las dotaciones empleadas dependen de factores de diversa índole, influyendo, en gran medida, la escasez o abundancia de agua. Se suele producir, de hecho, una frecuente acomodación de la demanda a la oferta, pudiéndose reducir apreciablemente el volumen de agua necesario mediante los adecuados procedimientos de fabricación. No es de extrañar, por tanto, que industrias del mismo ramo y con producciones similares demanden cantidades de agua muy diferentes.

Una práctica habitual de evaluación de esta demanda consiste en emplear dotaciones en función del número de empleados en la industria correspondiente. Un ejemplo de ello se encuentra en la Orden Ministerial del MOPT, de 24 de septiembre de 1992, que establece las dotaciones orientativas reflejadas en la tabla siguiente.

En la misma O.M. se establece una dotación de 4.000 m^3/ha/año para los nuevos polígonos industriales.

Algunos autores cuestionan el empleo de este tipo de indicadores y sugieren la utilización de otras variables que presentan una mejor correlación con el consumo de agua y pueden conducir, por tanto, a mejores estimaciones. Este sería el caso de la potencia contratada o el consumo de energía eléctrica, que podrían dar lugar a valores de demanda más ajustados.

En cualquier caso, dadas las diferencias ya mencionadas que se producen entre industrias similares, junto con las distorsiones en el consumo derivadas de una relativamente generalizada falta de datos sobre el suministro, el empleo de dotaciones tipo para evaluar la demanda industrial no ofrece una gran fiabilidad.

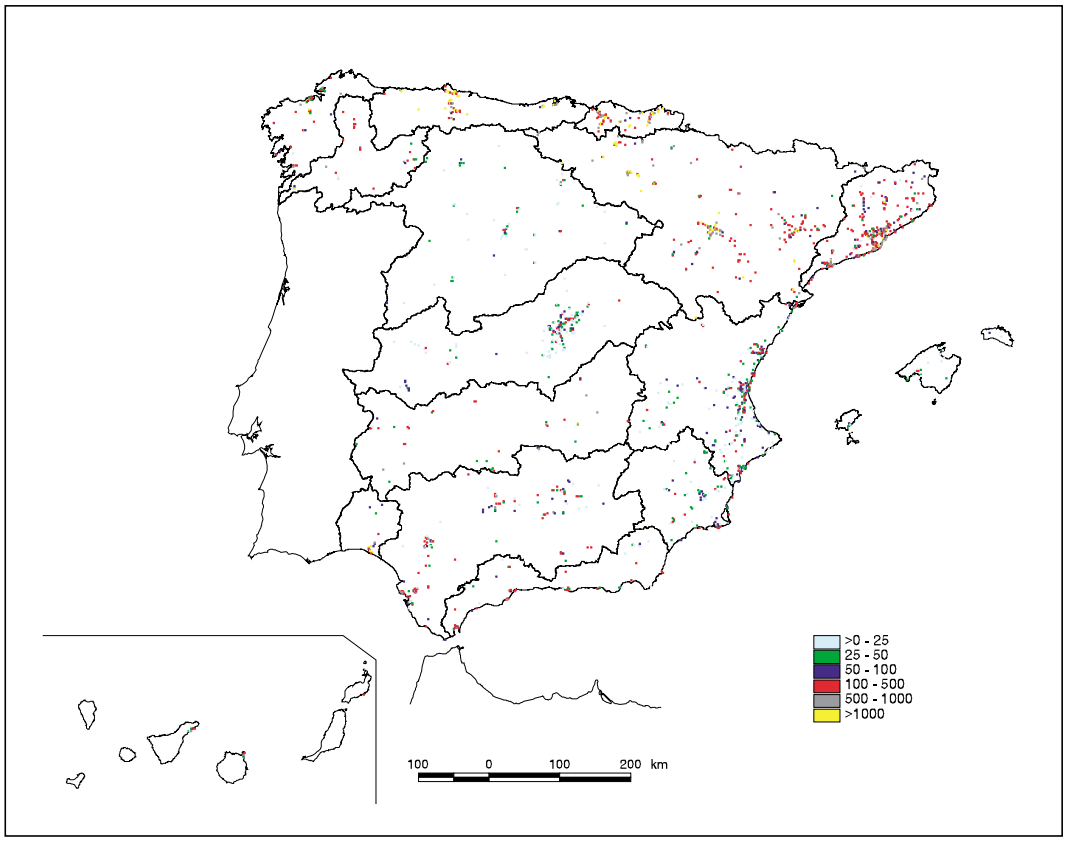


Figura 229. Mapa de distribución espacial de la demanda industrial (mm/año)

Se hace necesario, por tanto, realizar un esfuerzo para mejorar las estadísticas disponibles sobre consumo real de agua en las industrias.

3.3.4.3. Demanda futura

En cuanto a la estimación de las demandas futuras, a la falta de conocimiento actual se debe añadir la gran incertidumbre asociada a su posible evolución, pues ésta no suele obedecer a fenómenos continuos y predeterminables, sino a decisiones puntuales y coyunturales, de difícil o imposible predicción a medio y largo plazo.

Las estimaciones realizadas en los Planes Hidrológicos de cuenca se muestran en la tabla 73 y en la figura 230, en las que también se presenta, a efectos comparativos, la demanda actual.

Estas previsiones suponen un crecimiento global cercano al 18% en el primer horizonte, llegando hasta el 26% en el segundo, lo que significa un crecimiento del 1,65% anual en el primer periodo y del 0,73% en el segundo.

Sector	Dotaciones (m^3/empleado/día)
Refino de petróleo	14,8
Química:	
Fabricación de productos básicos, excluídos los farmacéuticos	16,0
Resto	5,9
Alimentación:	
Industrias, alcoholes, vinos y derivados de la harina	0,5
Resto	7,5
Papel:	
Fabricación pasta de papel, transformación papel y cartón	20,3
Artes gráficas y edición	0,6
Curtidos	3,3
Material de construcciones	2,7
Transformados de caucho	1,8
Textil:	
Textil seco	0,6
Textil ramo del agua	9,2
Transformados metálicos	0,6
Resto	0,6

Tabla 72. Dotaciones industriales

Ámbito	Actual (hm³/año)	Primer horizonte (hm³/año)	Segundo horizonte (hm³/año)
Norte I	32	34	35
Norte II	280	291	299
Norte III	215	215	215
Duero	10	10	10
Tajo	25	24	24
Guadiana I	31	34	38
Guadiana II	53	58	64
Guadalquivir	88	99	99
Sur	32	37	42
Segura	23	38	38
Júcar	80	92	116
Ebro	415	534	534
Cuencas Internas de Cataluña	296	346	406
Galicia Costa	53	91	129
Península	1.633	1.903	2.049
Baleares	4	4	4
Canarias	10	10	10
España	1.647	1.917	2.063

Tabla 73. Previsiones de demanda industrial a medio y largo plazo según los Planes Hidrógicos

Este crecimiento, sin embargo, varía mucho de unos Planes a otros. Mientras que en cinco de ellos (Norte III, Duero, Tajo, Baleares y Canarias) el crecimiento es nulo, en Galicia Costa se prevé un incremento del 72% hasta el final del primer horizonte y del 143% hasta completar el segundo horizonte.

No existen razones que hagan prever un aumento de dotaciones para uso industrial. Por el contrario, la experiencia internacional apunta hacia un incremento del reciclaje y de la reutilización de agua en la industria, con la consiguiente reducción de dotaciones, por lo que los aumentos de demanda previstos han de suponerse asociados a un incremento de la actividad industrial.

Debe señalarse, finalmente, que la industria es una de las áreas donde las posibilidades técnicas de ahorro son mayores y donde, además, la reducción del consumo tiene un efecto añadido evidente, al disminuir retornos que pueden llegar a ser muy contaminantes.

3.3.5. Usos agrarios

Los usos agrarios del agua comprenden los propiamente agrícolas, relativos a la producción vegetal, y los ganaderos, referentes a la producción animal.

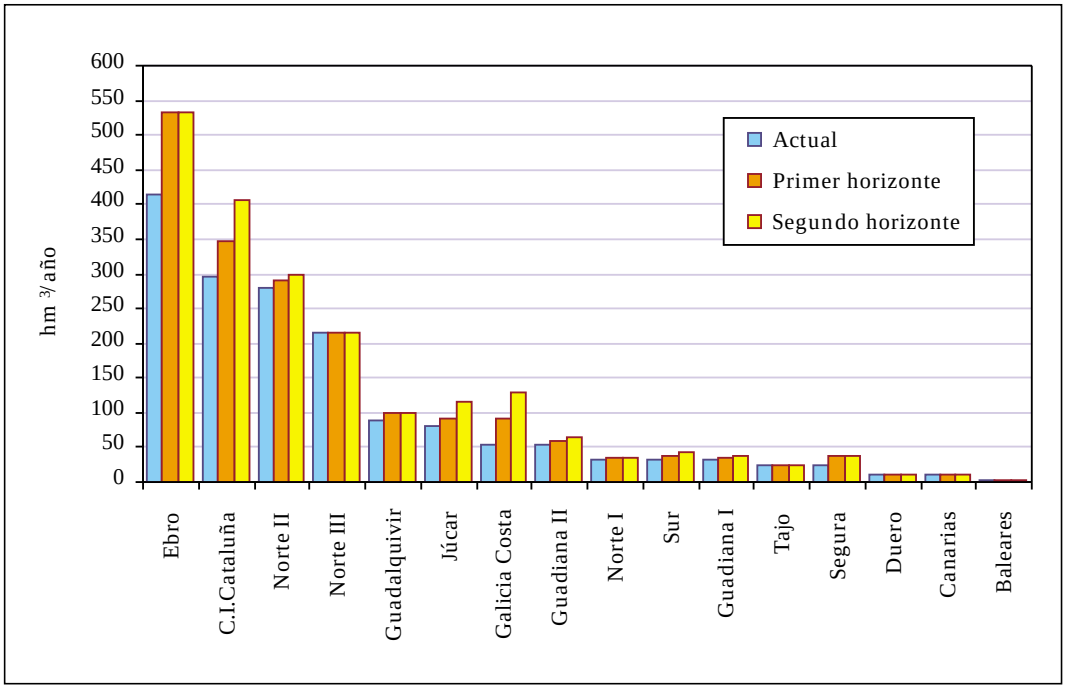


Figura 230. Demanda industrial prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos

Desde un punto de vista cuantitativo, sin embargo, la demanda hídrica de la ganadería es, como veremos, muy poco significativa en comparación con la demanda agrícola.

El uso agrícola más importante es el regadío, en el que se incluyen los volúmenes de agua requeridos para la evapotranspiración de los cultivos y, si es el caso, otros volúmenes adicionales de menor entidad, tales como los destinados al lavado de suelos y al riego antihelada u otras modificaciones climáticas locales.

Como es sabido, el agua es necesaria para el desarrollo de las plantas, y su aplicación incrementa su productividad y posibilita la diversificación de cultivos. En España, la gran irregularidad temporal de las precipitaciones no permite que esta aplicación se produzca de forma natural y obliga a la aportación artificial de agua a través del regadío.

A diferencia de los usos anteriores, la demanda de agua para riego se caracteriza por su gran volumen y su concentración en los meses más secos del año, lo que obliga a regular y movilizar importantes cantidades de agua anualmente. Se trata, con diferencia, del uso con mayor demanda de agua en España.

Los niveles de garantía del suministro para riego, son, sin embargo, menos exigentes que para el uso urbano, y las condiciones de calidad son también menos estrictas. Los consumos, por su parte, son más elevados, retornando al sistema hidráulico una porción en general considerablemente menor que en otros usos. La cifra de retorno que convencionalmente se admite se sitúa en torno al 20% del suministro, aunque, como es lógico, esta cifra varía de forma importante con las dotaciones aplicadas, produciéndose, en algunos casos, retornos muy superiores. A diferencia de los usos urbano e industrial estos retornos no se suelen producir de forma localizada, dando lugar con frecuencia a una contaminación de carácter difuso de complicada corrección.

En relación con los usos agrarios, especial mención merece el Plan Nacional de Regadíos (PNR), aprobado por el Gobierno en 1996 y que está siendo actualmente reelaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Este Plan puede ser un instrumento de gran utilidad para estimar la evolución de las futuras necesidades de los riegos, constituyendo una pieza clave para la evaluación de tales demandas futuras. Por esta razón, se ha dedicado un apartado específico - dentro de este epígrafe de los regadíos- al comentario de los principales criterios y resultados disponibles de este Plan, y se dedicará otra sección - en un capítulo posterior - al estudio de su naturaleza jurídica y de su relación con los instrumentos de la planificación hidrológica.

1.2.5.1. Evolución histórica del regadío

El uso del agua en la agricultura española es muy remoto, existiendo antecedentes aislados desde los primeros pobladores prehistóricos de la península, y desarrollándose de forma que desde el primer milenio a.C. puede hablarse ya de un regadío autóctono en la vertiente mediterránea, que se consolida y extiende con la influencia fenicia, griega, cartaginesa y romana, continuando en el período visigótico (Al-Mudayna [1991]; Gil Olcina y Morales Gil [1992]; Sáenz [1992]).

Los árabes, con claras influencias sirias y egipcias, dejan una estructura y una tecnología muy depurada del regadío que, en algunos casos, ha perdurado hasta la actualidad. En el siglo XIII comienza a desarrollarse una legislación muy prolija sobre la posesión, dominio y uso de las aguas, no sólo en Aragón, con Jaime I, sino también en Castilla, con Alfonso X y sus Partidas, de donde van a surgir los esbozos de las Comunidades de Regantes. Los dos primeros siglos de la Edad Moderna representan la gran transformación del regadío medieval, tanto en lo relativo a las infraestructuras (con la construcción de grandes obras hidráulicas, como el Canal Imperial de Aragón), como a la regulación jurídica (tal y como se verá al estudiar los fundamentos históricos del régimen de concesiones de aguas).

A partir del siglo XVIII se inicia una política de regadíos fomentada por el Estado, con la abolición del régimen patrimonial del agua, orientada a impulsar la riqueza del país mediante la producción agrícola (es la época del celebre *Informe sobre la Ley Agraria* de Jovellanos). Durante el siglo XIX se crean empresas con capital privado que, acogiéndose al régimen de concesiones, se dedican a la realización de obras de riego, siendo numerosas las disposiciones legales al efecto, hasta llegar a la Ley de Aguas de 1866, primer código español, y europeo, específico en esta materia. La política hidráulica se convierte en el instrumento fundamental de la política agraria durante la Restauración, apoyada por la corriente regeneracionista representada principalmente por Joaquín Costa, para quien el auténtico desarrollo agrario estaba basado en el regadío y en su componente social. La ejecución de obras hidráulicas por el Estado, la Ley de Aguas de 1879, y el sistema de subvenciones a empresas privadas para la construcción de canales y embalses de interés público (Ley de 7 de Julio de 1911), constituyen la base del desarrollo hidráulico durante casi todo el siglo XX, y uno de los elementos básicos del modelo tradicional de política hidráulica, dominante hasta fechas recientes, y a cuyo análisis se dedicarán posteriores secciones.

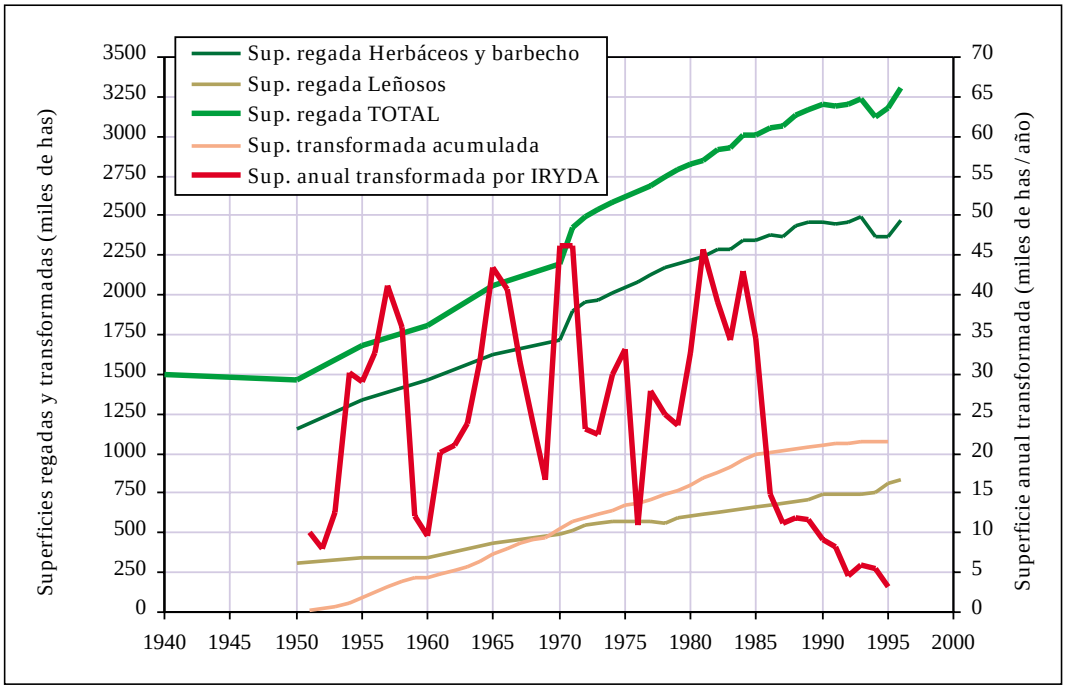


Figura 231. Evolución de superficies regadas y transformadas por el IRYDA

A comienzos de este siglo existían en España algo más de un millón de hectáreas de regadío. Su expansión constituyó un objetivo fundamental de la política hidráulica de los sucesivos Gobiernos, apoyada en una abundante legislación congruente con tal política, y que se desarrolló mediante diversos instrumentos como la creación de la primera Confederación Hidrográfica (el Ebro) en 1926, la redacción del Plan Nacional de Obras Hidráulicas en 1933, y la creación del Instituto Nacional de Colonización en 1939. Este Organismo, posteriormente transformado en Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), fue decisivo para superar la crisis de la posguerra y contribuir al proceso de recuperación socioeconómica, fuertemente apoyado en el robustecimiento de la agricultura (v., p.e., MAPA-MAP-MOPU [1988]; Barciela [1990]).

Esta política expansionista de los regadíos se mantiene, como se ha comentado, hasta bien entrada la segunda mitad de este siglo, aprovechando la práctica inexistencia de mercados competitivos. El objetivo fundamental era producir y, de esta forma, se pudo mantener la convicción generalizada de que el desarrollo regional podía fundamentarse en el del regadío, aún cuando, en algunas zonas, la falta de estructuras adecuadas de comercialización dificultase la salida de sus producciones.

Resultado de aquella política hidráulica fue el extraordinario incremento de la superficie regada: los 1,5 Mha existentes en 1950 pasaron a ser los 3,4 Mha actuales de riego permanente, es decir, se duplicó la superficie regada en menos de 40 años. Su expansión en lo que va de siglo (casi 2,4 Mha) se debe, casi por partes iguales, tanto a la iniciativa privada como a la pública.

La figura 231, de elaboración propia a partir de datos del MAPA (1997) p.34; Sáenz Lorite (1990) pp.87-92; y Barceló et al. (1995) pp.186, 249, ilustra este proceso mostrando la evolución de las superficies de tierras de cultivo regadas en España, y las transformaciones impulsadas por el Ministerio de Agricultura (INC-IRYDA), tanto en sus zonas de actuación (del orden de un 15% del total), como en zonas de actuación coordinadas con la Dirección General de Obras Hidráulicas (del orden del 85% del total). Las transformaciones desarrolladas exclusivamente por la DGOH son de muy reducida extensión en relación a estas otras (del orden de un 10% en su periodo de máxima actividad).

Como puede verse, desde el año 50 se registra un crecimiento continuo de la superficie total regada (con mayor dinamismo en herbáceos que en leñosos), que solo hacia finales de los 80 comienza a remitir. En los 40 años que median entre 1950 y 1990 el INC-IRYDA ha transformado, en sus zonas de actuación y en zonas de actuación coordinada con la DGOH, más de un millón de nuevas hectáreas de regadío - lo que supone aproximadamente 25.000 ha/año -, y la superficie total de regadío español se multiplica por más de dos. A partir de mediados de los 80 – cuando se producen las transferencias en esta materia a las Comunidades Autónomas - las transformaciones públicas del MAPA comienzan a remitir, y son progresivamente decrecientes hasta los niveles actuales, de unas 3.000-4.000 ha/año, cifras, como veremos, muy inferiores a las casi 25.000 ha/año previstas para los próximos diez años por el Borrador del Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008 (MAPA, 1998), que supondrían recuperar el ritmo de transformación de los años 60.

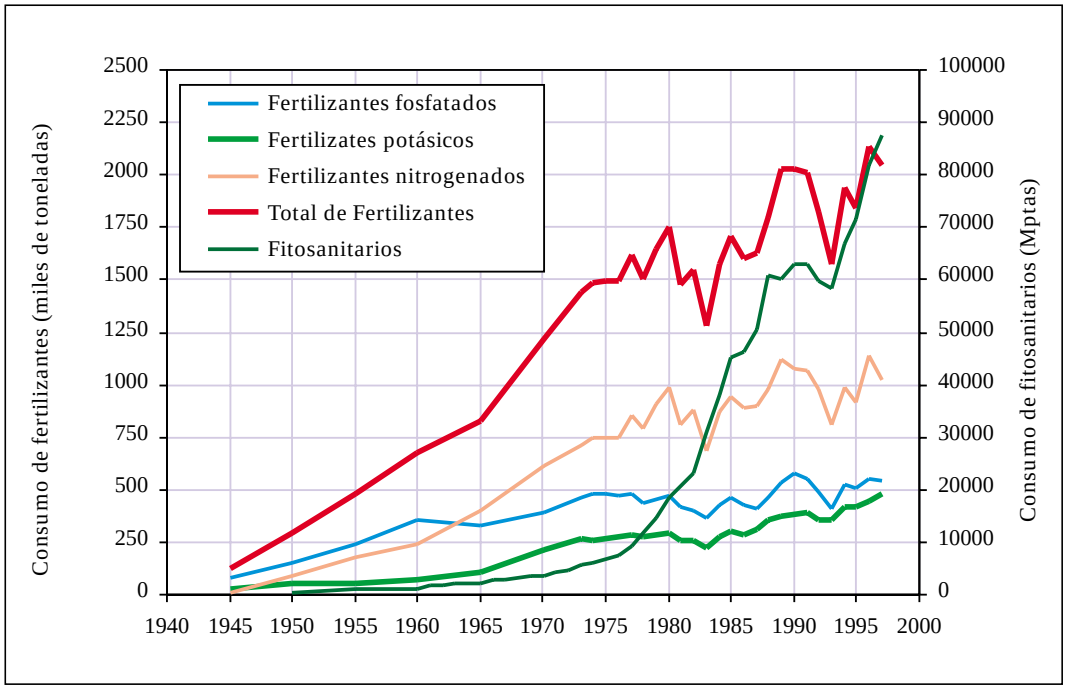


Figura 232. Evolución del consumo de productos fertilizantes y fitosanitarios empleados en agricultura

Además del incremento de superficies de regadío, y asociado con éste, la transición de la agricultura tradicional a la agricultura moderna se caracterizó también por un excepcional incremento del empleo de los medios de producción agrícola.

Así, y de forma ilustrativa, la figura 232 (elaborada con datos de MAPA [1997] pp. 604-606, 615) muestra la evolución histórica del consumo agrícola total anual (en millones de pesetas corrientes) de productos fitosanitarios (incluyendo insecticidas y acaricidas, fumigantes, fungicidas, herbicidas y otros varios), y del consumo agrícola total anual de fertilizantes nitrogenados, potásicos y fosfatados, en toneladas de N, K_2O, y P_2O_5 respectivamente.

Con objeto de tener una idea relativa de estas magnitudes, se han dividido los consumos totales de fertilizantes por la superficie fertilizable (tierras de cultivo menos barbechos más prados naturales) existente cada año. La figura 233 muestra tal evolución.

Estas cifras tienen, lógicamente, un valor meramente indicativo, pues la media ofrecida puede encubrir irregularidades espaciales muy importantes. En cualquier caso, puede verse claramente que desde el año 50 se

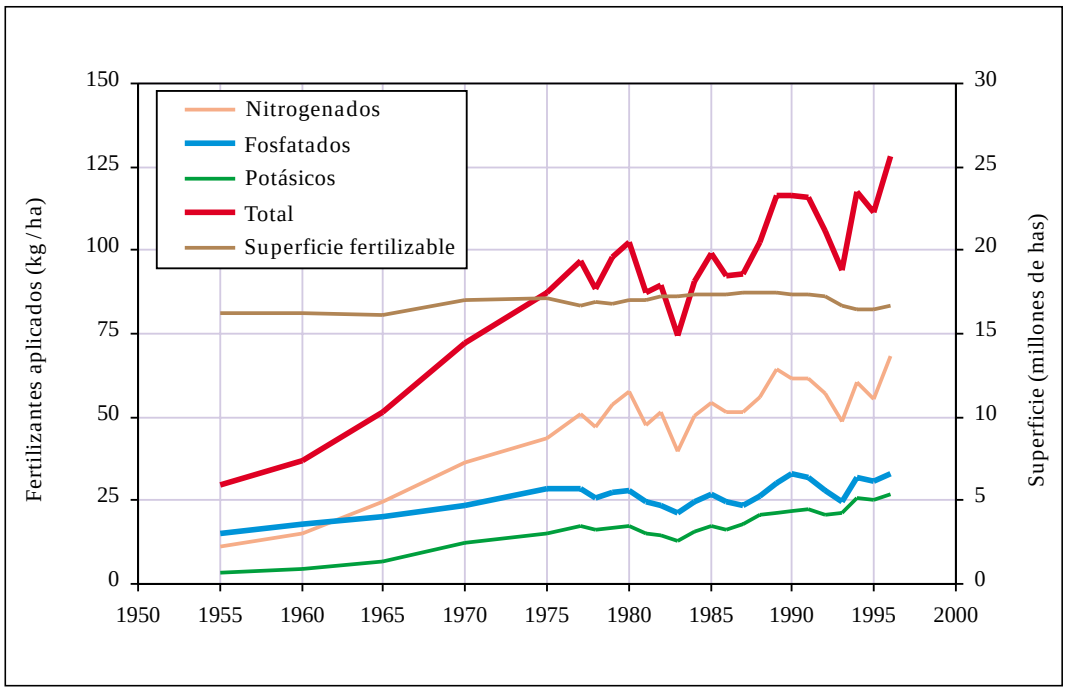


Figura 233. Evolución del consumo de productos fertilizantes por hectárea de tierra fertilizable

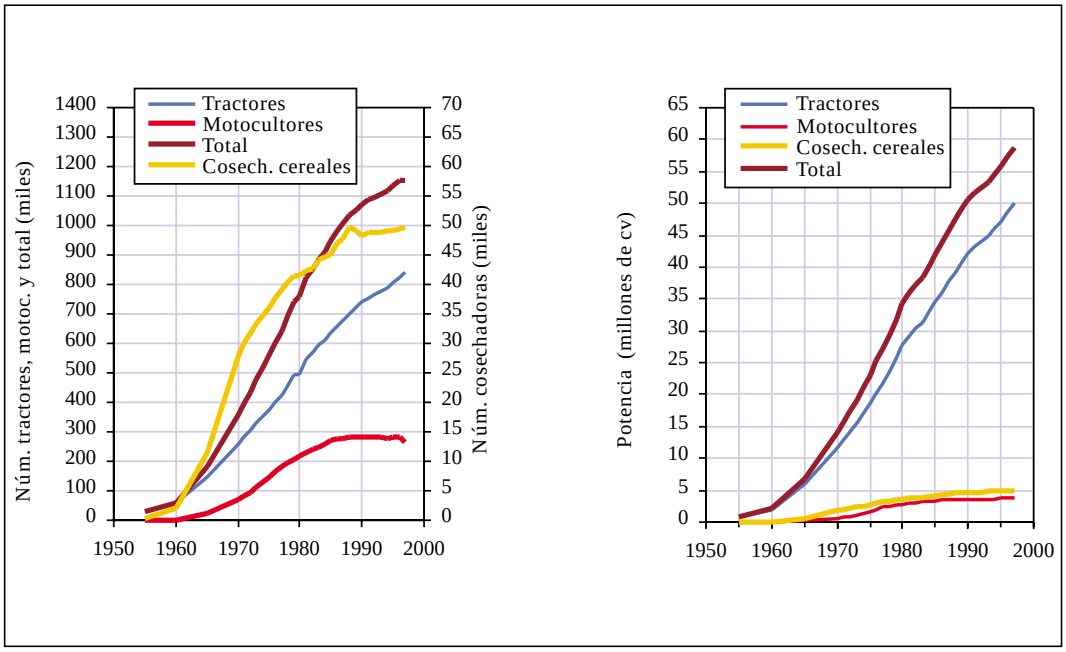


Figura 234. Evolución del número y potencia del parque de tractores, motocultores y cosechadoras

registra un enorme crecimiento en el empleo de estos medios, quintuplicando las cantidades unitarias aplicadas en apenas 40 años.

De igual modo, resulta también muy ilustrativo de la transformación producida el examen de la evolución experimentada por los medios mecánicos auxiliares de la producción agrícola.

Así, los gráficos de la figura 234 (de elaboración propia a partir de datos de MAPA [1997] pp. 609-610) muestran la evolución histórica, en las últimas décadas, de las existencias a 31 de diciembre de tractores, motocultores y cosechadoras de cereales inscritas en las Delegaciones Provinciales de Agricultura, y de la potencia anual de este parque, en millones de caballos de vapor.

Como puede verse, el crecimiento en número y potencia desde los años 50 es permanente, y continúa en la actualidad sobre todo con los tractores, frente a cierto estancamiento de motocultores y cosechadoras de cereales.

Para tener una idea relativa de cómo este incremento de medios de producción se relaciona con el incremento de superficies de cultivo, la figura 235 ofrece (datos de MAPA [1997] p.610) la serie de potencias existentes por cada 100 hectáreas cultivadas (lo que se conoce como *índice de mecanización*).

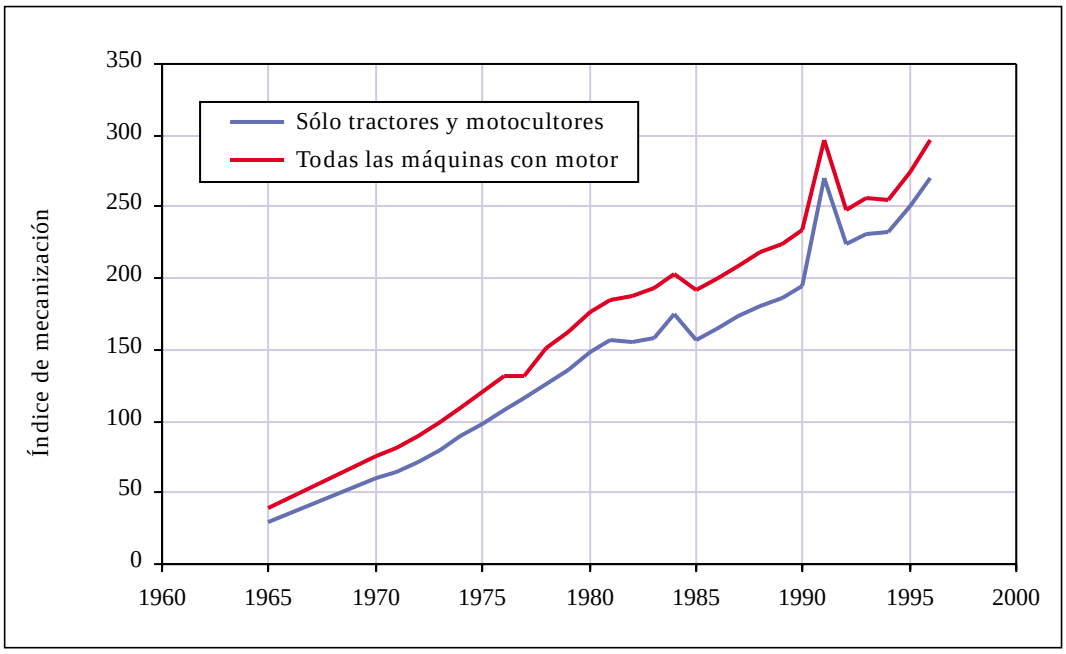


Figura 235. Evolución del Índice de mecanización

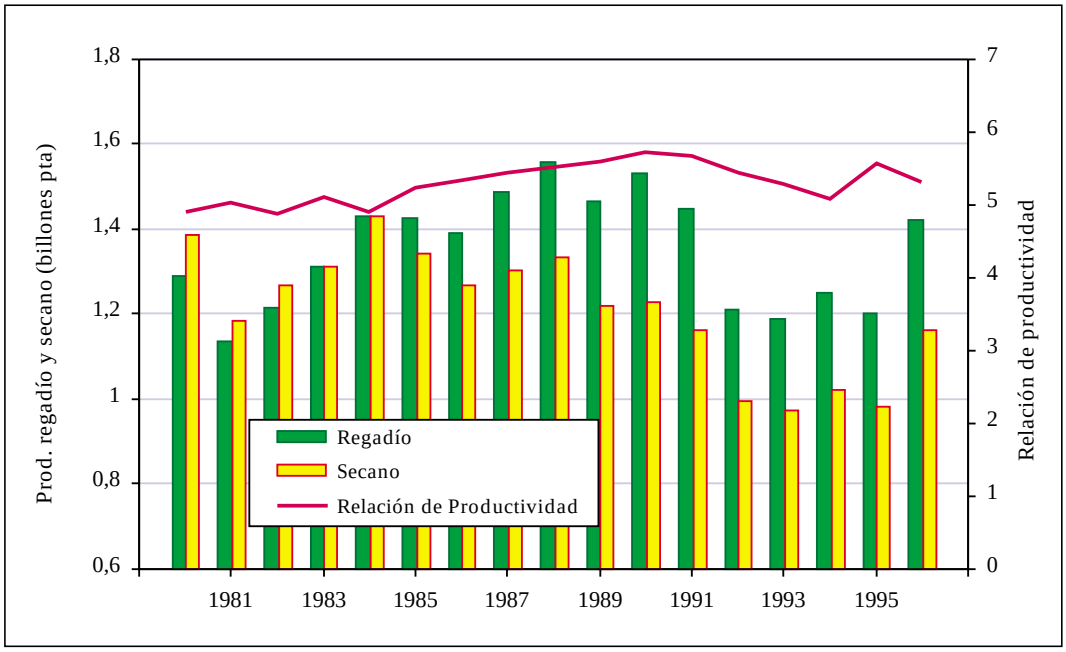


Figura 236. Evolución desde 1980 de la producción total agrícola del regadío y del secano, y de la relación de productividad entre ambos

El gran desarrollo de estos medios de producción ha supuesto, en definitiva, un extraordinario incremento, en las últimas décadas, de los inputs aportados a la actividad agrícola.

Como se expondrá más adelante, con la incorporación de España a la Unión Europea a mediados de la década de los ochenta se acelera la mutación en el ámbito de nuestra agricultura, forzando aún más la transición de un modelo autárquico tradicional (o de agricultura concebida como modo de vida), a otro basado en la modernización de infraestructuras, productividad, competitividad comercial, precios y calidad (o de la agricultura como actividad económica y negocio), que la adecue a las exigencias del comercio mundial -especialmente de la Política Agraria Comunitaria (PAC)-, en un marco de ventajas y limitaciones relativamente rígidas, y complejas regulaciones internacionales.

El resultado final de este proceso está aún por ver, pero ya se intuyen, junto con indudables beneficios, algunas distorsiones e inconvenientes. En posteriores secciones se abordarán tales problemas y perspectivas de futuro.

3.3.5.2. Uso actual del agua para riego

El interés de los regadíos como actividad productiva nacional responde al hecho de que están en la base del sistema agroalimentario y a que, ocupando sólo el 15% del la superficie agrícola útil, se obtiene de ellos el 55% de la producción final agrícola. Además, generan un 30% de los jornales estimados necesarios para el sector agrario. En algunas regiones, como Andalucía, este porcentaje casi se duplica, y en otras, como Aragón, el sector agroalimentario genera el 15% de todo el empleo industrial de

Tabla 74. Superficies de riego actualmente existentes según los Planes Hidrológicos de cuenca

Ámbito	Superficie (ha)
Norte (I, II y III)	69.972
Duero	550.326
Tajo	230.720
Guadiana (I y II)	340.974
Guadalquivir	483.170
Sur	159.607
Segura	265.969
Júcar	370.000
Ebro	783.948
C. I. Cataluña	64.502
Galicia Costa	63.811
Península	3.382.999
Baleares	24.039
Canarias	30.000
España	3.437.038

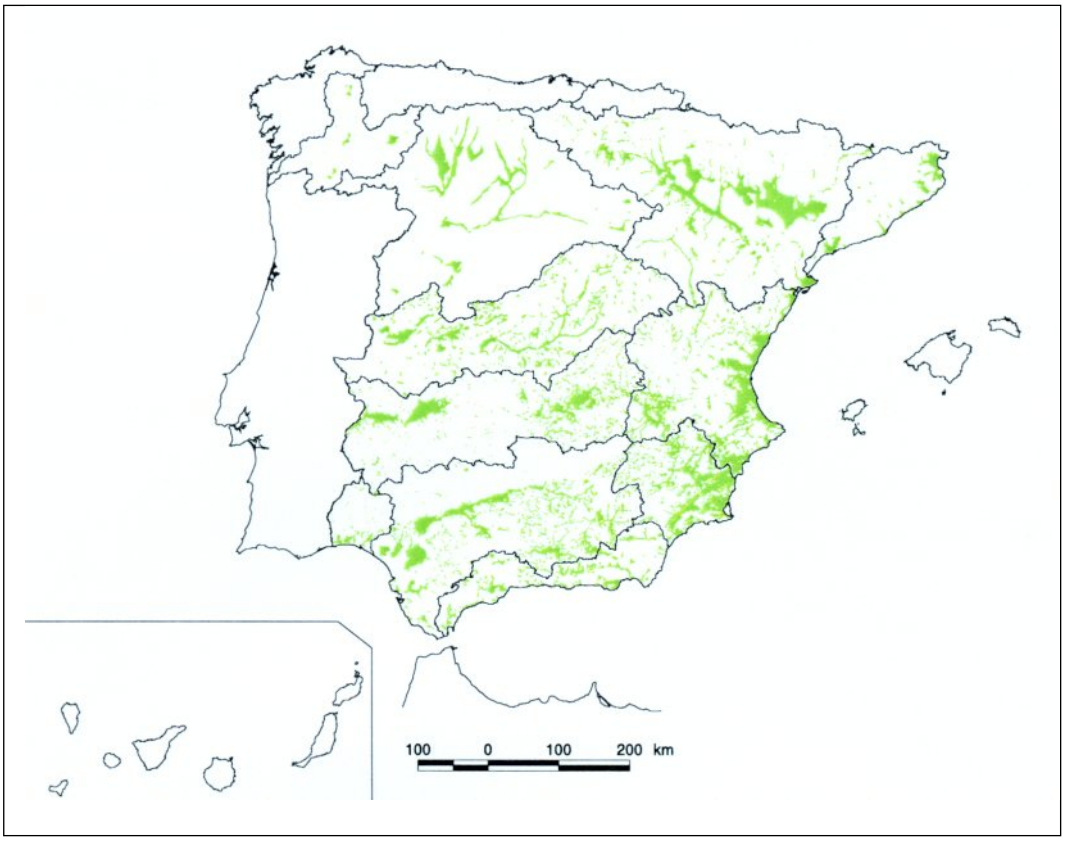


Figura 237. Mapa de superficies brutas de riego identificadas en los Planes Hidrológicos de cuenca

la región. Ambos ejemplos dan una idea de la gran importancia socioeconómica del regadío, más allá de su participación en el PIB.

El gráfico de la figura 236 (de elaboración propia con datos del MAPA) muestra la evolución reciente de esta producción agrícola (en billones de ptas. constantes de 1996), así como la relación de productividad (ptas/ha) entre regadío y secano. Puede apreciarse la importante magnitud relativa del regadío frente al secano, y cómo esta relación ha tendido a incrementarse con el paso del tiempo. Estas magnitudes presentan, además, importantes diferencias territoriales, tal y como se verá en posteriores epígrafes.

Centrando nuestra atención en las superficies de riego, que son las relevantes desde el punto de vista de los recursos hídricos, la tabla 74 ofrece los datos de superficie regada actualmente existente, según los recientemente aprobados Planes Hidrológicos de cuenca.

En la tabla, la superficie correspondiente a los Riegos de Levante Margen Izquierda se ha considerado incluida totalmente en el ámbito del Segura, pese a que una parte importante se encuentra en el ámbito del Júcar. Los riegos del ATS en Almería no se incluyen en el Segura, sino en el Sur.

El mapa de la figura 237, elaborado a partir de la información de los Planes Hidrológicos de cuenca, muestra la localización espacial de estos regadíos existentes, en términos de superficies brutas o perímetros envolventes de riego.

Asimismo, la figura 238 muestra la distribución de superficies regadas, identificadas mediante análisis de teledetección, por unión de datos de los años 1984, 1987, 1991 y 1995.

Como puede verse, ambos mapas presentan un aspecto idéntico, pero con diferencias de densidad. Ello es perfectamente explicable considerando que representan dos conceptos distintos: en la primera están dibujados los perímetros envolventes de riego (las denominadas unidades de demanda agraria, con superficies brutas), cartografiados y contemplados en los Planes Hidrológicos de cuenca, mientras que en la segunda se representa el resultado de un estudio multitemporal de teledetección en el que se han identificado las superficies realmente regadas (netas) en el verano de los años 1984, 1987, 1991 y 1995.

El paso de superficies brutas a netas requiere de la aplicación de los correspondientes coeficientes de reducción por efectos de rotación y por improductivos, pudiendo llegar a alcanzarse diferencias significativas entre ambos conceptos. Así, y como ejemplo, atendidas desde la cuenca del Segura se han cartografiado, a partir de los inventarios de aprovechamientos hidráulicos realizados sobre foto aérea y con gran detalle y resolución espacial, un total de 457.950 ha brutas

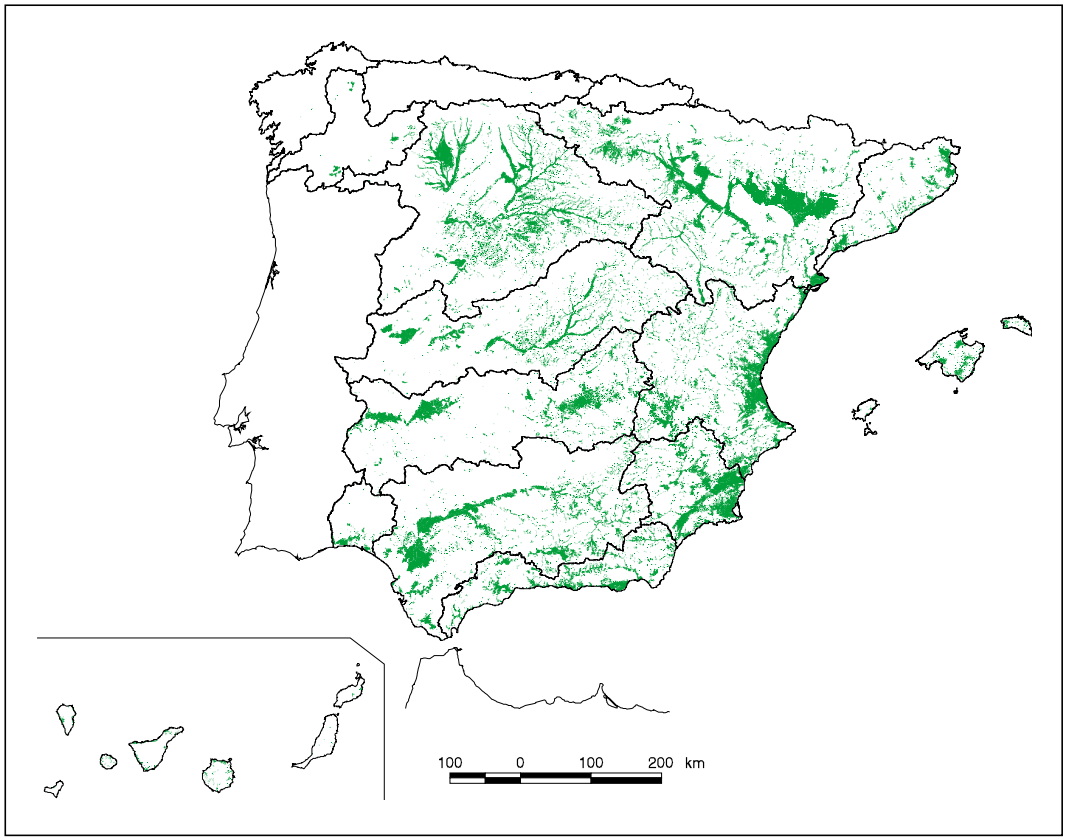


Figura 238. Mapa de superficies regadas identificadas mediante teledetección (años 1984, 1987, 1991, 1995)

regables (dominadas y, alguna vez, ocasionalmente, regadas), mientras que las realmente regadas, netas, cuya demanda está consolidada y se debe satisfacer en un año medio representativo, se han estimado, incluyendo los riegos del ATS en Almería, en 269.029, es decir, apenas un 60% de las brutas.

Estas superficies de regadío existentes generan una muy importante demanda hídrica. La tabla 75 muestra tales demandas actuales según los Planes Hidrológicos de cuenca, expresándose sus valores en términos absolutos, y en porcentaje sobre la demanda total de riego en España, y ofreciéndose también las dotaciones globales medias resultantes.

Como se observa, el total demandado es del orden de unos 24.000 hm^3/año, de los que más de la mitad corresponden a las grandes cuencas del Ebro, Duero y Guadalquivir. Las dotaciones medias oscilan entre los 5.750 (C.I. Cataluña) y los 8.800 m^3/ha/año (Canarias), con un valor medio global de 7.000. La figura 239 muestra visualmente estos resultados.

En cuanto a los métodos de riego utilizados, un 59% de la superficie ocupada riega por gravedad, un 24%

Tabla 75. Demandas de riego y dotaciones medias actuales por ámbitos de planificación

Ámbito	Demandas de regadío (hm^3/año)	Demandas de regadío (%)	Dotación media (m^3/ha/año)
Norte (I, II y III)	532	2	7.589
Duero	3.603	15	6.547
Tajo	1.875	8	8.127
Guadiana (I y II)	2.285	9	6.701
Guadalquivir	3.140	13	6.499
Sur	1.070	4	6.704
Segura	1.639	7	6.162
Júcar	2.284	9	6.173
Ebro	6.310	26	8.049
C. I. Cataluña	371	2	5.752
Galicia Costa	532	2	8.337
Península	23.641	98	6.988
Baleares	189	1	7.862
Canarias	264	1	8.800
España	24.094	100	7.010

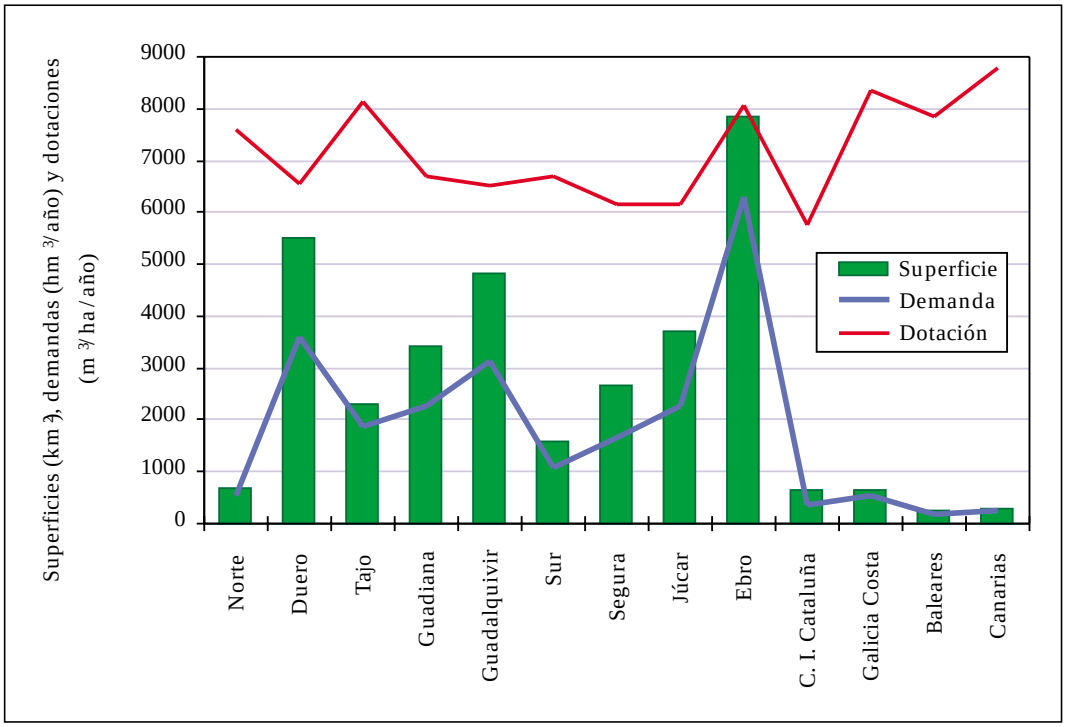


Figura 239. Superficies, demandas y dotaciones actuales por ámbitos de planificación

por aspersión, y un 17% mediante riego localizado.

Los datos referentes al origen del agua utilizada en los regadíos españoles no están suficientemente contrastados con inventarios directos. En aquellos que se atienden con aguas subterráneas, una de las principales causas de su insuficiente conocimiento es el hecho de que estas transformaciones, en general, han corrido a cargo de la iniciativa privada, y solo a partir de 1986 necesitan, obligatoriamente, la concesión administrativa correspondiente. Si se considera, además, el hecho -relativamente frecuente en algunas zonas- de que un mismo terreno dispone de distintas fuentes de recursos, se comprenderá que la identificación de los orígenes de recursos de todos los regadíos resulta una labor ardua y muy compleja.

Pese a estas dificultades, tanto el MAPA como el MOPTMA han elaborado distintas estimaciones, obteniendo distribuciones porcentuales que resultan ser del mismo orden de magnitud, tal y como muestra la tabla 76.

En la figura 240 se muestra el origen del agua en las zonas regadas según la evaluación del MOPTMA (1987).

Por otra parte, y como ya se ha mencionado, la estacionalidad de la demanda de riegos puede llegar a ser muy acusada, lo que acrecienta las necesidades de regulación, al coincidir las puntas de demanda con los periodos de menor disponibilidad natural de recursos hídricos.

De forma ilustrativa, la figura 241 muestra los valores medios de la distribución estacional de estas demandas según los datos extraídos de algunos Planes Hidrológicos de cuenca. Puede apreciarse que en aquellas zonas donde la climatología permite cultivos de invierno, como el Segura, Júcar y Sur, esta distribución presenta una menor estacionalidad, mientras que otras como el Guadiana, Tajo o Duero, prácticamente anulan sus demandas desde noviembre hasta marzo.

3.3.5.3. Precios del agua en regadío

De igual forma que en el uso de abastecimiento, se expondrán seguidamente algunas cifras de precio pagado por el agua de riego en distintas zonas de España.

La preocupación estadística por estos datos es relativamente reciente, y aunque hay abundante información al respecto, ésta suele tener el carácter pun-

Tabla 76. Distribución de superficies regadas según orígenes del agua

Origen del agua	Superficie regada (%)	
	MAPA	MOPTMA
Superficial	68	67
Subterránea	28	23
Mixto y Otros	4	10

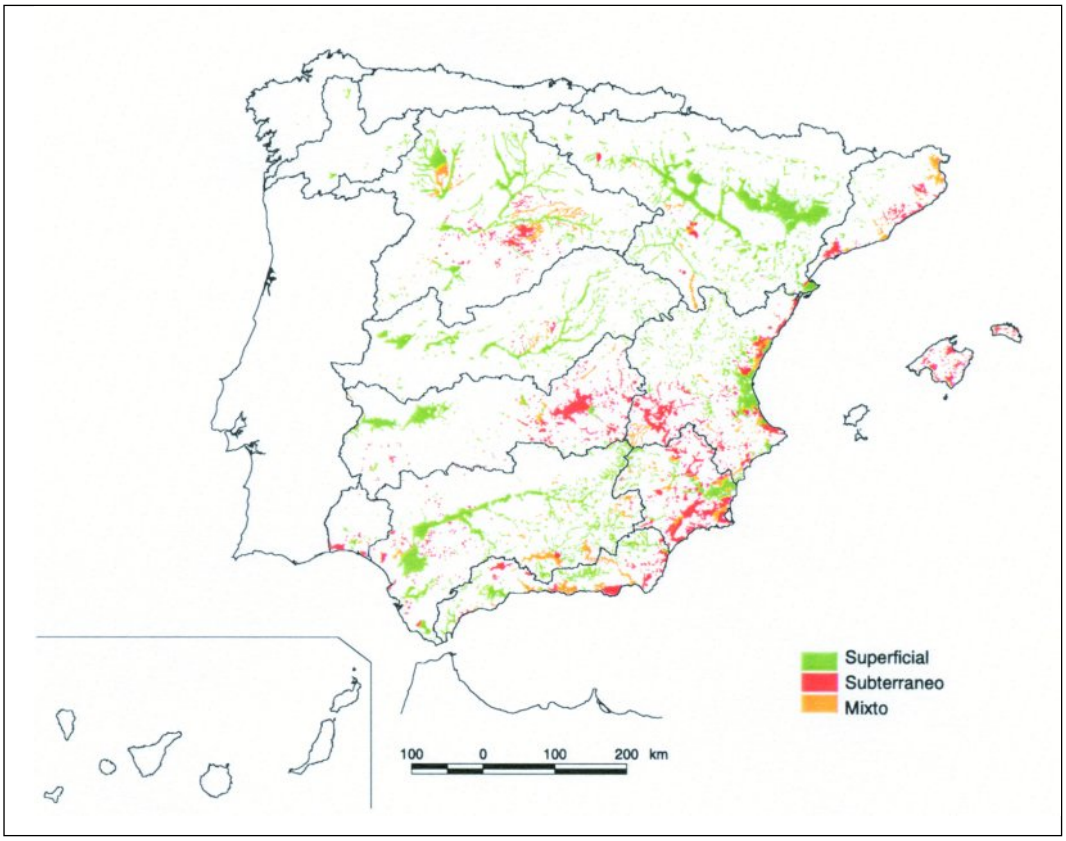


Figura 240. Mapa de zonas regadas con sus orígenes del agua

tual de los muestreos, no siempre bien representativos. En los últimos años se están produciendo interesantes estudios sistemáticos sobre la cuestión, aunque ceñidos a determinados territorios (v., p.e., Carles et al., 1998).

Las dificultades metodológicas para la estimación de los precios de abastecimientos se ven aquí, si cabe, exacerbadas, pues la diversidad de situaciones en las zonas regables o comarcas agrarias españolas es extraordinaria. Así, hay diferencias puntuales en tipologías de cultivos, prácticas y tecnologías de riego, costes de distribución y bombeo, costes diferentes para una misma zona según la fuente de suministro coyuntural que se emplee de entre las distintas posibles, costes distintos según la situación hidrológica de cada año, según el dato proceda de tarifas oficiales o sea encuestado, según se trate de un valor

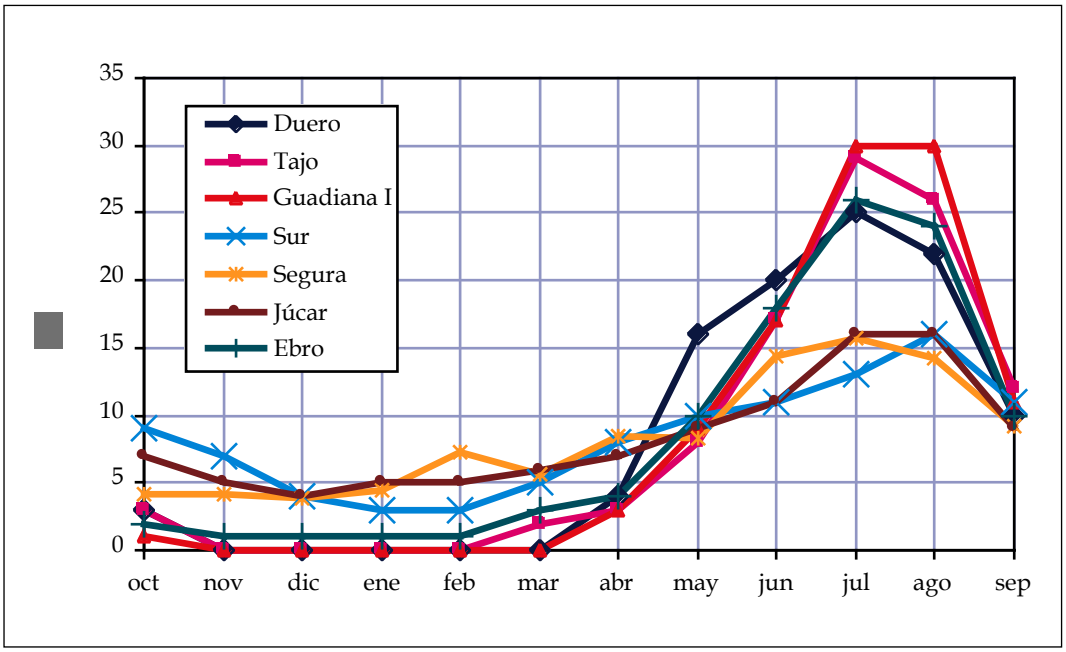


Figura 241. Distribución estacional media de las demandas de riego en algunos Planes Hidrológicos

extremo coyuntural o medio sostenido, según sea un coste de producción o de venta, etc.

Todo ello conduce, en definitiva, a que exista una gran variabilidad de precios, incluso entre zonas muy próximas, e incluso para la misma zona según el año y la fuente del dato, por lo que las cifras disponibles de los distintos trabajos y encuestas han de considerarse como meramente indicativas, y sujetas a elevadas dispersiones.

Para obtener una idea global del precio del agua para regadío en España, pueden considerarse, simplificadamente, las siguientes tipologías: los regadíos tradicionales o las grandes transformaciones de iniciativa pública, con agua superficiales, suelen ser los de menor coste del agua (en torno a 1-3 pts/m^3); otros riegos superficiales más tecnificados o con mayor escasez tienen precios mayores (5-10 pts/m^3); los regadíos con aguas subterráneas suelen alcanzar también mayores precios (5-15 pts/m^3); los de aguas trasvasadas tienen precios aún mayores a éstos (20-25 pts/m^3); por último, los regadíos altamente productivos y con mayor escasez de suministro son los que alcanzan los mayores precios del agua (25-65 pts/m^3).

En cuanto a la elasticidad de la demanda hídrica frente a estos precios pagados, se trata de un terreno poco estudiado en nuestro país, aunque en los últimos años se están realizando distintos trabajos de interés, que van permitiendo su acotamiento y caracterización (Sumpsi el al. [1998]; Federación Nacional de Comunidades de Regantes [1999]). Una revisión de otros aspectos económicos relacionados con el regadío puede verse en Garrido Colmenero (1995), y algunas reflexiones sobre economía de los riegos en Albacete y Peña (1995).

3.3.5.4. Demanda Futura

La previsión de las futuras demandas de regadío resulta particularmente compleja, y sometida a algunas incertidumbres (desarrollo futuro de los regadíos, restricciones de la PAC, disponibilidades financieras, mercados agrícolas, garantía de recursos hídricos, impactos ambientales, precios del agua, etc.).

Pese a tales dificultades, y con el objeto de acotar su magnitud, los Planes Hidrológicos de cuenca han realizado una estimación de estas demandas, considerando los distintos requerimientos sociales (fundamentalmente de las Administraciones agrarias y los usuarios), y atendiendo a su viabilidad desde el punto de vista de las disponibilidades hídricas. Las cifras obtenidas son las resumidas en la tabla adjunta, y han de interpretarse como una potencialidad futura (lo que, como veremos, el Plan Nacional de Regadíos llama *regadíos potenciales*), que se podrá ir materializando, en su caso, en la medida en que se desarrollen los preceptivos procedimientos administrativos y se arbitren los medios financieros necesarios para las transformaciones. Debe indicarse, en todo caso, que –al igual que se hizo con las previsiones de abastecimiento- se está interpretando la demanda en el sentido reglamentario, es decir, se suponen estimaciones teóricas de máximo consumo futuro con elasticidad precio nula.

En las tablas 77 y 78 así como en las figuras 242 y 243, se muestran las superficies y demandas de riego consideradas en los Planes Hidrológicos de cuenca.

Además de las posibles iniciativas de las Comunidades Autónomas y de los particulares, ejercidas en el ámbito de sus respectivas competencias e intereses, el MAPA ha programado, en el contexto del Plan Nacional de Regadíos, una serie de actuaciones para llevar a cabo a medio plazo, mediante mecanismos de cofinanciación con el resto de Administraciones agrarias y, en su caso, de los particulares. Estas actuaciones implicarían la transformación de unas 240.000 ha en los próximos 10 años, correspondientes a regadíos en ejecución, sociales y privados, cuyo detalle se muestra posteriormente, en el epígrafe dedicado al Plan de Regadíos. Como se indicó, éste es un ritmo muy elevado, similar al de los años 60.

Asimismo, una cuestión básica en relación con el regadío futuro es la del nivel de precios soportable por la agricultura desde el punto de vista de los requerimientos hídricos. La mayor o menor demanda futura dependerá, en buena medida, del precio resultante del agua para riego y su mayor o menor elasticidad, cuestión a la que nos referimos anteriormente.

Tabla 77. Previsiones de posibles superficies máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos

Ámbito	Superf. Actual	Primer horizonte	Segundo horizonte
Galicia Costa	63.811	63.811	63.811
Península	3.382.999	3.931.600	4.547.284
Baleares	24.039	24.039	24.039
Canarias	30.000	34.000 (1)	38.000
TOTAL	3.437.038	3.989.639	4.609.323

Ámbito	Demanda actual (hm^3/año)	Primer horizonte (hm^3/año)	Segundo horizonte (hm^3/año)
Norte I	475	339	357
Norte II	55	55	55
Norte III	2	3	3
Duero	3.603	4.349	5.022
Tajo	1.875	1.785	2.048
Guadiana I	2.157	2.454	2.645
Guadiana II	128	300	421
Guadalquivir	3.140	3.299	3.659
Sur	1.070	1.127	1.172
Segura	1.639	1.639	1.639
Júcar	2.284	2.420	2.580
Ebro	6.310	8.213	9.879
C.I. Cataluña	371	410	494
Galicia costa	532	277	277
Península	23.641	26.670	30.251
Baleares	189	189	189
Canarias	264	264	264
Total	24.094	27.123	30.704

Tabla 78. Previsiones de demandas máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos

Por otra parte, en el contexto de los trabajos para la preparación del vigente Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005, se llevó a cabo una selección multicriterio de los regadíos futuros potenciales, considerando la viabilidad técnico-económica y social de la transformación, las estructuras agrarias y entorno agroindustrial, y el impacto ambiental y sus posibles medidas correctoras.

Se identificó así un conjunto de 1.153.203 has (MAPA [1996] pag.23) de regadíos potenciales futuros, de las que 209.818 eran de iniciativa pública con normativa legal (ya declaradas), 828.632 has eran de iniciativa pública sin normativa, y 114.753 has eran de iniciativa privada. Su desarrollo estará obviamente condicionado por su interés social, rentabilidad económica, disponibilidad de recursos hídricos y financieros, demanda de los mercados y repercusiones ambientales.

Las superficies potenciales identificadas por el vigente PNR-2005, junto con las del Borrador de PNR-2008 (MAPA [1998]), y las recogidas a largo plazo (año 2018) por la planificación hidrológica de las cuencas, son las ofrecidas en la tabla 79.

Como puede verse, las tres fuentes arrojan cifras globales muy similares entre sí.

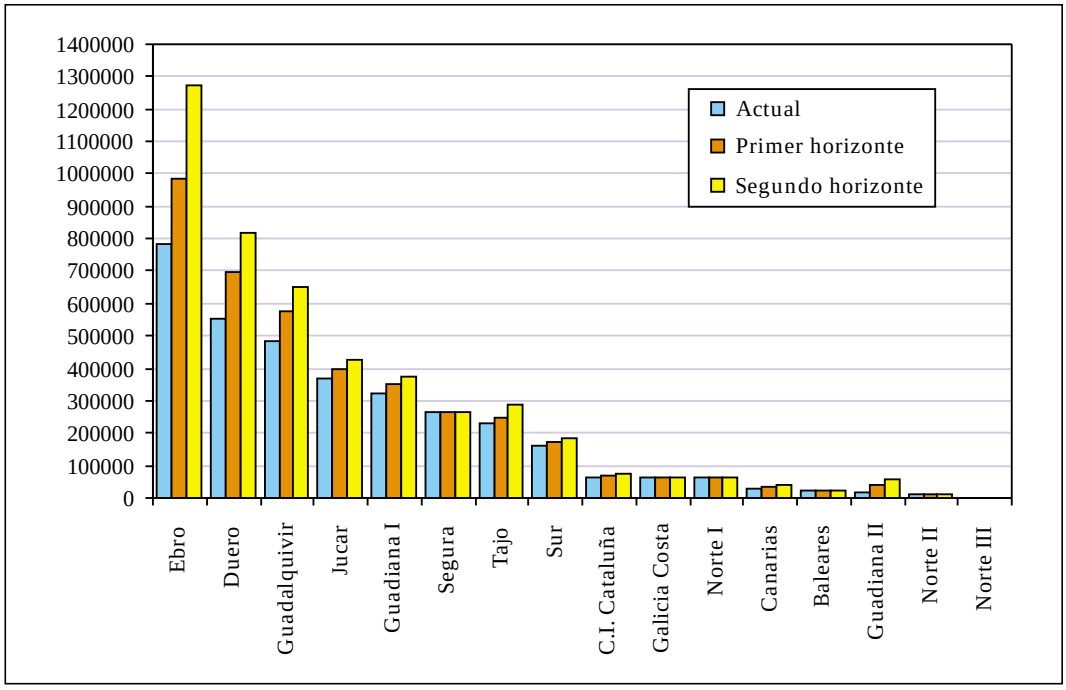


Figura 242. Superficies de riego (ha) en los Planes Hidrológicos de cuenca

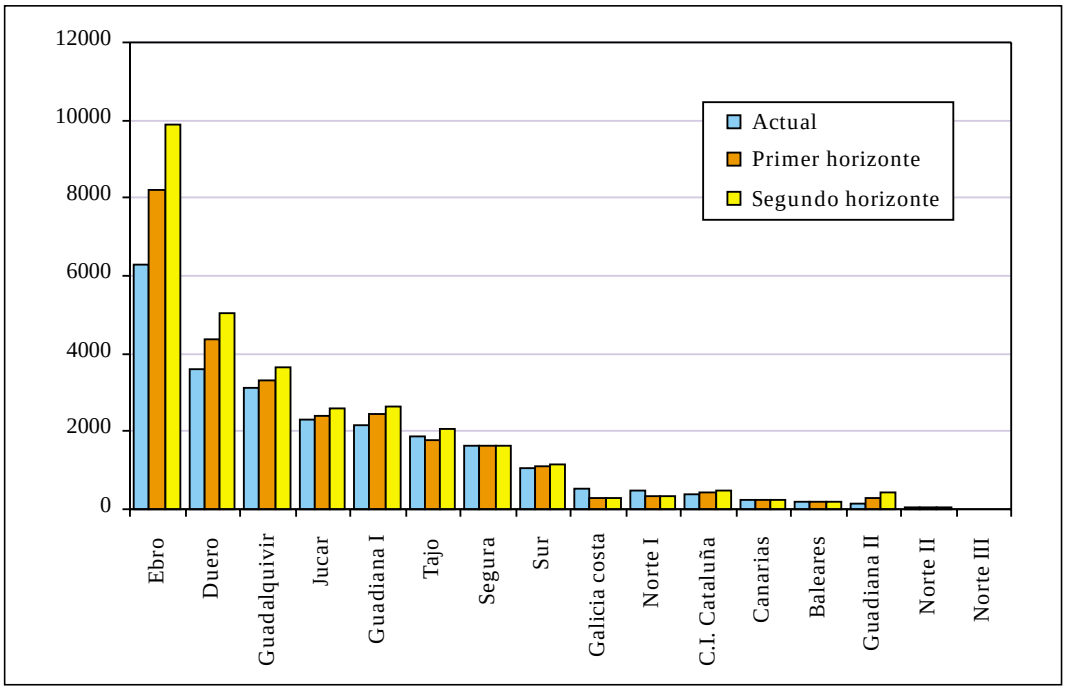


Figura 243. Demanda máxima de regadíos prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos

3.3.5.5. Circunstancias y Problemas Existentes y Previsibles

Tras la presentación de los datos y estimaciones fundamentales del regadío, procede ahora plantear algunas cuestiones relacionadas con su situación y perspectivas de futuro. En la valoración de estas perspectivas de los regadíos españoles se han de tener en cuenta problemas no solo de tipo económico, sino también medioambientales, sociales, etc.

Considerando que España, país mediterráneo por excelencia, es uno de los miembros de la UE en los que, por sus características climáticas, su actividad agrícola depende en gran medida del regadío, no podemos dejar a un lado los problemas derivados de los cambios en los mercados agrarios mundiales que repercutirán en la Política Agraria Comunitaria, afectando a la competitividad de los productos españoles. En consecuencia es previsible que se produzca un descenso en los precios agrarios, derivado de la apertura al exterior y de la competencia entre mercados.

Merecen especial atención los problemas en el suministro de agua a las zonas regables, que, en algunos casos, impiden satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, en cantidad y calidad, bien sea por una falta de adecuación en la entrega o por que las dotaciones calculadas para el proyecto, y objeto, en su caso, de concesión, han sido superadas por la introducción de nuevos cultivos con mayores necesidades hídricas.

Tabla 79. Determinaciones sobre superficies de regadíos potenciales por ámbitos de planificación

Cuenca	Potenciales PNR-2005	Potenciales Borrador H-2008	Largo plazo PHC
Galicia Costa	707	0	0
Norte	8.604	0	4.528
Duero	349.567	249.503	268.097
Tajo	51.232	35.777	59.190
Guadiana	74.043	93.983	89.849
Guadalquivir	84.847	92.963	165.872
Sur	14.550	6.708	22.865
Segura	30.823	2.145	0
Júcar	48.000	75.758	55.000
Ebro	485.216	465.981	487.358
C. I. Cataluña	0	0	11.526
Baleares	4.000	750	0
Canarias	1.614	3.400	8.000
TOTAL:	1.153.203	1.026.968	1.172.285

Han de ser evaluados también los riesgos ambientales derivados de una agricultura intensiva, que para lograr productos competitivos, tiende al uso de una mayor cantidad de productos químicos contaminantes, y a la sobreexplotación de acuíferos y otros recursos naturales.

En los siguientes epígrafes se describen someramente algunos de principales problemas que se acaban de apuntar.

3.3.5.5.1. Condiciones de mercado y competitividad de la producción. La Política Agraria Común. Tendencias de futuro

El agua siempre ha constituido un elemento fundamental en la agricultura de los países mediterráneos, entre ellos España, al ser su potencial agrícola fuertemente dependiente de la actividad del regadío, en el cual, como es sabido, el agua constituye el factor esencial de su proceso productivo. Por esta razón, la política hidráulica española ha estado permanentemente influida por los objetivos marcados en la política de regadíos, como instrumento de la política agraria, aunque es de prever que, como se verá al analizar la crisis del modelo tradicional y los nuevos fundamentos de la política hidráulica, esta relación tenderá gradualmente a atenuarse en el futuro.

En este sentido, es obligado dedicar atención preferente al contexto exterior en el que se va a desenvolver el sector en los próximos años. Sin olvidar las perspectivas de los mercados agrarios mundiales, es especialmente relevante describir brevemente el marco institucional y regulatorio que define las reglas de actuación. La literatura existente sobre esta importante cuestión es muy extensa, pudiendo verse, p.e., Tió (1997). Asimismo, un interesante análisis de la coyuntura actual de la economía agrícola y de sus perspectivas de futuro es el proporcionado por Velarde (1996).

En síntesis, puede decirse que el proceso de liberación de los mercados mundiales, incluidos los agrarios, iniciado en los años cincuenta, fue una de las razones que dieron lugar, en 1957, a la creación, por el Tratado de Roma, de la Comunidad Económica Europea y al establecimiento de una Política Agraria Común (PAC) como mecanismo de defensa de los intereses europeos.

La PAC ha consistido desde sus orígenes, básicamente, en una política de regulación de mercados de productos agrarios dentro de la UE y, si bien no ha marcado estrategias concretas sobre el desarrollo de regadíos, puesto que ésta es una estrategia estructural que corresponde a los países miembros, no cabe duda de que condiciona las actuaciones de ámbito nacional en materia de regadíos.

Inicialmente, la filosofía de la PAC se basaba en la fijación, mediante unas Organizaciones Comunes de Mercado (OCM), de un precio mínimo de garantía para las producciones, lo que aseguraba a los agricultores el valor de sus cosechas al margen de las fluctuaciones de los precios, en tanto que la protección en frontera limitaba las importaciones a aquellas situaciones en que los precios internos del mercado común agrario superaban un umbral prefijado. El principio de solidaridad financiera hacía que el presupuesto comunitario soportase los costes crecientes que necesariamente acompañaban al mantenimiento del sistema.

Las disfunciones provocadas por esta política, entre las que cabe destacar la generación de grandes excedentes en los productos propios de la agricultura continental europea, hicieron que a partir de mediados de los ochenta surgieran fuertes críticas ante tal situación. Se consolidó entonces la idea de que no era económicamente razonable ni financieramente posible conseguir una garantía integral para cantidades ilimitadas de productos agrarios (*Libro Verde* de 1985), y a finales de los ochenta la UE se vio obligada a considerar la necesidad de una profunda reforma de la PAC.

Este proceso culminó en 1992 con la aprobación por el Consejo de Agricultura de la CE de la reforma de la PAC, con vigencia para el periodo 1994-1999.

En 1986, coincidiendo cronológicamente con las críticas a la PAC entonces vigente, se inició en Uruguay la 8ª Ronda del GATT, que concluiría con los acuerdos de Marraquech de 1994. Con ello se dieron los primeros pasos hacia una liberalización total del comercio a nivel mundial, referida fundamentalmente al comercio exterior agrario.

Estos acuerdos suponen un claro perjuicio para la agricultura europea por la dificultad de adaptar sus altos costes de producción a los bajos precios internacionales. La Unión Europea, gracias a la reforma de la PAC de 1992, pudo conseguir una demora en la aplicación de estos acuerdos hasta la siguiente reunión de la Organización Mundial de Comercio (OMC) que sustituyó al GATT, prevista para 1999.

Con la reforma de la PAC, además de preparar a la agricultura europea para los futuros acuerdos del GATT, el nuevo escenario incorpora medidas restrictivas que modifican sustancialmente las expectativas bajo las que España había negociado el ingreso de su agricultura en el mercado comunitario.

Así, y como se vio al analizar la evolución de las superficies, nuestra producción agrícola ha pasado, en un corto periodo de tiempo, de un modelo que provenía de la estrategia definida en los años sesenta bajo el objetivo básico de alcanzar el mayor grado de autoabastecimiento posible y en el que se encontraba fuertemente protegida frente al exterior, a la vez que mantenía las tradicionales exportaciones propiciadas por las ventajas comparativas (vino, aceite de oliva, frutas y hortalizas), a otro radicalmente distinto.

En la actualidad, y como se verá posteriormente, las subvenciones de explotación, que proceden principalmente de la UE, ascienden al 24% de la renta agropecuaria nacional, superando en algunas Comunidades Autónomas el 40%. Estas cifras muestran la gran dependencia de nuestra agricultura de tales ayudas. Sin ellas es probable que una parte importante de la superficie cultivada en España se hubiera abandonado, con el consiguiente deterioro del medio rural. La figura 244 y la tabla 80 muestran las subvenciones agrarias por CCAA en 1995, tanto absolutas (ayudas directas, FEOGA-Garantía, FEOGA-Orientación y Fondos estructurales), como relativas respecto al VAB agrario regional (datos procedentes de MAPA [1998]; García Sanz [1996] pp.230-234).

Algunos autores interpretan las subvenciones no estrictamente como tales, sino como pagos compensatorios para propiciar la aproximación de rentas agrarias al resto de la economía europea, mientras otros consideran que sólo son subvenciones las ayudas directas al agricultor, sin considerar las ayudas destinadas a la mejora de las estructuras de producción. Ello puede interpretarse así, pero, sea de forma directa o indirecta, es un hecho que el sector agrario español ha recibido una importante inyección de fondos europeos en los últimos años, tendentes específicamente a financiar las rentas agrarias.

En líneas generales, la nueva PAC persigue la regulación anual de los mercados buscando fórmulas compatibles con los acuerdos del GATT para mantener el nivel de las rentas agrarias mediante un complicado programa de ayudas compensatorias, y evitando la generación de producciones excedentarias en la Unión Europea. Su nueva filosofía se concreta, de forma resumida, en las siguientes medidas:

- Rebaja de los precios institucionales
- Establecimiento de ayudas compensatorias por hectárea para los cultivos herbáceos (basadas en rendimientos históricos de los cereales) o bien mediante primas por cabeza de ganado. Estas ayudas compensatorias vienen limitadas por la superficie de referencia fijada por el Reglamento Comunitario (secano: 8,1 millones de hectáreas distribuidas por Comunidades Autónomas; regadío: 0,4 millones de hectáreas para el maíz y 0,7 para otros cultivos herbáceos) y están condicionadas, salvo para los pequeños agricultores, a la retirada rotativa de la producción (*set-aside*) de una parte de las tierras. Se mantienen las limitaciones productivas preexistentes para el resto de los cultivos (cuotas de producción de azúcar, etc.).
- Medidas de acompañamiento de protección del medio ambiente (extensificación, reducción de la contaminación, etc.), forestación de tierras agrícolas y jubilaciones anticipadas.

En lo que se refiere al sector hortofrutícola y demás productos mediterráneos, vitales para los intereses de la agricultura española, gozan en general de un nivel de protección muy inferior al de los productos continentales: limitados sistemas de intervención e incompleta protección exterior en algunos casos. Pendientes de concretar aún varias de las reformas de las Organizaciones Comunes de Mercado, cabe albergar serias dudas sobre el mantenimiento del principio de preferencia comunitaria en estos casos.

La nueva PAC se caracteriza por el abandono de la protección al producto, vía precios, y su sustitución por un sistema de ayudas al productor. Lo relevante de este hecho es que la actividad asociada a las producciones que no pueden competir en un mercado libre y que necesitan del pago de las subvenciones para subsistir depende de la aprobación anual del presupuesto comunitario. El margen de inestabilidad que ello introduce en las expectativas de las explotaciones agrarias es indudable, a pesar de la vocación de permanencia que mantienen algunos autores respecto al sistema de ayudas.

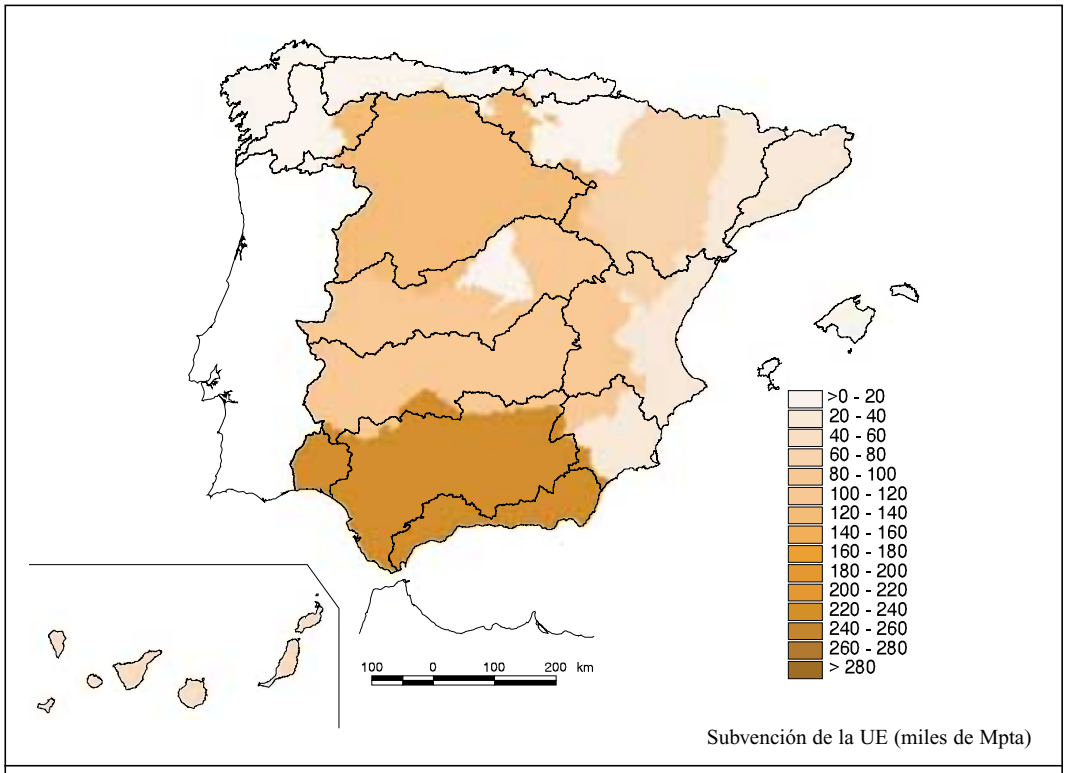
Esta sensación se ve reforzada por las líneas definidas en esta nueva etapa relativas a la dilución de la política agraria clásica en una política mucho más global, dirigida al desarrollo rural integrado, donde las consideraciones medioambientales y la conservación del entorno juegan un papel cada vez más importante. En este contexto, ni la actividad agraria tradicional ni el regadío tienen por qué constituir la componente más importante del medio rural.

En definitiva, esta situación supone para España un aumento de la apertura y de la competencia dentro de los propios mercados europeos de productos agrarios. La nueva PAC promueve, desde el punto de vista del comportamiento microeconómico de las explotaciones, soluciones técnicas que permitan disminuir los

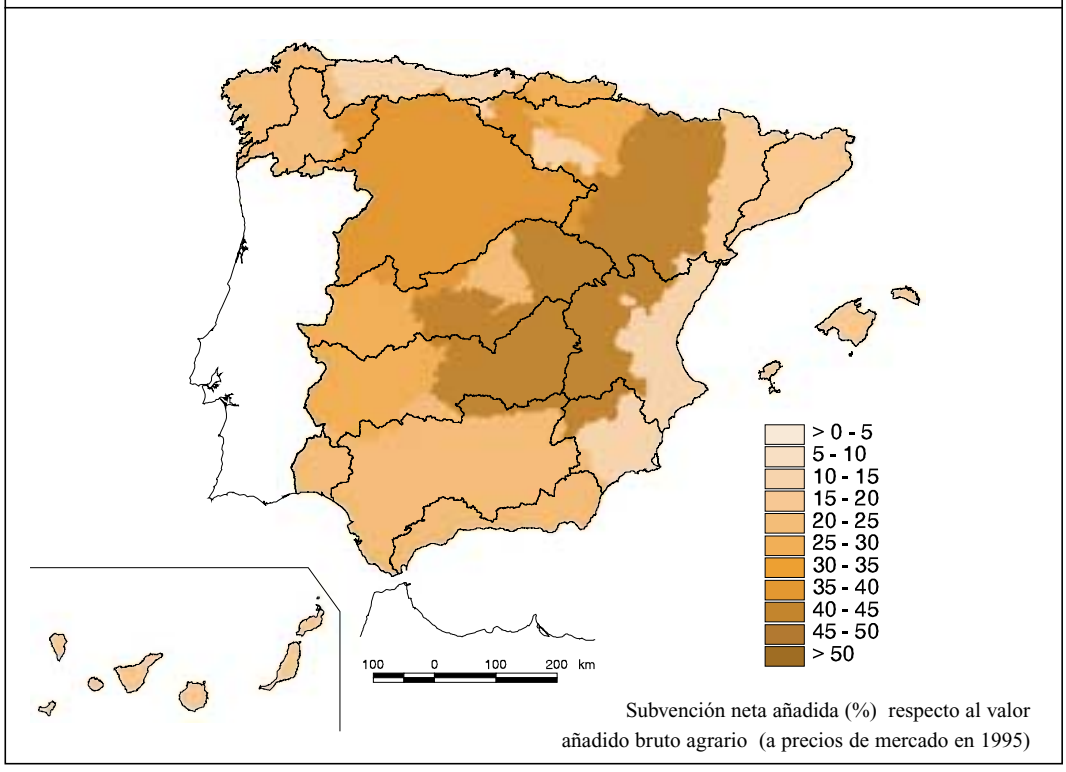
costes unitarios manteniendo, e incluso mejorando, los márgenes netos por hectárea pero sin incrementar los rendimientos.

Por su parte, los acuerdos de la Ronda de Uruguay del GATT supusieron una notable reducción de los aranceles, así como de los numerosos obstáculos no arancelarios existentes. La liberación de los intercambios recibía de esta manera un fuerte impulso, bajo la previsión de que los resultados sobre la renta mundial no tardarían en llegar en forma de importantes incrementos.

Entre otras cuestiones suponen un fuerte cambio en el tratamiento dado a la agricultura, puesto que a partir de ahora las acciones de los Gobiernos en temas de política agraria deberán respetar una serie de compromisos regidos por leyes internacionales. En concreto, los Acuerdos de la Ronda de Uruguay del GATT afectan a España en tres aspectos fundamentalmente:



Subvención de la UE (miles de Mpta)



Subvención neta añadida (%) respecto al valor añadido bruto agrario (a precios de mercado en 1995)

Figura 244. Mapas de subvenciones agrarias por Comunidades Autónomas

	COMUNIDAD AUTÓNOMA	Subvención Agraria	
		Absoluta (miles de Mpta)	Relativa (% VABpm agrario)
1	Andalucía	237.6	20.9
2	Aragón	70.6	41.6
3	Asturias	6.3	12.6
4	Baleares	4.3	15.8
5	Canarias	41.3	18.3
6	Cantabria	2.8	13.6
7	Castilla-La Mancha	116.3	43.9
8	Castilla-León	135.9	37.3
9	Cataluña	37.7	16.4
10	Extremadura	86.5	28.5
11	Galicia	19.6	20.8
12	Madrid	7.5	23.5
13	Murcia	23.1	10.6
14	Navarra	18.9	29.2
15	La Rioja	4.9	11.3
16	Comunidad Valenciana	25.4	11.7
17	País Vasco	11.7	27.6
	Global:	850.4	24.3

Tabla 80. Subvenciones agrarias por Comunidades Autónomas

- Acceso al mercado comunitario. Existe un doble compromiso: la arancelización de la protección en frontera y la posterior reducción de los aranceles y equivalentes arancelarios (un 36% en el período 1995-2000, gradualmente). La cláusula de acceso mínimo compromete a España a mantener las oportunidades para importar hasta 2 millones de toneladas de maíz y 0,3 millones de toneladas de sorgo.
- Reducción del apoyo interno. La Unión Europea debe reducir la media global de ayuda en un 20%. Se excluyen como ayudas reducibles las establecidas por la reforma de la PAC (ayudas por hectárea y por cabeza de ganado).
- Reducción de las exportaciones subvencionables. La Unión Europea debe reducir las cantidades exportadas con subvenciones a países terceros en un 21% y el presupuesto comunitario dedicado a restituciones a la exportación en un 36%, entre el año 1995 y el 2000.

Las consecuencias que estos compromisos pueden arrastrar no son uniformes para todas las orientaciones productivas españolas, pero dado el marco que establecen de mayor apertura exterior y competencia en los mercados, cabe prever un descenso de los precios reales agrarios.

En relación con las cotas de competitividad que los productos españoles habrán de alcanzar en un marco futuro de mercados liberalizados debe destacarse la dificultad añadida que supone para nuestra agricultura la actual estructura parcelaria de las explotaciones de regadío, con fincas de dimensiones difícilmente mecanizables y, por ello, sujetas a unos costes de explotación no fáciles de reducir.

En lo relativo al marco de la actual PAC, en la tabla 81 se comparan las superficies máximas, deducidas de las distintas OCM, con las normalmente cultivadas. Como superficies equivalentes se consideran las establecidas como máximas subvencionables, o bien aquéllas capaces de producir la cantidad contingentada aplicable a España, según los rendimientos históricos. En el caso del aceite de oliva, frutas, hortalizas frescas, flores, frutos secos y otros cultivos no se ha hecho figurar superficie alguna por tratarse de cultivos o producciones contingentadas para todo el conjunto de los países que integran la UE. Como superficie normalmente cultivada figuran unas cifras medias que pueden ser variables de un año a otro según climatología, mercados, etc., o bien cifras aceptadas oficialmente para el regadío.

Además, existen las limitaciones en la ganadería mostradas en la tabla 82, que tienen una repercusión de gran importancia en la producción de piensos y forrajes en regadío.

El análisis de estos cuadros indica que se ha alcanzado la superficie máxima en una gran mayoría de cultivos, por lo que el aumento indiscriminado de los mis-

Producto	Superficie equivalente (ha)	Superficie normalmente cultivada (*) (ha)
Cereales, oleaginosas y proteaginosas	1.371.089	1.380.000
Arroz	104.973	90.000
Leguminosas	20.000	20.000
Lúpulo	1.200	1.200
Cáñamo y lino textil	Sin limitación	48.500
Forrajes (**)	360.000	360.000
Algodón	83.000	83.000
Tabaco	16.000	18.000
Plátano	10.000	8.000
Frutas y hortalizas transformadas	30.000	30.000
Azúcar	135.000	135.000
Aceite de oliva (total secano y regadío 2,2 Mha)	-	150.000
Frutas y hortalizas frescas	-	870.000
Flores	-	2.000
Frutos secos	-	50.000
Viñedos	Control de superficie	40.000
Cultivos varios		57.000

(*) Estas superficies pueden corresponder a áreas con más de una cosecha anual.
(**) España tiene garantizada una producción de 1.224.000 t de forrajes deshidratados y 101 t de forrajes secados al sol. Producción esperada en un año normal.

Tabla 81. Superficies máximas y normalmente cultivadas de los principales productos agrarios

mos proporcionaría una disminución progresiva de las ayudas percibidas por los agricultores actuales, e incluso el establecimiento de sanciones.

Sin embargo, el hecho de que para diversos sectores acogidos a ayudas comunitarias se hayan alcanzado, o estén próximas a alcanzarse, las superficies máximas fijadas actualmente por la normativa comunitaria no debe entenderse como un factor estricto que impida el incremento de las superficies en regadío en España.

Sin tener en cuenta otros factores, y exclusivamente desde el punto de vista de la regulación de los mercados agrarios, el cultivo en regadío es un bien en sí mismo por la estabilidad que concede a las producciones frente a otras alternativas, la mayor flexibilidad y capacidad de adaptación de las mismas ante escenarios cambiantes.

En definitiva, y de acuerdo con el marco que acaba de exponerse, pueden extraerse una serie de conclusiones básicas.

En primer lugar, el contexto exterior permite augurar *un porvenir incierto* para la agricultura española, y para el regadío en particular, dados los trascendentales cambios registrados en los últimos años en el funcionamiento de los mercados. Otros factores de origen interno pendientes aún de resolver por la política agraria no hacen sino reforzar este diagnóstico. Ante esta tesitura parece aconsejable, desde el punto de vista de la gestión de los recursos hídricos, adoptar a corto plazo soluciones que no hipotequen grandes recursos financieros y que permitan el margen de flexibilidad necesario para adaptarse a la nueva situación.

En segundo lugar, y en el horizonte del medio y largo plazo, sólo parecen observarse buenas perspectivas para las explotaciones que alcancen un *nivel de rentabilidad adecuado* en un entorno que se caracterizará por la creciente competitividad y la apertura de los mercados. La cuestión a resolver en este momento es en qué medida el regadío puede contribuir a conseguir este objetivo y en qué territorios.

La rentabilidad privada de las explotaciones está generalmente ligada a la cuantía en que se trasladen los costes del agua a dichas explotaciones. El traslado parcial de éstos favorece los resultados empresariales, pero tiende a disminuir la eficiencia del empleo de los recursos hídricos. Sólo una valoración conjunta de estas circunstancias, donde necesariamente deben

Producto	Limitación	Cultivos afectados
Leche	5.566.950 toneladas	Forrajes y cereales
Vacuno	1.460.167 vacas nodriza	Forrajes
Caprino y ovino	19.650.311 cabezas	Pastos y forraje
Terneros	603.674 cabezas	Piensos
Porcino, aves y huevos	-	Piensos

Tabla 82. Limitaciones en la ganadería

estar integrados los efectos medioambientales de las alternativas, puede conducir a una solución acertada.

En tercer lugar, *es poco probable una expansión de los cultivos continentales*, tanto herbáceos como industriales, debido a las limitaciones de superficies o de producciones con derecho a ayuda y al previsible escenario de precios agrarios a la baja, agravado por la liberalización de los mercados que ocasionan los acuerdos del GATT. Es posible, incluso, que excedentes de países europeos con mayor productividad sustituyan parte de la producción nacional. Por lo expuesto cabe vaticinar, dentro del margen de error que acompaña siempre cualquier prognosis, que previsiblemente continuará la tendencia regresiva ya detectada en gran parte del regadío interior español, por su escasa rentabilidad, a pesar de los mecanismos de protección arbitrados por la nueva PAC para las producciones continentales y de la relativa abundancia de recursos hídricos disponibles en estas zonas.

Asimismo, las producciones hortofrutícolas, concentradas básicamente en el litoral mediterráneo, costa suratlántica y algunas zonas interiores, como el valle del Ebro, son las que parecen contar por el momento con un mejor pronóstico, habida cuenta de la elevada productividad y rentabilidad alcanzada en estas orientaciones productivas. Este hecho es el reflejo de las ventajas comparativas de España sobre la agricultura europea. Y ello a pesar del bajo nivel de protección que disfrutan, de la amenaza que suponen los acuerdos con países terceros, y de la fuerte restricción a que se ve sometido su desarrollo por el agotamiento de las disponibilidades de agua en estas zonas.

Esta afirmación viene sustentada por el buen comportamiento de estas producciones en la composición de la exportación agraria. En esta exportación, que ha pasado del 23% al 43% de la producción final agraria (PFA) en el periodo 1983-93, destaca el grado de concentración existente, puesto que los capítulos de frutas y hortalizas y sus preparaciones supusieron el 50% en 1993, resultado semejante al obtenido en 1986, primer año de la integración en la CEE.

Desde nuestra adhesión a la CEE, el conjunto de las exportaciones hortofrutícolas ha venido creciendo constantemente, pero a ritmo decreciente hasta el año 1991. En 1992 (primera devaluación de la peseta) vuelve a repuntar el empuje exportador y en 1993 (segunda devaluación y plena integración en la PAC), se produce de nuevo un importantísimo incremento que se consolida al año siguiente.

Es destacable la elevada concentración espacial de la exportación hortofrutícola en el área mediterránea. Las provincias de Castellón, Valencia, Alicante, Murcia y Almería contabilizan el 78% en cantidad y el 72% en valor de esta exportación. Entre Valencia y Castellón representan más del 50% de la exportación de frutas, tanto en valor como en cantidad, debido sobre todo a los cítricos, mientras que entre Almería y Murcia acumulan aproximádamente la misma cifra en la exportación de hortalizas.

Es previsible que la exportación hortofrutícola española siga creciendo en el futuro, pero pierda ritmo a medida que los efectos expansivos derivados de la plena integración en la PAC y de las últimas devaluaciones monetarias se diluyan en el tiempo. A ello se añade la mayor competencia internacional derivada de los acuerdos del GATT de la Ronda de Uruguay y de los posibles acuerdos de libre cambio de la UE con terceros países.

Estos datos, unidos al mantenimiento en dicho período de la participación relativa del sector exterior agrario en el comercio exterior total (en torno al 17% para las exportaciones) y de su tasa de cobertura (en torno al 100%), si bien con oscilaciones en los últimos años, permiten concluir que se está produciendo una clara especialización productiva en la agricultura española ligada a sus ventajas comparativas, en favor de los cultivos hortofrutícolas y en detrimento de los productos de tipo continental.

En todo caso debe reconocerse que el buen pronóstico sobre las producciones hortofrutícolas no implica grandes posibilidades de expansión de la superficie de los regadíos mediterráneos, por las razones expuestas y los elevados rendimientos por hectárea que presenta. Sí cabe, por el contrario, defender la conveniencia de consolidar y garantizar los recursos hídricos en los territorios que, aún siendo deficitarios de agua, aportan los mejores resultados productivos, especialmente en los mercados exteriores.

Se configura así, finalmente, el marco futuro en el que tendrá que desarrollarse la agricultura española, en el ámbito de una Política Agraria Comunitaria sobre la que la Organización Mundial de Comercio ejercerá inevitables presiones para alcanzar la liberalización de las producciones agrarias. De aquí que nuestra agricultura de regadío deberá orientarse, fundamentalmente, hacia su competitividad en los futuros mercados, tanto en precios como en calidades, lo que aconseja que la asignación de los recursos hídricos y financieros del país se destine, en principio y preferentemente, a la garantía de suministro, consolidación y mejora de los regadíos existentes y, en su caso, a la creación de aquellos otros cuya finalidad social, económica y ambiental esté claramente reconocida.

3.3.5.5.2. Suministro de agua

En algunos de los regadíos existentes se producen problemas en el suministro de agua, de manera que no siempre disponen de la cantidad necesaria y suficiente para satisfacer la demanda de los cultivos implantados en la zona.

Estas situaciones pueden deberse a una escasa *garantía* del suministro, a su falta de *adecuación* a las necesidades reales de riego, a problemas de *equidad* en su distribución, o a una baja *eficiencia* del riego.

Los problemas de garantía, originados por la repetidamente mencionada irregularidad en la presentación de las aportaciones, se han manifestado de forma especialmente contundente en los últimos años. A pesar de la infraestructura de regulación existente, la larga duración de algunas secuencias de años secos produce, con cierta frecuencia, fallos en el suministro de agua para riego. Estos fallos han tenido, en los primeros años de esta década, un importante efecto en los regadíos españoles, con una apreciable reducción de las dotaciones, e incluso con imposibilidad de riego en importantes áreas.

Además de los problemas de garantía, en ocasiones se produce una falta de adecuación en la entrega de las cantidades requeridas. Esto puede ser debido a una incorrecta estimación de las necesidades de riego, con la consiguiente insuficiencia del suministro en los momentos de máxima necesidad de las plantas. En otras ocasiones, por razones de mercado se introducen nuevos cultivos con unas necesidades hídricas superiores a las de las alternativas previstas en el proyecto, por lo que también en estas situaciones el suministro puede ser insuficiente. En otros casos, la reducción de los horarios laborales en el campo, con la consiguiente reducción en el tiempo de funcionamiento, da lugar a que las redes, si se han diseñado para un suministro continuo de 24 horas al día, sean incapaces de transportar los caudales necesarios para suministrar las cantidades requeridas.

También pueden presentarse problemas de equidad en el reparto del agua a lo largo de la red. La tendencia natural de los regantes de cabecera de aprovecharse de su situación para tomar más agua de la que les corresponde, incumpliendo los turnos de entrega programados o mediante manipulaciones indebidas en las acequias, puede tener como consecuencia que en los tramos inferiores del sistema no se disponga del agua necesaria.

Otro de los problemas relacionados con el suministro se refiere a la eficiencia del riego, estrechamente vinculada con la conservación de recursos hídricos. En el caso del regadío, la eficiencia no solo se refiere al proceso de conducción y distribución del agua, en el que pueden producirse pérdidas importantes por filtración y vertidos, sino al propio proceso de su aplicación a los cultivos, en el que un exceso de agua, además de las pérdidas consiguientes, puede originar problemas de salinización (Krinner et al., 1994).

Las pérdidas en conducción y distribución dependen, en gran medida, del estado y características de las infraestructuras. De los más de 100.000 km de acequias de que consta actualmente la red de distribución, una buena parte son cauces de tierra (sin revestir). Aproximadamente el 30% de la red tiene más de 100 años de antigüedad y una gran parte del resto cuenta con más de 20 años. Una parte importante de la red fue construida en una época de carestía y escasez de buenos materiales de construcción, lo que ha propiciado la actual situación de deterioro, a pesar de la atención dedicada a su conservación y mantenimiento. Este deterioro, junto con el envejecimiento de las redes, es una de las causas de las pérdidas de agua en los canales y acequias, que se traducen en menores volúmenes disponibles para los cultivos, si bien esos recursos pueden ser, generalmente, utilizados aguas abajo. Todo ello pone de relieve las necesidades de rehabilitación y modernización de las redes en determinadas zonas del regadío español, lo que debe considerarse un objetivo básico y prioritario de la política de regadíos en nuestro país.

En cuanto a la aplicación del agua sólo un 41% de los regadíos existentes, fundamentalmente los que emplean aguas subterráneas, utilizan métodos modernos de aplicación a presión, como el riego por aspersión y el microrriego localizado.

El método de riego tradicionalmente más extendido (el 59% de la superficie ocupada) es el de gravedad, denominado *riego a pie*, con distribución por turnos. Se trata de regadíos normalmente alimentados por una red de canales y acequias a cielo abierto diseñados para atender la demanda de los cultivos en sus momentos de máxima necesidad y suponiendo un funcionamiento continuo durante 24 horas al día. Como ya se ha mencionado, la reducción de los horarios laborales en el campo ha hecho que tales redes de distribución resulten insuficientes para transportar los caudales precisos durante el día. Si se carece de estructuras de seccionamiento adecuadas o de balsas de regulación intermedias pueden producirse importantes pérdidas en cola de los canales durante la noche con la consiguiente merma de eficiencia de la red.

El riego a pie puede generar excesiva percolación, facilitando el lixiviado de contaminantes y el lavado de sales y nutrientes. En algunas áreas y cultivos sin problema de suministro, o con sistemas adecuados de drenaje y reutilización aguas abajo, puede resultar un

método apropiado pero, en general, el manejo inadecuado y la insuficiente sistematización de tierras dan lugar a excesos de consumo.

La necesidad de conseguir presión en la boquilla en el riego por aspersión y el hecho de constituir un método de riego asociado a riegos con aguas subterráneas o a elevaciones desde canales o cauces naturales que requieren presión, hace que la eficiencia global del sistema sea alta salvo deterioros de la red.

El riego localizado es un método de implantación reciente, asociado a la escasez de recursos. Su gran adaptación al desarrollo y marco de cultivos, permite una dosificación del agua muy ajustada. Los problemas del riego localizado están relacionados con la salinización de los suelos.

A los problemas mencionados hay que añadir los que se derivan de la excesiva explotación de algunos acuíferos, lo que ha dado lugar a que ciertas zonas regables sean insostenibles con sus propios recursos. En relación con esta cuestión debe resaltarse el importante papel que han de desempeñar las comunidades de usuarios de una misma unidad hidrogeológica o de un mismo acuífero, y la conveniencia de establecer Planes de Explotación en este tipo de situaciones.

3.3.5.5.3. Afecciones ambientales

La necesidad de lograr producciones agrarias a precios asequibles a los consumidores directos ha orientado la agricultura a un régimen de explotación intensivo que tiende a emplear, en cuantías cada vez mayores, fertilizantes y productos fitosanitarios, tal y como se vio anteriormente, al analizar la evolución histórica de los regadíos.

El mal uso de productos químicos, unido a prácticas agrícolas inadecuadas y a la aportación, en ocasiones, de excesiva agua para riego, constituye un peligro de contaminación, no solo de los cauces superficiales que recogen las escorrentías, sino de los acuíferos a los que, disueltos en las aguas de percolación, pueden llegar en forma difusa compuestos nocivos de difícil eliminación, como los nitratos.

Como se vio al estudiar la situación de los recursos hídricos, una fracción apreciable del total de aguas bombeadas procede de acuíferos sobreexplotados, y, en consecuencia, no podrá mantenerse por tiempo indefinido. La superficie total atendida con estas aguas es una fracción significativa del total regado con aguas subterráneas, y se sitúa en las zonas con sobreexplotación, que allí fueron apuntadas.

La práctica del regadío, como se ha visto, no es inocua desde el punto de vista ambiental, aunque no todos sus efectos son negativos, y se dan también potencialidades ambientales positivas como son:

- La producción intensiva en las zonas de regadío permitiría liberar espacios actualmente dedicados a la agricultura que podrían destinarse a objetivos ambientalmente deseables: reforestación, dehesas extensivas.
- Balance energético favorable por unidad producida en el regadío, lo que tiene alto interés dada la actual situación en lo que a acumulación de CO_2 se refiere.
- Potenciación del medio natural en ciertas áreas mesetarias de gran sequía estival. El regadío en esas áreas es fuente de vida para especies cinegéticas.
- La posibilidad de recrear, gracias a la disponibilidad hidráulica, humedales, charcas, bosquecillos y en definitiva, elementos de interés biológico y paisajístico vinculados al regadío. Ejemplos de ello pueden ser el Canal de Castilla o el embalse de San José, auténticas joyas biológicas de la meseta esteparia.

El balance entre efectos negativos y positivos no puede formularse de forma global, y requiere de la consideración específica de cada caso concreto.

3.3.5.5.4. Otros problemas planteados

Además de los problemas señalados existen otros, de diversa naturaleza, de menor importancia global o más localizados, como pueden ser las deficiencias en las redes de drenaje y caminos, los problemas de salinización de algunos terrenos, o los relacionados con los sistemas productivos o de comercialización.

Una cuestión de interés es la planteada por la desfavorable evolución demográfica del país, y su posible impacto sobre la agricultura de regadío.

Algunos recientes estudios (Martín Mendiluce [1996a], pp.5-16) han mostrado en efecto una influencia significativa de este factor poblacional, que podría constituirse en uno de los condicionantes más limitativos para el desarrollo de nuevos regadíos, y han sugerido por este motivo cifras máximas totales de crecimiento del orden de las 250-300.000 has para los próximos 20 años.

La única actuación para paliar estos efectos sería la adopción de políticas de inmigración que hagan factible tanto los posibles crecimientos de superficie como, incluso, la conservación y mejora de las superficies ya transformadas.

3.3.5.6. Usos ganaderos

Como ya se indicó, la demanda de agua de la ganadería tiene una importancia cuantitativamente muy

pequeña frente al total agrario. Según el último Censo ganadero, y de acuerdo con los cálculos realizados a partir de cifras comúnmente aceptadas de consumos brutos por cabeza y por tipo de ganado (bovino, ovino, caprino, porcino, equino, aviar y cunicular), dicha demanda puede cifrarse, para toda España, en unos 350 hm^3/año. En la tabla 83 se indica su distribución estimada por Comunidades Autónomas.

La utilización, en la mayoría de los casos, de manantiales y de otras fuentes dispersas de abastecimiento, es la principal causa de problemas en épocas de sequía, si bien, en los últimos años se ha comenzado a establecer una red de puntos de abastecimiento de agua para el ganado, que deberá desarrollarse y completarse.

En relación con las afecciones ambientales procedentes de los usos ganaderos, la instalación incontrolada de explotaciones intensivas de ganado en estabulación, en zonas forrajeras o en lugares estratégicos de nuestra geografía, puede ser otra fuente importante de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, debido a la alta concentración de purines y estiércol en puntos concretos.

3.3.5.7. El Plan Nacional de Regadíos

3.3.5.7.1. Antecedentes

En un intento por racionalizar el desarrollo de los regadíos en España, y disponer de un marco global de referencia sobre esta fundamental cuestión, el Pleno del Congreso de los Diputados, en su sesión de 22 de marzo de 1994, acordó instar al Gobierno para que *remita al Congreso de los Diputados, junto con el Plan Hidrológico Nacional, un Plan Agrario de Regadíos donde se contemple con precisión la superficie de nuevos regadíos, la superficie de regadío actual a mejorar, el consumo y ahorro de agua, los cultivos a establecer en concordancia con la reforma de la PAC y el acuerdo del GATT, los correspondientes estudios de rentabilidad y las posibles alternativas a los mismos, así como las zonas a transformar en regadío por razones sociales.*

Tras un periodo de estudio y análisis, y en cumplimiento de este mandato, el Gobierno aprobó con fecha 6 de febrero de 1996 un Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005, actualmente vigente, y que está siendo sometido a revisión por el MAPA.

Es evidente que, tal y como se indicó, cualquier moderna política de regadíos requiere, muy destacadamente, la consideración de la política agrícola comunitaria, vinculante para todos los países de Unión Europea. Esta política, unida a la presión liberalizadora de la Organización Mundial de Comercio, fuerzan al Plan Nacional de Regadíos (PNR) a tener presente en sus programas de actuaciones los nuevos marcos definidos por estas políticas, sin que ello deba suponer, en ningún caso, el olvido del valor estratégico de nuestra agricultura para, en cualquier momento, poder asegurar un nivel mínimo de autoabastecimiento, garantizar la industria agrotransformadora asociada, y mantener un mundo rural que es la base de todo ello.

El Plan debe considerar, fundamentalmente, la competitividad de nuestros regadíos, teniendo en cuenta

Comunidad Autónoma	Demanda ganadera (hm^3/año)
Andalucía	39
Aragón	28
Asturias	16
Baleares	2
Canarias	1
Cantabria	12
Castilla y León	64
Castilla-La Mancha	19
Cataluña	50
Extremadura	27
Galicia	38
Madrid	2
Murcia	8
Navarra	7
Rioja, La	3
Comunidad Valenciana	8
País Vasco	8
Otros varios, 3%	10
Total	342

Tabla 83. Demanda ganadera por Comunidades Autónomas

las posibilidades que ofrecen la disminución (abandono) de superficies equivalentes de secano o de regadíos marginales, de manera que las producciones (o superficies) nacionales sean acordes con los cupos impuestos por la UE, o puedan colocarse en los mercados internacionales teniendo, a su vez, presente la oportunidad de crear zonas regables por interés social, ordenación del territorio, desarrollo rural, etc.

3.3.5.7.2. Objetivos del PNR

Como es obvio, el objetivo básico del PNR es el de dar cumplimiento a los puntos establecidos en el citado acuerdo del Congreso por el que se insta a su realización. Además, el PNR se propone mejorar el nivel de vida del agricultor, mantener la población en el medio rural, consolidar el sistema agroalimentario, mejorar el medio ambiente, evitar la desertización, racionalizar y optimizar el consumo de agua para los regadíos y aportar a la planificación hidrológica la información y criterios que procedan desde el punto de vista específico y sectorial de la agricultura.

3.3.5.7.3. Caracterización de los regadíos existentes

De los estudios de caracterización y tipificación de los regadíos existentes elaborados por el MAPA para el PNR, se deduce que la superficie perimetral cartografiada (básicamente equivalente a las envolventes brutas de los Planes Hidrológicos) es de 4,7 Mha; la superficie regable total en España, entendiendo por ella la que, por estar dotada de alguna infraestructura de riego, ha sido regada alguna vez, es de unos 3,76 Mha, y la superficie realmente regada en una campaña normal (que sería la neta o significativa a los efectos de la planificación hidrológica) es, como término medio, de unas 3,34 Mha.

Contrastando estas cifras con las obtenidas en los Planes Hidrológicos de cuenca aprobados, se observa que la diferencia global existente es muy reducida (3,340 Mha frente a 3,437 Mha, es decir, del orden de un 3% de discrepancia), lo que confirma la validez y buen acuerdo general de las estimaciones realizadas. En algunas cuencas se observan, sin embargo, diferencias apreciables, que pueden deberse a disparidades metodológicas, distintos periodos de evaluación, o criterios diferentes en cuanto a la consideración o no como regadíos de algunas superficies.

Desde el punto de vista de las demandas, los resultados obtenidos son también muy coincidentes (24.094 hm^3/año según los PHC, frente a 23.552 hm^3/año según los estudios del PNR).

Similares concordancias se obtienen con las dotaciones unitarias (7.010 m^3/ha/año en los PHC frente a 7.042 en los estudios del PNR).

Las figuras 245 y 246 resumen los resultados comparativos a la escala de los ámbitos de planificación.

La inspección de estas figuras permite apreciar, sin perjuicio de algunas singularidades puntuales, el buen acuerdo general de ambas determinaciones, con cifras perfectamente encajadas dentro del orden de magnitud de los errores e incertidumbres inherentes a este tipo de trabajos.

Incluso en muchos de los casos de mayor divergencia, tales diferencias podrían resultar irrelevantes desde el punto de vista de los análisis y determinaciones de la planificación hidrológica. No obstante, si se estimase que no es así en algún caso concreto, los procedimientos reglamentarios vigentes prevén tal situación y permiten resolverla.

En efecto, una vez aprobados los Planes Hidrológicos de cuenca, y en consecuencia iniciado automáticamente su proceso de seguimiento y revisión, este proceso reglado es el mecanismo técnico-administrativo adecuado y competente para, como sucede con todos los otros aspectos sectoriales concurrentes en la gestión del agua, realizar el seguimiento y análisis de los datos de que se vaya sucesivamente disponiendo, y proceder, en su caso, a la revisión y actualización de la información en el seno de los órganos de planificación hidrológica.

En los casos de Galicia Costa y Baleares, ambos intracomunitarios y que son de los de mayores diferencias en términos relativos, procedería, en su caso, analizar y unificar la información con la Administración Autonómica competente, dado que aún no se han aprobado sus correspondientes Planes Hidrológicos y, en consecuencia, no cabe acudir al mecanismo de revisión.

3.3.5.7.4. Programas de actuación

El Plan Nacional de Regadíos contempla una serie de programas de actuación que tienen por objeto principal dar cumplimiento al mencionado acuerdo del Pleno del Congreso de los Diputados de fecha 22 de Marzo de 1994. En consecuencia, se están desarrollando tal y como seguidamente se describe.

3.3.5.7.4.1. Superficie de nuevos regadíos

Se consideran en este apartado los regadíos en ejecución, es decir, aquellos con inversiones de cierta importancia, ya realizadas y pendientes de su terminación, y las nuevas superficies en regadío, que comprenden las zonas a transformar por razones de interés social y por iniciativa privada.

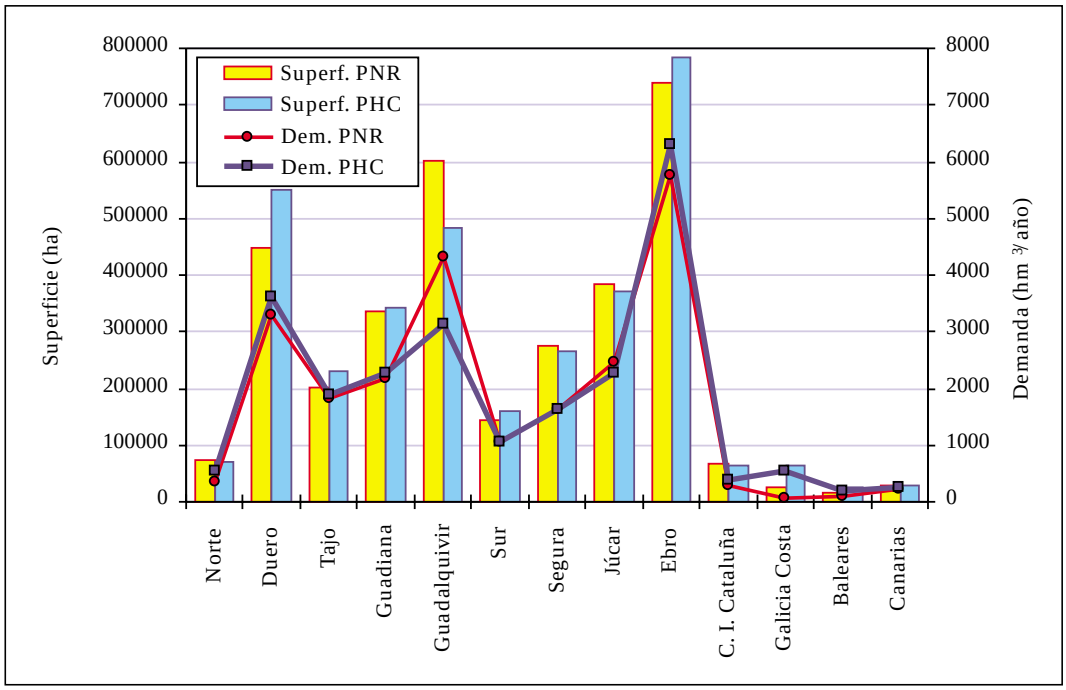


Figura 245. Superficies y demandas de riego según los PHC y los estudios de tipificación del PNR, por ámbitos de planificación

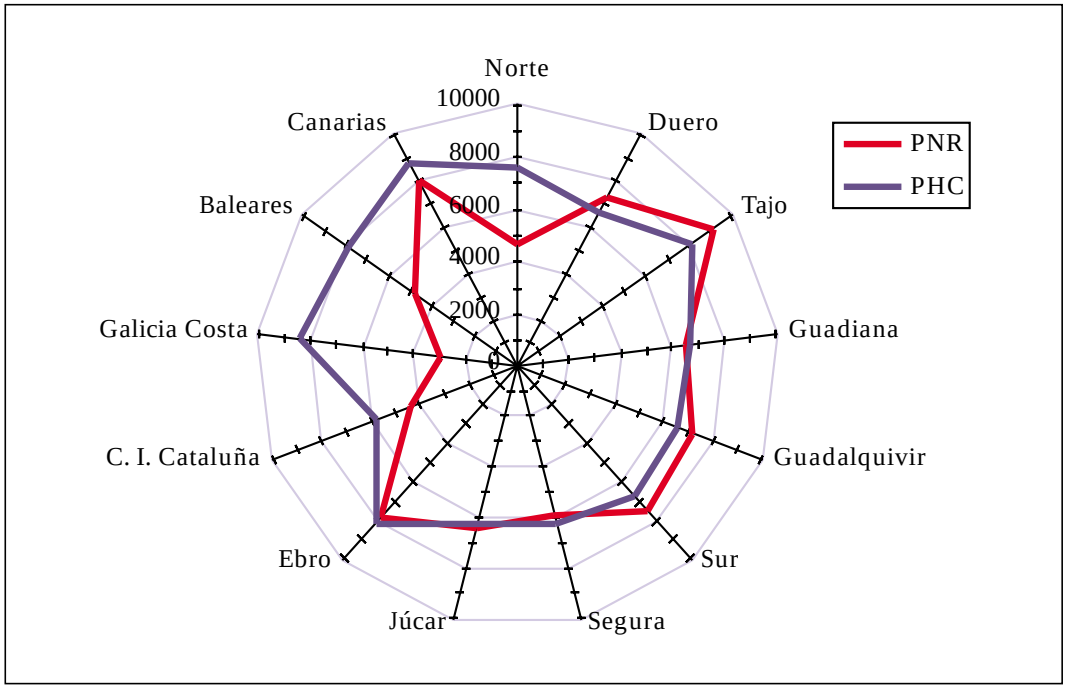


Figura 246. Dotaciones medias de riego (m^3/ha/año)

• Regadíos en ejecución (terminación)

Comprenden aquellas zonas en transformación en las que ya se han realizado inversiones públicas de cierta importancia en obras (no en estudios), con independencia de su situación administrativa y de que la iniciativa sea de las Comunidades Autónomas o de la Administración General del Estado.

• Zonas a transformar en regadío por razones sociales

Un aspecto importante del Plan es la determinación de aquellas zonas cuya transformación en riego tiene un interés claramente social al mantener, o elevar, las rentas de determinados sectores rurales de manera que se asegure la permanencia de sus poblaciones en su entorno tradicional.

Se ha previsto transformar por este concepto un total de 106.835 ha al horizonte 2008.

• Regadíos de iniciativa privada

El PNR determina que los regadíos de iniciativa privada que se adecuen a sus previsiones podrán acceder a la subvención que se establece para las actuaciones en consolidación y mejora de regadíos.

Se ha considerado que el ritmo de transformación de estas superficies puede ser de unas 4.000 ha/año (lo que supone un total de 40.000 ha al horizonte 2008), de las que se estima que 3.000 podrán acogerse a los beneficios y ayudas establecidos.

• Otras zonas estudiadas

El PNR ha efectuado una recopilación exhaustiva de todas las áreas de regadío de iniciativa privada o pública que en el transcurso de los últimos años han sido consideradas como potencialmente regables tanto por las Comunidades Autónomas como por el MAPA, ya estén contempladas o no en los planes hidrológicos de cuenca. La superficie total de estas zonas asciende, aproximadamente, a 1 millón de hectáreas.

En cada una de estas zonas se han efectuado los estudios de viabilidad técnica y socioeconómica para su transformación en riego.

La inclusión de un área de regadío como regadío potencial no presupone su transformación en riego. El desarrollo de estos regadíos estará principalmente condicionado por su rentabilidad económica, disponibilidad de recursos hidráulicos y financieros, demanda de los mercados, repercusiones ambientales y, en especial, por su interés social.

3.3.5.7.4.2. Superficie de regadío actual a mejorar

Además de las nuevas transformaciones comentadas, el PNR prevé incidir sobre superficies de regadíos ya existentes pero que requieren actuaciones de mejora. Dentro de este capítulo se deben considerar tanto los regadíos existentes infradotados, como aquellos otros que precisan obras de modernización y mejora debido a que sus infraestructuras, bien por envejecimiento de las instalaciones, bien por su anticuado diseño, son incompatibles con la implantación de técnicas modernas capaces de mejorar sus condiciones de competitividad, y dificultan el manejo racional de los recursos hídricos.

• Regadíos infradotados y su consolidación

Según los estudios desarrollados por el MAPA de caracterización y tipificación de los regadíos existentes en España, hay alrededor de 1.129.320 ha infradotadas de agua.

Las causas de este problema son las ya enumeradas: pérdidas en la red de conducciones, sistemas de riego anticuados, agotamiento de recursos, sobreexplotación de acuíferos, usos abusivos de los regantes de cabecera, etc.

La redotación de estos regadíos o, lo que es lo mismo, su consolidación para el restablecimiento de su potencial productivo, deberá ser uno de los programas del PNR, que debe ser tratado en lugar destacado dentro de sus actuaciones.

• Modernización y mejora de regadíos existentes

Como se ha apuntado anteriormente, una gran parte de los regadíos existentes se hallan dotados de unas infraestructuras de riego, de drenaje, de comunicación y de comercialización totalmente obsoletas, las cuales, por haber sido ejecutadas hace muchos años y, aún a pesar de los trabajos para mantenerlas en un estado aceptable de conservación y uso, responden a una tecnología muy anticuada y de imposible adaptación a las necesidades del desarrollo de una agricultura moderna y competitiva.

El mal estado, también por envejecimiento, de la red de riego de muchas zonas, es causa de pérdidas de importantes volúmenes de agua, lo que, al reducir los caudales que llegan a la parcela, hace más incómoda y costosa su aplicación y merma la rentabilidad de las explotaciones.

Las disponibilidades de agua en las diferentes cuencas hidrográficas es muy variable, y la rentabilidad del regadío, en cada una de ellas, depende de los productos agrícolas que se obtengan, según los diversos climas y suelos. Esto sugiere que la rentabilidad de las inversiones encaminadas al ahorro de agua variará notablemente entre cuencas y zonas de éstas.

Los estudios de caracterización y tipificación del PNR estiman que la superficie afectada por estos problemas asciende, aproximadamente, a 1.500.000 ha.

Dos aspectos importantes han de tenerse en cuenta en cuanto a la modernización de los regadíos españoles, por lo que suponen en cuanto a costes añadidos para nuestra agricultura, en términos comparativos con las de otros países de nuestro entorno.

En primer lugar, la reestructuración de la propiedad mediante las correspondientes acciones de concentración parcelaria, siempre que éstas sean precisas, con el fin de alcanzar superficies en las que, a pesar de su nueva dimensión -que por lo general seguirá siendo insuficiente-, sea posible la aplicación de algunas técnicas modernas de riego, una cierta mecanización de los equipos, etc.

En segundo lugar, la peculiar orografía española, caracterizada por la escasez de llanuras y el predominio de terrenos movidos, e incluso montañosos, que físicamente impiden la conformación de parcelas de dimensiones susceptibles de la adecuada mecanización, tanto en riegos, como en laboreo o en cualquier otra tarea de cultivo.

En este apartado deben, pues, distinguirse dos tipos de actuaciones que, aunque diferentes, no son indepen-

dientes entre sí, y que se orientarían a mejorar la competitividad de las explotaciones agrarias para elevar su rentabilidad y, con ello, el nivel de vida de los agricultores, y a lograr una aplicación más racional del agua y, de este modo, ahorrar en los consumos y liberar volúmenes para emplearlos en aumentar la garantía de las nuevas transformaciones, o en otros usos.

Las actividades a desarrollar en este programa de mejora y modernización de los regadíos afectarían, principalmente, a las infraestructuras de carácter hidráulico (racionalización de las redes de transporte y de distribución, modificación o mejora de los sistemas de riego y de la red de drenaje), infraestructuras de comunicaciones (redes de caminos), estructuras agrícolas (concentración parcelaria), sistemas productivos y de comercialización (alternativas de cultivo, consolidación de los productos, fomento del cooperativismo, estímulo al desarrollo de los sistemas de comercialización y acondicionamiento de los productos, industrias agroalimentarias).

Este tipo de actuaciones encaminadas, fundamentalmente, a mejorar la competitividad de los regadíos actuales, constituye el objetivo prioritario del PNR, dada la creciente tendencia de los mercados hacia su liberalización y apertura en el ámbito del comercio mundial.

3.3.5.7.4.3. Consumo y ahorro de agua

Como se desprende de cuanto se acaba de exponer, el estudio del consumo de agua y las medidas para lograr su ahorro -modernización de las infraestructuras y mejor utilización del recurso- están implícitos en los estudios realizados en relación con la mejora y modernización de los regadíos existentes.

Por lo que respecta a los nuevos regadíos, este tipo de actuaciones se contemplan desde el momento mismo en que se proyectan, mediante la adopción de una tecnología moderna y adecuada, y de medidas para el correcto uso del agua en los estatutos de las nuevas Comunidades de Regantes.

Y todo ello sin perjuicio de otras medidas para incentivar el ahorro, o disuadir del despilfarro, contempladas en la vigente Ley de Aguas y en el Anteproyecto de su modificación.

3.3.5.7.4.4. Cultivos a establecer en concordancia con la reforma de la PAC y el acuerdo del GATT

España, como miembro de la Unión Europea, está plenamente vinculada a la Política Agrícola Comunitaria, cuyos principios básicos se han expuesto anteriormente. Esta PAC, con sus ventajas y limitaciones, supone, quizás, el condicionante más fuerte para el desarrollo de las producciones agrícolas de los países miembros de la UE, estando, además, sometida a las presiones liberalizadoras de la Organización Mundial de Comercio.

El PNR, como documento que ha de contemplar la evolución y tendencias, no sólo de la PAC, sino también de la OMC, dedica una parte fundamental al análisis de la situación de los mercados, tanto nacionales como europeos e internacionales a fin de poder perfilar las actuaciones más convenientes para la agricultura española.

Como se ha señalado anteriormente, una vez alcanzados los límites de las producciones subvencionadas se puede correr el riesgo de incurrir en penalizaciones -que repercutirían en los propios agricultores- por el rebasamiento de aquellos límites. Por ejemplo, las superficies dedicadas a cultivos herbáceos (cereales, oleaginosas y proteaginosas), que alcanzan el porcentaje más alto, un 40%, de la superficie total regada, se fijan en la reforma de la PAC de 1992 tomando como referencia la superficie cultivada en 1989, 1990 y 1991, y hoy, una vez alcanzada, existe una fuerte presión para ampliarla con el citado riesgo.

3.3.5.7.4.5. Estudios de rentabilidad y posibles alternativas

El PNR carecería de valor práctico si omitiese un capítulo tan importante como éste. La orientación de la agricultura española de regadío deberá dirigirse hacia factores que sean capaces de lograr producciones más competitivas (en precios o en calidad), de manera que puedan alcanzar cotas estables de mercado frente a otros países en un contexto comercial cada vez mas internacionalizado.

En este sentido, los estudios de rentabilidad del PNR son un soporte básico para la comparación de las distintas alternativas consideradas, facilitando la selección de las actuaciones más interesantes, así como la distinción entre regadíos competitivos y estables de aquellos otros previstos de difícil continuidad.

3.3.5.7.4.6. Zonas a transformar en regadío por razones sociales

Como ya se apuntó, un aspecto importante del Plan es la determinación de aquellas zonas cuya transformación en riego tiene un interés claramente social al mantener, o elevar, las rentas de determinados sectores rurales de manera que se asegure la permanencia de sus poblaciones en su entorno tradicional.

Se trata de analizar, entre otras, aquellas situaciones en las que, generalmente por descenso de la rentabilidad de los cultivos de secano, los pueblos vinculados a un determinado entorno se encuentran empujados a emigrar a las urbes en busca de unos medios de vida que les permita llevar una existencia digna. En tales casos, la realización de pequeñas transformaciones, no superiores a 2.500 ha, podría ser motivo suficiente para impedir el éxodo y mantener a tales familias en el campo y, con ello, evitar el posible deterioro medioambiental que su abandono produciría, así como la afluencia demográfica masiva hacia los núcleos urbanos, frecuentemente incapaces de dar oportunamente soluciones, siempre costosas, a estas emigraciones.

3.3.5.7.5. Formación de los regantes y divulgación de las técnicas de regadío

Considerando el gran esfuerzo económico que supondrán para el país las actuaciones del PNR, resulta obligado tratar de obtener los máximos rendimientos de las inversiones que se realicen mediante el mejor uso y manejo de las instalaciones, equipos y técnicas de cultivo y de aplicación del agua, lo que, a su vez, influirá favorablemente en las condiciones de vida del agricultor.

Esto lleva a la necesidad de formar adecuadamente a los regantes mediante el establecimiento, por una parte, de cursos de capacitación profesional y, por otra, de agencias o servicios de asesoría e información periódica sobre los parámetros de riego, complemento éste indispensable si se desea alcanzar en el campo el nivel técnico preciso para lograr la competitividad que, en último término, será la que determine el éxito o el fracaso de nuestra agricultura de regadío. Tales cursos de formación y capacitación profesional de los regantes (muchos de ellos, ya a un nivel muy alto) deberían complementarse con la colaboración de los Organismos existentes, tanto de la Administración Central como de la Autonómica, con líneas de permanente divulgación entre los agricultores de las tecnologías más adecuadas en materia de regadíos, para obtener la eficacia deseable de las actuaciones contempladas en el PNR.

En cuanto a los servicios de asesoría al regante, existen en España muy interesantes antecedentes en los antiguos servicios agronómicos de las Confederaciones Hidrográficas, y, en fechas más recientes, de los establecidos por algunas Comunidades Autónomas. El funcionamiento de estos servicios puede servir de modelo para la implantación de una red, a escala nacional, de centros que faciliten a los usuarios información, en tiempo real, orientada a mejorar la aplicación del agua y a optimizar su aprovechamiento.

3.3.6. Usos energéticos

3.3.6.1. Introducción. Evolución histórica

La importancia de la hidroelectricidad dentro del sector energético y, en particular, dentro del sector eléctrico, así como su aportación a la economía nacional, y algunos de los aspectos territoriales más relevantes de la producción hidroeléctrica, ya fueron tratados en el apartado dedicado al marco socioeconómico y territorial. Por tal motivo, el presente epígrafe está orientado a complementar la caracterización de los aspectos más sobresalientes relacionados con este uso del agua.

La primera característica de la utilización del agua para fines hidroeléctricos que cabe destacar es su condición de *no consuntiva*, aunque esta consideración deba ser matizada por un doble motivo. En primer lugar, hay que señalar que, si bien el uso hidroeléctrico no consume agua en sentido estricto, puesto que no evapora cantidad alguna, devolviendo a la red hidrográfica todo el agua que utiliza, ni degrada su calidad, lo cierto es que ocupa en exclusiva un tramo del curso fluvial y en algunos casos deslocaliza el recurso natural a fin de aprovechar con mayor ventaja los desniveles topográficos. En todo caso, implica una afección ambiental de intensidad variable y, en el sentido expuesto, un cierto *consumo* de los activos que configuran el valor ambiental del dominio público hidráulico.

En segundo lugar, conviene dejar constancia de que, aunque en general este tipo de uso es compatible con el resto de las demandas de agua, en ocasiones impone restricciones a la explotación de los recursos hídricos disponibles para otros usos (puede impedirlos totalmente cuando se trate de aprovechamientos a la misma cota) e incide sobre el funcionamiento de los sistemas de explotación, afectando a sus balances, pérdidas, garantías, etc. Por todo ello, lleva consigo un coste de oportunidad de cuantía no despreciable.

La demanda de agua para producción de energía eléctrica se caracteriza, además, por ser una función derivada de la demanda de un bien (la electricidad) cuya producción se realiza simultáneamente en unidades de generación que aprovechan distintas fuentes de energía y, finalmente, se ofrece al consumidor como un producto único, tras ser conducida por las mismas redes de transporte y distribución, independientemente de su origen.

En este punto interesa incidir sobre las funciones que realiza la hidroelectricidad dentro del sistema de producción de energía, puesto que, dada la condición de no almacenable que tiene la energía eléctrica, ciertas características de la hidroelectricidad hacen que se mantenga como un componente básico en dicho sistema de producción, a pesar de la progresiva pérdida de

participación en el total. Por contra, cabe señalar la fuerte sensibilidad de la producción ante las condiciones pluviométricas, lo que le ocasiona una enorme variabilidad de unos años a otros y hace que no sea adecuada para garantizar, por sí sola, demandas importantes, sino para servir de elemento de garantía y estabilidad de servicio. Brevemente, las funciones que desarrolla la energía hidroeléctrica pueden resumirse en las siguientes:

- Proporcionar una gran flexibilidad en la generación, lo que da una alta capacidad de respuesta al sistema para atender una demanda que se caracteriza por sufrir fuertes variaciones en cortos intervalos de tiempo. La energía hidroeléctrica permite que esa adaptación se produzca en las debidas condiciones de calidad (estabilidad de tensión y frecuencia) y a bajos costes de operación.
- Servir como elemento de alerta y reserva para, en el caso de fallo en algún grupo térmico, conectarse a la red a su potencia máxima, desde un valor muy reducido que, de forma permanente, está activado. Esta función y la anterior son esenciales para un servicio cuya garantía de continuidad es básica en las sociedades contemporáneas.
- Posibilitar el aprovechamiento de la energía excedente de los grupos térmicos en las horas valle, mediante el bombeo de agua de los embalses inferiores a los superiores, de modo que esa energía, en vez de perderse, pueda utilizarse en las horas punta.
- Posibilitar una cierta capacidad de defensa ante avenidas por resguardos y gestión de las presas hidroeléctricas.
- Constituir una fuente de energía limpia, toda vez que en su generación no se producen residuos. Esta característica supondrá en el futuro una ventaja cada vez mayor si, como es previsible, la emisión de gases causantes del efecto invernadero continúa siendo un problema creciente. También es renovable, lo que constituye sin duda otra ventaja frente a las fuentes que implican el agotamiento de los recursos no renovables.

La utilización del agua como recurso energético jugó un papel esencial en el proceso de industrialización del siglo XIX, aunque desde mucho antes la energía hidráulica se venía empleando tradicionalmente en norias, aceñas y molinos, aprovechamiento que se realizaba en el mismo borde del río para unos usos muy limitados.

La aparición de la electricidad a nivel industrial trajo consigo la construcción de las primeras centrales hidroeléctricas en los últimos años del siglo pasado. El emplazamiento de las centrales hidroeléctricas construidas entonces estuvo condicionado por la existencia de un salto de agua próximo a un centro de consumo, debido a las limitaciones técnicas para el transporte a distancia de la electricidad. En otros casos fue la pequeña industria la que se aproximó al aprovechamiento hidroeléctrico. En algunos lugares, como Cataluña, estas circunstancias constituyeron hechos decisivos en su configuración territorial y socioeconómica (Maluquer de Motes [1990]; Vilar [1990]).

Con la aparición de la corriente alterna, a principios de siglo, se abrió la posibilidad de transportar la electricidad a grandes distancias, comenzando a construirse centros de producción de mayores potencias.

En 1901, ya existía una potencia hidroeléctrica instalada en España de 37.000 kW y una potencia termoeléctrica de 57.000 kW.

La producción de energía eléctrica pasó de 240 GWh en 1905 a 2.609 GWh en 1930 y 3.617 GWh en 1940. Desde comienzos de siglo hasta el año 1922 el consumo creció a un ritmo del 8% anual. En el periodo 1922-29 este crecimiento pasó a ser del 10% y descendió al 5% en el periodo 1930-36.

En los años cuarenta hubo un rápido crecimiento del consumo, partiendo de una situación inicial en la que gran parte del equipo de generación estaba dañado por los efectos de la Guerra Civil y el resto de los países industrializados estaban en guerra. Esta situación se agravó debido a la sequía de los años 1944 y 1945.

El desarrollo hidroeléctrico inició su verdadero despegue en los años cincuenta, alcanzando su máximo ritmo de crecimiento en la década de los sesenta, disminuyendo seguida y progresivamente, más por el régimen económico aplicado a la producción hidroeléctrica que por dificultades en el desarrollo de estos recursos energéticos.

Entre los años 1950 y 1970 se desarrolló una gran parte del actual equipo hidroeléctrico español, ya que se instalaron unos 9.000 MW, esto es, casi el 55% del actual parque hidroeléctrico.

Desde 1971 a la actualidad se ha llevado a cabo la construcción de las centrales de bombeo puro, así como las grandes centrales de bombeo mixto, en coordinación con el desarrollo del equipo térmico, y diversas ampliaciones de centrales existentes.

La función de la hidroelectricidad en la satisfacción de la demanda eléctrica ha variado sustancialmente a lo largo del tiempo. En un principio, cuando las centrales hidroeléctricas funcionaban en una red no interconectada, abastecían a poblaciones aisladas debiendo entregar la potencia según se demandaba y era frecuente parar las máquinas fuera de las horas en las que se utilizaba el alumbrado. Entonces la potencia insta-

lada era suficiente para cubrir la demanda esperada y los caudales fluyentes bastaban para que las máquinas diesen la máxima potencia.

Al crecer la demanda hubo que incrementar la potencia instalada en las centrales hidroeléctricas que abastecían mercados locales, debiendo almacenarse el agua en embalses pequeños formados por azudes de derivación. De esta forma se concentraba el agua para su utilización en las horas de mayor consumo.

Debido a la irregularidad estacional de los caudales en la mayor parte de nuestros ríos, con los caudales garantizados en estiaje sólo se podría aprovechar una pequeña parte de los recursos hidroenergéticos, por lo que para utilizar caudales mayores y garantizar el suministro, era necesario instalar grupos térmicos que funcionasen en épocas de estiaje, supliendo la falta de energía hidroeléctrica, y construir embalses reguladores que suministrasen el caudal suficiente para garantizar la potencia instalada en la época de mayor demanda. Esto supuso en muchas ocasiones un enorme esfuerzo económico, técnico y humano (Chapa [1999]; Martín Gaite [1983]).

La falta de centrales hidroeléctricas locales capaces de satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, la necesidad de incrementar la seguridad del suministro y la economía de escala, determinaron que, sucesivamente, los mercados locales se fueran conectando a la red eléctrica nacional, abastecida hasta hace unos veinte años preferentemente por energía hidroeléctrica, y después completada por la producción de centrales térmicas en las épocas hidrológicamente desfavorables.

Cuando predominaba la producción hidroeléctrica, sus centrales debían seguir la curva de carga demandada, alcanzándose en las centrales con regulación utilizaciones del orden de 5.000 horas/año. En las centrales hidroeléctricas fluyentes y, en épocas de aguas altas, también en las reguladas por embalses, se disponía de considerables excedentes de energía fuera de las horas de mayor demanda, por lo que se fomentó la utilización de energía eléctrica en industrias que pudieran funcionar intermitentemente.

Como consecuencia de los avances tecnológicos en las centrales térmicas, de la economía de escala conseguida al instalar grandes grupos, de la aplicación de la energía nuclear al suministro de energía eléctrica y de haberse utilizado ya los emplazamientos hidroeléctricos más favorables, fue incrementándose la participación de la energía térmica en el abastecimiento de energía eléctrica hasta predominar sobre la producción hidroeléctrica.

En esta fase, las centrales hidroeléctricas asociadas a embalses cuya explotación no estaba condicionada por otros usos, se sobreequiparon en potencia, con objeto de concentrar su producción en las horas de mayor demanda, permitiendo a las centrales térmicas funcionar con la mayor continuidad y utilización posible. Se instalaron también centrales reversibles que pudieran acumular agua mediante bombeo utilizando excedentes de energía que no puede colocarse directamente en el mercado en horas de poca demanda, concentrando la producción de energía con el agua acumulada en las horas en que es mayor la demanda de potencia.

La evolución descrita se muestra en los gráficos de las figuras 247 y 248, en los que se presentan los datos de UNESA (1998a) sobre evolución de potencias instaladas en España a 31 de diciembre de cada año y de producciones anuales de energía eléctrica, según su origen hidráulico, térmico convencional o nuclear.

Asimismo, la figura 249 -datos de UNESA (1998a)- muestra la evolución del consumo neto total de energía eléctrica en España -lógicamente similar a la evolución de la producción-, y de los intercambios internacionales (con Francia, Portugal y Andorra) producidos. Como puede verse, estos intercambios comienzan a producirse con cierta intensidad a mediados de los 60 y con un balance negativo (se entregaba más de lo que se recibía). Actualmente el balance es alternante, con saldos de unos 3000 GWh al año.

También deben mencionarse las actuaciones en el campo de las centrales hidroeléctricas menores de 5 MW, comúnmente denominadas *minicentrales*. Estas centrales, que en muchos casos se habían abandonado por su escasa o nula rentabilidad en los años anteriores a la crisis energética, fueron modernizadas y dotadas de automatismo y telemando, de forma que en muchos casos pueden competir con otras energías alternativas.

Al amparo de la Ley de Conservación de la Energía de 1981 se definió un Plan de Minicentrales, fruto del cual ha sido la incorporación al parque hidroeléctrico de numerosas pequeñas instalaciones. La potencia instalada en este tipo de minicentrales en 1994 alcanzaba casi los 900 MW. En algunos casos se ha tratado de nuevas centrales, si bien la mayor parte de esta potencia se debe, como se ha dicho, a la recuperación de viejos aprovechamientos que estaban fuera de servicio.

Por otra parte, dicha Ley y su posterior desarrollo, así como los diversos planes de energías renovables, las acciones de diversos Organismos públicos, y los precios recibidos por los autoproductores por la energía suministrada al sistema Eléctrico Nacional, hicieron atractiva la inversión en pequeñas centrales para sociedades industriales y particulares, lo que supuso un aumento significativo en el parque de generación eléctrica mediante pequeñas centrales hidroeléctricas.

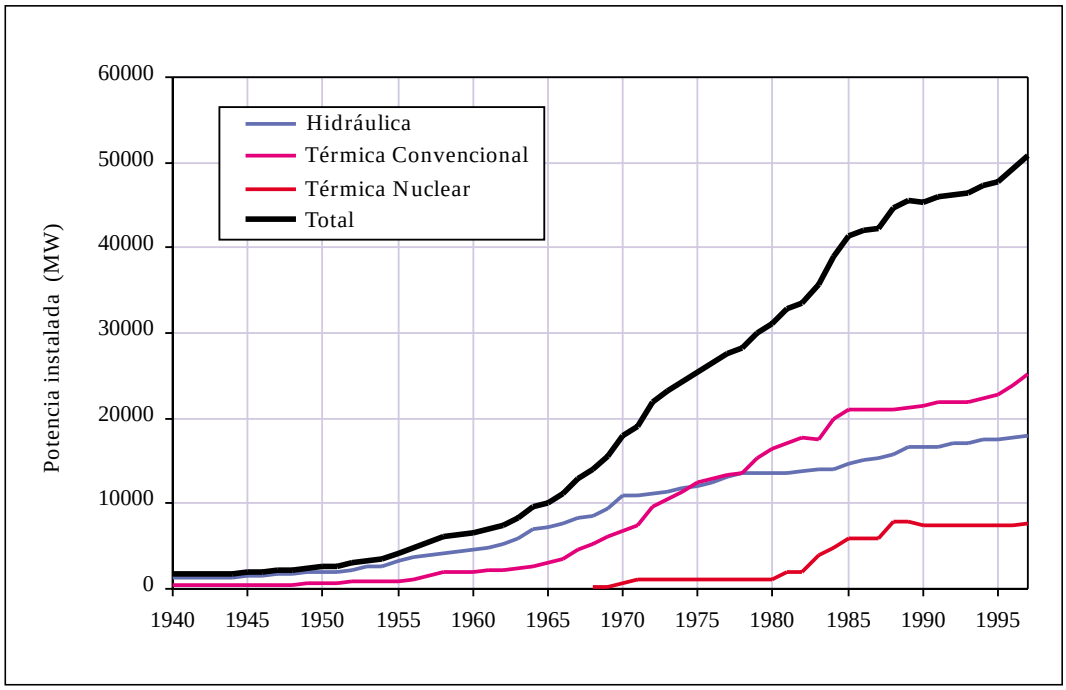
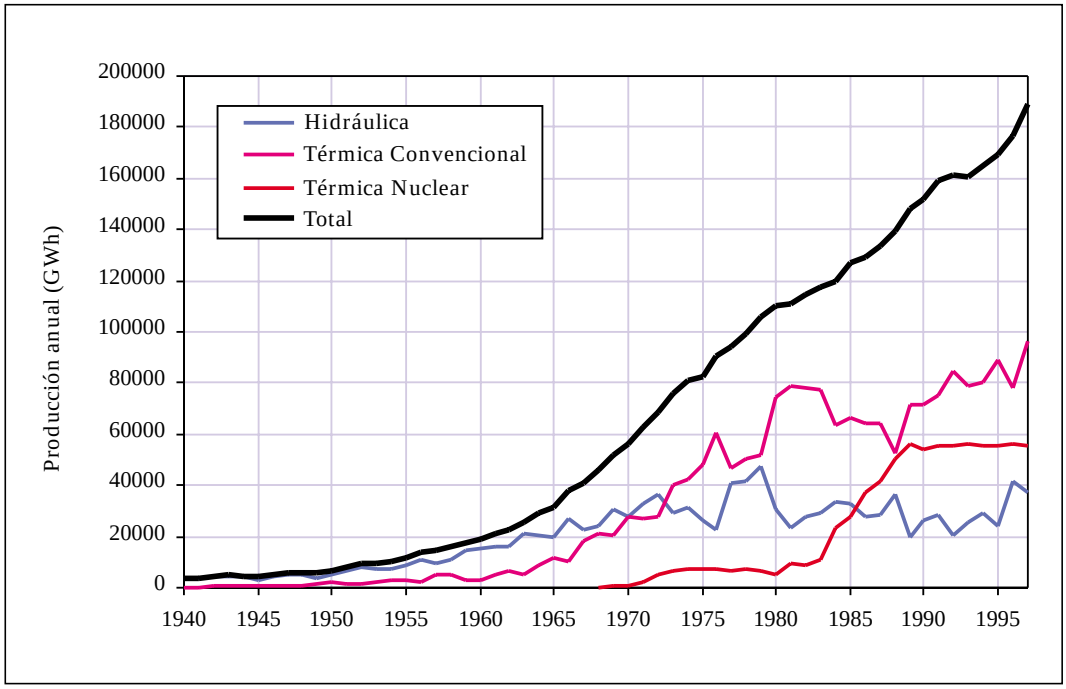


Figura 247. Evolución desde 1940 de la potencia instalada



Fgra 248. Evolución desde 1940 de la producción de energía eléctrica

3.3.6.2. Aprovechamientos hidroeléctricos

La demanda de agua para uso hidroeléctrico viene determinada por factores de diversa índole. Por un lado, razones físicas relacionadas con la escasez de ríos todavía no explotados, de caudales suficientes o de lugares idóneos para poder aprovechar nuevos saltos. Todo ello supone una limitación en el crecimiento a largo plazo de este tipo de demanda. Por otro lado, razones de tipo empresarial. En efecto, las empresas poseen centrales de generación de diversos tipos (hidráulicas y otras), circunstancia que hace que la demanda de agua para uso hidroeléctrico venga condicionada también por los costes relativos de producción en el seno de las mismas (la estructura de costes se caracteriza por tener unos costes variables prácticamente nulos, con lo cual los costes unitarios disminuyen fuertemente cuando aumenta la producción. Actualmente sus costes de generación oscilan entre el 90% del coste medio de todas las fuentes de energía en años secos y el 60% en años húmedos). Por último, no hay que olvidar la política de la Administración, en un sector que ha estado tradicionalmente muy regulado, si bien actualmente sometido a un proceso de liberalización.

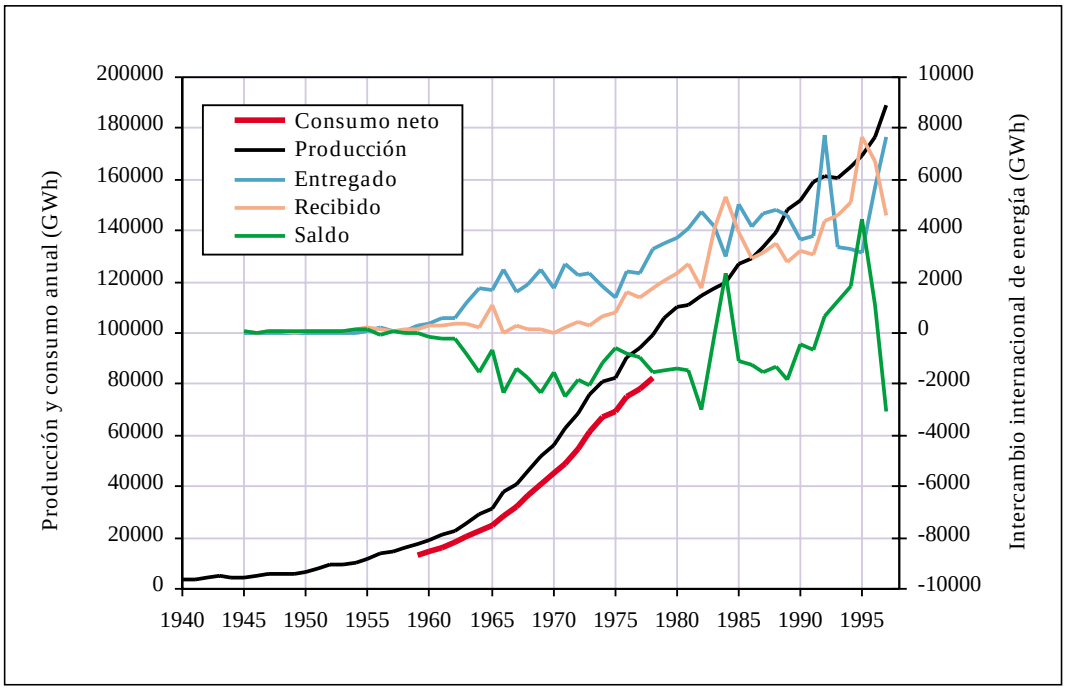


Figura 249. Evolución de producción, consumo e intercambios internacionales de energía eléctrica

Se trata, en todo caso, de un uso cuantitativamente muy importante, dado que se estima que el volumen turbinado en un año medio está en torno a los 16.000 hm^3. En cuanto a la capacidad de embalse requerido para este aprovechamiento, puede decirse que ronda los 20.000 hm^3. Ambas cifras, comparadas con el total de agua utilizada en usos consuntivos o con el volumen total de embalses, muestran la importancia de esta demanda. Actualmente la potencia instalada se aproxima a los 17.000 MW, observándose en estos momentos un crecimiento muy amortiguado, tras la gran expansión que el sector hidroeléctrico experimentó en el tercer cuarto del siglo. La producción, en cambio, ha sufrido un ligero retroceso en valores medios debido, por una parte, a la larga sequía padecida durante los últimos años y, por otra, al consumo creciente de agua para otros usos, particularmente regadío, que ha ido mermando las aportaciones hidráulicas utilizables para la producción de energía eléctrica. En el año 1996, que fue un año húmedo, la producción superó los 40.000 GWh, siendo la energía media anual producida del orden de 30.000 GWh, en tanto que, en un año seco como 1995, no llegó a 25.000 GWh.

Como puede apreciarse en los gráficos de la figura 250, la producción hidroeléctrica española se caracteriza por una alta concentración territorial, consecuencia de las circunstancias hidrográficas, orográficas y topográficas de nuestro país. Así, las cuencas del Norte, Duero y Ebro suman por sí solas casi el 80% de la producción total y con el Tajo alcanzan el 90%. Por otro lado, el sector está también bastante concentrado en el plano empresarial: la producción hidroeléctrica de las cinco mayores empresas españolas cubre entre el 80% y el 90% de la producción total.

El caso de la generación de electricidad es un ejemplo de cómo los efectos beneficiosos derivados de la construcción de ciertas infraestructuras pueden mostrarse en regiones muy alejadas de aquéllas donde se ubican las mismas y que sufren los inconvenientes de su implantación. Desde este punto de vista, puede decirse que las restricciones territoriales que, en general, operan para los diversos usos del agua, no surten efecto en el caso de los aprovechamientos hidroeléctricos, donde es normal la transferencia del producto energético, aunque el agua permanezca en la propia cuenca.

Las limitaciones físicas a que se ha hecho referencia anteriormente y los costes crecientes de las posibles nuevas infraestructuras son razones objetivas para suponer que en los próximos años habrá un crecimiento modesto, en términos relativos, en la potencia instalada. El Plan Energético Nacional (PEN) de 1991 preveía hasta el año 2000 un aumento de 900 MW en centrales hidroeléctricas medianas y grandes y de 800 MW en minicentrales (esto representaba el 20% del crecimiento total estimado). Otras estimaciones más optimistas consideran que podría incrementarse la potencia instalada incluso hasta en 7.000 MW en 20 años, si el Estado fomentase con medidas legales y económicas este tipo de energía.

Estimaciones de este tipo se hacían también en el citado PEN de 1991 para la producción de energía eléctrica en centrales de fuel, de carbón, de gas, de ciclo combinado, y producción de origen nuclear. Ello obedecía a las políticas concretas que en dicho Plan se planteaban como criterios a seguir en materia de ges-

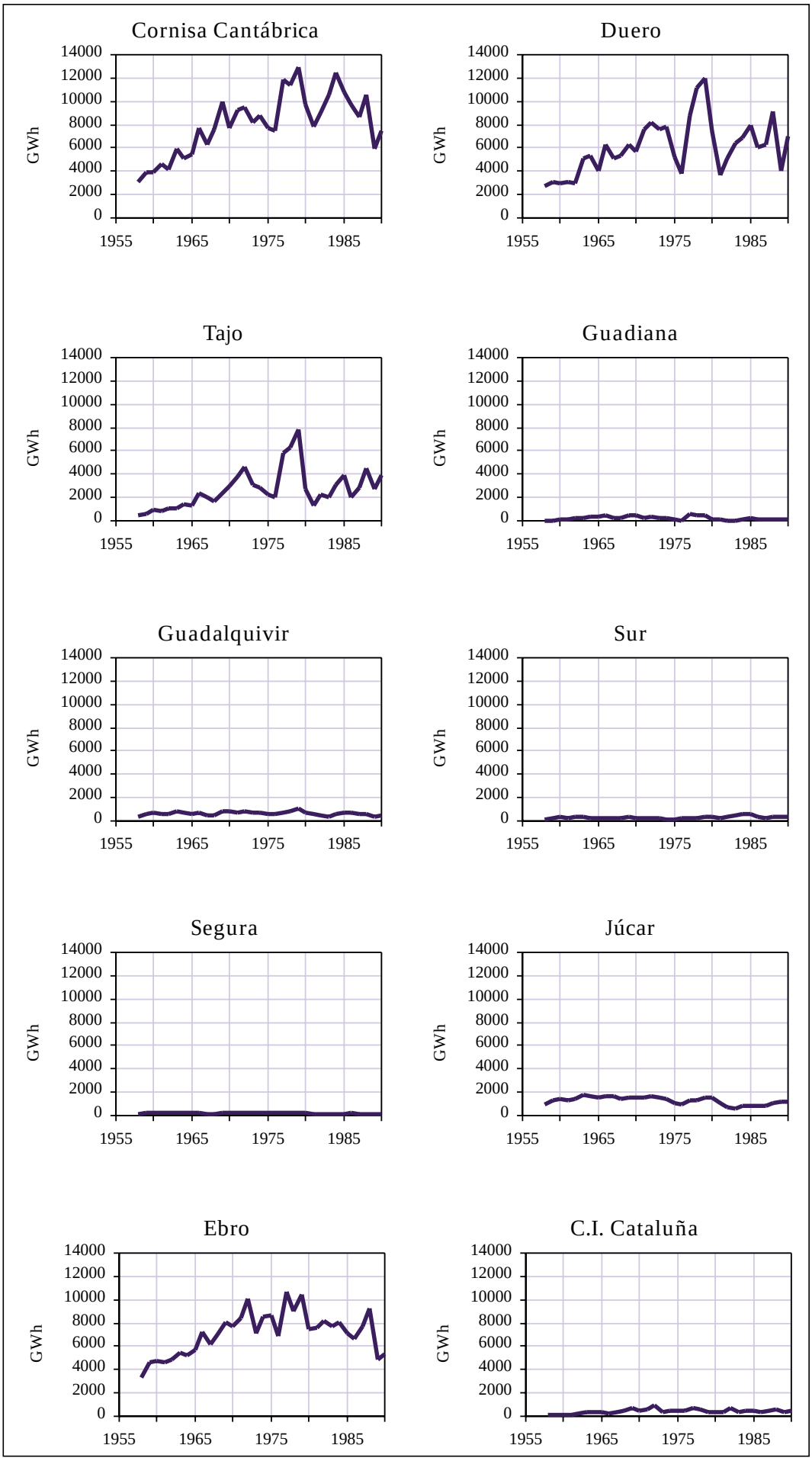


Figura 250. Evolución de la producción de energía eléctrica de origen hidráulico en las diferentes cuencas

Fuente: Estadística sobre embalses y producción de energía hidroeléctrica. MOP-DGOH (varios años)

tión de los citados combustibles. Conviene precisar al respecto que el PEN sólo tenía carácter orientativo, sirviendo para poner de manifiesto ante las compañías de producción de energía eléctrica las previsiones del Estado.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que la política eléctrica actual está en la línea de reducir la intervención del Estado en el sector, considerando que la generación de energía eléctrica debe organizar su funcionamiento bajo el principio de libre competencia, por lo que el Estado reconoce el derecho de los particulares a la libre instalación de centrales para la generación de energía, limitándose a favorecer, a través de la legislación, la consecución de los objetivos de garantizar el suministro con la debida calidad y al menor coste posible y proteger el medio ambiente.

En esta situación la evolución del sector hidroeléctrico y, por tanto, su demanda de agua, dependerá fundamentalmente de sus ventajas comparativas frente a otras fuentes de energía, aunque evidentemente sean necesarias garantías de estabilidad en las concesiones de agua para que las empresas se interesen por la construcción de nuevas instalaciones. Subsiste, finalmente, la defensa del medio ambiente como el principal argumento para que el Estado pueda fomentar determinadas actuaciones hidroeléctricas.

3.3.6.3. Producción térmica

Además de los aprovechamientos hidroeléctricos, el agua se utiliza con fines energéticos para la refrigeración de centrales térmicas, cuya demanda, sobre todo si se efectúa en circuito abierto, es muy poco consuntiva, pues devuelve en torno al 95% del agua empleada a corta distancia del punto de captación. Este tipo de uso, sin embargo, puede condicionar en gran medida la explotación de los sistemas, puesto que exigen la disponibilidad de grandes volúmenes de agua regulados y garantizados.

La distribución por ámbitos territoriales de planificación de las demandas de refrigeración recogidas en los Planes Hidrológicos de cuenca es la que se muestra en la tabla 84.

Las principales demandas para refrigeración en circuito abierto son las centrales nucleares de Ascó (2.270 hm^3/año) y Santa María de Garoña (766 hm^3/año) en el río Ebro, y Almaraz (583 hm^3/año) en el Tajo, así como la térmica de Aceca (544 hm^3/año) también en el Tajo.

La refrigeración de las centrales eléctricas en circuito abierto conlleva elevaciones de temperatura que en muchos casos son incompatibles con otros usos aguas abajo o con las exigencias de la fauna fluvial. Como se comentó al hablar de contaminación térmica, el incremento de la temperatura media en la sección fluvial está limitado a 3ºC por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (en usos piscícolas existen límites más exigentes) por lo que, considerando la potencia que se suele instalar en las nuevas centrales, el circuito abierto queda limitado a ríos de gran superficie de cuenca y caudal de estiaje elevado, salvo que sea factible la parada estacional de la central. La refrigeración en circuito cerrado, si bien permite instalar las centrales junto a ríos menos caudalosos, conlleva, para las potencias instaladas en las actuales centrales, consu-

Ámbito	Demanda de refrigeración (hm^3/año)
Norte I	33
Norte II	40
Norte III	0
Duero	33
Tajo	1.397
Guadiana I	5
Guadiana II	0
Guadalquivir	0
Sur	0
Segura	0
Júcar	35
Ebro	3.340
Cuencas Internas de Cataluña	8
Galicia Costa	24
Total península	4.915
Baleares	0
Canarias	0
Total España	4.915

Tabla 84. Demanda para refrigeración de centrales eléctricas por ámbitos de planificación

mos de agua no despreciables, que pueden alterar sensiblemente el balance global del sistema en cuestión.

Por otra parte, y desde el punto de vista estrictamente económico, es probable que este sea uno de los usos con mayor rentabilidad por m^3 consumido.

Finalmente, y en el contexto de los usos térmicos del agua, cabe mencionar los recursos de la energía geotérmica, actualmente de empleo muy limitado, pero con interesantes posibilidades de desarrollo en algunos zonas del país. La surgencia de aguas subterráneas a altas temperaturas puede permitir utilizaciones turísticas mediante la instalación de balnearios, la calefacción de invernaderos, y el propio uso final del agua en los procesos productivos.

3.3.7. Acuicultura

La acuicultura se refiere a las diversas formas de cría o engorde, más o menos intensivo, de peces, crustáceos o moluscos en agua dulce, salobre o de mar. Pueden distinguirse varias categorías, dependiendo del criterio usado para su clasificación. Según el tipo de agua utilizado se diferencian la *maricultura* o acuicultura en agua de mar y la *piscicultura* o acuicultura continental en agua dulce o salobre.

España es un país de grandes recursos acuícolas debido a sus 5.000 km de costa, y a la riqueza y extensión de su red hidrográfica y de sus embalses. En los ríos españoles se cría la trucha con fines de repoblación desde finales del siglo pasado, aunque las primeras factorías de engorde no aparecen hasta 1960. Unos años antes, en 1940, se habían iniciado las primeras experiencias de engorde de mejillón en las Rías Bajas gallegas.

La acuicultura continental constituye en España una actividad firmemente establecida, con producción y resultados estables en los últimos años. La especies principales de cría y engorde son los salmónidos (trucha), ciprínidos (carpa) y crustáceos (cangrejo de río). Es mayoritaria la trucha arco iris (*salmo gairdneri*) debido a su rápido crecimiento y a su grado de domesticación, con una producción anual para consumo humano de 20.000 toneladas. El resto de la producción se divide entre cangrejo y otras especies, como la trucha común, tenca, etc. La figura 251 muestra la evolución de la producción de trucha arco iris desde 1980.

La producción para el consumo humano representa aproximadamente el 80% de la producción total de trucha; el resto se dedica a repoblaciones.

Los modelos de piscifactoría suelen ser de estanques de hormigón con disposición en espina de pez o de tipo *race-way*, de introducción más reciente. Este último, con depósitos escalonados, ha permitido mejorar la mecanización permitiendo, a su vez, un uso más eficiente del caudal de agua circulante. En ambos modelos es obligatoria la existencia de una balsa de decantación en la que se recogen los excrementos y sustancias nocivas que producen los animales acuáticos.

La demanda de agua para la acuicultura es poco significativa en cuanto al volumen que requiere. En toda la cuenca del Segura, por ejemplo, la acuicultura supone un volumen anual que no alcanza los 20 hm^3. La piscifactoría más importante para producción de truchas se encuentra en la cuenca del Ebro, en el río Segre, aguas abajo del embalse de Oliana. En esta cuenca existen unas 80 instalaciones inventariadas, de las que

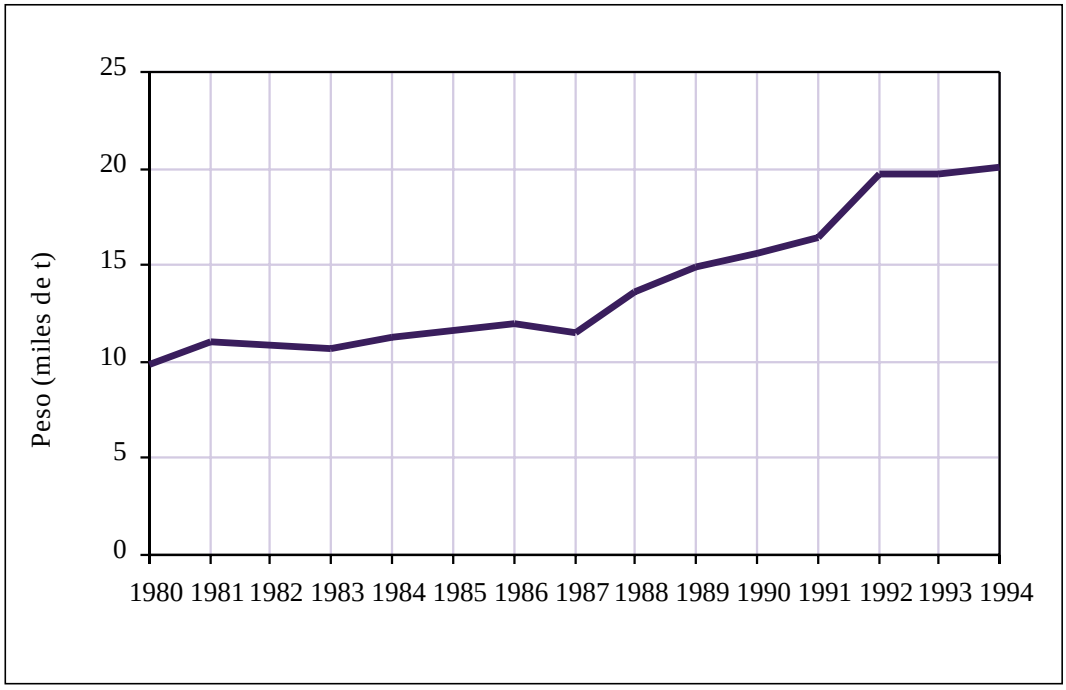


Figura 251. Evolución de la producción de trucha arco iris destinada al consumo humano

están operativas 51 de acuicultura continental y 11 de acuicultura marina.

Sin embargo, las condiciones de calidad y temperatura que requieren las instalaciones de acuicultura continental son bastante exigentes, lo que puede suponer un condicionamiento para los usos situados aguas arriba.

Los retornos son muy elevados, pues se trata de un uso muy poco consuntivo, volviendo a los cauces la práctica totalidad de los volúmenes derivados. Pero la acumulación de residuos orgánicos y la limpieza de los estanques y balsas de decantación puede trasmitir al río cargas tróficas de cierta importancia, lo que exige la corrección de los vertidos.

3.3.8. Usos recreativos

Bajo el concepto de uso recreativo del agua se engloban aprovechamientos del dominio hidráulico muy variados, que tienen en común el objetivo de satisfacer los requerimientos de ocio y esparcimiento de la sociedad. El interés de estos usos está aumentando significativamente en las últimas décadas, su desarrollo plantea nuevos problemas y oportunidades, y su estudio está siendo objeto de creciente atención (v., p.e., Bru Ronda y Santafé Martínez, 1995).

Desde el punto de vista de la utilización de recursos hídricos podrían distinguirse tres grandes categorías.

En primer lugar, los usos recreativos que implican derivar agua del medio natural. Incluyen, por ejemplo, el riego de campos de deportes (golf, fútbol, etc.), las piscinas y parques acuáticos, los complejos deportivos, la innivación artificial en las estaciones de esquí, los abrevaderos de caza, las instalaciones de deportes acuáticos o las zonas de recreo que cuentan con superficies de agua artificiales. Suponen, en general, un consumo de agua moderado, registrándose los mayores índices de consumo en los riegos de instalaciones deportivas. En ocasiones, estos usos recreativos son difíciles de separar del uso urbano, debido a que frecuentemente el suministro se efectúa a través de la red urbana. Por su parte, el riego de los campos de golf suele considerarse, a menudo, incluido en la demanda de regadío.

En segundo lugar se encuentran todas aquellas actividades de ocio que usan el agua en embalses, ríos y parajes naturales de un modo no consuntivo. Incluyen una gran variedad de deportes acuáticos en aguas tranquilas (vela, *windsurf*, remo, barcos de motor, esquí acuático, etc.) o bravas (piragüismo, *rafting*, etc.), el baño y la pesca deportiva. Suelen requerir el mantenimiento de ciertos niveles de agua en los embalses y caudales en los ríos, lo que puede llegar a representar un condicionante para la gestión de los sistemas de explotación, con la consiguiente repercusión en los recursos disponibles para otros usos. En algunos casos, pueden producirse ciertos consumos de agua como consecuencia de la mayor evaporación resultante del mantenimiento de determinados niveles de agua en los embalses.

En tercer lugar se hallan todas aquellas actividades de ocio que están relacionadas con el agua de un modo indirecto, utilizándola como centro de atracción o punto de referencia para actividades afines, lo que suele conocerse como uso *escénico*. En este grupo se incluyen, por ejemplo, las acampadas, las excursiones, la ornitología, la caza, el senderismo y todo tipo de actividades turísticas o recreativas que se efectúan cerca de superficies y cursos de agua. Frecuentemente están relacionados con los usos recreativos no consuntivos, como, por ejemplo, los deportes acuáticos o el baño. Pueden suponer condicionantes para la gestión de los sistemas de explotación similares a los usos no consuntivos al requerir determinados niveles de embalse o caudales mínimos en los ríos, además de los necesarios, en su caso, para la recuperación y protección de los parajes naturales. Pueden representar ciertos consumos de agua en los puntos de abastecimiento de lugares de acampadas y excursiones.

Los usos recreativos en ríos pueden condicionar la gestión de los sistemas de explotación de un modo parecido a los caudales ambientales, pues en ambos casos se procura mantener un caudal mínimo en el cauce. Se diferencian, sobre todo, en su finalidad, que en un caso es la conservación del medio ambiente y en otro el recreo de los ciudadanos, lo que puede dar lugar a un régimen de prioridades diferente. No obstante, los dos conceptos se aproximan si la base del recreo son los ríos y los parajes naturales ecológicamente intactos.

La correcta evaluación de la demanda asociada a los usos recreativos es complicada, debido a la diversidad de actividades que comprende y a la consiguiente dificultad para la obtención de datos sobre la participación de los ciudadanos en estas actividades, sin que exista, en general, una afiliación de los aficionados a asociaciones de carácter recreativo. Por tanto, en muchos casos las actividades relacionadas con el disfrute de la naturaleza y los deportes al aire libre no suelen reflejarse en las estadísticas oficiales.

Además, no existe una relación fácilmente cuantificable entre las actividades realizadas y la cantidad de agua que requieren. Parece evidente que el creciente número de ciudadanos que quieren aprovechar los embalses y ríos para baño y recreo acabará demandando una mayor consideración de sus intereses. Sin

embargo, la repercusión cuantitativa de estas presiones sobre los recursos hídricos requiere ser evaluada de forma particular en cada caso concreto.

Existen actualmente en España muy pocos casos en los que la gestión de los sistemas de explotación esté siendo condicionada por los usos recreativos. Uno de ellos se halla en el río Noguera-Pallaresa, donde los desembalses para la producción hidroeléctrica se efectúan de modo coordinado con la demanda de los deportes acuáticos (*rafting*). Actualmente se efectúan en este río unos 70.000 descensos-persona anualmente, con el consiguiente efecto económico para el turismo en esta zona.

Otros casos de desembalses con fines lúdicos que cabe citar en este contexto son, por ejemplo, las competiciones de piraguas que se celebran en la zona de Miranda de Ebro, que requieren de 10 a 20 m^3/s durante un día; el descenso del río Aragón desde Yesa hasta Sangüesa, coincidente con las fiestas de la villa de Sangüesa (15 m^3/s durante 4 horas); la bajada del Jalón con motivo de las fiestas de Ateca, así como una serie de competiciones y "fiestas del agua" en los ríos Piqueras y Albercos (5 m^3/s durante 6 horas), ambos afluentes del río Iregua, o como la "bajada de Alguazas".

Conviene remarcar que las cantidades de agua destinadas a estas actividades suelen ser relativamente moderadas, compaginándose, por lo general, el desembalse solicitado por las respectivas asociaciones y federaciones de piragüismo con la demanda de otros usos, y empleándose únicamente volúmenes excedentes para los fines lúdicos.

Lo mismo cabe afirmar para la multitud de aprovechamientos recreativos en embalses y riberas de ríos, frecuentemente equipados con zonas de acampadas, embarcaderos y demás instalaciones deportivas, que suelen ofrecer una oportunidad de ocio únicamente en función de las disponibilidades hídricas.

Puede considerarse, por lo tanto, que el uso recreativo del agua en España tiene en la actualidad un carácter relativamente marginal, y su demanda es atendida cuando las necesidades de otros usos están satisfechas. La consideración de las necesidades recreativas en la gestión de los sistemas de explotación se efectúa bajo la premisa de que los demás usos no se vean perjudicados, si bien pueden darse casos extremos donde la presión del uso recreativo imponga de hecho servidumbres a los otros usos anteriormente establecidos.

A pesar de ello, son relativamente corrientes los ejemplos que pretenden el fomento social y la adecuación ambiental de embalses y ríos, aunque en general no implican una asignación de recursos hídricos. Frecuentemente existe una clasificación para el aprovechamiento secundario recreativo de los embalses que regula su aptitud y la autorización para realizar actividades de ocio y deportes acuáticos.

En algunos países la consideración de los usos recreativos en la planificación y gestión del dominio hidráulico es un fenómeno más corriente debido, probablemente, a una tradición más antigua de actividades de ocio relacionadas con la naturaleza. En California, por ejemplo, se estima que cerca del 3% de la demanda total de agua es debida al recreo. El deporte del *rafting* alcanza una magnitud superior al millón de personas-día por año en los ríos más populares del Estado (CDWR, 1998). En los parques naturales, que frecuentemente cuentan con aguas superficiales (naturales o artificiales), se registran más de 60 millones de visitantes cada año, con tasas de crecimiento del orden del 15% anual durante la mayor parte de los años ochenta. Aunque este crecimiento parece haber disminuido en los últimos años, las cifras indicadas dan una idea de la magnitud y la dinámica del sector del ocio en California.

En España, las actividades de ocio relacionadas con la naturaleza, aunque todavía son de menor volumen que en otros países, muestran un crecimiento espectacular en algunos sectores. Por ejemplo, según datos del Organismo Autónomo Parques Nacionales, el número de visitantes a los Parques Nacionales, que actualmente se cifra en unos 8,1 millones de personas anuales, ha ido aumentando con una tasa media de crecimiento del 11% anual durante el periodo 1984-96. En los últimos años el crecimiento ha sido incluso mayor, con una tasa media del 13% anual durante el periodo 1989-96. Conviene tener en cuenta que la mayor parte de las visitas corresponde a Parques Nacionales situados en las Islas Canarias (5,3 millones) y que la tasa de crecimiento ha sido mayor en las islas que en la Península (15% frente a 9%). Aún así parece claro que la tendencia de las visitas a los Parques Nacionales va al alza. La tabla 85 muestra el número de visitantes y el crecimiento medio anual durante el periodo 1989-96.

Se observan unas tasas similares de crecimiento en los camping, que han registrado -según datos del INE (1995a)- un aumento tanto en el número de viajeros como en el número de pernoctaciones, con unas tasas medias de crecimiento anual del 15% y 12%, respectivamente, durante el periodo 1975-94. Aunque la mayor parte de los camping siguen estando situados en las provincias costeras (780 de un total de 1080), las mayores tasas de crecimiento, tanto en capacidad como en número de establecimientos, se registran en el interior de la Península (7% frente a 3% en las provincias costeras en el periodo 1984-94).

A efectos de comparación, cabe destacar que el sector hotelero, siendo mucho mayor en volumen, ha observado un crecimiento muy inferior al de los camping, del 2% anual medio en el periodo 1975-94 (INE, 1995a).

Otra variable que puede ayudar a interpretar la evolución de algunas actividades relacionadas con el uso recreativo del agua es el número de licencias de pesca expedidas. La figura 252 muestra cómo durante el periodo comprendido entre 1965 y 1996 el número de licencias ha experimentado un fuerte aumento, pasando de 190.000 a 862.000 (MAPA, 1997), lo que significa una tasa de crecimiento anual media del 6%. A pesar de los descensos a finales de los años setenta y a principios de los noventa, es evidente que la pesca deportiva en aguas dulces ha registrado una evolución global indudablemente creciente durante las últimas décadas.

Si bien todas las evoluciones señaladas coinciden con un crecimiento general de la economía y del bienestar económico en España durante estos años, se observa que algunas de las variables indicadas, como las relativas a camping y Parques Nacionales, han experimentado un crecimiento muy por encima de la economía general, expresada en términos del Producto Interior Bruto (PIB), como se aprecia en la figura 253.

Los datos presentados indican que, además de una expansión general, parece producirse una cierta orientación hacia actividades relacionadas con la naturaleza y los espacios libres. En una sociedad en la cual un creciente número de personas vive en grandes ciudades esta tendencia parece lógica, sobre todo teniendo en cuenta la mejora de los medios de transporte y la mayor movilidad de los ciudadanos, el cambio de las estructuras familiares, el aumento del tiempo libre y un mayor presupuesto dedicado al ocio. Aunque en la actualidad no sea posible cuantificar el impacto que estas tendencias van a tener sobre el uso de los recursos hídricos, resulta conveniente tener en cuenta que la sociedad puede exigir en el futuro una mayor consideración de los usos recreativos del agua.

3.3.9. Requerimientos ambientales

3.3.9.1. Introducción. Conceptos previos. Caudales y volúmenes ambientales

Los antecedentes en nuestro país, y en general en todos, sobre la cuestión de los caudales mínimos que deben circular por los ríos, se vinculan históricamente no a la preservación de los ecosistemas acuáticos (concepto de mayor generalidad vinculado al modernamente llamado *estado ecológico* del agua), sino a la necesidad de preservación de la pesca.

Aunque la Ley de Pesca española de 1942 limitaba los valores mínimos de los caudales circulantes en los pasos para peces, se puede considerar que la Administración no abordó la adopción de criterios para determinar limitaciones al caudal circulante en tramos regulados hasta septiembre de 1990, fecha de publicación de la primera Declaración de Impacto Ambiental. A partir de esa primera declaración de impacto, el criterio habitualmente mantenido ha sido condicionar la construcción de una gran presa a que, en su gestión, se mantuviera un caudal vertido desde la misma calculado para la supervivencia de los ecosistemas existentes aguas abajo de las presas. No obstante, a pesar del tiempo transcurrido, no se dispone de unos criterios claramente definidos.

A este respecto se hace necesario exponer que, en la actualidad, se viene utilizando un variado conjunto de términos para definir el caudal que permite mantener un hábitat fluvial con la capacidad suficiente para sostener la vida del medio acuático y de la ribera, tales como caudales *ambientales*, *ecológicos*, *mínimos*, *de reserva*, etc. Un breve repaso a la bibliografía pone de manifiesto la utilización de otros términos tales como

Parques Nacionales	Número de visitantes 1989 (miles)	Número de visitantes 1996 (miles)	Tasa anual 1989-1996 (%)
Picos de Europa/Covadonga	700	1.676	13,3
Ordesa y Monte Perdido	450	625	4,8
Doñana	250	366	5,6
Tablas de Daimiel	102	131	3,6
Cabañeros		11	
Península	1.502	2.809	9,4
Teide (Tenerife)	1.000	3.000	17,0
Timanfaya (Lanzarote)	800	1.575	10,2
Garajonay (Gomera)	125	450	20,1
Caldera de Taburiente (La Palma)	100	250	14,0
Cabrera (Baleares)		39	
Islas	2.025	5.314	14,8
España	3.527	8.123	12,7

Tabla 85. Visitantes a Parques Nacionales

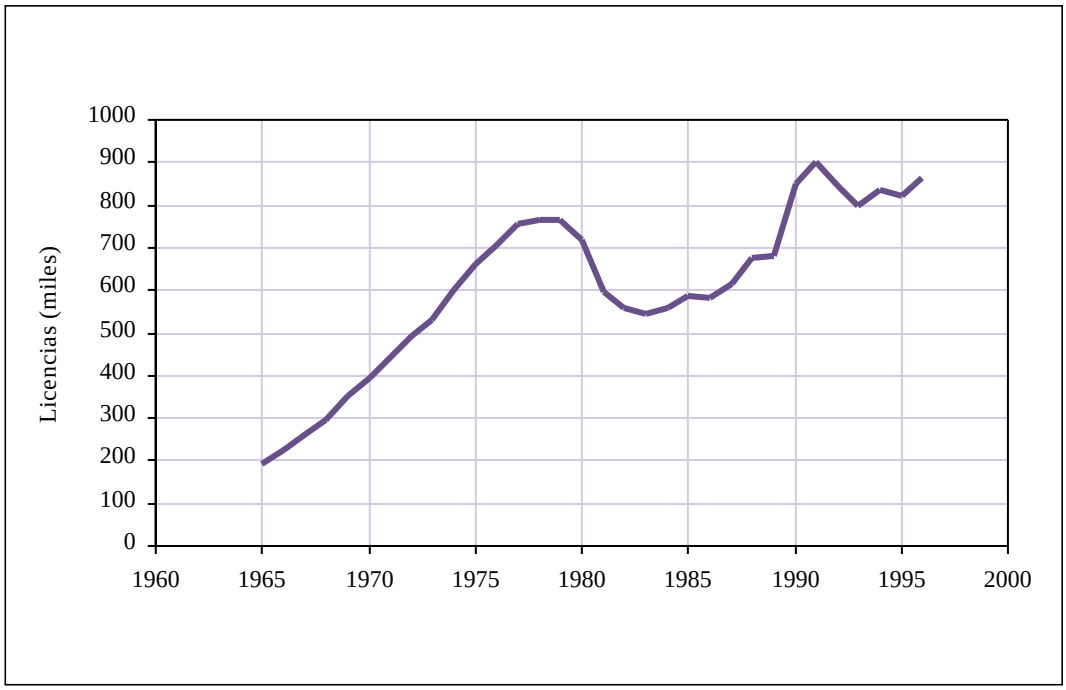


Figura 252. Evolución del número de licencias de pesca

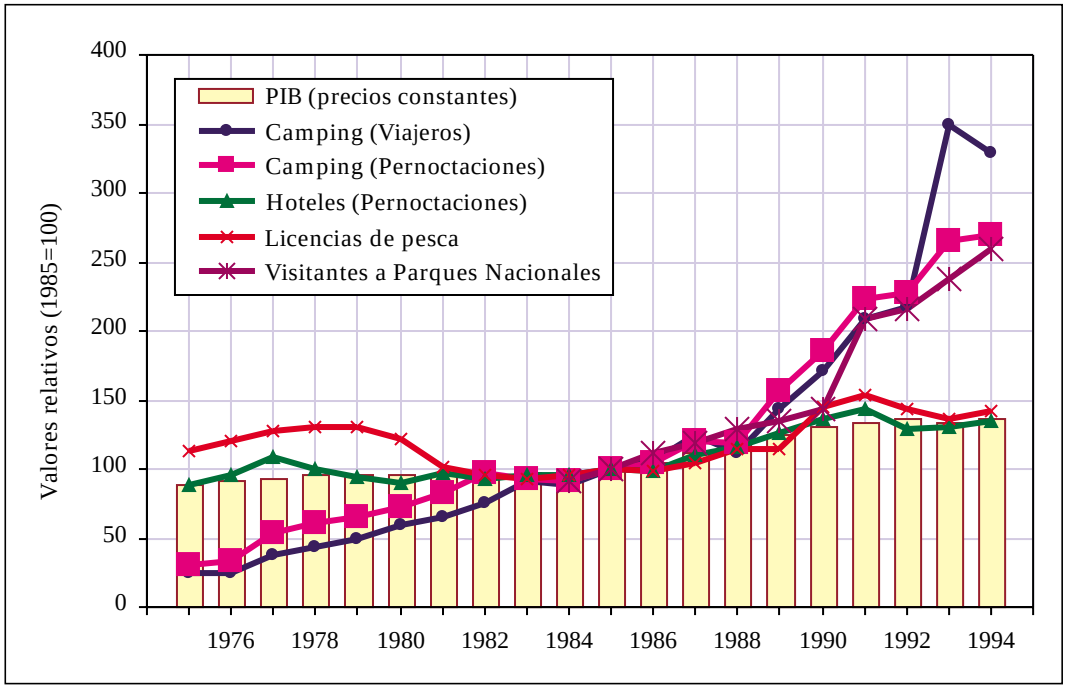


Figura 253. Evolución de algunas variables relacionadas con el uso recreativo de las aguas

caudal *reservado*, es decir, una fracción del natural que hay que preservar para un fin determinado; caudal *recomendado* o *regulado*, aludiendo a unos caudales establecidos como consecuencia de alguna regularización de las condiciones naturales del flujo; etc. Algunos autores (Palau, 1994) proponen sustituir estos términos por el de *caudal de mantenimiento*, que implica el mantenimiento de un nivel admisible de desarrollo de la vida acuática aguas abajo de cada aprovechamiento de regulación o derivación (modificación del régimen natural). Aunque esta denominación también sea discutible, es necesario considerar que el caudal de mantenimiento no es un simple valor único, sino que encierra un concepto múltiple, compuesto por varios elementos que forman una estrategia, un protocolo o, si se prefiere, un régimen de gestión racional de los sistemas fluviales.

Es obvio que los mejores caudales de mantenimiento serán los que imiten el régimen natural, ya que las biocenosis acuáticas evolucionan de acuerdo con las pautas históricas de avenidas y estiajes. Sin embargo, la necesidad de aprovechar el agua para los usos solicitados por la sociedad obliga a considerar no esos caudales óptimos, sino otros requerimientos mínimos que

mantengan las poblaciones naturales del río y sus valores ecológicos, de tal modo que no puedan experimentar una disminución de su cuantía sin que ello implique una pérdida marcada de los mismos.

Ahora bien, una vez identificados estos mínimos, con los problemas consiguientes derivados de las dificultades para su estimación, han de considerarse como unas restricciones o limitaciones externas al propio sistema de utilización del agua y con un carácter previo y superior. En este sentido se pronunció el Consejo Nacional del Agua en su Informe sobre la propuesta de los Planes Hidrológicos de cuenca, de abril de 1998, siendo este planteamiento el que se propone en este Libro.

La dificultad principal para la estimación de estos requerimientos se halla en la definición del límite hasta el que resulta aceptable modificar el régimen de caudales naturales sin poner en peligro la supervivencia y los niveles normales (naturales) de las poblaciones acuáticas. Aunque en las dos últimas décadas se ha investigado mucho sobre los efectos de la regulación de los caudales, todavía persiste un gran desconocimiento científico, en especial sobre los requerimientos de muchas especies ibéricas, de las que se carece incluso de datos cuantitativos (distribución, densidades, etc.). Probablemente un buen parámetro indicador de los diferentes tipos de ríos sean las asociaciones de peces. Ciertamente, la ictiología practicada en España hasta la fecha debería abrirse a campos más aplicados de la gestión práctica de los ríos, ya que no habrá peces sin ellos. Como primer paso para el conocimiento de los ríos ibéricos se propone su caracterización y sistematización por medio de descriptores de distintas tipologías (hidrológicos, hidraúlicos, ecológicos, etc.). Una vez reconocidos los distintos tipos de ríos, y determinados sus requerimientos, se estará en condiciones de incorporar con profundidad las condiciones ambientales a la planificación hidrológica y la gestión de las cuencas fluviales.

Las distintas metodologías de cálculo desarrolladas hasta la fecha tienen como objetivo la cuantificación y distribución temporal de unos caudales que permitan atender los requerimientos ambientales dentro del cauce. De todas las metodologías desarrolladas la más empleada es la *Instream Flow Incremental Methodology* (IFIM), una de cuyas herramientas es el modelo PHABSIM (*Physical Habitat Simulation*). Con este modelo se obtienen los caudales requeridos por una especie concreta en una zona y para un periodo determinados. Es decir, se trata de un modelo que permite estimar el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo biológico. Esta metodología surge en Estados Unidos ante la necesidad de proteger especies de peces de carácter comercial o deportivo en ríos con caudales elevados y de régimen permanente. Todo ello plantea una limitación, resultado de contemplar la solución de un único problema, sin proponer un caudal o volumen de agua para el mantenimiento de otros elementos que configuran los ecosistemas acuáticos y ribereños (vegetación acuática y de ribera, macroinvertebrados, etc.).

En España se ha aplicado esta metodología en algunos tramos de ríos, pero modificándola para adaptarla a las características propias de los mismos, observándose la importante limitación indicada. Han sido recientemente desarrolladas otras metodologías y herramientas de aplicación que se apartan de esta línea, intentando integrar las distintas variables ambientales de los ecosistemas asociados al agua. Entre estas metodologías podría destacarse el denominado *método vasco* (Docampo Pérez y García de Bikuña [1995]; García de Bikuña [1997]).

El amplio abanico de propuestas existente tiene en su mayor parte, como único factor común, la utilización de criterios de tipo hidrológico, con mayor o menor grado de sofisticación (Palau [1994]; Mora Alonso-Muñoyerro [1995]; CEDEX [1998c]), aunque también se han llevado a cabo numerosas aplicaciones de la metodología IFIM o PHABSIM (v., p.e., Cubillo et al. [1990]; García de Jalón [1997]; Muñoz y Robert [1997]; Mariño [1997]; CEDEX [1998d]; Sanz y Martínez [1999]).

Una muestra del creciente interés suscitado por los requerimientos ambientales en nuestro país es la celebración de encuentros monográficos en los que se abordan, además de los aspectos puramente técnicos, otros como los jurídicos, económicos, sociales o paisajísticos. Es el caso de las Jornadas de Valladolid (CHD, 1997) o del I Congreso sobre Caudales Ecológicos de Tarrassa (APROMA, 1999).

En definitiva, el estado actual de la determinación e implantación de caudales de mantenimiento en España se encuentra en situación emergente, con numerosas experiencias y realizaciones de interés, pero sin disponer aún de metodologías consolidadas y estandarizadas para su empleo generalizado en todo el país.

En esta situación no parece posible establecer de forma inmediata los requerimientos de caudales de mantenimiento en los tramos regulados y no regulados de todos nuestros ríos, por lo que, a falta de tales determinaciones, es razonable proponer, como se ha hecho de forma muy generalizada en los Planes Hidrológicos, una reserva cautelar de una parte de los recursos naturales, de acuerdo con las opciones indicadas en epígrafes posteriores.

En la figura 254 se muestra la localización de ecosistemas acuáticos identificados, conforme a algunos

inventarios disponibles (p.e., MOPT [1991); MOPT-MA [1995d].

3.3.9.2. Conceptos jurídicos

Desde el punto de vista jurídico, el establecimiento de requerimientos ambientales (como, por ejemplo, los llamados *caudales ecológicos*) sobre el dominio público hidráulico, es una función que debe entenderse atribuida a la planificación hidrológica de las cuencas. En primera instancia, es el Plan Hidrológico el instrumento normativo regulador de la materia, sin perjuicio de a quien corresponda la iniciativa o análisis técnico para su determinación concreta. Tras la aprobación de los Planes, sus determinaciones son las vigentes, y si se detectan errores, omisiones, o insuficiencias de valoración, el procedimiento requerido es el de la revisión y perfeccionamiento del correspondiente Plan Hidrológico, lo que debe constituir una labor permanente del Organismo de cuenca.

En este sentido, determinadas prescripciones de las Comunidades Autónomas que incidían sobre el régimen de caudales de los ríos, y que fueron objeto de recursos ante el Tribunal Constitucional, han dado lugar a diferentes sentencias que van clarificando las dudas e indeterminación existentes.

Así, la sentencia del Tribunal Constitucional de 21 de mayo de 1998 ha declarado contrarios al orden constitucional de distribución de competencias varios artículos de la Ley 6/1992 de 18 de diciembre, de protección de los ecosistemas acuáticos y de regulación de la pesca en Castilla y León, estableciendo en sus fundamentos jurídicos que la determinación del régimen de caudales es una facultad que materialmente ha de ser considerada como de ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos y, por tanto, en las cuencas intercomunitarias, perteneciente a la competencia exclusiva del Estado, por lo que con arreglo a lo dispuesto en la Ley de Aguas, únicamente a través del Organismo de cuenca pueden establecerse los caudales mínimos y máximos circulantes. Insiste el Tribunal en la mutua colaboración que debe existir entre los Organismos de cuenca y las Comunidades Autónomas cuyo territorio forma parte total o parcialmente de su cuenca hidrográfica, pudiendo el legislador autonómico establecer fórmulas que permitan esa colaboración.

Esta reciente sentencia viene a ratificar la postura del Tribunal Constitucional expresada con ocasión de la sentencia del 22 de enero de 1998, en la que declaró también contrarios al orden constitucional de distribución de competencias varios artículos de la Ley 292, de 7 de mayo, de pesca fluvial de Castilla-La Mancha. El Tribunal insistió en la necesidad de arbitrar fórmulas procedimentales y de intervención que permitan armonizar el ejercicio de las respectivas competencias, evi-

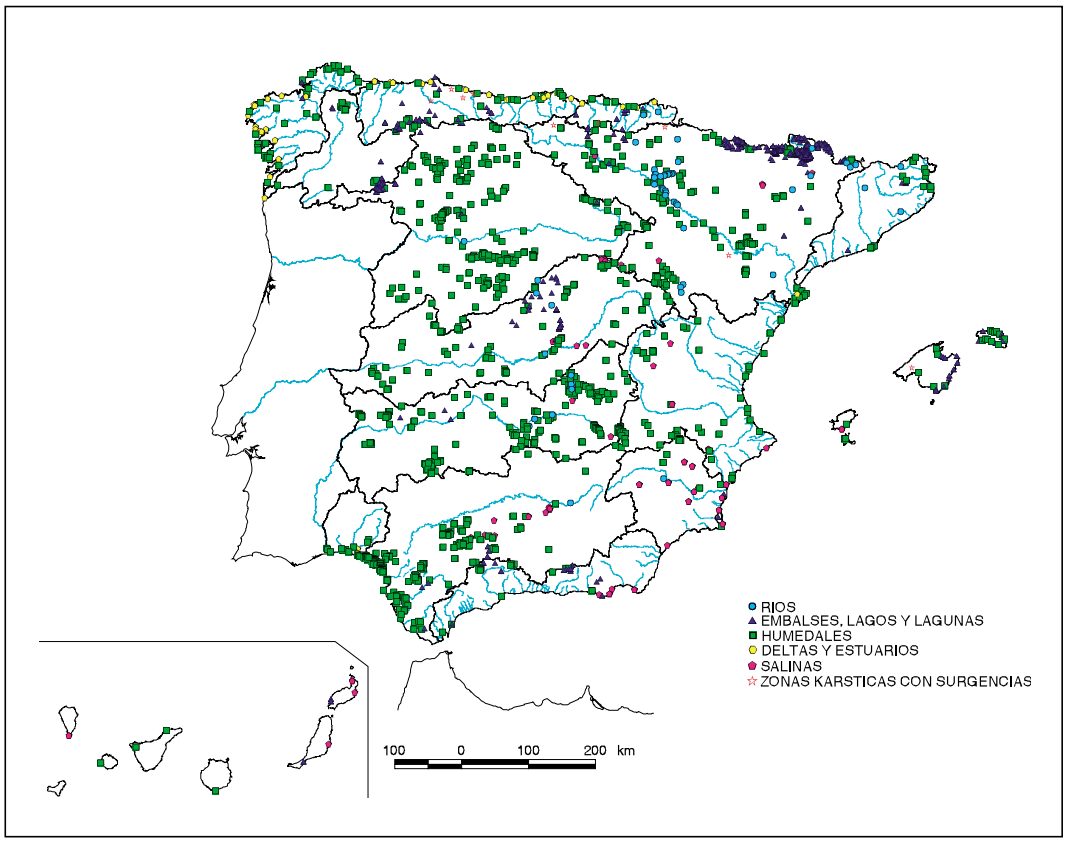


Figura 254.
Ecosistemas acuáticos inventariados

tándose el desplazamiento o menoscabo de las ajenas, y destacó la importancia que revisten dichas fórmulas de colaboración, que no son sino el desarrollo del principio esencial del marco constitucional de colaboración entre el Estado y las Comunidades Autónomas.

Finalmente, debe hacerse mención de otra sentencia muy reciente del Tribunal Constitucional, del día 4 de junio de 1998, en la que declara que el artículo 90.3, del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en su inciso *declaren de protección especial determinadas zonas, cuencas o tramos de cuenca, acuíferos o masas de agua*, y el epígrafe 4 del mismo artículo 90, *los expedientes de declaración de zonas protegidas que se incoen con posterioridad a la aprobación del Plan Hidrológico deberán ser preceptivamente informados por el Organismo de cuenca correspondiente*, invaden competencias de la Comunidad Autónoma de Cantabria, por lo que no es directamente aplicable en ésta.

En la misma sentencia se declara que no son básicos, ni por tanto de aplicación directa en las Comunidades autónomas del País Vasco y Cantabria, los artículos 2.2, 71.2, segundo inciso, 73 a 87 y 89.2 del Reglamento antes citado, aunque sin perjuicio de la aplicación directa de los preceptos de carácter básico de la Ley de Aguas que algunos de ellos reproducen.

Ésta consideración formal ha sido recientemente recogida en la reforma de la Ley de Aguas, donde se determina (Art. único, párrafo vigésimo) que *Los caudales ecológicos se fijarán en los Planes Hidrológicos de cuenca*, y que *para su establecimiento, los Organismos de cuenca realizarán estudios específicos para cada tramo de río*.

Además, en los últimos años se ha planteado una interesante discusión doctrinal respecto a la naturaleza jurídica de los caudales ambientales y, específicamente, su consideración o no como un uso del agua (v., p.e., Delgado Piqueras [1992] pp.30-32, 187-209; Embid Irujo [1994] pp.149-169).

Esta cuestión ha sido también resuelta por la reforma de la Ley de Aguas, siguiendo los criterios apuntados en este Libro Blanco, y recogidos en el Real Decreto 1664/1998 de aprobación de los Planes, y es la de no reconocer a éstos el carácter de un *uso* a los efectos del otorgamiento de concesiones, sino el de una *restricción previa*, que se impone a los sistemas de utilización (Art. único, párrafo vigésimo). La importancia de este enfoque, desde el punto de vista de la preservación ambiental, es decisiva, aunque no haya sido aún claramente percibida.

3.3.9.3. Ríos

Las condiciones generales de circulación de flujos establecidas en los Planes de cuenca que así lo indican, son las mostradas en la tabla 86.

Además de estas condiciones generales, en la tabla 87 se muestran las condiciones puntuales de circulación de flujos establecidas en algunos Planes para algunos ríos o tramos de río, fijadas para el primer horizonte de su desarrollo. Se indica, junto a la corriente a la que se aplican las condiciones de circulación de flujos, una breve descripción de las mismas.

Debe distinguirse entre tramos regulados y no regulados y, lógicamente, entre los caudales fijados y las necesidades netas de recursos para su atención, ya que el flujo circulante puede ser utilizado, total o parcialmente, por aprovechamientos aguas abajo.

Así, la definición de tramo no regulado -tramo aguas arriba del cual no se ha efectuado ninguna obra o actuación que altere el régimen natural del agua de su cuenca- se incluye en este capítulo únicamente con el objeto de poner de relieve que el tratamiento dado para determinar caudales ambientales en ellos es distinto al

Tabla 86. Condiciones generales de circulación de flujos en los Planes Hidrológicos de cuenca

Ámbito	Condiciones generales
Norte	Caudal mínimo: 10% del medio interanual, con un mínimo de 50 l/s.
Duero	No se especifican caudales mínimos con carácter general.
Tajo	Demanda medioambiental: Volumen mensual equivalente al 50% de la aportación mensual media de los meses de verano, medida en la serie de aportaciones naturales.
Guadiana	Volumen mínimo vertido desde los embalses: 1% de la aportación natural a los mismos.
Guadalquivir	El mayor valor del 35% del caudal medio diario que ocupe el lugar 19 en la serie clasificada en orden creciente de los caudales naturales medios diarios o 50 l/s.
Sur	Caudal ecológico: 10% de la aportación media anual.
Segura	Caudal mínimo: 10% de la aportación media anual.
úcar	Reserva máxima: 1% de los recursos totales de la cuenca.
Ebro	Caudal mínimo:10% de la aportación media interanual.
C. I. Cataluña	Caudal mínimo: 5% del mediano en 10 años consecutivos, superior a 50 l/s.
Galicia-Costa	Caudal mínimo: 10% de la aportación media anual.

de los tramos regulados, pues en los tramos no regulados se puede determinar un caudal de mantenimiento que podría reservarse a efectos de las concesiones de uso que se otorguen en él.

En los tramos regulados, es decir, en aquéllos en los que existe alguna actuación que altere el régimen natural del curso de agua, se pueden determinar unos caudales de mantenimiento servidos desde las obras de regulación y en las condiciones de calidad más parecidas a las que en régimen natural tendrían esas aguas.

Algunos problemas de interpretación de los caudales ecológicos en los Planes Hidrológicos de cuenca son comentados en Heras Moreno (1994).

3.3.9.4. Embalses y masas de agua

La Ley de Aguas parece conceder a los lagos y embalses la categoría de zonas húmedas en tanto en cuanto *zonas pantanosas o encharcadizas*, si bien son los Planes Hidrológicos los que deben recoger, en su caso, la clasificación como zonas protegidas.

Los requerimientos ambientales hídricos de un lago o embalse están determinados por su volumen, capacidad y calidad de sus aguas. Es decir, se deberá atender para su preservación ambiental a factores de mantenimiento de la calidad del agua, de ordenación de usos en sus cuencas vertientes y de unos niveles mínimos de los que no se debe bajar. Esto último podría comprometer las garantías de los usos atendidos desde el embalse, por lo que una solución interesante, que se comenta posterior-

Plan Hidrológico	Corriente/descripción	Caudal (m^3/s)
Duero	Esla/Vertidos desde embalse Riaño	4
Duero	Porma/Vertidos desde embalse Porma-Juan Benet	3
Duero	Tuerto/Vertidos desde embalse Villameca	0,1
Duero	Orbigo-Luna/Vertidos desde embalse Barrios de Luna	2,5
Duero	Carrion/Vertidos desde embalse Camporredondo-Comp.	0,5
Duero	Pisuerga/Vertidos desde embalse Requejada	0,6
Duero	Ribera/Vertidos desde embalse Cervera-Ruesga	0,5
Duero	Pisuerga/Vertidos desde embalse Aguilar de Campoo	2
Duero	Arlanzón/Vertidos desde embalse Arlanzón	0,1
Duero	Arlanzón/Vertidos del embalse Uzquiza	0,3
Duero	Duero/Vertidos desde embalse Cuerda del Pozo	0,6
Duero	Riaza/Vertidos desde embalse Linares del Arroyo	0,1
Duero	Tormes/Vertidos desde embalse Santa Teresa	6
Duero	Agueda/Vertidos desde embalse Agueda	2
Tajo	Tajo en Aranjuez	6
Tajo	Tajo en Toledo	10
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de Pedro Marín/Control río	1,6
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de Mengíbar/Control río	4,4
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de El Carpio/Control río	7,2
Guadalquivir	Guadalquivir aguas abajo Presa de Alcalá del Río/Control río	12,1
Guadalquivir	Genil en Puente Genil/Control río	1,5
Segura	Segura: Ojós-Contraparada/Caudal en río	3
Segura	Segura: Contraparada-Guardamar/Caudal en río	4
Júcar	Cenia aguas abajo Ulldecona hasta La Cenia/Caudal en río	0,3
Júcar	Sichar ag. ab. emb. Sichar a retorno central de Onda/Caudal en río	0,2
Júcar	Guadalaviar aguas abajo emb. Benagéber a Loriguilla/Caudal en río	0,7
Júcar	Guadalaviar aguas abajo emb. Loriguilla/Caudal en río	0,5
Júcar	Cabriel aguas abajo embalses de Contreras/Caudal en río	0,4
Júcar	Júcar aguas abajo embalses de Alarcón/Caudal en río	0,4
Júcar	Júcar aguas abajo presa deriv. central de Picazo/Caudal en río	0,4
Júcar	Júcar aguas abajo Presa de Tous/Caudal en río	0,6
Júcar	Júcar aguas abajo embalse de Forata/Caudal en río	0,2
Júcar	Serpis/Caudal en río	0,08
Júcar	Guadalest aguas abajo embalse de Guadalest/Caudal en río	0,1
Galicia-Costa	Verdugo/Caudal en río	0,5
Galicia-Costa	Otaivén/Caudal en río	0,5
Galicia-Costa	Lérez/Caudal en río	1
Galicia-Costa	Umia/Caudal en río	1
Galicia-Costa	Ulla/Caudal en río	1,5
Galicia-Costa	Forcadas aguas abajo embalse de Forcadas/Caudal en río	0,5

Tabla 87. Condiciones de flujo de los Planes Hidrológicos

mente, es la construcción de diques de cola que permitan mantener este nivel en una zona del embalse, y liberen volumen para los usos a los que se destina.

3.3.9.5. Zonas húmedas

Las zonas húmedas presentes incluyen no sólo las masas de agua sin estratificación térmica, sino también la zonas del territorio que tienen un gradiente positivo de contenido de agua que confiere al suelo una cierta humedad, facilitando el establecimiento de comunidades de plantas claramente diferenciadas de su entorno, lo que se conoce como *criptohumedales* (González Bernáldez, 1981). En cuanto a los requerimientos hídricos de humedales, sin perjuicio de que pueda proponerse un volumen mínimo a reservar de los recursos totales nacionales, habrá que determinar para cada humedal la gestión adecuada para su preservación, referida a las entradas de agua y al nivel del freático del acuífero donde se encuentren, para lo cual la finalización del inventario nacional de humedales, cuya realización impone la Ley 4/1989, de Conservación de la Naturaleza, reviste el mayor interés.

Con la excepción de los Planes del Guadiana, del Júcar y del Segura, ningún otro Plan de cuenca indica unas necesidades hídricas específicas para las zonas húmedas o espacios naturales y, en consecuencia, tampoco se asignan cantidades específicas para atender estos requerimientos. El Plan del Ebro sólo hace mención al mantenimiento de un caudal mínimo en el espacio natural de la desembocadura del Ebro. Finalmente, tampoco se ha especificado ningún volumen mínimo a mantener en los embalses, excepto en el Plan del Guadiana, en el que todos los embalses de la cuenca deberán mantener unos determinados volúmenes. En la tabla 88 se muestran los volúmenes anuales destinados al mantenimiento de humedales, prevención de la intrusión salina en acuíferos costeros o mantenimiento de espacios naturales, tal y como han sido fijados para el primer horizonte de los Planes del Guadiana, Júcar, Segura y Ebro.

Desde el punto de vista jurídico, los complejos problemas planteados por la gestión y preservación de humedales han sido analizados, entre otros, por Delgado Piqueras (1992), que considera su protección como un paradigma del enfoque ambiental del nuevo derecho de aguas en España, o por Calvo Charro (1995), que revisa la evolución histórica de la regulación de las zonas húmedas, y el estado actual y los problemas jurídicos planteados por su conservación.

3.3.9.6. Deltas y estuarios

Los *deltas* son formaciones asociadas a la desembocadura de un río, en mares de escasas mareas y en zonas de pequeño calado, en las que el río arrastra una cantidad de material lo suficientemente grande como para que, al alcanzar el mar, el oleaje no sea capaz de transportarlo en su totalidad a lo largo de la costa, produciéndose un depósito de material sedimentario. Cuando el caudal sólido aportado por el río es muy grande pueden llegar a formase deltas en mares con mareas apreciables. El tipo y desarrollo de los diferentes deltas depende de la composición granulométrica del material sedimentario, así como de las condiciones físicas del agua del río y del clima marítimo reinante en la desembocadura. Los deltas principales en la costa española se hallan en el Ebro (325 km^2) y

Plan	Sistema / Unidad de demanda	Corriente/descripción	Volumen (hm^3/año)
Guadiana I	Tablas de Daimiel	Guadiana	20
Guadiana I	U. H. Mancha Oriental	Záncara/Reserva de las aportaciones hídricas naturales	60
Guadiana I	Lagunas de Ruidera	Guadiana/Reserva de las aportaciones hídricas naturales	30
Júcar	Cenia-Maestrazgo	Ríos del Sistema/Prev. intr. Marina	48
Júcar	Cenia-Maestrazgo	Ríos del Sistema/Mant. de humedales costeros	23
Júcar	Mijares-Plana Castellón	Ríos del Sistema/Prev. intr. Mar. y mant. humedales costeros	74
Júcar	Palancia-Los Valles	Ríos del Sistema/Prev. intr. Mar. y mant. humedales costeros	18
Júcar	Turia	Ríos del Sistema/Prev. int. Marina	15
Júcar	Júcar	Ríos del Sistema/Prev. intr. Marina	55
Júcar	Júcar	La Albufera/Mant. de humedal	100
Júcar	Serpis	Ríos del Sistema/Prev. intr. mar. en Plana de Gandia-Denia	21
Júcar	Marina Alta	Ríos del Sistema/Prev. intr. Mar. en U.H. Peñon-Mongo-Bernia-Bernisa	4
Júcar	Marina Alta	Marjal de Oliva-Pego/Mant. de humedal	26
Segura		Zonas húmedas diseminadas	50
Ebro	Desembocadura del río Ebro	Ebro/Mant. de los espacios protegidos del Delta	3.150

Tabla 88. Volúmenes de mantenimiento de algunas zonas húmedas

en el Llobregat (90 km^2). Otros de menor importancia son el Delta de Almería y los de los ríos Odiel y Tinto.

En relación con los requerimientos hídricos de los deltas, el aporte fluvial es el responsable en gran medida de la evolución de estas formaciones, tanto desde el punto de vista de aportes sedimentarios como del mantenimiento de las zonas húmedas asociadas a estos sistemas a través de la alimentación de los acuíferos. Esto se pone de manifiesto en el delta del Ebro (ver figura 255) y en el del Llobregat, ambos en retroceso debido a la disminución de aportes sólidos al delta motivada, fundamentalmente, por la retención de los embalses reguladores construidos en las cuencas vertientes aguas arriba.

En cuanto a los *estuarios*, se caracterizan por ser zonas de desembocaduras fluviales, cuyos márgenes se van abriendo en forma de embudo, y en las que se produce la mezcla de aguas dulces continentales con aguas saladas marinas, lo que da lugar a procesos hidrobiológicos específicos. En los estuarios el flujo de agua dulce, el rango de marea y la distribución de sedimentos están continuamente variando y, por tanto, difícilmente llegan a situaciones de equilibrio. En la costa española existen 27 estuarios o rías, mereciendo destacarse las rías de Pasajes y Pontevedra y el estuario del Guadiana, mostrado en la figura 256.

Los requerimientos de agua dulce específicos de los estuarios son muy difíciles de estimar debido a la muy alta variabilidad natural de los agentes que intervienen en su funcionamiento. El establecimiento de una situación de referencia respecto a la que se puedan evaluar estos requerimientos precisa estudios detallados de la evolución de las variables de mayor interés en cada caso particular. Ejemplos de este tipo de estudios son los referidos en Dolz et al. (1997) o en Ibáñez et al. (1999) sobre el delta del Ebro.

3.3.10. Síntesis de los usos y demandas actuales

La tabla 89 y las figuras 257 y 258 resume los usos y demandas actuales conforme a los datos de los Planes Hidrológicos.

En la tabla 89 se han asumido las cifras convencionalmente admitidas sobre consumos y retornos (80 y 20% en regadíos, 20 y 80% en abastecimiento urbano e industrial y 5 y 95% en refrigeración) para obtener los valores de las últimas columnas.

3.3.11. Impacto del cambio climático sobre las demandas hídricas

En un capítulo anterior, dedicado a los recursos hídricos, se analizó el posible impacto del cambio climático sobre estos recursos. Procede ahora considerar someramente tal impacto desde el punto de vista de las demandas, y proponer, en su caso, algún criterio orien-



Figura 255. Ortoimagen del delta del Ebro



Figura 256. Ortoimagen del estuario del Guadiana

tativo al respecto desde el punto de vista de las políticas hidráulicas a adoptar en el futuro.

En principio, y de forma genérica, cabría afirmar que un eventual cambio climático como el aventurado puede suponer una tendencia al aumento de la demanda. Este aumento se produciría, entre otros, en el sector agrario, como consecuencia de un mayor déficit hídrico en el suelo, en los ecosistemas, debido a la disminución del oxígeno disuelto en el agua por el incremento de temperatura, y en el abastecimiento público, también debido al incremento de temperatura (MOPTMA, 1995c).

No obstante, este criterio simple admite tales matizaciones que la resultante final deviene, cuando menos, muy incierta.

Así, en lo relativo a abastecimientos urbanos el previsible incremento puede resultar en la práctica, despreciable. La demanda urbana para usos comerciales e industriales no se vería verosímilmente afectada por el

Ámbito	Urbana	Industrial	Regadío	Refriger.	Total	Consumo	Retorno
Norte I	77	32	475	33	617	403	214
Norte II	214	280	55	40	589	145	444
Norte III	269	215	2	0	486	98	388
Duero	214	10	3.603	33	3.860	2.929	931
Tajo	768	25	1.875	1.397	4.065	1.728	2.337
Guadiana I	119	31	2.157	5	2.312	1.756	556
Guadiana II	38	53	128	0	219	121	98
Guadalquivir	532	88	3.140	0	3.760	2.636	1.124
Sur	248	32	1.070	0	1.350	912	438
Segura	172	23	1.639	0	1.834	1.350	484
Júcar	563	80	2.284	35	2.962	1.958	1.004
Ebro	313	415	6.310	3.340	10.378	5.361	5.017
C.I.Cataluña	682	296	371	8	1.357	493	864
Galicia Costa	210	53	532	24	819	479	340
Península	4.419	1.633	23.641	4.915	34.608	20.369	14.239
Baleares	95	4	189	0	288	171	117
Canarias	153	10	264	0	427	244	183
España	4.667	1.647	24.094	4.915	35.323	20.783	14.539

Tabla 89. Síntesis de usos y demandas actuales (hm^3/año) según datos de los Planes Hidrológicos de cuenca

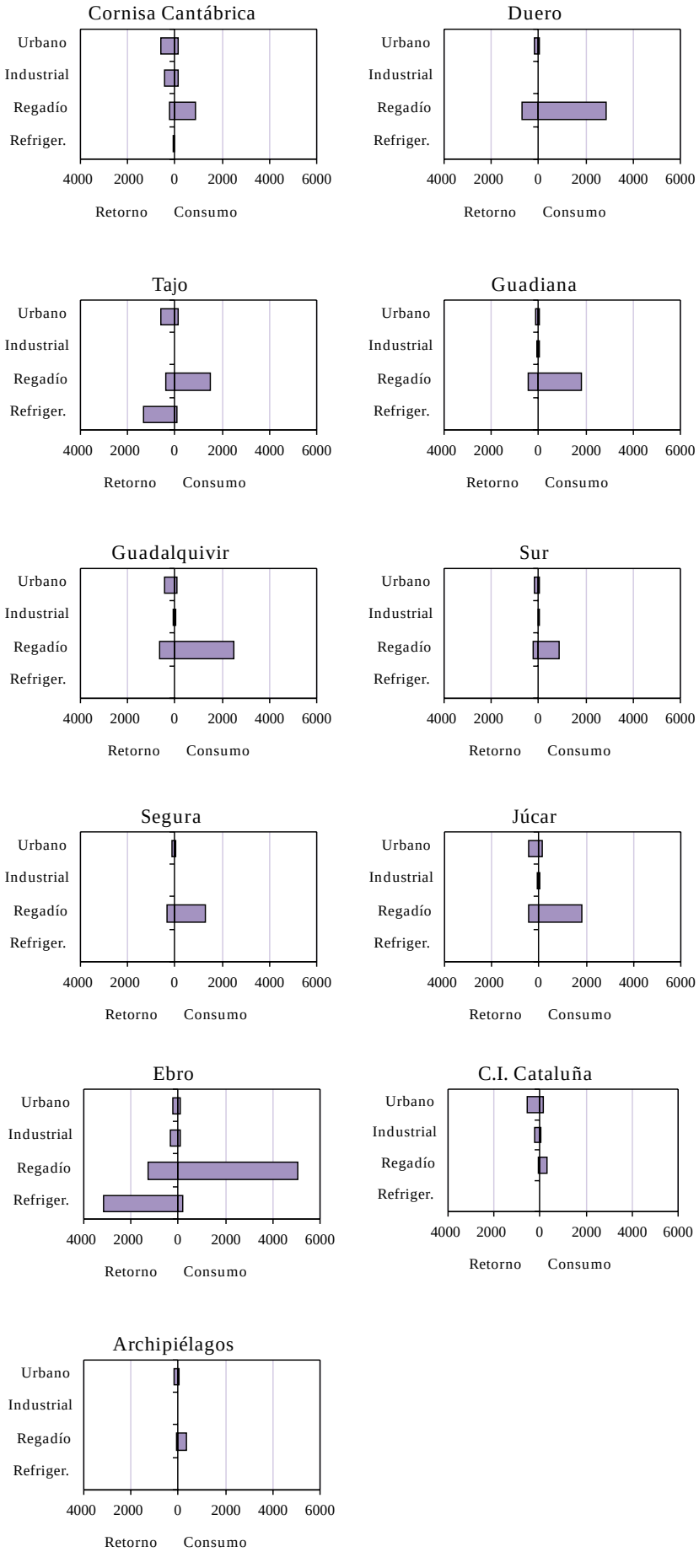


Figura 257. Principales usos actuales (hm³/año) en los diferentes ámbitos de planificación

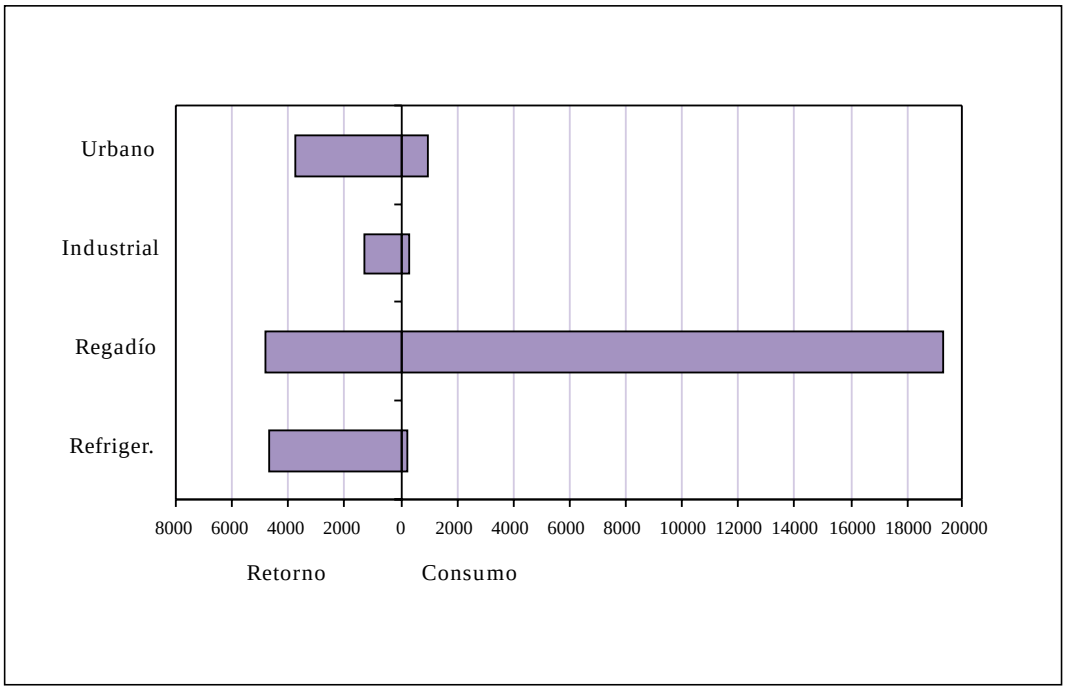


Figura 258. Principales usos actuales (hm³/año) en España

cambio climático, salvo de forma absolutamente marginal (p.e. vía el aumento de agua para bebidas o aires acondicionados ante mayores temperaturas), y la componente que podría resultar afectada es la debida a la demanda doméstica y municipal, básicamente por mayores necesidades para riego de parques y jardines. Aunque en otros países este efecto puede llegar a ser significativo, en España su cuantía es, con toda probabilidad, muy reducida.

Además, si se confirmase el efecto de mayores lluvias de invierno frente a menores en verano, la resultante final de demandas urbanas podría resultar positiva, y por tanto no se agravarían en principio los problemas de disponibilidad hídrica. No obstante, el mayor desequilibrio estacional de la demanda podría plantear una mayor dificultad por aumento de las puntas de suministro, para el que acaso las infraestructuras no estén debidamente preparadas.

En cuanto a los regadíos, existen distintos efectos contrapuestos cuyo balance final no es aún bien conocido. Así, a una mayor necesidad de agua debida a las mayores temperaturas (mayor evaporación), se opone una mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua por la planta, debida al aumento de las concentraciones del CO_2 atmosférico (menor transpiración por unidad de área foliar), aunque un mayor crecimiento foliar (por mayores tasas de fotosíntesis) podría compensar parcialmente la reducción en la transpiración. Esta mayor eficiencia neta de uso podría compensar mayores evaporaciones o menores suministros de agua, haciendo que el aumento final de demanda fuese, en su caso, muy reducido. Si además se consideran estos procesos fisiológicos junto con las complejas interacciones biofísicas del clima y CO_2 sobre la fertilidad de los suelos y las plagas, la resultante final deviene incierta y muy dependiente de las condiciones locales (Rosenzweig e Hillel [1998] pp. 5, 70-100; Postel [1993] pp.74-75). Asimismo, las diferentes capacidades de los regantes para adaptar sus prácticas y sus cosechas a las nuevas circunstancias climáticas, pueden jugar un papel decisivo sobre los requerimientos hídricos futuros desde la perspectiva del cambio climático.

Estudios recientes realizados en algunas zonas regables de España (CEDEX, 1998b) indican que, con carácter general, al aumentar las temperaturas se reduce el riesgo de heladas, se acorta el ciclo de los cultivos, los rendimientos sufren reducciones significativas y las necesidades de riego netas llegan incluso a disminuir, debido básicamente al acortamiento de la duración del cultivo. Los resultados obtenidos en cuanto a variación en las necesidades de agua para el riego hay que considerarlos, sin embargo, conjuntamente con las variaciones en los rendimientos, pues como consecuencia de la reducción de éstos puede ser económicamente inviable el cultivo de algunas especies en determinadas zonas. Por otra parte hay que tener en cuenta que en los próximos años los avances tecnológicos producirán variedades que minimizarán los efectos negativos de un posible cambio climático, sin despreciar la adaptación fisiológica de los propios cultivos a las nuevas condiciones climáticas.

Además, y al igual que sucedía con los abastecimientos, la modificación estacional de precipitaciones puede inducir cambios en los requerimientos estacionales de riego, con un balance final no conocido.

Aunque se presumen impactos generalmente negativos, otras demandas hídricas como la generación hidroeléctrica, la refrigeración de centrales térmicas, o, sobre todo, los requerimientos para la preservación ambiental, presentan también incertidumbres e indeterminaciones desde el punto de vista del cambio climático, que no permiten, por el momento, cuantificar globalmente sus efectos sin un análisis pormenorizado de cada caso concreto.

En síntesis, las distintas fuentes de incertidumbre ante los efectos del posible cambio climático sobre las demandas hídricas no permiten concluir ningún resultado cuantitativo para el futuro desde el punto de vista de la planificación hidrológica.

La mera indeterminación del nivel de actividad industrial, población y dotaciones futuras es muy superior a los posibles efectos superpuestos del cambio climático sobre los requerimientos urbanos. De igual forma, los previsibles efectos contrapuestos sobre las demandas de regadío no permiten aventurar resultados firmes, pues la mera incertidumbre asociada a las futuras alternativas de cultivo y a sus eficiencias de riego, es sensiblemente mayor que los posibles efectos del cambio climático sobre las demandas hídricas de las zonas regadas.

En definitiva, y a diferencia de lo sucedido con los recursos, no parece necesario adoptar ningún criterio específico sobre las demandas hídricas futuras en relación con el cambio climático, desde el punto de vista de la planificación hidrológica.

3.3.12. Comparación con otros países

Para concluir este capítulo dedicado al estudio de los usos y demandas hídricas, es conveniente ofrecer un panorama comparativo con la situación de otros países, lo que nos permite situar mejor nuestra posición relativa en un contexto internacional.

La demanda total de agua en la Unión Europea (UE) se estima en unos 246 km^3, lo que supone aproximadamente un 21% de los recursos renovables totales.

Como se observa en la figura 259 esta demanda tiende a mantenerse relativamente constante de forma semejante a lo que ocurre en los Estados Unidos y Canadá y en contraste con los incrementos que se esperan tanto en la región asiática como al considerarse la totalidad del planeta.

La demanda de agua en los diferentes países europeos se reparte, lógicamente, según las características naturales y socioeconómicas de cada uno de ellos. Considerando la demanda total per cápita, España, con un volumen de 900 m^3 por habitante y año, sólo sería superada por Italia dentro del contexto Europeo, donde este valor es de 662 m^3/habitante/año (ver tabla 90, elaborada con datos de EEA [1998] y figura 260).

En relación con los recursos disponibles la demanda total en España es también superior a la media europea, estimándose el cociente entre demanda total y recursos en un 32% (ver tabla 90 y figura 261).

Aunque la relación mostrada (Demanda total/Recursos renovables totales) permite dar una idea de la relación oferta-demanda de agua en un determinado país, en rea-

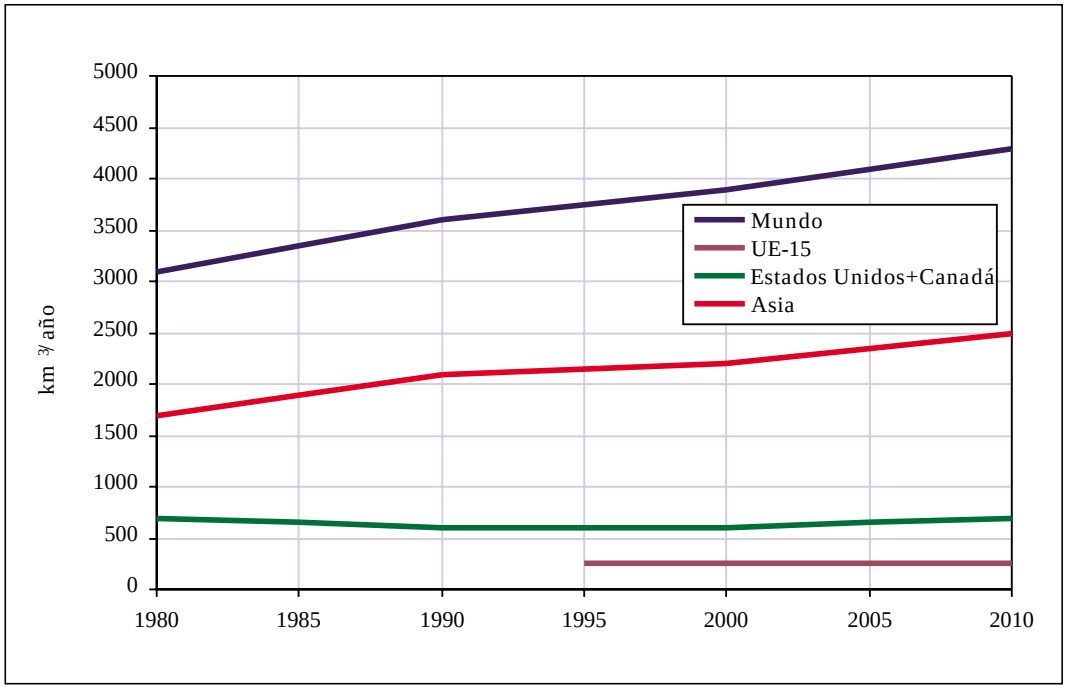


Figura 259. Evolución prevista de la demanda de agua en distintos continentes

lidad, al no tener en cuenta los retornos que se producen para cada tipo de demanda, no es suficientemente representativo del grado real de utilización de los recursos hídricos.

Si se considera que, en una primera aproximación, los retornos que se producen en las demandas agrícola, urbana e industrial y energética suponen porcentajes del 20,80 y 95%, respectivamente, del agua aplicada a cada uno de los usos, se obtiene la tabla 91 (elaboración propia con datos EEA, 1998).

Considerando, por tanto, la demanda consuntiva, España e Italia son claramente los dos países en los que se alcanzan los mayores valores, de tal forma que, entre ambos, consumen dos terceras partes del total consumido en la UE. Según estas cifras, España, posee la mayor demanda consuntiva por habitante y año, superando el doble de la media de los países considerados y mostrando la relación más desfavorable en cuanto a la demanda consuntiva con respecto a los recursos totales renovables, que es unas tres veces mayor que la media europea.

País	Población 1995 (1.000 hab)	Recursos renovables totales (km^3/año)	Demanda total (hm^3/año)	Demanda per cápita (m^3/hab/año)	Ratio Demanda/ Recursos
Alemania	82.400	164	58.862	714	0,36
Austria	7.968	84	2.361	296	0,03
Bélgica	10.141	16	7.015	692	0,44
Dinamarca	5.225	6	916	175	0,15
España	39.238	111	35.323	900	0,32
Finlandia	5.115	110	3.345	654	0,03
Francia	58.251	188	40.641	698	0,22
Grecia	10.480	60	5.040	481	0,08
Irlanda	3.575	52	1.212	339	0,02
Italia	56.126	175	56.200	1.001	0,32
Países Bajos	15.534	91	12.676	816	0,14
Portugal	9.915	66	7.288	735	0,11
Reino Unido	58.204	145	12.117	208	0,08
Suecia	8.852	174	2.708	306	0,02
Total UE	371.024	1.187	245.704	662	0,21
Estados Unidos	260.651	2.520	453.651	1.740	0,18

Tabla 90. Recursos y demandas totales en la Unión Europea

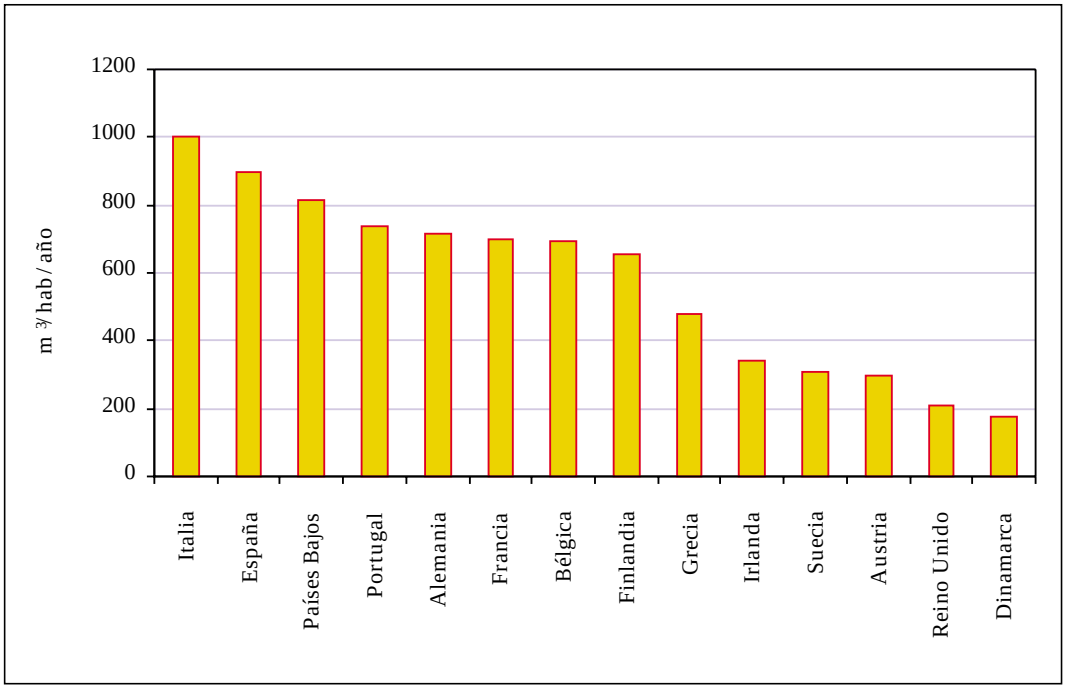


Figura 260. Demanda per cápita en países de la Unión Europea

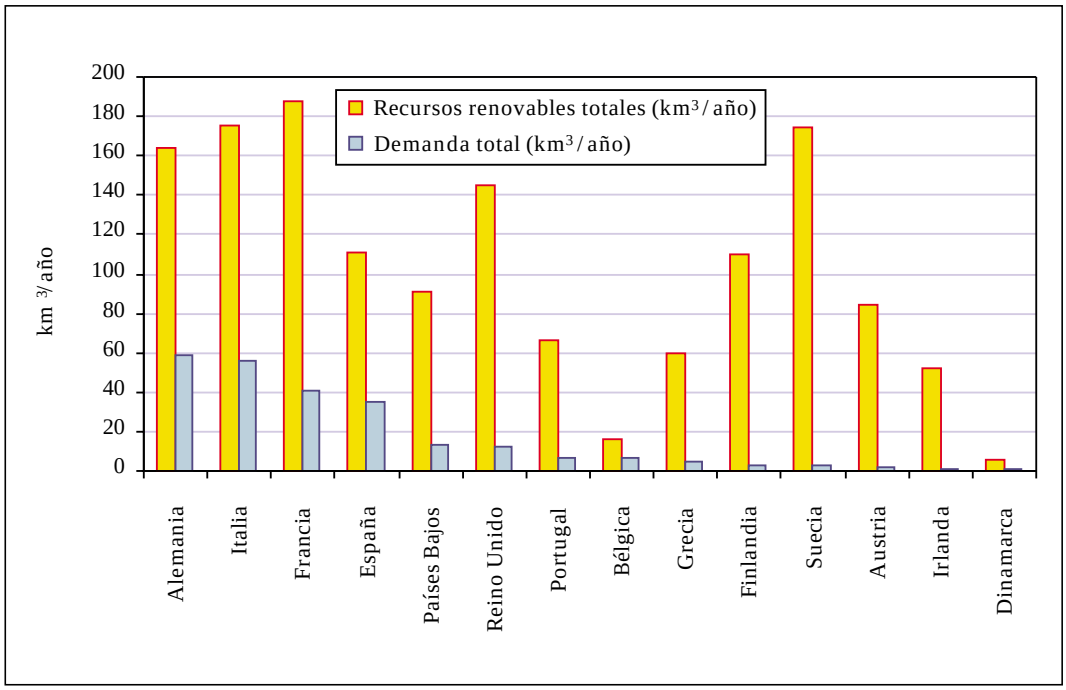


Figura 261. Recurso renovable y demanda total en los países de la Unión Europea

El elevado nivel de la demanda consuntiva de agua en España, con respecto a la media europea, no significa nada -como a veces erróneamente se ha sugerido- respecto a la mayor o menor eficiencia de su uso en nuestro país, sino que es debido principalmente a la gran importancia relativa del regadío español. Como puede verse en la tabla 92 y el gráfico de la figura 262 (de elaboración propia con datos de EEA, 1998), la demanda total agrícola, que en su mayor parte se consume en regadíos, representa un 68% de la demanda total de agua, lo que supone un 79% de los usos consuntivos en España (demanda agrícola/demanda total sin contar refrigeración). Este fenómeno también se da en los demás países mediterráneos de la Unión Europea, Grecia, Italia, Portugal, donde el regadío representa el 83, 57 y 53% respectivamente de la demanda total de agua. Sin embargo, en el conjunto Europeo el uso predominante de agua es la refrigeración en centrales para la producción de energía eléctrica (46%), seguido por la agricultura (30%) y los usos urbanos e industriales (14 y 10%).

Aunque hasta 1990 la demanda de agua para uso agrícola en la UE ha ido aumentando debido a un crecimiento en la superficie destinada a regadíos, en esta

País	Población 1995 (1.000 hab)	Recursos renovables totales (km^3/año)	Demanda consuntiva (hm^3/año)	Demanda consuntiva per cápita (m^3/hab/año)	Ratio Demanda consuntiva/ Recursos
Alemania	82.400	164	5.857	71	0,04
Austria	7.968	84	460	58	0,01
Bélgica	10.141	16	504	50	0,03
Dinamarca	5.225	6	414	79	0,07
España	39.238	111	20.784	530	0,19
Finlandia	5.115	110	457	89	<0,01
Francia	58.251	188	7.204	124	0,04
Grecia	10.480	60	3.502	334	0,06
Irlanda	3.575	52	303	85	0,01
Italia	56.126	175	29.356	523	0,17
Países Bajos	15.534	91	957	62	0,01
Portugal	9.915	66	3.362	339	0,05
Reino Unido	58.204	145	2.974	51	0,02
Suecia	8.852	174	628	71	<0,01
Total UE	371.024	1.187	76.762	207	0,06

Tabla 91. Recursos y demandas consuntivas en la Unión Europea

última década se ha observado una cierta estabilización de estos valores.

El análisis de la figura 263 (elaborada con datos de EEA [1998]), donde se refleja la previsible evolución para el conjunto de países de la Unión del área total cultivada (secano+regadío), superficie total de regadíos, y demanda agrícola total, refleja que el área total cultivada tiende a disminuir, produciéndose un aumento en la producción agrícola total por aumento de la superficie destinada al regadío a costa de la de secano.

Las dotaciones de agua aplicadas en cada país a cada tipo de cultivo, obviamente dependen de éste, del clima y del tipo de riego. En realidad, la importancia relativa del regadío es completamente diferente en los países mediterráneos, donde supone un elemento esencial de la producción total agraria, comparada con los países de la Europa Central, donde el regadío supone meramente una forma de mejorar la producción agraria en los meses de verano. Este hecho puede contemplarse en la tabla 93, donde se ha definido un valor de la dotación media como demanda total anual de agua para regadío entre superficie total de riegos, sin diferenciar entre distintos tipos de cultivos. Los valores correspondientes a Austria, Bélgica, Finlandia, Reino Unido y

País	% Usos urbanos	% Usos industr.	% Usos agrícolas	% Refrigeración
Alemania	6	11	3	80
Austria	33	21	9	37
Bélgica	11	3	0	86
Dinamarca	49	9	42	0
España	13	5	68	14
Finlandia	13	33	2	52
Francia	15	10	12	63
Grecia	12	3	83	2
Irlanda	39	21	15	25
Italia	14	14	57	15
Países Bajos	8	4	1	87
Portugal	8	3	53	36
Reino Unido	52	7	14	27
Suecia	35	55	6	4
Total UE	14	10	30	46
Estados Unidos	12	7	42	40

Tabla 92. Uso sectorial del agua en la Unión Europea

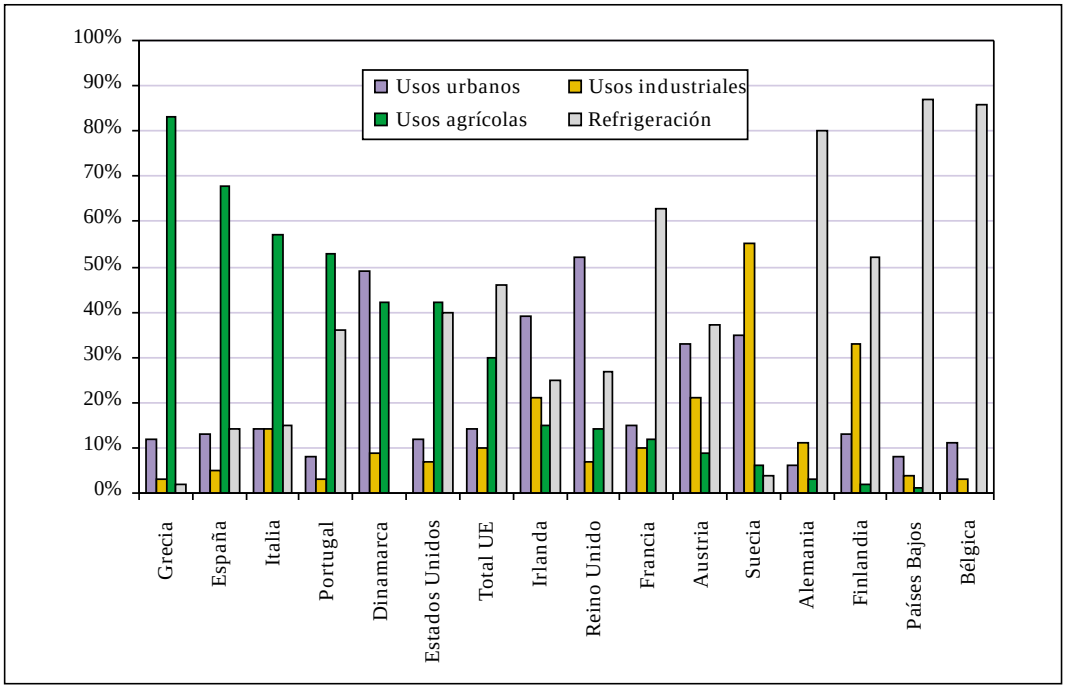


Figura 262. Usos sectoriales relativos del agua en distintos países de la Unión Europea y Estados Unidos

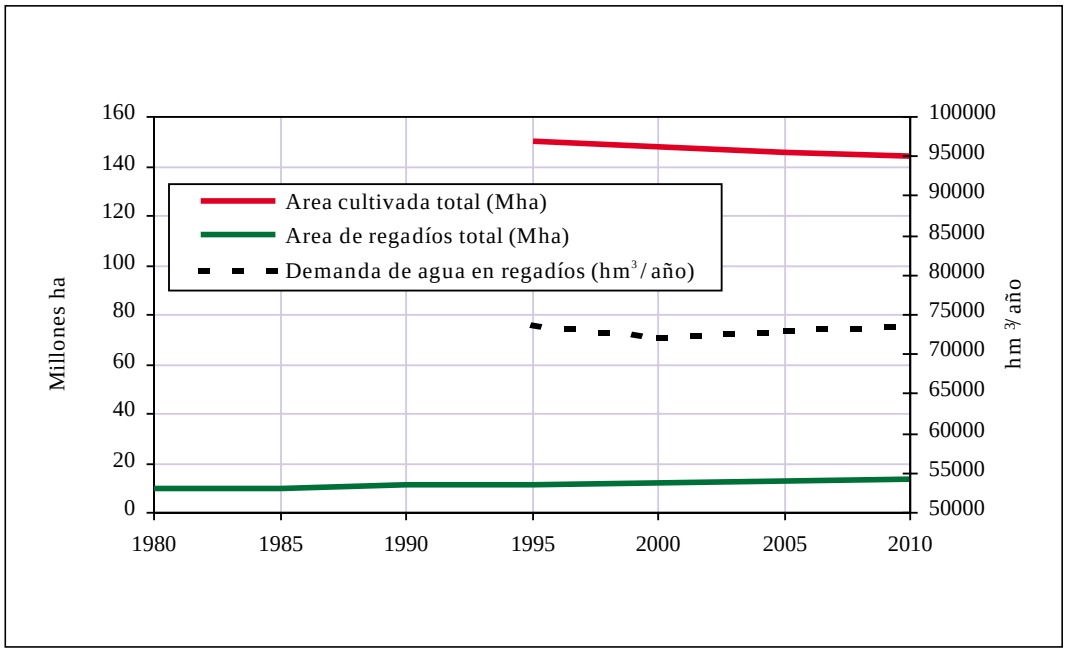


Figura 263. Evolución reciente y previsión de superficies agrarias y demandas de riego en la Unión Europea

Suecia son poco fiables, dada la pequeña cifra de superficie en regadío

3.4. El Aprovechamineto del agua. Asignaciones y Reservas

3.4.1. Introducción. Conceptos básicos

Hasta aquí se han examinado los recursos hídricos naturales y disponibles, así como las distintas tipologías de demandas existentes. Todo ello desde una perspectiva que podría llamarse física, o de los conceptos técnicos, es decir, sin referencia alguna a cómo se materializan estos usos del agua en el plano legal e institucional.

Para comprender correctamente esta fundamental cuestión es necesario retener algunos conceptos básicos que se pasa seguidamente a exponer.

Partiendo de un sistema de explotación existente cualquiera, formado por sus distintos componentes (demandas, orígenes de recursos, infraestructuras de regulación y transporte, captaciones de acuíferos…), el mecanismo por el que se imputa a una determinada unidad de demanda (p.e. una gran zona de riego, una mancomunidad de poblaciones que se abastecen conjuntamente mediante una potabilizadora común, un conjunto de huertas diseminadas en el mismo río…) un cierto volumen anual y una distribución mensual de agua de determinada calidad, y procedente de determinado origen (p.e. una derivación en un río, o un campo de pozos, o una toma en un canal, o una com-

País	Superficie de regadíos (1.000 has)	Dotación media (m^3/ha/año)
Alemania	475	3.842
Austria	4	15.000
Bélgica	1	14.029
Dinamarca	481	800
España	3.437	7.010
Finlandia	64	1.245
Francia	1.630	3.017
Grecia	1.328	3.150
Italia	2.710	11.883
Países Bajos	565	224
Portugal	632	6.066
Reino Unido	108	15.932
Suecia	115	1.508
Total	11.641	6.351

Tabla 93. Superficies y dotaciones de regadío en algunos países europeos

binación de estos orígenes) es lo que se llama una *asignación* de recursos.

El mecanismo de asignación ha de partir, pues, de la correcta identificación de las necesidades hídricas de la correspondiente unidad de demanda, y, una vez identificada esta necesidad real, determinar de dónde ha de venir el agua para su correcta satisfacción, entendiendo por correcta satisfacción el adecuado cumplimiento del criterio de garantía que se haya establecido.

La asignación a esta demanda se transforma, pues, en una detracción del medio natural y en un retorno, parcial o total, instantáneo o diferido, con igual o distinta calidad, a este medio natural.

Por otra parte, para atender la asignación de recursos realizada es preciso, obviamente, contar con tales recursos. Esto se lleva a cabo mediante la correspondiente *reserva*, figura jurídica de gran importancia, y que se estudiará en epígrafes posteriores.

Nótense, pese a su evidente interrelación, las fundamentales diferencias existentes entre el concepto de asignación y el de concesión: ésta otorga el derecho a la utilización de las aguas, tiene un carácter completamente individualizado, y tiene un procedimiento y condiciones detalladas para su otorgamiento. Las asignaciones, por contra, no confieren por sí mismas derechos al uso de las aguas, tienen un carácter de mayor generalidad (por decirlo así, englobarían a muchas concesiones), y no tienen procedimiento formalmente reglado más allá de su obligado establecimiento en los Planes Hidrológicos.

Las asignaciones y reservas constituyen, pues, una suerte de cuenta intermedia entre la absoluta generalidad del cómputo agregado de recursos y demandas totales, y el completo detalle del listado concesional, y, por operar a esta escala intermedia, la de representación completa del sistema de explotación, establecen la vinculación de estos sistemas técnicos con la realidad jurídica de los usos del agua, constituyendo así un elemento jurídico-técnico esencial de la planificación hidrológica.

Por otra parte, este modelo conceptual opera sobre una realidad preexistente en la que existen ya asignaciones legales consolidadas, cuyo volumen puede o no ser coincidente con la verdadera necesidad, y obedecer o no a la realidad del presente. También coexisten en esta realidad aguas de titularidad pública con aguas privadas, en cuantías que no pueden, en modo alguno, ser ignoradas, y que deben considerarse en cualquier intento de ordenación. Existen también multitud de situaciones peculiares y complejas (derechos históricos, concesiones de sobrantes, concesiones en cartera, zonas regables sin concesión, etc.) cuya consideración y análisis se hace imprescindible si se pretende penetrar con un cierto rigor en el diverso mundo del aprovechamiento de las aguas.

En definitiva, un universo institucional y un sustrato administrativo complicados -y apasionantes- a los que dedicaremos los próximos epígrafes de este capítulo, y que constituyen, digámoslo ya, una de las piezas angulares básicas sobre las que habrá de construirse cualquier ordenación del futuro.

3.4.2. El derecho a usar el agua. La figura concesional

La pieza esencial de la construcción jurídica sobre la utilización y aprovechamiento de las aguas en España es la figura de la concesión administrativa. Su importancia es tal que requiere, siquiera brevemente, una consideración específica.

Desde la Ley de 1985, que suprimió la prescripción (uso ininterrumpido y pacífico durante años) como forma de adquirir el derecho al uso privativo de las aguas públicas, estos derechos solo pueden adquirirse por dos procedimientos: la concesión administrativa o una disposición legal. Mediante la concesión, la Administración otorga a un particular un derecho real al aprovechamiento de las aguas, en determinadas condiciones, por plazo determinado, usualmente mediante el abono de un canon, y siempre en aras de algún tipo de utilidad o interés público.

Recientemente se han suscitado numerosos e intensos debates sobre la pertinencia actual de esta figura, y sus posibles modificaciones con objeto de mejorar el sistema legal de acceso a los recursos hídricos. Privatizaciones, compra y venta de derechos, intercambios, mercados, bancos del agua… son cuestiones de gran actualidad y que solo pueden abordarse con rigor desde el conocimiento del concepto y regulación de las concesiones de aguas, y la reflexión sobre sus antecedentes históricos, sus virtualidades y sus posibles deficiencias.

3.4.2.1. Fundamentos y antecedentes históricos

No puede entenderse el concepto y fundamento de la concesión administrativa de aguas, tal y como tradicionalmente se ha concebido en nuestro pais, y la compleja estructura organizativa e institucional actual de usos del agua, sin el conocimiento del devenir histórico que la ha configurado y predeterminado. Esto es así, por otra parte, en casi todos los órdenes de la actividad humana, pero en el caso del agua, y dado el especial peso que, como se ha dicho, tienen los aspectos organizativos e institucionales, resulta singularmente cierto.

Daremos, pues, un breve apunte sobre algunos aspectos históricos del uso de las aguas que, resaltando sus

rasgos más significativos, nos ayuden a entender la coyuntura del presente. Esta mirada atrás permite, además, ensanchar y relativizar nuestros actuales puntos de vista, y comprobar como muchas de las que nos parecen grandes novedades de nuestra época son en realidad viejísimos problemas, que simplemente retornan vestidos con un nuevo ropaje.

3.4.2.1.1. La condición patrimonial del agua en el medievo

Las aguas tuvieron siempre, en la europa feudal, la consideración de bienes personales o patrimoniales. Siguiendo la exposición de Maluquer de Motes (1985), puede decirse que aparecen desde los primeros siglos medievales como pertenencias sujetas al dominio eminente del soberano, y, por tanto, sujetas a su derecho a disponer de las mismas. Como pertenencia regia, las aguas podían ser objeto de cesión, donación o alienación de dominio, a título de derecho privado, en beneficio de señores, monasterios, abadías, ciudades, u otras entidades, que alcanzaban de esta forma plena capacidad de decisión sobre ellas. Así, y mediante este mecanismo de traslación parcial de soberanía, los señores feudales asumieron derechos hereditarios de carácter dominical o patrimonial sobre las aguas.

Un rasgo importante de este régimen es que existía siempre una reserva de uso de las aguas mediante la cual el derecho señorial de *disponer* era compatible y complementario con el derecho de terceros a *usar*, coexistiendo así la propiedad *eminente* de los señores con la propiedad *útil* de otros, que podían gozar del agua de forma libre, gratuita y perpetua, aunque limitada solo a su uso, y sin la capacidad de disposición.

Con frecuencia, los dueños útiles del agua, plenos beneficiarios de su aprovechamiento, no eran particulares sino aldeas, comunidades o pueblos, de tal suerte que, como se señaló para la tierra, también para el agua el *elemento comunal se inserta en el señorial*, junto con los bosques, prados y tierras en los que se establecía la población. Además, y por la naturaleza de algunos aprovechamientos, el dominio útil comunal era objeto de cesión a particulares, aunque la comunidad conservase la titularidad de este dominio. La gratuidad del uso comunal del agua era generalizada, por lo que el posible acceso individual y excluyente por los vecinos, a costa de las aguas comunales, no se efectuaba a título oneroso, sino mediante presura o aprisión, es decir, por el señalamiento de la apropiación y ocupación efectiva.

Nótese que este sistema comportaba una estructura con cuatro tipos de propiedad jerárquicamente relacionados: los derechos del soberano, los de los señores, los de los pueblos, y los de los particulares. En ocasiones los señores retenían, además del dominio eminente que les correspondía en función del señorío, el dominio útil de las aguas, mientras que otras veces lo cedían a terceros mediante fórmulas diversas (enajenación de dominio, enfiteusis, donación, etc.).

Desde la baja Edad Media, y bajo la influencia romanista, la evolución del derecho tendió a modificar el régimen socioeconómico del agua a causa de las cada vez mayores atribuciones del soberano. La doctrina regalista, que entiende *regalía* como derecho reservado al rey sin sumisión a fin alguno, supuso para las aguas la creciente retracción de los dominios eminentes particulares en favor del soberano, pero esto no supuso un cambio sustancial de su régimen, que continuó siendo patrimonial, perteneciente al monarca.

En síntesis, el régimen feudal del agua en la sociedad preindustrial era muy complejo y dispar. El dominio eminente correspondía al soberano, pero también a los señores feudales e incluso a las comunidades municipales. El dominio útil podía ser retenido por los propios dueños eminentes o ser cedido a los pueblos, con lo que las aguas quedaban convertidas en bienes comunales (que pertenecen a todos), en cuyo caso podían mantenerse como bienes comunes puros -de todos los miembros del común- o transformarse en patrimoniales propios del municipio o personales de los vecinos. También podían cederse directamente a particulares (enajenación, enfiteusis o donación). A su vez, cualquier titular de propiedad eminente o útil podía donar, arrendar o ceder sus derechos a terceros, con lo que la amplia combinatoria posible dio como resultado final una muy compleja trama de interrelación y superposición de derechos, algunos de los cuales se perpetuaron durante siglos y dieron lugar a las viejas reglas consuetudinarias para la gestión del agua. Depositarias de una tradición ancestral, existen en nuestro país excelentes ejemplos de estas reglas (vid. p.e. Ruiz-Funes García, 1916), alguna de las cuales incluso ha subsistido en lo sustancial hasta nuestros días, apareciendo bajo la forma actual de ordenanzas de comunidades de regantes históricas y tradicionales.

Desde el punto de vista del desarrollo económico, el régimen feudal de patrimonialización de las aguas supuso una importante dificultad para el desarrollo de la práctica totalidad de actividades productivas ya que, al ser frecuentemente el agua un factor de producción, suponía un importante coste específico cuando no un total impedimento por su imposibilidad de acceso. La rigidez patrimonial supuso, pues, un importante obstáculo al crecimiento económico, aunque con diferencias territoriales, pues en Cataluña, Valencia y Baleares la accesibilidad era mayor y su aprovechamiento productivo superior al del resto.

Nótese cómo las rigideces jurídicas, que en nuestros días se invocan para propugnar reformas legislativas tendentes a un mejor uso del recurso, ya se plantearon en términos similares, aunque desde luego en un contexto muy distinto, hace quinientos años. La quiebra de aquel modelo se produjo como consecuencia de la revolución liberal, de la que arranca verdaderamente el moderno régimen de usos del agua en España, y en la que se consolidan las ideas básicas sustentadoras de esta ordenación.

3.4.2.1.2. Agua y revolución liberal

En el conjunto de Europa occidental, y especialmente en el área mediterránea, la demanda de agua aumentó rápidamente, de forma acelerada, a lo largo del siglo XVIII.

A ello contribuyeron los incipientes comienzos de la revolución industrial, la creciente urbanización, el desplazamiento de grandes contingentes de población activa desde el sector primario hacia el secundario y desde el campo a la ciudad, y la necesidad de mayor suministro de alimentos a esta población. Se vivió en definitiva una auténtica *fiebre del agua*, de la que existen en nuestro país excelentes testimonios históricos (véanse, como ejemplos, los trabajos de Pierre Vilar (1990) para la Cataluña del XVIII, o de Pérez Picazo y Lemeunier [1984, 1985] para Murcia).

Para responder a esta nueva situación fue necesario inducir cambios con respecto al régimen del agua que, superando su condición patrimonial, posibilitasen este desarrollo, y estos cambios vinieron de la mano de la revolución liberal.

Así, la abolición de la condición patrimonial del agua en España -podría decirse del *régimen tradicional*- se inició mediante dos importantes decretos de las Cortes de Cádiz, de 6 de agosto de 1811 y de 19 de julio de 1813 respectivamente. El primero suprimió el dominio eminente de los señores sobre las aguas cuyo dominio útil era de particulares, haciendo que pasasen a ser objeto de una propiedad plena en su beneficio, aunque respetándose los aprovechamientos comunes en razón de vecindad. Por el segundo se extendía esto a las aguas sujetas al Real Patrimonio (fundamentalmente las de Cataluña, Valencia y Baleares). De este modo, los titulares del dominio útil del agua recibían automáticamente el dominio directo y, en consecuencia, quedaban liberados de pagos o cargas por su uso.

3.4.2.1.3. La época moderna

Con la Ley de Aguas de 1879 la concesión administrativa de aguas para la ejecución y explotación de aprovechamientos hidráulicos por la iniciativa privada, heredera de las despatrimonializaciones y liberalización del XIX, se perfeccionó y obtuvo un gran desarrollo. En ella se establecían:

1.- Concesiones para abastecimientos de poblaciones, otorgadas a empresas particulares, por 99 años, transcurridos los cuales revertirían todas al común de los vecinos, y previa fijación de una tarifa de precios.

2.- Concesiones para riegos, diferenciándose entre las hechas a sociedades o empresas para regar tierras ajenas en las que se limitaba el plazo concesional a 99 años, transcurridos los cuales las obras revertían a la comunidad de regantes; y las concesiones a los propietarios de las tierras que eran a perpetuidad. El pago del canon era obligatorio, los que rehusasen al pago quedaban obligados a vender sus tierras a la empresa concesionaria del canal. Además la ley ordenaba al Gobierno el reconocimiento de los riegos existentes, para que ningún regante desperdicie el agua de su dotación y para evitar que las aguas torrenciales se precipitasen al mar, cuando otros usuarios las requieran, sin menoscabo de los derechos adquiridos.

3.- Otras concesiones: para canales de navegación, para barcas de paso o puentes flotantes para uso público, etc.

Esta ley fue desarrollada por diversas y dispersas normas reglamentarias, mereciendo destacarse la Instrucción de 14 de junio de 1883, el Real Decreto Ley de 7 de enero de 1927, y el Reglamento aprobado por Decreto de 14 de noviembre de 1958, que regularon el otorgamiento de concesiones, así como el régimen de Policía de Aguas y sus cauces y las autorizaciones en materia de aguas residuales, puentes, etc. A estas normas reguladoras de los distintos procedimientos se unieron otras de fomento, entre las que destacan el Real Decreto de 14 de junio de 1921, que al establecer, con carácter general, un plazo máximo de 75 años para las concesiones hidroeléctricas, lo elevaba a 99 años cuando implicaran la construcción de grandes embalses reguladores. También el Decreto de 10 de enero de 1947 facilitaba la ampliación de los saltos construidos para aprovechar mejor la regulación posterior de los ríos en los que se construyeron.

3.4.2.2. La situación actual

La Ley de 1879 fue derogada por la Ley de 1985, que respeta sustancialmente esta figura, introduciendo algunas matizaciones.

Así, y a título de ejemplos de rasgos significativos en la situación actual, puede apuntarse que el plazo máximo por el que se otorga una concesión es de 75 años, que la Administración no responde respecto de la posible disminución de los caudales concedidos, que el otorgamiento de las concesiones es discrecional y su prioridad es la establecida en los planes hidrológicos, que el recurso ha de destinarse al uso concedido sin que pueda ser aplicado a otros distintos ni a terrenos diferentes si se tratase de riegos, que la Administración concedente podrá imponer la sustitución de la totalidad o de parte de los caudales concesionales por otros de distinto origen con el fin de racionalizar el aprovechamiento del recurso, etc.

Es importante retener estas dos últimas cuestiones, pues apuntan a la posible flexibilidad de usos del agua sobre la que se viene hablando: en primer lugar, la imposibilidad de aplicar las aguas a otros usos distintos de los concedidos, y, en segundo lugar, que la Administración puede unilateralmente modificar la concesión imponiendo orígenes de agua distintos de los originales.

Asimismo, una cuestión de importancia es la relativa a los plazos de otorgamiento. En la Ley de Aguas de 1879 las concesiones para riego eran perpetuas, y fue la Ley del Patrimonio del Estado de 1964 la que estableció el plazo concesional máximo de 99 años, rebajado a 75 por la LA de 1985. La cuestión de si esta reducción de plazos podía suponer una ablación de derechos se planteó en la STC 227/1988 (Fund. 11), resolviéndose en el sentido de que la limitación temporal de los aprovechamientos perpetuos no es una privación de derechos sino *una nueva regulación de los mismos que no incide en su contenido esencial*. El problema se vincula con lo previsto en el art. 43.1.d. de la Ley de Aguas, al que nos referiremos en relación con los contenidos del Plan Hidrológico Nacional.

Por otra parte, hay que referirse a los sistemas de modificación, transmisión y revisión de las concesiones.

La modificación supone una alteración del contenido de la concesión, es decir, de los derechos y obligaciones que por la concesión se constituyen, exigiendo la ley la previa autorización administrativa del mismo órgano otorgante, con su correspondiente expediente.

En el caso de la transmisión, la ley hace una distinción sustancial, según se trate de la transmisión de los aprovechamientos de agua que impliquen un servicio público o la constitución de gravámenes sobre los mismos, o bien se trate de otro tipo de concesiones. En el primer supuesto se exige autorización administrativa previa, mientras que en el segundo sólo será necesario acreditar la transferencia.

Finalmente, el sistema de revisión de concesiones prevé tres supuestos en los que ha de llevarse a cabo:

1. Cuando se hayan modificado los supuestos determinantes de su otorgamiento. Se considerará que tal circunstancia se produce cuando las circunstancias objetivas que sirvieron de base para el otorgamiento de la concesión, hayan variado de modo que no sea posible alcanzar sustancialmente la finalidad de la concesión.
2. En casos de fuerza mayor a petición del concesionario.
3. Cuando lo exija su adecuación a los Planes Hidrológicos.

Es indudable que estos preceptos proporcionan, al menos en teoría, una construcción jurídica formalmente suficiente para abordar las importantes transformaciones (revisión de situaciones históricas, adecuación de consumos a necesidades, flexibilización de rigideces de uso, adaptabilidad a circunstancias cambiantes, etc.) exigidas por el momento presente. No obstante, es necesario constatar un hecho de fundamental importancia, y es que, en la práctica, todos estos cambios jurídico-formales no parecen haber tenido impactos apreciables en la gestión de los derechos sobre las aguas, pudiendo afirmarse que las posibilidades que ofrecen no han tenido hasta el momento aplicación práctica ni incidencia real alguna.

Es necesario reflexionar colectivamente sobre las razones de esta ineficacia práctica, y extraer las oportunas consecuencias. ¿Se trata de una deficiencia o dificultad de la normativa reguladora, de falta de interés por parte de los concesionarios, de dificultades de gestión de la Administración hidráulica? Solo tras la identificación y diagnóstico del problema puede procederse con solvencia a diseñar el camino para su solución.

Es indudable que uno de los factores coadyuvantes ha sido la ausencia de planificación hidrológica. Esta ausencia ha hecho que no existiese una referencia formal de las asignaciones de recursos a los usos actuales, y, en consecuencia, no existiese fundamento técnico y jurídico firme para proceder a la revisión. No obstante, hay dudas sobre el hecho de que, tras la aprobación de los Planes, la Administración hidráulica tenga los medios suficientes para abordar este muy complejo y laborioso proceso.

Además de estas circunstancias, existen situaciones de aprovechamientos sin inscripción (muchos de ellos resultado de iniciativas de la propia Administración, que se limitó a la ejecución de las obras, y no fue capaz de culminar los expedientes administrativos), incompleta definición de aprovechamientos (incluso de los ya

inscritos), imprecisión de los derechos poseídos (en especial en los aprovechamientos históricos), desinterés o desidia de los usuarios para completar sus expedientes, deficiente aplicación de las disposiciones transitorias de la Ley, etc. … cuestiones todas de gran importancia, que desarrollaremos en próximos epígrafes de este libro, y que aconsejan una profunda y radical reflexión sobre este modelo, su virtualidad actual, y, en su caso, las posibles líneas maestras de su reforma.

3.4.2.3. Concesiones de aguas y planificación hidrológica. La revisión concesional

Como ya se ha apuntado, la conexión entre los Planes Hidrológicos y las concesiones de aguas es muy estrecha, y no sólo porque venga ampliamente respaldada por determinados artículos de la Ley de Aguas de 1985, sino porque podría afirmarse que la esencia misma de los planes es la concreción de las posibilidades de uso del recurso en un determinado período, así como la consagración de los derechos preexistentes o bien su modificación, definiendo los criterios o condiciones bajo las cuales debe regirse el sistema de concesiones, y siempre en aras del interés general. Específicamente, el artículo 40.c de la Ley de Aguas señala entre los contenidos de los Planes Hidrológicos de cuenca los criterios de prioridad y de compatibilidad de usos, así como el orden de preferencia entre los distintos usos y aprovechamientos.

Esta relación puede verse asimismo en el artículo 57.3, conforme al que T*oda concesión se otorgará según las previsiones de los Planes Hidrológicos, con carácter temporal y plazo no superior a setenta y cinco años*. Pero, además, el orden de preferencia entre concesiones debe ser regulado en los Planes Hidrológicos de cuenca, estableciéndose además que dicha preferencia definida por el Plan puede dar lugar a la expropiación forzosa, ya que el artículo 58.2, dice que *toda concesión está sujeta a expropiación forzosa... a favor de otro aprovechamiento que le preceda según el orden de preferencia establecido en el Plan Hidrológico de cuenca*.

Con parecido sentido revisor insiste la Ley al considerar que las concesiones podrán modificarse para ajustarlas a los Planes Hidrológicos(art. 63), los que se podrán revisar en cualquier momento de acuerdo con el Art. 110 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica y necesariamente cada 8 años según este artículo. Sin embargo, en este caso deberán ser indemnizados, pero dichas indemnizaciones se regularán por la Ley de Expropiación Forzosa, cuya aplicación por la Administración se viene haciendo a través del excepcional procedimiento de urgencia (art. 52 de la LEF).

Así como señala el art. 63, el Plan será el instrumento de aplicación del régimen legal de las concesiones, haciendo que el orden de preferencias de los aprovechamientos ya no sea tan rígido como en las leyes de 1866-1879, sino que dependerá de lo que se establezca en el Plan, con la lógica limitación de que el abastecimiento de población deberá ocupar siempre el primer lugar. No obstante, la Ley establece un orden de preferencia (art. 58), de carácter supletorio que, comparado con el de la legislación anterior, potencia los usos industriales -en especial la producción de energía eléctrica y la acuicultura- y recoge los usos recreativos, manteniendo -con dudoso fundamento- la preeminencia sobre ellos de los regadíos.

Un importante problema que puede plantearse es si la situación jurídica de los particulares frente a la Administración no se ve esencialmente alterada por la existencia de Planes Hidrológicos o de aprovechamientos de aguas. Ante todo, cabe considerar el principio básico en el régimen de dominio público de que los particulares no tienen un derecho subjetivo al aprovechamiento privativo de estos bienes.

Por tanto, los Planes Hidrológicos, por su carácter parcial de instrucciones internas de la Administración respecto a los particulares, tienen un valor informativo de la política de la Administración, que en el plano jurídico se concreta limitando la discrecionalidad administrativa en el otorgamiento de concesiones. Ello no implica, desde luego, un reconocimiento por los Planes de derechos subjetivos, tal y como expresamente se recoge en el artículo 38.3 de la Ley: *Los Planes Hidrológicos... no crearán por sí solos derechos en favor de particulares o entidades.*

Sin embargo, también hay que señalar lo que la doctrina denomina *vinculación negativa del plan*, es decir, que la Administración no está obligada a conceder aprovechamientos porque los particulares no disponen de un derecho exigible, pero, al mismo tiempo, la Administración no puede otorgar concesiones que contradigan lo dispuesto en el plan.

3.4.3. La inscripción de derechos. Los registros administrativos de aguas

Los registros administrativos no son en esencia sino una de las formas básicas -y sin duda de las más importantes- de protección del dominio público. Ello es así en cuanto que proporcionan a la Administración información sobre el estado de los bienes demaniales, y los aprovechamientos de que son objeto por los particulares. Su finalidad es, pues, favorecer la seguridad jurídica, constituir un medio de prueba, y dispensar protección a los aprovechamientos en ellos inscritos.

Así concebida la cuestión registral, es obvio que su relevancia, en el campo de las aguas, es máxima: huelga toda otra consideración sobre la gestión hidráulica y la protección del dominio si esta función esencial (saber quién tiene derecho al uso de las aguas, en qué cuantía, y de qué forma) no se desempeña -como lamentablemente es el caso- de forma plenamente satisfactoria. A comentar este fundamental problema, sus antecedentes, y la situación y problemas actualmente planteados se dedican los párrafos que siguen.

3.4.3.1. Antecendentes

El único antecedente significativo del actual Registro de Aguas es el Registro de Aprovechamientos de Aguas Públicas creado por R.D. de 12 de abril de 1901. La finalidad de este antiguo registro, de carácter obligatorio y declarativo, era que se inscribiesen en él todos los aprovechamientos privativos de aguas públicas, tanto con origen concesional como por prescripción, de forma que la Administración pudiese tener constancia efectiva de los derechos de los diferentes usuarios a la utilización de las aguas, y se dispusiese ordenadamente de la información relativa a constitución, modificación y extinción de los aprovechamientos, para, en palabras del preámbulo de la disposición, *evitar abusos y la pérdida de la riqueza que el agua representa*.

Es evidente que la necesidad de registro y control viene dada por la percepción de un problema nuevo: se multiplican los aprovechamientos de aguas y los conflictos sobre estos aprovechamientos, y se comienza a percibir el agua como un bien limitado, para cuyo acceso ha de acreditarse la existencia de caudales disponibles, aún no comprometidos por otro usuario preexistente. Difícilmente podría realizarse esta acreditación sin una cierta estadística de usos y de recursos (es decir, de *registro* y *aforo*), cuya necesidad sistemática ya es percibida, como se ve, a comienzos de siglo. Lamentablemente, y como se expone en otros epígrafes, ambas antiguas preocupaciones siguen aún latentes, y nos encontramos a final de siglo sin haber resuelto de forma plenamente satisfactoria estos dos problemas planteados a su comienzo.

3.4.3.2. Evolución. Aprovechamientos inscritos, clandestinos y abusivos

Como se ha indicado, desde la creación del antiguo Registro la inscripción fue obligatoria, ya que la no inscripción llevaba aparejada la declaración de aprovechamiento *abusivo*. Sin embargo, hasta 1941 (cuarenta años más tarde) no se habilitó a la Administración para imponer sanciones, y esta habilitación no tuvo demasiada utilidad al irse condonando por disposiciones posteriores las sanciones recaídas.

El resultado de este proceso fue que los aprovechamientos de aguas públicas existentes y no inscritos llegaron a ser tan numerosos que el propósito inicial del legislador de declararlos ilegales se hizo irrealizable. Tras una larga y contradictoria serie de sentencias judiciales sobre estos problemas, los aprovechamientos no inscritos se calificaron, en un fundamental dictamen del Consejo de Estado, como *clandestinos*, entendiéndose que eran aprovechamientos legítimos ya que la falta de inscripción podía ser subsanada con la mera presentación del título administrativo cuando se tratase de una concesión.

Es interesante constatar la diferencia entre ambos conceptos, pues así como un aprovechamiento abusivo posee una irregularidad de fondo (sin título, no legitimado por concesión ni antigua prescripción ni ley), un aprovechamiento clandestino solo presenta una irregularidad formal (la no inscripción en el registro, pese a contar con título habilitante), que no afecta al contenido del derecho que ostenta el usuario, sino únicamente al buen orden y control administrativo.

El antiguo Registro estaba formado por un Registro central, dependiente de la Dirección General de Obras Públicas, y unos Registros provinciales dependientes de las correspondientes Jefaturas de Obras Públicas. El primero no llegó a ponerse en marcha hasta la reforma realizada en 1963 (disposiciones de 24 de Julio y 23 de noviembre), por la que se crea el Registro Central de aprovechamientos de aguas publicas, dependiente de la Dirección General de Obras Hidráulicas, y en el que se recogieron las inscripciones existentes en los distintos libros -unas 45.000 procedentes de Gobiernos Civiles, Jefaturas de Obras Públicas, Servicios Hidráulicos, Jefaturas de Aguas, Confederaciones Hidrográficas y Comisarías de Aguas- (Pérez Pérez y Reverte [1991] p.366; Maestre Rosa [1969] p.106). Este Registro central era el único que gozaba del carácter de fedatario público.

Una vez trasladados al Registro central todos los aprovechamientos aludidos, de los que había constancia, hubo que actualizar las inscripciones para adecuarlas a la realidad extraregistral, para lo que se promulgó la Orden de 29 de abril de 1967, que habilitó los oportunos procedimientos de revisión. El actual artículo 148 RDPH es el heredero de aquellas determinaciones (del Saz [1990] p.295).

Los resultados finales de todo este proceso no pueden calificarse, pese al intenso esfuerzo realizado, como positivos. El desinterés de los usuarios por declarar sus aprovechamientos, previendo posibles sanciones o

imposiciones tributarias, los costes económicos del procedimiento, para cuyo alivio llegó el legislador a conceder exenciones fiscales en las actas de notoriedad para las inscripciones, (Maestre Rosa [1969] pp.48), la apatía regante ante estos requerimientos administrativos, y los problemas materiales derivados de la gran parcelación y complejidad de los predios afectados, hicieron que, como se ha indicado, el resultado final no fuese plenamente satisfactorio.

Además del reducido número de expedientes, era frecuente que las inscripciones de los antiguos regadíos se hiciesen con caudales grandes y estimativos, o incluso inscribiendo *todo el caudal del río*, lo que puede comprenderse considerando los procedimientos de aforo y concesionales del pasado, orientados a perpetuar las antiguas apropiaciones y privilegios de los ríos con fuertes estiajes en los que era preciso regar simultáneamente por muchos propietarios en las épocas en que el río tenía caudales suficientes.

Por otra parte, en los expedientes para aprovechamiento de aguas era requisito imprescindible su aforo cuando existiesen con anterioridad otras concesiones, pero nunca era necesario el aforo de caudales de estiaje para conceder aguas invernales, primaverales o torrenciales que no estuviesen aprovechadas en terrenos inferiores, lo que dio lugar con el paso del tiempo a una situación de desajustes estacionales entre las cuentas de los recursos disponibles y las cuentas de las aguas concedidas.

Además, es importante comprender que, al margen de las actuales y coyunturales dificultades de aplicación de las disposiciones transitorias de la Ley de Aguas, los derechos concesionales otorgados e inscritos al amparo de la antigua Ley de 1879, es decir, la inmensa mayoría de los existentes, no pueden considerarse, con la perspectiva actual, como *derechos bien definidos*, pues, dado que la Ley ordenaba el uso de aguas fluyentes, no reguladas, en general solo se inscribía el caudal máximo concedido en la toma, y no su volumen anual ni su modulación mensual.

Pese a todas estas deficiencias es justo reconocer que, con grandes dificultades, consiguió constituirse un Registro central con valor frecuentemente indicativo en cuanto a las situaciones históricas, y, sin ninguna duda, de gran calidad en cuanto a las nuevas concesiones que se otorgaron desde aquellos años.

Además del Registro de Aprovechamientos de Aguas Públicas, por Decreto de 23 de agosto de 1934 se instauró un Registro de Manantiales para aguas privadas de manantiales y pozos, que dio lugar una interesante jurisprudencia en el Tribunal Supremo cuyo análisis permite entender mejor la extraordinaria expansión de las aguas subterráneas en España en las últimas décadas (v. Moreu Ballonga [1996] pp.260-273).

3.4.3.3. La nueva regulación de 1985. Las vinculaciones con otros Registros públicos

Conociendo todos estos viejos problemas, y en un intento por superarlos, el legislador de 1985 concibió un nuevo Registro de Aguas contemplando la inscripción con carácter obligatorio y, para evitar los problemas que en la práctica se presentaron con el antiguo Registro de Aprovechamientos, previendo que la inscripción se haga de oficio por la propia Administración, que podrá imponer multas coercitivas a quienes siendo titulares de aprovechamientos de aguas públicas o privadas no procedan a su inscripción (es decir, permitiendo la sanción a aprovechamientos clandestinos, aunque no sean abusivos).

La inscripción en el Registro de Aguas es declarativa, y su falta no supone ilegalidad o inexistencia del derecho de aprovechamiento (que obviamente confiere el título habilitante y no la inscripción), sino privación de la protección registral por clandestinidad.

Frente al carácter meramente administrativo del antiguo registro, que sólo tenía finalidad estadística, el actual registro podría considerarse en cierto modo un registro jurídico, pues sirve como medio de prueba y otorga protección específica a quienes se inscriben, pese a la intensa controversia doctrinal sobre el verdadero alcance, significado y eficacia de esa protección (véase, p.e., Moreu Ballonga [1996] pp.639-721; Martín Retortillo [1997] pp. 155-157; del Saz [1990] pp. 296; Alcaín Martínez [1994] pp.235-265; Pérez Pérez [1998] pp. 173-203;, Caro-Patón [1997] p.347). Su importancia ha sido confirmada por la STC 227/1988, al declarar que el Registro de aguas ha de ser considerado como *básico*, por ser un *elemento esencial del sistema de concesiones administrativas sobre los aguas, en cuanto instrumento indispensable de garantía de las mismas*.

Asimismo, la nueva regulación ha suprimido el Registro Central al encomendar a cada Organismo de cuenca intercomunitario la organización de un Registro de Aguas con los aprovechamientos que tengan la toma dentro de su ámbito territorial. Únicamente se mantiene, por razones cautelares, la exigencia de un duplicado de todos los Registros de Aguas en el Ministerio de Medio Ambiente, duplicado en estos momentos inexistente.

Por otra parte, aunque se haya denominado Registro de Aguas, el registro contemplado en la nueva ley es realmente un registro de *aprovechamientos* de aguas (González Pérez et al. [1987] pp.526; Quintana Petrus

[1992] p. 131). Los derechos que se reflejan no se refieren exclusivamente al uso del agua, sino que definen a la vez el uso y destino de los recursos sobre el que recaen. No cabe concebir aprovechamientos de agua en abstracto, pues siempre lo son por vinculación con otro bien: tierra en el regadío, industrias en estos usos, instalaciones de generación en la hidroelectricidad, etc.. Esto hace que el registro de aguas no pueda ser autónomo en sí mismo, sino que esté relacionado con los otros registros en que se inscriben aquellos bienes con los que el agua está vinculada. La estrecha relación conceptual y jurídica entre Registro de Aguas y Registro de la Propiedad aparece así revelada con absoluta claridad, aunque en la práctica no exista relación material alguna ni intercambio de información entre ambos.

Ante esta realidad, y puesto que de hecho todas las situaciones jurídicas de aguas públicas y privadas inscribibles en los registros de aguas (excepto las reservas contempladas en los Planes Hidrológicos) son susceptibles de inscripción en el Registro de la Propiedad (Pérez Pérez y Reverte Navarro [1991]; Pérez Pérez [1998]), en ocasiones se ha planteado la posibilidad de que el registro de aguas se incorporarse al registro de la propiedad, siendo absorbido por éste. Sin perjuicio de que pueda estudiarse esta posibilidad, la realidad es que el elemento sustantivo vertebrador del registro de la propiedad es la *finca*, y el agua se ha resistido siempre a su configuración jurídica como finca, por presentar unas peculiaridades (aleatoriedad, movilidad, interrelación, degradación, etc) que requieren un tratamiento específico, y ello sin perjuicio de que la llevanza material del registro de aguas pudiera encomendarse, en su caso, al registro de la propiedad

Parece claro, por tanto, que el correcto enfoque de la cuestión se basa en considerar el carácter *complementario* de ambos registros (Pérez Pérez, 1995), analizar las posibilidades de su interrelación, y emprender las necesarias actuaciones y reformas jurídico-administrativas, en la seguridad de que nos encontramos ante una cuestión de importancia estratégica.

Además, los excepcionales avances producidos en el campo de la informática, las redes de comunicaciones, y los sistemas computacionales de información geográfica y catastral permiten abordar el problema desde ópticas enteramente nuevas y con recursos tecnológicos extraordinariamente poderosos. Es necesario (y resultará inevitable) que el mundo de las regulaciones y de la praxis administrativa incorpore a corto plazo y gradualmente estos avances técnicos si se desea mejorar sustancialmente la eficacia de su actividad.

3.4.3.4. La situación actual

Tras 13 años de la promulgación de la LA, la situación registral de los aprovechamientos es la resumida en la tabla 94.

Como puede verse, la situación es muy desalentadora. De un total de más de medio millón de aprovechamientos estimados en las cuencas intercomunitarias, solo están declarados algo más de la mitad, y de ellos solo están inscritos algo menos de la mitad.

Sin perjuicio de que algunas estimaciones arrojan cifras mucho mayores para el número de aprovechamientos existentes (específicamente en las aguas subterráneas), y de que existe un gravísimo déficit de inscripción en el catálogo de aguas privadas (solo el 8% de los estimados), las aguas superficiales, usualmente consideradas como mejor caracterizadas desde el punto de vista jurídico, presentan solo un 60% de inscripciones frente al total estimado, y de este total de inscripciones dos tercios proceden del antiguo Registro de Aprovechamientos y permanecen aún sin la preceptiva revisión de características (D.T. 7ª L.A.) previa a su traslado al nuevo Registro de Aguas.

En la tabla 95 y la figura 264 se detalla la situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales, desagregada según las diferentes cuencas. En la tabla 96 y la figura 265 se detalla la situación registral de los aprovechamientos de las aguas subterráneas.

Aguas superficiales	Estimados	Declarados	Inscritos	
			Revisados	7.902
			Sin revisar	35.898
			Posterior a 1/1/86	9.132
Total	88.900	80.700		52.932
Aguas subterráneas				
Aguas. públicas (post. a 1/1/86)	27.150	15.650		4.206
Menores de 7.000 m^3	129.592	56.642		18.005
Aprovechamientos temporales	98.922	98.922		70.300
Catálogo de aguas privadas	203.302	73.489		16.510
Total	458.966	244.703		109.021
Total	547.866	323.403		161.953

Tabla 94. Síntesis de la situación registral de los aprovechamientos de aguas

Este problema del conocimiento de los aprovechamientos concedidos, y su posible revisión y actualización plantea, como se ha dicho, importantes dificultades. El programa ARYCA, desarrollado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, persigue mejorar esta situación, subsanando las carencias señaladas.

Seguidamente se comentan algunas situaciones sectoriales representativas, que ayudan a entender y acotar el problema.

3.4.3.4.1. Abastecimientos a poblaciones

Después de la guerra civil, las Confederaciones Hidrográficas intensificaron su colaboración con los Ayuntamientos en la redacción y en la ejecución de los proyectos y obras para el abastecimiento y saneamiento de las poblaciones que, como es lógico, se consideraban actuaciones de gran interés público. Esta ayuda singular tenía su razón de ser en las generalizadas carencias técnicas y financieras de las Corporaciones de la época (con las excepciones de las grandes ciudades) para abordar dichos proyectos. En cualquier caso, puede entenderse que, en aquel contexto, la redacción del proyecto y la ejecución de las obras (la *traída de aguas*) tuviese mucha más importancia que regular la situación administrativa de estas actuaciones

Así, el proceso ordinario que hubiese debido seguirse (solicitud a la Administración hidráulica por el Ayuntamiento interesado, redacción de un proyecto que debe ser aprobado por esta Administración, obtención de la preceptiva concesión administrativa, y ejecución de las obras) se empezaba usualmente por el final, dejándose como último trámite el legalizar la situación administrativa de algo que ya había sido construido. Por ello, al día de hoy no son muchos los abastecimientos de agua de núcleos importantes de población que disponen de la oportuna concesión administrativa.

Dado que el uso de abastecimiento es prioritario, podría pensarse en regularizar esta situación con una cierta facilidad. Se quiere señalar, sin embargo, un

Tabla 95. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en las cuencas intercomunitarias

Cuenca	Fecha	Estimados	Declarados	Inscritos
Norte	Abril 1997	17.000	14.000	13.000
Duero	Marzo 1995	10.500	10.100	9.250
Tajo	Abril 1997	10.400	8.700	8.272
Guadiana	Marzo 1995	3.000	3.000	2.000
Guadalquivir	Abril 1997	11.500	10.500	4.260
Sur	Marzo 1995	300	300	200
Segura	Abril 1997	2.200	1.200	1.100
Júcar	Marzo 1995	4.000	4.000	3.550
Ebro	Marzo 1995	30.000	28.900	11.300
Total		88.900	80.700	52.932

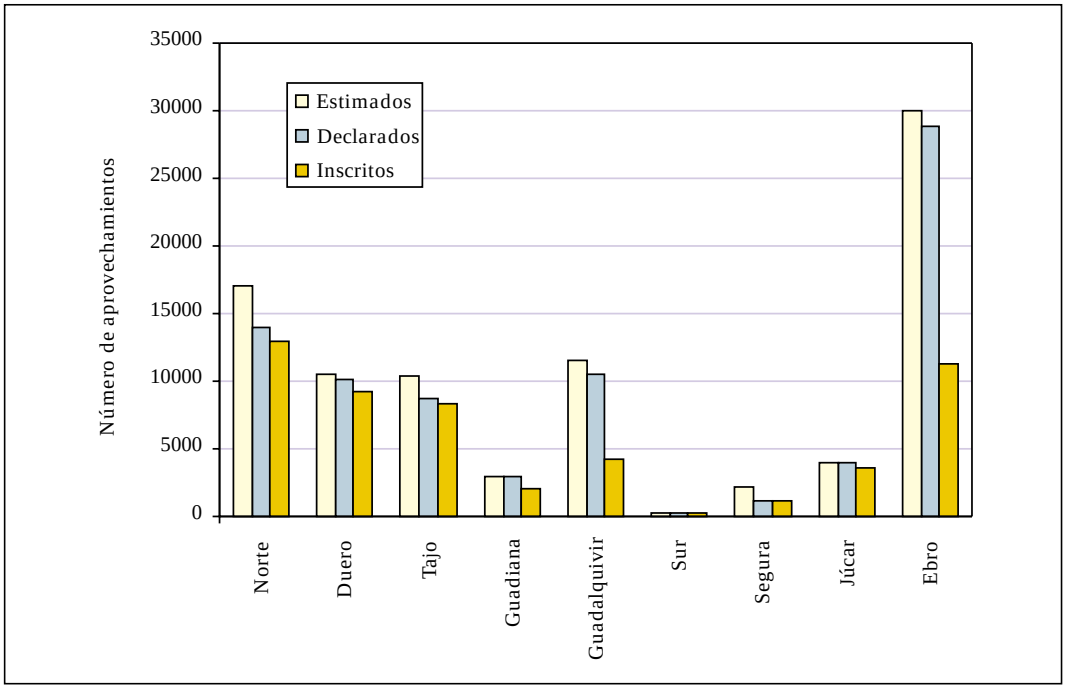


Figura 264. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en cuencas intercomunitarias

inconveniente que puede surgir al iniciar el proceso administrativo: es posible que estos caudales para abastecimiento deban ser retraídos (ya lo fueron en su momento) de concesiones otorgadas con anterioridad a ellos. De acuerdo con las legislaciones vigentes era y es posible hacerlo, pero los concesionarios afectados podrían acaso reclamar indemnización. Quizá esta sea una de las razones por las que los Ayuntamientos no se han sentido incentivados a iniciar el procedimiento legal. La posible solución a estas dificultades se apunta más adelante, al analizar la compleja e interesante cuestión de los derechos históricos.

3.4.3.4.2. Regadíos

Cabría diferenciar a estos efectos tres tipos de situaciones distintas:

Regadíos del Estado, o de iniciativa pública

Como ya se comentó, el proceso por el cual se ha desarrollado el regadío de iniciativa estatal en España ha consistido en proyectar y construir las obras de regulación necesarias para garantizar los caudales de riego, y a continuación organizar las zonas regables, ejecutándose estas actuaciones mediante planes coordinados entre el IRYDA y la DGOH. La mayoría de los usuarios del agua de estas instalaciones no disponen de concesión administrativa, dada la dificultad que existía para otorgar las mismas antes de tener terminadas las obras de regulación citadas, y la poca disposición de las Confederaciones, preocupadas por ejecutar las obras, a tramitar los correspondientes expedientes ante las Comisarías de Aguas. El simple hecho de que se tratara de obras de iniciativa estatal hacía pensar a muchos -equivocadamente- que ésto las situaba dentro de la legislación vigente.

Regadío privado con aguas superficiales

Podemos situar dentro de este grupo al denominado regadío tradicional y al regadío de reciente iniciativa privada. La panorámica administrativa del regadío tradicional oscila entre no tener ninguna autorización ni

Cuenca	Fecha	Estimados	Declarados	Inscritos
Norte	Abril 1997	27.350	21.850	21.050
Duero	Marzo 1995	88.050	59.150	42.800
Tajo	Abril 1997	97.322	12.422	9.579
Guadiana	Marzo 1995	64.000	31.500	15.600
Guadalquivir	Abril 1997	65.444	61.831	3.668
Sur	Marzo 1995	24.000	18.600	4.800
Segura	Abril 1997	20.350	4.500	2.574
Júcar	Marzo 1995	20.100	20.000	350
Ebro	Marzo 1995	52.350	14.850	8.600
Total		458.966	244.703	109.021

Tabla 96. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en las cuencas intercomunitarias

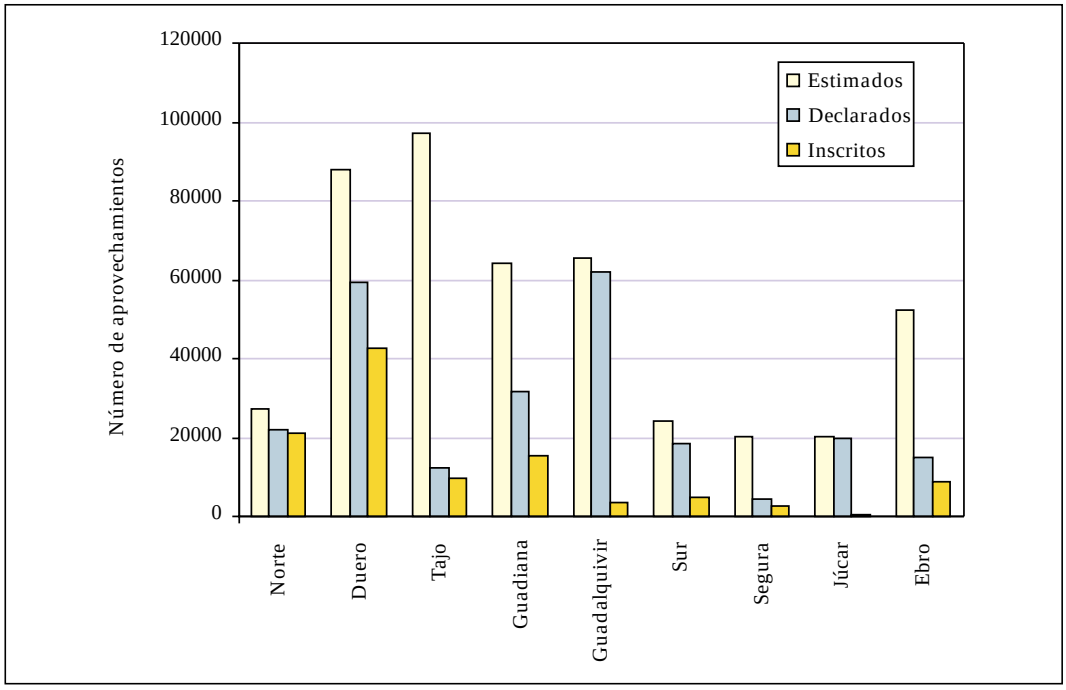


Figura 265. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en cuencas intercomunitarias

concesión otorgada de hecho y regirse simplemente por la costumbre, a tener legalizadas por prescripción sus instalaciones (mediante usucapión, o apropiación por el uso), o tener inscripciones antiguas, manifiestamente desviadas de la realidad actual.

La prescripción, suprimida con la Ley vigente, no demandaba como necesario redactar el oportuno documento técnico (proyecto aprobado), por lo que en estos aprovechamientos se suele hablar sólo de caudal instantáneo o, a lo sumo, de caudal anual, sin mayores determinaciones, no conociéndose ni habiéndose aprobado por la Administración hidráulica ningún documento en que se especifique (arts. 110 y ss. del RDPH) cómo se utilizan realmente estos caudales (justificación de caudal otorgado). Volveremos a esta crucial cuestión más adelante, al referirnos a la cuestión de los derechos históricos.

Regadío privado con aguas subterráneas

El rasgo fundamental que caracteriza a estas situaciones es el de la enorme cantidad de aprovechamientos y la dificultad que plantea su conocimiento y control, máxime si se considera su carácter territorialmente disperso y económicamente dinámico.

La asunción de esta nueva competencia por la Administración hidráulica, y el mecanismo establecido en las Disposiciones Transitorias de la Ley de Aguas, ha dado lugar a una compleja y grave situación en la que, como se vio, los mecanismos previstos no se han mostrado muy eficaces, bien por una evidente insuficiencia de medios, o bien -como a veces se ha sugerido- por su propia dificultad o inviabilidad intrínseca (Moreu Ballonga [1990]; Alcaín Martínez [1994]).

3.4.3.4.3. Aprovechamientos hidroeléctricos

Los aprovechamientos hidroeléctricos y las instalaciones de producción de energía eléctrica en España se han desarrollado, en general, por iniciativa del sector privado. El objetivo era, lógicamente, lograr la mayor economía y aprovechamiento integral del recurso, aprovechamiento cuya viabilidad analizaban y programaban los correspondientes servicios del antiguo Ministerio de Obras Públicas.

El proceso que se seguía, con carácter general, era plantearle a la Administración hidráulica, desde el punto de vista hidroeléctrico, el aprovechamiento de desniveles y caudales -o de caudales para uso consuntivo en el caso de las centrales térmicas convencionales y de las nucleares-, aprovechamiento cuya compatibilidad y viabilidad era, como se ha dicho, estudiada por esta Administración y, en su caso, otorgada la concesión correspondiente, bien como concesiones específicas para cada instalación, o bien mediante el procedimiento de otorgar una concesión integral para aprovechar un tramo, o varios tramos, de una cuenca hidrográfica que a continuación se dividía en varias instalaciones.

Merece la pena también citar la estrecha relación que suele haber entre caudales regulados por instalaciones hidroeléctricas y usos de refrigeración en centrales térmicas y nucleares. Dados los problemas comerciales que ha tenido el uso de la energía eléctrica en España, ha sido posible compatibilizar estos usos al tratarse o bien del mismo propietario (la misma compañía eléctrica), o bien de compañías eléctricas creadas por las grandes empresas para explotar instalaciones concretas.

Por otro lado, existen las centrales hidroeléctricas instaladas en obras construidas por el Estado (usualmente en los pies de presas). En estos casos, también se han otorgado las oportunas concesiones amparándose en los concursos celebrados de acuerdo con lo previsto, tanto en la legislación vigente (art. 132 del RDPH) como en la ya derogada. En síntesis, puede decirse que las grandes instalaciones hidroeléctricas poseen todas su oportuna concesión administrativa.

Distinto es el caso de muchas pequeñas centrales -y otros aprovechamientos-, con tomas en cauces secundarios o canales, que no disponen de ningún tipo de autorización desde el punto de vista del aprovechamiento del agua, aunque en ocasiones la Administración hidráulica conozca sus datos de explotación, y dispongan de autorización administrativa previa, desde el punto de vista de Industria, para la construcción y explotación, aprobación del proyecto de ejecución, y certificación de puesta en marcha.

El que se hayan iniciado expedientes para la regularización de estos aprovechamientos no autoriza su explotación, y alegar su funcionamiento pacífico y continuado por mas de veinte años (fundamento de la prescripción) no legitima este funcionamiento, entre otras razones porque cuando se han dado plazos para legalizar estas situaciones los propios interesados no han hecho uso (actas de notoriedad) de la posibilidad de regularización que se les estaba ofreciendo. Súmese a ello, en sentido contrario, la necesidad de iniciar expedientes de caducidad de aquellos aprovechamientos abandonados -muy numerosos- que han renunciado al uso del agua por más de tres años, o revisiones por modificación de alguna de sus características.

Pese a estas deficiencias, no es arriesgado afirmar que los aprovechamientos hidroeléctricos son los que se encuentran en mejores condiciones globales desde el punto de vista de las autorizaciones y concesiones del dominio público hidráulico.

Es importante considerar, en relación con los aprovechamientos hidroeléctricos, que estos aprovechamientos fueron concebidos, en su día, sólo para producción de energía eléctrica y que, por otro lado, se utilizaba el propio dominio público hidráulico (el agua) para producir algo comercializable, pero sujeto a una importante regulación administrativa, de forma que podía decirse que no existía realmente libertad de empresa a la hora de poner en el mercado los kWh producidos por cada instalación. El ejemplo más reciente lo tenemos en el hoy desaparecido Marco Legal Estable. Sin embargo, en el momento actual nos encontramos en una nueva situación en la que el producto obtenido del uso del propio dominio público hidráulico va camino de poder comercializarse libremente, pudiendo situarse en el mercado de acuerdo con las ofertas que cada concesionario pueda hacer.

Cabe, por tanto, preguntarse si el equilibrio económico financiero de las concesiones, que en su momento fueron otorgadas, puede verse alterado por esta circunstancia, como así mismo, y desde el punto de vista de la gestión integral del recurso, si los caudales regulados en los que en su día se concibieron como embalses únicamente hidroeléctricos no deberían hoy también plantearse como recursos para otros usos.

3.4.3.4.4. Conclusiones

Como se deduce del somero análisis sectorial presentado, el momento actual se caracteriza por una multiplicidad de complejas y variadas situaciones, heredadas del pasado, y que expresan, en definitiva, el peso de la rica y antigua historia del desarrollo hidráulico español, historia viva, no agotada, y cuya pesantez gravita aún con fuerza sobre el momento presente. A la consideración y análisis de estas situaciones históricas dedicaremos el próximo epígrafe.

Como se ha mostrado, la situación registral actual resultante de este proceso histórico dista mucho de ser satisfactoria, y los registros no han llegado a ser, verdaderamente, medios de control estadístico y prueba de situaciones jurídicas existentes en torno al aprovechamiento del agua. En buena medida, son las prácticas consuetudinarias aceptadas las que están determinando en realidad el uso actual del recurso, y la perfecta vinculación de esta praxis con las inscripciones registrales no está plenamente garantizada, ni ha constituido una preocupación principal de los usuarios ni de la Administración hidráulica.

El carácter declarativo, no sustantivo, del Registro de Aguas; la falta de agilidad en la resolución de conflictos por las vías contenciosas y jurisdiccionales; la complejidad de los aprovechamientos y sistemas de explotación; la imperfecta definición de derechos incluso de aprovechamientos inscritos; la completa ausencia de inscripción de numerosos e importantes aprovechamientos; las posibles consecuencias económicas de las inscripciones; y, muy importantemente, el peso abrumador de la costumbre, han contribuido sin duda a que se produzca esta indeseable situación, socialmente aceptada, de relativa inseguridad jurídica.

Como mero ejemplo de estas dificultades, y en relación con los problemas de la regulación actual, puede señalarse la complejidad del procedimiento reglamentario de tramitación de concesiones, cuya suma de los distintos plazos parciales establecidos, en el supuesto de un procedimiento normal, sin incidencias especiales, supera ampliamente el año y medio. Si a esto se suman las dudas de eficacia, carga de trabajo y un cierto desánimo ante la magnitud del problema e insuficiencia de medios por parte de las Confederaciones, se entiende la necesidad de arbitrar reformas en la regulación actual, y nuevos mecanismos más eficaces, modernos y simplificados.

No obstante, además de tales necesarias simplificaciones en la regulación vigente, es posible que en un futuro próximo, y ante la gravedad del problema planteado, se requiera afrontar esta situación de forma drástica, introduciendo nuevos mecanismos de definición y registro de los derechos de aprovechamiento, y de vinculación de estos derechos a la práctica ordinaria. Para ello se precisa, obviamente, una profunda reflexión jurídica y social previa que, abordando sin prejuicios la realidad presente, y de forma compartida con todos los interesados, identifique posibles nuevos conceptos y líneas de actuación sobre este crucial asunto.

3.4.3.5. El contenido de los derechos históricos. Derechos de papel y derechos efectivos

Como ya se ha apuntado, y sin perjuicio de la ya comentada falta de inscripción que se da en muchas ocasiones, el análisis de los archivos, inventarios y Registros de Aguas de las cuencas permite comprobar la existencia de un elevado número de títulos de derecho de aprovechamientos de aguas públicas que se derivan de las amplias normativas tanto generales como específicas que los regulan, y de la antigüedad y complejidad de buena parte de los aprovechamientos -y muy singularmente los riegos- en España.

Tal situación de relativa abundancia de antiguas inscripciones no se ha revelado, sin embargo, eficiente ni desde el punto de vista de la mejor explotación de los recursos hidráulicos, ni de la gestión económica a ello asociada ni, incluso, desde el punto de vista estricta-

mente jurídico o relativo al contenido y alcance real de los derechos y su protección administrativa. Más aún, la realidad es que, con frecuencia, se ha dispuesto de un complejo conjunto de títulos de derecho que, además de su escasa utilidad práctica, se ha revelado como generador de situaciones de conflicto al contraponerse situaciones encorsetadas y puramente nominales, en la mayor parte de los casos con escaso o nulo contenido real. La necesaria reflexión sobre posibles reformas en la definición y archivo de derechos, a la que se aludió anteriormente en relación con los Registros de aguas, tiene aquí, como ejemplo, un importante objeto de consideración y estudio.

Así, en las zonas históricas, de intensa explotación, un análisis detallado de los títulos vigentes permite encontrar referencias a las que se denominan en ellos -como objetos y categorías del derecho hidráulico- aguas invernales y de primavera, aguas de avenida, aguas vivas, aguas sobrantes, aguas excedentes, aguas blancas, aguas reguladas y fluyentes … o riegos tradicionales y de ampliación, exclusivos y complementarios, a pie y de elevación, de tallas nocturnas o diurnas, riegos de gracia, riegos de turbias y boqueras, etc.

Esa larga lista de tipologías de aguas, riegos, privilegios y títulos históricos no tiene hoy prácticamente virtualidad alguna -son en gran medida *derechos de papel*-, y no obedece a una verdadera necesidad jurídica derivada de su presuntamente peculiar naturaleza. Incluso puede afirmarse que estos vestigios del pasado -plenos de agudeza y de sentido cuando se concibieron- constituyen hoy una rémora frente al inaplazable concepto de los sistemas integrados de explotación de las aguas de las cuencas, concepto que se configura como decisivo en una visión moderna e integradora de la gestión del agua.

Los derechos históricos no pueden asimilarse, pues, al literal contenido de los viejos títulos o inscripciones -por otra parte inexistentes en muchos casos-, y ello no solo porque tal asimilación sería en muchos casos irracional (y, como dice la Ley, ningún título pueda amparar el despilfarro o mal uso del agua), sino porque la nueva realidad jurídica, hidráulica y socioeconómica los ha relegado, con frecuencia, a verdaderos arcaísmos, a residuos del pasado, inscribibles en la esfera de la historia y de la cultura del agua, pero en modo alguno en la de la moderna gestión y utilización de este recurso.

Manifestar esta situación de irracionalidad a que conduce el mantenimiento a ultranza de los títulos históricos no ha de conducir, en modo alguno, a la negación a estos títulos de cualquier contenido real en el momento presente. Antes bien, recientes y detallados estudios (Moreu Ballonga [1996] pp.159-209) han mostrado que el criterio seguido por el Tribunal Supremo sobre estas cuestiones ha sido, casi siempre, el de respetar los derechos históricos, manteniendo su vigencia. El problema de fondo surge cuando la imprecisión actual del derecho concreto recogido en los títulos (p.e. una concesión de 1910 de las aguas que sobraren de aprovechamientos superiores), la dificultad para su literal cumplimiento ante los cambios de toda índole producidos (p.e. el derecho a determinados avenamientos en tandas fijas y turnos de noche), la manifiesta inequidad o rechazo social producido por su contenido (p.e. la asignación de un río completo a un beneficiario), o complejas situaciones mixtas (p.e. las tres anteriores y otras más coexistiendo en una misma subcuenca), hacen que su literal aplicación práctica sea muy difícil, cuando no imposible, y se requiera algún tipo de criterio interpretativo.

Así, el problema que surge es el de la determinación, en el contexto actual, del valor y alcance que puedan tener estos derechos históricos, y para resolver este problema ha de acudirse, a nuestro juicio, a la determinación de *su ejercicio real actual*, conforme a las presentes necesidades y circunstancias de los aprovechamientos. Es este valor o *utilidad real actual* el verdadero contenido material del derecho histórico, y su acotación y consolidación no puede dar lugar a ninguna reclamación indemnizatoria, ya que, como se ha reiterado jurisprudencialmente, sólo son indemnizables las privaciones de *derechos ciertos, efectivos y actuales, pero no eventuales o futuros*, y el fundamento de una posible reclamación, que sería la pérdida patrimonial del usuario, es inexistente por el propio concepto que se ha propuesto, pues ¿qué otra cosa sino el valor real actual (el verdadero patrimonio actual) es lo que se está determinando y reconociendo?.

Así pues, identificadas la situación actual (no obviamente la de un instante concreto, sino la *representativa* del momento presente), y las verdaderas necesidades de estos aprovechamientos históricos, la consolidación de sus necesidades actuales y la preferencia temporal en situaciones de escasez han de ser -y no otra cosa- los verdaderos contenidos materiales, inscribibles en los registros, de los derechos históricos, y éstas son las determinaciones que corresponde realizar a la Administración hidráulica en el momento presente.

En una época de transformaciones, de cambios de usos, de nuevas tecnologías, y de integración y optimización de los aprovechamientos en los cada vez más complejos sistemas de explotación, los títulos del pasado pueden, pues, reinterpretarse en términos de acotación a la necesidad real y preferencia temporal frente a aprovechamientos posteriores, transformándose esta preferencia en la verdadera expresión mate-

rial de su carácter histórico. La ordenación de aprovechamientos hidráulicos y reasignación de recursos realizada por los Planes Hidrológicos del Júcar y el Segura constituyen excelentes muestras de tal criterio interpretativo, y de cómo puede llevarse a cabo esta compleja revisión técnico-jurídica, con la ejemplar participación y acuerdo de los interesados, de una forma rigurosa y satisfactoria.

En definitiva, y como sostiene Martín-Retortillo (1997) en relación con la irretroactividad de las normas y las reformas de las leyes, frente a los usuales argumentos que acuden a invocar, en última instancia, *la pátina de los pergaminos* y el prestigio de la historia para la perpetuación de situaciones pasadas de acceso al agua, debe invocarse, sin reservas, la facultad de la Administración para que, en función del bien común que ha de presidir sus decisiones, promueva una revisión de forma que no perduren relaciones jurídicas enquistadas, obsoletas, contrarias al buen orden de los aprovechamientos, o incluso a la nueva asignación o el nuevo ordenamiento jurídico que se promulga, obviamente, porque se tiene por mejor que el antiguo que se está modificando.

La invocación de la historia no puede pues presentarse como defensa de una inadmisible petrificación de los derechos o del ordenamiento jurídico, pues estos derechos no operan en territorios abstractos, atemporales o inmateriales, sino en realidades hidrológicas, económicas y sociales concretas y mudables que, por su propia naturaleza, se resisten a ser congeladas en un momento histórico determinado. Bien al contrario, la verdadera legitimidad de estos derechos exige su continua adaptación a la realidad de cada momento, como lo que deben realmente ser: un instrumento de utilidad común para el progreso y el bienestar colectivo. La Administración hidráulica no solo está legitimada para esta labor, sino que está llamada, comprometida, urgida a abordarla.

3.4.3.6. Registro de aguas y Planificación Hidrológica

Ya se ha señalado la fundamental importancia de la figura registral como instrumento esencial para la protección del dominio público hidráulico. Además, ha de subrayarse la íntima relación existente entre los registros de aguas y la planificación hidrológica.

No cabe, en efecto, imaginar una gestión unitaria y racional de los recursos hídricos, tal y como se ordena constitucionalmente, sin el completo conocimiento de los aprovechamientos de aguas, públicos y privados, por lo que esta cuestión pasa a ser una verdadera y radical cuestión de fundamento. Así ha sido reconocido desde antiguo por la Administración hidráulica, para la que los problemas registrales han sido una constante preocupación, que se ha traducido en numerosas disposiciones reglamentarias generales y específicas, sobre todo en aquellos territorios con mayores conflictos y dificultades, como las cuencas del Segura y Júcar (Maestre Rosa [1969] p. 106).

En la regulación actual, es con base en las inscripciones del registro como los Organismos hidráulicos han de elaborar las estadísticas necesarias para la planificación hidrológica (art. 197 RDPH). De igual forma, y en sentido inverso, no puede procederse al otorgamiento e inscripción de concesiones si previamente no ha sido constatada la existencia de caudales conforme a lo determinado por los planes hidrológicos. La relación de la planificación con los registros es, por tanto, muy estrecha y en ambos sentidos, pudiendo afirmarse, sin exageración alguna, que no puede concebirse el correcto desarrollo de una actividad sin el correcto desarrollo de la otra.

3.4.4. Las Reservas demaniales

Las reservas demaniales o dominiales constituyen un singular precedente de la planificación hidrológica. La Ley de Aguas de 1879 no las contempló, pero sí lo hicieron otras normas integradas en el conjunto de disposiciones complementarias de aquella.

Así, la Ley sobre Riegos del Alto Aragón, de 1915, autoriza al gobierno para ejecutar obras y regar determinados zonas, lo que presenta las características básicas de una reserva, si bien el origen de esta figura puede situarse claramente en el Real Decreto de 1918, sobre concesiones de aguas. Este Decreto establecía que *por disposición del ministro de fomento y previos los estudios necesarios, podrán reservarse para servicios del estado determinados tramos de corrientes públicas*. El mismo criterio se mantiene en el Decreto Ley de 1927, con dos adiciones: la reserva se podía realizar en todo tiempo y recaer sobre la totalidad de los corrientes.

Son abundantes los ejemplos de aplicación de esta técnica: El Decreto de 1953, de ordenación de riegos del río del Segura, que no es en definitiva más que el establecimiento de una reserva de los nuevos recursos regulados para la redotación y ampliación de los regadíos; el Decreto de 1954, que reserva para el abastecimiento de agua potable a Madrid y pueblos próximos los caudales del río Lozoya, Jarama, y Sorbe en ciertos tramos; el Decreto de 1946, por el que se concede al INI la reserva del aprovechamiento hidroeléctrico integral de la cuenca del río Noguera Ribagorzana; la concesión al INI en 1984 de la reserva del aprovecha-

miento hidroeléctrico integral de la cuenca superior del río Sil; o la reserva para el trasvase del Ebro al Pirineo oriental en 1974.

Nótese que en todos los ejemplos comentados, las reservas han sido establecidas mediante decretos o leyes, pero desde la promulgación de la Ley de Aguas, el procedimiento establecido es el de la inclusión en los Planes Hidrológicos (Barcelona Llop[1996]; Ortiz de Tena [1994]). En ausencia de Planes aprobados, se ha continuado estableciendo reservas de recursos hidráulicos mediante leyes y decretos leyes (como el Real Decreto Ley 3/86, que reserva en favor del Estado todos los posibles recursos existentes en el Segura; o la Ley de 1987 que reserva un caudal de 1 m^3/s del embalse de Contreras para el consumo de Sagunto; o el Real Decreto Ley de 1995 que reserva hasta 50 hm^3 de la cabecera del Tajo para abastecimientos en La Mancha).

Tras la L.A. de 1985, el único instrumento hábil para establecer reservas es el Plan Hidrológico, y solo la Ley puede sustituirle. Este plan hidrológico habilitador puede ser tanto el de cuenca como el nacional, correspondiendo al primero la fijación de los volúmenes que se han de reservar para usos y demandas futuros, y al segundo la fijación de volúmenes con destino a transferencias intercuencas.

La obligación jurídica del establecimiento de reservas en los Planes Hidrológicos ha de ponerse en conexión con su finalidad, puesto que ningún sentido tiene establecer tales reservas cuando no existan razones objetivas que las hagan necesarias. Motivación, finalidad y temporalidad son pues requisitos básicos para la correcta formulación de las reservas, que, tal y como prevé la regulación vigente, han de inscribirse en el correspondiente Registro de Aguas del Organismo de cuenca, e irse cancelando a medida que se conceden los caudales reservados.

3.5 El sistema de utilización actual

Una vez analizados los recursos hídricos, los usos y demandas existentes y previsibles, y los mecanismos de asignación y reserva de recursos para dichos usos procede examinar todo ello desde un punto de vista global e integrador, que permita determinar el balance territorial entre recursos y necesidades e identificar las posibles descompensaciones.

Este análisis se aborda por dos caminos diferentes. En primer lugar se realiza una aproximación cartográfica basada en la realización de balances a partir de los mapas de las variables implicadas, es decir, recursos naturales y demandas de los usos principales. Este balance se realiza por medio de las operaciones cartográficas habitualmente disponibles en los Sistemas de Información Geográfica y permite obtener, de forma homogénea, rigurosa y conceptualmente simple, una visión general y simplificada del actual sistema de utilización del agua en todo el territorio nacional.

El segundo camino para abordar el problema se basa en el análisis de sistemas y ha consistido en la elaboración de un sistema unificado de explotación de recursos hídricos, al que ya se ha hecho referencia en capítulos precedentes. Este sistema se ha diseñado sobre la base de un modelo matemático de optimización de la gestión de recursos hídricos que permite profundizar en el análisis y mejorar la aproximación realizada en el modelo cartográfico anterior al incorporar infraestructuras de almacenamiento y transporte, caudales mínimos, prioridades de uso, garantías de suministro, etc. Además, y ello es muy importante, este modelo incorpora la variabilidad de los recursos y las posibilidades que ofrece una adecuada gestión de los sistemas.

A continuación se describen brevemente estos dos instrumentos de análisis, sus funcionalidades, las principales conclusiones obtenidas, y las posibilidades que presentan para su inmediata aplicación en el marco de la planificación hidrológica nacional.

3.5.1. Modelación cartográfica del sistema de utilización

3.5.1.1. Introducción. Procesos básicos

La modelación cartográfica (Tomlin, 1990) constituye una técnica relativamente joven que en los últimos años se viene desarrollando con creciente vigor. Permite tratar abundante información espacial de manera muy eficiente, lo que la ha convertido en un instrumento particularmente útil para llevar a cabo análisis que, como el que nos ocupa, tienen una componente básicamente territorial.

El modelo que aquí se desarrolla utiliza parte de la información cartográfica producida para la elaboración de este Libro y presentada en capítulos anteriores. Concretamente, la información básica empleada en el modelo está constituida por el mapa de recursos naturales y los mapas de demanda urbana, industrial y agrícola. La resolución de trabajo elegida para el modelo es de 1 km^2, lo que supone discretizar el territorio nacional en más de 500.000 celdas, en cada una de las cuales se llevan a cabo las diversas operaciones algebraicas que se describen a continuación.

Partiendo de los recursos naturales, es decir, de los recursos renovables que se generan en España, tanto de origen superficial como subterráneo, el modelo determina los *recursos potenciales*, es decir, la frac-

ción de los recursos naturales que verdaderamente constituye un potencial de oferta. La razón para diferenciar estos recursos potenciales se halla en la necesidad de contemplar los requerimientos ambientales como una restricción de carácter superior, externa al propio sistema de utilización del agua, tal y como se comentó al exponer los fundamentos conceptuales del sistema de utilización. Se trata, por tanto, de diferenciar y reservar unos recursos con los que el sistema no puede contar para alcanzar los objetivos productivos de utilización del agua. Solo los recursos restantes, los que realmente constituyen un potencial, son los que pueden movilizarse en el sistema de utilización y son, por tanto, los que se deben hacer intervenir en el balance entre recursos y demandas.

La suma de los mapas de demanda urbana, industrial y agraria da lugar al mapa de demandas totales, entendidas como detracción del medio. Ahora bien, para tener en cuenta los retornos que vuelven a incorporarse al medio y son susceptibles de utilización posterior aguas abajo, se han diferenciado las fracciones consuntiva y no consuntiva de cada uso, con lo que se obtienen los correspondientes mapas de demanda consuntiva y no consuntiva, cuya suma es la demanda total.

A partir de los mapas de recursos potenciales y demanda consuntiva total se realiza el balance celda a celda, lo que permite obtener sendos mapas con la distribución territorial de déficit y superávit. Estos mapas tienen, lógicamente, un carácter meramente ilustrativo, pues la utilización del agua no se lleva a cabo de forma aislada en cada celda, sino en recintos territorialmente más amplios. Por este motivo, el modelo realiza una agregación territorial basada en la delimitación de diversas unidades de gestión. En primer lugar se realiza la agregación de acuerdo con los sistemas de explotación definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca, lo que permite identificar las descompensaciones existentes en el ámbito de cada Plan. A continuación se realiza una nueva agregación por ámbitos territoriales de planificación, lo que puede proporcionar una idea del comportamiento global en el ámbito de cada Plan.

Con objeto de sintetizar y poder realizar una más clara interpretación de los resultados obtenidos, el modelo calcula varios índices relativos a los niveles de explotación y consumo alcanzados en cada territorio.

El primero de ellos, denominado *índice de explotación*, es el cociente entre la demanda total o detracción y el recurso potencial. Un índice de explotación que se aproxime o incluso sobrepase el valor 1 no indica necesariamente escasez de agua, puesto que si las detracciones no están demasiado concentradas espacialmente, una parte importante de los retornos puede volver a ser utilizada.

El segundo índice empleado es el *índice de consumo*, obtenido como cociente entre la demanda consuntiva (detracciones menos retornos) y el recurso potencial. Esta relación puede interpretarse como indicador del riesgo de escasez. Si su valor es superior a 0,5 se trataría de una escasez de tipo coyuntural más o menos localizada, mientras que si se aproxima a 1 se trataría de una escasez de carácter estructural. Por el contrario, un índice de consumo bajo revelaría un potencial poco utilizado (Erhard-Cassegrain y Margat, 1983).

Con estos criterios el modelo elabora, finalmente, un mapa de riesgo de escasez de acuerdo con las diferentes agregaciones espaciales realizadas.

El proceso seguido en el modelo cartográfico descrito se resume gráficamente en el esquema de la figura 266.

A continuación se presenta la información empleada en el modelo y los resultados obtenidos en las diferentes fases del proceso de modelación.

3.5.1.2. Recursos naturales

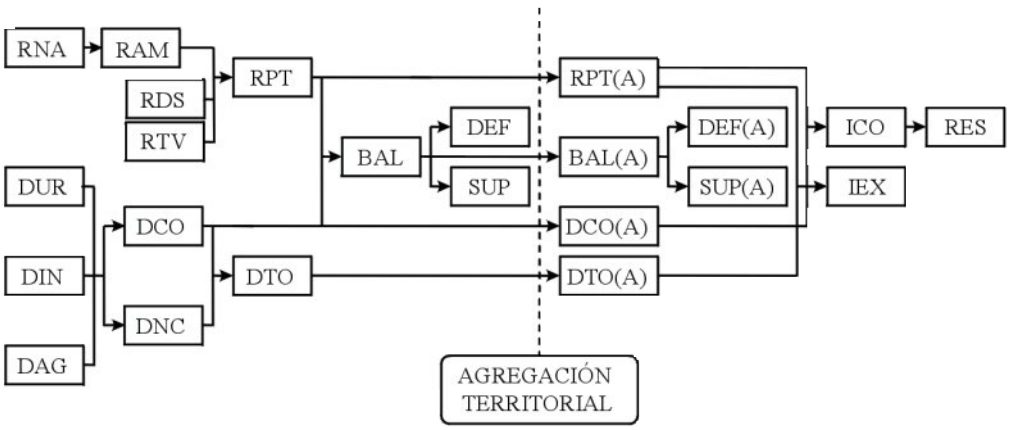
Los recursos naturales considerados en el modelo cartográfico están constituidos por las escorrentías totales en régimen natural evaluadas en capítulos precedentes y correspondientes al periodo 1940/41-1995/96. Su valor, para todo el territorio nacional, se ha estimado en unos 111.000 hm^3/año y su distribución territorial es la que se muestra en la figura 267

3.5.1.3. Requerimientos ambientales y recursos potenciales

Para determinar los recursos potenciales que pueden emplearse en el proceso de utilización productiva del agua, se supone, cautelarmente, una reserva del 20% de los recursos naturales para cumplir con los requerimientos previos de carácter ambiental y para cubrir las posibles incertidumbres en la estimación de los recursos. Esto supone una reserva, para las generaciones futuras, de más del 60% de toda la demanda hídrica actualmente existente en España, según los Planes Hidrológicos de cuenca.

Con esta limitación inicial, los recursos potenciales se reducirían a unos 89.000 hm^3/año, y su distribución territorial sería, lógicamente, similar a la de los recursos naturales, pues se ha supuesto que la reserva se hace por igual en todos los puntos del territorio.

Una segunda limitación que, de acuerdo con el esquema conceptual propuesto, ha de introducirse, es la correspondiente a las restricciones geopolíticas. En nuestro caso, ello afecta a las cuencas hispano-portuguesas, y supone un compromiso de aporte de ciertos



RNA: Recursos naturales
DUR: Demandas urbanas
DIN: Demandas industriales
DAG: Demandas agrarias
RAM: Requerim. Ambientales
RPT: Recursos potenciales
RDS: Desalación de agua de mar
RTV: Transferencias
DCO: Demanda consuntiva
DNC: Demanda no consuntiva
DTO: Demanda total
BAL: Balance
DEF: Déficit
SUP: Superávit
ICO: Índice de consumo
IEX: Índice de explotación
RES: Riesgo de escasez
(A): Agregado

Figura 266. Modelo cartográfico del sistema de utilización

volúmenes mínimos en la frontera. Nos referiremos a ello en epígrafes posteriores.

A los recursos potenciales resultantes hay que añadir los procedentes de la desalación de agua de mar, lo que se lleva a cabo distribuyendo los volúmenes actualmente desalados en el territorio de los sistemas de explotación que cuentan con la posibilidad de utilizarlos A nivel nacional la magnitud actual de estos recursos es muy reducida, pero pueden ayudar a resolver problemas localizados en algunos sistemas de explotación, fundamentalmente en los insulares. La localización de los volúmenes procedentes de la desalación se muestra en la figura 268.

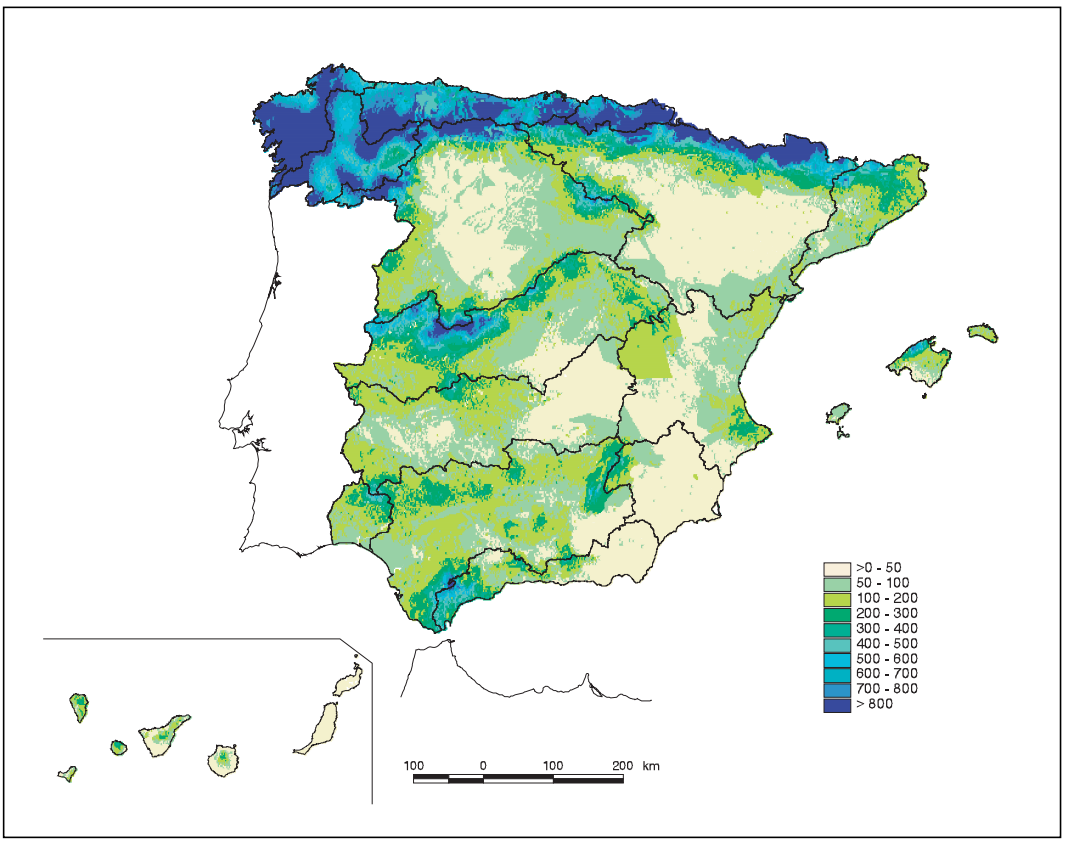


Figura 267. Mapa de recursos naturales anuales totales en mm (periodo 1940/41-1995/96)

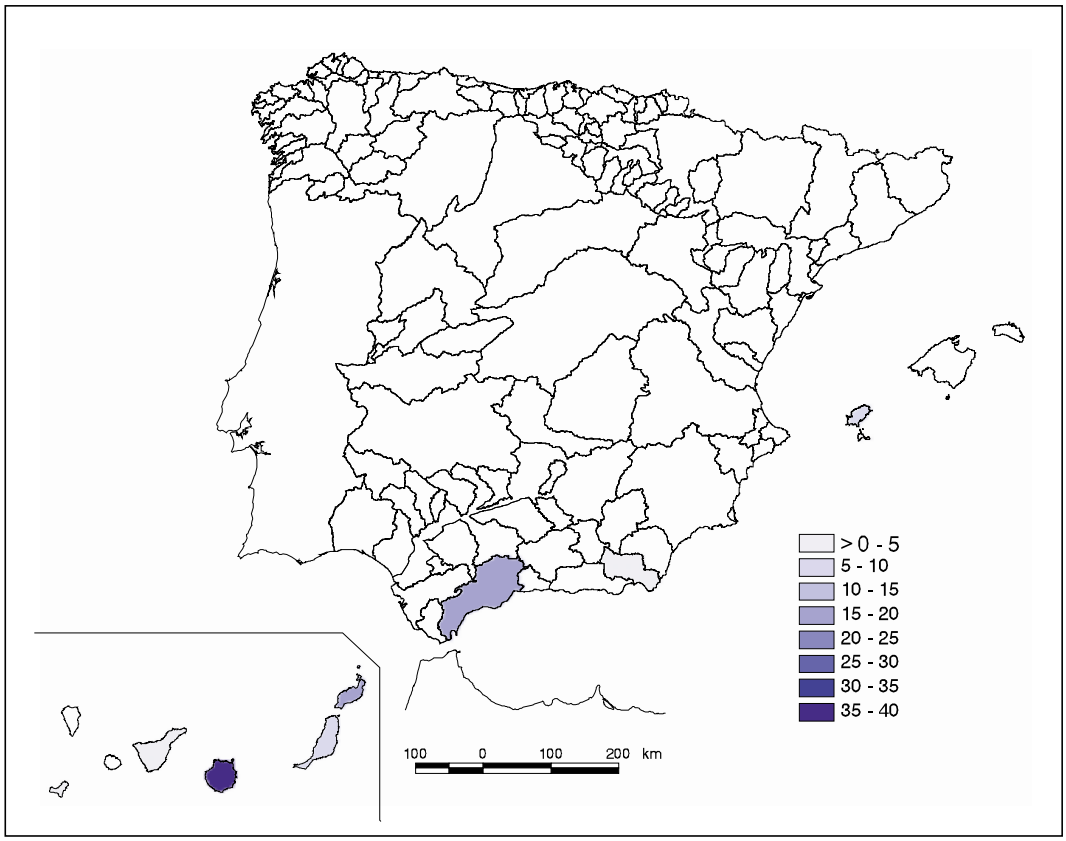


Figura 268. Mapa de recursos procedentes de la desalación de agua de mar en los sistemas de explotación (hm³/año)

También deben considerarse los trasvases existentes en la actualidad que, si bien y como es obvio, no incrementan los recursos potenciales nacionales, modifican su distribución, incrementándolos o disminuyéndolos, respectivamente, en aquellos sistemas que sean destino u origen de la correspondiente transferencia. Esta redistribución se lleva a cabo por sistemas de explotación, detrayendo los recursos correspondientes de los sistemas cedentes e incrementando los recursos de los sistemas receptores. Se han utilizado las transferencias nominales, es decir, las que podrían llevarse a cabo considerando exclusivamente las limitaciones de carácter legal o técnico, lo que constituye la cota máxima de utilización de los trasvases existentes, que, aunque en algunos casos podrá ser superior a las transferencias realmente efectuadas, representa el valor buscado de potencial de movilización de recursos por medio de transferencias.

Las transferencias que han sido consideradas se muestran en la figura 269, en la que se representan en tonos azules y con valores positivos los sistemas que reciben transferencias y en tonos rojizos y con valores negativos los sistemas desde los que se realizan dichas transferencias. Se han incluido algunos trasvases que aun no han entrado en explotación, como el del Esla al Carrión o el del Guadiaro al Guadalete.

3.5.1.4. Demandas

En este modelo se adoptan, como demandas representativas de la situación actual, las especificadas en los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca.

Para determinar las demandas consuntivas y no consuntivas, y dado el carácter global de este modelo, se adoptan, en primera instancia, las cifras convencionales de consumo y retorno en los diferentes usos, que en el caso urbano e industrial supone un consumo del 20% y un retorno del 80%, mientras que en el uso agrario supone un consumo del 80% y un retorno del 20%.

Ahora bien, partiendo de estas cifras habitualmente admitidas, es preciso considerar la singularidad de los aprovechamientos urbanos e industriales próximos a la costa. En estas zonas la posibilidad de emplear los retornos procedentes de estos usos es más reducida y suele llevarse a cabo por medio de actuaciones de reutilización planificada o directa, lo que supone un aprovechamiento mucho menor que el correspondiente a las cifras habituales de retorno. Para tener en cuenta este hecho en los balances que se realizan posteriormente se han identificado las demandas urbanas e industriales ubicadas a menos de 10 km de la costa, que resultan ser de unos 2.115 hm³/año en la península y de unos 240 hm³/año en las islas.

En el conjunto de los dos archipiélagos se reutilizan actualmente unos 45 hm³/año, lo que representa del

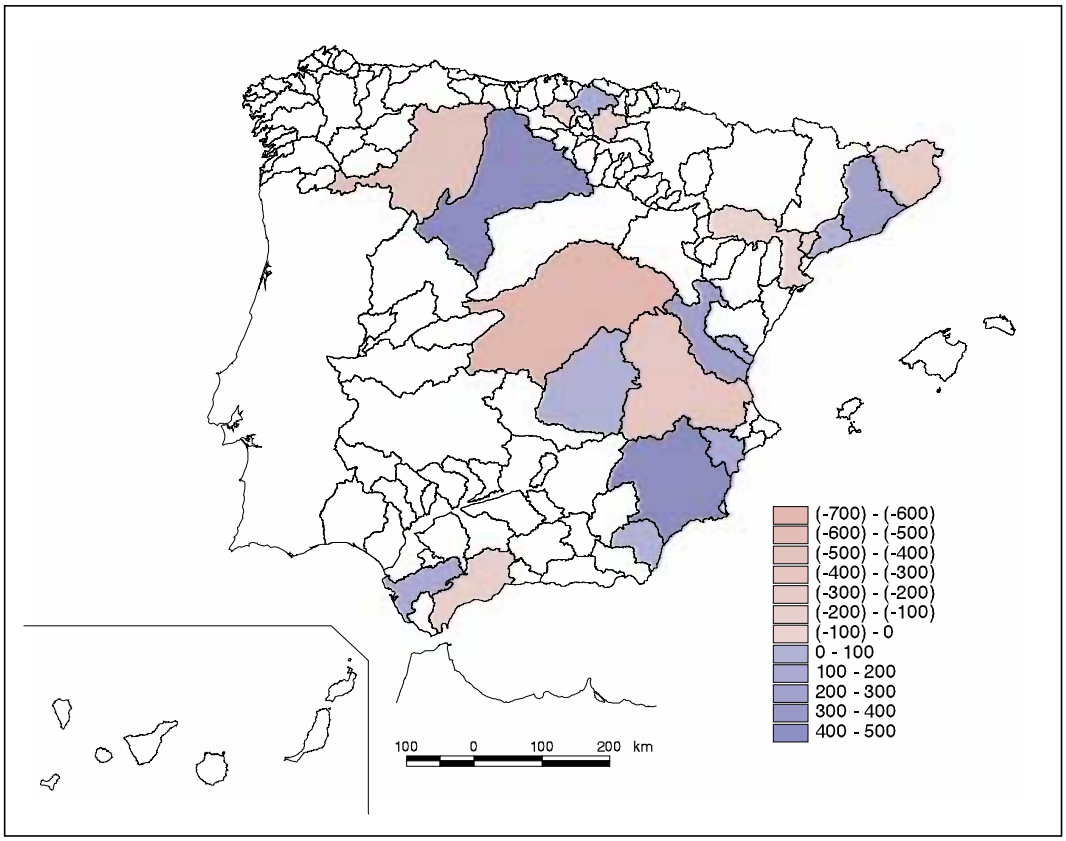


Figura 269. Mapa de transferencias nominales, actuales o en ejecución, entre sistemas de explotación (hm³/año)

orden del 20% de las demandas urbanas e industriales situadas a menos de 10 km de las costas insulares. En la península, la reutilización actual se cifra en unos 190 hm³/año, que suponen en torno a un 9% de la demanda urbana e industrial costera.

Por tanto, y para reproducir estas posibilidades de reutilización de una forma más acorde con la realidad, la fracción no consuntiva de la demanda, es decir, la que podría volver a utilizarse, se obtiene aplicando un 20% a las demandas de riego en todo el territorio, un 10% a las demandas urbanas e industriales peninsulares situadas a menos de 10 km de la costa, un 20% a las demandas urbanas e industriales de la costa insular y un 80% al resto de las demandas urbanas e industriales.

En cuanto a la demanda consuntiva que posteriormente se hace intervenir en el balance, se obtiene aplicando en las zonas correspondientes los porcentajes complementarios de los anteriores, es decir, para la demanda de riego un 80% y para la demanda urbana e industrial un 90% en la costa peninsular, un 80% en la costa insular y un 20% en el resto del territorio.

Este procedimiento, que puede resultar excesivamente prolijo y laborioso, tiene como objetivo reproducir con cierto grado de fidelidad las posibilidades de removilización de recursos en la costa, donde se sitúan importantes concentraciones urbanas que darían lugar, de forma ficticia, a grandes posibilidades de utilización de retornos si se admitieran las cifras convencionales. Ello podría desvirtuar de forma considerable los resultados, afectando de manera especial a las demandas de estas grandes concentraciones.

Aplicando los porcentajes mencionados a los mapas de demanda de cada uso se obtienen los mapas correspondientes a las fracciones consuntiva y no consuntiva de cada uno de ellos y, a partir de ellos, los mapas de demanda o detracción total, junto con los de sus fracciones consuntiva y no consuntiva.

El mapa resultante de demanda total actual, siempre de acuerdo con los datos recogidos en los Planes Hidrológicos de cuenca, se muestra en la figura 270.

Con objeto de apreciar con mayor claridad la resolución de trabajo empleada, en la figura 271 se muestran dos detalles de este mapa, correspondientes a las áreas de Madrid y Valencia. En ellas puede apreciarse la alta demanda de las aglomeraciones urbanas y la concentración de regadíos en el litoral valenciano.

3.5.1.5. Balance

Una vez elaborados los mapas de recursos potenciales y demandas se realiza su comparación para identificar las descompensaciones existentes y su localización territorial.

El balance se realiza entre los mapas de recursos potenciales y demandas consuntivas. Los primeros,

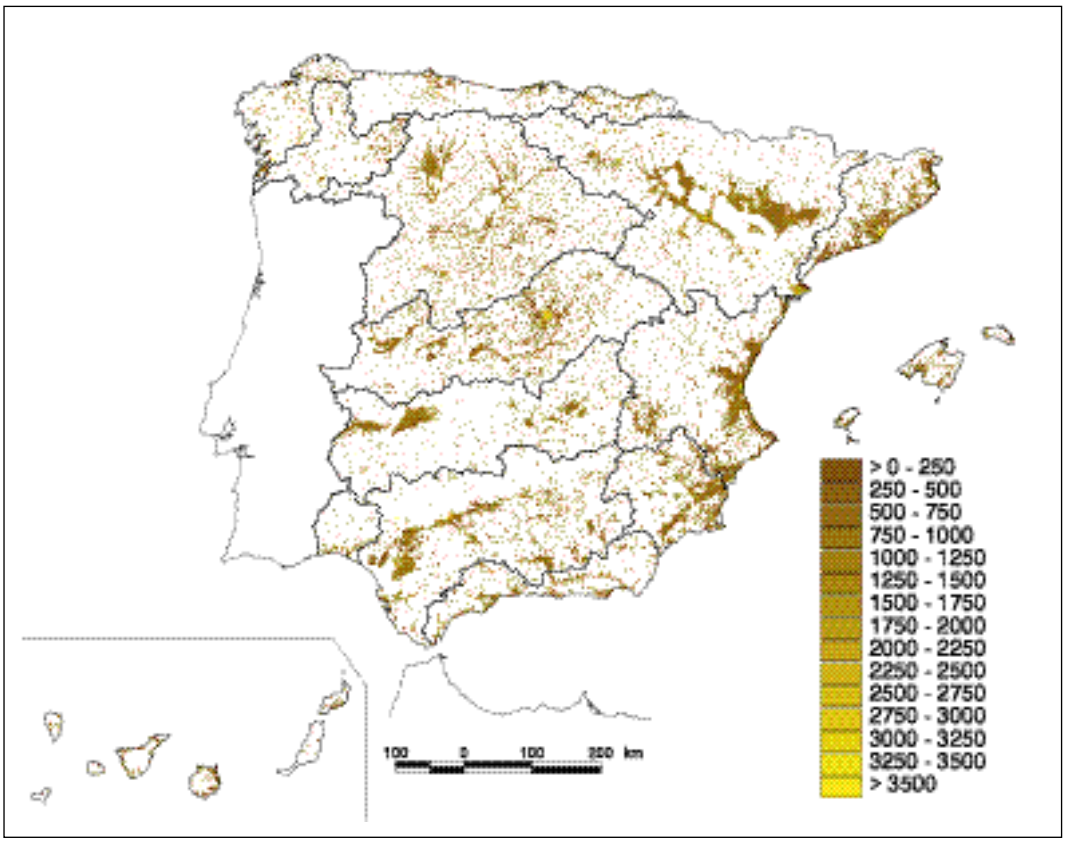


Figura 270. Mapa de demanda total actual en mm (urbana, industrial y agrícola)

según se ha indicado, están constituidos por la fracción no reservada de los recursos naturales más los recursos procedentes de la desalación de agua mar y teniendo en cuenta la redistribución originada por las transferencias existentes.

En cuanto al mapa de demanda consuntiva se ha obtenido, de acuerdo con el procedimiento descrito, aplicando para la demanda de riego un 80% y para la demanda urbana e industrial un 90% en la franja costera peninsular de 10 km, un 80% en la misma franja costera insular y un 20% en el resto del territorio, reflejando de esta forma las distintas posibilidades de reutilización directa o indirecta de los recursos.

El saldo resultante del balance da lugar a dos nuevos mapas en los que se representan las celdas del territorio que presentan déficit, es decir, aquéllas en que el recurso potencial es inferior a la demanda consuntiva, y las celdas con superávit, es decir, aquellas otras donde el recurso potencial supera las necesidades consuntivas. Ambos mapas se presentan en las figuras 272 y 273.

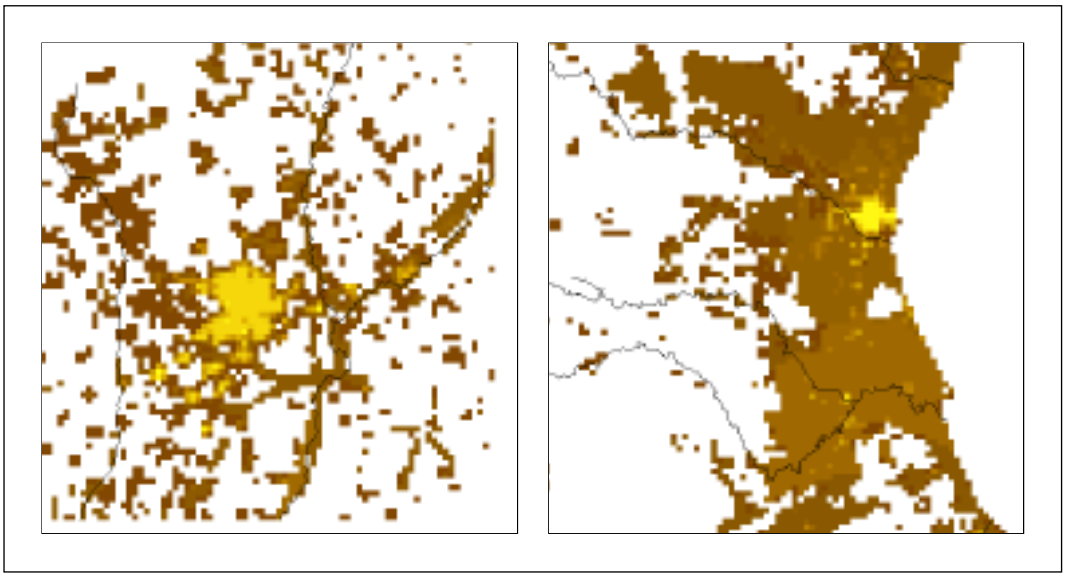


Figura 271. Detalle del mapa de demanda total actual en las áreas de Madrid y Valencia

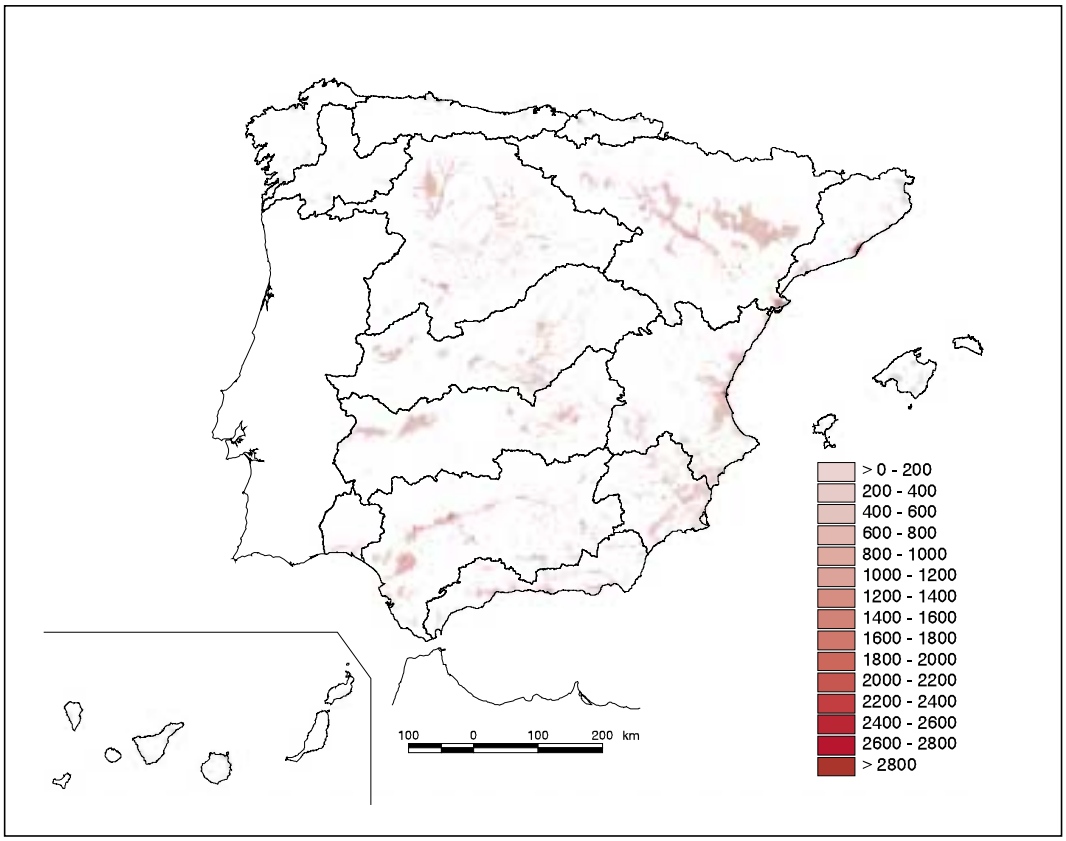


Figura 272. Mapa de distribución territorial del déficit (mm/año)

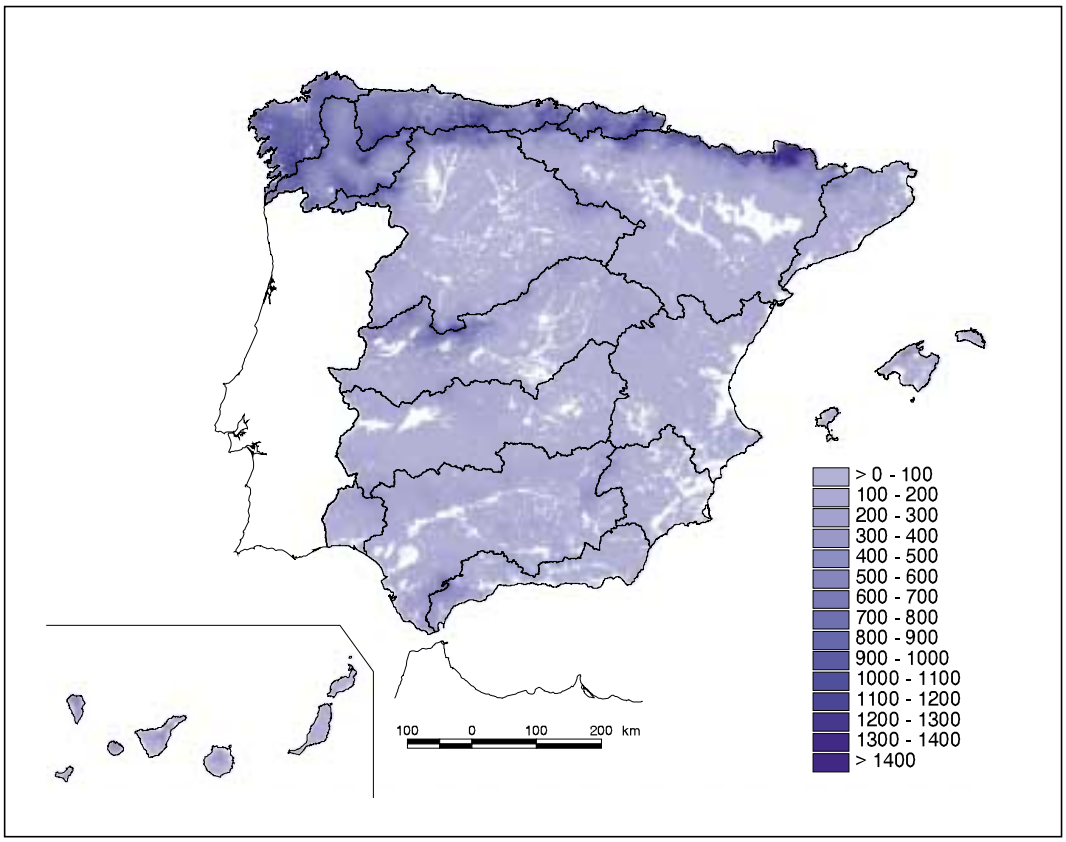


Figura 273. Mapa de distribución territorial del superávit (mm/año)

Como puede apreciarse, la distribución territorial de los déficit es prácticamente coincidente con la distribución de demandas, intensificándose en las grandes zonas de riego y en las concentraciones urbanas. El mapa de superávit, complementario del anterior, permite identificar la localización de los territorios con abundancia de agua en el norte peninsular, salvo pequeñas zonas aisladas.

Como ya se ha comentado, estos mapas tienen un valor tan solo ilustrativo, puesto que el aprovechamiento del agua no se lleva a cabo aisladamente en cada celda, sino que se produce en un nivel de agregación superior, en el marco de unidades de gestión territorialmente más amplias y con relativa autonomía de explotación. Ahora bien, partiendo de ambos mapas es posible realizar dicha agregación y comparar los recursos potenciales y las demandas consuntivas con diversos niveles de integración territorial. El primero de estos niveles se refiere a los sistemas de explotación definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca, para realizar a continuación la agregación en el ámbito de cada Plan.

3.5.1.6. Agregación territorial por sistemas de explotación

Dadas las hipótesis asumidas en este modelo cartográfico, el balance agregado por sistemas de explotación presupone la completa utilización de los recursos potenciales generados en todo el territorio del sistema, además, en su caso, de los recursos procedentes de la desalación de agua de mar y de las transferencias de otros sistemas. Esto representa una cota máxima de aprovechamiento que requeriría disponer del conjunto de infraestructuras necesarias y contar con las necesarias condiciones de calidad. En el modelo se asume, por tanto, que se cuenta con dicha dotación de infraestructuras y que no existen limitaciones por la calidad del agua, por lo que las limitaciones de suministro procederían, exclusivamente, de la insuficiencia de recursos hídricos.

Todo ello quiere decir que un sistema que resulte deficitario (definido como aquél en el que la suma de los balances de todas su celdas es negativa) será incapaz de atender la fracción consuntiva de su demanda aún en el supuesto maximalista de contar con toda la infraestructura necesaria para el completo aprovechamiento de sus recursos potenciales y cumplir éstos los necesarios requisitos de calidad.

Por el contrario, en el caso de que un sistema resulte excedentario (definido como aquél en el que la suma de los balances de todas su celdas es positiva) no debe deducirse que en él no se planteen problemas de suministro. Estos problemas pueden existir, e incluso ser graves, pero no serán debidos a insuficiencia de recursos, puesto que globalmente son superiores, en el territorio del sistema, a las necesidades consuntivas. Podrían deberse, sin embargo, a un déficit de infraestructuras de almacenamiento o transporte, o a limitaciones por la calidad del agua, o a que existan condicionantes medioambientales superiores a los estándares supuestos.

Por otra parte, el hecho de realizar el balance con los valores correspondientes a la fracción consuntiva de las demandas supone, implícitamente, que se alcanza el máximo grado posible de reutilización de los recursos. En el mismo sentido, la consideración de los trasvases nominales supone que se llevan a cabo las máximas transferencias legal y técnicamente posibles actualmente.

En suma, los resultados del modelo, dado que asumen una completa dotación de infraestructuras, el máximo grado posible de reutilización, la desalación de agua de mar y las máximas transferencias admisibles actualmente, permiten identificar, estrictamente, aquellos sistemas de explotación que son incapaces, aún en tal escenario de aprovechamiento exhaustivo, de alcanzar una razonable satisfacción de sus demandas actuales.

Con estas premisas y definiciones, los resultados obtenidos son los que se muestran en las figuras 274 y 275.

El mapa de déficit muestra que éstos se localizan fundamentalmente en el Segura, cabecera del Guadiana, Vinalopó-Alacantí y Marina Baja en el Júcar, zona oriental de la cuenca del Sur (sistemas de Sierra Filabres-Estancias, Sierra Gador-Filabres y Sierra Nevada), junto con otros sistemas de menor extensión en la margen derecha del Ebro (Huerva, Aguas Vivas, Huecha y Queiles). Ahora bien, a pesar de que todos estos sistemas son deficitarios, la magnitud de los problemas es, obviamente, muy distinta, y no es comparable el déficit de los sistemas de la margen derecha del Ebro, de mucha importancia local, con el de la cabecera del Guadiana o el del conjunto formado por los sistemas meridionales del Júcar, el Segura y los sistemas orientales del Sur, con un impacto territorial y dimensión notablemente superior.

El mapa de superávit, por su parte, permite apreciar la abrumadora mayoría que componen los sistemas que arrojan un saldo positivo en el balance, es decir, los sistemas con sobrados recursos naturales para atender sus demandas actuales, incluyendo las transferencias realizadas a otros sistemas. Como ya se ha dicho, este superávit teórico agregado no implica que tal satisfacción de demandas se esté dando correctamente en la realidad. En el mapa también puede observarse la

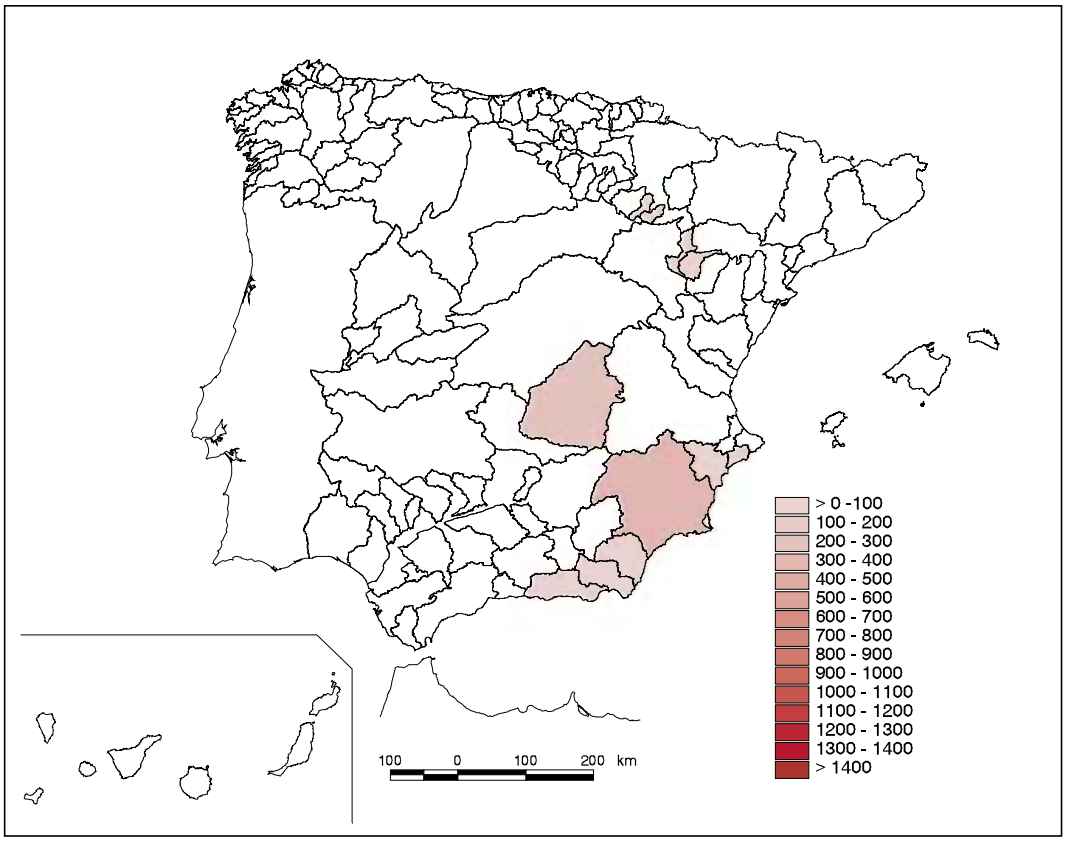


Figura 274. Mapa de déficit (hm³/año) en los sistemas de explotación

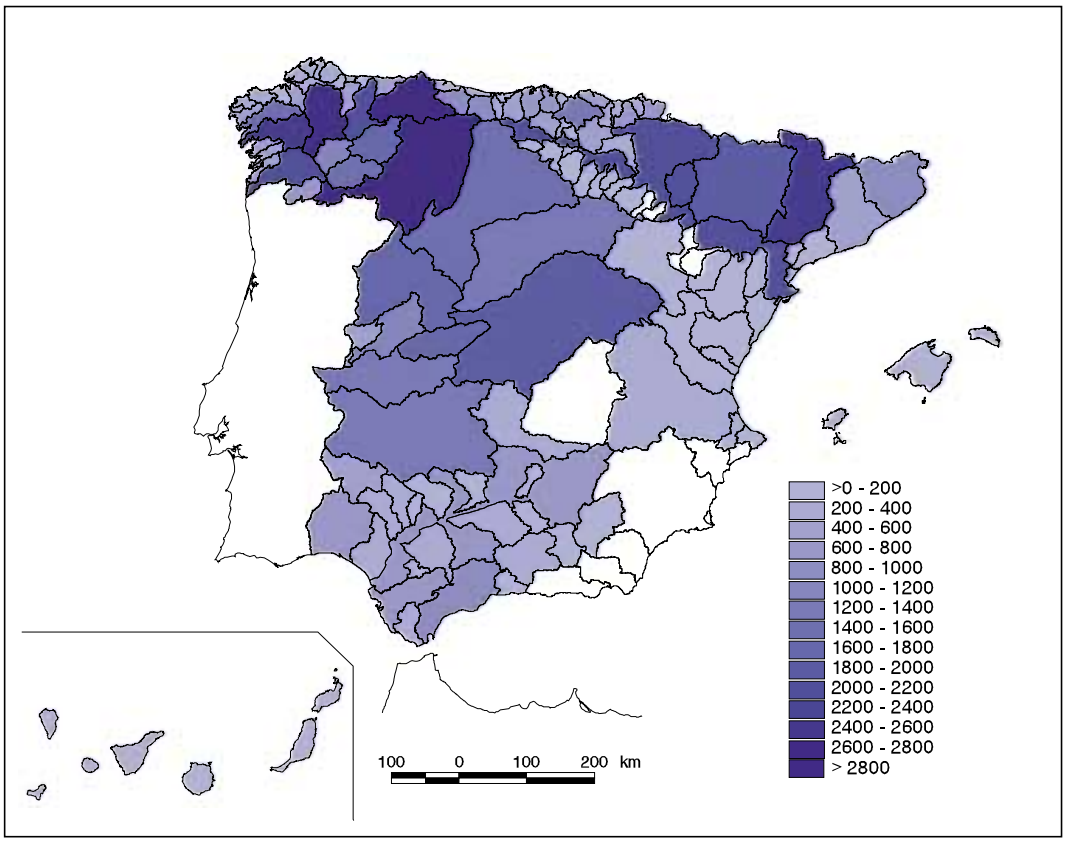


Figura 275. Mapa de superávit (hm³/año) en los sistemas de explotación

clara asimetría entre la margen izquierda y derecha del Ebro y el carácter básicamente excedentario de la mayor parte de los sistemas del Norte I y los sistemas occidentales del Norte II (Navia y Nalón), junto con el sistema Esla-Valderaduey en el Duero y el macrosistema de la cabecera del Tajo.

Ahora bien, estos mapas pueden dar lugar a interpretaciones erróneas, pues al tratarse de cifras absolutas están condicionadas por el tamaño de los sistemas, que varía mucho de unos casos a otros. Para evitarlo se han elaborado los índices de explotación y consumo, que relacionan las demandas totales y las consuntivas, respectivamente, con los recursos potenciales. El segundo de ellos da lugar al mapa de riesgo de escasez que se muestra a continuación (fig. 276)

En la figura puede apreciarse que los sistemas deficitarios padecen una escasez de tipo estructural, es decir, el recurso potencial, incluyendo reutilización, desalación y transferencias, es sistemáticamente inferior al nivel de consumo que se pretende alcanzar. Pero existe, además, un conjunto de sistemas que, aun presentando superávit, corren el riesgo de sufrir una escasez de carácter coyuntural, debido a que sus niveles de consumo se hallan relativamente próximos al recurso potencial. En tales condiciones, secuencias hidrológicas adversas podrían dar lugar a problemas de suministro por insuficiencia de recursos. Estas situaciones de escasez coyuntural se presentan en Hoya de Guadix, Jaén y sistema de regulación general del Guadalquivir, Sierra Tejeda-Almijara en el Sur, la práctica totalidad del Júcar, si se exceptúa la Marina Alta y los sistemas con escasez estructural (Vinalopó-Alacantí y Marina Baja), Alhama, Jalón, Martín, Guadalope y Matarraña en la margen derecha del Ebro, sistemas Centro y Sur de Cataluña y en las islas de Ibiza, Tenerife y Gran Canaria.

Como puede apreciarse, una parte importante de los sistemas de explotación de la mitad suroriental de la península, junto con algunos sistemas de la margen derecha del Ebro, parte de Cataluña y algunas islas, estarían sometidos, aun en el hipotético caso de máximo aprovechamiento de los recursos potenciales, incluyendo desalación y transferencias, y máximo grado de reutilización, a una escasez de recursos de carácter estructural o coyuntural.

Debe señalarse, no obstante, la diferente gravedad de las situaciones de escasez coyuntural y estructural. En las primeras, los problemas de insuficiencia de recursos tienen un carácter temporal, y están generalmente asociados a rachas hidrológicas adversas, de tal modo que en condiciones de normalidad hidrológica no se presentarían problemas graves. De hecho, debe recordarse que estos sistemas, aun estando sometidos coyunturalmente a un riesgo de escasez, presentan, en términos medios, un superávit de mayor o menor cuantía. En las situaciones de escasez estructural, por

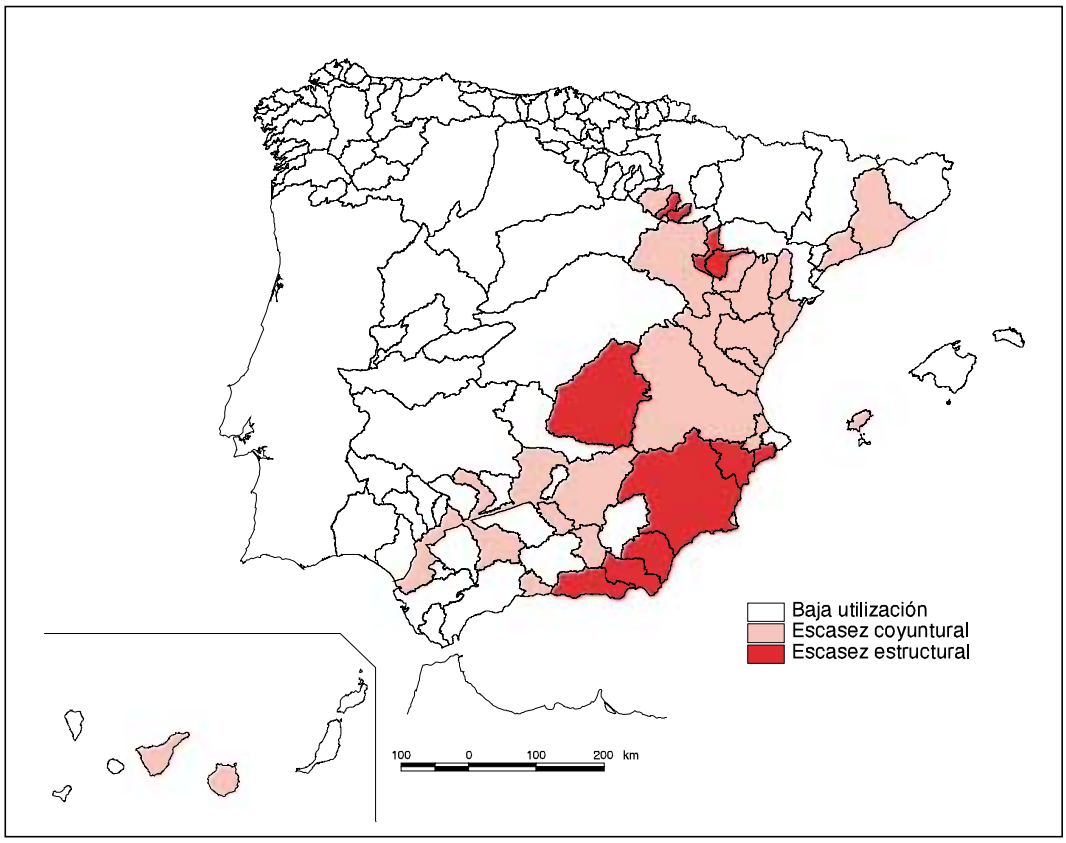


Figura 276. Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación

el contrario, los sistemas son permanentemente incapaces de atender sus consumos, y la insuficiencia de recursos, incluso en el supuesto de aprovechamiento exhaustivo, constituye un problema crónico.

En estas circunstancias, y considerando que el balance se realiza con la fracción consuntiva de la demanda total, si se pretende alcanzar la razonable satisfacción de las demandas actuales, la solución para corregir tales descompensaciones solo puede proceder del incremento de la aportación de recursos externos, procedentes del mar mediante desalación, o de otros sistemas no sometidos a dicho riesgo y con bajo nivel de utilización de su potencial de recursos.

3.5.1.7. Agregación territorial por ámbitos de planificación

Con el mismo planteamiento anterior se ha llevado a cabo un segundo nivel de integración en el ámbito territorial de cada Plan Hidrológico. El resultado es la localización de Planes con déficit o superávit y la identificación de los que están sometidos a algún tipo de riesgo de escasez.

Los mapas obtenidos se muestran en las figuras 277 y 278.

Los mapas revelan con claridad que el único Plan incapaz de atender sus propios niveles de consumo, en el supuesto de máximo aprovechamiento del recurso potencial (incluyendo transferencias y desalación) y máximo grado de reutilización, es el Segura. En el resto de los Planes, aunque pueden presentarse problemas de escasez en alguno de sus sistemas, se podrían, en tal supuesto, resolver dichos problemas con los recursos potenciales generados en su ámbito territorial. Ello no quiere decir que la solución a las descompensaciones existentes deba siempre buscarse en el propio ámbito de cada Plan, puesto que pueden existir soluciones más adecuadas basadas en el empleo de recursos procedentes de sistemas de otros ámbitos, que se hallen más próximos o en los que el nivel de utilización de su potencial sea menor.

A este nivel de agregación, el análisis mediante los índices de explotación y consumo conduce al mapa de riesgo de escasez que se muestra en la figura 279. En él puede apreciarse la escasez estructural en el ámbito del Plan del Segura y un riesgo de escasez coyuntural en los del Júcar y el Sur, cuyos niveles de consumo agregados se hallan relativamente próximos al valor de los recursos potenciales. En el resto de los Planes no existen problemas de escasez de carácter global, aunque, como ya se ha comentado, se presenten problemas localizados en determinados sistemas de explotación.

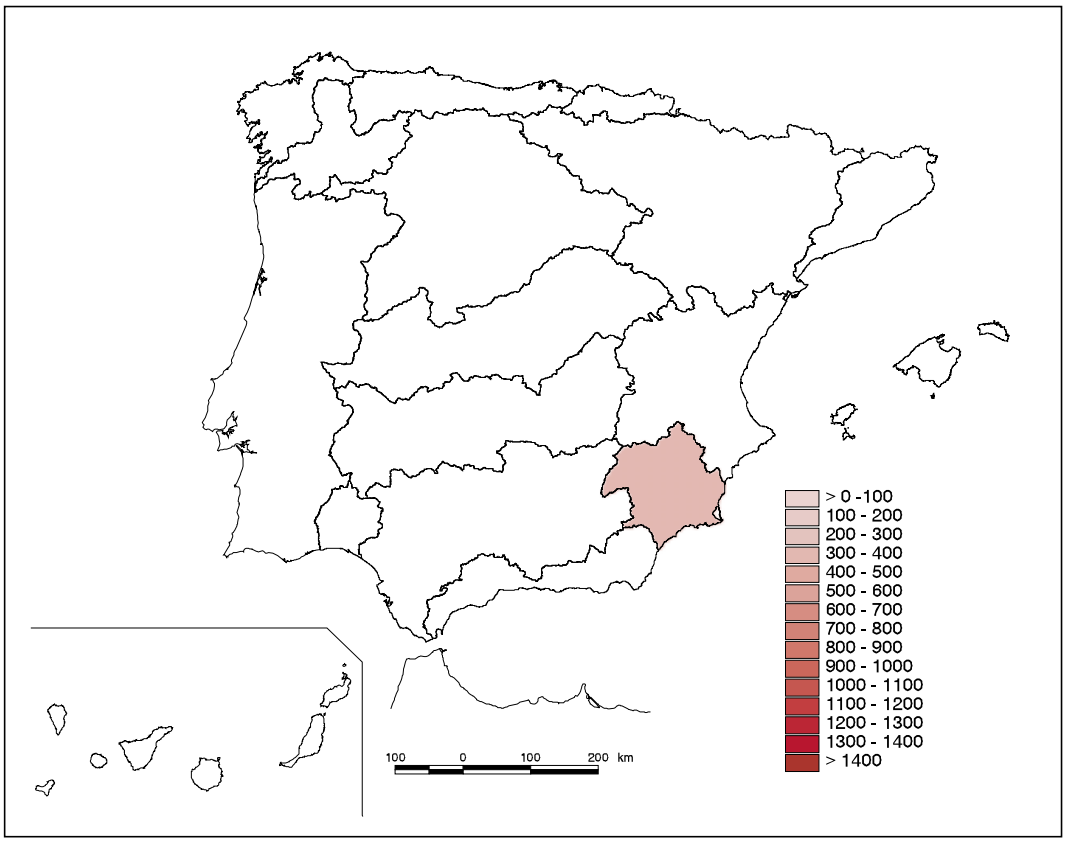


Figura 277. Mapa de déficit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

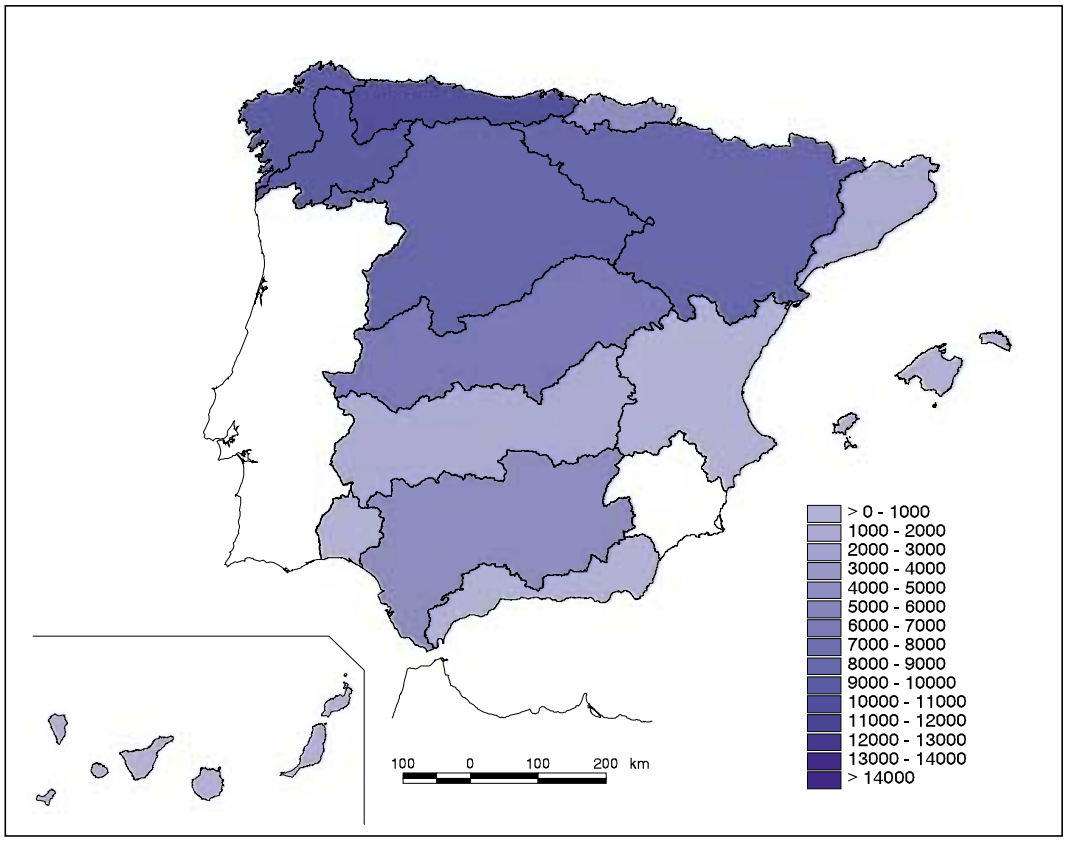


Figura 278. Mapa de superávit (hm^3/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

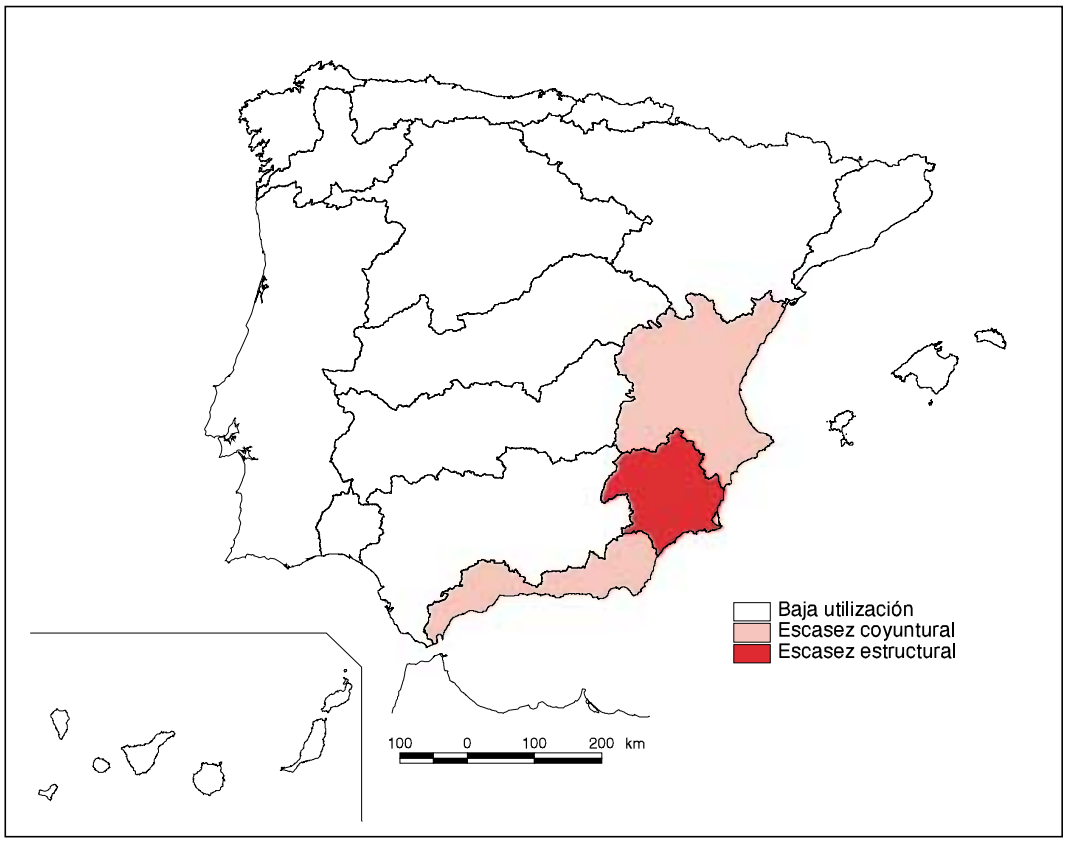


Figura 279. Mapa de riesgo de escasez en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

3.5.2. Modelación analítica del sistema de utilización

3.5.2.1. Introducción

El modelo cartográfico precedente es útil para verificar, en un análisis preliminar, la discordancia clásica en el ámbito de la planificación y gestión de recursos hídricos entre la localización del recurso y la localización de los usos, así como la discordancia en valores medios entre la oferta natural del recurso y la demanda. Este es el significado estricto cuando el análisis se efectúa a escala de la celda elemental considerada.

Cuando el análisis se efectúa en el ámbito de un sistema de explotación con las hipótesis realizadas en el apartado anterior, el resultado es una cota máxima del aprovechamiento del recurso, y su utilidad consiste en identificar de forma homogénea, rápida y transparente aquellas unidades que inequívocamente se encuentran en situación de escasez, y aquellas unidades que pudieran encontrarse en relación muy favorable entre la oferta y la demanda. El mismo significado tiene el resultado cuando el análisis se efectúa a escala de ámbitos territoriales de planificación.

Se trata, por tanto, de un primer encaje de las grandes cifras resultantes de la confrontación entre recursos y demandas, que constituye un paso previo necesario para enmarcar análisis posteriores de mayor detalle. En definitiva, el modelo cartográfico descrito permite disponer de un procedimiento para llevar a cabo, de manera clara y sencilla, pero homogénea y rigurosa, una contabilidad territorial simplificada del balance entre recursos y demandas, e identificar inicialmente las áreas donde debe centrarse la atención.

Sin embargo, si se pretende disponer de una evaluación más realista de la situación en estas áreas, y de las posibilidades de actuación en el ámbito nacional, es preciso efectuar el análisis teniendo en cuenta la variabilidad temporal de los recursos e introduciendo dos aspectos fundamentales para su explotación: los elementos de regulación y transporte (tanto artificiales -conducciones y embalses-, como naturales -ríos y acuíferos-), y la gestión de los sistemas.

Es absolutamente necesario tener en cuenta la variabilidad temporal de los recursos, puesto que, como se ha mencionado antes, el uso de valores medios anuales solo permite encontrar cotas superiores de aprovechamiento del recurso en la hipótesis de que fuera posible eliminar totalmente dicha variabilidad, lo cual no es factible en la mayor parte de los casos. Para introducir dicha variabilidad se hace necesario extender el análisis a periodos de tiempo de longitud igual a la vida útil de los sistemas (o al menos de un orden de magnitud comparable), y contemplar como unidad elemental de tiempo una fracción del ciclo anual que suponga un equilibrio entre la adecuada representación de la variabilidad y la complejidad de cálculo (normalmente se adopta el mes como unidad de tiempo).

Los elementos de regulación artificial y natural (embalses y acuíferos) son necesarios en el análisis, pues precisamente de ellos va a depender la capacidad del sistema de compensar el desequilibrio temporal entre la oferta y la demanda.

Finalmente, la gestión de los sistemas es un aspecto importantísimo, más importante cuanto mayor sea el grado alcanzado de desarrollo del recurso y más ajustada esté la relación entre los valores medios de la oferta y la demanda. La transcendencia de la gestión es tal que una gestión eficiente puede suponer un ahorro importante de inversión en infraestructura, tanto de regulación como de transporte, mientras que una gestión ineficiente puede llegar incluso a anular los beneficios esperados de dichas infraestructuras. En este sentido, es vital realizar una gestión eficiente, no solo a escala elemental (por ejemplo, de un embalse, o de un acuífero), sino también a escala global dentro de los sistemas de explotación y de los ámbitos territoriales de planificación, y de forma integrada entre los recursos de distinto origen. En este último aspecto, es esencial considerar, donde sea posible y pertinente, la utilización conjunta de recursos superficiales y subterráneos, pues con ella se obtiene un mejor aprovechamiento del recurso con menores infraestructuras y mayores garantías.

Para realizar de forma adecuada el análisis con la introducción de estos aspectos fundamentales antes mencionados, y dada la complejidad y grado de desarrollo de los esquemas de aprovechamiento en la mayor parte de las cuencas españolas, es imprescindible recurrir al análisis de sistemas y utilizar herramientas que permitan la simulación y la optimización de la gestión del recurso ante distintas alternativas de infraestructura y de gestión, y ante distintos escenarios futuros.

El empleo de estas tecnologías debe hacerse a distintas escalas. Por una parte, debe utilizarse en cada ámbito de planificación para el análisis de sus diversos sistemas de explotación, así como para el análisis global del ámbito completo, tal y como recomienda la Orden Ministerial de 1992. Por otra parte, debe utilizarse en el ámbito nacional si se contemplan posibilidades de interacción entre Planes. Como es obvio, en cada una de las escalas mencionadas se debe utilizar un grado de detalle diferente y, por lo tanto, un esquema conceptual diferente.

Las primeras escalas corresponden, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Aguas, a los trabajos propios de los contenidos obligatorios de los Planes

3.5.2. Modelación analítica del sistema de utilización

3.5.2.1. Introducción

El modelo cartográfico precedente es útil para verificar, en un análisis preliminar, la discordancia clásica en el ámbito de la planificación y gestión de recursos hídricos entre la localización del recurso y la localización de los usos, así como la discordancia en valores medios entre la oferta natural del recurso y la demanda. Este es el significado estricto cuando el análisis se efectúa a escala de la celda elemental considerada.

Cuando el análisis se efectúa en el ámbito de un sistema de explotación con las hipótesis realizadas en el apartado anterior, el resultado es una cota máxima del aprovechamiento del recurso, y su utilidad consiste en identificar de forma homogénea, rápida y transparente aquellas unidades que inequívocamente se encuentran en situación de escasez, y aquellas unidades que pudieran encontrarse en relación muy favorable entre la oferta y la demanda. El mismo significado tiene el resultado cuando el análisis se efectúa a escala de ámbitos territoriales de planificación.

Se trata, por tanto, de un primer encaje de las grandes cifras resultantes de la confrontación entre recursos y demandas, que constituye un paso previo necesario para enmarcar análisis posteriores de mayor detalle. En definitiva, el modelo cartográfico descrito permite disponer de un procedimiento para llevar a cabo, de manera clara y sencilla, pero homogénea y rigurosa, una contabilidad territorial simplificada del balance entre recursos y demandas, e identificar inicialmente las áreas donde debe centrarse la atención.

Sin embargo, si se pretende disponer de una evaluación más realista de la situación en estas áreas, y de las posibilidades de actuación en el ámbito nacional, es preciso efectuar el análisis teniendo en cuenta la variabilidad temporal de los recursos e introduciendo dos aspectos fundamentales para su explotación: los elementos de regulación y transporte (tanto artificiales -conducciones y embalses-, como naturales -ríos y acuíferos-), y la gestión de los sistemas.

Es absolutamente necesario tener en cuenta la variabilidad temporal de los recursos, puesto que, como se ha mencionado antes, el uso de valores medios anuales solo permite encontrar cotas superiores de aprovechamiento del recurso en la hipótesis de que fuera posible eliminar totalmente dicha variabilidad, lo cual no es factible en la mayor parte de los casos. Para introducir dicha variabilidad se hace necesario extender el análisis a periodos de tiempo de longitud igual a la vida útil de los sistemas (o al menos de un orden de magnitud comparable), y contemplar como unidad elemental de tiempo una fracción del ciclo anual que suponga un equilibrio entre la adecuada representación de la variabilidad y la complejidad de cálculo (normalmente se adopta el mes como unidad de tiempo).

Los elementos de regulación artificial y natural (embalses y acuíferos) son necesarios en el análisis, pues precisamente de ellos va a depender la capacidad del sistema de compensar el desequilibrio temporal entre la oferta y la demanda.

Finalmente, la gestión de los sistemas es un aspecto importantísimo, más importante cuanto mayor sea el grado alcanzado de desarrollo del recurso y más ajustada esté la relación entre los valores medios de la oferta y la demanda. La transcendencia de la gestión es tal que una gestión eficiente puede suponer un ahorro importante de inversión en infraestructura, tanto de regulación como de transporte, mientras que una gestión ineficiente puede llegar incluso a anular los beneficios esperados de dichas infraestructuras. En este sentido, es vital realizar una gestión eficiente, no solo a escala elemental (por ejemplo, de un embalse, o de un acuífero), sino también a escala global dentro de los sistemas de explotación y de los ámbitos territoriales de planificación, y de forma integrada entre los recursos de distinto origen. En este último aspecto, es esencial considerar, donde sea posible y pertinente, la utilización conjunta de recursos superficiales y subterráneos, pues con ella se obtiene un mejor aprovechamiento del recurso con menores infraestructuras y mayores garantías.

Para realizar de forma adecuada el análisis con la introducción de estos aspectos fundamentales antes mencionados, y dada la complejidad y grado de desarrollo de los esquemas de aprovechamiento en la mayor parte de las cuencas españolas, es imprescindible recurrir al análisis de sistemas y utilizar herramientas que permitan la simulación y la optimización de la gestión del recurso ante distintas alternativas de infraestructura y de gestión, y ante distintos escenarios futuros.

El empleo de estas tecnologías debe hacerse a distintas escalas. Por una parte, debe utilizarse en cada ámbito de planificación para el análisis de sus diversos sistemas de explotación, así como para el análisis global del ámbito completo, tal y como recomienda la Orden Ministerial de 1992. Por otra parte, debe utilizarse en el ámbito nacional si se contemplan posibilidades de interacción entre Planes. Como es obvio, en cada una de las escalas mencionadas se debe utilizar un grado de detalle diferente y, por lo tanto, un esquema conceptual diferente.

Las primeras escalas corresponden, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Aguas, a los trabajos propios de los contenidos obligatorios de los Planes

Hidrológicos de cuenca, mientras que la última escala corresponde, de acuerdo con el artículo 43, a los trabajos necesarios para cumplir con el contenido obligatorio del Plan Hidrológico Nacional. Estos últimos trabajos deberían basarse en los primeros, siempre que éstos respondieran a unos criterios que permitieran considerarlos suficientemente homogéneos.

Para evaluar los sistemas de utilización del agua, los distintos Planes Hidrológicos de cuenca han definido un conjunto de sistemas de explotación, al que se ha hecho referencia en capítulos previos, a partir de los cuales han realizado los correspondientes balances entre recursos y demandas. El resultado de estos balances arroja un déficit en la situación actual de unos 3.500 hm^3 anuales, concentrados, fundamentalmente y en términos volumétricos, en los ámbitos de los Planes del Guadalquivir, Guadiana I, Segura, Sur y Júcar, como puede apreciarse en la figura 280.

Pero hay que precisar que esta cifra resulta de la agregación de estimaciones muy diferentes y, por lo tanto, es matizable. El análisis de los Planes de cuenca revela que han sido empleados distintos procedimientos y metodologías de análisis, con diferentes interpretaciones de algunos conceptos y niveles de precisión heterogéneos. Las demandas no han sido tratadas con suficiente homogeneidad y los criterios de garantía empleados según los diversos usos, cuando se especifican, llegan a diferir notablemente. A todo ello hay que añadir que, en general, no se han seguido las recomendaciones de la Orden Ministerial de 1992 en cuanto a la elaboración de un sistema único de la totalidad de cada cuenca para efectuar el análisis global de su explotación.

Para salvar todas estas dificultades, que pueden distorsionar, al menos en cierta medida, los análisis de tipo comparativo, y poder realizar los balances con la homogeneidad que requiere un Plan Nacional, en los trabajos de preparación del Libro Blanco se decidió acometer la construcción de un sistema unificado de explotación de recursos hídricos que comprendiera el territorio de los ámbitos de los Planes Hidrológicos peninsulares y que permitiera efectuar un análisis de carácter global. El sistema se ha construido sobre la base de un conjunto de herramientas de ayuda a la decisión para la gestión de recursos hidráulicos que permiten analizar su comportamiento en distintos escenarios y posibilitan la evaluación de las disponibilidades de recursos, el grado de satisfacción de las demandas y los balances hídricos resultantes (Andreu et al., 1995).

Como instrumento inicial se ha optado por elaborar, dentro de las herramientas disponibles, un modelo de optimización que sirve para realizar un primer encaje de las grandes alternativas de actuación y una selección inicial de escenarios de acuerdo con el marco previo establecido mediante el modelo cartográfico anterior. Si del estudio de las alternativas planteadas en la elaboración del Plan Hidrológico Nacional así se mostrara

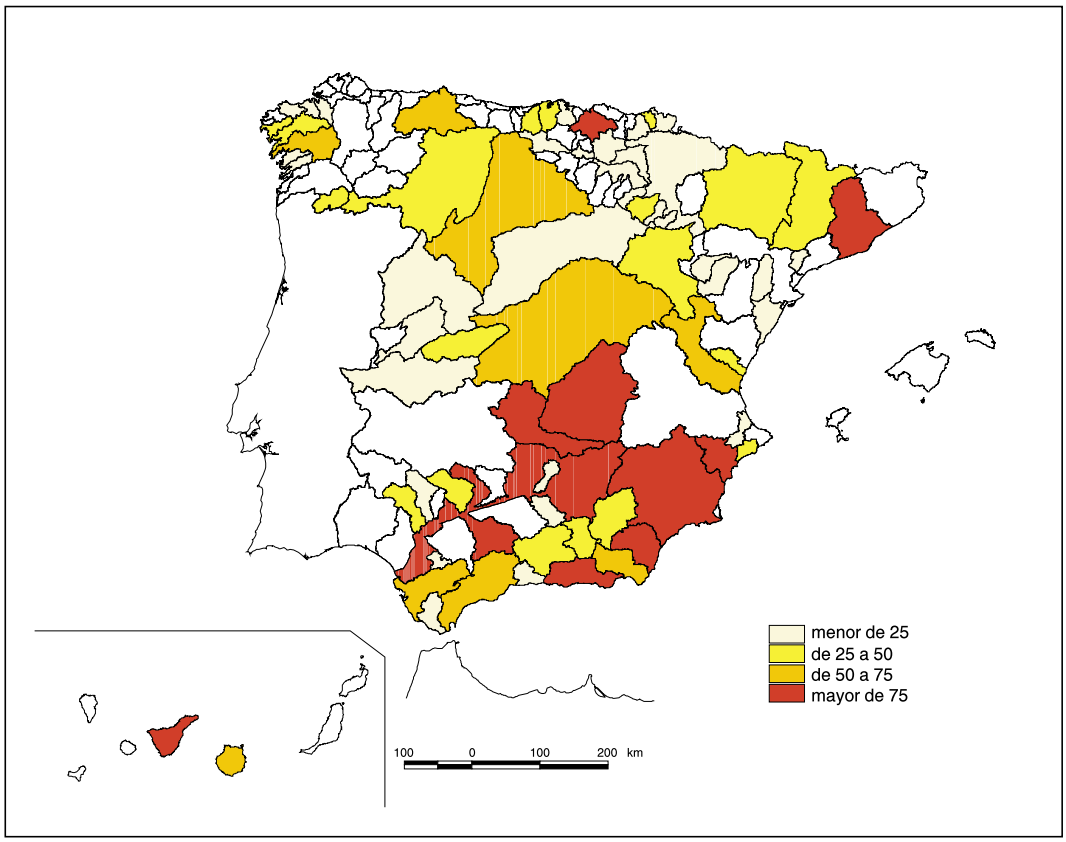


Figura 280. Mapa de déficit (hm^3/año) en los sistemas de explotación definidos en los Planes de cuenca

necesario, de este modelo de optimización unificado se pueden extraer subsistemas para su análisis por separado, o bien elaborar esquemas jerárquicos simplificados encaminados a resaltar un aspecto importante del Plan.

El modelo ha sido empleado en la evaluación de los recursos actualmente disponibles, tal y como ha sido descrito en el correspondiente capítulo. Ha permitido, por otra parte, disponer de un soporte unificado, ordenado e inteligible de la información más relevante del actual sistema de utilización del agua en la península, dando así cumplimiento a uno de los objetivos previstos al elaborar este Libro.

El modelo permite, además, analizar, con criterios homogéneos, la actual situación en las diferentes cuencas con la última información hidrológica disponible, comprobando el grado de satisfacción de las demandas existentes y futuras, de acuerdo con las previsiones sobre su evolución, y evaluar el efecto de las políticas de protección medioambiental y de los distintos escenarios de crecimiento socioeconómico o de desarrollo de los sectores agrario, energético e industrial. Asimismo, se puede valorar la idoneidad de las diferentes posibilidades de actuación en cuanto a gestión de las demandas o incremento de la oferta de recursos hídricos.

A partir de este modelo de optimización, y si se considerara necesario en el desarrollo de los trabajos del Plan Hidrológico Nacional, es posible elaborar un modelo de simulación para validar y refinar las alternativas estudiadas previamente con el actual modelo de optimización, permitiendo, además, incorporar aspectos más detallados que puedan ser relevantes. Dicho modelo de simulación permitiría, por ejemplo, un análisis más completo de los aspectos relacionados con la incertidumbre y el riesgo.

3.5.2.2. Esquema general

El esquema de optimización diseñado, referido a la situación actual, está constituido por las infraestructuras principales (presas, azudes y conducciones), las demandas existentes con sus puntos de retorno, los tramos fluviales, las aportaciones hidraúlicas y los nudos de confluencia de ríos o de incorporación de aportaciones.

Las aguas subterráneas y su explotación se tienen en cuenta de forma implícita en este modelo mediante su influencia en las aportaciones consideradas, ya sean detracciones por efecto de la extracción, como sería el caso del río Júcar respecto al acuífero de la Mancha Oriental, o incrementos por efecto de las recargas (por ejemplo, por retornos de riego); mediante la inclusión de los déficit de sobreexplotación como demandas ficticias, como en algunas unidades de la cuenca del Segura; o mediante la modificación de los criterios de garantía aceptables. En el modelo de simulación que, en su caso, se desarrolle a partir de este modelo de

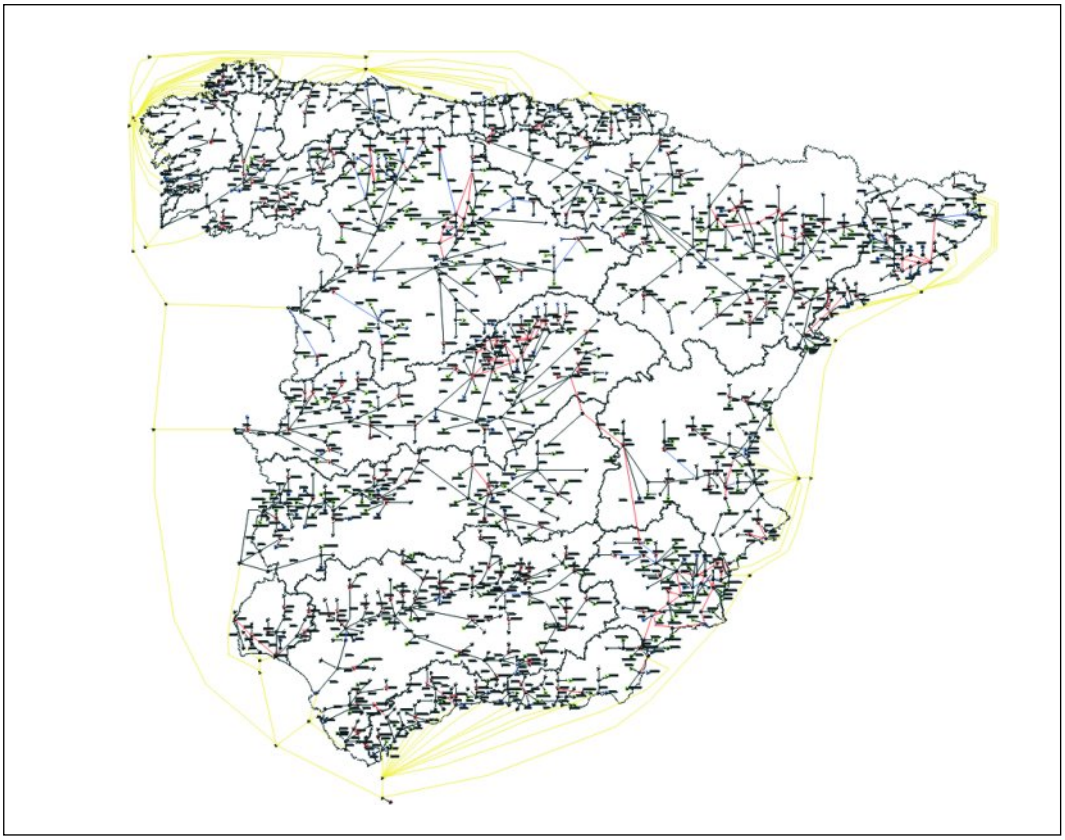


Figura 281. Esquema del sistema unificado de explotación de recursos hídricos

optimización, y en función de las alternativas contempladas en la elaboración del Plan Nacional, se podrían incluir de forma explícita, mediante los correspondientes modelos de acuíferos, aquéllos que se consideren relevantes a dichos efectos.

El aspecto general del esquema, de gran detalle y complejidad, se puede observar en la figura 281.

Las siguientes figuras muestran, como ejemplo, las ampliaciones correspondientes a los esquemas de las cuencas del Júcar y del Segura, tal y como resultan extraídos de este sistema unificado. (fig. 282 y fig. 283)

El esquema incluye diferentes tipos de demanda (abastecimiento, regadío, industrial, recreativa y mixta), caracterizadas por el volumen anual y la distribución temporal de los suministros necesarios, el nivel de garantía exigido y el retorno.

Los embalses, o grupos de embalses, seleccionados en el esquema representan del orden del 95% de la capa-

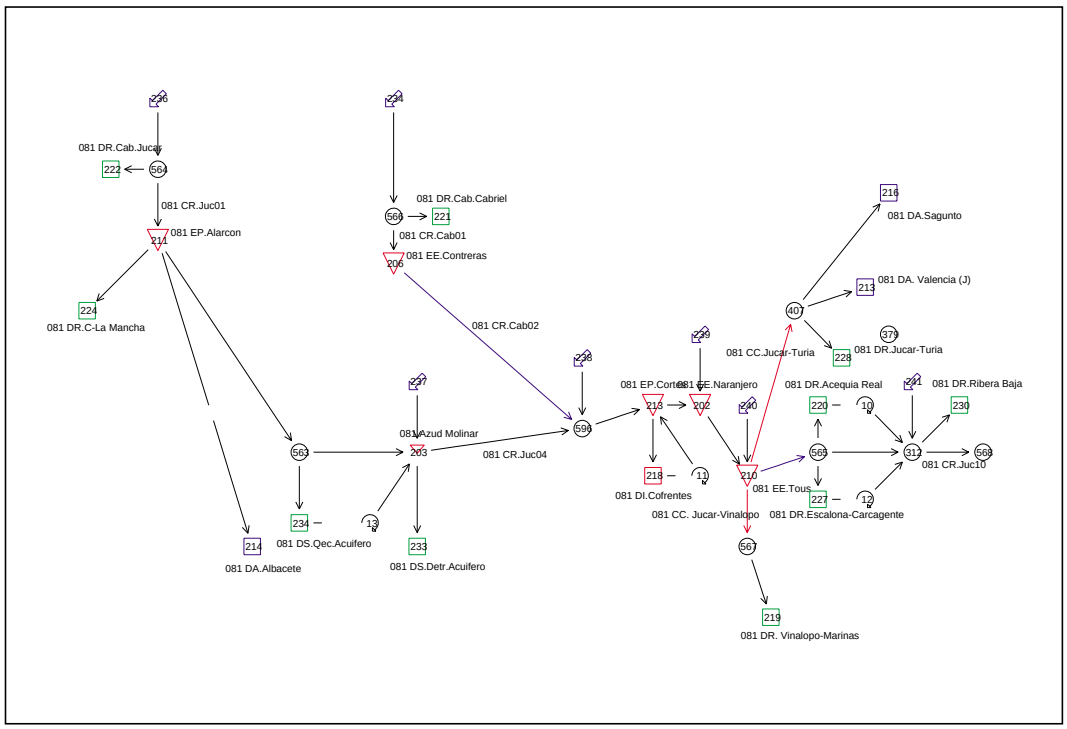


Figura 282. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del río Júcar

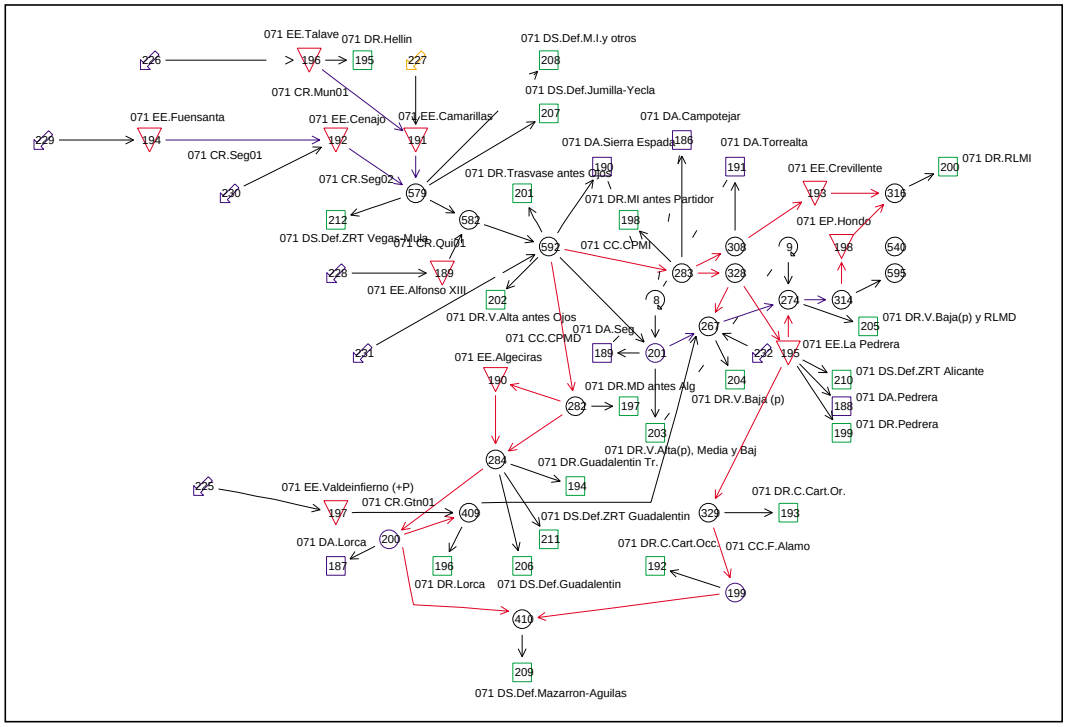


Figura 283. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del Segura

cidad total de embalse en España. Se caracterizan por sus volúmenes máximos, variables mensualmente para tener en cuenta las posibilidades de laminación de avenidas, sus capacidades de almacenamiento y superficies inundadas para distintas cotas de agua embalsada, y las evaporaciones en el área de cada embalse, obtenidas con el modelo de evaluación de recursos naturales anteriormente descrito. A efectos de posibles análisis posteriores se han distinguido los embalses del Estado de los pertenecientes a particulares, Ayuntamientos o Comunidades.

La red fluvial está constituida por los ríos más importantes (aquéllos cuya aportación media anual en régimen natural es superior a 50 hm^3/año). Las aportaciones naturales se incluyen como series mensuales que se incorporan al esquema en unos 350 puntos, correspondientes a embalses o a nudos de la red fluvial.

Los requerimientos ambientales se introducen de dos formas: como unidades específicas, que representan las necesidades hídricas de las zonas húmedas, o como caudales mínimos que deben circular por los diferentes tramos fluviales y que pueden variar mensualmente.

3.5.2.3. Unidades de demanda

El esquema incluye demandas de abastecimiento, regadío, industriales, refrigeración, recreativas (fundamentalmente campos de golf) y mixtas, correspondientes al caso en que varios usos, generalmente abastecimiento y regadíos, compartan una misma infraestructura de transporte. Las demandas se caracterizan, de acuerdo con el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, por el volumen anual, la distribución temporal de los suministros necesarios, el nivel de garantía exigido, el orden de prioridad y la cuantía y punto de restitución del retorno.

3.5.2.3.1. Demandas urbanas

Para la inclusión de estas demandas en el esquema se ha comenzado por la localización de poblaciones de más de 50.000 habitantes, agregando aquéllas que disponen del mismo origen del suministro. Un mapa con la representación de estas poblaciones se ofreció anteriormente, al tratar, en el marco socioeconómico, de la población española y su distribución espacial.

Para la incorporación de las demandas correspondientes al resto de poblaciones se ha utilizado la información contenida en los Planes Hidrológicos de cuenca y se ha procedido a su agregación considerando como unidades de demanda urbana aquéllas donde se puede computar y asignar a un punto determinado un consumo anual igual o superior a 4 hm3. Se han considerado los siguientes casos:

- Un núcleo con un solo punto de captación que supere o iguale esta cantidad.
- Un núcleo con una demanda de este orden con varios puntos de captación distintos.
- Un punto de captación concreto del cual se emplea para abastecimiento la cantidad establecida. Este sería el caso de canales que toman de un río, o conducciones que toman de un embalse, y abastecen, por ejemplo, a varias poblaciones distintas que se encuentran distanciadas entre sí.
- Varios puntos de captación distintos y varios consumidores distintos, pero gestionados conjuntamente. El caso más típico sería el de las Mancomunidades o poblaciones que son abastecidas por empresas supramunicipales de gestión, cuando los distintos núcleos participan de las distintas captaciones.

Además, se asimilan a unidades de demanda urbana zonas con una densidad de núcleos suficiente para que, aunque no estén mancomunados y tengan abastecimientos independientes, su proximidad geográfica y el origen de los recursos los haga asimilables a efectos de cómputo de demandas a una sola población.

No se debe olvidar que se está hablando de consumos anuales, por lo que se deben considerar también poblaciones o núcleos turísticos en los que, debido al aumento de la población estacional, se superen los 4 hm^3 anuales.

Cuando la demanda es inferior a 4 hm^3/año, las demandas se han agrupado por tramos de río.

A efectos de su modelación en el sistema global, las demandas urbanas se caracterizan por su volumen anual, su distribución mensual, el nivel de prioridad respecto a otras demandas, el coeficiente de retorno, la garantía del suministro y los niveles de atención de la demanda, que persiguen una distribución equitativa de los recursos en situaciones de escasez.

Para el coeficiente de retorno se adopta como valor general un 80% del suministro, siguiendo las recomendaciones contenidas en la Orden Ministerial de 24 de septiembre de 1992, por la que se aprueban las instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias.

En cuanto al criterio de garantía, según estas recomendaciones se considera satisfactorio el suministro de abastecimiento cuando el déficit en un año no supera el 10% de la demanda, en dos años consecutivos el 16% de la demanda anual y en 10 años consecutivos el

30% de dicha demanda. Pese a ser éstos los niveles más exigentes de la horquilla recomendada por la O.M., la idoneidad de tales umbrales recomendados ha sido seriamente cuestionada por Sánchez López (1995), sugiriéndose la conveniencia de reducirlos a cuantías inferiores, menos tolerantes con las deficiencias del suministro.

En efecto, tales umbrales propuestos tienen su origen en los criterios empleados por grandes sistemas de abastecimiento para caracterizar situaciones de sequía. Así, el Canal de Isabel II considera como garantía objetivo que no sea necesario incidir en la disminución de consumos más de un 4% de los años, y que esta disminución sea inferior al 9% de la demanda total anual (CYII, 1996). La realidad es que estas reducciones de disponibilidad hídrica pueden asumirse con ajustes internos en algunos servicios de estos grandes sistemas de suministro (como condiciones de riegos en parques y jardines públicos, etc.), sin que tales mermas lleguen a repercutir sensiblemente en el servicio al ciudadano. En sistemas menores, como los de la mayoría del país, tales posibilidades de reajustes se ven mucho más reducidas, por lo que, como certeramente muestra Sánchez López, la aplicación de estos umbrales supondría un cumplimiento teórico del criterio de garantía mientras que, en la práctica, se estaría prestando un servicio inadmisible.

Por esta razón, se ha considerado preferible adoptar, como criterio estándar de garantía para las demandas urbanas, el de práctica ausencia de fallos de suministro, lo que expresaremos operativamente mediante unos umbrales máximos de déficit anuales acumulados del 2, 3 y 10% para uno, dos y diez años respectivamente.

3.5.2.3.2. Demandas agrarias

La identificación de unidades de demanda agraria se ha efectuado con el objetivo principal de establecer en los regadíos unidades diferenciables de gestión, en las que el origen y la cuantía de los recursos requeridos, las superficies de riego atendidas y la magnitud y destino de los retornos están definidos. No se han considerado las demandas hídricas de la ganadería por su escasa significación cuantitativa.

En los trabajos realizados se ha utilizado, como información fundamental, la incluida en la Documentación Básica y en el Plan Hidrológico de cada cuenca y, como información complementaria, la contenida en diversos documentos producidos por Organismos de las Administraciones central y autonómica y por otras entidades relacionadas con esta materia.

En cada caso, se ha partido de la relación de zonas de riego incluida en el Plan Hidrológico de cuenca, en la que, para cada una de las zonas, se indica la superficie regada, el volumen anual asignado y, generalmente, el sistema o subsistema de explotación en que se sitúa. A continuación, utilizando la información básica y la complementaria citadas en el párrafo precedente, se ha procedido a delimitar las correspondientes unidades de demanda. Esta tarea se ha realizado considerando el origen del recurso empleado y la proximidad geográfica de las áreas abastecidas, y apoyándose, generalmente, en divisorias de cuencas de diverso orden y, en algún caso, en límites administrativos (términos municipales).

En la delimitación realizada se han diferenciado tres tipos básicos de unidades:

- Las correspondientes a zonas de regadío tradicional o de iniciativa pública, generalmente de gran extensión, cuyos límites coinciden con los correspondientes perímetros de riego
- Las ubicadas en los valles de los ríos de cierta importancia y en sus afluentes, que han sido delimitados apoyándose en las divisorias de cuenca
- Las correspondientes a regadíos frecuentemente dispersos en los que predomina el abastecimiento con aguas subterráneas, que han sido delimitadas considerando, según los casos, zonas de influencia de unidades hidrogeológicas, divisorias de cuenca y, en alguna ocasión, límites puramente administrativos.

El número de unidades de demanda identificadas en las cuencas intercomunitarias es de unas 700.

Utilizando la información cartográfica digitalizada cedida por diversos Organismos de la Administración y otras entidades y la existente en el CEDEX se ha elaborado, para cada una de las cuencas citadas, un mapa de unidades de demanda agraria en el que se incluye la superficie regada, la dotación asignada y la demanda anual de cada una de ellas.

La figura 284 muestra la distribución territorial de las unidades de demanda agraria identificadas. En ella se han asignado diferentes colores para cada código de unidad.

Con el fin de poder asignar, de un modo rápido, a cada unidad de demanda, cualquier información adicional que tenga soporte geográfico (por ejemplo, estudios de identificación de zonas regadas mediante teledetección) se ha elaborado un procedimiento semiautomático basado en el cruce de la información referida a los regadíos con una capa de información geográfica que incluye las envolventes máximas de las unidades de demanda agraria obtenidas mediante la aplicación de criterios geográficos, hidrológicos, hidrogeológicos, administrativos, y otros relacionados con las particularidades de cada unidad.

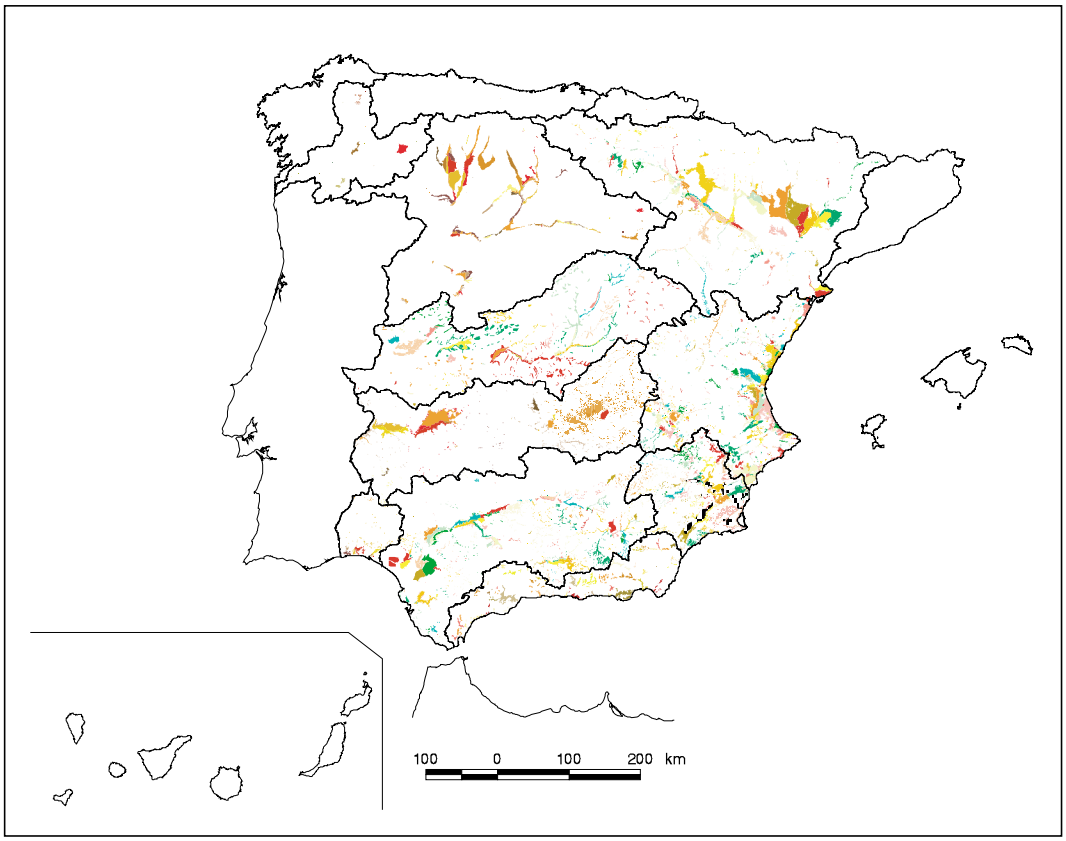


Figura 284. Mapa de Unidades de Demanda Agraria en los Planes de cuenca intercomunitarios

A efectos de su modelación en el sistema, las demandas agrarias, al igual que las de abastecimiento de poblaciones, se caracterizan por su volumen anual, su distribución mensual, el nivel de prioridad respecto a otras demandas, el coeficiente de retorno, la garantía del suministro y los niveles de atención de la demanda, que persiguen una distribución equitativa de los recursos en situaciones de escasez.

Para el coeficiente de retorno, siguiendo las recomendaciones de la Orden de 1992, se adopta un valor que depende de las dotaciones brutas anuales y que varía entre 0, para dotaciones inferiores a 6.000 m^3/ha, y un 20% para dotaciones superiores a 8.000 m^3/ha.

En cuanto a la garantía de servicio, se propone de forma generalizada considerar satisfactorio el suministro cuando el déficit en un año no supere el 50% de la demanda, en dos años consecutivos el 75% de la demanda anual y en 10 años consecutivos el 100% de dicha demanda.

Estos umbrales se encuentran fuera (son algo mayores) de la horquilla recomendada por la ya mencionada Orden de 24 de septiembre de 1992, pero son los concordantes con la experiencia internacional existente, engloban y promedian muy distintas situaciones de cultivos, aproximándose empíricamente a sus óptimos económico-productivos, y son los propuestos de forma estándar por los desarrolladores de este tipo de criterios de garantía (v. Estrada, 1994).

3.5.2.3.3. Demandas industriales y de refrigeración

Aunque básicamente el concepto de unidad de demanda industrial –no de refrigeración- es el mismo que para las demandas urbanas, aquí son más infrecuentes las demandas superiores a 4 hm^3/año, por lo que se ha flexibilizado este límite. Además se tiene en cuenta la posible estacionalidad de algunas industrias, por lo que el límite se ha referenciado al consumo mensual de los meses en que está operativa (0,33 hm^3/mes).

En los casos en que ello era admisible, se han incorporado a las unidades de demandas urbanas.

En cuanto a las demandas de refrigeración, en el modelo se han incluido las necesidades de refrigeración de las principales centrales térmicas y nucleares, cuya singularidad es su muy alto valor de coeficiente de retorno.

3.5.2.3.4. Otras demandas

En esta categoría se engloban las demandas de carácter recreativo, como los campos de golf, y las demandas mixtas, que representan aquellos casos en que varios usos, generalmente abastecimiento y regadíos, comparten una misma infraestructura de transporte.

3.5.2.4. Requerimientos medioambientales

Con objeto de introducir en el modelo los requerimientos ambientales previstos en los Planes

Hidrológicos, se han identificado conceptualmente las distintas situaciones posibles establecidas en estos Planes, tipificando tales situaciones, a efectos de su modelación matemática, en unidades específicas de demanda o condiciones de circulación de flujos.

El mapa de la figura 285 muestra - de forma no exhaustiva - algunos de los puntos, de distintas tipologías, en los que se han establecido requerimientos medioambientales en forma de circulación mínima en tramos fluviales, o en forma de volumen mínimo a mantener en embalses, volumen para atender las demandas de humedales o espacios naturales protegidos, y volumen para defensa de la intrusión salina en algunos acuíferos.

3.5.2.5. Recursos hídricos superficiales

Para la construcción del esquema de la red fluvial se han seleccionado aquéllos ríos cuya aportación media anual es superior a 50 hm^3/año. Para identificar los ríos que cumplen esta condición se ha utilizado el modelo de evaluación de recursos naturales descrito en apartados anteriores.

El criterio utilizado conduce a la selección de 246 ríos. La aportación media anual del conjunto de estos ríos es de unos 99.000 hm^3/año, lo que representa el 90% de la aportación media anual total en la península (110.000 hm^3/año), por lo que se considera que la selección efectuada representa de forma suficientemente completa el esquema fluvial básico peninsular.

La red fluvial así construida se subdivide en tramos separados por embalses o nudos, de acuerdo con la configuración real del sistema de explotación.

Las aportaciones se introducen en forma de series de valores mensuales que se incorporan en embalses o nudos de la red fluvial. Estos valores representan los volúmenes mensuales que habrían circulado si se hubiera mantenido el régimen natural de flujos. Para obtener dichos valores es preciso restituir este régimen natural a partir de los valores registrados en estaciones de medida o reproducir, mediante modelos matemáticos, el proceso de generación de la escorrentía a partir de datos de precipitación.

Los datos utilizados corresponden a las series históricas registradas. No se han empleado en esta fase del trabajo series sintéticas obtenidas mediante técnicas de hidrología estocástica. Estas series artificiales permitirían realizar un análisis de sensibilidad del comportamiento del sistema frente a variaciones en los recursos naturales, por lo que se considera más apropiada su utilización en trabajos posteriores.

Sí se han utilizado, en cambio, dos juegos diferentes de series de datos. Por una parte las empleadas en el análisis de los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos de cuenca y, por otra, las nuevas series

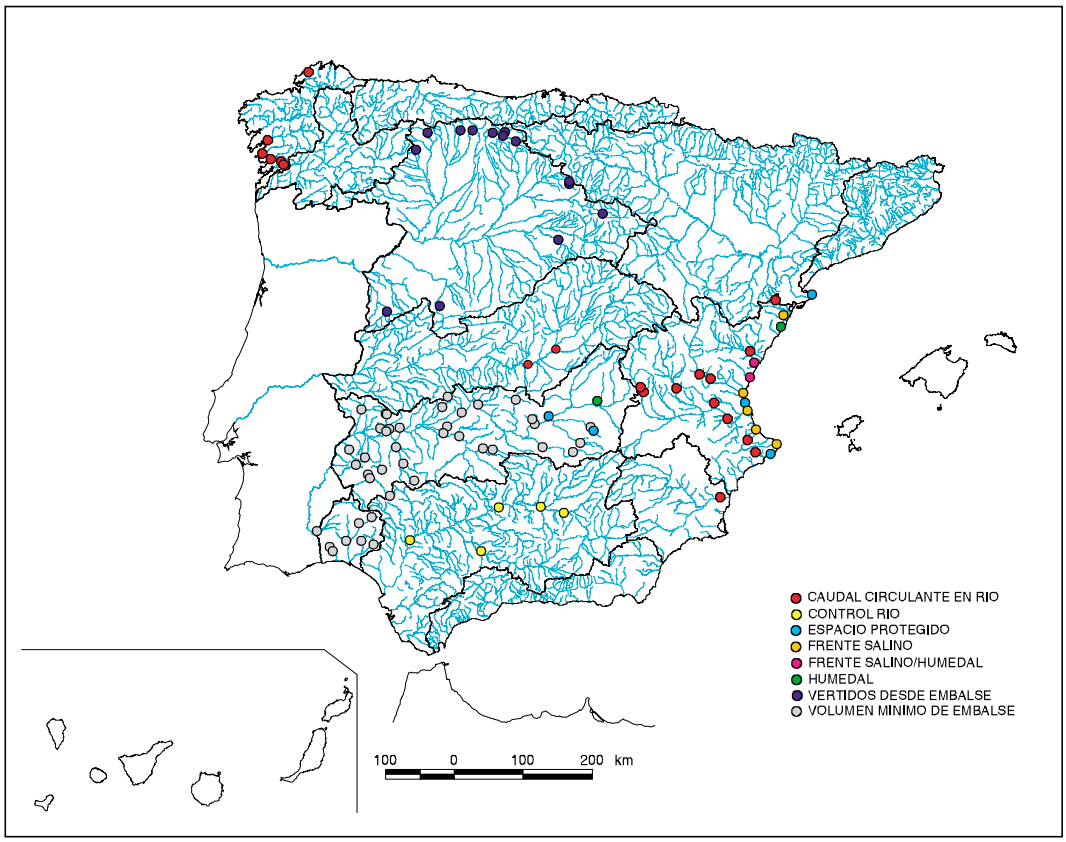


Figura 285. Mapa indicativo de algunos puntos seleccionados y tipologías de requerimientos medioambientales

generadas mediante el modelo matemático de simulación del régimen natural descrito en capítulos previos. Este segundo grupo de series, como ya se comentó, tiene las ventajas de la homogeneidad del proceso de cálculo y de la actualidad del periodo de análisis, que ha podido extenderse hasta el año 1995/96, con lo que se incorporan los posibles efectos de la última sequía.

Los puntos de incorporación de series de aportaciones al esquema se han seleccionado teniendo en cuenta la configuración de la red fluvial, la situación de los embalses y la ubicación de los principales nudos de consumo. Se han elegido cerca de 350 puntos que reproducen con suficiente aproximación la distribución territorial de los recursos naturales en el territorio peninsular. La situación de estos puntos se representa en la figura 286.

Dado el procedimiento utilizado por el modelo de optimización del sistema, las series de aportaciones deben introducirse de forma incremental, es decir, cada serie debe representar los valores mensuales de escorrentía que se producen entre el punto en cuestión y el punto de incorporación situado inmediatamente aguas arriba.

Puesto que en la mayoría de los casos las series de aportaciones eran acumuladas, ha sido preciso diseñar un procedimiento que, teniendo en cuenta la topología de la red, obtenga las series incrementales a partir de las series acumuladas.

En el caso de las series de aportaciones naturales utilizadas en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos de cuenca ha sido preciso, además, adaptar los datos para obtener los valores correspondientes a los puntos seleccionados y unificar los formatos de presentación de los diferentes Planes. Para generalizar este proceso de adaptación, se ha diseñado un programa que permite la gestión y modificación de estos datos.

3.5.2.6. Recursos hídricos subterráneos

Las aguas subterráneas y su explotación se tienen en cuenta de forma implícita en el modelo de optimización mediante los siguientes procedimientos:

- Su influencia en las aportaciones consideradas, ya sean detracciones por efecto de la extracción, o incrementos por efecto de las recargas (por ejemplo, por retornos de riego). Este es el caso, por ejemplo, del acuífero de la Mancha Oriental en la cuenca del Júcar, en que la detracción debida a los bombeos de los riegos de la zona de Albacete se resta a las aportaciones del río Júcar en el tramo comprendido entre el embalse de Alarcón y el de Embarcaderos.
- La inclusión de la fracción de sobreexplotación que se desee eliminar como demandas para el sistema superficial. Tal sería el caso, por ejemplo, del acuífero del Guadalentín, en la cuenca del Segura.

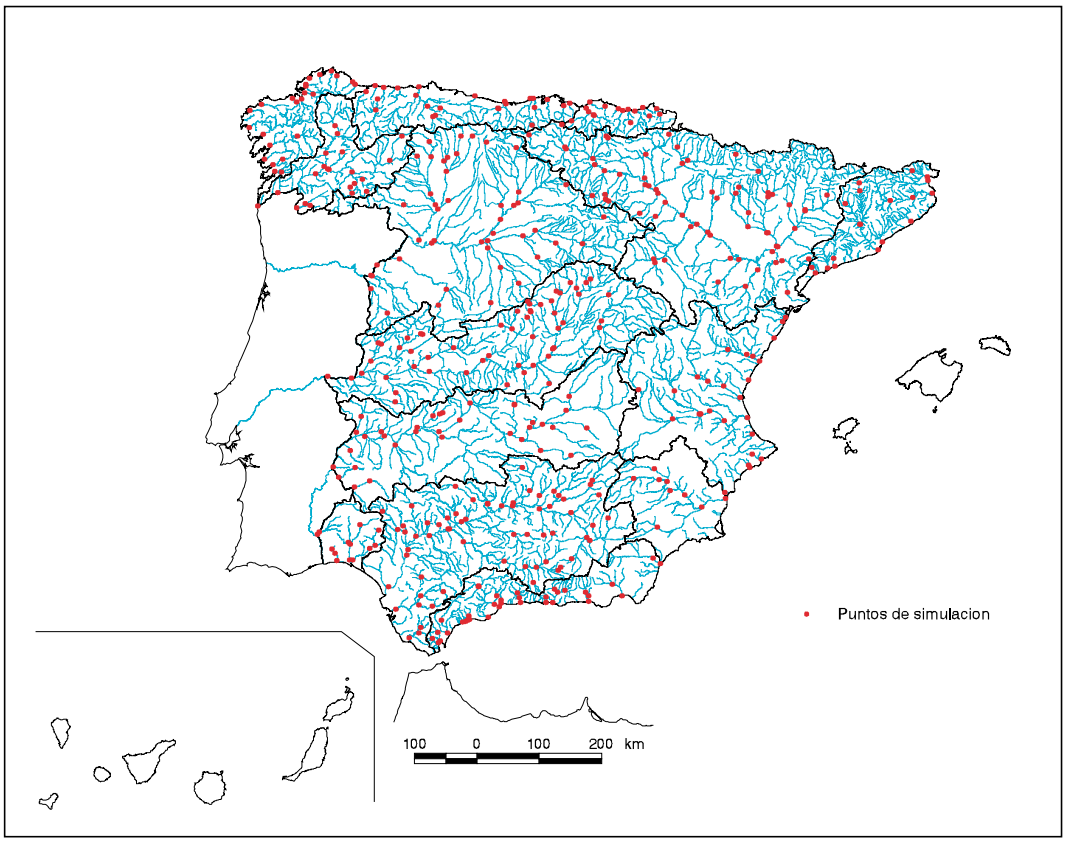


Figura 286. Mapa de puntos de incorporación de series de aportaciones

- La modificación, a efectos computacionales, de los criterios de garantía aceptables. Es el caso, por ejemplo, de las demandas de la Ribera del Júcar, donde el acuífero de la Plana Sur permite relajar el criterio de garantía de las mismas, al suponer una reserva disponible en épocas de sequía. Otro caso similar es el de la demanda urbana de Madrid, donde el acuífero de Madrid permitiría también relajar el criterio de garantía de dicha demanda.
- Incluyendo el rango admisible de variación de volumen como un embalse más del sistema. Tal es el caso de algunos acuíferos costeros, como el de la Plana de Castellón, en el que el rango de variación de volumen viene dado por el rango utilizado en la explotación conjunta alternativa. El fenómeno de la intrusión salina puede paliarse utilizando esta posibilidad de explotación conjunta alternativa.

Como criterio general, no se han contemplado aquellos acuíferos que no presentan posibilidades de utilización conjunta de relevancia para la planificación hidrológica nacional, pues es con el grado de detalle propio de los Planes de cuenca como se puede evaluar el potencial de utilización conjunta de estos acuíferos.

En el modelo de simulación que pueda construirse a partir del de optimización, y en función de las alternativas contempladas en la elaboración del Plan Nacional, se pueden incluir de forma explícita, mediante los correspondientes modelos de acuíferos, aquellos que se consideren relevantes tras el análisis de optimización. Las posibilidades de inclusión de acuíferos del modelo de simulación incluyen desde procedimientos analíticos simplificados a procedimientos numéricos distribuidos con discretización en elementos finitos o diferencias finitas.

3.5.2.7. Recursos no convencionales

Los recursos procedentes de la desalación de agua de mar se introducen como series de aportaciones mensuales, con una modulación adaptada al ritmo de producción de agua desalada.

Por su parte, las posibilidades de reutilización directa se incorporan como elementos de retorno en aquellos nudos de donde derivan las demandas que emplean estos recursos.

3.5.2.8. Infraestructuras

En el sistema de explotación se han introducido aquellos embalses que resultan fundamentales desde el punto de vista de la regulación general de cada una de las cuencas. Teniendo en cuenta la escala de trabajo se ha realizado un esfuerzo de simplificación de los esquemas procurando no perder información significativa a efectos de reproducir adecuadamente el comportamiento del sistema. Para ello se han considerado dos parámetros: la capacidad de los embalses y su desembalse medio anual. El primero de los datos se ha obtenido del Inventario de Presas en elaboración, mientras que el segundo se ha obtenido de la base de datos HIDRO. En los casos en que no se disponía de esta última información o el embalse era de construcción reciente, y por tanto disponía de datos poco representativos, se ha procedido a estimar las entradas a dicho embalse a partir de la información hidrológica de estaciones próximas.

Empleando los dos parámetros citados se han utilizado los siguientes criterios para hacer una primera preselección de los embalses a considerar:

- Se consideran todos los embalses que disponen de una capacidad superior a 200 hm^3
- No se considera ningún embalse con capacidad inferior a 10 hm^3
- No se considera ningún embalse cuyo desembalse medio anual sea inferior a 10 hm^3/año
- De los restantes embalses (comprendidos entre 10 y 200 hm^3) solo se consideran aquéllos cuya relación entre capacidad y desembalse es superior a 0,3.

Esta preselección fue posteriormente depurada de acuerdo con la experiencia del personal técnico de las Oficinas de Planificación de las Confederaciones Hidrográficas, eliminando o agregando algunos embalses e identificando las posibles uniones de embalses que no representan afecciones importantes al comportamiento del sistema

El volumen útil disponible para la regulación se ha estimado, por defecto, en el 95% de la capacidad total de cada embalse, reservando el 5% restante para resguardos y volumen muerto. En el caso de disponer de los datos reales de un embalse concreto, éstos han sido los que se han introducido.

A efectos de su modelación en el sistema los embalses se caracterizan, además de por el embalse útil, que puede variar mensualmente, por la batimetría, o relación entre volumen embalsado y superficie inundada, y por la tasa de evaporación mensual. Para obtener unos valores de evaporación homogéneos y comparables se han utilizado los resultados del modelo de recursos en régimen natural descrito en apartados precedentes, concretamente los valores medios mensuales de evaporación del periodo de análisis. La distribución territorial de los valores medios anuales se muestra en la figura 287.

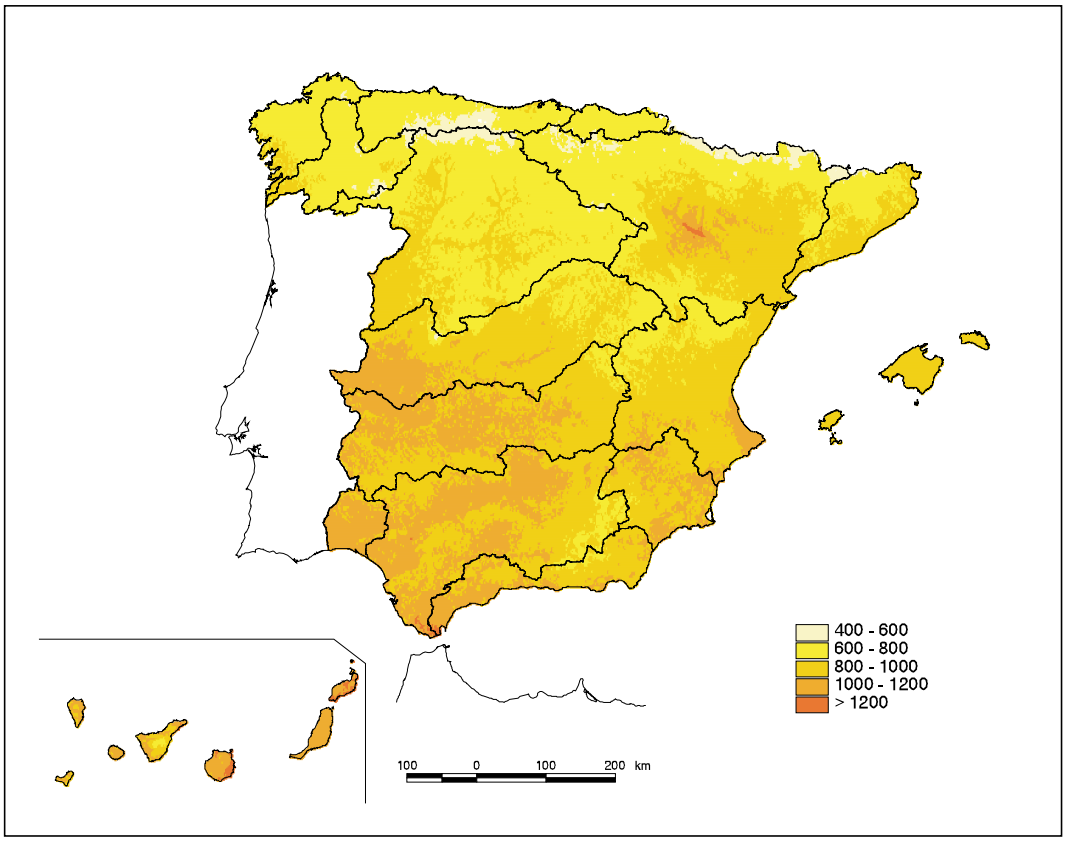


Figura 287. Mapa de Evaporación media anual en mm (período 1940/41-1995/96)

Los valores de batimetría se han obtenido, en la mayoría de los casos, de los estudios realizados para los Planes Hidrológicos de cuenca.

Finalmente, a cada embalse se le puede asignar un número de prioridad que permite reflejar las preferencias en cuanto a origen de los suministros desde unos embalses u otros.

En el sistema solo se han considerado aquellas conducciones que suponen transferencias de recursos entre ríos. Las conducciones que permiten atender demandas situadas en la misma cuenca del punto de toma no han sido consideradas, sino que directamente se han ubicado las demandas en dicho punto de toma.

En cuanto a su modelación las conducciones se caracterizan por un caudal mínimo nulo y un caudal máximo igual a su capacidad de transporte, que podría variar mensualmente.

Finalmente, el modelo también incorpora unas conducciones ficticias que permiten contabilizar las series de salidas al mar de cada ámbito de planificación y del total peninsular.

3.5.3. Conclusiones

El análisis cartográfico realizado ha permitido identificar, de forma homogénea y técnicamente transparente, aquellas unidades territoriales (sistemas de explotación o ámbitos de planificación) que, inequívocamente, se encuentran en situación de escasez, aún en un supuesto de aprovechamiento exhaustivo de todos sus recursos. Asimismo, ha posibilitado la identificación aquellas otras con un saldo nítidamente favorable en su balance entre la oferta de recursos y las demandas.

Tras este encaje inicial del modelo cartográfico, de naturaleza puramente territorial, es preciso recurrir a análisis más concretos y minuciosos, pero ya centrados en las grandes zonas identificadas anteriormente. Para ello se ha desarrollado el modelo analítico descrito, que incorpora el detalle propio de los elementos que constituyen los sistemas de explotación, y que puede permitir, en el marco de la planificación hidrológica nacional, verificar la viabilidad técnica de las diferentes alternativas que se planteen tras el debate de este Libro.

Como ya se dijo, aspectos básicos como la variabilidad temporal, los problemas de regulación, las garantías de suministro, las tendencias en los consumos y su proyección futura, etc., deberán analizarse específicamente en ese contexto.

3.6. EXPERIENCIAS DE TRASVASES INTERCUENCAS

Una vez descritos los recursos, demandas y situación de los sistemas de explotación, procede analizar las principales actuaciones estructurales que se han lleva-

do a cabo para interconectar estos sistemas y superar los desequilibrios hídricos territoriales, que son los trasvases intercuencas.

En primer lugar hay que apuntar que no hay derivación y aprovechamiento de cierta entidad que no constituya, en sentido estricto, un trasvase intercuencas. Así, por ejemplo, los abastecimientos urbanos de Madrid, Barcelona, Valencia o Bilbao se nutren de trasvases intercuencas, y son numerosas las zonas de riego que reciben aguas no estrictamente procedentes de la subcuenca donde se asientan.

La discusión sobre trasvases intercuencas ha de tener esto siempre presente, y no olvidar que se trata, más que de una aceptación o rechazo *conceptual* sobre los trasvases, que es improcedente dada su absoluta necesidad teórica, de una discusión sobre el *alcance de las escalas* a las que pueden realizarse estas transferencias, y sus condiciones de aceptabilidad y viabilidad a estas distintas escalas.

Otro hecho que conviene retener es que, en contra de lo que pudiera pensarse, la historia de los trasvases intercuencas en España es muy antigua, y existen numerosos antecedentes al menos desde el siglo XVI (v., p.e., Morales Gil [1988]; Gil Olcina [1995]; González Tascón [1998]; Franco Fernández [1999]).

En este apartado se resumirán los aspectos básicos de los trasvases más significativos realizados en nuestro país, dejando para más adelante -en la sección dedicada a la economía del agua y el régimen económico-financiero general de la Ley- el análisis de sus regulaciones económicas.

3.6.1 Tajo-Segura

El trasvase Tajo-Segura fue originalmente planteado en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas (PNOH) de 1933, elaborado bajo la dirección de Lorenzo Pardo por encargo del entonces Ministro de Obras Públicas Indalecio Prieto. Su planteamiento inicial no se llevó a cabo, con independencia de las razones de tipo político, por dos motivos técnicos fundamentales. En primer lugar, por falta de justificación de la existencia de excedentes en la cabecera del Tajo, con lo que no podían excluirse afecciones importantes en esta cuenca. En segundo lugar, porque durante el proceso de información pública se plantearon soluciones alternativas con origen en los ríos Ebro y Júcar que suscitaron algunas dudas sobre la idoneidad de la solución propuesta.

En el Plan General de Obras Públicas redactado por Peña Boeuf y aprobado mediante las leyes de 11 de Abril de 1939 y 18 de Abril de 1941, se analizó el Plan de 1933 y se sugirieron los estudios a realizar antes de decidir sobre las diferentes alternativas de trasvase. Asimismo se marcaron tres directrices básicas para el desarrollo de los recursos hídricos a nivel nacional:

- Regulación integral de los recursos propios de las cuencas deficitarias previa al planteamiento de trasvases.
- Mejora de la gestión en las cuencas deficitarias para reducir al máximo la aportación externa de otras cuencas.
- Utilización en las cuencas deficitarias únicamente de caudales sobrantes de las cuencas abundantes.

Con estas premisas, que como puede verse son las que ahora nuevamente se repiten al plantear estas cuestiones, en las décadas de los años cincuenta y sesenta la DGOH dedicó una atención preferente a subsanar las lagunas detectadas en el Plan de 1933, redactándose en 1967 el Anteproyecto General del Acueducto Tajo-Segura (MOP-CEH, 1967). Este Anteproyecto se basaba en el criterio de la utilización de excedentes y se enmarcaba dentro de un Plan preliminar global de aprovechamiento de los recursos hidráulicos de las cuencas del Tajo y Ebro en el Levante español.

El Anteproyecto incluyó un nuevo criterio de equilibrio basado en las posibilidades de expansión de las cuencas afectadas por los trasvases del que se derivaban las siguientes conclusiones:

La cuenca del Ebro no es una fuente inagotable de recursos hidráulicos que por sí sola puede atender todo el déficit del litoral mediterráneo, aún cuando fuese técnica y económicamente factible, salvo que se la deje en condiciones de inferioridad respecto a las restantes cuencas. No es posible pensar en agotar sus excedentes. Las posibilidades de expansión en que queda la cuenca del Ebro con los aprovechamientos conjuntos propuestos son análogas, en porcentaje sobre la utilización actual de recursos, a las que resultan para la cuenca del Segura, que presenta el porcentaje más reducido. De momento, y por consideraciones de equilibrio hidráulico, no parece prudente asignar más caudales del Ebro a las zonas deficitarias.

La cuenca del Tajo debe ser tenida en cuenta a la hora de pensar en la corrección del desequilibrio hidráulico peninsular. Sus posibilidades de expansión, después de ceder los caudales previstos a través del aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, son todavía muy grandes, pues superan las de la cuenca más favorecida con la corrección propuesta en términos relativos, que es el Pirineo Oriental. La no utilización de los recursos del Tajo en un aprovechamiento conjunto representaría un despilfarro de nuestros recursos naturales.

Con ello se aclaraba la incertidumbre planteada en 1933 y se zanjaba la antigua polémica de la opción por el trasvase del Tajo o del Ebro, llegándose a la conclusión de que ambos esquemas eran necesarios, resultando concurrentes y no excluyentes.

El Anteproyecto fue redactado en el Centro de Estudios Hidrográficos, atendiendo a la recomendación realizada en el Plan de 1940 en el sentido de procurar minimizar las llamadas *influencias locales*, consideradas contraproducentes para estos trabajos: *La idea de trasvase de aguas de una cuenca a otras lleva consigo una serie de intereses encontrados que los hacen verdaderamente complicados, y como los ingenieros de los Servicios Hidráulicos es muy difícil que puedan sustraerse a la influencia del ambiente local, sería prudente que estos estudios se llevasen directamente desde la Dirección General de Obras Hidráulicas, con la colaboración necesaria que deben prestar los Servicios Provinciales.*

La figura 288 muestra el esquema de esta importante actuación.

El planteamiento del acueducto Tajo-Segura (ATS) se basaba, entre otras cosas, en la reordenación hidráulica que el abastecimiento de Madrid iba a introducir en la cuenca del Tajo al fijar como futuras fuentes de suministro de aguas a la capital los abundantes recursos de los ríos Guadarrama, Alberche y Tiétar que permitirían derivar hasta 900 hm³/año y cuyos retornos al Jarama representaban unos recursos adicionales en el tramo medio del Tajo, por lo que los recursos trasvasables al Sureste desde la cabecera del Tajo se podía considerar que procedían de los abundantes sobrantes de la cuenca del Tajo en desembocadura a los que se les daba una primera utilización en el abastecimiento de Madrid, siguiendo la directriz de máxima reutilización de los recursos.

En la cuenca del Tajo, aún aceptándose este planteamiento, se exigieron dos requisitos previos:

- Que el caudal de trasvase con carácter inmediato se estableciese comparando los recursos regulados y disponibles en aquel momento con las demandas potenciales de la cuenca.
- Que el Estado adquiriese, a través de una Ley, el compromiso de desarrollar las posibilidades de utilización de recursos hidráulicos en la cuenca.

Como consecuencia de estas peticiones el trasvase se dividió en dos fases. En una primera, el volumen derivable no superaría los 600 hm³/año, cifra que representaba los excedentes calculados en aquella fecha sobre las demandas potenciales. Para acometer la segunda, de 400 hm³/año, sería preciso demostrar, previa nueva información pública, que se habían acrecentado los sobrantes regulados disponibles en dicha

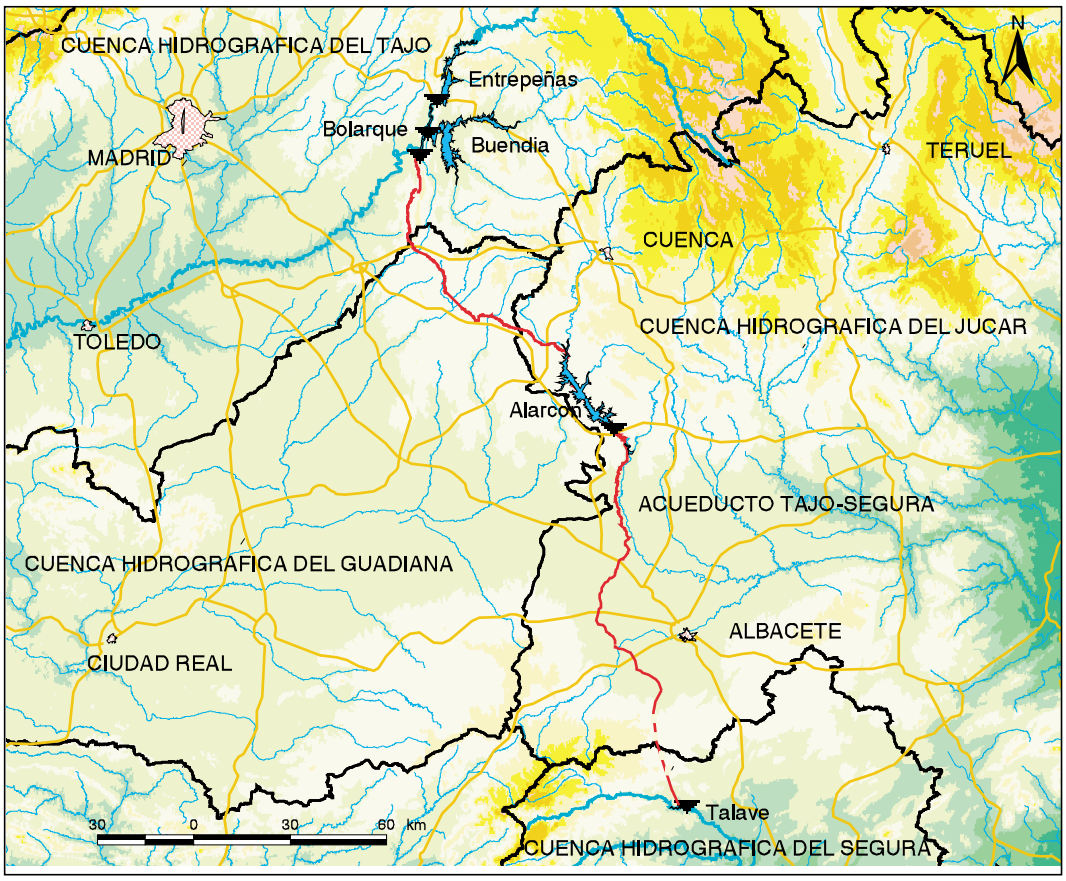


Figura 288. Plano general del Acueducto Tajo-Segura

cuantía. La Ley 21/1971 de 19 de junio, además de recoger la división en fases antes aludida y sancionar el carácter de excedentes para las aguas trasvasadas, concretaba las obras y estudios que se deberían realizar en la cuenca del Tajo.

La experiencia obtenida en la tramitación de las informaciones públicas del ATS, primero, y del trasvase Ebro-Pirineo Oriental después (véase el correspondiente epígrafe), aconsejaron anticipar al ATS las medidas que la Administración preveía para la nueva Ley de Aguas sobre el régimen económico-financiero de las obras hidráulicas.

Con este propósito se promulgó la Ley 52/1980 de 16 de octubre sobre regulación del régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura, que contemplaba nuevos principios para el establecimiento de las tarifas de agua.

Esta Ley ha constituido uno de los avances más positivos de los últimos años para hacer viable la política de obras hidráulicas, pues por un lado abandona la política paternalista del Estado en materia de subvenciones para riego, lo cual parece lógico si se plantean obras de conveniencia económica para el país y, por otro, fomenta la derivación de aguas sobrantes en el Tajo hacia el Sureste, porque cada metro cúbico trasvasado contribuye a la mejora económica de los habitantes de aquella cuenca mediante el mecanismo de las compensaciones.

Además, y siguiendo las tendencias de la época, la Ley de 1980 introdujo una nueva restricción: el mantenimiento de un caudal en el Tajo, antes de su confluencia con el Jarama (en Aranjuez), no inferior a 6 m^3/s, aunque sin ningún estudio específico que avalase ni su necesidad ni la cifra fijada, lo que muestra la posibilidad de establecer mecanismos cautelares de fijación de los caudales mínimos, aún cuando no existan estudios de detalle que los determinen. Este caudal fue a su vez modificado de forma singular y transitoria mediante el RDL 6/1995, por el que se adoptaban medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos como consecuencia de la persistencia de la sequía. Entre ellas se incluía la posibilidad de reducir dicho caudal a 3 m^3/s.

Otros aspectos de la regulación del trasvase, como los relativos a la ordenación jurídico-administrativa de la transferencia desde el punto de vista de los derechos al uso del agua, perímetros de aplicación, planes coordinados de las zonas regables y otorgamiento de concesiones, fueron objeto de muy diversas y complejas incidencias, descritas en los documentos de planificación hidrológica de la cuenca del Segura, y arrojando, en definitiva, un balance final que, bajo este punto de vista, no puede calificarse como positivo. La enseñanza de este proceso se puede resumir, una vez más, en la necesidad de insistir en los aspectos jurídicos de ordenación y control administrativo de los aprovechamientos, frente a los meramente hidráulico-constructivos de la circulación de caudales, instrumentales y accesorios con respecto a los primeros.

El ATS comenzó su explotación en 1979, llegando sus primeros caudales a la cuenca del Segura el día 18 de junio. Durante los primeros 21 años de funcionamiento (1978/79-1998/99) se ha alcanzado una media de 284 hm^3/año aportados al Segura, que se elevan a 308 si se suprimen los dos primeros años. En conjunto, se ha trasvasado del orden de la mitad del máximo previsto, alcanzándose los valores mayores en los últimos años (544 hm^3, mas del 90% del máximo posible, en el 1998/99). La figura 289 muestra la serie de aforos anuales del ATS en Fontanar, punto donde concluye el acueducto y se entregan las aguas al embalse de Talave, ya en la cuenca del Segura. Este volumen es similar al derivado del Tajo en Bolarque (representado en línea fina), pero no coincide exactamente con éste al incluir las pérdidas, préstamos puntuales, tomas intermedias, drenajes del canal, etc.

El deficiente resultado que ha tenido la explotación del ATS, en relación con sus previsiones iniciales, se ha imputado por algunos a errores de cálculo tales como la consideración de valores medios precindiendo de la distribución estadística de las series, a ignorar tendencias regresivas en los caudales, a considerar series irreales, etc. Basta repasar los análisis hidrológicos del Anteproyecto (MOP-CEH, 1967) para comprobar lo desatinado e injusto de este juicio. Así, y como simple curiosidad técnica, cabe indicar que –mucho más allá de la trivial distribución de las aportaciones– es aquí precisamente cuando se plantea, por vez primera en España y probablemente en Europa, la utilización de series sintéticas para el análisis de la regulación de caudales, en un proyecto oficial, no académico, apenas unos años después de que esa técnica, hoy ampliamente extendida, fuese formulada por Thomas y Fiering en el clásico libro de Harvard sobre planificación hidrológica (Maass et al. [1962], cap. 12).

La realidad es que los resultados desfavorables en el funcionamiento del ATS se deben básicamente a la superposición de tres causas fundamentales en las que, dada la importancia de esta actuación hidráulica, nos detendremos brevemente.

En primer lugar, una razón básica es la intensa y prolongada sequía producida durante el periodo 1980/81-1994/95 (tal y como claramente se puso de manifiesto al analizar los recursos hídricos), que condujo a una aportación media en cabecera del Tajo en ese periodo de 715 hm^3/año frente a la media interanual de unos

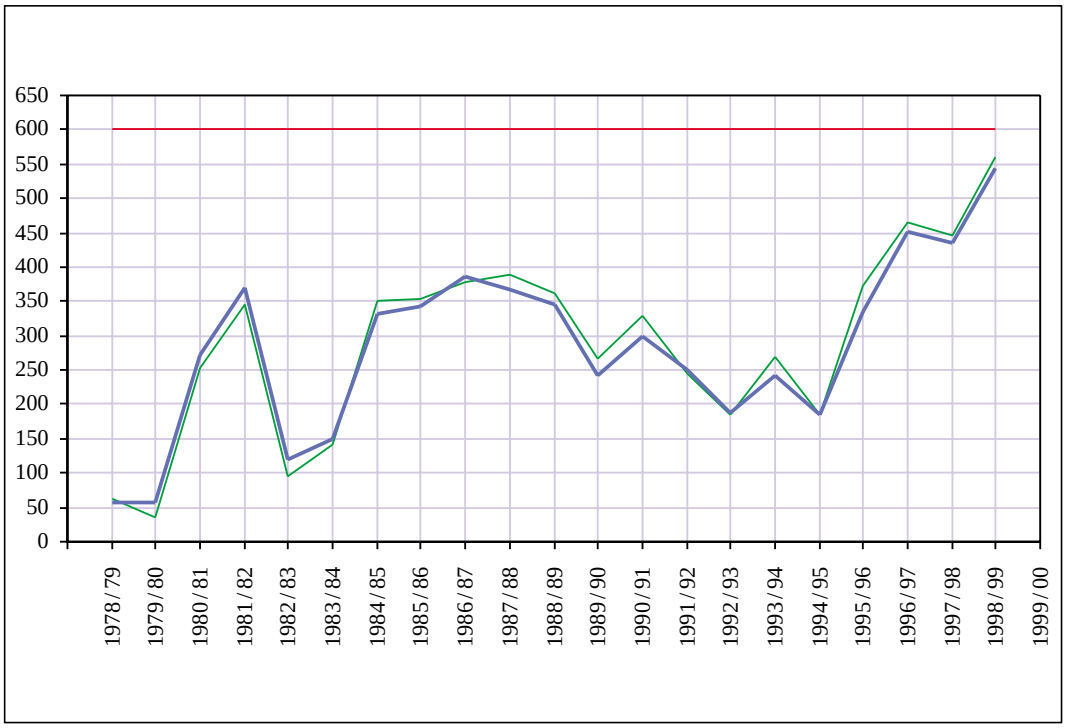


Figura 289. Serie de aportaciones del Acueducto Tajo-Segura a la cuenca del Segura (hm³/año)

1.270, es decir, del orden del 56% de esta media. La figura 290 muestra la serie de aportaciones netas a la cabecera del Tajo desde el año 1912/13 hasta el 1996/97, y las medias global y del periodo de sequía indicado, pudiéndose apreciar con toda claridad este efecto de reducción. También se ha repetido la serie anterior, de volúmenes aportados al Segura mediante el ATS en ese periodo, apreciándose visualmente su muy reducida cuantía relativa frente a las aportaciones totales de la cabecera, y lo simplificado y erróneo de la afirmación - oída en ocasiones - de que en la cabecera del Tajo *no existe* agua suficiente para atender el trasvase.

En segundo lugar, a esta razón puramente hidrológica se superpuso una explotación poco previsora de los embalses de la cabecera del Tajo durante los primeros años de puesta en marcha del ATS, que dio lugar en el bienio 1979/80-1980/81 a desembalses de unos 2.000 hm³, del orden de tres veces superiores a los necesarios para atender debidamente las necesi-

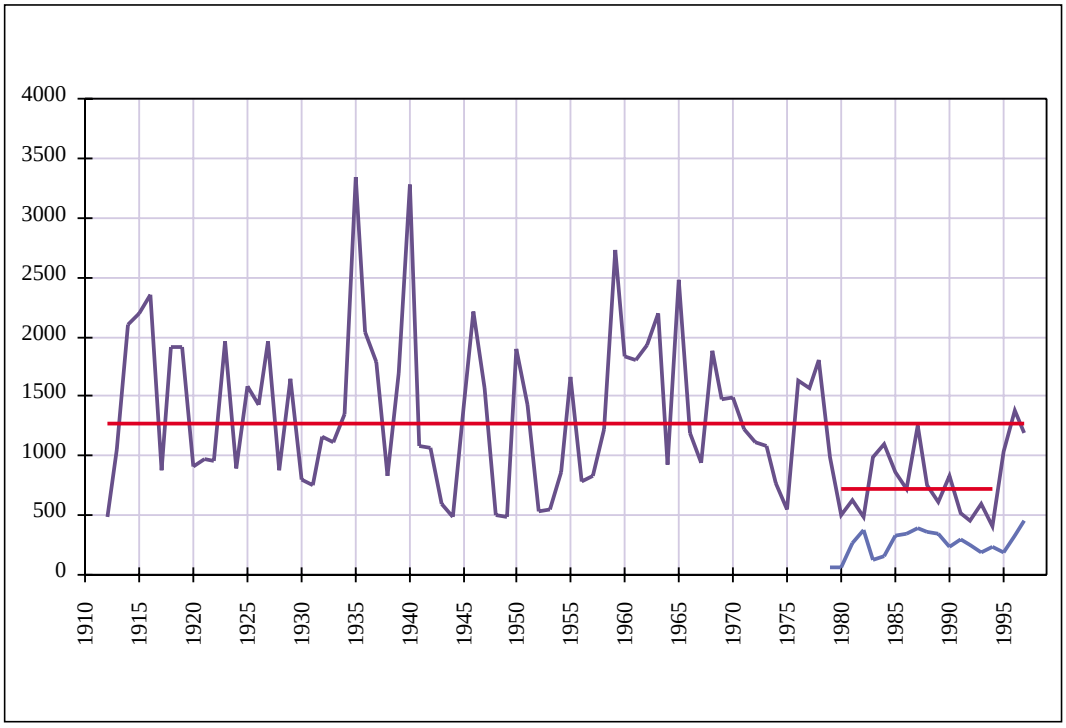


Figura 290. Serie de aportaciones anuales en la cabecera del Tajo (hm³/año)

dades propias de la cuenca. Tal régimen de explotación y sus muy negativas consecuencias han llegado incluso a sugerir a algún autor una posible existencia de responsabilidad patrimonial (Pérez Crespo [1996]). Además, los dos años anteriores a éstos (1977-78 y 1978-79) se desembalsaron cuantías totales superiores a los 3.000 hm^3 (más de 1500 hm^3/año), con lo que, ciertamente, no se hizo uso de la hiperanualidad requerida por los almacenamientos de cabecera.

La figura 291 muestra las series de los últimos 20 años de salidas anuales de Bolarque y de entradas anuales al azud de Almoguera. Con alguna ligera diferencia, ambas series son similares y bien indicativas de los desembalses de cabecera, y permiten apreciar las grandes sueltas de finales de los 70, y el efecto de moderación, regularidad y control de la explotación llevado a cabo en los últimos años.

La figura 292 muestra las existencias mensuales embalsadas en Entrepeñas-Buendía desde el año hidrológico 1960-61, y permite comprobar asimismo el espectacular vaciado permanente que se produce entre el año 1979 y el 1983, en que las reservas quedan exhaustas y, como se vio, con una larga sequía por delante que hizo imposible su recuperación. Son los años de la tensión y la *guerra* del agua.

inalmente, una tercera circunstancia explicativa de este funcionamiento es la falta de definición formal, durante todos estos años, de lo que debía entenderse por recursos *excedentarios*, únicos que legalmente podían ser objeto de transferencia. Esta indeterminación generó innumerables conflictos y discusiones sobre las posibles cuantías trasvasables en cada momento, dada la discrecionalidad con que el concepto podía interpretarse.

En cuanto a la primera circunstancia hidrológica nada hay que comentar, salvo que habrá de tenerse en cuenta para la gestión futura del sistema de cabecera del Tajo, tal y como ya se está haciendo mediante las reglas de explotación recientemente elaboradas (MIMAM, 1997b).

Respecto a la segunda causa, es seguro que constituye una enseñanza para el futuro, y ha servido, como ha podido verse, para ajustar por la Confederación Hidrográfica del Tajo los desembalses de la cabecera a sus necesidades reales, y llevar a cabo, en los últimos años, una excelente explotación del sistema.

Respecto a la tercera, ha sido plenamente superada al haberse definido por el Plan Hidrológico del Tajo, con toda precisión, lo que debe entenderse por recursos excedentarios.

3.6.2. El *minitrasvase* a Tarragona

El conocido como *minitrasvase* del Ebro a Tarragona es otra de las importantes actuaciones de transferencias de recursos intercuencas existentes en nuestro país. Como antecedente significativo de esta actuación, resulta oportuno considerar el fallido proyecto de trasvase del Ebro-Pirineo Oriental, por lo que se comenzará exponiendo brevemente esta iniciativa.

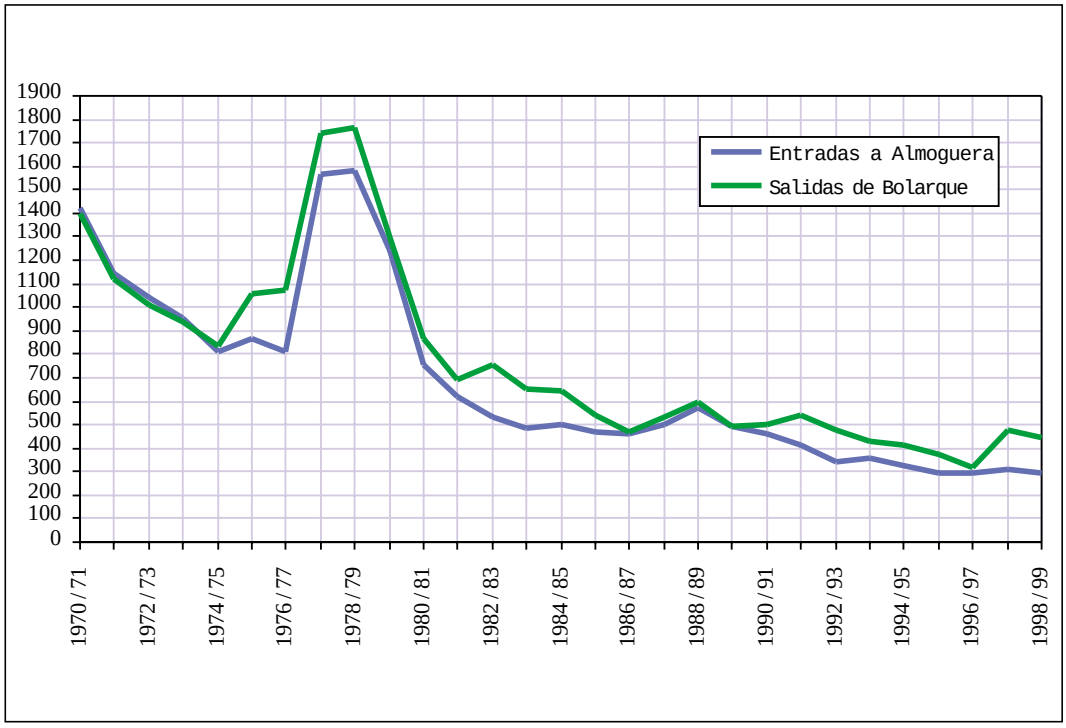


Figura 291. Serie de desembalses anuales de la cabecera del Tajo (hm^3/año)

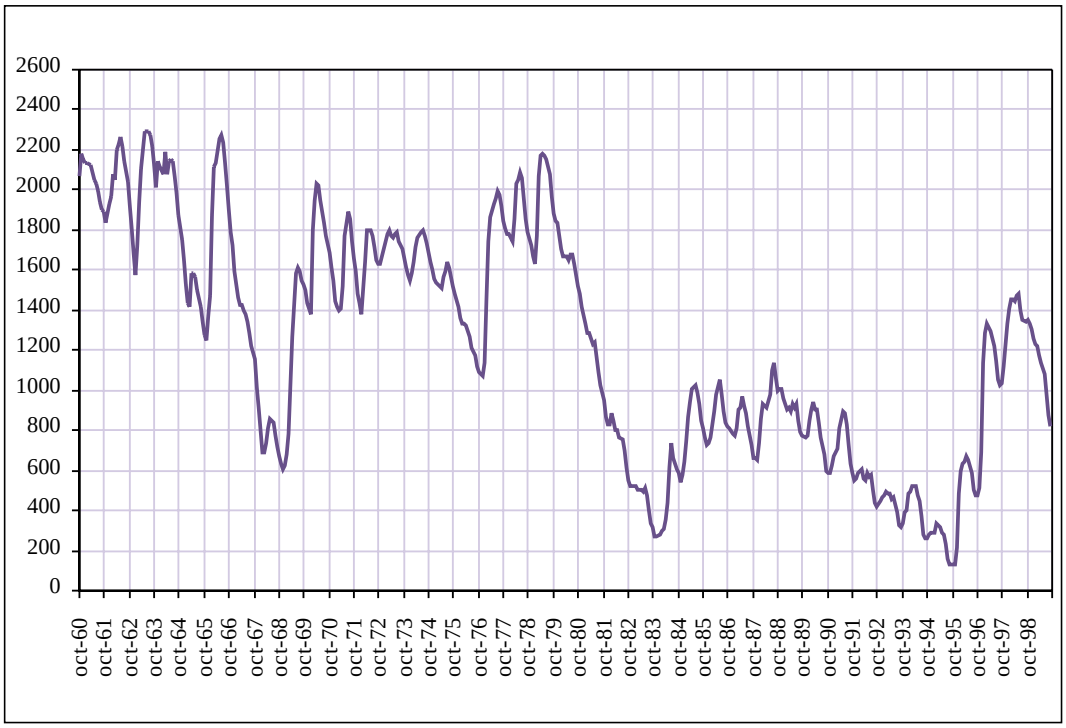


Figura 292. Existencias mensuales embalsadas en Entrepeñas-Buendía (hm^3)

3.6.2.1. Antecedentes. El Proyecto de trasvase Ebro-Pirineo Oriental

De acuerdo con las líneas apuntadas en el mencionado *Anteproyecto General de aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del Centro y Sureste de España*, la DGOH, en cumplimiento de lo ordenado por la Comisión Delegada para Asuntos Económicos, redactó y sometió a información pública en 1974 (Boletín Oficial de la Provincia de Tarragona de 12 de febrero) el Anteproyecto del Acueducto Ebro-Pirineo Oriental para situar 1.400 hm^3/año del Ebro en la región litoral catalana con destino a abastecimientos, riegos y usos industriales.

Se presentaron numerosos escritos de oposición a este Anteproyecto, que centraron sus críticas en tres cuestiones principales:

1. Dudas sobre la existencia de sobrantes
2. Prioridad en la ejecución de las obras de desarrollo de la cuenca del Ebro frente a las del trasvase
3. Viabilidad jurídica de acometer un trasvase sin amparo legal previo

Respecto a la **existencia de sobrantes**, desde la cuenca del Ebro, y antes de que la Administración sometiese a información pública los planes concretos de derivación de los caudales en el tramo inferior del río, se planteó un aprovechamiento potencial, en apariencia tan exhaustivo, que podría inducir a creer que no existirían sobrantes en el futuro.

Los estudios realizados en el Anteproyecto y con posterioridad, analizando cuidadosamente los balances detallados de la cuenca del Ebro en la hipótesis maximalista de desarrollo, pusieron de manifiesto la existencia de dichos sobrantes y la compatibilidad de ese máximo desarrollo previsto para la cuenca del Ebro con los aprovechamientos propuestos para la corrección del desequilibrio hidrográfico nacional (MOP [1974]).

La demostración de la existencia de sobrantes, si bien resultó trabajosa, no encontró réplica adecuada ante la consistencia de los argumentos técnicos de la Administración, y quedó entendido que tales sobrantes efectivamente existían, aún en los supuestos máximos de desarrollo en la cuenca del Ebro.

Sin embargo, la cuestión de las **prioridades de actuación económica** estatal quedó sin resolver, y es un asunto que sigue siendo todavía objeto de controversias, ya que la cuenca del Ebro era una región deprimida en comparación con las cuencas de Cataluña, muy desarrolladas ya en aquella época, y que, gracias al trasvase propuesto, algunos pensaron que podrían acentuarse aún más las diferencias territoriales. En definitiva, todo ello sirvió para presentar el desequilibrio regional como un argumento contra el trasvase propuesto, de forma que con tal planteamiento se estaba debatiendo, en el fondo, más la distribución territorial de las inversiones estatales, que la planificación hidrológica de asignación de recursos a demandas hídricas.

Así, algunas opiniones desde Aragón mantuvieron que no era suficiente con que se garantizase la disponibilidad de recursos para todos los desarrollos potenciales de la cuenca del Ebro, y los eventuales trasvases se

realizasen con parte de los sobrantes que quedasen, sino que no debía ejecutarse con fondos públicos ninguna infraestructura hidráulica que facilitase el crecimiento económico de Cataluña, al menos hasta que se hubiese hecho en Aragón todo lo que se podría realizar con el agua.

Esta postura es poco sostenible desde el punto de vista de la racionalidad económica, e incluso del equilibrio territorial, pues, como se ha dicho, confunde simplificadamente la política económica general del Estado, y sus instrumentos de vertebración y desarrollo territorial, con una posible derivación de caudales situada, además, aguas abajo, pero no cabe duda de que contribuyó a exacerbar los ánimos en contra de este trasvase.

Una posición más razonable fue la mantenida por la Diputación General de Aragón ante el anuncio de la nueva legislación de aguas y los trasvases: requerir el previo desarrollo de los aprovechamientos y potencialidades propias, y que el posible trasvase de excedentes se haga a precario de forma que no pueda limitar el desarrollo de la cuenca cedente (v., p.e., Bolea Foradada [1986] pp. 506-511; Gaviria y Grilló [1974] pp.265-279).

Finalmente, la recesión económica que el país sufrió con motivo de la crisis del petróleo, y la drástica disminución de los flujos migratorios desde otras regiones a Cataluña, hizo que la tasa de incremento de la demanda de agua urbana e industrial (creciente en aquella época a ritmos acumulados del 7% anual), principal motor del trasvase Ebro-Pirineo Oriental, fuese muy inferior al previsto, y las proyecciones de demandas futuras se revelaron erróneas en muy pocos años. Por esta razón no se adoptó finalmente ninguna resolución definitiva sobre este Acueducto, y se desechó la idea de su realización inmediata.

El hecho de que Aragón fuese una de las regiones de emigración a Cataluña, en aquellos años de fuerte desarrollo económico catalán en que se plantea el trasvase, permite entender mejor las condiciones sociales en que se produjo la fuerte -y lógica- reacción popular adversa a esta infraestructura.

Por último, y en lo relativo a la **viabilidad jurídica** del trasvase propuesto, además de las graves críticas que generó el que se plantease tan importante actuación mediante una simple información pública en un boletín oficial provincial, se produjo por vez primera una importante reflexión doctrinal sobre el problema de las transferencias de recursos intercuencas (Martín-Retortillo et al., 1975), concluyendo en sentido contrario al proyectado acueducto.

Tal conclusión contraria no era debida a que se partiera de un supuesto apriorístico radical en contra de los trasvases, sino por entender que no se daban las necesarias exigencias y condicionamientos jurídicos previos que una operación de ese porte conllevaba (Martín Rebollo [1993] pp. 147-151). Otras reflexiones sobre estos importantes problemas, a la luz de las experiencias del pasado y del nuevo ordenamiento jurídico, son las ofrecidas por Moreu Ballonga (1993).

El resultado final de todo lo expuesto fue, en definitiva, el abandono de este proyecto tal y como había sido inicialmente concebido. No obstante, la idea de trasvasar aguas del Ebro al Pirineo volvería a emerger unos años después, ante la grave situación que se estaba viviendo en la comarca de Tarragona.

3.6.2.2. Planteamiento y desarrollo de la transferencia

Si bien, como se ha indicado, el área de Barcelona no creció al ritmo que se había previsto, y la fecha de entrada en explotación del Acueducto Ebro-Pirineo planteado -prevista para principios de la década de los ochenta- quedó aplazada de modo indefinido, hasta que el crecimiento de la demanda lo requiriese, hubo de buscarse una solución urgente para resolver los graves problemas de abastecimiento de aguas para usos domésticos e industriales en la región de Tarragona, con un progresivo agotamiento y degradación de los recursos propios, con aguas de mala calidad, saladas por intrusión marina en los acuíferos costeros sobreexplotados, y sin posibilidad de recursos alternativos.

Así, con el fin de resolver esta situación fue planteada y aprobada la Ley 18/1981, sobre actuaciones en materia de aguas en Tarragona, que posibilitó la ejecución del denominado *minitrasvase* del Ebro a Tarragona. Esta Ley (no ya simple información pública) establecía los siguientes principios básicos:

- La cantidad de agua que se destinaba a mejorar el abastecimiento urbano e industrial de municipios de la provincia de Tarragona era la misma que resultase de reducir las pérdidas que se producían en la infraestructura hidráulica del Delta del Ebro, con un límite máximo de 4 m^3/s, equivalentes a 126 hm^3/año. Estas pérdidas fueron evaluadas por el Centro de Estudios Hidrográficos, en 1.972, en 12 m^3/s.
- La recuperación de las pérdidas implicaba la ejecución de un Plan de obras de acondicionamiento y mejora de los canales y acequias de riego del Delta, con más de 250 km a revestir, de un total de 450 km, y con un coste, en 1986, de más de 15.000 millones de pesetas. Este Plan se financiaba sin coste alguno para las Comunidades de Regantes del Delta del Ebro, y con la aportación de 5 pts/m^3, revisables desde 1981, por los beneficiarios de la concesión.

- El aprovechamiento del agua así recuperada se llevaría a cabo previa concesión administrativa, cuya titularidad se atribuía en la Ley a un Consorcio, con personalidad jurídica propia, constituido por la Generalidad de Cataluña, Ayuntamientos e industrias.
- Las obras se realizarían sin aportación alguna del Estado.

Por tanto, para resolver el déficit no se recurrió a los caudales sobrantes del Ebro, sino a la recuperación de parte de las pérdidas en los canales de regadío del Delta que, debido a su ejecución en tierra y a sus casi cien años de antigüedad, presentaban unas pérdidas de 12 m^3/s, equivalentes a más del 30% de los caudales otorgados en cabecera (25 m^3/s para el canal de la margen derecha y 19 m^3/s para el de la margen izquierda). Se conseguía con ello, sin efectos secundarios indeseables, y mediante la mera reasignación de recursos (Erruz, 1997), encontrar una fórmula de financiación del Plan de obras de acondicionamiento de los Canales del Delta, así como resolver el déficit hídrico existente en Tarragona, déficit que después se reveló inferior al inicialmente previsto (fig. 293).

Para hacer efectiva la Ley 18/1981, el 2 de abril de 1985 se constituyó el Consorcio de Aguas de Tarragona, ente con personalidad jurídica propia formado por la Generalitat de Cataluña, Ayuntamientos e industrias de la comarca, y representación de las dos comunidades de regantes del delta del Ebro, de las que se toma el agua.

Por resolución del MOPU de 20 de agosto de 1987 el Consorcio obtuvo la concesión de 1.982 l/s, posteriormente ampliada por resolución de 24 de junio de 1992 a 2.850 l/s (90 hm^3/año). El Consorcio podrá solicitar nuevas concesiones hasta los 4 m^3/s máximos fijados en la Ley (López Bosch, 1995).

El suministro de agua en alta (la distribución domiciliaria se realiza por los propios Ayuntamientos o empresas) se inició el 30 de julio de 1989, y ha evolucionado desde los 36 hm^3/año de 1990 a los casi 50 actuales, tal y como se observa en la figura 294. Esta figura, elaborada con datos ofrecidos por el Consorcio de Aguas de Tarragona, muestra la evolución de los volúmenes anuales y mensuales servidos por el Consorcio desde el comienzo de su funcionamiento. Si a estos suministros se añaden las pérdidas totales (entre un 5 y un 10%), se obtiene el caudal derivado del Ebro por los canales del delta. Se ha incluido, asimismo, la evolución anual de la tarifa del agua para Ayuntamientos, industrias y media, en pesetas corrientes.

Puede verse que los recursos suministrados han ido creciendo ligeramente desde 1990 hasta hoy, a una tasa media del 3'6% anual. Se observa también que la

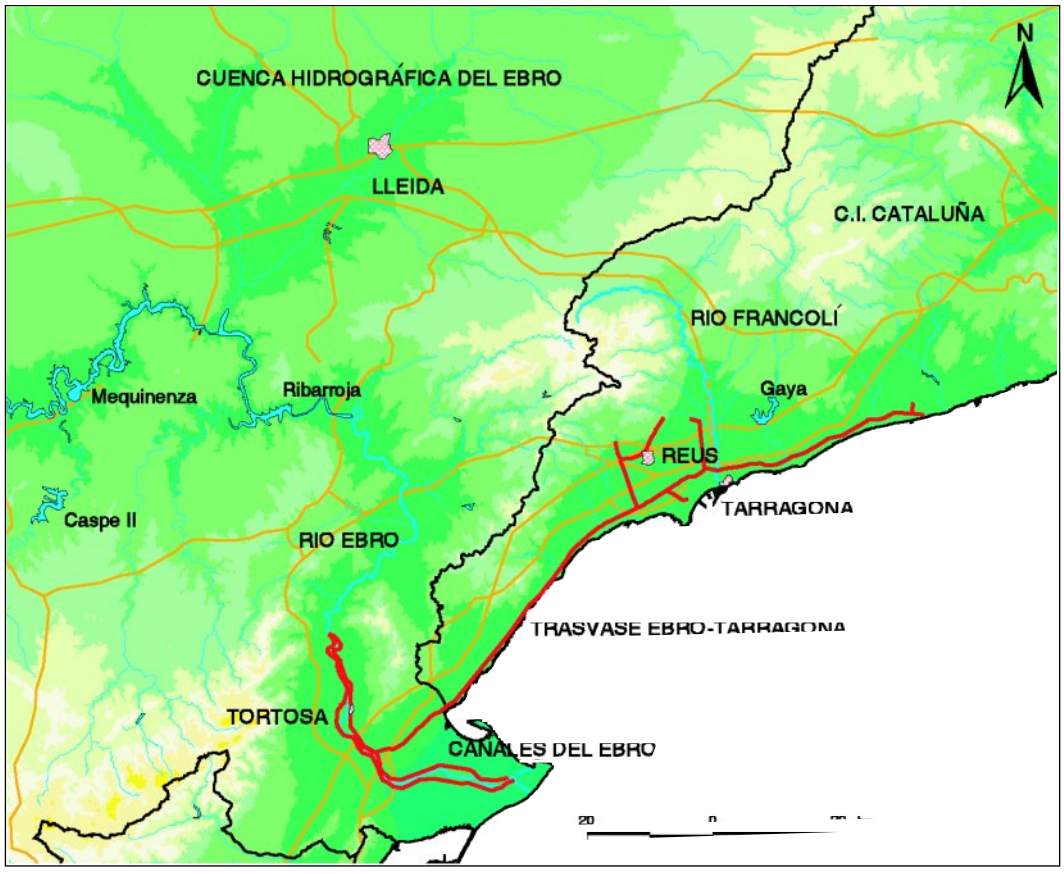


Figura 293. Plano general del trasvase Ebro-Tarragona

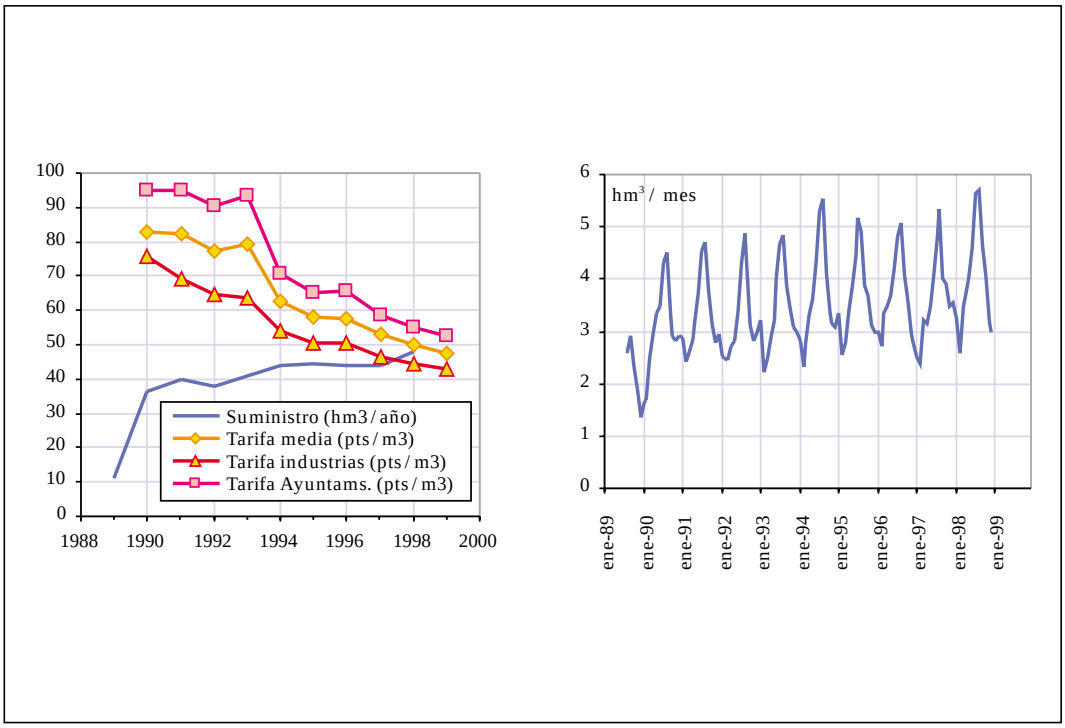


Figura 294. Series anuales y mensuales de volúmenes servidos por el Consorcio de Tarragona y tarifas aplicadas

estacionalidad de la demanda es muy acusada, con máximos en verano de origen turístico próximos a los 6 hm³/mes, frente a mínimos en inverno inferiores a 3 hm³/mes.

Asimismo se observa que las tarifas aplicadas han ido disminuyendo con el paso del tiempo a una tasa media del 5'7% anual en pesetas corrientes (11% en pesetas constantes), lo que se debe fundamentalmente a la disminución de los tipos de interés, y al progresivo aumento de los volúmenes suministrados.

Desde la entrada en servicio del trasvase, los acuíferos muestran una apreciable recuperación, habiendo también disminuido la salinidad de los pozos próximos al litoral.

El minitrasvase es un claro ejemplo de la necesidad de reconocer el valor económico del agua para lograr un adecuado aprovechamiento. En este caso se permitió un intercambio controlado de los caudales concedidos a la Comunidad de Regantes del Delta del Ebro, fundamentada en una mejora del sistema de riegos y de la gestión del recurso. Sin embargo, para ello fue necesario promulgar una Ley específica.

3.6.3. Otros trasvases

Entre los trasvases intercuencas hoy en explotación cabe destacar los del Ebro al Nervión y al Besaya que, paradójicamente, trasvasan agua de la cuenca del Ebro a la del Norte, región que dispone de la mayor abundancia de agua de la península. Este hecho se debe a que en dicha región, aunque se dispone de precipitación abundante, no es fácil la implantación de embalses de regulación por dificultades topográficas y por la importante riqueza natural que afectarían.

El primero de ellos, Ebro-Nervión, ha permitido trasvasar en los últimos años unos 180 hm³/año desde los embalses del Zadorra, en la cuenca del Ebro, hasta el río Arratia, en la cuenca del Nervión (ámbito del Plan Hidrológico Norte III). Concebido y construido inicialmente para la producción de energía eléctrica de puntas, ha permitido eficazmente resolver los problemas de abastecimiento del Gran Bilbao.

Por otra parte, la carencia de recursos hidráulicos regulados en la zona industrial de Torrelavega fue el motivo de la construcción del segundo de los trasvases citados para derivar 22 hm³/año desde el embalse del Ebro a la cuenca del Besaya, en el ámbito del Plan Hidrológico Norte II. El proyecto se redactó y construyó pensando en la reversibilidad del esquema para poder regular aguas de la vertiente cantábrica en el embalse del Ebro, aprovechando la solicitud de concesión de una central hidroeléctrica reversible de 100 MW en la zona.

Como reciente actuación cabe apuntar que se encuentra en construcción el trasvase Guadiaro-Guadalete que, aprobado mediante la Ley 17/1995, de 1 de junio, prevé una transferencia intercuencas desde el ámbito territorial del Sur hacia el del Guadalquivir, con un volumen máximo anual transferible de 110 hm³/año.

Asimismo, y aunque no cabe calificarlos jurídicamente como transferencias objeto de la planificación nacional, existen en España muchas otras conexiones

internas, dentro del ámbito de los distintos planes hidrológicos, de gran importancia tanto por sus cuantías movilizadas como, sobre todo, por los importantes problemas que resuelven. Es el caso del Ter-Llobregat, en las Cuencas Internas de Cataluña, concebido en el siglo XVI y ejecutado en los años 60, o del Júcar-Turia, desarrollado en los años 70 en el ámbito territorial del Júcar, ambos con excelentes resultados prácticos.

3.6.4. Las consecuencias ambientales de los trasvases

A pesar de la escasez de estudios y publicaciones sobre los efectos ambientales que han podido producir los trasvases realizados en España, algunas de sus consecuencias resultan evidentes, y pueden avanzarse sin necesidad de detalladas investigaciones específicas.

Así, en la cuenca cedente los impactos proceden, fundamentalmente, de la detracción de caudales circulantes. Esta disminución del agua disponible en el medio puede provocar alteraciones del régimen hídrico, cambios geomorfológicos de los cauces situados aguas abajo, modificación de los ecosistemas que los ocupan y, en consecuencia, una posible transformación del paisaje.

En el territorio atravesado por el canal de trasvase se producen los típicos efectos ambientales de las infraestructuras lineales. Sin embargo, los más importantes de todos ellos son los efectos *barrera* y *corredor* producidos sobre las personas y la fauna a causa de la impermeabilización territorial que genera el canal.

En la cuenca receptora los efectos producidos pasan por la alteración del régimen hídrico que, a su vez, transforma la composición de la vegetación de ribera, de forma que al disponer de mayores caudales durante el verano incrementa su abundancia y diversidad. También puede ser notoria la modificación de los parámetros físico-químicos del agua circulante.

Así, en la cuenca del Segura, con un alto contenido en sulfatos en algunos tramos de cauce recorridos por las aguas trasvasadas, la entrada de aguas procedentes del Tajo con un bajo contenido en esas sales provoca un aumento de sus concentraciones debido a la redisolución de los precipitados de sulfatos existentes en su cauce. Esta modificación origina, además, una alteración de la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos presentes en las aguas y dependientes de ellas. Por último, una de las consecuencias ambientales más llamativas de los trasvases de aguas es la incorporación de especies de peces, macroinvertebrados y vegetación acuática procedente de la cuenca cedente y que, con anterioridad al trasvase, no se encontraban en la cuenca receptora. Así, por ejemplo, se ha podido observar en el río Segura la presencia de gobio (*Gobio gobio)* y carpín o pez dorado (*Carasius auratus*), copépodos como *Cyclops furcifer* y *Tropocyclops prasinus*, efemerópteros como *Prosopistoma sp.* y otras especies procedentes del Tajo, inexistentes en el Segura con anterioridad al trasvase. Estos efectos también se han puesto de manifiesto en los trasvases realizados al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel con aguas procedentes del Tajo (Mas Hernández, 1986; Suárez, 1997, comunicación personal).

Si la infraestructura del trasvase incluye embalses de regulación se produce, además, un impacto ambiental sobre el medio preoperacional ocupado por el vaso, su entorno inmediato y el cauce afectado.

Es por tanto deseable, habida cuenta de la escasa información disponible sobre las consecuencias ambientales de los trasvases, que se aborden de manera rigurosa la identificación y el análisis de las mismas, así como la puesta en práctica de medidas correctoras o compensatorias que las aminoren. Asimismo, es necesario minimizar los impactos producidos por los trasvases ya construídos y someter en su momento los posibles de nueva construcción al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, estudiando su viabilidad bajo este punto de vista.

3.7. La economía del agua

Descritos en apartados anteriores los aspectos técnicos de la disponibilidad y utilización del agua, procede ahora indagar en su consideración como bien económico.

Mucho se ha dicho y escrito en los últimos años sobre esta crucial cuestión, y hay quien ha llegado a mantener con fundamento que no cabe actuación rigurosa alguna en materia de aguas si no se comienza por introducir en su gestión consideraciones económicas desde el primer momento y de forma explícita.

En los epígrafes que siguen se pasará revista a la actual situación española en esta materia, mostrando, en primer lugar, cuál es el papel real jugado por el agua en los distintos procesos productivos sectoriales, en términos de su contribución real a la economía nacional. El interés de estas evaluaciones es evidente, pues con frecuencia se esgrimen, para reclamar ventajas o cuotas de utilización del recurso, argumentaciones sesgadas o simplemente falsas, y resulta conveniente conocer, siquiera de forma estimativa, la realidad macroeconómica subyacente y sus peculiaridades territoriales. En segundo lugar se pasará revista al vigente régimen económico-financiero, y se señalarán los problemas y disfunciones detectados en su aplicación práctica.

Las posibles mejoras o criterios de política económica para mejorar la situación actual y superar sus dificultades pueden obedecer a criterios y planteamientos iniciales distintos, y, en consecuencia, ser objeto de discusión y debate, por lo que, siguiendo los criterios adoptados para la estructuración del libro, se expondrán en un capítulo posterior.

3.7.1. El agua como factor económico productivo

3.7.1.1. El sector agrícola. La aportación del regadío a la economía española

Por su gran relevancia como consumidor de recursos, y por las razones generales ya apuntadas, resulta interesante conocer los rasgos y características básicas de la aportación económica del regadío a la economía española, por lo que seguidamente analizaremos esta importante cuestión con algún detalle.

Los gráficos de las figuras 295 y 296 reflejan los resultados de la Contabilidad Nacional, para los tres grandes sectores productivos clásicos, durante el período 1980-94, a través de la relación entre los Valores Añadidos Brutos a precios de mercado (VABpm) sectoriales, y el VABpm total, en pesetas corrientes. Este indicador VABpm es el resultado económico final de la actividad productiva, y se obtiene detrayendo de la Producción Final los Consumos Intermedios (Gastos de Fuera del Sector o elementos intermedios incorporados al proceso productivo). Se ha elegido esta macromagnitud por estimar que, a los efectos perseguidos, constituye el mejor indicador ya que no tiene en cuenta ni las subvenciones ni los impuestos indirectos. Aunque la mayor parte de los datos se presentan en términos relativos y de estructura, éstos se han determinado en pesetas corrientes, a fin de recoger el efecto relativo al diferente comportamiento de los precios en los distintos sectores durante el período analizado.

En las magnitudes de los distintos sectores, la Agricultura incluye la rama de actividad de agricultura y pesca, la Industria incluye productos energéticos, industriales y de construcción, y los Servicios incluyen tanto los destinados como los no destinados a la venta.

Debe señalarse, en primer lugar, que la Rama Agricultura y Pesca, donde está incluida la aportación del regadío, comenzó el período con un peso del 7,19% (cuando en los primeros años 60 era superior al 20%) y lo termina con un 3,67%, mostrando una continua tendencia claramente decreciente a lo largo del mismo.

Si para desagregar la Agricultura o Producción Agraria, se tiene en cuenta que los últimos datos disponibles sobre la Pesca (período 1980-89) muestran una relativa estabilidad y un peso en torno al 0,75%, en todo caso no decreciente, es correcto estimar con suficiente seguridad que la Agricultura aporta actualmente no más del 3% al VABpm total.

No obstante, en relación con los recursos hídricos aún interesa distinguir, dentro de la Producción Agraria, la parte atribuible a las producciones vegetales, en concreto los cultivos de secano y regadío (Producción Agrícola), del resto que configura el total agrario

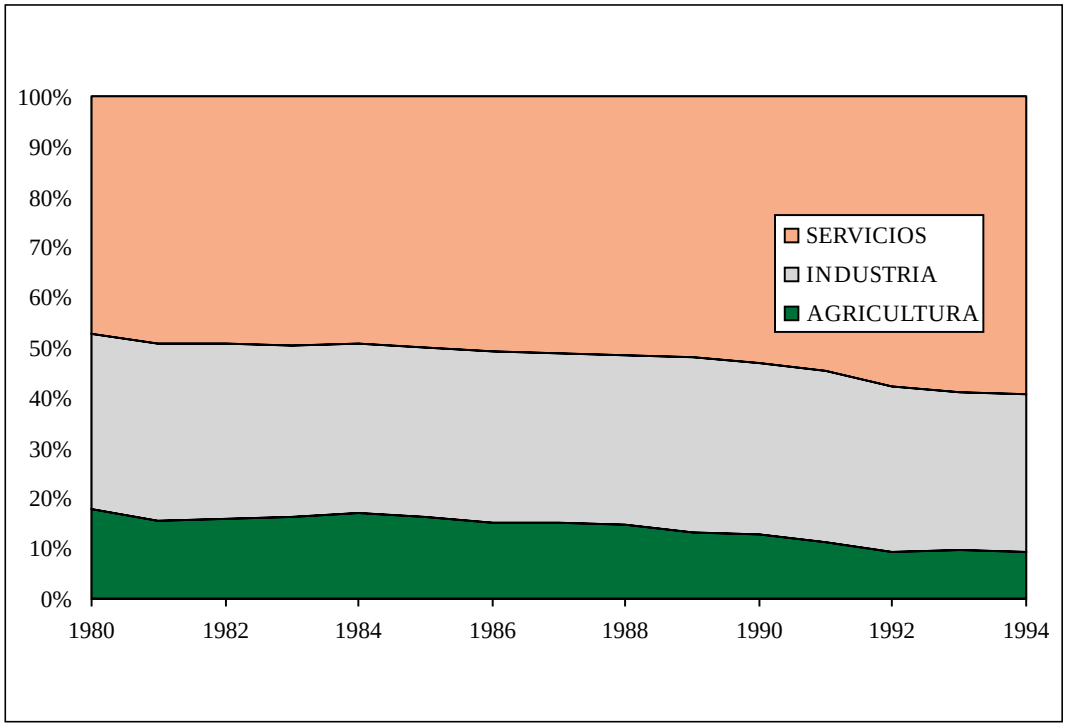


Figura 295. Evolución de la estructura sectorial del Valor Añadido Bruto Total (%)

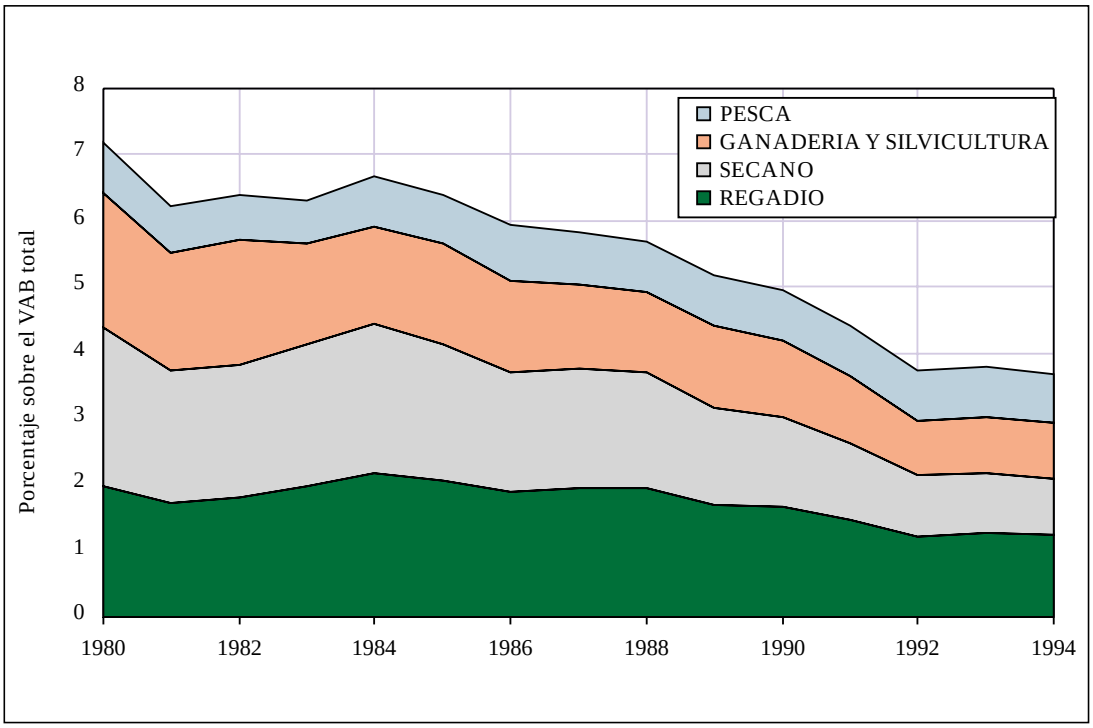


Figura 296. Evolución del Valor Añadido Bruto de la rama Agricultura y Pesca

(Ganadería y Silvicultura). Los datos disponibles, nuevamente para los años 1980-89, muestran que la participación del VABpm agrícola en el VABpm agrario está en torno al 72% y que se muestra estable con una ligerísima tendencia creciente; por lo que puede afirmarse que los cultivos (secano y regadío) aportan aproximadamente el 2,10% del VABpm total.

Finalmente, y aunque no existe información precisa para el regadío en este aspecto, una estimación suficientemente ajustada permite concluir que el regadío supone ya el 60% del VABpm agrícola, lo que conduce a un resultado cercano al 1,25% en que se limita la contribución del VABpm proporcionado por el regadío en el total nacional. Respecto a esta cifra, es destacable, primero, su baja significación y, segundo, su tendencia decreciente (se mantiene casi hasta finales de los años 80 alrededor del 2%), aunque debe reconocerse que es la actividad que muestra mejor comportamiento dentro del sector agrícola.

No es fácil precisar qué parte de la producción del regadío nacional cabe vincular directamente con el sostenimiento de la actividad en el resto del sector agroalimentario (cuya aportación en el total nacional parece situarse en torno al 15%), pero cabe señalar que sólo en territorios concretos puede ser calificada como intensa. En todo caso, no parece aventurado pronosticar que la globalización de los mercados hará que esta dependencia disminuya en el futuro.

Esta visión global, en base a datos medios nacionales, no debe ocultar las grandes divergencias que se registran entre los distintos territorios españoles.

Así, el mapa de la figura 297 refleja los valores medios en el periodo 1986-92 de la participación del sector de agricultura y pesca en el VAB total provincial.

Por otra parte, los mapas de las figuras 298 y 299 reflejan, a partir de los datos disponibles a nivel provincial y de comunidades autónomas, la tendencia de participación del VAB territorial en Agricultura y Pesca frente al nacional, observada en el período 1980-1992.

En relación con esta dinámica cabe señalar algunos hechos significativos. En primer lugar que, dejando a salvo la heterogeneidad comarcal dentro de las unidades provinciales, que podría matizar estos resultados, la ganancia en la cuota de participación sobre el total nacional se produce básicamente en las provincias meridionales y levantinas. En segundo lugar, que esta ganancia no guarda relación con la mayor abundancia de recursos hídricos disponibles, sino que, más bien al contrario, las zonas más deficitarias y de mayor integral térmica (como Murcia) son las que presentan un mayor impulso. En tercer lugar se manifiesta una clara correlación entre pérdidas de cuota económica y territorios con mayor superficie de regadío a altas cotas, tal y como se deduce comparando estos mapas con la caracterización hipsométrica anteriormente ofrecida en los epígrafes relativos a los condicionantes naturales. Este proceso es coincidente con los resultados obtenidos por otros estudios efectuados a partir de los Censos Agrarios de 1982 y 1989, que demuestran una regresión de la superficie regada en aquellos territorios de mayor altitud.

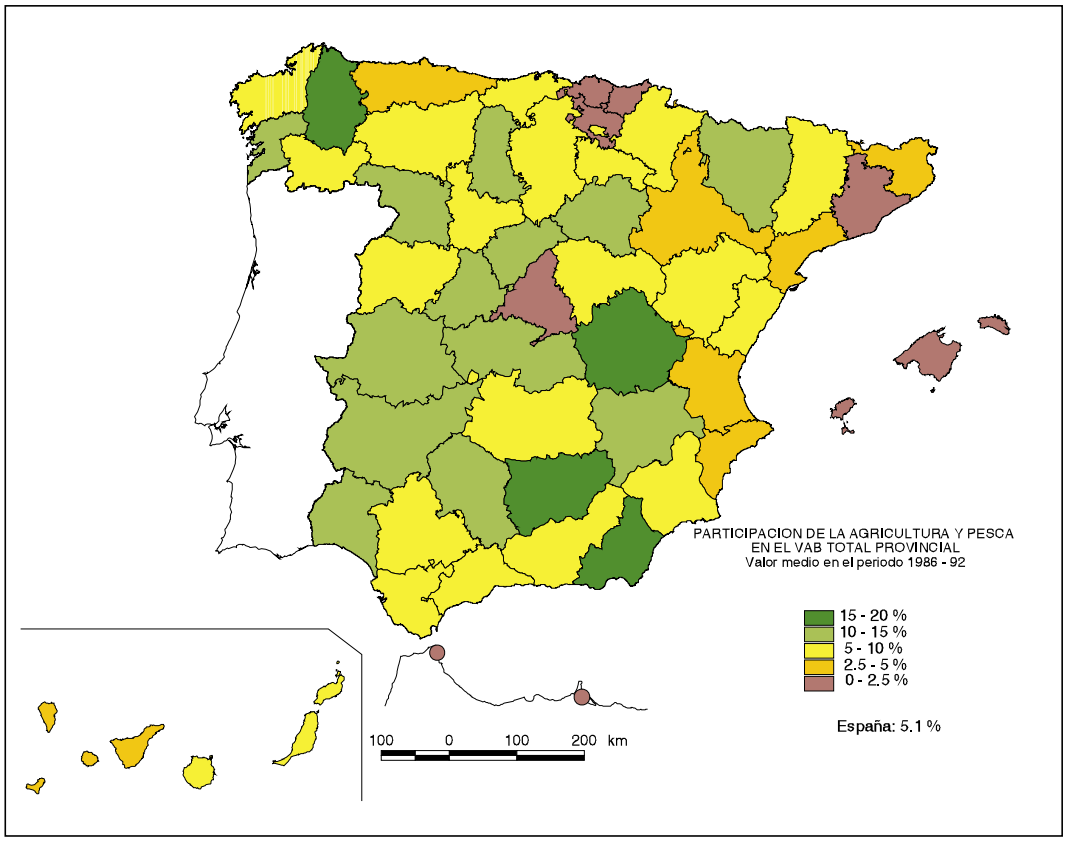


Figura 297. Mapa de participación de la agricultura y pesca en el VAB total provincial

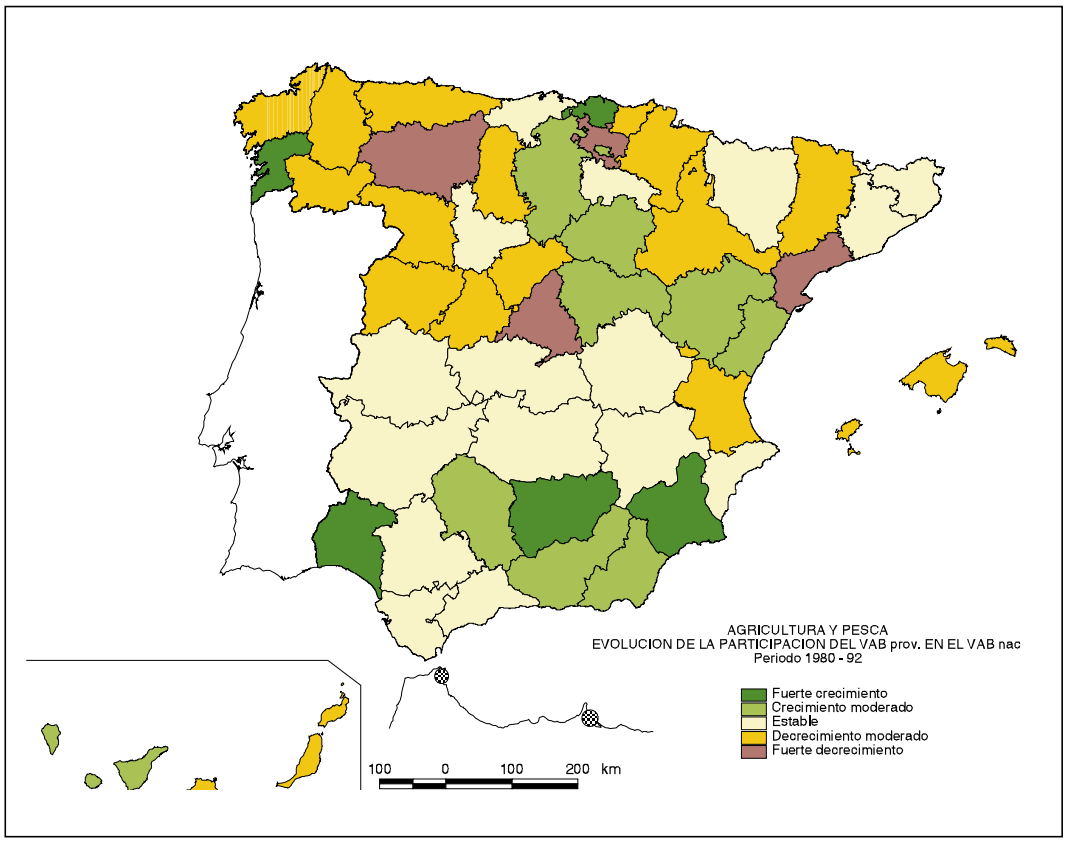


Figura 298. Mapa de tendencias de la participación del VAB provincial frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca

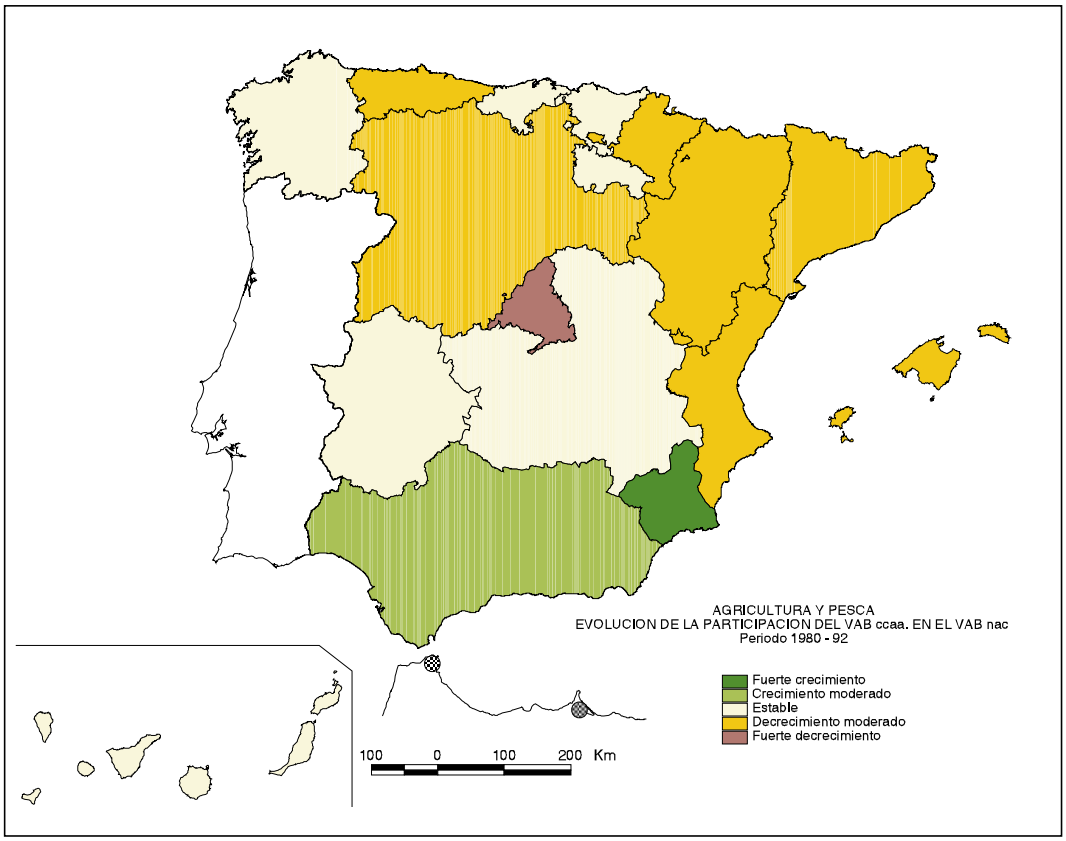


Figura 299. Mapa de tendencias de la participación del VAB autonómico frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca

Parece, pues, que se produce una tendencia inequívoca a la mayor especialización y productividad económica de la agricultura hacia las regiones mediterráneas y meridionales, buscando territorios a cotas inferiores, y sin que resulte un factor determinante ni disuasorio la mayor penuria hídrica de estas zonas.

Este hecho de que la regresión de las superficies de regadío guarde una relación directa con la altitud (la relación altitud-superficies ya fue examinada al estudiar el marco físico) puede ser razonablemente explicado en términos económicos. En efecto, la altitud tiene en la mayor parte de España una gran correlación con el régimen de temperaturas, por lo que, considerando que el desarrollo vegetativo de las plantas se ve influido por el período medio libre de heladas y por la integral térmica, la altitud condiciona tanto las orientaciones productivas que pueden desarrollarse en los distintos regadíos como sus rendimientos unitarios. Ello con independencia del adecuado suministro hídrico, que supondremos satisfactoriamente cubierto en todos los casos.

Con carácter general, el clima de altitudes superiores a los 500-600 m sobre el nivel del mar impide a nuestros regadíos materializar las ventajas comparativas que, por razones de latitud (y del clima que cabría esperar de ella), corresponden a los territorios españoles, y los limita a orientaciones productivas que entran en plena competencia con la agricultura continental europea. Por el contrario, los regadíos situados por debajo de los 300 m, además de presentar rendimientos generalmente superiores, permiten adoptar aquellas orientaciones productivas que, bien por la propia exclusividad de los cultivos, o bien por las tempranas fechas en que pueden ser recogidas las cosechas (y por tanto puestas en los mercados), no sufren tal competencia, constituyendo por tanto un recurso económico para nuestro país verdaderamente estratégico y único, una ventaja comparativa sin posible competencia europea.

Abundando en el mismo análisis de dependencias altimétricas, la productividad neta aparente del agua, calculada a través de la relación entre el valor añadido agrario y el consumo bruto del agua, permite establecer una caracterización económica de los proyectos de transformación en regadío en función del factor que aquí nos interesa, que es el de los recursos hídricos (datos y resultados de DGPT [1995b] pag. 549). Al representar gráficamente los resultados así obtenidos frente a la altitud en que se sitúan estos proyectos, se muestra una sensible dispersión de valores, aunque apreciándose claramente que los regadíos con mayor productividad se encuentran a las cotas más bajas. Sin perjuicio de esta dispersión, que la hace un tanto artificiosa, en la figura 300 se muestra también la tendencia obtenida mediante el ajuste de una función potencial.

Cabe señalar que, dejando a salvo otras posibles ventajas sociales, se podría incurrir en algunos costes de

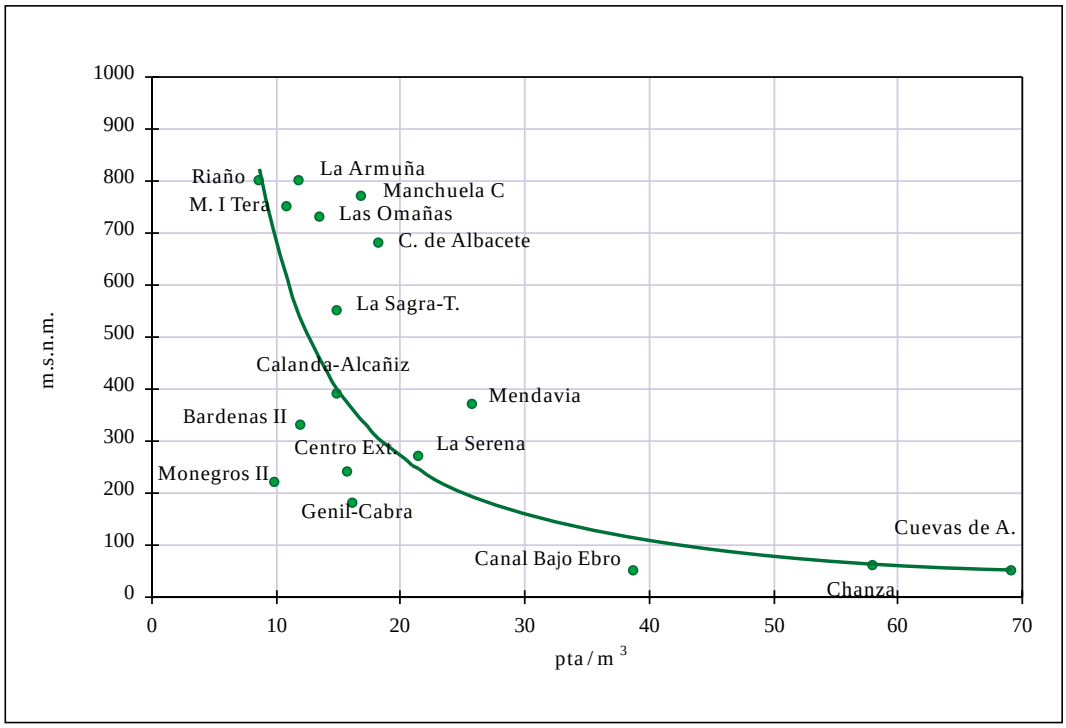


Figura 300. Productividad del agua en regadío en distintas zonas

oportunidad si se hipotecasen recursos en alternativas agrícolas de baja productividad en detrimento de otros empleos en competencia, también agrícolas, más ventajosos en la utilización del recurso. Dilucidar tales cuestiones es, en todo caso, una cuestión compleja dado que, como se ha indicado, no sólo operan razones de estricta economía. Un criterio que con frecuencia resulta esclarecedor es el de la vocación e iniciativa de los usuarios, como el caso de Monegros II, en el que, en buena medida, se ha desarrollado el regadío con el empuje y esfuerzo económico de los regantes. Otras zonas pueden tener en principio productividades teóricas mayores pero carecer de esa vocación regante y, por tanto, dar lugar a demoras en las transformaciones e ineficacias de gestión que las hacen ser claramente no preferibles frente a las primeras.

Finalmente, y en relación con la cuestión de la productividad económica de los riegos, se aportan algunos resultados interesantes procedentes de la explotación de fuentes estadísticas básicas. En los mapas de las figuras 301 y 302 se representan, en primer lugar, la productividad del regadío a nivel municipal (en pesetas por hectárea), según el Censo Agrario de 1989, último de que se ha dispuesto, y, en segundo lugar, la relación regadío/secano de dicha productividad, a nivel provincial, según los Anuarios de Estadística Agraria del MAPA para el período 1990-94. Este último ratio puede considerarse un buen indicador de la rentabilidad esperable en las posibles transformaciones de secano en regadío en los distintos territorios españoles.

La inspección de ambos mapas permite concluir, inequívocamente, la concentración de las zonas más productivas en el mediterráneo, suratlántico y valle del Ebro, y la mayor tensión para la transformación en las mismas zonas (señaladamente, en Murcia, Almería y Huelva). Es claro que esta tensión hacia la transformación solo se puede contener por la histórica limitación de sus recursos hídricos, y esta limitación ha conducido a situaciones de sobreexplotación y degradación que han de resolverse y no pueden continuar en el futuro.

No puede cerrarse esta somera caracterización del regadío, desde el punto de vista económico sin dedicar unos párrafos a la importantísima producción hortofrutícola española. Estas producciones hortofrutícolas, concentradas básicamente en el litoral mediterráneo, son las que parecen contar por el momento con un mejor pronóstico habida cuenta de la elevada productividad y rentabilidad alcanzada en estas orientaciones productivas. Este hecho es el reflejo de las ventajas comparativas de España sobre la agricultura europea, y ello a pesar del bajo nivel de protección que disfrutan, de la amenaza que suponen los acuerdos con terceros países y de la fuerte restricción a que se ve sometido su desarrollo por las dificultades de suministro y el agotamiento de las disponibilidades de agua de origen interno.

3.7.1.2. Sector industrial

La actividad industrial aporta, en datos medios para el último decenio, aproximadamente el 25% de la producción total española en términos del VABpm (33% si se incluye construcción), cifra que supone un leve descenso con relación a la década anterior.

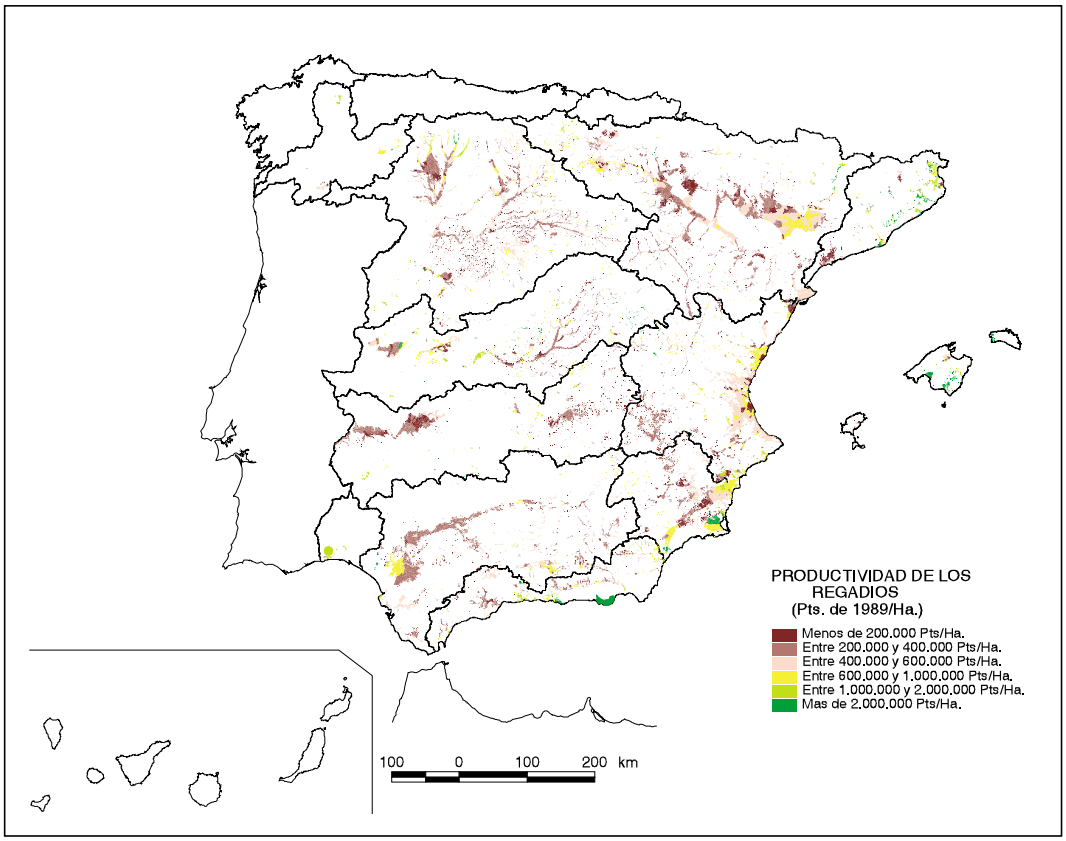


Figura 301. Mapa de productividad de los regadíos

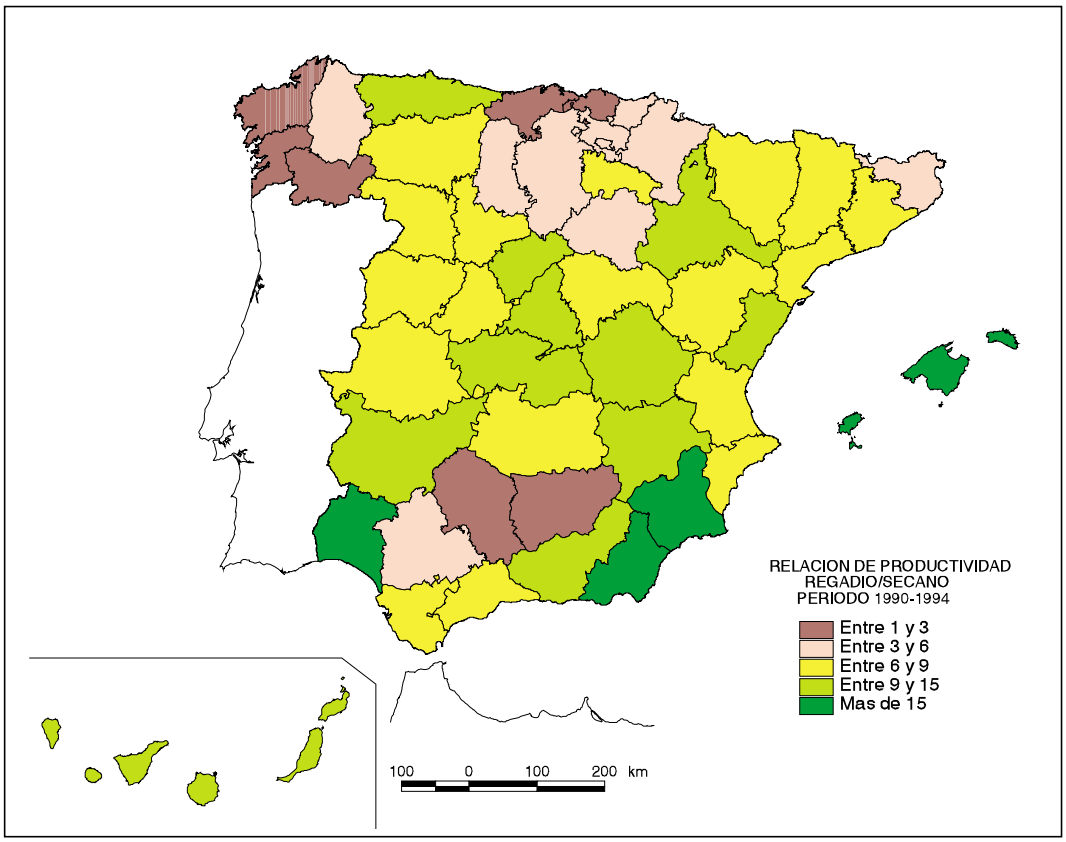


Figura 302. Mapa de relación de productividad regadío/secano

Es destacable, como vimos, su elevado grado de concentración en unos pocos ámbitos espaciales, aunque no puede afirmarse que este fenómeno se haya incrementado en los últimos años. Las Comunidades Autónomas del litoral mediterráneo peninsular aportan en torno a un 47% del VAB industrial español (Cataluña más de un 25%, Comunidad Valenciana un 11,2%, Murcia casi el 2% y Andalucía el 8,5%). Madrid concentra el 12,3% y la Cornisa Cantábrica casi el 15% (País Vasco un 9,5%, Cantabria un 1,4% y Asturias un 3,8%).

Por tanto, estos tres ámbitos espaciales suponen en total el 74% de la producción industrial española, aunque deben señalarse dos matices: el buen comportamiento tenido durante este período por las regiones con vocación tradicionalmente agraria (Castilla-La Mancha, Extremadura, Navarra, La Rioja, Castilla-León y en menor medida Galicia), que presentan tasas de crecimiento del VAB industrial notablemente superiores al total nacional en todos los casos y el declive espectacular del sector en la Cornisa Cantábrica, especialmente en el tramo asturiano, que pierde casi 3 puntos porcentuales de participación sobre el total nacional, en relación con el decenio anterior.

En relación con la demanda de agua, el sector participa en un 5% en la demanda total. Esta cifra se refiere a una demanda específicamente identificada; a ella habría que añadir el consumo realizado a través de la redes municipales de abastecimiento urbano, que, aunque no está desagregado en los datos disponibles, podría estimarse situado entre el 2% y el 3% (la industria alcanzaría por tanto una cifra total entre el 7 y el 8%, en tanto que el abastecimiento a poblaciones, sin usos industriales, se situaría entre el 10 y el 11% de la demanda total). Según un estudio específico sobre 423 observaciones dirigido a parametrizar el consumo de agua en el sector, y realizado para las Comunidades Autónomas de Valencia y Murcia (territorios sometidos a una situación de no abundancia en la disponibilidad de recursos hídricos), hay algunas pautas en la forma de manifestarse esta demanda, que vale la pena señalar:

- Se registra una gran heterogeneidad en el consumo de agua en la industria y en ella inciden un gran número de factores, pero lo más relevante es que el agua es un input sobre el cual la actividad industrial no toma referencia, en general, a la hora de organizar sus procesos productivos. La razón de este comportamiento probablemente estriba en la baja participación que este factor tiene en la estructura de costes de sus productos.
- Existe la práctica habitual de basar la proyección de esta demanda en los diferentes horizontes de planificación, en el consumo de agua por empleado; sin embargo los datos disponibles apuntan a que hay variables que presentan una mejor correlación con el consumo de agua y por tanto pueden conducir a mejores estimadores. Es el caso de la potencia contratada (y también consumo de energía eléctrica), para la que se obtiene un valor de 75 m^3/kW. Por tanto las mejores previsiones sobre el crecimiento del consumo de agua en el sector industrial deberían venir asociadas a las de crecimiento del consumo de energía en dicho sector.
- Es especialmente significativa la relación entre el consumo de agua y el origen del recurso. En efecto, la industria *media* tiende a consumir mucha más agua cuando se abastece de pozo que cuando lo hace de otro tipo de suministro. A estos efectos se entiende por industria media aquella cuyo comportamiento o relación se establece estadísticamente a partir de los datos aportados por todas las industrias encuestadas. Los resultados proporcionados por dicho modelo indican que dadas dos industrias de carácter o comportamiento medio que tengan un mismo valor de la variable considerada (producción final, etc..), puede esperarse un mayor consumo de agua en aquella que se abastezca de captación propia (pozo).

  Puede decirse también que aproximadamente la mitad del consumo se produce en captaciones propias, bien directamente, bien a través de polígonos industriales autoabastecidos, y comprende a las grandes empresas consumidoras; el resto procede de la red municipal, incluyendo los polígonos industriales conectados a ella. Un pequeño porcentaje de industrias se abastecen de dos o más tipos de fuentes de suministro.

  Sin duda este comportamiento cabe ser atribuido a las notables diferencias de costes que resultan para las empresas como consecuencia de las distintas fuentes de suministro. Estos costes son siempre inferiores, del orden de la mitad, en el caso de las captaciones propias, aunque hay que matizar que en este caso no incorporan los costes derivados del tratamiento y depuración de las aguas residuales.

En definitiva, la gran mayoría de las industrias realiza un bajo nivel de control del consumo de agua en los distintos procesos de producción pese a los grandes volúmenes consumidos, lo que sin duda es debido a la baja ponderación que tiene el input agua en la formación del precio del producto final.

3.7.1.3. Sector energético

Con el objetivo de efectuar un análisis económico de los recursos hídricos desde el punto de vista de su potencial hidroeléctrico, se ha llevado a cabo un estudio tendente a determinar la relación entre el valor energético-económico del agua y la altitud a la que se encuen-

tra. Para ello se han revisado todos los ríos españoles que tienen un importante aprovechamiento hidroeléctrico considerándose, como criterio general, todas las centrales hidroeléctricas de más de 5 MW de potencia instalada. Este estudio ha permitido evaluar tanto los coeficientes energéticos medios (kWh/m^3) de cada central, como el acumulado en cada tramo de río, de tal manera que es posible estimar con cierta aproximación, tal y como se ha indicado, el valor en términos energéticos -y en definitiva económicos-, que por esta razón tiene cada metro cúbico de agua en diferentes puntos (cotas) de la red hidrográfica española.

Los resultados obtenidos se resumen en el gráfico de la figura 303, en el que se representan producciones unitarias o coeficientes energéticos (kWh/m^3) frente a cotas (m.s.n.m.) de la muestra analizada (110 centrales), y la curva potencial ajustada a estos datos.

Si se asigna un valor económico al kWh producido (que, en coherencia con otros datos que se presentan en el texto, se efectúa en términos de valor añadido bruto a precios de mercado, estimado en 8 pta/kWh), esta curva de productividad energética se transforma en otra de productividad económica aparente, en términos de valor añadido neto, sin mas que efectuar el correspondente cambio de escala.

3.7.1.4. Regadío e hidroelectricidad. Costes de oportunidad del empleo alternativo y diferencias territoriales

La fusión de los gráficos anteriormente expuestos, relativos a la rentabilidad del agua en los empleos agrario e hidroeléctrico, permite presentar el gráfico unificado de la figura 304, en el que aparece reflejado el potencial económico o productividad aparente para posibles aprovechamientos alternativos energéticos o agrícolas de una unidad de agua, en función de la cota altimétrica en que se encuentre (para su elaboración no se ha incluido la Cornisa Cantábrica - a pesar de su importantísimo aprovechamiento hidroeléctrico - por no entrar en competencia con otros usos alternativos).

Es obvio que cada caso particular requeriría un tratamiento detallado que incorporase sus especificidades, y que, considerando las obvias simplificaciones del análisis realizado (que engloba situaciones muy diversas), *estos resultados no pasan de tener un valor meramente indicativo*, pero es ilustrativo en la medida en que, al haberse cuantificado estimativamente un hecho cualitativamente conocido, se informa sobre el orden de magnitud de la rentabilidad relativa media de estas actividades económicas.

Así, parece apreciable la deseconomía del riego a cotas del orden de los 700-800 msnm frente a la opción de producción energética, y es también perceptible la inflexión en torno a los 400 msnm, por encima de la cual la productividad se estanca o decrece, y por debajo de la cual aumenta enormemente, sobre todo de la cota 200 hacia abajo. Naturalmente que en la selección de opciones alternativas pueden -y deben- intervenir otros factores distintos al de la inmediata productividad económica, pero es bueno no perder de vista estos resultados con objeto de no incurrir

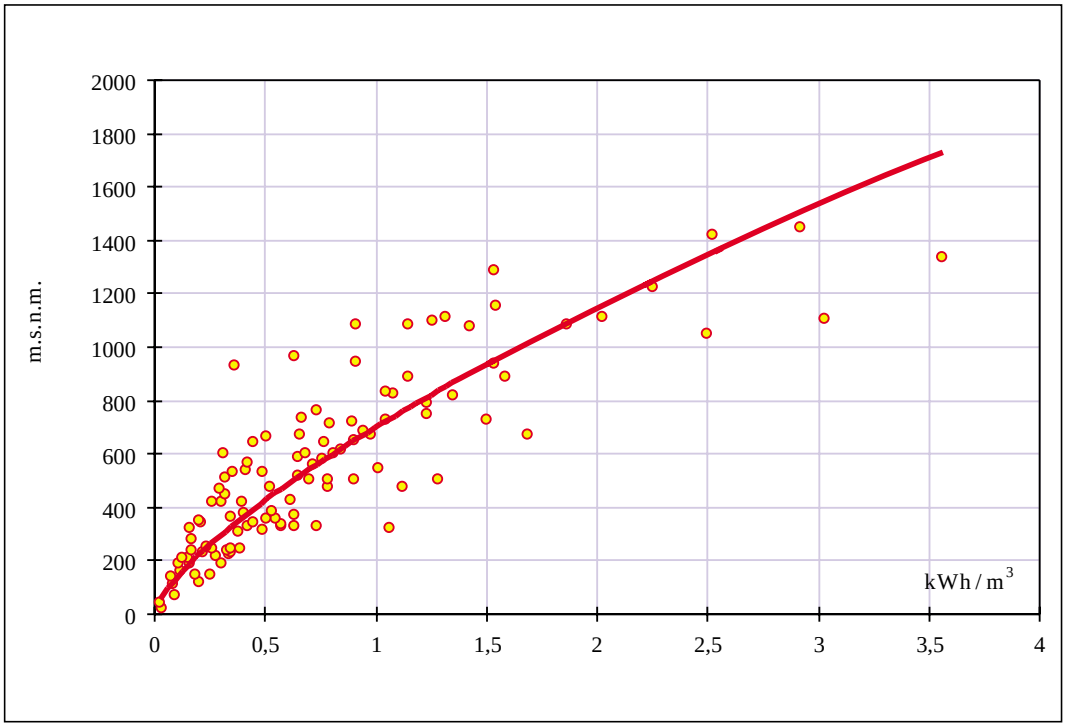


Figura 303. Productividad energética del agua

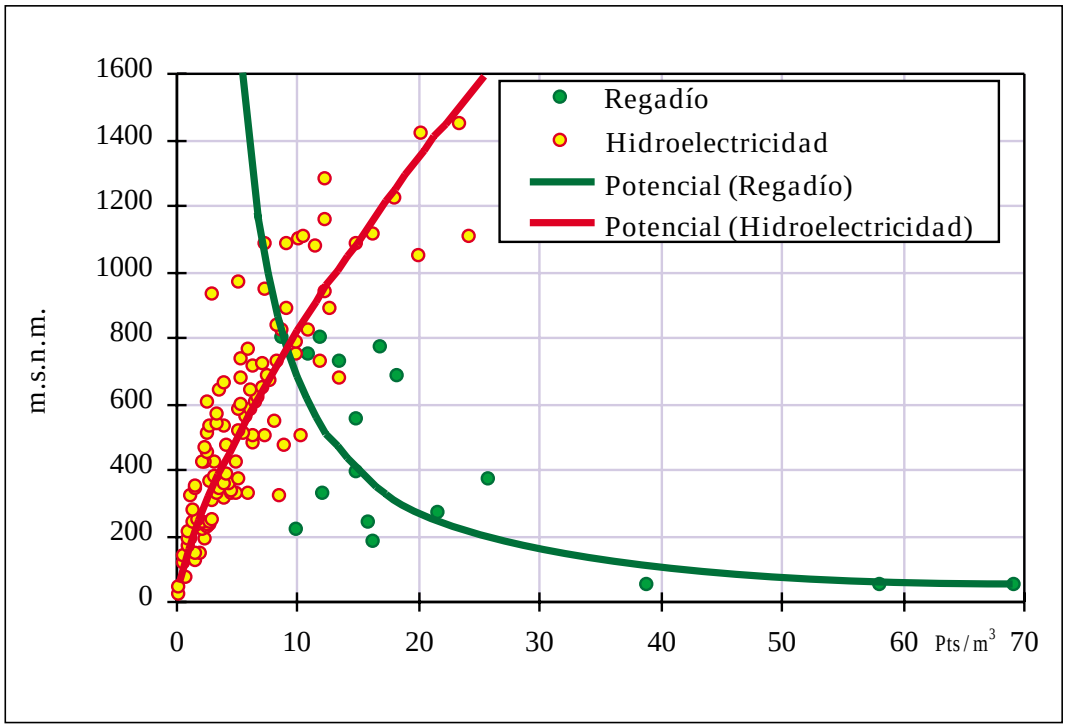


Figura 304. Productividad comparada energía-regadíos

inconscientemente en soluciones inviables a largo plazo y gravosas para la economía nacional.

La localización del empleo del agua para regadío en las partes más bajas de las cuencas no presenta los costes de oportunidad, medioambientales y de potencial hidroeléctrico, que se asumen al emplearlo en regadíos situados en los territorios altos de las cuencas, orientados fundamentalmente a producciones de cereales de invierno y verano, oleaginosas y forrajeras. Estos proyectos están sometidos a elevadas externalidades negativas derivadas de la pérdida de producción de energía hidroeléctrica, tanto más elevada cuanto más altos estén situados los regadíos y mayor sea el aprovechamiento energético de la cuenca. Por el contrario, las tasas de rentabilidad más elevadas corresponden al litoral mediterráneo y suratlántico, cuya vocación productiva se orienta hacia los cultivos hortofrutícolas.

Por tanto, desde el punto de vista de la eficiencia del uso del agua como recurso escaso, y también del presupuestario, cabría exigir a los gestores públicos de ambos recursos una cierta consideración de estas opciones, no sólo en lo que se refiere a las nuevas transformaciones de regadío sino también a las ya existentes. Este tipo de análisis permite mostrar los costes de oportunidad en que se puede incurrir, en un escenario de recursos hídricos limitados como el que se dibuja en nuestro país.

En todo caso, la futura demanda de agua para regadío concerniente a las nuevas transformaciones de iniciativa estatal queda condicionada a los criterios y compromisos que al respecto se recojan en el Plan Nacional de Regadíos. Cabe esperar que este Plan defina las principales líneas de la política agraria en el futuro próximo y concrete los objetivos a acometer a corto plazo, explicitando en qué medida se deben primar los regadíos situados en los territorios mediterráneos con déficit de agua (en general los más competitivos) y en qué medida debe proseguirse con actuaciones destinadas a cubrir objetivos de índole social.

3.7.1.5. Sector servicios

El impacto económico de la economía del agua sobre el sector servicios es de difícil separación, dado que de forma genérica y difusa todos requieren, en mayor o menor medida, de los recursos hídricos. Desde la relación indirecta a través del suministro urbano requerido por cualquier actividad en los asentamientos de población, hasta la más directa de servicios relacionados específicamente con el agua, la relación es, en todo caso, muy generalizada.

Considerando el turismo como parte del sector de los servicios, cabe reiterar los comentarios realizados singularmente para esta actividad.

3.7.1.6. Conclusiones

Antes de pasar a las conclusiones más estrictamente relacionadas con los recursos hídricos, tiene interés observar el mapa de la figura 305 de Valor Añadido Bruto a precios de mercado por Comunidades Autóno-

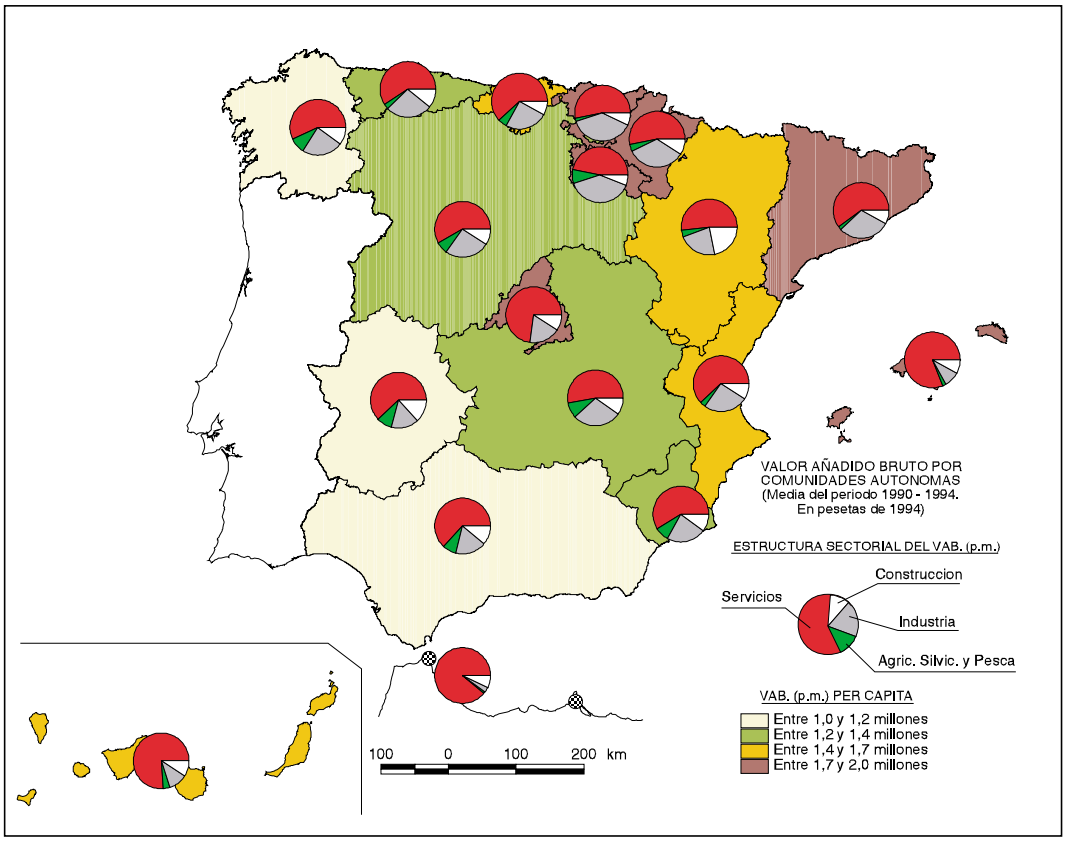


Figura 305. Mapa de estructura sectorial del VABpm por comunidades autónomas

mas, en el cual se sintetiza globalmente la estructura sectorial y territorial de la economía española.

Es interesante observar que este indicador *no parece guardar relación alguna* con la mayor o menor disponibilidad de agua. En efecto, en tanto que la escasez de agua aumenta en la dirección Noroeste-Sureste, el VAB per cápita lo hace en la dirección Noreste-Suroeste.

Otra conclusión que puede resultar esclarecedora de lo expuesto en los apartados anteriores es el orden de magnitud en que se sitúa la aportación del agua a la creación de riqueza en la economía española, a través de sus principales utilizadores/consumidores, en términos de VABpm y según los resultados de la Contabilidad Nacional de España. Para ello, es preciso incorporar los datos relativos al Abastecimiento, lo que lleva aparejado un margen de incertidumbre no despreciable.

En efecto, la contribución del agua consumida para abastecimiento (población residente y turismo) se evalúa de una forma indirecta: el agua para beber es una necesidad básica y un recurso indispensable para la vida, por lo que, desde este punto de vista, su valor sería infinito; sin embargo, las demandas que se registran para el abastecimiento son muy superiores a estas necesidades estrictas. Por otro lado, la sociedad está dispuesta a dedicar en torno a un 0,30% del VABpm total para satisfacer estas demandas, como muestran las estadísticas oficiales - Contabilidad Nacional de España. Años 1986-1992. Subrama de agua (captación, depuración, distribución) -. Esta cifra debe considerarse como un mínimo, puesto que hay servicios vinculados al abastecimiento a poblaciones que no aparecen reflejados en la misma, entre otras razones por estar proporcionados de forma difusa por las distintas Administraciones públicas. La consideración de estas cuestiones, sujetas a un elevado margen de indeterminación, permite estimar, evitando caer en un error de subestimación, como más probable una cifra cercana al 0,5% del total nacional.

En definitiva, y como resumen, se presenta la tabla siguiente, en la que se incluyen los porcentajes de par-

Tabla 97. Participación porcentual de sectores en el VABpm y en el consumo de agua

SECTOR	Participación en el VABpm (%)	Participación en el consumo de agua (%)
Abastecimiento	0,50	15
Regadío	1,25	79
Producción hidroeléctrica	0,70	-
TOTAL	2,45	94

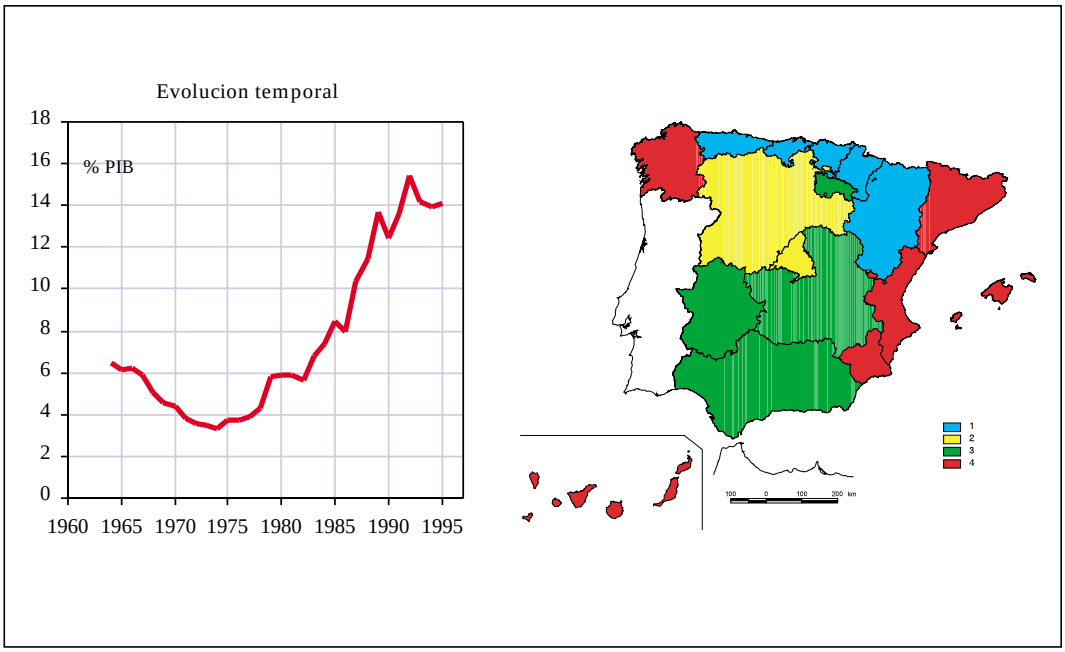


Figura 306. Evolución temporal de la economía sumergida española en porcentaje sobre el PIB, e indicadores de su estructura territorial

ticipación en el VABpm total de cada sector, y sus correspondientes porcentajes respecto al consumo total de agua. Se supone un consumo nulo hidroeléctrico ya que toda el agua usada retorna a la red, si bien ha de constatarse la existencia de un efecto de modulación de la explotación que puede impedir su utilización por otros usos (tabla 97).

Dejando a salvo las apuntadas incertidumbres de estos resultados, parece claro que el orden de magnitud en que se sitúa la aportación al VABpm es ciertamente reducido, conclusión que contrasta fuertemente con el argumento, frecuentemente esgrimido, del empleo productivo del agua que la relaciona con importantes intereses económicos generales afectados.

En efecto, a la luz de estas cifras, podría pensarse que tales intereses económicos no solo no son importantes, sino que parecen realmente muy modestos dado que, a pesar del importante grado de explotación al que están sometidos los recursos hídricos españoles -con las contrapartidas medio ambientales que ello comporta-, tan sólo puede atribuírseles un 2,45% del VABpm nacional a la actividad económica asociada directamente al empleo intensivo del agua.

Tal importante conclusión general requiere, sin embargo, algunas matizaciones.

En primer lugar, es un hecho cierto que, al margen de su estricta repercusión económica, existen muy importantes -y legítimos- intereses particulares puestos en juego, en un debate que frecuentemente suscita elevados grados de visceralidad, y donde los valores sociales y comunitarios -estudiados en otras secciones de este libro- pueden importar más que los directamente económico-productivos. En el caso del regadío, su significación estratégica y el efecto multiplicador que puede jugar en el mundo rural hace que estas determinaciones macroeconómicas deban contemplarse con cautela, máxime considerando su impacto económico sobre otras actividades asociadas (piénsese, p.e. en el sector del transporte asociado a la producción de frutas y hortalizas, o el agroalimentario).

La heterogeneidad espacial de la actividad económica asociada a los riegos hace, además, que estas cifras promedien importantes diferencias territoriales en las distintas zonas agrícolas de España.

Desde el punto de vista hidroeléctrico, debe considerarse que este uso no supone ningún coste a los presupuestos públicos, al desarrollarse fundamentalmente por la iniciativa privada. Ello implica que los criterios de rentabilidad de las actuaciones eran los requeridos por sí mismas, por lo que la participación en el VAB no refleja cabalmente su eficiencia económica.

Por otra parte, estas cifras no contemplan una circunstancia que, en el caso del regadío, puede resultar bien significativa, y es la de la economía oculta o sumergida.

En relación con esto, es necesario comenzar indicando que debe diferenciarse lo que es simplemente economía oculta de lo que sería economía delictiva o criminal, para lo que resulta muy ilustrativa la situación de la economía campesina, con productores para el autoconsumo, trabajos por debajo de la legislación que no se pueden perseguir porque lo practican pequeños propietarios de fincas marginales que cubren rentas reales de trabajo con excedentes empresariales, o mantenimiento de la vida rural gracias a trueques, o transferencias de emigrantes a

las zonas urbano-industriales o a otros países (Velarde, 1998). Estas actividades no son claramente encajables en el concepto de economía delictiva, y pueden matizar las cifras ofrecidas, por lo que procede señalarlas aún de forma somera.

Con objeto de acotar la importancia de este fenómeno, el gráfico adjunto muestra la evolución estimada entre 1964 y 1995 del porcentaje de la economía irregular española en el Producto Interior Bruto. Se observa de 1964 a 1974 una onda de bajada que, probablemente a causa del mercado negro, viene de cotas muy altas. Desde 1974 a 1992 la onda marca una muy fuerte subida, que parece flexionar algo a la baja desde entonces hasta 1995, y que acaso continúa descendiendo desde entonces hasta la actualidad. Como puede verse, el 14% del PIB es una estimación razonable de la magnitud global actual de esta economía.

Por otra parte, el mapa de la figura 306 muestra la distribución territorial de indicadores de la economía oculta, con regiones (1) en las que tanto renta sumergida como irregularidades laborales son inferiores a la media española, regiones (2) en las que renta sumergida es mayor que la media pero la irregularidad laboral es inferior, regiones (3) en las que la renta sumergida es menor que la media pero la irregularidad laboral es mayor, y regiones (4) en las que tanto renta sumergida como irregularidad laboral son superiores a la media nacional (Serrano Sanz et al., 1998).

Como se aprecia, es en las regiones mediterráneas, Galicia y los archipiélagos donde el fenómeno se da con mayor intensidad, debido sin duda a las especiales características de sus estructuras productivas. La incidencia de esta situación sobre las macromagnitudes antes ofrecidas de los sectores económicos vinculados directamente al agua, no puede, desde luego, ser ignorada, y supondría una modificación al alza de las cantidades indicadas.

3.7.2. El vigente régimen económico-financiero

Una vez contemplados los conceptos y magnitudes básicas del agua como factor económico, procede considerar qué tratamiento se ha dado a esta cuestión en nuestro país desde el punto de vista de la regulación normativa, y cuál es la experiencia observada en la aplicación de este régimen.

Huelga abundar en la importancia de esta cuestión: no habrá gestión del agua moderna y rigurosa en tanto en cuanto el régimen económico-financiero que la regula no sea suficiente y satisfactorio.

3.7.2.1. Introducción

Las referencias al uso del agua en términos de racionalidad y economía son numerosas en la Ley de Aguas (Titulo II: De la administración pública del agua. Principios generales; Título III: De la Planificación hidrológica, por ejemplo). También la Constitución (artículo 45) le dedica, en tanto que recurso natural, atención específica a esta cuestión. A raíz de estas disposiciones, cabe analizar brevemente la organización que desde la óptica económica se ha definido en España en torno a los recursos hídricos y plantearse si es la más adecuada para afrontar los problemas y retos actuales.

En el caso del agua, y como ya se ha indicado, podemos referirnos a ella en dos planos básicos: en primer lugar, como recurso natural y, en segundo, como recurso disponible con una cierta garantía merced a las infraestructuras hidráulicas de regulación pertinentes. En este último caso cabría hablar de ella como un producto más en sentido económico, resultado de un proceso productivo que utiliza el propio recurso natural como factor de producción. Otras veces, los recursos hídricos son utilizados directamente, sin necesidad de intervención humana (caudales fluyentes, disfrute medioambiental, etc.).

Toda sociedad debe resolver tres cuestiones básicas de organización económica cuando se trata de bienes limitados o, mejor dicho, escasos para las demandas existentes. En relación con los recursos hídricos, aunque existe una gran diversidad de servicios ligados a ellos, procede referirse aquí a los que recaen más directamente sobre las competencias del Estado, esto es más concretamente, lo que constituye la oferta básica de agua. Estas preguntas serían las siguientes:

- ¿Qué servicios relacionados con el agua hay que producir y en qué cantidad, en particular, cuánta agua regular para convertir en disponible?
- ¿Quién o qué agentes deben ser los suministradores de estos servicios y cómo o qué métodos deben utilizarse?
- ¿Para quién se van a producir, es decir, cómo asignar el recurso disponible entre los demandantes, usuarios o consumidores?

Las sociedades adoptan diferentes sistemas económicos para intentar dar la mejor respuesta a los tres problemas planteados y asignar de la mejor manera posible sus recursos escasos. Como es sabido, los países de nuestro entorno, España incluida, han adoptado sistemas mixtos para su organización económica general, cuyos elementos son en su mayoría de economía de mercado donde los precios, los beneficios y el mercado juegan un papel fundamental. Junto a ellos,

conviven también elementos culturales y algunos procedentes de las costumbres, a los que se han incorporado otros, propios de la economía centralizada, a fin de corregir posibles fallos del mercado. El escenario resultante es por todos conocido.

En el caso del agua no es preciso señalar que han sido los elementos culturales y tradicionales los que más han influido a la hora de establecer la vigente regulación básica en torno a los recursos hídricos. Sin embargo, cabría plantearse: ¿Es el agua, salvo algunas peculiaridades, un bien como los demás bienes y servicios, y por tanto no debe haber distinciones a la hora de efectuar el análisis de la eficiencia con que su organización económica resuelve las preguntas planteadas? o, por el contrario, ¿presenta suficientes características propias que aconsejen no utilizar la misma metodología y criterios que la economía aplica como disciplina científica al estudio de los demás bienes y servicios?

Responder a estas cuestiones no es fácil ni inmediato, habida cuenta de los múltiples planos en que cabe aproximarse al estudio de los recursos hídricos. Pero sea cual sea esta respuesta lo que sí cabe plantearse es si la actual ordenación de los recursos hídricos en España ha conducido a una organización económica satisfactoria desde el punto de vista de dar una respuesta eficiente a las preguntas básicas de la economía.

Respecto a la primera de las preguntas, la respuesta ya ha sido adelantada, dentro de este mismo documento, en los capítulos dedicados a las demandas y a las disponibilidades de agua, respectivamente. No se insiste por tanto en la elevada cuantía alcanzada por la oferta de agua, sólo señalar que una parte importante de ésta ha sido impulsada por el propio sector público, con el consiguiente efecto sobre el sostenimiento de la demanda.

En relación con la segunda, la responsabilidad ha recaído en general sobre el Estado, bajo la aplicación del régimen económico-financiero que en este mismo epígrafe se describe con algún detalle. Posiblemente ello ha sido debido a que las cuantiosas inversiones requeridas para la ejecución de las infraestructuras (baste el ejemplo de la regulación de las aguas superficiales) sobrepasaban, con la excepción del sector eléctrico, la capacidad de financiación de los agentes privados. Junto a estas actuaciones, deben señalarse los numerosos aprovechamientos de aguas subterráneas que en su mayoría han sido llevados a cabo por los particulares. Finalmente, el nivel de desarrollo tecnológico de cada época es el que ha ido respondiendo al cómo.

La respuesta a la tercera pregunta viene dada, fundamentalmente, por el régimen concesional establecido en la Ley de Aguas y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, ya que en él se regulan los derechos al uso privativo del agua que, junto a los supuestos de disposición legal, completan los derechos a la utilización del dominio público hidráulico. En definitiva, también esta cuestión ha estado muy influida por el Estado.

Por tanto, la característica más destacable del sistema de asignación descrito es que, al contrario de lo que sucede con otros muchos bienes económicos donde es el mercado quién realiza este papel, ha estado fuertemente condicionado por la iniciativa del Estado.

Atendiendo más específicamente al régimen económico-financiero que en la actualidad regula los aspectos básicos de la utilización del dominio público hidráulico, hay que señalar que está recogido fundamentalmente en la propia Ley de Aguas de 1985 y en el Reglamento que la desarrolla, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. Sin embargo, es importante señalar la existencia de múltiples regímenes específicos de financiación que obedecen a razones de muy diversa índole, como se va a tratar de sintetizar.

En primer lugar, se registran casos de singularidad dentro de la propia legislación general citada. Es el supuesto de los aprovechamientos hidroeléctricos, cuyas obligaciones económicas se centran en el canon de producción al que están sujetas las centrales ligadas a infraestructuras del Estado, y que se inscribe no en la órbita de la legislación de aguas, sino en la de contratación de las Administraciones Públicas.

En segundo lugar, hay atribuciones competenciales que, al ser ejercidas por las distintas administraciones concernidas, pueden definir marcos económico-financieros adicionales o alternativos (caso de la normativa propiciada por la Administración agraria para las transformaciones en regadío, como se detallará más adelante; de los servicios de abastecimiento y saneamiento, donde existen importantes responsabilidades en al ámbito autonómico y local; o del amplio margen del que evidentemente disponen las CCAA en las cuencas intracomunitarias).

En tercer lugar, cabría citar las disposiciones que regulan, de modo disperso, las transferencias de recursos hidráulicos, actualmente existentes, entre cuencas hidrográficas distintas. Como se verá, algunas de ellas se pueden encuadrar dentro de los principios tradicionales de la legislación de aguas (trasvases Tajo-Segura, Guadiaro-Guadalete y Tajo-Guadiana), pero otras definen regímenes económico-financieros especiales (abastecimientos al campo de Tarragona y a Mallorca).

Finalmente, además de estas regulaciones citadas, que afectan directamente a las condiciones económico-financieras bajo las que se produce la oferta de los servicios del agua, no deberían olvidarse otras, como las existentes en los sectores agrario y, en menor medida,

eléctrico, por cuanto que condicionan la demanda de productos de estos sectores e indirectamente, por tanto, la utilización del dominio público hidráulico. Aunque en este documento no procede extenderse en ellas, no pueden despreciarse los efectos que, en el plano económico, tienen sobre la ordenación de los recursos hídricos españoles.

En el apartado siguiente se detallan, por su trascendencia en el desarrollo de infraestructuras hidráulicas, la Ley 7 de julio de 1911, aún vigente, y el Decreto 118/1973, de 12 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario. En lo que se refiere a la Ley de Aguas, se tomarán en consideración, no solamente las disposiciones básicas contenidas en el Título VI, dedicado específicamente a estas cuestiones, sino también algunas de las contenidas en el Título IV, especialmente las relativas a autorizaciones y concesiones.

3.7.2.2. Antecedentes históricos. La Ley de Obras Hidráulicas de 1911

Las ideas regeneracionistas en materia hidráulica y de regadíos se consolidan definitivamente en el ordenamiento jurídico con la Ley de 7 de julio de 1911, sobre construcciones hidráulicas para riegos y de defensa y encauzamiento, aunque debe citarse el antecedente de la Ley 7 de julio de 1905, cuya vigencia se mantuvo para las zonas regables de menos de 200 hectáreas. La conocida como Ley Gasset (modificada por la Ley de 16 mayo de 1925 y la de 24 de agosto de 1933), aplicable solamente cuando la extensión de las zona regable sobrepasase la cifra citada, establece una serie de auxilios públicos para la financiación del tipo de obras incluidas en la misma.

El Capítulo I de esta Ley, dedicado a las construcciones hidráulicas con destino a regadíos, señala que el Estado, además de encargarse de la redacción de los proyectos y otros estudios complementarios, dispone de tres procedimientos para canalizar las ayudas:

Ejecución por el Estado con auxilio de las localidades interesadas

En las transformaciones de secano en regadío, los propietarios de las tierras deben comprometerse a contribuir con el 50% de los gastos de construcción de las obras (incluido expropiaciones), si bien sólo deben satisfacer el 10% (que puede suplirse con la aportación de los terrenos que sea necesario ocupar), porque el otro 40% puede ser anticipado por el Estado a un interés anual del 1,5%, a devolver en 25 años a partir del quinto año de la fecha de terminación de las obras.

En las mejoras o ampliaciones de los regadíos existentes los regantes se comprometen a contribuir con un 60%, aunque de este porcentaje sólo el 20% deben aportarlo durante la ejecución de las obras (con la misma observación del caso anterior), porque el otro 40% puede ser anticipado por el Estado a un interés anual del 2%, a pagar en 20 años. Sendos Decretos de 15 de diciembre 1939 y de 27 de julio de 1944 incluyen, respectivamente, en este tipo de obras, las de revestimiento de acequias y las de recrecimiento de presas y otras complementarias, con algunas ligerísimas modificaciones en las cuantías y condiciones de ayuda.

Los auxilios se declaran compatibles con otras posibles subvenciones aportadas, en su caso, por las Diputaciones provinciales o la Administración Local. Una vez cumplidos los requisitos exigidos en la Ley, las obras pasarán a ser propiedad exclusiva de los propietarios o Comunidades de regantes, expidiéndose título de concesión a perpetuidad.

Asimismo, se prevé la posibilidad de que el Gobierno pueda ejecutar obras de regulación cuyo objetivo, complementario al del riego, sea el mejor aprovechamiento de la energía hidráulica, con el auxilio de las entidades que hayan de beneficiarse y en las condiciones que se acuerden.

En caso de que los interesados en la ejecución de las obras de riego reguladas por ella cuenten con la cooperación de entidades industriales dispuestas a aprovechar la energía hidroeléctrica que de tales obras pueda obtenerse, el auxilio exigido por el Estado se incrementará en un porcentaje, variable en función de las características técnicas del salto, que deberá ser cubierto por dichos usuarios industriales. Esta misma obligación se establece también para todas las concesiones de nuevos saltos (debiendo ser satisfecha en 20 anualidades) y se generaliza, con algunos matices, para los aprovechamientos de saltos existentes que se beneficien de obras ya realizadas por el Estado.

Ejecución por Empresas o Sociedades con auxilio del Estado

Se refiere a transformaciones de secano en regadío, debiendo acreditar los solicitantes la representación de los propietarios de la mitad, al menos, de la zona regable. En este caso, la subvención alcanza el 50% del presupuesto de las obras (incluido expropiaciones), más otro 25% en concepto de préstamo, a un interés anual del 2% y reintegrable en 25 años. Para estos supuestos, se contempla también la posibilidad de acogerse a la Ley de Auxilios de 27 julio 1883. Esta modalidad tuvo una escasa aplicación y por tanto muy poca trascendencia práctica. Cabe indicar la similitud

conceptual de esta fórmula con los modernos mecanismos de construcción y explotación de obras hidráulicas instrumentados por Sociedades Estatales.

Ejecución por cuenta exclusiva del Estado

Este procedimiento se reserva, siempre que se cumplan determinados requisitos, para obras comprendidas en los planes aprobados por las Mancomunidades Hidrográficas, en tanto no esté aprobado un Plan general de obras hidráulicas. Los terrenos afectados por las obras de puesta en riego quedan sujetos al pago de unas tarifas que progresivamente alcanzarán el valor legalmente aprobado. De forma análoga, los aprovechamientos industriales que se beneficien de las obras de ampliación o mejora ejecutadas por el Estado están obligados al pago de un canon. Este tercer procedimiento fue, con mucho, el más empleado de todos, y el único que en la práctica dio abundantes resultados.

En lo que se refiere a obras de defensa y encauzamiento (Capítulo II), los beneficiados por las obras de tal naturaleza deberán garantizar, al menos, el 25% del presupuesto total de las mismas, pudiendo hacerse efectivo en 20 años. Llama la atención lo dispuesto en la Orden 4 de abril 1923, a propósito de las actuaciones aquí reseñadas, por cuanto exige la realización de un estudio económico que demuestre que la riqueza que con ellas se va a crear o cuya ruina se podrá evitar, es superior a los gastos que las obras representan.

El sistema definido en la Ley, y que en síntesis se acaba de describir, fue perfeccionado por varios Decretos de convalidación de tasas (el 133/1960, el 134/1960 y el 144/1960), surgidos al amparo de la Ley de Tasas y Exacciones Parafiscales, de 26 de diciembre de 1958. Cada uno de ellos define, bajo un esquema similar, la estructura de la tasa que convalida: en el primero de ellos, las tasas de riego; en el segundo, el canon de ocupación o aprovechamiento de los bienes de dominio público; y en el tercero, el canon de regulación. A partir de este momento se acuña una terminología que acabará influyendo decisivamente en la Ley de Aguas de 1985 (Álvarez Rico et al., 1981).

Finalmente debe señalarse, en lo que se refiere a las zonas regables declaradas de interés nacional, la Ley sobre Colonización y Distribución de la Propiedad de las Zonas Regables de 21 de abril de 1949. Esta ley impulsa, en las décadas siguientes, las transformación de secano en regadío en grandes zonas, a través de actuaciones conjuntas entre el Ministerio de Agricultura y el de Obras Públicas, promulgándose en 1973 la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, cuyo texto refunde la legislación de colonización de grandes zonas y de concentración parcelaria.

En esta Ley se establecen ayudas del 100% para las obras de interés general (caminos rurales de servicio, encauzamiento y protección de márgenes en cauces públicos, acequias de enlace y otras obras varias); del 40% para las obras de interés común (redes secundarias de distribución y desagües), más un préstamo del otro 60% sin interés, reintegrable en 5 años a partir de la declaración oficial de puesta en riego; y, por último, para las obras de interés agrícola privado (red en parcela), una subvención del 30%, más un anticipo del otro 70% sin interés a devolver en 20 años. Al actualizar los reintegros, el resultado práctico era de un retorno al Estado casi inexistente.

3.7.2.3. Principios básicos del régimen vigente

En esta sección se examinarán los principios básicos inspiradores del régimen actualmente vigente en materia económico-financiera relacionada con las aguas. Este régimen se configura, como veremos, mediante cuatro figuras básicas, y un conjunto disperso de preceptos relacionados.

3.7.2.3.1. Las cuatro figuras básicas de la regulación actual

El vigente régimen económico-financiero, definido en el Título VI de la Ley de Aguas, se articula en torno a cuatro figuras fundamentales, cuya gestión y recaudación se encomienda a los Organismos de cuenca. Seguidamente se apuntan los rasgos básicos de estas cuatro diferentes exacciones que se deberán abonar por la utilización privativa del dominio público hidráulico, para exponer posteriormente los resultados de su aplicación desde la promulgación de la Ley de Aguas, los problemas planteados en esta aplicación práctica, y algunas reflexiones suscitadas al hilo de tales experiencias.

Canon de utilización de bienes de dominio público

Este canon, introducido en el art. 104.1 LA bajo la denominación de canon de utilización de bienes de dominio público hidráulico, y también conocido como canon de ocupación, grava la ocupación o utilización de los terrenos de cauces y lechos de lagos, lagunas y embalses sobre cauces públicos, que requieran autorización o concesión administrativa.

- Se aplica a todos los bienes del dominio público hidráulico excepto al agua.
- Está destinado a la protección y mejora del dominio público hidráulico afectado.

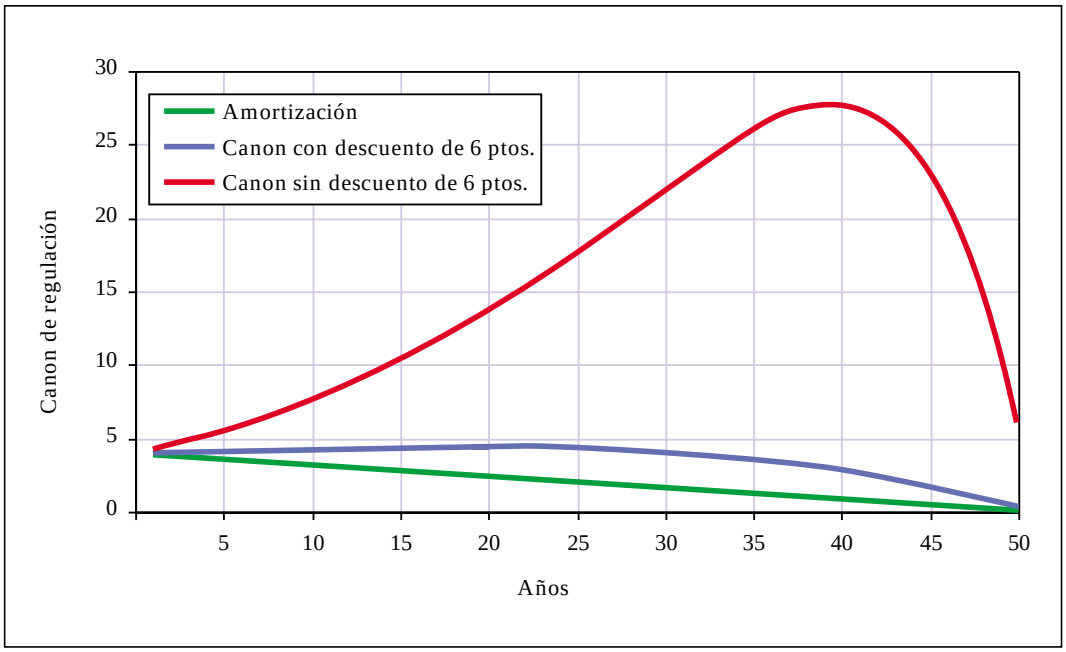


Figura 307. Evolución del canon de regulación (Inversión=100; Interés legal del dinero=9%)

- El importe se fija en el 4% de la base imponible, siendo ésta el valor del bien utilizado.
- Están exentos los concesionarios de aguas.

Canon de vertido

Esa exacción, introducida en el art. 105 LA bajo la denominación de canon de vertido, grava los vertidos autorizados conforme a lo dispuesto en los artículos pertinentes de la Ley.

- Está destinado a la protección y mejora del medio receptor afectado por el vertido. Se refiere a actuaciones relativas a la calidad de las aguas, conforme a los objetivos de calidad previstos en los Planes Hidrológicos de cuenca.
- El importe resulta de multiplicar la carga contaminante, expresada en unidades de contaminación, por el valor asignado a cada unidad. Se entiende por *unidad de contaminación* la producida por el vertido tipo de aguas domésticas correspondiente a 1000 habitantes, durante un año. Los detalles sobre estas unidades y las equivalencias para los vertidos de otra naturaleza, se fijan reglamentariamente. El valor puede ser distinto por tramos de río y se fijará según las previsiones de los Planes Hidrológicos de cuenca.

Canon de regulación

Este canon, introducido en el art. 106.1 LA, grava a los beneficiados, directa o indirectamente, por las obras de regulación de aguas superficiales o subterráneas realizadas total o parcialmente a cargo del Estado.

- Está destinado a compensar al Estado por sus aportaciones financieras.
- Su cuantía anual resulta de sumar los siguientes conceptos:
  1. Gastos de funcionamiento y conservación de las obras realizadas.
  2. Gastos de administración imputables a dichas obras.
  3. El 4% de las inversiones realizadas por el Estado, debidamente actualizado y teniendo en cuenta la amortización técnica de las obras. Reglamentariamente se determinó, mediante una fórmula, el tipo de amortización (lineal decreciente) y se fijó un período para la misma de 50 años. Si bien se contempla una actualización de la base imponible, se estableció un descuento (no previsto en la Ley) de 6 puntos porcentuales sobre el interés legal del dinero. Ello tiene, como se verá, importantes consecuencias.
- La distribución de dicho importe entre los beneficiados se realizará con criterios de racionalización del uso del agua, equidad y autofinanciación. Reglamentariamente se determina que estará en proporción a la participación en los beneficios generados por las obras. El valor unitario de aplicación individual, una vez establecidas las oportunas equivalencias entre distintos usos, viene dado en unidades de superficie cultivable (lo general en regadío), caudal, consumo de agua, energía u otra que se estime adecuada.

Como se indicó, la modificación reglamentaria tiene importantes consecuencias, que se ilustran en la figura

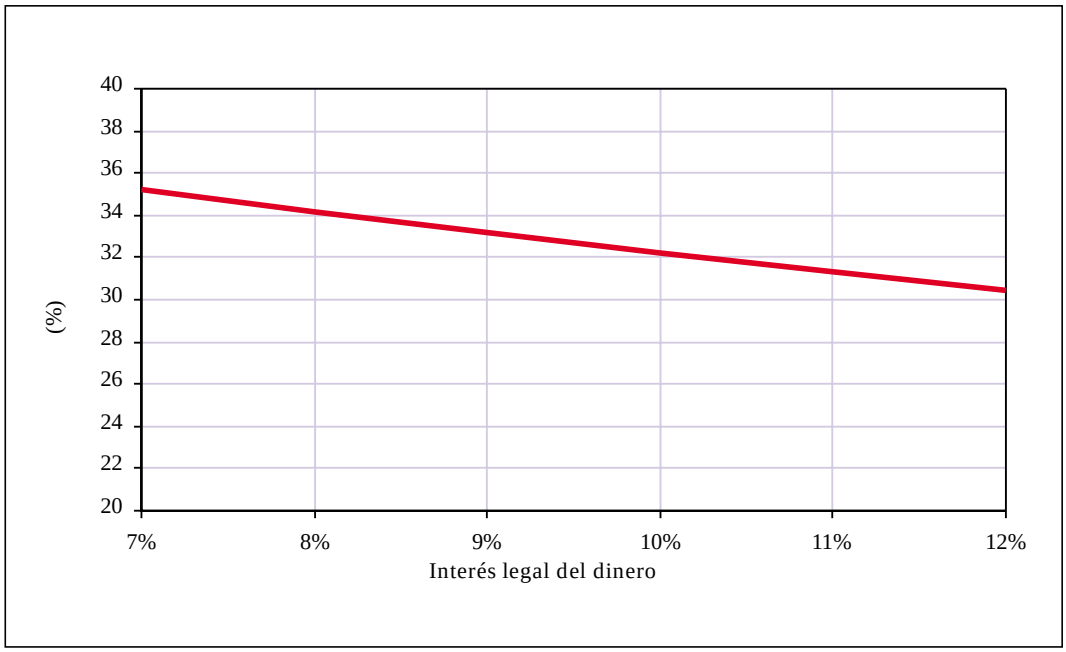


Figura 308. Participación de los usuarios en el pago de la inversión de regulación según el interés legal del dinero

307. En ella se ofrece el resultado de aplicar los conceptos anteriores, mostrando la evolución de la amortización y el canon de regulación con y sin el descuento de 6 puntos introducido en el Reglamento, en un supuesto de inversión 100 e interés legal del 9%.

La figura 308 muestra asimismo la participación de los usuarios en el pago de la inversión según el interés legal del dinero.

Tarifa de utilización del agua

Introducida por el art. 106.2 LA, esta exacción grava a los beneficiados por otras obras hidráulicas específicas (no de regulación) realizadas íntegramente a cargo del Estado, y por el concepto de la disponibilidad o uso del agua.

- Está destinado a compensar al Estado por sus aportaciones financieras.
- Su cuantía anual resulta de sumar los siguientes conceptos:
  1. Gastos de funcionamiento y conservación de las obras realizadas.
  2. Gastos de administración imputables a dichas obras.
  3. El 4% de las inversiones realizadas por el Estado, debidamente actualizado y teniendo en cuenta la amortización técnica de las obras.

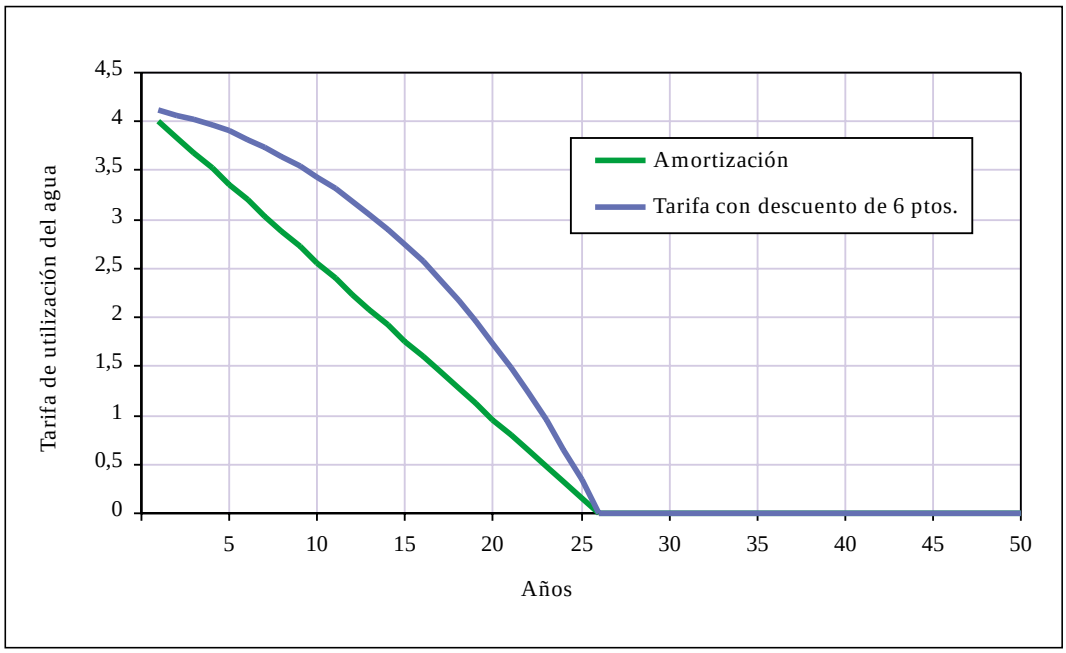


Figura 309. Evolución de la tarifa de utilización (Inversión=100; Interés legal del dinero=9%)

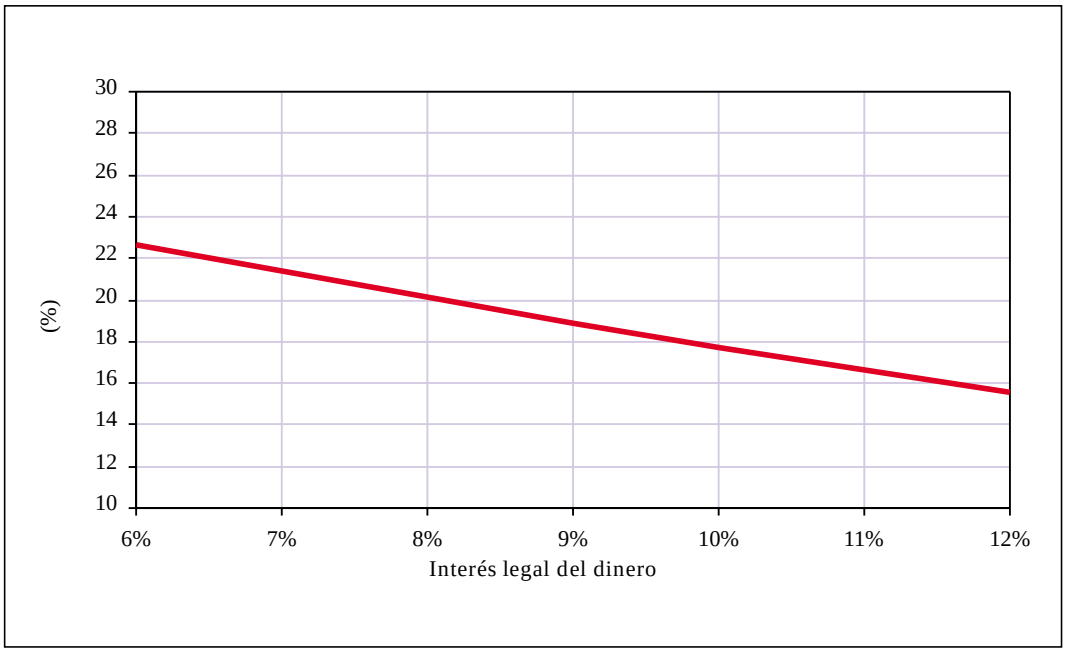


Figura 310. Participación de los usuarios en el pago de la inversión de utilización según el interés legal del dinero

También en este caso se fijaron reglamentariamente las características de ésta, siendo iguales a las que describieron para el canon de regulación, salvo la relativa al plazo de amortización, que se reduce a 25 años.

- De lo anterior se infiere que, al contrario de lo que sucede en el canon de ocupación, no se reconoce o no se contempla el valor económico del bien utilizado (el agua), que sigue teniendo por tanto la consideración de gratuito.
- La distribución del dicho importe del canon entre los beneficiados se realizará con criterios de racionalización del uso del agua, equidad y autofinanciación. Las precisiones reglamentarias realizadas para el canon de regulación sirven también aquí.

Como en el caso anterior, la modificación reglamentaria tiene importantes consecuencias, que se ilustran en la figura 309. En ella se ofrece el resultado de aplicar los conceptos anteriores, mostrando la evolución de la amortización y la tarifa de utilización con y sin el descuento de 6 puntos introducido en el Reglamento, en un supuesto de inversión 100 e interés legal del 9%.

De igual modo, la figura 310 muestra la participación de los usuarios en el pago de la inversión de la obra según el interés legal del dinero.

3.7.2.3.2. Incorporaciones recientes

La Ley 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social previó en su art. 173 la posibilidad del contrato de concesión de construcción y explotación de obras hidráulicas, para obras e infraestructuras vinculadas a la regulación de los recursos hidráulicos, su conducción, potabilización y desalinización, y al saneamiento y depuración de aguas residuales, teniendo el concesionario el derecho a percibir una tarifa como contraprestación.

El régimen económico-financiero previsto para el contrato, pendiente aún de ser desarrollado reglamentariamente, otorga a la Administración competente las siguientes atribuciones:

- Fijar las tarifas. Estas incluirán los gastos de funcionamiento, conservación y administración, la recuperación de la inversión y el coste del capital.
- Velar por el equilibrio financiero de la concesión.

Lo destacable de esta nueva figura es que, sin afectar al vigente régimen de utilización de los recursos hídricos, abre nuevas vías para la participación de la iniciativa privada en la oferta de infraestructuras hidráulicas. Esto es importante en la medida que posibilita la incorporación de capital privado al esfuerzo inversor y permite adelantar la ejecución de aquellas actuaciones cuya demanda no podía ser atendida por el sector público. Por otro lado, y acaso aún más importante, la cofinanciación por particulares induce a confiar en una mayor racionalidad económica de las iniciativas emprendidas.

3.7.2.3.3. Otros aspectos relevantes

Además de la regulación básica establecida en el régimen económico-financiero de la Ley de Aguas, hay otros preceptos de esta Ley que tienen importantes efectos económicos sobre la ordenación de los recursos hídricos. Así, deben destacarse algunos relativos al

régimen concesional en tanto que, junto a los supuestos de disposición legal, definen los derechos al uso privativo de los mismos e influyen directamente en su asignación. Cabe señalar, entre otros, los siguientes:

- Existen cánones basados en las concesiones, que no son ninguno de los previstos en las cuatro figuras del régimen general antes descrito. Es el caso de los cánones de producción hidroeléctrica, impuestos en la propia concesión.
- Las concesiones se otorgan en función del interés público, conforme a las previsiones de los Planes Hidrológicos, debiéndose observar el orden de preferencia que ellos definan o, en su defecto, el que determina la Ley. En todo caso debe respetarse la prioridad del abastecimiento a poblaciones. Sin embargo, en las situaciones de incompatibilidad de usos, para la toma de la decisión, sólo se contempla la posibilidad de evaluar la mayor o menor utilidad pública o general entre los situados dentro de una misma clase. Cualquier concesión está sujeta a expropiación forzosa en favor de otro uso que le preceda.
- Se entiende que es sin perjuicio a terceros, lo que en sentido estricto es teóricamente imposible dado que siempre hay alguna afección ambiental de mayor o menor entidad.
- Se fijan las características de la concesión: finalidad, ubicación, volumen anual concedido, generalmente en términos de caudal (en riegos también la superficie y la dotación; en hidroelectricidad las características técnicas de los grupos y el salto) y plazo, que deberá ser no superior a 75 años (en el caso de producción hidroeléctrica depende de la vida útil del equipo de generación). Estos plazos tan dilatados hipotecan la gestión de los recursos hídricos por un largo período.
- En las concesiones de agua para riego, en régimen de servicio público, la Administración aprobará los valores máximos y mínimos de las tarifas de riego a aplicar.
- El agua concedida queda adscrita a los usos indicados en el título concesional, sin que pueda ser aplicada a otros distintos, ni a terrenos diferentes si se trata de riegos. Salvo autorización administrativa, no se permiten modificaciones para adaptarse a posibles cambios en las condiciones que indujeron a solicitar la concesión.
- Las concesiones pueden ser revisadas por la Administración cuando se hayan modificado los supuestos determinantes de su otorgamiento y cuando así lo exijan los Planes Hidrológicos; en este último caso hay obligación de indemnizar. A pesar de la fuerza e importancia que tiene esta posibilidad en el plano económico, por el momento no ha sido aún utilizada.

Hay también un aspecto en el procedimiento ordinario de otorgamiento de concesiones que sobrepasa el ámbito puramente procedimental y que por sus implicaciones económicas merecería ser destacado. Es el relativo a la tramitación en competencia: en igualdad de condiciones se da preferencia a aquellos usos que supongan una utilización más racional del agua y una mejor protección del entorno. Este precepto confía, si bien muy restringidamente, en las ventajas de la competencia para la asignación del recurso.

Por último, se señala la filosofía que parece subyacer en el Capítulo relativo a los auxilios del Estado, en el que se prevén ayudas para quienes implanten instrumentos dirigidos a conseguir un menor consumo de agua o una menor carga contaminante. En efecto, aunque la Ley no ampara el abuso del derecho o el mal uso del agua, y parezca obvio que el uso racional del recurso deba ser un objetivo permanente de cualquier usuario, tal idea no se deduce explícitamente de este precepto. Posiblemente, la necesidad de una disposición de este tipo viene motivada por el vacío que, en este tema, deja sin cubrir el vigente régimen económico-financiero.

3.7.2.4. Resultados de la aplicación del régimen vigente

Una vez descritos en la sección anterior los rasgos básicos del actual régimen económico-financiero, se procede ahora a exponer los resultados obtenidos en la aplicación práctica de este régimen, desde la entrada en vigor de la Ley de Aguas.

Para ello se pasará revista a los datos de facturaciones de las distintas exacciones, y su contraste con los cobros realmente percibidos. Hay que indicar que ya la propia organización de la gestión del cobro es distinta en las diferentes cuencas, pues es frecuente que estas exacciones se facturen en forma particularizada a los distintos usuarios individuales, y no a las Comunidades de Regantes, como sería correcto y deseable. También hay que apuntar que algunos retrasos en la aplicación del nuevo régimen, junto con las distorsiones introducidas por las moratorias debidas a las sequías, contenciosos singulares, etc. hacen que las cifras ofrecidas deban contemplarse con alguna reserva respecto a su representatividad en situación ordinaria. Asimismo, los valores medios pueden ocultar importantes diferencias interanuales. Pese a todo ello, esta hipotética situación representativa no se diferenciaría sensiblemente de las magnitudes que se ofrecen.

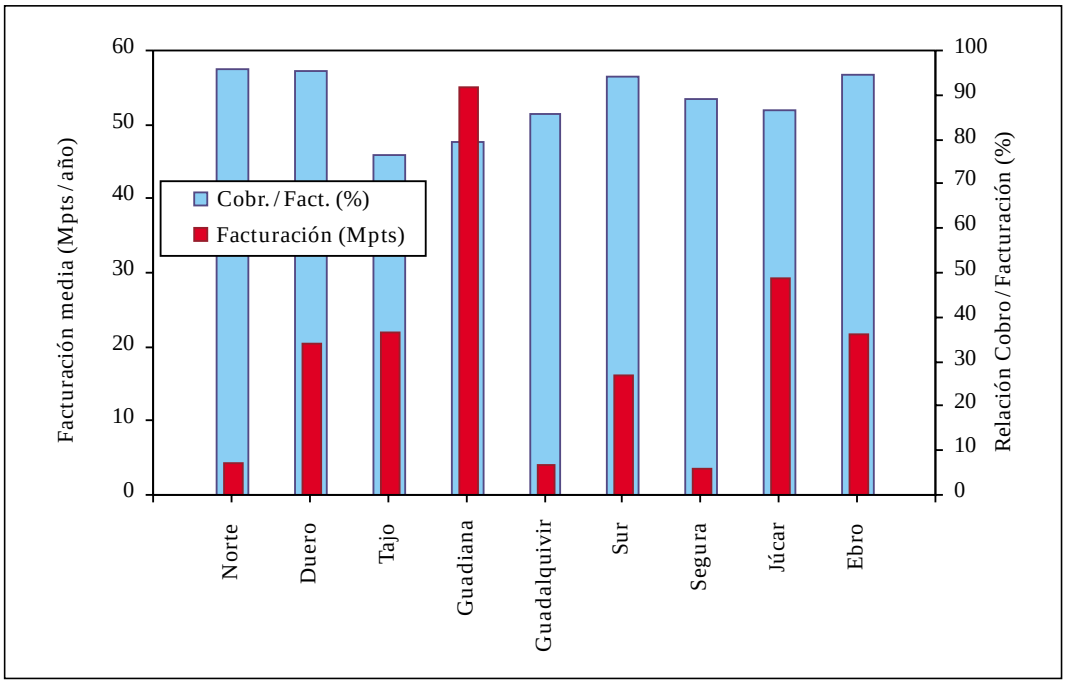


Figura 311. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público

3.7.2.4.1. Canon de utilización de bienes de dominio público (art. 104)

La figura 311 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997.

Asimismo, la figura 312 muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones.

Como puede verse, aunque se observa una tendencia globalmente creciente a lo largo del tiempo, la cuantía total de este canon es extremadamente reducida (del orden de unos 250 Mpts/año), lo que contrasta fuertemente con la intensa ocupación y utilización de los cauces, lechos, etc. que debe gravar.

Su porcentaje de cobro es en general elevado, situándose entre el 80 y el 90% en los últimos años.

El muy escaso valor del 4% de la base imponible (valor del bien), junto con la exclusión de los concesionarios, hace que este canon sea en la práctica inoperante para servir a su objetivo, que es el de la protección y mejora del dominio público afectado.

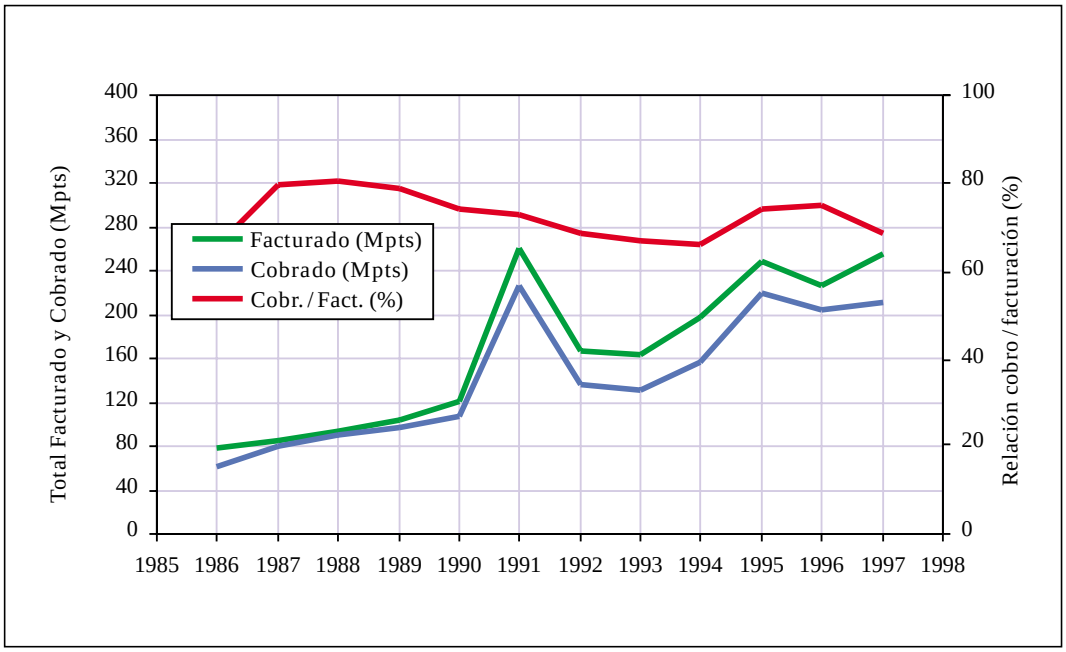


Figura 312. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público

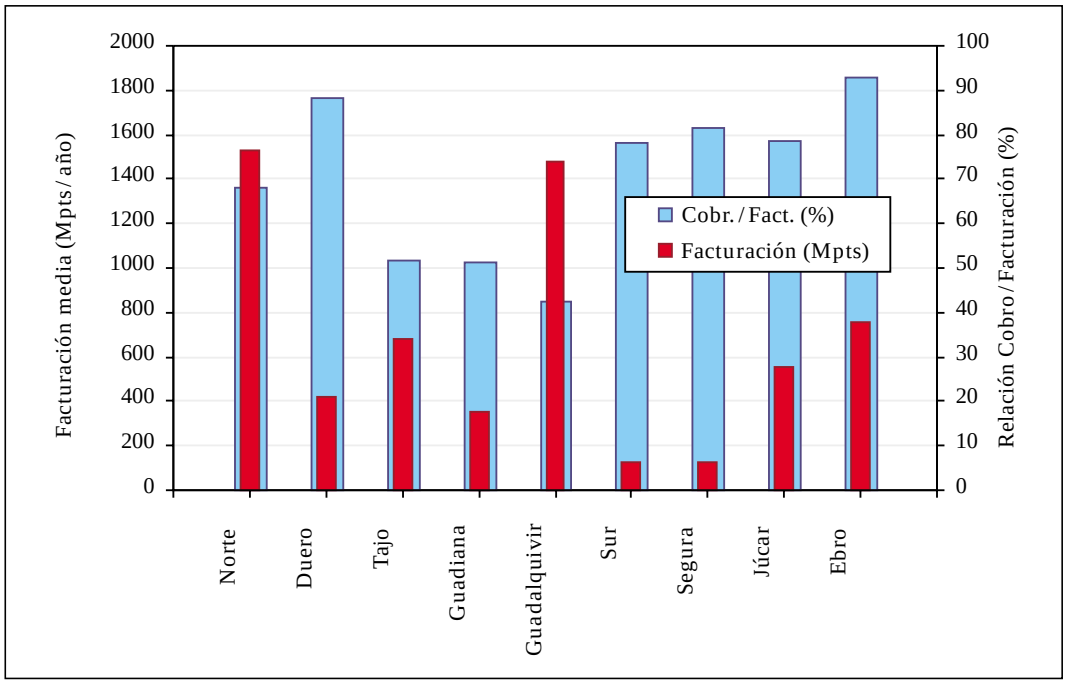


Figura 313. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de vertido

3.7.2.4.2. Canon de vertido (art. 105)

Como en el caso anterior, la figura 313 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997.

Asimismo, la figura 314 muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones.

Como se observa, esta exacción no se aplicó hasta el año 1988, cuando entró plenamente en vigor el desarrollo reglamentario específico.

Puede verse que, salvo una situación de crecimiento en el periodo 1988-1991, desde aquella fecha hasta hoy tanto la facturación como el cobro parecen haberse estabilizado en cifras totales del orden de los 6000-7000 Mpta y 4000-5000 Mpta respectivamente. La morosidad es, pues, muy relevante (del orden del 30-40%).

El sujeto pasivo de este canon es, en numerosas ocasiones, la Administración Local, lo que ocasiona que gran parte del mismo se abone por la vía -muy lenta- de compensación a través del Ministerio de Economía y Hacienda

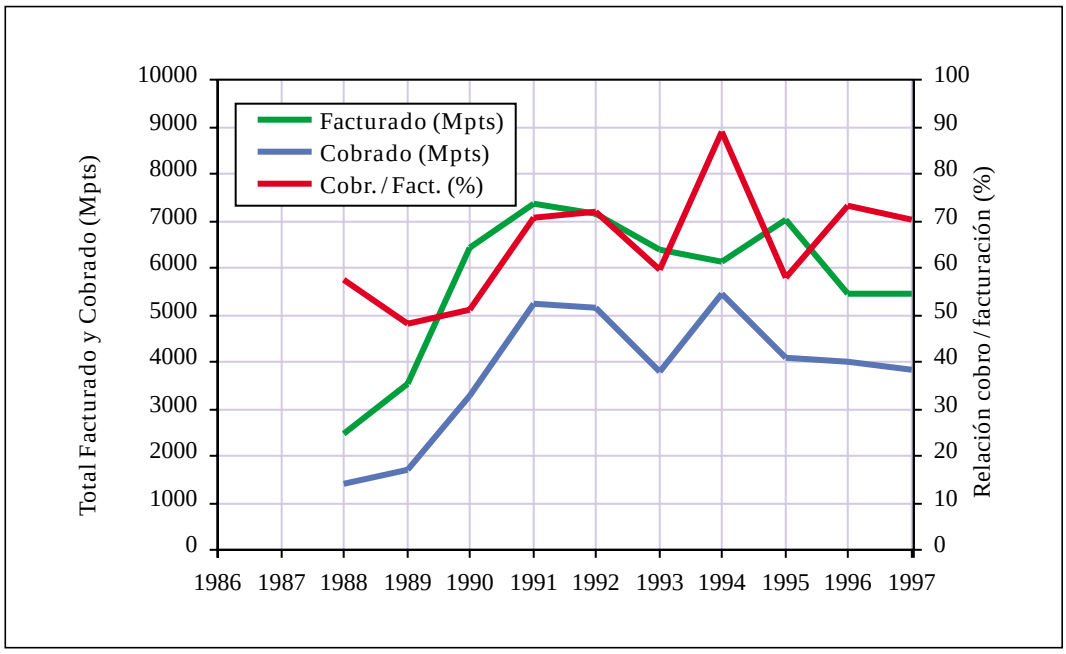


Figura 314. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de vertido

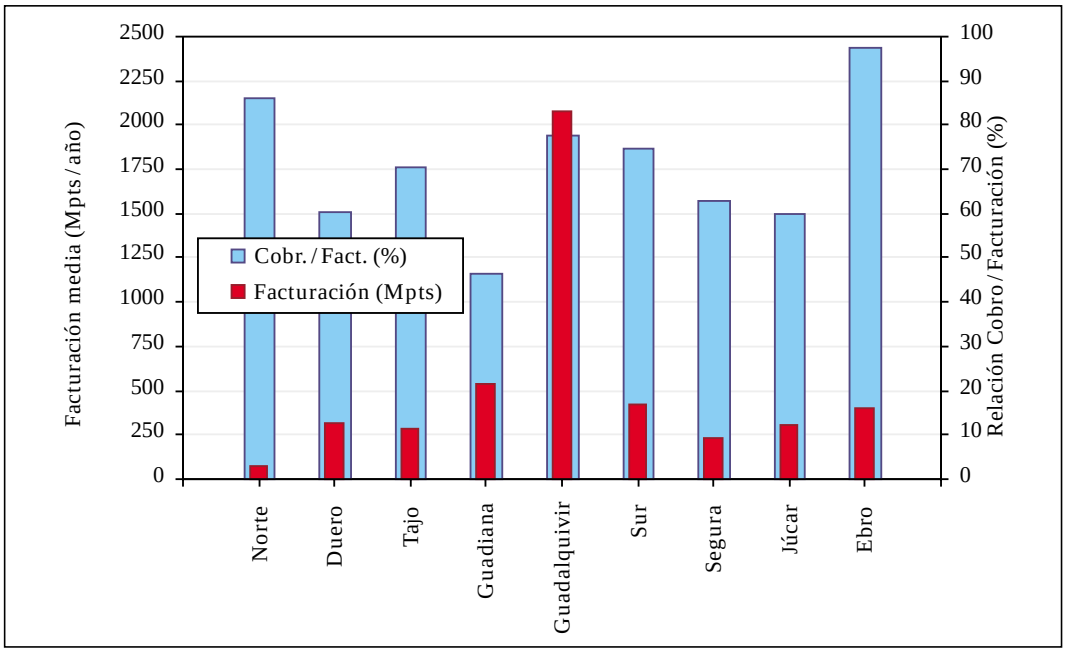


Figura 315. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de regulación

3.7.2.4.3. Canon de regulación (art. 106.1)

Como en los casos anteriores, la figura 315 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997

Asimismo, la figura 316 muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones.

Como se observa, y dejando a salvo moratorias y contenciosos, hay un cierto crecimiento inicial en el periodo 1986-1991, al que sigue una cierta estabilización hasta el 1996, y un muy fuerte incremento tanto en facturación como en cobro en el año 1997, debido con gran probabilidad a la recuperación tras la fuerte sequía de años anteriores. La recaudación se ha mantenido en niveles del 60-90%, acaso con tendencia global decreciente desde el 91, probablemente por la misma razón de escasez de suministro.

3.7.2.4.4. Tarifa de utilización del agua (art. 106.2)

Como en casos anteriores, la figura 317 muestra la distribución por Confederaciones Hidrográficas de las cantidades medias facturadas (Mpta) y la relación cobro/facturación (%) por este concepto económico, en valores medios del periodo 1986-1997.

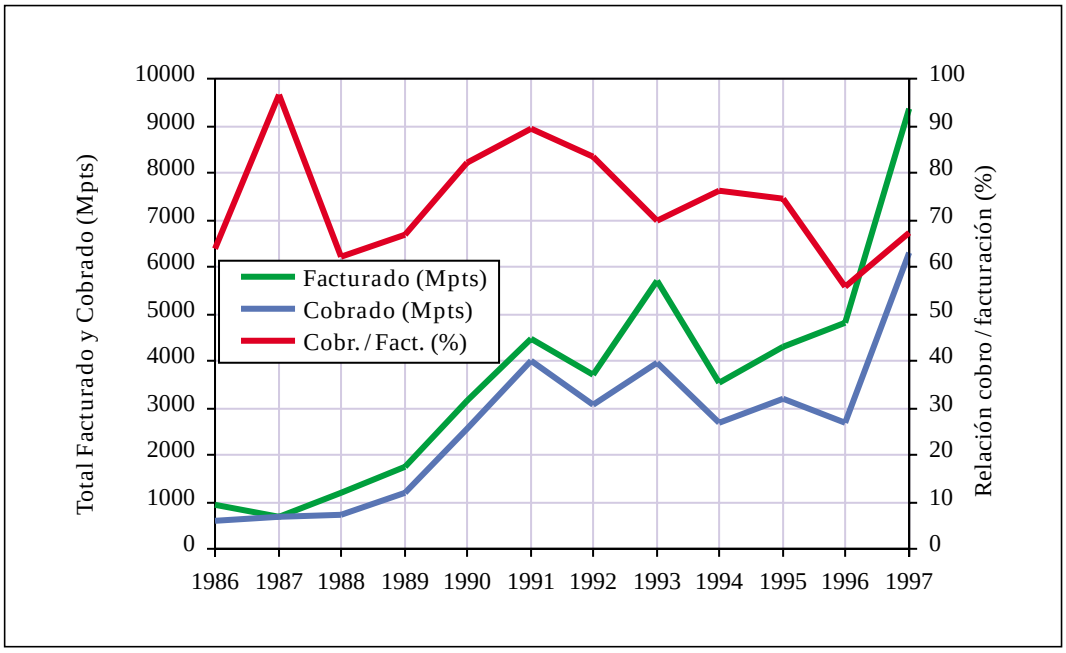


Figura 316. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de regulación

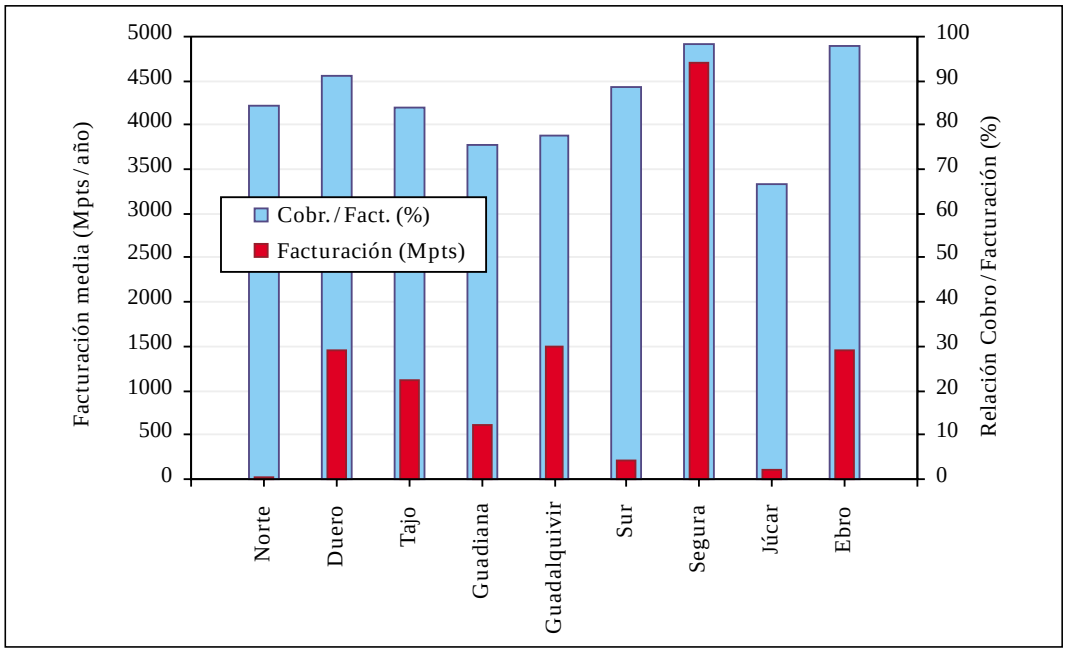


Figura 317. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua

Asimismo, la siguiente figura muestra la evolución temporal de estas magnitudes agregadas para el total de Confederaciones (fig. 318).

Como se ve, es el Segura la cuenca con mayores niveles de recaudación, de un orden de magnitud comparable a la suma de todos los demás (un 40% del total). La razón de esta singularidad es la tarifa del trasvase Tajo-Segura, que aunque regida por un régimen propio, no correspondiente a lo regulado en el art.106.2 LA, podría ser asimilada a ese concepto. El cobro de esta tarifa es del 100% de su facturación, y, dada su gran importancia relativa, se ha representado también en el gráfico a efectos ilustrativos.

Sin perjuicio de esta singularidad, parece darse un patrón global similar al anterior, con situación de crecimiento hasta el año 1991, estancamiento desde entonces, y fuerte crecimiento en el 96 y 97, sin duda debido a la superación de la sequía. Puede verse también que el porcentaje global de cobro es muy elevado, superando por lo general el 90%. Si se detrae la tarifa del trasvase, este porcentaje decrece hasta un 80%.

3.7.2.4.5. Síntesis de resultados

Agregando los resultados anteriores con objeto de tener una visión global, la figura 319 muestra la evolución desde 1986 -en que entra en vigor la Ley de

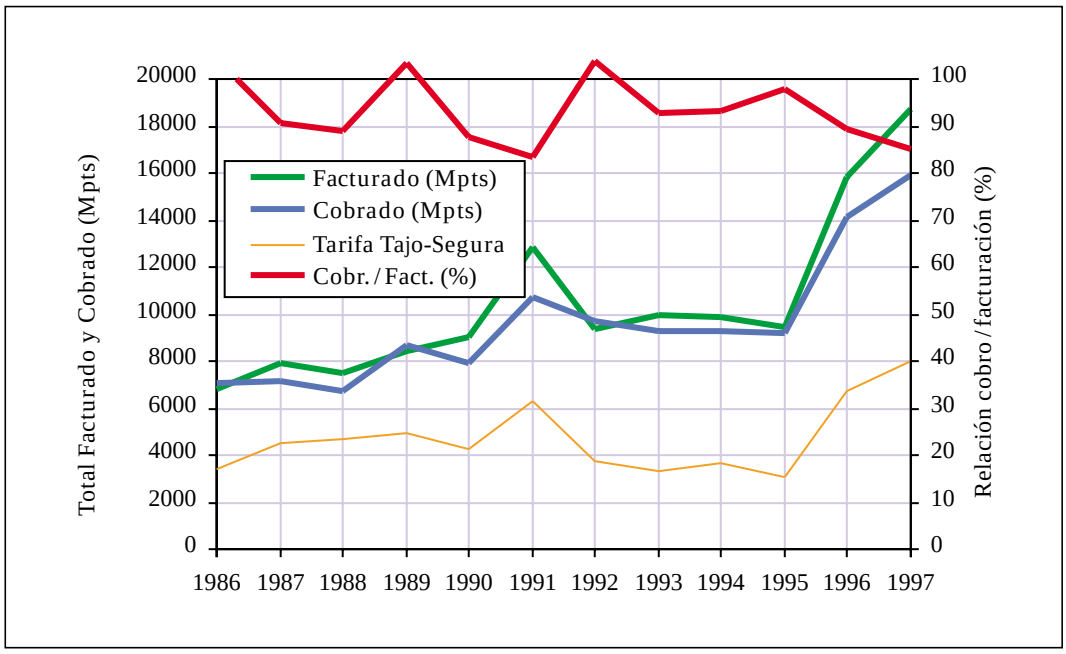


Figura 318. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua

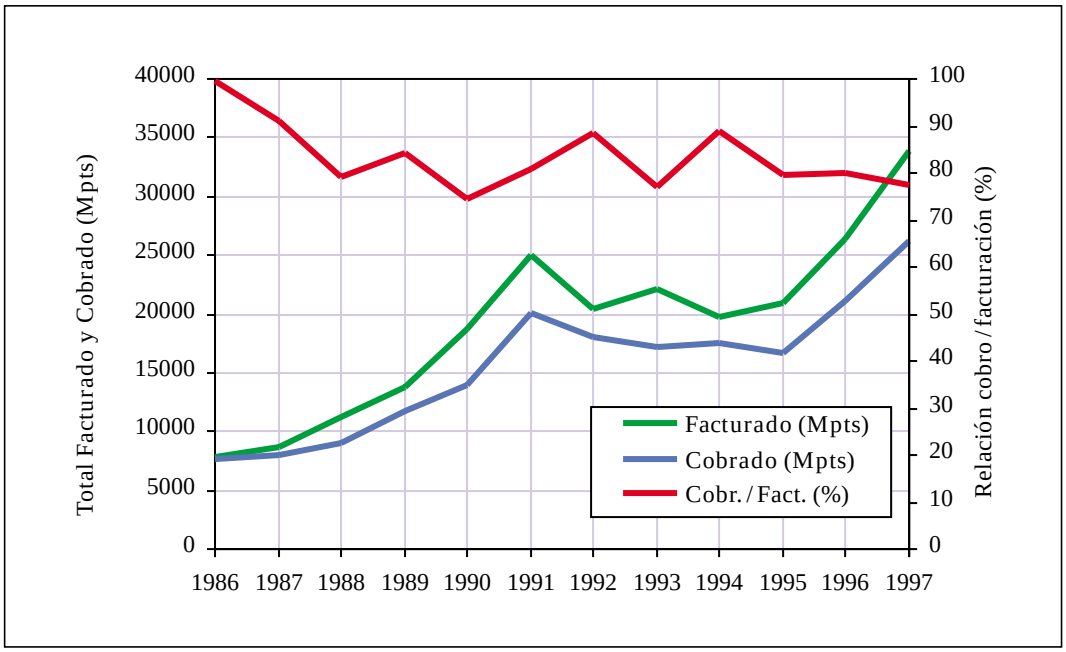


Figura 319. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado por todas las Confederaciones y todos los conceptos del vigente régimen económico-financiero

Aguas- de lo facturado y cobrado por todas las Confederaciones y todos los conceptos del régimen económico-financiero vigente.

Como se aprecia, cabría identificar tres periodos diferenciados. El primero, hasta el año 1991, en que se va desarrollando y aplicando progresivamente el nuevo régimen, con aumentos moderados de año en año. El segundo, desde el 91 hasta el 95 (coincidente con una intensa sequía), de estancamiento o ligero retroceso de la situación. Finalmente el tercero, desde el 95 hasta el 97 (caracterizado por una sensible recuperación hidrológica tras la sequía), con un fuerte incremento de la facturación y el cobro (sobre todo, y como era de esperar, debido al canon de regulación y la tarifa de utilización del agua). Por su parte, el nivel medio global de cobro se mantiene en torno al 80-90% en todo momento, si bien con heterogeneidades por territorios y por conceptos impositivos.

No considerando los años de transición y puesta en marcha iniciales, y adoptando como periodo indicativo de referencia los siete últimos años de la serie (1991-97), la situación media anual por cuencas es la mostrada en el gráfico de la figura 320.

La suma de todas las cantidades facturadas anualmente por las Confederaciones asciende - en el periodo de referencia - a unos 24.000 Mpta, de los que se cobran unos 20.000 (30.000 y 25.000 respectivamente si se

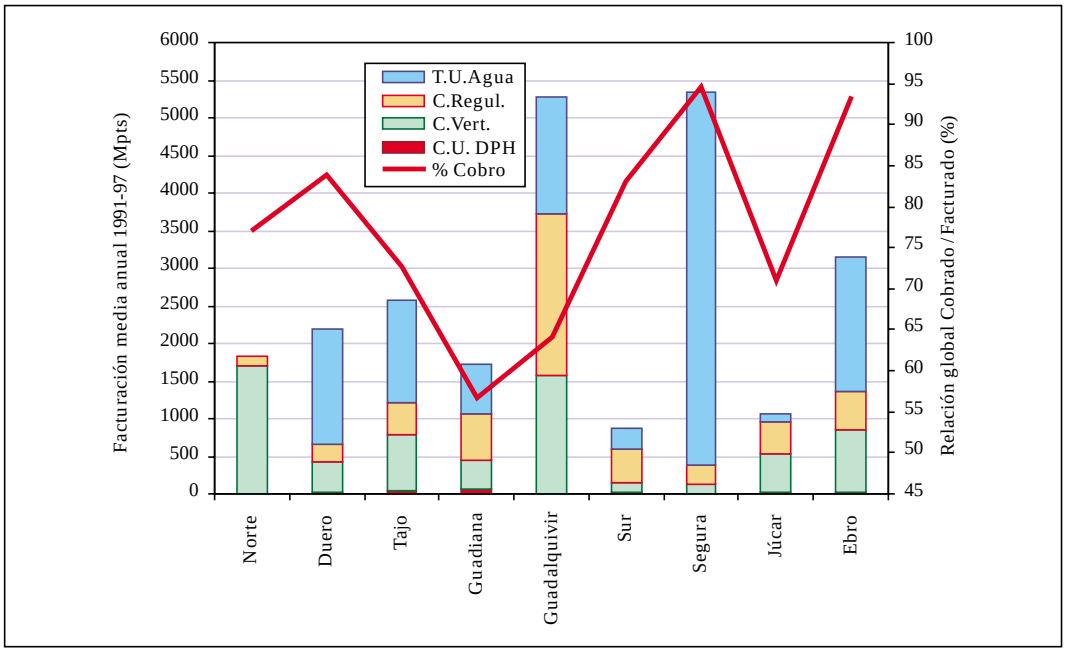


Figura 320. Valores medios por Confederaciones de la facturación por los distintos conceptos y la relación global cobrado/facturado

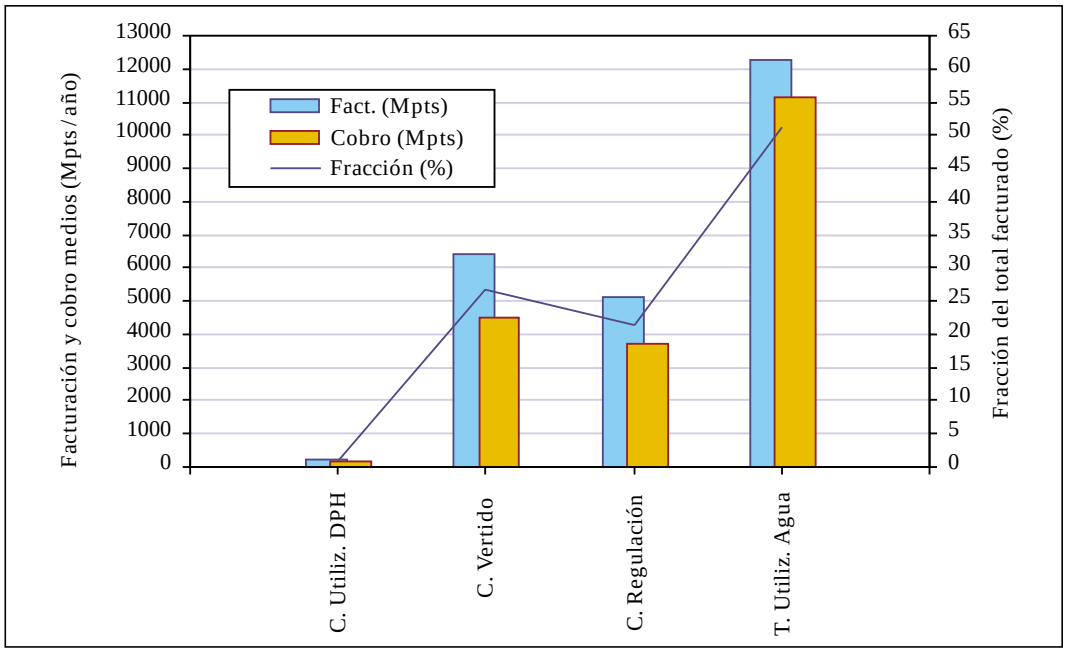


Figura 321. Valores medios globales de la facturación y el cobro según los distintos conceptos

toman los dos últimos años). Esta cifra viene a ser una fracción muy reducida de los Presupuestos del Estado anuales dedicados a aguas, y apenas podría cubrir ni siquiera los gastos de personal de la Administración hidráulica del Estado. Si se supone recuperación total de la sequía, con suministros ordinarios, y mejora del cobro, todo apunta a que las recaudaciones globales futuras no irían más allá de los 35 ó 40.000 Mpta/año, salvo modificaciones de calado en cuanto al número de sujetos sometidos a las exacciones o a la cuantía de las mismas.

La figura 321 presenta estas cifras del periodo de referencia desglosadas por figuras recaudatorias, lo que permite apreciar la importancia relativa de los distintos conceptos.

Como se observa, el canon de utilización de bienes del dominio público hidráulico es absolutamente despreciable (unos 220 Mpta/año facturados, lo no llega ni al 1% del total) frente a los otros. El canon de vertido (que factura unos 6.500 Mpta/año y recauda 4.500) presenta el mayor nivel de morosidad (el 30%), lo que, unido a otras graves disfunciones que se indicarán en el próximo epígrafe, aconseja su total reconsideración.

Sorprende asimismo que el enorme esfuerzo realizado por el Estado en materia de regulación hidráulica solo genere una facturación de 5.000 Mpta/año y un cobro de 3.700, cifras absolutamente despreciables (del orden del 0,2% de su valor de reposición, tal y como veremos al valorar el patrimonio hidráulico) frente a los costes reales de estas infraestructuras y los enormes beneficios generados por su uso.

La importancia de la tarifa de utilización del agua es manifiesta, pues su facturación supera la suma de la de los tres cánones restantes (unos 12.300 Mpta/año que suponen, tal y como se verá, del orden del 0,5% del valor de reposición de los canales). Si se recuerda que, como se dijo, aproximadamente un 40% de esta tarifa corresponde al trasvase Tajo-Segura, puede concluirse que este sistema -que moviliza menos del 3% del agua consumida en España- genera aproximadamente la quinta parte de la suma de todos los ingresos económicos que se producen en todas las Confederaciones por todos los conceptos vigentes. Tal desequilibrio no resulta en modo alguno razonable, y exige, como veremos, una profunda y radical reconsideración del problema.

3.7.2.5. Experiencias obtenidas y problemas planteados

Los problemas que inciden y se derivan de la situación que se acaba de describir son de muy diversa índole, algunos de los cuales provienen de ámbitos ajenos al estrictamente hidráulico.

En primer lugar, y yendo al origen histórico y conceptual del problema, debe señalarse que no se ha efectuado una completa previsión de las implicaciones que, sobre los recursos hídricos, cabía esperar de las distintas políticas practicadas en los sectores más demandantes de agua, en especial, de la política de auxilios hacia la agricultura. En efecto, las numerosas subvenciones y ayudas que, históricamente (y aún en la actualidad) han sido canalizadas hacia el regadío por parte de las Administraciones públicas han inducido unas demandas de agua que, a nivel nacional, han alcanzado niveles ciertamente elevados, y a unos precios en general alejados de los costes reales. Esta

situación no es, por cierto, exclusiva de nuestro país, sino que responde a una concepción histórica muy generalizada internacionalmente del papel de los recursos hídricos como incentivadores del desarrollo, y cuya disponibilidad debía facilitarse a costes mínimos por los poderes públicos. Este asumido sentido proteccionista y de subsidios es en buena medida el origen, siquiera psicológico, de la situación actual.

Si bien tales ayudas y subvenciones estuvieron con frecuencia completamente justificadas en el pasado, en base a las necesidades de autoabastecimiento y superación de situaciones de hambruna, la situación actual es bien distinta, y requiere un replanteamiento de tales supuestos inspiradores a la luz de los nuevos condicionantes económicos y medioambientales, que, en principio y sin perjuicio de las necesarias excepciones, no justifican un régimen de subvenciones generalizadas como el del pasado. Nos referiremos extensamente a estas cuestiones en el próximo capítulo, al estudiar los fundamentos de la política hidráulica.

En segundo lugar, y ya en relación con la regulación del régimen económico-financiero establecida por la Ley de Aguas y sus desarrollos reglamentarios, cabe apuntar los siguientes aspectos.

- No es un régimen de aplicación general a todos los usuarios del agua, sino solo a aquéllos que se benefician de determinadas obras o son titulares de vertidos autorizados.
- Como se vio, la eficacia recaudatoria de las exacciones es irregular, lo que cabe atribuirse no sólo al propio diseño conceptual del régimen económico-financiero y la desviación reglamentaria, sino también a la baja efectividad del sistema de cobro de las exacciones y los considerables retrasos con que frecuentemente se produce.

  Esta circunstancia impide, en primer lugar, la recuperación de los recursos financieros necesarios para una adecuada vigilancia, control, administración, mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas y protección del dominio público hidráulico y del entorno ambiental asociado. En segundo lugar, muestra la escasa internalización de los costes generados en el proceso por parte de los usuarios.
- La relevancia de este hecho no radica únicamente en el plano de la generación de ingresos, sino, especialmente, en el de sus efectos económicos sobre la demanda. En efecto, ninguna de las exacciones contempladas permite una gestión eficaz de la demanda, es decir, no induce a los usuarios a un comportamiento racional desde el punto de vista de la economía de unos recursos hídricos escasos.
- La complejidad (y a menudo casi imposibilidad técnica) del cálculo preciso de las cuantías de las exacciones, en la forma en que están planteadas, dificulta enormemente su aplicación y es fuente de numerosos contenciosos.
- En particular, en el canon de ocupación, que es el único que tiene en cuenta el valor real del bien utilizado, están excluidos los concesionarios de aprovechamientos, lo que hace que en la práctica tenga, como vimos, un efecto insignificante, puesto que no afecta a ninguno de los usos mayoritarios (regadío e hidroelectricidad).

  Su aplicación tomando como base el valor del bien ocupado (terrenos) da lugar a cuantías completamente despreciables. Una posible modificación podría orientarse no al valor del bien, sino al beneficio de su utilización.
- El canon de vertido, a pesar de estar basado en el principio básico de *quien contamina paga*, está mostrándose en la práctica completamente ineficaz para asegurar la adecuada calidad del agua de los ríos. Concebido como pieza fundamental del sistema económico-financiero para proteger la calidad del agua, ha sido objeto de una verdadera desnaturalización como consecuencia del desarrollo de los convenios suscritos con las Comunidades Autónomas.

  Como ejemplo, y tomando como referencia la Confederación Hidrográfica del Norte, donde esta exacción tiene -como se vio- una importancia esencial, el valor inicialmente recaudado era del orden de 5 pts/m^3 de aguas residuales. Considerando que los costes reales totales de inversión y explotación de las depuradoras son del orden de unas 100 pts/m^3 (70 de inversión y 30 de explotación), se deduce que la recaudación apenas cubría 1/6 de los costes de explotación, ó 1/20 de los costes totales. Si a esto se suma que el 85% de la recaudación va a las Comunidades Autónomas, lo que finalmente queda para la Confederación, con destino a la protección y mejora de la calidad de las aguas, es del orden de 0.75 pts/m^3, con lo que no ya es inabordable cualquier depuración, sino que ni siquiera se cubre el coste básico de un programa ambicioso de análisis y control de la calidad del agua.

  Por otra parte, los cánones de saneamiento puestos en práctica por distintas Comunidades Autónomas están basados en una filosofía y criterios similares a los del canon de vertido (fórmulas polinómicas con

la DBO, sólidos en suspensión…), lo que ha pervertido el sistema y generado una situación jurídicamente insostenible (superposición de cobros, dependencias de los convenios suscritos, etc.). La falta de desarrollo en los Planes Hidrológicos de las determinaciones asociadas al canon de vertido da asimismo una idea de la complejidad del problema.

El hecho de que gran parte de los vertidos carezca de autorización agrava aún mas, si cabe, esta indeseable situación.

Una posible salida a este estado de cosas sería la de reconsiderar los conceptos vigentes de forma que el canon de vertido se transforme en una tasa para la vigilancia y control del dominio público hidráulico, y no para la financiación de las obras. Esta financiación puede llevarse a cabo por las Comunidades Autónomas, que ya están en la práctica cobrando por este concepto, y ello sin perjuicio del necesario impulso y desarrollo de la planificación hidrológica en los aspectos de vertidos y calidad de las aguas, como instrumento de racionalización de las distintas actuaciones territoriales en las cuencas.

Si el fundamental servicio público de la vigilancia y control de la calidad de las aguas se entiende que ha de ser prestado por el Estado, no sería necesario establecer esta tasa, pero, en todo caso, y sea cual sea la solución que se arbitre, es preciso un urgente y radical replanteamiento de este canon.

- El canon de regulación y la tarifa de utilización, como ya se ha dicho, tienen por objetivo compensar al Estado por los recursos financieros aportados para la ejecución de las obras hidráulicas que gravan; pero no toman en consideración el valor económico que el agua tiene, aún sin dichas obras. Por tanto, no afecta a la mayor parte de los aprovechamientos de aguas subterráneas, ni a aquéllos que utilizan infraestructuras propias (la mayoría de los hidroeléctricos y muchos abastecimientos a poblaciones), ni a los regadíos tradicionales o anteriores a las obras de regulación existentes. Estimativamente, solo el 50% del regadío, el 25% del uso urbano e industrial, y el 5% del uso hidroeléctrico están sometidos a canon de regulación y tarifa de utilización (MOPT, 1993b).

  En estas exacciones no está clara a menudo la distinción entre gastos de funcionamiento y explotación e inversión, lo que sería sumamente importante, dada la muy diferente repercusión que tienen unos y otros en el cómputo de la cuota anual. Tampoco es inmediata la desagregación o singularización de los gastos de administración imputables a infraestructuras concretas.

  Cabe interpretar que el legislador, en una coyuntura de elevados tipos de interés nominal, tuvo la pretensión de no cobrar el interés real (cifrado éste en el 6%) y repercutir sólo la inflación. La paradoja surge cuando los tipos nominales están próximos a esa cifra, o son inferiores, como sucede en estos momentos.

  Además, este descuento de 6 puntos porcentuales que el Reglamento establece sobre el interés legal del dinero para la actualización de la cuota supone que el coste repercutido, en el canon de regulación, se sitúe únicamente en torno al 30%-35%, y en la tarifa de utilización muchísimo menos, para las tasas de inflación usualmente registradas en el pasado reciente.

  Finalmente, la distribución individual de estos costes entre los distintos usuarios, conforme a las disposiciones reglamentarias sobre la materia, viene acompañada de importantes subvenciones cruzadas. Efectuar dicha distribución entre los distintos beneficiarios en función del teórico beneficio que extraiga cada uno es un criterio que puede generar ineficiencias, al favorecer el mantenimiento de los usos menos productivos. Además, no existe un criterio nítido y común para la asignación de costes en las actuaciones de propósito múltiple, pudiéndose apreciar una gran disparidad en la forma de abordar esta cuestión en los cánones y tarifas elaborados por las Confederaciones. Conceptos clásicos como el de costes separables-beneficios remanentes no han sido debidamente considerados en nuestro ordenamiento ni en nuestra praxis administrativa, y las reglas habituales de proporcionalidad – arbitrarias en buena medida, y reinterpretadas en cada caso – pueden generar desigualdad entre los usuarios según el ámbito territorial en que se encuentre el aprovechamiento.

  Otro aspecto muy importante, en el caso del regadío, es que la unidad de cobro para la tarifa de utilización del agua es la superficie cultivable, en lugar del volumen de agua efectivamente consumido. Ello hace que, para el regante, el coste del agua sea un coste casi fijo que no puede disminuir aunque restrinja sus consumos, lo que no incentiva la economía de empleo del agua.

- Finalmente, y de forma genérica, un importante problema para el correcto funcionamiento del régimen económico-financiero y la eficacia de la gestión económica, es la correcta y nítida identificación de los beneficiarios de derechos al uso del agua. Cualquier reforma del régimen económico que se plantee en el futuro requerirá de mejoras significativas a este respecto, lo que nos remite de nuevo al fundamental problema de los Registros administrati-

vos de aguas, ampliamente tratado en otros epígrafes de este libro.

En definitiva, nos encontramos ante un sistema económico-financiero concebido por el legislador de 1985, heredero en buena medida de conceptos y disposiciones anteriores, cuya aplicación práctica presenta luces y sombras, pero que, como rasgo señalado (diferentes cuantías sectoriales y territoriales, anomalía del trasvase, etc.), ha resultado ser una aplicación *desigual*. Sin perjuicio de que el marco normativo de actuación sea el mismo para todo el territorio, las diferentes condiciones locales, los diversos hábitos de gestión de la Administración hidráulica, las distintas rentabilidades de los usos agrarios, el mayor o menor nivel asociativo y de autoorganización de los usuarios, las distintas disposiciones de las Comunidades Autónomas, las presiones políticas e intereses locales de los Ayuntamientos… han dado lugar a que, en la práctica, el carácter unitario y globalizador de la legislación estatal haya quedado muy diluido en su aplicación concreta, dando lugar a una situación que, debe decirse sin reserva alguna, presenta obvias deficiencias, y se ha alejado sensiblemente de lo que el legislador previó.

No obstante, la justificada crítica -con frecuencia y desde distintos ámbitos expresada- sobre las carencias y debilidades de nuestro sistema administrativo en la consideración económica de los recursos hídricos, no ha de conducir necesariamente, como si fuese una consecuencia inevitable, a la necesidad de profundas reformas legislativas.

En efecto, sin perjuicio de que puedan abordarse tales reformas estructurales en el futuro, una más eficiente aplicación de la regulación vigente, con posibles mejoras puntuales en aquellos aspectos que se estime oportuno (como acaso la comentada para el canon de vertido, o algún criterio de asignación de costes), contribuiría sustantivamente a la mejora de esta situación, e introduciría, sin duda, una mayor racionalidad en el uso y administración del recurso.

Así, y como ejemplo, conceptos económicos como el de *recuperación íntegra de costes,* propuesto en la Directiva Marco de aguas, podrían insertarse con toda naturalidad en nuestro ordenamiento vigente sin más que una consideración explícita en la fórmula de contribución al coste de las obras prevista en el apartado c) de los cánones y tarifas de las obras hidráulicas, y su adecuado desarrollo reglamentario.

Como es obvio, tal política económica -en principio deseable a largo plazo- habría de aplicarse, en su caso, de forma gradual y progresiva, evitando impactos socioeconómicos que pueden ser muy desfavorables para nuestras economías agrarias.

3.7.3. La regulación económica de los trasvases

Una vez estudiado el vigente régimen general económico-financiero de la Ley de Aguas, es interesante pasar revista, someramente, a las diferentes normativas específicas existentes en nuestro país con respecto al régimen económico-financiero de las transferencias intercuencas. Para ello, y siguiendo la sistemática exposición de Embid Irujo (1996), nos referiremos al trasvase Tajo-Segura, al abastecimiento al campo de Tarragona o minitrasvase del Ebro, al de Mallorca, al Guadiaro-Guadalete, y al Tajo-Guadiana. Otras transferencias existentes (del Ebro a Bilbao o Torrelavega, o del Tajo a las Tablas de Daimiel, en el Guadiana) carecen de régimen específico propio.

Como se verá, estos regímenes económicos presentan actualmente una gran diversidad, con la consecuencia práctica de posibles inseguridades jurídicas, distinto tratamiento - y, por tanto, consideración no equitativa- a los beneficiarios de las transferencias, y falta del necesario criterio único a la hora de evaluar económicamente posibles actuaciones futuras. Estamos pues ante una muy importante - y no resuelta - cuestión normativa, cuya consideración (conforme al art.43 L.A.) corresponde al Plan Hidrológico Nacional. La Ley del Plan podría, como veremos, subsumir todas las figuras existentes y, derogando su regulación específica, promulgar un régimen general, único, para todas las transferencias actualmente existentes y las que, en su caso, se dispongan en el próximo futuro.

3.7.3.1. Principios inspiradores y modalidades

Desde que, tras su concepción inicial por Lorenzo Pardo en 1933, se retomó en 1967 la cuestión de los trasvases intercuencas, la filosofía que informaba la política de estas actuaciones fue que las grandes obras de infraestructura que comportaban debían estar justificadas económicamente, eliminando o prescindiendo en ellas del espíritu proteccionista y subvencionador, ampliamente comentado, que había regido la política estatal en materia de regadíos desde la promulgación de la Ley de Auxilios de 7 de julio de 1911. De esta forma se aseguraba que las obras de trasvases hidrográficos eran de auténtico interés nacional, no solo por razones sociales, sino también económicas.

Este cambio de rumbo se debía fundamentalmente a que, como ya se ha indicado, la política proteccionis-

ta del Estado, aplicada desde principios de siglo y con antecedentes en el XIX, había conducido a que las tarifas de riego aplicadas hasta entonces no llegaran a representar, en el mejor de los casos, ni siquiera el 10% del coste real de las obras, situación realmente insostenible en una economía que tiende a regirse por precios de mercado, como es la que se venía aplicando en España desde la década de los sesenta, tras el fin de la autarquía. Los trasvases, como obras hidráulicas nuevas tendentes a resolver grandes problemas de desarrollo nacional, no podían continuar siendo regidos por directrices intervencionistas y proteccionistas, y esta idea se procuró establecer y asumir con claridad desde el primer momento.

Así pues, y como se verá en los próximos epígrafes, el trasvase Tajo-Segura y su regulación económica supusieron un avance extraordinariamente significativo en el proceso de reflexión y modernización del régimen económico de las obras hidráulicas, y de imputación de costes a los usuarios, por lo que le dedicaremos una atención especial en este Libro. Otros trasvases posteriores se ciñeron al régimen de la Ley de Aguas o establecieron regímenes propios, hasta llegar a la última actuación, que es el Negratín-Almanzora, con un régimen peculiar fruto de su procedimiento de ejecución mediante las nuevas fórmulas societarias puestas en marcha muy recientemente.

3.7.3.2. Trasvases con régimen económico-financiero inspirado en los principios tradicionales de la legislación de aguas

Entre los casos de transferencias que se regulan en su régimen económico-financiero por los principios tradicionales del derecho de aguas están los del Tajo-Segura, Guadiaro-Guadalete, y Tajo-Guadiana. En todos ellos, si bien con alguna peculiariedad, se dispone básicamente el principio tradicional de la asunción por los beneficiarios del coste de las obras y de sus gastos de mantenimiento y explotación.

3.7.3.2.1. El trasvase Tajo-Segura

La Ley 52/1980, que regula el régimen económico de este trasvase, llama a lo que debe pagar el usuario *tarifa de conducción de agua*, y la descompone en tres sumandos: uno primero correspondiente al *reparto del coste de las obras* entre la dotación de agua asignada (deducida de las concesiones o los compromisos), con correcciones según el uso; uno segundo para los *gastos fijos* de explotación (independientes del volumen anual trasvasado); y una tercera para los *gastos variables* (dependientes del volumen anual trasvasado).

Para el primer sumando, se prevé una actualización periódica de los valores de las inversiones, pero sin indicar la Ley la forma de esta actualización, y remitiéndose a la decisión del Consejo de Ministros. Además, y puesto que el funcionamiento actual del acueducto está limitado al 60% de su capacidad total (600 hm^3/año de la llamada *primera fase*, frente a 1000 hm^3/año de funcionamiento pleno), se prevé considerar este 60% de la inversión total a los efectos de amortización de las obras por los beneficiarios. Ambas características se desvían de lo previsto en la Ley de Aguas, pues el sistema de actualización de cánones y tarifas está regulado reglamentariamente (arts. 300 y 307 RDPH), sin las indeterminaciones de la remisión al Consejo de Ministros, y, asimismo, la Ley no prevé ninguna subvención o abono parcial de las obras hidráulicas que se amortizan. Una reciente sentencia ha estimado, sin embargo, la obligada amortización de las obras -siguiendo el principio general de la Ley de Aguas- ante la falta de previsión de su Ley específica.

Este sistema, concebido en los años setenta siguiendo las orientaciones de política económica nacional sobre la necesidad de imputar a los beneficiarios el coste de las obras, y terminar gradualmente con el proteccionismo del pasado, marcó, como se ha dicho, un importante hito en la política económica estatal en materia de economía de las obras hidráulicas al establecer las siguientes directrices principales para la elaboración de las tarifas de agua:

- Las obras de conducción principal, regulación y distribución, tanto en el Acueducto Tajo-Segura propiamente dicho (trasvase) como ya en la cuenca del Segura (postrasvase), no eran objeto de ninguna subvención, tal y como había sido práctica habitual en todas las obras de riego del país mediante la aplicación de la Ley de Auxilios del 7 de Julio de 1911 (se excluían de este tratamiento las redes de distribución, desagües y caminos e instalaciones complementarias propias de los sectores de las zonas regables y de los abastecimientos de agua a poblaciones). Esto se traducía en una importante elevación de tarifas que debía racionalizar, en términos económicos, la utilización de los recursos, procurando una mayor eficiencia económica en su asignación. Sin embargo, para las redes de distribución secundaria, propias de la región e independientes del trasvase, se seguían utilizando los criterios habituales. Posteriormente, con la Ley de Aguas de 1985 se instituyó la posibilidad de aplicar con carácter general la política no subvencionista, aunque se mantuvo la vigencia

de la Ley de 7 de Julio de 1.911 con objeto de que el Estado, cuando convenga a los intereses del país, pueda seguir aplicando políticas subvencionistas, pero ahora con carácter extraordinario.

- La recaudación obtenida por la parte de la tarifa de conducción de aguas correspondiente al concepto de aportación al coste de las obras se aplica, con independencia de los créditos consignados en los Presupuestos Generales del Estado, a inversiones que permitan un más rápido desarrollo de la cuenca del Tajo en materia hidráulica (lo que se llamó obras hidráulicas *de compensación*). Esta medida de reequilibrio, desde luego ausente de cualquier Ley o disposición previa, debería facilitar la posibilidad de trasvase al generar un flujo monetario en sentido contrario al de las aguas, que contribuiría a desarrollar las obras hidráulicas en la cuenca del Tajo, y elevar el nivel de renta de sus habitantes. Parecía lógico pensar que los territorios de la cuenca del Tajo tendrían interés en enviar los caudales sobrantes para obtener estos beneficios, pero en la práctica este aliciente no ha resultado tener gran eficacia, por lo que esta cuestión merece una reconsideración y una reflexión en el seno de la planificación nacional.
- La revisión de la tarifa cada dos años en función de la actualización de las inversiones, medida que supone una revalorización de activos que garantiza el poder adquisitivo del flujo monetario del Segura al Tajo, por lo que se debería mantener el interés económico de la cuenca del Tajo en el trasvase y se podría facilitar la realización de su segunda fase.

Estas condiciones económicas específicas para el trasvase Tajo-Segura pretendían unir a las dos cuencas con un espíritu de cooperación mutua. Por un lado, demostraban ante la opinión pública el valor económico del trasvase al constituir la primera obra hidráulica del país construida íntegramente sin subvenciones. Además, establecían una actualización permanente, porque las tarifas de agua no se congelaban.

De esta manera, el trasvase Tajo-Segura no sólo inició la corrección del desequilibrio hidrográfico del país, sino que, también, con sus especiales medidas económicas, supuso en cierto modo el origen de la posible y deseable corrección del desequilibrio económico que hasta entonces había imperado en el sistema tarifario de las obras hidráulicas, debido al espíritu excesivamente proteccionista del Estado. En este sentido constituyó un importante antecedente conceptual para la aplicación de los criterios económicos que posteriormente introduciría la Ley de Aguas de 1.985, sin entrar en los resultados prácticos, como se verá más bien escasos, que este régimen de la Ley ha producido en la práctica.

Pese las innovaciones que introdujo, es preciso reconocer que la Ley del trasvase no produjo totalmente los resultados esperados desde su aplicación a partir de 1.980, por lo que deben reconsiderarse ciertos aspectos si se plantean transferencias en el futuro.

Así, y entre otros, cabe señalar que la corriente monetaria del Segura al Tajo, que, como se ha dicho, se esperaba fuese un estímulo importante para facilitar el trasvase de aguas, no ha resultado suficiente, a la vista de las fuertes limitaciones impuestas a la derivación de caudales año tras año. Quizá una de las causas sea que la asignación específica a obras hidráulicas de los recursos económicos que la aplicación de la Ley proporciona a la cuenca cedente, de acuerdo con su artículo 6º y con el Acuerdo del Consejo de Ministros de 18 de Abril de 1.986 en su apartado 4º , sea demasiado restrictiva, sobre todo si no existe en la cuenca cedente especial interés o necesidad en nuevas obras hidráulicas, en general cada vez menos asociadas, como se explica extensamente en este Libro, a la riqueza y prosperidad de las regiones.

Por otra parte, es dudoso el principio de que deba gravarse a los usuarios con obras tendentes a promover el desarrollo económico de los territorios afectados por un trasvase, en lo que pudiera resultar una cierta superposición respecto a las ineludibles obligaciones de las Administraciones públicas en estos territorios (tal y como, por ejemplo, la provisión de los servicios de abastecimiento de agua a las poblaciones). Un marco teórico conceptual más adecuado podría ser el de la compensación por el valor de existencia de los recursos hídricos, y con destino a actuaciones de carácter fundamentalmente medioambiental.

3.7.3.2.2. El trasvase Guadiaro-Guadalete

Aprobada por la Ley 17/1995, de 1 de junio, esta transferencia de recursos desde el río Guadiaro, en el ámbito territorial del Sur, hacia el río Majaceite, afluente del Guadalete, en el ámbito territorial del Guadalquivir, prevé un trasvase máximo de 110 hm^3/año, con la condición de que no podrá derivarse ningún caudal mientras no circule por el río Guadiaro, en el punto de derivación, un caudal mínimo de 5 m^3/seg, y solo podrá trasvasarse el caudal circulante por el río que exceda de los indicados 5 m^3/seg, con el límite máximo instantáneo de 30 m^3/seg.

Su régimen económico sigue fielmente lo previsto en la Ley de Aguas en lo relativo al canon de regulación y tarifa de utilización.

De este regulación es interesante destacar que:

- La denominación que recibe la figura tributaria aplicada es la de *canon de trasvase*, y su finalidad es *completar la aportación económica del Estado y atender a los gastos de explotación y conservación correspondientes*.
- Los componentes del canon de trasvase son los tres previstos en el art. 106 LA, no habiendo distinción entre gastos fijos y variables de explotación, y existiendo una previsión específica de que la aportación que haga referencia a la compensación de inversiones -y solo esa- podrá minorarse o mayorarse en función de la utilización real del trasvase cada año.
- Se introduce una posible penalización por excesos de consumo.

3.7.3.2.3. El trasvase Tajo-Guadiana

El RDL 8/1995, de 4 de agosto, dispuso la derivación de recursos del río Tajo hacia la cuenca alta del río Guadiana, mediante toma en el acueducto Tajo-Segura.

En este caso, solo hay un par de cuestiones destacables:

- El principio de traslación completa de costes a los beneficiarios, pues se dispone que éstos *sufragarán los costes correspondientes de amortización, explotación y conservación de las mismas*.
- Una remisión reglamentaria en todo lo demás (base imponicle, sujeto pasivo, etc.), absolutamente amplia e inconcreta, lo que ha conducido a que, en la práctica, no se esté cumpliendo la traslación de costes prevista.

3.7.3.3. Trasvases con régimen económico financiero especial

3.7.3.3.1. El abastecimiento al campo de Tarragona

La Ley 1/1981, de 1 de julio, sobre actuaciones en materia de aguas en Tarragona, establece un régimen económico para el trasvase de aguas del Ebro consistente en prever un canon de 5 pts/m^3 que se repercutirá en la tarifa de suministro (dado que se trata exclusivamente de usos urbanos e industriales), y que se actualizará cada dos años a propuesta del MOPU.

Este canon se recauda por la Confederación del Ebro (en cuya competencia para el cobro se subroga la Generalidad de Cataluña en virtud del RD 2646/1985 de traspaso de funciones), siendo un Consorcio el que obtiene la concesión y realiza ciertas funciones en relación con la gestión del canon.

La finalidad del canon es proveer el pago del Plan de obras de mejora de infraestructura hidráulica del Delta del Ebro, y cuando concluya su amortización, se aplicará a *otras obras de infraestructura hidráulica en la cuenca que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos de la misma*, lo que claramente consiste en una compensación mediante obras hidráulicas a la cuenca cedente.

Es curioso notar que este canon será permanente (parece ciertamente un precio del agua), y que no está realmente destinado al pago de las obras del trasvase, sino a las obras del Delta del Ebro destinadas a conseguir *una mayor eficacia en la distribución del agua… recuperando las pérdidas que en la actualidad se producen en dicha zona*.

La evolución de las tarifas de este trasvase es la ya mostrada anteriormente, en el apartado de descripción de las transferencias existentes.

3.7.3.3.2. El abastecimiento a Mallorca

La Ley 34/1994, de 19 de diciembre, por la que adoptan medidas urgentes para el abastecimiento de agua a los núcleos de la bahía de Palma de Mallorca, dispuso la posibilidad de un trasvase de aguas desde el campo de Tarragona hasta Mallorca. Este trasvase está jurídica y técnicamente relacionado con el anterior, puesto que opera sobre los caudales a su vez trasvasados al campo de Tarragona.

Su tarifa de abastecimiento en alta es la misma fijada para el Consorcio de Aguas de Tarragona, incluyendo el mismo canon de la Ley de 1981, y otros gastos adicionales (como el del transporte en barco) a cargo del beneficiario.

3.7.3.4. Conclusiones

Como se deduce de lo expuesto, no existe una denominación común para los pagos por las transferencias de agua (tarifa de conducción del agua, canon de trasvase, canon), lo que induce una indeterminación nominal y jurídica que puede ser obviada mediante la planificación nacional.

En cuanto a las *subvenciones* estatales a las infraestructuras de los trasvases, solo hay mención específica y concreta en la Ley del Tajo-Segura, y ello por

razones del contraste entre el dimensionamiento del trasvase frente a su posible utilización actual. En el trasvase a Tarragona se dice que quedan prohibidas las subvenciones estatales para el aprovechamiento de las aguas concedidas, aunque se posibilitan subvenciones procedentes de los Presupuestos Generales del Estado para el Plan de infraestructuras del Delta que, de algún modo, pueden afectar a la revalorización del canon.

En cuanto a las *compensaciones* a las cuencas cedentes, todos los trasvases planteados vinculan -de alguna u otra forma- su sistema económico con tales compensaciones, que pueden ser interpretadas como una aplicación del equilibrio interterritorial (Menéndez Rexach y Díaz Lema [1986] p.638), o, en términos económicos, como una expresión del *valor de existencia* del agua derivada.

Admitida su universalidad, la diferencia está en las distintas fórmulas empleadas, pudiendo darse los casos de:

1. Afectación desde el primer momento del total del concepto de la tarifa destinado a compensar la inversión estatal a la realización de obras hidráulicas. Es el caso del Tajo-Segura y su componente de la tarifa de aportación por el coste de la obra.
2. Afectación de todo el canon a obras hidráulicas, pero en un momento diferido futuro. Es el caso de Tarragona, una vez amortizadas las obras del Delta.
3. Afectación desde el primer momento de un porcentaje de un componente del canon, a obras hidráulicas de compensación. Es el caso del Guadiaro-Guadalete, en el que este porcentaje del componente destinado a compensar la inversión del Estado, y destinado a las obras de compensación, se fijará por el MOPTMA.

Estos sistemas aportan sin duda ventajas positivas a la regulación económica de las obras, pero plantean también algunos serios inconvenientes.

En primer lugar, el concepto de recuperación de la inversión del Estado se pervierte si una fracción de su monto se desvía a las obras de compensación, pues de ser así, no hay verdadera y completa *recuperación* de la inversión realizada, sino solo de la parte que quede tras la desviación a las compensaciones.

Por otra parte, y como ya se apuntó en relación con el Tajo-Segura, determinadas obras sanitarias o de abastecimiento previstas como compensaciones son realmente exigencias jurídicas y necesidades sociales, por lo que no deben considerarse dádivas de los beneficiados por las transferencias.

Finalmente, y como también se dedujo de la experiencia del Tajo-Segura, no resulta deseable que las compensaciones se asocien necesariamente a infraestructuras hidráulicas en las cuencas cedentes. Dado que lo que realmente resulta interesante para los diferentes territorios es conservar la riqueza creada y promover el desarrollo socioeconómico, podría ser una fórmula de compensación más amplia el permitir la utilización de los fondos generados en otros proyectos cualesquiera de inversión, no exclusivamente del sector hidráulico, de naturaleza medioambiental, o incluso en gastos de explotación de sistemas hidráulicos en operación. El mecanismo de reequilibrio territorial de las transferencias hidráulicas podría, pues, ser en cierto sentido similar al del Fondo de Compensación Interterritorial, con el que mantiene, sin duda, ciertos paralelismos.

3.8. LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL AGUA

3.8.1. Introducción

Tras el examen de algunos rasgos básicos de la economía del agua en nuestro país, resulta conveniente repasar las características y problemas principales de su organización administrativa en materia de aguas.

Sin lugar a dudas, los problemas de la Administración pública hidráulica, de su adecuación a los retos y transformaciones del presente, y de la eficacia y calidad de su gestión, constituyen fundamentales desafíos - más allá de la tópica irregularidad espacio-temporal o la degradación de la calidad- a los que nuestro país se enfrenta a corto y medio plazo en materia de aguas.

Heredera y depositaria de una brillante tradición de servicio público, eficaz instrumento de importantísimas realizaciones en el último siglo, y decidida impulsora de grandes transformaciones socioeconómicas del pasado reciente, la crisis del modelo tradicional de política hidráulica, a la que nos referimos extensamente en otros epígrafes de este libro, así como las dificultades y falta de medios para adaptarse eficientemente a las nuevas coyunturas del presente, han situado a la Administración hidráulica en una situación problemática que requiere de urgente atención y diagnóstico.

Por supuesto que esta afirmación ha de acotarse en su justa medida, y no debe inducir un alarmismo infundado: lamentablemente esta crisis no es una extraña y singular anomalía en el contexto de la Administración Pública española, pudiendo afirmarse sin duda alguna que el nivel de eficacia en la gestión de la Administración hidráulica es absolutamente equiparable - cuando no francamente superior - al de muchas otras unidades sectoriales similares o instituciones públicas. Pero ello no es suficiente. Ni la urgencia y gravedad de los problemas planteados, ni los mandatos legislativos, ni las exigencias sociales, ni la fidelidad a la memoria y los esfuerzos tenaces y rigurosos del pasado permiten contemplar esta situación con resignación o con indiferencia.

Así, es evidente que el poder político con capacidad y competencia sobre esta Administración hidráulica no impulsó decididamente, tras promulgar la Ley de Aguas, su adecuación a las nuevas exigencias, ni propició la reconversión de sus estructuras, objetivos y capacidades al ritmo que exigía esta nueva legislación y, muy singularmente, las demandas sociales. Esta situación de desajuste plantea un serio problema de cara al futuro por cuanto las nuevas políticas del agua exigen, para su desarrollo y ejecución, un instrumento ágil, con capacidades y aptitudes de las que en gran medida no se ha dotado a nuestra actual Administración del agua.

De esta manera, los cambios legislativos de los años 80 han exigido de esta Administración una capacidad de actuación en materia de calidad, aguas subterráneas, medio ambiente, planificación y economía del agua, así como de estricta gestión del recurso en términos jurídicos y administrativos, que la separan, en parte, de su ámbito tradicional de actuación, y para la que, como ya se ha indicado, no se han dispuesto en absoluto ni los medios económicos ni los personales necesarios, a la par que no se ha hecho la necesaria reflexión sobre si su actual estructura orgánica y funcional, resulta la más conveniente.

3.8.2. Principales problemas de la actual Administración Hidráulica

Sin perjuicio de que en próximos capítulos del Libro, al hablar de la crisis del modelo tradicional y de los fundamentos jurídicos de la nueva política hidráulica, se haga un análisis más detallado de los problemas y cambios a introducir en nuestra Administración hidráulica, se pueden enumerar aquí algunas de sus insuficiencias más notorias para el tipo de gestión que, con toda seguridad, en los próximos años se le va a requerir:

a) Insuficiencia de efectivos personales y de medios tecnológicos para hacerse cargo de forma directa de la elaboración y ejecución del ingente número de proyectos que de hecho se le encomiendan. Ello conduce a la proliferación de asistencias técnicas y a la progresiva destecnificación y desincentivación de los cuadros profesionales, finalmente reconvertidos en gestores de contratos. Esto último podría no ser malo en sí mismo, pero, si se opta por este modelo, requiere ser tenido en cuenta explícitamente a la hora de diseñar las organizaciones administrativas y sus distintas funcionalidades.

b) Normativa sobre contratos poco adecuada a la realidad de la obra pública hidráulica y a la capacidad de asunción directa de responsabilidad sobre los proyectos por parte de los funcionarios.

c) Regulaciones de contratos y de procedimientos administrativos excesivamente prolijas y rígidas, inadecuadas para responder con la necesaria agilidad y eficacia a los cambiantes problemas y requerimientos sociales.

d) Insuficiencia del sistema económico-financiero de la Ley de Aguas para dar soporte a las altas responsabilidades que en materia de protección del

dominio público hidráulico y de la calidad de las aguas se le atribuyen a la Administración.

e) Falta de medios humanos cualificados en las especialidades distintas de las tradicionalmente propias de esta Administración, para hacerse cargo eficazmente de las nuevas funciones que la Ley atribuye a la Administración del agua (economía, derecho, química, geología, biología, etc).

f) Falta de procedimientos internos claros, que perfilen con nitidez los mecanismos de funcionamiento y las responsabilidades personales y corporativas en materia de proyectos y obras y de defensa del medio ambiente.

g) Excesiva atención, desproporcionada, al regadío del Estado, según una vocación tradicional cuya vigencia resulta hoy más que discutible.

h) Subsistencia de un sistema de gestión administrativa de concesiones y registros, que se ha demostrado poco eficaz para reflejar la realidad de los usos del agua, no adaptándose al nuevo marco legislativo y competencial con la necesaria agilidad y eficacia.

i) Mantenimiento de estructuras en los órganos centrales del Ministerio que se solapan parcialmente con las de las Confederaciones Hidrográficas, mermando la eficacia conjunta, la necesaria autonomía de los organismos de cuenca, y la clara definición de los mecanismos de cooperación y responsabilidades mutuas.

j) Inexistencia de una verdadera integración de los anteriores órganos administrativos con competencia sobre las aguas (Comisarías de Aguas y Confederaciones) en el seno de las nuevas Confederaciones Hidrográficas, y existencia, en la práctica, de una mera yuxtaposición de ambos Organismos, con funcionamiento similar al anterior pero con medios inferiores dado el incremento de responsabilidades, y la figura del Presidente como única e importante novedad con respecto a la situación previa.

3.8.3. El reto medioambiental

Una cuestión que, frente a un futuro replanteamiento de la organización de la Administración hidráulica, merece la pena resaltar, es la de cómo la consideración medioambiental del agua que dimana de la política de la UE, la incardinación de la gestión de las aguas continentales en el Ministerio de Medio Ambiente, y la propia demanda social, están colocando a los funcionarios de la Administración hidráulica ante unas responsabilidades - incluso penales por delito ecológico -, que no se corresponden ni con los medios ni con las estructuras que se han habilitado para hacer frente a estas nuevas responsabilidades.

Así pues, la Administración hidráulica está soportando, gracias en buena medida al sentido de la responsabilidad de sus funcionarios, una tensión que no les corresponde asumir y que es responsabilidad de todos eliminar, haciendo proporcionales los medios de que se dispone y las exigencias que se plantean.

3.8.4. Las comunidades de usuarios

Una clásica polémica doctrinal en el derecho de aguas español es el de la naturaleza jurídica de las comunidades de usuarios, oponiendo el criterio de que estas comunidades son verdaderamente y de modo principal Administración, o personas jurídico públicas, al criterio de que son de modo principal personas jurídicas privadas. La Ley de Aguas se ha decantado por la primera de estas interpretaciones, y las ha reconocido expresamente como entidades de derecho público, lo que permite inscribirlas sin duda dentro de este bloque dedicado a la Administración del agua.

Depositarias de una larga y fructífera historia, inicialmente definidas como de *regantes* y extendidas a *usuarios* por la nueva ley, estas organizaciones están llamadas a desempeñar un papel decisivo en la gestión del agua, y todos los esfuerzos que se hagan en la dirección de su mejora, apoyo y colaboración mutua resultarán, sin duda, eficaces y provechosos.

Son múltiples las dificultades y problemas que aquejan a estas organizaciones, y muy complejo su tratamiento dada la enorme diversidad de casos y circunstancias particulares. De entre las dificultades y cuestiones detectadas, y sin ánimo de exhaustividad, pueden resaltarse los siguientes aspectos.

Una preocupación constante y reiterada por parte de las comunidades y sus órganos representativos (la Federación Nacional de Comunidades de Regantes) ha sido siempre la del régimen económico del agua.

La posibilidad de que se impusiera un precio más allá de su coste, revisando el régimen vigente en la Ley de Aguas, ha sido motivo de rechazo por estas organizaciones, argumentando, entre otras razones, que históricamente nunca se había asignado tal precio; que no se consideraba que dicho precio tuviese eficacia disuasoria y fuera un instrumento para el ahorro de agua, dada la rigidez de la demanda que cubre necesidades y se mantiene aunque suba el precio; que su imposición implicaría la pérdida de competitividad de la agricultura española, ya en situación de natural desventaja frente al resto de Europa en cuanto a regula-

ción natural del recurso agua y cuantía global de esos recursos; y que además supondría una variación unilateral por parte del Estado de las concesiones vigentes que tienen las Comunidades de Regantes - poco respetuosa con el principio de seguridad jurídica -, que llevaría a la paradoja de que la indemnización a los concesionarios sería equivalente al precio del agua que tendrían que pagar, etc. (V. p.e. la interesante exposición de Valero de Palma, 1996).

Como reflexión general, y sin entrar en el análisis de estos argumentos, dejaremos indicado que es dudoso que puedan mantenerse en el futuro próximo, y por muy diversas razones. Las propias diferencias actuales entre Comunidades desde el punto de vista de sus tarifas y su gestión económica son bien reveladoras de la existencia de situaciones muy distintas - diríase que mundos diferentes -, para las que difícilmente podrán arbitrarse criterios comunes que puedan admitirse por todos. Ello, además, sin considerar nuevos tipos de regadíos que, por razones histórico-jurídicas, presentan otras figuras asociativas (no suelen estar constituidos en Comunidades de Regantes), y cuyo funcionamiento económico y capacidad gerencial resulta ciertamente bien distinto del usual en estas Comunidades.

Otra cuestión de importancia, también reiteradamente manifestada, es la que se refiere a la previsión legal de revisión de concesiones.

Para esta posible revisión se ha argumentado que debería tener en cuenta la condición histórica del regadío, las variables necesidades de agua de los cultivos, el estado de la infraestructura de riego y las condiciones topográficas y edafológicas de las parcelas de regadío, y que la revisión de una concesión como consecuencia de la realización de obras debería ser posterior a su ejecución, una vez alcanzados los objetivos de aumentar la eficacia. Además, la revisión debería dar lugar a la correspondiente indemnización y a las compensaciones adecuadas según los perjuicios causados, y que con carácter previo era necesario dar seguridad jurídica a las Comunidades de Regantes con concesiones vigentes.

Nos encontramos, sin duda, ante un asunto complejo y de gran relevancia global, pues del proceso de revisión podrían derivarse liberaciones de recursos nominalmente comprometidos que irían, en su caso, a incrementar las disponibilidades existentes.

Sin entrar ahora en la eficacia y posibilidades prácticas de este asunto, nos remitimos a otros epígrafes de este Libro donde se analiza con cierto detalle la cuestión de las concesiones, los registros de aguas y los derechos históricos, y se establecen los criterios fundamentales sostenidos al respecto.

Por otra parte, y ya en el plano normativo y organizativo, se ha apuntado por algunos autores (v., p.e., Jiliberto y Merino, 1997) que las Comunidades de Regantes, a pesar de constituir un elemento imprescindible para fomentar una gestión eficiente del agua, cuentan con un marco jurídico muy genérico que delimita vagamente sus deberes en la gestión del patrimonio público que utilizan, lo que redunda en la ausencia de unas normas de funcionamiento que serían exigibles de cara a la función social realizada. Así pues, no existe una norma rigurosa de gestión económica que obligue a llevar una contabilidad transparente que permita su análisis económico, lo que es causa de que las Comunidades de Regantes tengan dificultades para realizar una gestión económica moderna.

Siguiendo a estos autores, encuestas realizadas muestran que el modelo de contabilidad simple de caja es el más extendido (probablemente en más del 50% del total de Comunidades) entre las Comunidades de menos de 200 comuneros, y entraña una total opacidad financiera y patrimonial sin que se recojan los deberes y derechos como acreedoras y deudoras, y no pueda deducirse el resultado económico global de la gestión.

La contabilidad presupuestaria, implantada en un 13% del total de Comunidades, aunque permite estimar el balance de ingresos y gastos y un conocimiento detallado de la gestión financiera, es insuficiente para conocer el estado patrimonial y la situación real de endeudamiento.

Esta situación parece ser consecuencia del vacío legal existente en cuanto al régimen técnico y económico de las Comunidades de Regantes, lo cual resulta paradójico, habida cuenta de la trascendencia que tiene su papel de gestoras de buena parte de los recursos hídricos. Por el contrario, y dada la analogía existente, se constata que el régimen económico de las Cooperativas de Consumidores y Usuarios está por el contrario perfectamente regulado en la Ley General de Cooperativas (Ley 3/1987 de 2 de abril).

Una conclusión clara es, por tanto, la necesidad de profundizar en la normativa vigente para las Comunidades de Regantes, de forma que puedan en el futuro desempeñar un papel de gestores modernos, cumpliendo la función social que les confiere su carácter de Corporaciones de Derecho Público, y ello sin perjuicio de la vieja polémica doctrinal sobre su verdadera naturaleza jurídica.

En este sentido, y como ya se ha apuntado, todo el apoyo técnico, financiero, de información, y formativo de la Administración estaría justificado, ya que las mejoras que se consiguieran en la gestión del agua por las Comunidades de Regantes repercutirían en un beneficio para toda la sociedad.

3.9. LA PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

Ya se aludió, en los epígrafes dedicados a las asignaciones y reservas, a la cuestión de los Registros administrativos de aguas y su problemática específica. Como allí se indicó, y es obvio, el primer y fundamental requisito para una adecuada protección del dominio público hidráulico es el de su conocimiento, y ello supone necesariamente disponer de completos y actualizados Registros administrativos de aguas, cuestión sobre la que, sin volver a comentarla, se reitera su importancia.

Pero además de las aguas continentales, el dominio público hidráulico está constituido por los cauces de las corrientes naturales, los lechos de lagos, lagunas y embalses en cauces públicos, y los acuíferos a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos.

Todos estos componentes del dominio público hidráulico, y con frecuencia sus entornos asociados, requieren de especiales medidas de protección, tendentes a su preservación, mantenimiento y mejora, y a las que nos referiremos sucintamente en los epígrafes que siguen.

3.9.1. Deslinde

Como primera medida de protección, y aunque parezca más relacionado con medidas administrativas que medioambientales, ha de mencionarse el deslinde del dominio público. Es obvio que difícilmente puede protegerse aquello que no se conoce, por lo que, en muchos casos, se hace necesario el deslinde del dominio como primera y fundamental medida de protección del mismo. La extraordinaria longitud de los cauces fluviales del país hace inviable la extensión de esta práctica a su totalidad, por lo que es preciso priorizar las actuaciones en aquellas zonas donde el riesgo de usurpación, degradación u ocupación abusiva del dominio público hidráulico es mayor, y donde los problemas que pueden provocarse en relación con la ordenación del territorio y las avenidas presentan mayor gravedad.

Particular atención merecen los tramos de ríos situados aguas abajo de los embalses que, como consecuencia del efecto regulador y laminador de éstos, se ven sometidos con frecuencia a un proceso de invasión. Por ello resulta recomendable su deslinde antes de la entrada en explotación de nuevos embalses que pudieran desencadenar este fenómeno.

El proyecto LINDE, desarrollado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, tiene como finalidad alcanzar estos objetivos (Nieto Llobet [1995]; Villarroya Aldea [1997]).

3.9.2. El retorno fluvial. Conservación y restauración

3.9.2.1. Introducción

El río constituye un complejo ecosistema fluvial que puede albergar varios miles de especies de seres vivos y que es, por tanto, soporte de una compleja red de relaciones ecológicas. Ignorar esta realidad y considerar únicamente al río como un canal que transporta una corriente de agua es una visión parcial y reduccionista de una realidad fluvial mucho más rica y compleja que la meramente hidráulica.

La gran variabilidad de características de los cauces: rápidos y remansos, arena, roca y grava; cascadas y pozas; luz y sombra; calor y frío, etc, conforma una importante diversidad de *microbiotopos* que hacen posible la existencia de cientos de *nichos ecológicos* distintos, y que son necesarios para hacer posible la supervivencia de toda su compleja y sensible biocenosis (flora y fauna).

El equilibrio de este complejo ecosistema fluvial está condicionado por una serie de factores básicos como son los parámetros físicos (temperatura, densidad, tensión superficial, viscosidad, etc.), las condiciones dinámicas resultantes de la disipación de energía por su movimiento descendente, y la calidad química y biológica de las aguas. Sobre estos factores se producen una serie de procesos metabólicos que, comenzando con la fotosíntesis de las algas, establecen una gran variedad de condiciones bióticas que regulan y condicionan la biomasa de todas sus redes ecológicas.

La vida de cada especie presente en los ríos se relaciona con todas las demás en cada uno de los microbiotopos del río. El primer escalón (fitoplancton) depende muy directamente de la existencia de determinadas cantidades de gases y sales disueltas en el agua. La existencia de las algas hace posible la del zooplancton y, sobre éste, la del complejo mundo de los invertebrados y de todo el ecosistema. En la base de esta cadena se encuentran la luz solar y los elementos simples que constituyen los nutrientes. Finalmente, el propio ecosistema es capaz también de reciclar materia orgánica en forma de bacterias y excrementos o cuerpos del zooplancton.

Las condiciones de vida de un cauce natural pueden llegar a ser muy exigentes y cambiantes, y una muestra de ello es cómo sólo una pequeña parte del total de especies de seres vivos ha sido capaz de colonizar las

aguas dulces. Existen en el mundo apenas 14.000 especies de algas, 1.100 de plantas superiores y casi 14.500 de metazoos, adaptados a las aguas de nuestros ríos y lagos, cifras muy reducidas si se las compara con el casi millón y medio de especies de seres vivos conocidos. Las especies que se han adaptado a las duras condiciones mencionadas dependen ahora del río para su supervivencia y, en este sentido, es fundamental que el río conserve unas características lo más próximas posibles a las naturales.

La gestión tradicional del agua y el aprovechamiento intensivo de los suelos de las vegas de los ríos, debido a su alta fertilidad, han producido a lo largo de la historia, junto con innegables beneficios socioeconómicos, un patente deterioro de los elementos del medio natural que conforman el río y su entorno, con el frecuente correlato de un empobrecimiento de la biodiversidad de sus ecosistemas. Lamentablemente, allí donde la accesibilidad lo permite, los bosques ribereños han sido con frecuencia eliminados o profundamente modificados, produciéndose la alteración de los ecosistemas naturales o la aparición de especies foráneas y, en el mejor de los casos, su reducción a una estrecha banda junto al cauce. En buena parte se han visto sustituidos por cultivos agrícolas y forestales (choperas) que, de manera especial en los ambientes mediterráneos, encuentran en las vegas condiciones óptimas de desarrollo. Además, las llanuras de inundación de los ríos han sufrido el efecto a menudo más devastador del pastoreo y de las extracciones de áridos. Sin embargo, algunos bosques de ribera se conservan sin alteración aparente, debido a la inaccesibilidad de los valles en los que se encuentran, asegurando así su naturalidad.

Una síntesis del papel del agua en los ecosistemas es la ofrecida por Prat (1995), mientras que una descripción del estado ecológico en que se encuentran diferentes tipos de ecosistemas acuáticos en España puede verse, p.e., en Prat (1998). En los próximos epígrafes se pasa revista a algunas de estas cuestiones básicas.

3.9.2.2. Cauces, riberas y márgenes

En el marco de la protección y recuperación del entorno fluvial, los conceptos de *cauces, riberas y márgenes,* sin olvidar sus definiciones legales, pueden y deben ser tratados desde un punto de vista funcional, de tal manera que a los cauces se les considere como el soporte físico por el que discurre el agua de la que dependen los ecosistemas acuáticos; a las riberas como el espacio físico donde se asientan las plantas que viven sumergidas o junto a las aguas, y a las márgenes como los terrenos donde se asientan las plantas dependientes de suelos húmedos (en términos geomorfológicos, llanuras de inundación). En definitiva, que se perciban estas realidades con un enfoque ecosistémico e integrador (González del Tánago [1998]).

La figura 322 muestra esquemáticamente los conceptos y relación entre cauces, márgenes y riberas de un río según la reglamentación vigente.

La vegetación que ocupa los cauces y terrenos ribereños en los ríos españoles está compuesta por un 20% de bosques de ribera, un 30% de cañaverales, zonas pantanosas y comunidades turbófilas, y el 50% restante corresponde a saucedas, zarzales, etc. (Sánchez-Mata y de la Fuente, MOPU, 1986).

Con carácter general en los tramos altos de las cuencas se pueden encontrar abedules, chopos temblones, tilos, sauces de montaña, etc., mezclados con especies propias de esos tramos como son los abetos, hayas, robles, brezos, etc. En los tramos medios aparecen las típicas formaciones de ribera como alisedas, olmedas o choperas, acompañadas de las formaciones arbustivas de sauces. Finalmente, en las zonas bajas de los ríos aparecen con mayor frecuencia las alamedas de álamo blanco y los sauces de tipo arbóreo. Un complemento de arbustos y plantas herbáceas completan un marco de extraordinaria belleza, calidad ambiental y paraíso para la contemplación.

Además de un importante efecto en la laminación de crecidas por desbordamientos del cauce a las márge-

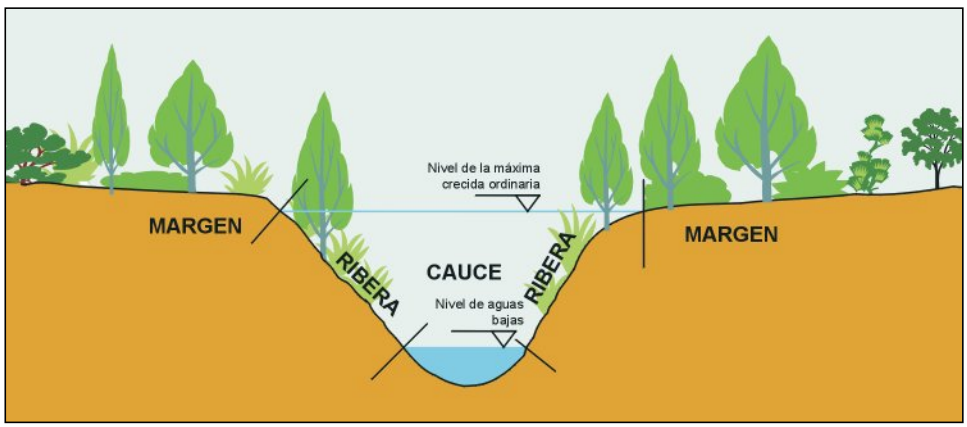


Figura 322. Márgenes, cauces y riberas de una corriente fluvial

nes inundables, estos sotos y riberas fluviales poseen también una enorme riqueza faunística y de modo muy especial ornítica. Los anfibios (salamandras, tritones, sapos, sapillos y ranas) están representados con numerosas especies en peligro y endemismos. Tampoco faltan las culebras de agua que utilizan las aguas y sus riberas así como otras numerosas especies de mamíferos (nutria, ratas de agua, musarañas, topillos, etc.). La riqueza de aves es sobresaliente y el carácter aislado de algunos tramos fluviales los transforman en últimos refugios para numerosas especies en peligro de extinción.

Las riberas fluviales son, pues, biotopos potencialmente riquísimos y lugares de privilegio para el asentamiento de las comunidades animales que les son propias. La realidad indica, sin embargo, que muchos de estos cursos fluviales han sido profundamente modificados por la actividad humana en todas sus formas, por lo que resulta sumamente importante identificar y preservar los tramos de los ríos que aún se conservan en buen estado (SEO/BirdLife [1996]).

Así, es imprescindible, en primera instancia, partir de un conocimiento real del estado de las comunidades biológicas de los ríos y su entorno fluvial. Lamentablemente, no existen a nivel nacional inventarios sistemáticos exhaustivos de las especies existentes, por lo que debe comenzarse por conocer el grado actual de conservación de los ríos. Como interesante antecedente de este inventario, desde el punto de vista de la planificación hidrológica, pueden recordarse los trabajos de caracterización de poblaciones piscícolas fluviales de las distintas cuencas, llevados a cabo por la Comisión de Recursos Hidráulicos en el marco del II Plan de Desarrollo (PG [1967] Anejo 3).

En función de los resultados obtenidos, la actuación más urgente sería, en principio, la estricta salvaguardia de los tramos mejor conservados y de los que tengan mayor interés ecológico, científico o pedagógico, preservándolos tanto de agresiones directas en su entorno inmediato como de la degradación de sus cuencas vertientes. Una vez asegurada la supervivencia de estos tramos se debería proceder a la recuperación de los cursos con un grado de alteración no muy elevado, a través del desarrollo de las propuestas indicadas, actuando, por último, en los tramos más profundamente alterados. Así se reencontrarían los beneficios de los ríos y su entorno fluvial, íntimamente relacionados con la regeneración de estos ecosistemas, sin olvidar su posible utilización como áreas recreativas.

Cada problema concreto de restauración fluvial requerirá soluciones específicas que sólo podrán formularse después del análisis de cada situación; no obstante, algunas directrices de carácter general pueden ser la estabilidad estructural de los cauces, la preservación de sus condiciones en función de la diversidad de biotopos dentro de la unidad ecológica que constituyen el cauce, las riberas y la llanura de inundación, un conocimiento profundo de los procesos ecológicos, hidraúlicos y morfológicos, etc.

3.9.2.3. Lechos de lagos, lagunas y embalses

En cuanto a los lechos de lagos, lagunas y embalses, hay que distinguir dos situaciones claramente diferenciadas: los de origen natural, a los que se debe dotar de un plan de gestión individual, y los de origen antrópico, embalses fundamentalmente. Estos últimos, cuya superficie de lago total se acerca a los 3.000 km2, producen efectos ambientales de distinto signo. Algunos son negativos, como la desaparición de hábitats que implica su llenado, con la destrucción de los ecosistemas presentes en el fondo de sus vasos, o las cejas que se forman debido a la carrera de embalse, con pérdida de suelo y ausencia de vegetación, lo que hace peligroso el tránsito de vertebrados desde el monte al embalse, al quedar expuestos al alcance de predadores. Otros son positivos, al permitir recrear la vegetación de ribera y servir de reemplazo a los humedales naturales perdidos a lo largo de la historia, etc.

Por otra parte, la construcción de nuevas presas y sus embalses en cerradas con poca accesibilidad -y, por tanto, bien conservadas- puede producir, en algunos casos, la desaparición de formaciones ribereñas valiosas si no se adoptan las oportunas medidas compensatorias.

3.9.2.4. Efectos antrópicos sobre el entorno fluvial

Existen actividades humanas que pueden repercutir negativamente sobre las características ecológicas de los ríos y su entorno. Entre éstas cabría citar los aprovechamientos agroganaderos, la tala de los sotos fluviales, los vertidos incontrolados, las canalizaciones y encauzamientos, los dragados de los cauces, la modificación de los cursos fluviales, las construcciones dentro del cauce, las presas y azudes, la refrigeración de centrales térmicas, las piscifactorías, la extracción de áridos, etc.

En cuanto a los efectos negativos que las citadas actividades pueden ocasionar en los ríos y ecosistemas circundantes, pueden mencionarse los siguientes: invasión de biotopos naturales, destrucción de micro-

biotopos muy variados, ocupación de suelo ribereño, modificación del paisaje natural, desplazamiento de especies de animales y vegetales, contaminación de las aguas y los suelos, acumulación de desperdicios y basuras, antropización general de los ríos, etc.

Un ejemplo de actuación antrópica que puede provocar efectos negativos sobre el entorno fluvial son los encauzamientos realizados para defensa frente a inundaciones, que producen un acusado empobrecimiento de la diversidad biológica y una fuerte artificialización del paisaje. En algunos países occidentales, como Alemania, Holanda o Estados Unidos, se han cuestionado los principios por los que se llevaron a cabo estas actuaciones, de tal manera que algunos encauzamientos ejecutados a lo largo de este siglo están siendo destruidos, recreando la sinuosidad del cauce existente antes de su corrección, y ejecutando actuaciones *blandas,* bien integradas en los paisajes. Las razones para este cambio de orientación, que ha dado lugar a fuertes conflictos en los últimos años, se deben, fundamentalmente, a una mayor presión social por la recuperación de la naturalidad de los ríos y al cuestionamiento de la idoneidad universal de este tipo de actuaciones como medida de defensa, si bien es frecuente, en zonas urbanas consolidadas, que no haya otro medio posible para la defensa de las poblaciones ribereñas.

Un claro ejemplo de alteraciones negativas producidas por algunos encauzamientos es la evolución que han sufrido los bosques aluviales de ribera o galería, de gran valor ecológico, y de cuya buena conservación se derivan importantes beneficios: estabilización de márgenes, reducción de la erosión, laminación de avenidas, filtros verdes, alta diversidad biológica, refugios de flora y fauna amenazada o sensible, valor paisajístico y, especialmente, carácter de excepcionales corredores ecológicos que conectan espacios naturales de otra forma aislados entre sí.

De acuerdo con estos planteamientos, la realización de encauzamientos fluviales debería llevarse a cabo, fundamentalmente, en los tramos de ríos que atraviesan núcleos de población consolidados, evitando, mediante instrumentos de planeamiento y ordenación territorial, la ubicación de asentamientos urbanos o industriales en zonas inundables, y siempre tras un riguroso estudio de alternativas y de sus efectos finales.

Naturalmente no todas las obras producen efectos negativos y también es evidente que su importancia depende de numerosos factores que derivan de sus particulares características ecológicas, paisajísticas y sociales.

3.9.2.5. El problema del aporte de áridos a las playas

Las aportaciones de áridos a las playas por los ríos y ramblas constituyen un factor esencial para su existencia, mantenimiento y conservación, y son aspectos que no siempre han sido tenidos en cuenta debidamente en el diseño y ejecución de obras de regulación y encauzamiento de los cauces de agua. Ello, unido a otra serie de factores, ha provocado en numerosos puntos de nuestra costa una rotura del equilibrio entre las aportaciones de áridos por sus fuentes naturales y las pérdidas originadas por la acción del mar, dando como resultado un proceso de erosión y retroceso de la línea de costa, con pérdidas sensibles de superficie de playa.

El mantenimiento de nuestras playas constituye un valor esencial no sólo desde los puntos de vista ambiental, cultural y sociológico, importantes por sí mismos, sino también desde el punto de vista territorial, como protección del propio territorio frente a la erosión provocada por el mar y, muy especialmente para nuestro país, desde el punto de vista puramente económico, al constituir las playas un soporte básico para la actividad turística, sector - como se vio - de extraordinaria importancia (casi un 11%) en términos del Producto Interior Bruto.

En consecuencia, resulta ineludible, de una parte, analizar y tener presente el riesgo que toda obra o actuación en el cauce de ríos o ramblas pueda representar para la unidad fisiográfica costera correspondiente, y, de otra, arbitrar medidas eficaces que contrarresten los efectos negativos que aquéllas puedan causar, con el fin de mantener las fuentes de aportación de áridos y el necesario equilibrio sedimentario.

El primer aspecto citado se puede conseguir mediante los correspondientes estudios de dinámica fluvial y litoral, que afectarán no sólo a las nuevas actuaciones hidráulicas que se acometan sino también a las ya realizadas.

En cuanto al segundo, se trata de seleccionar aquellas medidas correctoras que resulten más aconsejables a la luz de los distintos intereses en juego y las características de cada cauce, que, a título de ejemplo, pueden abarcar desde el mantenimiento de un caudal sólido mínimo en aquellos sitios donde sea posible, hasta la realización de transportes de áridos por medios mecánicos desde los distintos puntos de la cuenca donde se produzca acumulación.

En cualquier caso, parece oportuno y recomendable, ante la cada vez mayor escasez de áridos, estudiar el establecimiento de una prioridad de aportación a las playas de la unidad fisiográfica afectada, frente a

cualquier otro uso o destino que pudiera darse a los áridos, a cuyo efecto, con carácter previo a cualquier concesión o autorización de extracción de áridos en una cuenca hidrográfica, podría certificarse por el órgano administrativo que tenga encomendada la tutela y gestión del dominio público marítimo-terrestre, la no necesidad de su aportación a las playas comprendidas en la unidad fisiográfica afectada por la referida cuenca.

3.9.3. Zonas de protección especial

3.9.3.1. Introducción. Normativa

En el ámbito del dominio público hidráulico y su entorno existen una serie de zonas que, por sus singulares características, requieren algún tipo especial de protección. Entre ellas se encuentran las zonas húmedas, los espacios naturales, los acuíferos de interés estratégico y determinados tramos de río. Estas zonas cuentan con un marco jurídico de cierta complejidad por los diferentes niveles en que se establece y cuyos principales hitos se relacionan a continuación.

A nivel estatal es básica la Ley 4/1989, de 27 de Marzo, sobre Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, que regula la protección efectiva de los espacios naturales y de las especies de fauna y flora amenazadas. Esta Ley establece que la planificación hidrológica deberá prever en cada cuenca las necesidades y requisitos para la conservación y restauración de los espacios naturales en ella existentes, y en particular de las zonas húmedas. El RDL 1302/1986, de 28 de Junio, sobre Evaluación de Impacto Ambiental, y el posterior RD 1131/88, de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para su ejecución, constituyen otras piezas importantes, al ser las técnicas de evaluación de impacto ambiental uno de los instrumentos más eficaces en la protección del medio natural. Finalmente, como se verá, la Ley de Aguas regula las cuestiones relativas a las zonas húmedas.

A nivel regional las Comunidades Autónomas disponen de competencias sobre medio ambiente, en uso de las cuales muchas de ellas han regulado su conservación y protección a través de normativas sobre espacios naturales protegidos.

En el marco europeo conviene resaltar la Directiva 79/409/CEE sobre Aves, cuyo objetivo fundamental es la protección de las aves silvestres y sus hábitats a través de un sistema de Zonas de Especial Protección de las Aves (ZEPA), y la Directiva 92/43/CEE sobre Hábitats, relativa a la conservación de los hábitats naturales y cuyo objetivo fundamental es el mantenimiento de la biodiversidad.

En el ámbito internacional se pueden reseñar diversos instrumentos que, con posterioridad, han resultado básicos para comprender la génesis de las distintas políticas nacionales de conservación de zonas de protección especial: el Convenio de Ramsar de 1971, relativo a Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas; el Convenio de Bonn de 1979, relativo a la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Silvestre, al que se adhirió España en 1985; el Convenio de Berna de 1977, relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y el Medio Natural en Europa, al que se adhirió España en 1986; el Convenio de Biodiversidad, abierto a la firma a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, reunida en Río de Janeiro en Junio de 1992; y el Convenio de Barcelona (IV Protocolo) sobre Áreas Especialmente Protegidas del Mediterráneo, firmado por España en 1982 y ratificado en 1987 (revisado y actualizado en junio de 1995), cuyos objetivos prioritarios son la protección, preservación y gestión de las zonas de valor natural o cultural especial en zonas costeras de la cuenca del Mediterráneo. Finalmente, el Consejo de Europa presentó en 1995 una Estrategia Paneuropea para la Diversidad Biológica y el Paisaje que hace mención expresa a los humedales y propone una serie de acciones concretas a desarrollar.

3.9.3.2. Zonas húmedas

3.9.3.2.1. Introducción. Inventario

En España, hasta el momento, no existe una definición técnica de humedal (como p.e. la del Fish and Wildlife Service americano) unánimemente aceptada por los científicos y profesionales de los diversos campos relacionados con la ecología y la gestión de estos ecosistemas.

Sin embargo, y a diferencia de otros países de la UE, sí que existe en nuestro país una definición legal, pues la LA y el RDPH establecen una definición de humedal o *zona húmeda* según la cual tienen esta consideración *las zonas pantanosas o encharcadizas, incluso las creadas artificialmente.* En particular, deben considerarse incluidas en este concepto las marismas, turberas o aguas rasas y sus márgenes y tierras limítrofes. Definido por primera vez el concepto de marisma en el derogado Reglamento (1912) de la Ley de Puertos de 1880, pasa, obviando las connotaciones relativas a su salubridad, a la nueva Ley de Costas de 1988, que incluye las marismas en la zona marítimo-terrestre, junto con las albuferas y marjales costeros. En un epígrafe posterior, dedicado al Plan Estratégico de conservación de humedales, se precisará más esta cuestión terminológica.

Desde una perspectiva científica, los humedales, de acuerdo con la definición establecida por González Bernáldez (1992), son unidades funcionales que, no siendo un río, lago, laguna ni medio marino, constituyen, en el espacio y en el tiempo, una manifestación hídrica respecto a su entorno seco. La confluencia de factores topográficos, climáticos, geológicos e hidrológicos hace que la presencia de humedad sea lo suficientemente importante como para afectar a los procesos edáficos, físico-químicos y biológicos de esa unidad.

Un interesante punto de partida para su identificación y estudio, y para la definición de criterios proteccionistas y el establecimiento de una posible legislación específica es la clasificación establecida por el MOPTMA (1996a).

El patrimonio español de humedales es enormemente variado y singular en cuanto a los tipos ecológicos que presenta, con ejemplos llamativos de humedales temporales, permanentes, de aguas dulces, salobres, etc. De hecho, España es el único país de Europa en el que se presentan muchos de estos tipos (las ramblas o las lagunas endorreicas hipersalinas, por ejemplo). Por otra parte, existen humedales costeros de gran tamaño, aunque son más numerosos los humedales interiores de pequeño tamaño (lagunas, charcas, etc.). Esta gran variabilidad se encuentra mal representada en la actual red de humedales declarados Espacios Naturales Protegidos. Aunque en los últimos 17 años se ha pasado de 7 humedales protegidos a más de 150, éstos representan una pequeña fracción de los más de 1.500 humedales que se estima existen en España. Se calcula que la superficie de humedales actual es de unas 114.100 ha, lo que representa, según diversas estimaciones, del orden del 30 o 40% de la superficie existente hace 50 años.

Esta reducción de superficie tiene orígenes muy diversos. Hasta fechas recientes se han desecado bastantes humedales por motivos sanitarios -lucha contra el paludismo y las enfermedades hídricas- y para ganar nuevas tierras de pasto o cultivo. Este hecho se vio favorecido a lo largo de este siglo por la Ley de 24 de julio de 1918 sobre desecación de lagunas, marismas y terrenos pantanosos -derogada por la Ley de Aguas de 1985-, que fomentaba este tipo de labores. La desecación de la laguna de la Janda en Cádiz, con cerca de 40 km^2 de superficie natural, y la de la Nava en Palencia, con 22 km^2, son, quizá, las actuaciones más significativas derivadas de la Ley de 1918 (MOPTMA-MINER, 1995). Otras zonas desecadas son la laguna de Antela, en Orense, la de Ruiz Sánchez y la de Calderón, en Sevilla, o la Laguna de Tenerife, que dio nombre a la ciudad (Tello y López Bermúdez, 1988).

Otras pérdidas importantes de superficie en los humedales españoles tienen su origen en las extracciones de agua subterránea; de hecho, en las últimas décadas las alteraciones más evidentes se están produciendo en las zonas húmedas relacionadas con acuíferos. Los ejemplos más representativos corresponden a la cuenca del Guadiana - Tablas de Daimiel, Ojos del Guadiana, etc. -, donde la extracción excesiva de aguas subterráneas sin ninguna planificación adecuada ha conducido a la desaparición de numerosos humedales. No es, sin embargo, la única cuenca donde estos problemas se han presentado.

En el caso español es difícil individualizar una política sectorial de conservación de zonas húmedas, ya que, especialmente durante los últimos años, se ha adoptado una política de conservación de carácter global, referida a todos los recursos naturales y cuyo principio básico ha sido garantizar la protección, conservación, restauración y mejora de los recursos naturales y de sus espacios, sin perjuicio de un aprovechamiento y desarrollo sostenido de los mismos. Para alcanzar esta individualización es indispensable incorporar los principios básicos de la conservación a las diversas políticas sectoriales (agricultura, industria, etc.).

Dentro del amplio y variado marco jurisdicional que afecta a las zonas de protección especial es posible resaltar los aspectos relativos a la conservación de humedales, destacando aquellos elementos que podrían definir una política nacional para su conservación. Entre ellos cabe señalar los siguientes:

- La Ley de Aguas y sus Reglamentos establecen la obligatoriedad de su conservación, junto con la del entorno inmediato de influencia hidraúlica, y ordenan y regulan la elaboración de un Inventario Nacional de Humedales.
- La Ley de Costas (Ley 22/1988 de 28 de julio) y el Reglamento que la desarrolla (aprobado por RD 1471/1989 de 1 de diciembre) señalan específicamente que los diversos tipos de humedales costeros son bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestre.
- La Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres resalta los requisitos de conservación de los humedales y su relación con la planificación hidrológica, indicándose la necesidad de su inventario. Además, son fundamentales varias normas, derivadas de la misma, que son las que realmente han permitido su desarrollo y puesta en marcha. Entre ellas destacan el RD 1997/1995 de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora

silvestres (transposición de la Directiva Hábitats) y el RD 2488/1994 de 23 de diciembre por el que se determinan las funciones y normas de funcionamiento de la Comisión Nacional de Protección de la Naturaleza y se crea, entre otros, el Comité de Humedales, entre cuyas funciones está "coordinar las actuaciones en materia de conservación de estos ecosistemas, particularmente las derivadas del cumplimiento del Convenio de Ramsar, así como el seguimiento del Inventario Nacional de Humedales". En la reciente reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención sobre los Humedales (Convenio de Ramsar) se aprobaron los lineamientos para integrar la conservación y el uso racional de los humedales en la gestión de las cuencas hidrográficas (COP7 Ramsar, 1999).

- El Texto Refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana (RDL 1/1992 de 26 de junio), actualizado con la Ley 6/1998 de 13 de abril, sobre Régimen del Suelo y Valoraciones, aunque no hace referencia específica a las zonas húmedas, establece un régimen de protección sobre aquellos terrenos que tengan un valor excepcional para la defensa de la fauna, la flora o del equilibrio ecológico, mediante la declaración de Suelo No Urbanizable de Protección Especial (Suelo no urbanizable del art. 9.1. de la Ley 6/1998).
- El RD 1131/88 de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del RDL 1302/86 de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental supone un avance fundamental, por cuanto las técnicas de evaluación de impacto ambiental constituyen una de las herramientas prácticas más importantes para la protección efectiva del medio natural y, más concretamente, de los humedales.
- Los RD 51/1995 de 20 de enero, 632/1995 de 21 de abril y 928/1995 de 9 de junio forman parte de un conjunto más amplio de normas que transponen al ordenamiento jurídico español el Reglamento (CEE) nº 2078/92 del Consejo de 30 de junio de 1992 (Reglamento Agroambiental de reforma de la PAC), y cuya importancia radica en el hecho de que permitirán erradicar muchas prácticas agrarias lesivas para los humedales.

En consecuencia, para asegurar la conservación futura de los humedales se hace prioritario el desarrollo del Plan Estratégico Nacional para la Conservación de Humedales, en el marco de la Estrategia Nacional de la Diversidad Biológica, como instrumento de integración de las políticas sectoriales relacionadas con la conservación de humedales. Asimismo, es necesario terminar el Inventario Nacional de Humedales, abordando el problema de su delimitación, incluyendo toda la diversidad existente en España y estableciendo indicadores para el seguimiento y evolución de su estado de conservación.

3.9.3.2.2. Necesidades hídricas o volúmenes de mantenimiento

Para asegurar la conservación futura de los humedales es necesario determinar los requerimientos hídricos necesarios para su funcionamiento, ya que uno de los problemas más importantes para la conservación de éstas áreas es la explotación intensiva de acuíferos, con el consiguiente secado de manantiales y surgencias a las que frecuentemente se asocian estos espacios naturales.

Tabla 98. Algunas zonas húmedas y sus acuíferos asociados

	Unidad hidrogeológica	
Zona húmeda	Código	Denominación
Lagunas de Villafáfila	02.06	Región de Esla-Valderaduey
Tablas de Daimiel	04.04	Mancha Occidental
Lagunas de Ruidera	04.06	Campo de Montiel
Lagunas de Moguer y Palos	04.14	Almonte-Marismas
Doñana	05.51	Almonte-Marismas
Albuferas de Adra	06.15	Delta del Adra
Laguna de Fuentepiedra	06.34	Fuente Piedra
Marjal de Peñíscola	08.10	Plana de Vinaroz-Peñíscola
Albufera de Valencia	08.25 y 08.26	Plana de Valencia
Marjal de Pego-Oliva	08.38	Plana de Gandía-Denia
Laguna de Gallocanta	09.44	Piedra-Gallocanta
Ojos de Monreal	09.46	Alto Jiloca
Aiguamolis de L'Emporda	10.01	Baix Muga-Fluviá
Lago de Banyoles	10.05	Banyoles
Albufera de Muro	11.11	Llano de Inca-Sa Pobla
Son Bou	11.32	Migjorn

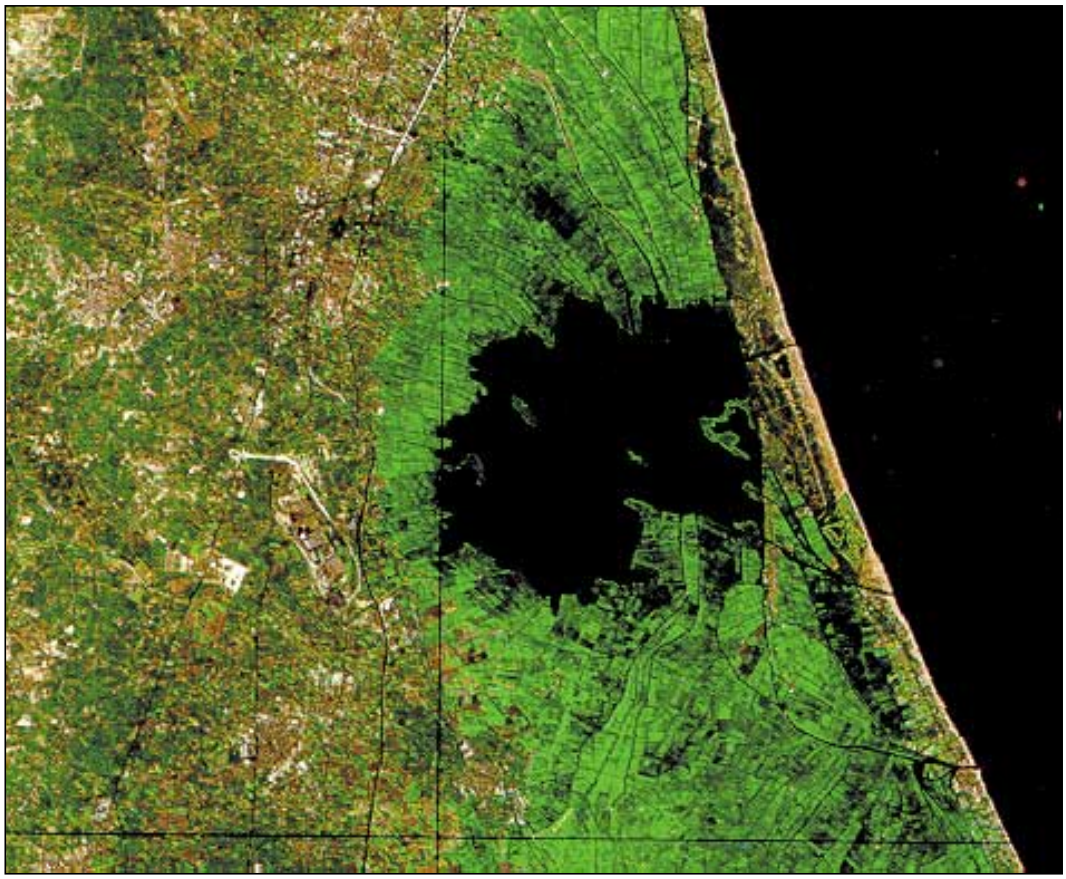


Figura 323. Ortoimagen de la Albufera de Valencia

Dado que los conocimientos actuales no están aún suficientemente desarrollados en cuanto al requerimiento hídrico de los humedales, será preciso establecer un sistema de investigación y control que permita la cuantificación rigurosa y distribución estacional de los volúmenes necesarios, si bien existen ya algunas experiencias previas que, de forma muy simplificada, evalúan en primera aproximación estos requerimientos mediante la realización de un sencillo balance hídrico de las zonas afectadas.

3.9.3.2.3. Humedales y aguas subterráneas

Como ya se ha apuntado, es muy frecuente que existan vinculaciones entre humedales y acuíferos (Tóth, 1966), habiéndose detectado en nuestro país numerosas situaciones de este tipo.

Algunos de los casos más significativos y conocidos son los ofrecidos en la tabla 98.

En la figura 323 puede verse una ortoimagen de la Albufera de Valencia, humedal de excepcional importancia medioambiental, y caso singular en cuanto que su balance hídrico recibe aportaciones tanto subterráneas (acuífero de la Plana de Valencia), como superficiales de ramblas afluentes y excedentes de riegos.

3.9.3.2.4. El Plan Estratégico para la conservación y uso racional de los humedales

El Plan Estratégico para la conservación y uso racional de humedales, en el marco de los sistemas acuáticos de que dependen, se elabora como un Plan de Acción Sectorial de la Estrategia Nacional de la Biodiversidad en cumplimiento de las Resoluciones de las Partes Contratantes del Convenio de Ramsar y sobre la base de que el artículo 9.3 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, condiciona la planificación hidrológica a la conservación y uso racional de los humedales.

Uno de los principales problemas que ha planteado su elaboración es el de su propio ámbito, toda vez que existen, como se apuntó, definiciones de humedales totalmente distintas.

Por un lado, el Convenio de Ramsar, en su artículo 1, contempla una noción de humedales que de hecho va más allá del concepto tradicional, para incluir todos los ecosistemas fluviales y muchos de los costeros, e incluso totalmente marinos (por ejemplo, barreras o islas de coral de profundidad inferior a 6 metros).

Sin embargo, desde el punto de vista del Derecho interno, las zonas húmedas o humedales abarcan conjuntos de ecosistemas que no incluyen los ríos ni pan-

tanos y muy dudosamente incluyen los lagos (art. 103 LA, y 275.2 RDPH, Ley de Costas, algunas Leyes Autonómicas de Montes y la totalidad de las Leyes Autonómicas que tienen legislación específica sobre humedales). Destaca el caso de la Comunidad de Madrid, cuya Ley contrapone, expresamente, los humedales a los embalses.

La contradicción ha sido resuelta por el Comité de Humedales de la Comisión Nacional de Protección de la Naturaleza, órgano de coordinación de la Administración General del Estado con las Comunidades Autónomas, en el que también participa la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, en el sentido de que si bien el Plan debe tener por objeto principal fijar la estrategia de conservación y uso racional de los humedales en sentido tradicional o restringido, no debe ser ajena a su ámbito la planificación estratégica de los humedales en el sentido amplio del Convenio de Ramsar, si bien, en este último caso, debe quedar muy claro qué funciones de los ríos y embalses caen dentro de este marco, a diferencia de las que deberían caer en el marco de la planificación hidrológica.

Respecto de este extremo, es decir, el de cuales sean los elementos de planificación y gestión de todos los ecosistemas acuáticos que regula el Plan de Acción de Humedales, éste debe limitarse a recoger aquellos aspectos que inciden especialmente sobre las funciones ecológicas de los ríos, embalses, zonas costeras y grandes lagos o lagunas: protección de las aves acuáticas, ZEPAs y Lugares de Interés Comunitario (LICs) de la futura Red Natura 2000, caudales aportados a los humedales tanto de aguas superficiales como de aguas subterráneas (sobre todo a los de especial interés ecológico), calidad de las aguas aportadas, uso de humedales en la planificación de sistemas de prevención de inundaciones, permanencia de embalses aunque estén colmatados para su uso como humedal, mantenimiento de ríos en su estado natural (ríos escénicos), utilización de ríos y humedales como filtros verdes anticontaminantes, … etc.

Esta enumeración es meramente ejemplificativa, dado que la delimitación exacta de qué aspectos de los ecosistemas acuáticos o fluviales (humedales en sentido amplio) deben quedar dentro del plan estratégico, está todavía por determinar en detalle y, ciertamente, a partir de la aprobación de los planes hidrológicos deberá hacerse de manera totalmente coordinada e integrada con dicha planificación hidrológica.

Respecto de los humedales en sentido estricto (y no los humedales en sentido amplio, o ecosistemas fluviales) el Plan de Acción de Humedales se basa en el cumplimiento de nueve objetivos:

1. Incrementar el conocimiento, a todos los niveles, acerca de los humedales. Debe tener absoluta prioridad la realización del inventario de humedales a partir, no sólo de las variables utilizadas por la Dirección General de Obras Hidráulicas, sino también las variables que para los humedales recogen la Estrategia Nacional de Biodiversidad y la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. Este inventario permitirá poner en conocimiento de todos los planificadores (Estado, CC.AA. y Corporaciones Locales) la situación exacta de los humedales así como la de los factores de influencia sobre los mismos. También permitirá al gestor del humedal, como espacio protegido, tener conocimiento de los datos del propio humedal, tales como la propiedad, fauna, flora, ciclos hidrológicos y variables fisicoquímicas de la masa de agua y del terreno.
2. Concienciar a toda la sociedad sobre los valores y funciones de los humedales. El Plan Estratégico incidirá aquí tanto sobre la reformulación de los planes de estudios de bachillerato y carreras que más relación guardan con estos espacios físicos, como sobre la sensibilización de la sociedad en general, de manera que todas las personas, cuyas conductas son susceptibles de afectar a un humedal, comprendan los costes socioeconómicos y ambientales que supone su desaparición o degradación.
3. Conceder protección legal a todos los humedales, revisando tanto la legislación, específicamente dirigida a su protección, como la legislación que sirva de código de conducta a los agentes que más pueden afectarles (por ejemplo, modificación de la Ley del Suelo para declarar los humedales, en principio, como suelo no urbanizable, modificación de las leyes que modifican la calidad y condiciones de realización de las obras publicas y edificaciones en general, modificación de la legislación que regula los procesos de concentración parcelaria, etc.).
4. Garantizar que todos los humedales son gestionados de forma efectiva e integrada y, en particular, aquéllos que resulten legalmente protegidos por ser de especial interés ecológico. Este objetivo se alcanzaría mediante la aplicación de la interdisciplinariedad en la gestión, de tal forma que no se limitara la misma a la gestión del espacio como una isla desvinculada del exterior y que sólo albergue funciones ligadas con el mantenimiento de la biodiversidad.
5. Reforzar la capacidad de las instituciones, organizaciones y entidades, con el fin de conseguir la conservación y uso racional de los humedales. Las actuaciones influirían en la formación de técnicos y expertos a todos los niveles, asegurando, al pro-

pio tiempo que la "tecnología" básica, que todo gestor de humedal debe conocer, está plenamente a su disposición (sistemas de información geográfica, modelos de control de los ciclos del agua, gestión de especies de flora y fauna típica de humedales, control de los principales parámetros de la calidad de las aguas que pueden afectar su degradación, capacidad de carga del número de visitantes, límites de nutrientes que el humedal puede "limpiar", …, etc.). Dado que existe una cierta tendencia a que las ONGs constituyan microrreservas gestionadas por ellas mismas en algunos humedales no muy extensos, también incluiría la capacitación de sus técnicos.

6. Reforzar la cooperación entre instituciones, organismos y entidades tanto gubernamentales como no gubernamentales, incluyendo las entidades locales y el sector privado. El Plan trataría de asegurar que los valores de los humedales son plenamente conocidos por las autoridades que planifican otras infraestructuras o que realizan obras o proyectos que pueden afectar al humedal, entren en contacto en las fases iniciales de elaboración de los proyectos, con las autoridades encargadas de proteger y gestionar humedales. También pretenderá integrar los humedales privados más reducidos con los ligados a acuíferos/sistemas fluviales, a efectos de conocer y preservar sus interacciones a nivel de red sobre la totalidad del territorio (parecido a la técnica de la red de microreservas valencianas).
7. Movilizar asistencia financiera dedicada a la conservación y uso racional de los humedales, siempre que las actuaciones concuerden, en cuanto a sus objetivos, con los diseñados en el propio Plan Estratégico. La financiación no residiría exclusivamente en el sector público, sino más bien en señalar los elementos de valor añadido que supone el diseño correcto de la gestión del humedal para las economías locales (por ejemplo, a efectos turísticos o a efectos de posible uso biotecnológico).
8. Garantizar el cumplimiento efectivo de los compromisos internacionales del Estado en relación a los Convenios, Directivas y la política europea e internacional, relacionada con los humedales, y fomentar la colaboración internacional. España se acaba de incorporar al proceso MedCom, que es el sistema regional de Ramsar para el mundo mediterráneo. En la Estrategia de Biodiversidad se prevé ya crear en Valencia un Centro privado que, conjuntamente con el de la Camarga (Tour de Valat, en Francia) y el Centro de Biotopos, (en Grecia), desarrolle, como centro de excelencia, políticas y técnicas de gestión de los humedales mediterráneos. El nicho que cubriría España con este Centro está relacionado con el diseño de humedales para visitantes (turismo y puesta en valor del humedal en operaciones de urbanización públicas o privadas), el desarrollo de biotecnología en humedales muy salinos, tecnología de operaciones de ingeniería de restauración y creación artificial de humedales, y creación de marcos jurídicos y administrativos de gestión de humedales.

   En un ámbito geográfico más amplio, España ha participado muy activamente en la Conferencia Internacional del Convenio de Ramsar de mayo de 1999, en Costa Rica. Es la primera vez que las Partes Contratantes se han reunido en Iberoamérica, continente que sólo muy recientemente empezó a tener políticas públicas de gestión de humedales. España ha sido designada sede de la próxima Conferencia de la Convención sobre los humedales, a celebrar en el 2002.
9. Defender y conseguir la adhesión al Plan Estratégico del máximo número posible de Organismos e Instituciones, tanto públicas como privadas, del entorno.

3.9.3.3. Espacios Naturales Protegidos

Según los datos disponibles en la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCN), la superficie declarada como Espacio Natural Protegido en el territorio nacional asciende a unos 32.000 km^2. La superficie de Zonas de Especial Protección para las Aves es de aproximadamente 27.000 km^2, y la superficie declarada como humedales de importancia internacional por el Convenio de Ramsar supone unos 2.000 km^2. Conviene señalar que parte de las zonas declaradas como ZEPA pueden estar incluidas como Ramsar y, al mismo tiempo, constituir un Espacio Natural Protegido.

Con esta información (procedente de la DGCN y la DGOHCA) se ha elaborado el mapa de la figura 324, que incorpora los espacios naturales con protección legal (ya sea ésta de ámbito regional o nacional), los humedales incluidos en el Convenio Ramsar, las Zonas de Especial Protección para las Aves en virtud de la Directiva 79/409/CEE, y, finalmente, los humedales con otras figuras de protección legal, que incluyen los registrados en distintos catálogos e inventarios de embalses y humedales, como el de la Comunidad de Madrid, el catálogo de zonas húmedas de Castilla y León y otros similares.

Dada su diversidad, no cabe dar fórmulas generales para la protección de estos espacios, más allá de la necesidad de elaboración de un diagnóstico físico,

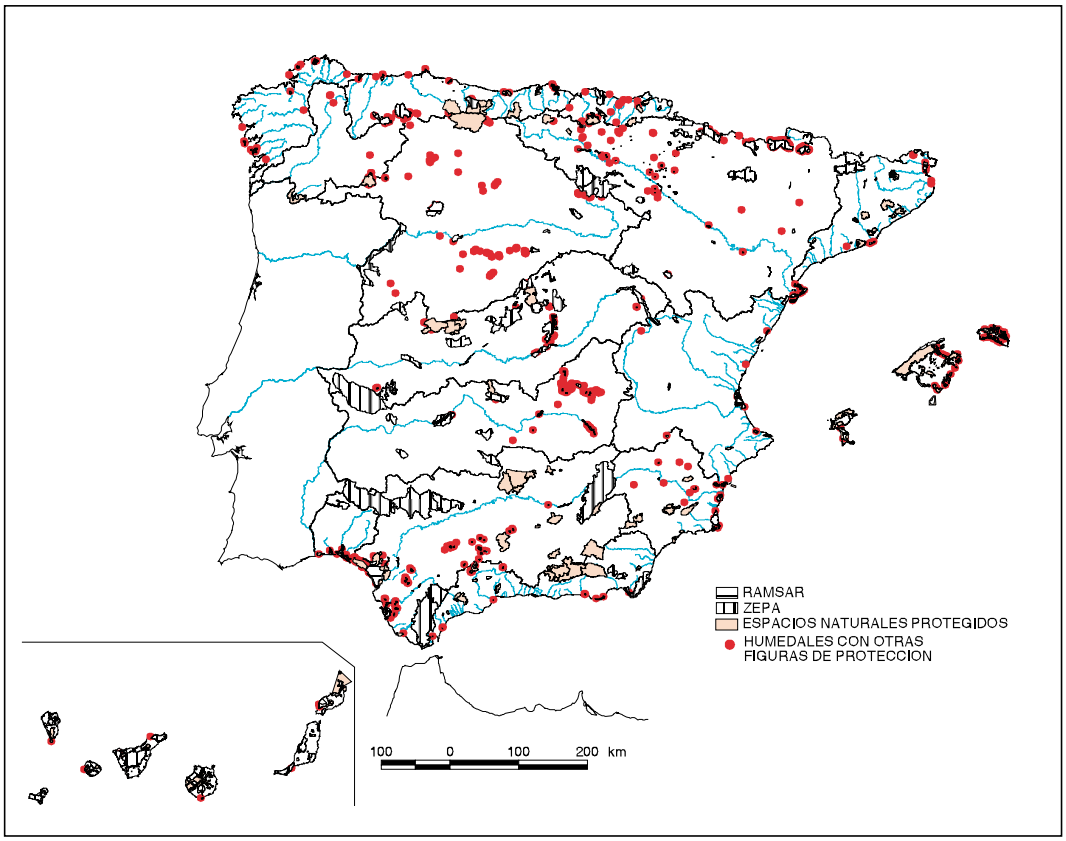


Figura 324. Mapa de Zonas de Protección Especial

ambiental y socio-económico del área, y la formulación de directrices y normativas sectoriales desde una percepción integrada de la zona a proteger.

Como ejemplo de tales actividades, en el espacio natural del delta del Ebro se han realizado multitud de trabajos entre los que pueden mencionarse la caracterización multidisciplinar del espacio deltaico (sedimentos, erosión, aguas subterráneas, medios acuáticos, infraestructura, agricultura, calidad del agua, etc.) llevada a cabo en ROP (1997), el Plan Director de la Generalitat de Catalunya (1996), el Plan de sostenibilidad elaborado por SEO/BirdLife (1997), o la descripción y orientaciones de Ibáñez et al. (1999). Los resultados y propuestas de este tipo de planes, no siempre coincidentes, muestran la complejidad del problema, y la dificultad -ante la diversidad de intereses y percepciones concurrentes- para encontrar objetivos comunes, socialmente compartidos, e identificar los medios que permitan alcanzarlos.

Otro ejemplo de gran interés es el de Doñana, en el que se ha elaborado un Plan de Desarrollo Sostenible con participación y fondos de la Unión Europea.

3.9.3.4. Acuíferos de interés especial

En una primera aproximación, existen diferentes razones para que un acuífero se clasifique como de interés especial:

- Que sea una fuente de suministro importante, actual o futura, de agua potable para el abastecimiento de poblaciones.
- Que constituya el soporte hídrico de zonas húmedas, cursos de agua u otros espacios naturales de interés especial.
- Que forme parte de un plan de previsión de gestión de sequías.

La Ley de Aguas y sus Reglamentos contemplan instrumentos normativos y administrativos que pueden ser utilizados para la preservación de la cantidad y calidad de los recursos en acuíferos de interés estratégico. Por lo general, su aplicación requerirá efectuar las oportunas previsiones en los Planes Hidrológicos de cuenca en cuanto a determinación de las unidades hidrogeológicas o acuíferos de interés estratégico, junto con las medidas a adoptar en cada caso.

Algunos instrumentos aplicables a dicho fin son:

- Reserva de recursos, de acuíferos o de sectores de los mismos (arts. 40.d y 41.1 LA y art. 92.1 RDPH), de aplicación en acuíferos asignables al abastecimiento de poblaciones, o integrables en el sistema de regulación de los recursos de una cuenca.
- Declaración de acuíferos de protección especial (art. 41.2 LA y art. 90 RAPAPH), para acuíferos vinculados a espacios naturales de interés.
- Delimitación de perímetros de protección (art. 54.3 LA y arts. 173, 278 y 279.3 RDPH), para captacio-

nes o acuíferos destinados al abastecimiento de poblaciones, zonas húmedas u otras de interés ecológico o paisajístico.

- Policía de aguas subterráneas (art. 86 LA), de especial aplicación en las áreas de protección antes señaladas.
- Orden de prioridad de usos (art. 58 LA y art. 76 RAPAPH). El plan hidrológico de cuenca puede establecer la preferencia de determinados usos de interés general o utilidad pública en áreas concretas de su ámbito territorial.
- Normas para el otorgamiento de autorizaciones o concesiones de aprovechamiento de los acuíferos (art. 84.4 RAPAPH). El plan hidrológico de cuenca puede establecer normas para la explotación de unidades hidrogeológicas o acuíferos de especial interés, referidas a caudal máximo por captación, distancia entre aprovechamientos, profundidad de pozos y de instalación de bombas, sellado de acuíferos, etc.
- Ordenación del territorio (art. 4.1.3. LA). Las medidas de protección de determinadas áreas, mencionadas en los puntos anteriores, deberán ser respetadas en los diferentes instrumentos de ordenación del territorio.
- Evaluación de efectos medioambientales (art. 90 LA y arts. 236 a 239 RDPH). De especial aplicación en la tramitación de concesiones o autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico en las áreas de protección mencionadas en los puntos anteriores.

3.9.3.5. Tramos de los ríos protegidos

La Directiva 78/659/CEE tiene como objeto, según establece en su artículo 1.3, *proteger o mejorar la calidad de las aguas continentales en las que viven o podrían vivir, si se redujese la contaminación, peces que pertenecen a especies indígenas que presentan diversidad natural o especies cuya presencia se considera deseable, a efectos de la gestión de las aguas, por parte de las autoridades competentes de los Estados miembros.*

En cumplimiento de esta Directiva, el Gobierno español, de acuerdo con las Comunidades Autónomas, ha declarado protegidos una serie de tramos de ríos: 27 salmonícolas (573 km) y 113 ciprinícolas (2.764 km), a los que considera de interés otorgarles protección debido a la presencia de especies indígenas. La relación de estos tramos se transmitió a la Comisión en abril de 1990. Al mismo tiempo, algunos Planes de cuenca, como el Ebro o el Duero, incluyen estos tramos en el capítulo de objetivos de calidad y otros, como el Guadiana, en el dedicado a zonas de especial protección por su interés ambiental o natural.

Esta información ha sido sintetizada en el mapa de la figura 325, que se ha elaborado a partir de la información obtenida del *Inventario de Aguas Importantes "salmonícolas" y "ciprinícolas",* realizado por el antiguo ICONA, y de la publicación *Peces Continentales Españoles. Inventario y clasificación de zonas fluviales (Doadrio et al., 1991).*

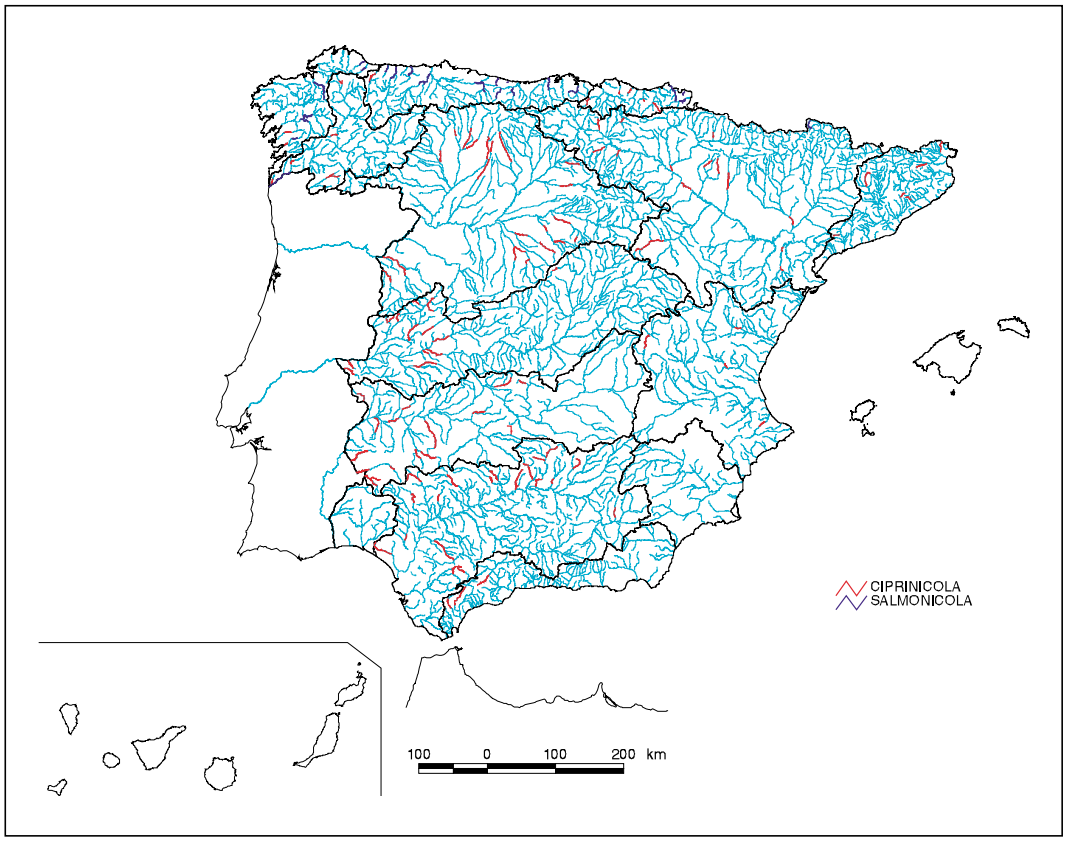


Figura 325. Mapa de tramos de ríos salmonícolas y ciprinícolas afectos a la directiva 78/659/CEE

En cuanto a las especies cuya presencia se considera deseable a efectos de la gestión de las aguas, el Estado español no ha declarado ningún tramo de protección.

Asimismo, y con posterioridad a estos inventarios, algunas Comunidades Autónomas, como Asturias, han establecido la protección de tramos fluviales mediante Planes de Recuperación y Protección específicos.

Por otra parte, debe señalarse la conveniencia de extender en la práctica el concepto de tramo fluvial protegido no sólo por la conservación de los peces, sino por su especial interés debido a su alto grado de conservación estructural y de las relaciones entre sus elementos.

3.9.4. Explotaciones económicas

Además de las funciones ambientales del dominio público hidráulico y su entorno, que requieren la debida protección, este dominio presenta también la posibilidad de otras explotaciones de naturaleza económica, que tienen o pueden tener gran interés práctico.

Casos significativos pueden ser los de las extracciones de áridos, o las explotaciones forestales de riberas. Ambas actuaciones han de ser debidamente estudiadas y programadas, considerando sus posibles impactos tanto en los propios cauces como sobre las playas y zonas de desembocadura de los ríos.

3.9.5. Fomento del uso social

La utilización social y recreativa del dominio público hidráulico y su entorno debe ser una función de primordial importancia en el futuro inmediato.

Nos limitaremos aquí a dejar constancia de que son ya muy numerosas las situaciones y parajes en que se produce este uso de nuestros ríos y masas de agua (baños fluviales, recreo, deportes, excursionismo, navegación, etc.), y, con toda seguridad, y como se apuntó al describir los marcos de referencia, tenderán a aumentar en el futuro.

El interés económico de estos usos es, además, de gran importancia, y en algunos países y áreas está alcanzando al de los usos productivos tradicionales.

3.9.6. Restauración hidrológico-forestal

La legislación española, fundamentalmente la Ley de Aguas y la Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de Flora y Fauna Silvestres, presta especial atención a la conservación del complejo suelo-agua-vegetación, en el marco de la preservación del ciclo hidrológico, de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas vitales básicos. Por otra parte, España ratificó el 15 de Enero de 1997 el Convenio de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, uno de cuyos objetivos es luchar contra la desertificación a través de estrategias integradas que se centren, simultáneamente, en el aumento de la productividad de las tierras, la rehabilitación, la conservación y el aprovechamiento sostenible de tierras y aguas.

La necesidad de preservar los ecosistemas de las cuencas vertientes no es sólo una demanda social, de la que la normativa actual es una de las expresiones, sino la constatación de una realidad científica que, si no se tiene en cuenta, acentuará los ya muy intensos impactos negativos que sufren una parte muy importante de las cuencas españolas y provocará, en lo que a los recursos hídricos se refiere, desequilibrios de difícil solución en el futuro.

La regresión de la cobertura vegetal, la erosión y la desertificación se manifiestan, en la actualidad, como los problemas más extensos, persistentes y crecientes territorialmente de cuantos afectan al ciclo del agua, al ciclo biosférico del oxígeno-carbono y, en general, a los mecanismos regenerativos de los sistemas vitales que se residencian y nutren en los suelos. La sobreexplotación de acuíferos y las prácticas agrícolas ocupan un lugar central en estos procesos de degradación ambiental (Puigdefábregas, 1995).

El Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación expone que "la desertificación tiene su origen en complejas interacciones de factores físicos, biológicos, políticos, sociales, culturales y económicos", y señala que la lucha contra la desertificación debe perseguir "la prevención o la reducción de la degradación de tierras, la rehabilitación de tierras parcialmente degradadas, y la recuperación de tierras desertificadas". En España, la totalidad o parte de las provincias de Castellón, Valencia, Murcia, Almería, Granada y Málaga están clasificadas con riesgo de desertificación muy alto, mientras que gran parte del valle del Ebro, de las mesetas castellanas, Extremadura y la provincia de Huelva presentan riesgo moderado de desertificación. El mapa de la figura 326 muestra los potenciales erosivos de la España peninsular, determinados por ICONA (MAPA, 1994) para las distintas cuencas.

Una de las consecuencias más importantes del proceso de deterioro del suelo es la pérdida de su potencial biológico, sobre lo que insistió la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza, definida en Madrid en 1980. En ella se subrayó la singular importancia de los suelos como constitutivos de un sistema vital del que depende la mayor parte de la producción alimentaria no acuícola, siendo los bosques fundamentales, a

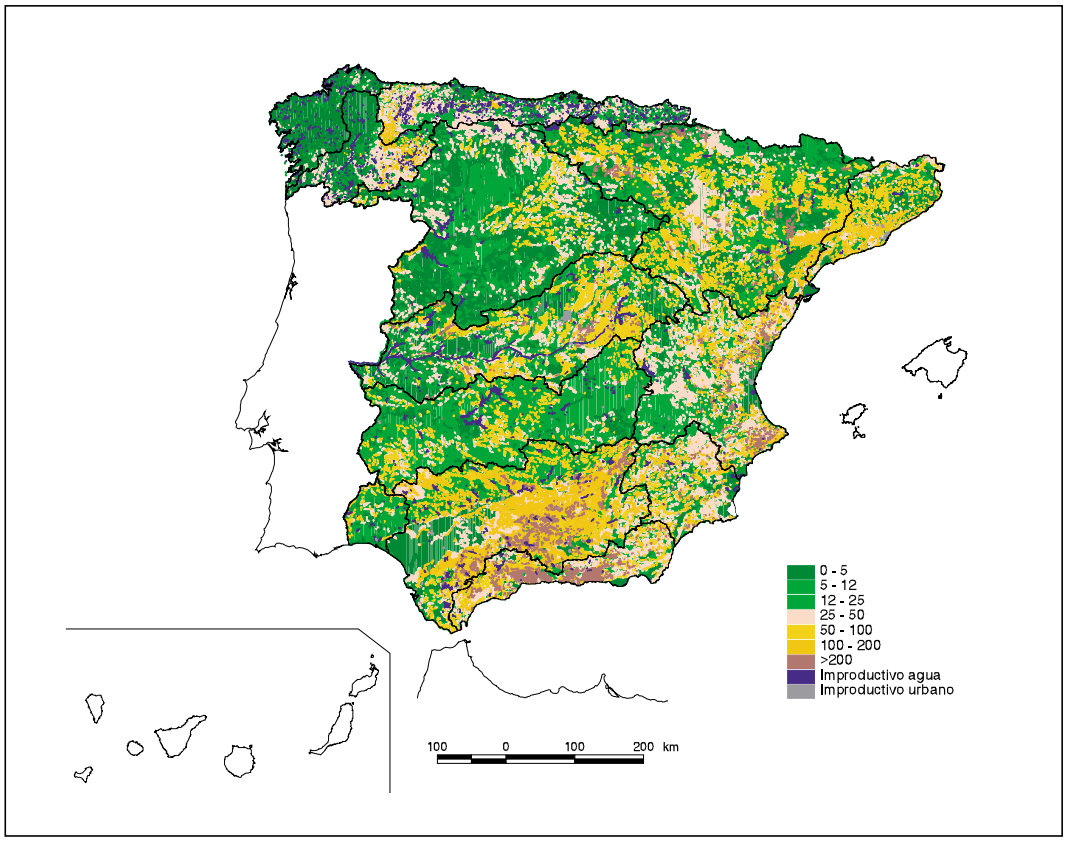


Figura 326. Mapa de pérdidas potenciales de suelo (t/ha/año)

estos efectos, por sus influencias beneficiosas en el clima, en el ciclo del agua, en los procesos de erosión y degradación física y biológica del suelo, en el control de las avenidas y en la calidad de las aguas.

El cuadro de la tabla 99 resume el efecto de la erosión y sedimentación sobre la capacidad de almacenamiento de algunos embalses, de acuerdo con las campañas batimétricas disponibles.

El marco legal en el que se encuadran las acciones de control de erosión y lucha contra la desertificación es muy amplio, tanto a nivel comunitario como nacional, con normas como la Ley de Montes del 8 de Junio de 1957, la Ley del 20 de julio de 1995 sobre conservación y mejora de los suelos agrícolas, el Reglamento CEE nº 2157/92 del Consejo, del 23 de Julio de 1993, por el que se modifica el Reglamento CEE 3528/86,

Cuenca	Núm. de embalses estudiados	Capacidad total inicial (hm^3)	Capacidad total última batimetría (hm^3)	Pérdida de capacidad (hm^3)	Perdida de capacidad (% del volumen inicial)	Periodo de tiempo medio (años)	Pérdida de capac. media anual (% del vol. inic.)
Norte I	6	517	499	18	3	31	0,11
Norte II	3	314	256	58	18	33	0,56
Norte III	2	64	62	2	3	36	0,10
Duero	5	899	875	24	3	34	0,08
Tajo	12	3.970	3.892	77	2	28	0,07
Guadiana I	5	2.082	1.932	150	7	29	0,25
Guadiana II	0	-	-	-	-	-	-
Guadalquivir	22	3.706	3.581	124	3	28	0,12
Sur	6	558	544	15	3	24	0,11
Segura	12	951	855	95	10	49	0,20
Júcar	16	1.474	1.420	55	4	30	0,12
Ebro	17	3.075	2.805	271	9	35	0,25
C.I. Cataluña	4	211	199	12	6	36	0,16
Galicia Costa	0	-	-	-	-	-	-
Total	110	17.321	16.921	901	5	31	0,16

Tabla 99. Aterramiento de embalses

relativo a la protección de los bosques de la Comunidad contra la contaminación atmosférica, etc.

La planificación hidrológico-forestal habría de ser contemplada en el ámbito de una estrategia de control de la erosión y lucha contra la desertificación que abarcara el conjunto del territorio nacional y permitiera jerarquizar las áreas de actuación en función de la urgencia de las acciones a realizar. Debería estar coordinada con otros Planes o estrategias nacionales de ordenación o conservación de recursos naturales, y en el caso concreto de los recursos hídricos, tanto con la fundamental cuestión del control de escorrentías y avenidas, como con las actuaciones de conservación de humedales y restauración de riberas.

Las actuaciones podrían agruparse en cuatro grandes bloques: repoblación para crear cubierta vegetal protectora, tratamientos selvícolas para mantener y mejorar la cubierta vegetal preexistente, hidrotecnias de corrección de cauces y barrancos, y trabajos de ordenación y corrección de cuencas especialmente degradadas o amenazadas

Dado que el sistema de actuación se basa en Convenios bilaterales negociados expresamente con cada Comunidad Autónoma, a partir de la distribución de competencias operada por los Reales Decretos de 1984 y 1985, y dado el rango jurídico que tales Reales Decretos tienen en el conjunto de normas que configuran el marco constitucional, la Ley Básica de Montes debería, o bien consolidar y legitimar el sistema, o bien reestructurar las actuaciones de forma que los fondos para las actuaciones ordinarias se territorialicen por el mecanismo previsto en el artículo 153 de la Ley General Presupuestaria, quedando en manos del Estado la gestión de un fondo especial para atender aquellas actuaciones que por su alcance superen la capacidad territorial o financiera de una Comunidad Autónoma, actuando como fondo de solidaridad para prevenir y evitar, bien problemas endémicos, bien catástrofes naturales de mayor alcance.

Igualmente, podría quedar en manos de la Administración Forestal Central la realización de actuaciones en las cabeceras de cuenca que se estimen absolutamente necesarias en los Planes Hidrológicos de cuenca. A estos efectos, se podría constituir una Comisión Mixta para analizar las actuaciones necesarias previstas en los Planes de cuenca y reformular así el Plan de Restauración Hidrológico-Forestal.

En cuanto a la lucha contra la desertificación y su integración en la estrategia forestal, las principales líneas de acción en las zonas desertificadas o en grave riesgo de desertificación, serían:

- Restauración Hidrológico-Forestal en zonas áridas y semiáridas. El núcleo de las acciones efectivas contra la desertificación lo constituyen los trabajos de restauración de los suelos y la cubierta vegetal en zonas áridas o semiáridas afectadas por incendios forestales, por salinización o erosión de suelos agrícolas y forestales, abandono de cultivos con pérdida de propiedades y capacidad productiva del suelo y pastoreo inadecuado entre otros factores. Estas acciones de restauración también incluyen el fomento de la biodiversidad y la complejidad de las agrupaciones vegetales de zonas áridas y semiáridas empobrecidas por la sobreexplotación de recursos. La prioridad para la intervención vendrá determinada por el valor original del ecosistema degradado y los efectos inducidos por la situación de degradación. De esta forma la degradación de agrupaciones vegetales valiosas o la ausencia de regulación hidrológica con aumento sensible del peligro de avenidas catastróficas son factores que determinan una prioridad alta de restauración. Al igual que en el Plan de Restauración Hidrológico-Forestal, el Plan de Acción Nacional contra la Desertificación deberá identificar zonas donde la actuación sea claramente inasequible a los presupuestos de la Comunidad Autónoma para que la Administración General del Estado gestione directamente las actuaciones correspondientes (con la colaboración de las Confederaciones Hidrográficas y de las Comunidades Autónomas en cuyo territorio se encuentre dicha zona). Las actuaciones en las restantes áreas y los otros programas del Plan se territorializarán mediante la aplicación, antes del 15 de marzo de cada año, de las inversiones estatales.
- Seguimiento y evaluación. El punto de partida para el control de la desertificación es el conocimiento de su desarrollo real y potencial en el territorio. Para ello se constituyó la RESEL, Red de Estaciones de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación del Proyecto Lucdeme. Esta red está constituida por 41 campos experimentales de los paisajes de la desertificación en España. La red va a ser ampliada con nuevas estaciones y complementada con informaciones procedentes de otros ámbitos tales como la teledetección y los inventarios y bases de datos (Inventario Forestal, Base de Datos de Incendios Forestales, Seguimiento del Estado Fitosanitario de las Masas Forestales Españolas) y cartografías temáticas de los recursos naturales que realizan distintos organismos (Mapa Forestal, Mapa de Suelos del Proyecto Lucdeme).

La información obtenida es procesada y puesta a disposición de las entidades vinculadas a la planificación y ejecución de acciones contra la desertificación. Dentro del seguimiento y evaluación de los procesos se consideran como aspectos adicionales el desarrollo de indicadores y la dinámica de sistemas.

- Biotecnología en zonas áridas. Consiste en el ensayo de nuevos cultivos y aprovechamientos para las zonas áridas y en hacer viables los tradicionales que han perdido relevancia. El objetivo es contribuir al desarrollo y conservación de las zonas áridas mediante la rentabilización de sus recursos genéticos. En este contexto se incluyen ensayos y estudios de viabilidad comercial de productos y derivados del esparto, plantas aromáticas, medicinales y, en especial, de algas en ecosistemas acuáticos de salinidad extrema.

Otras acciones del Plan incluirán por ejemplo el desarrollo de sistemas sostenibles de pastoreo extensivo en zonas áridas y la cooperación internacional con el norte de Africa

3.9.7. La vigilancia y el control del dominio público

De entre los múltiples aspectos que cabría apuntar bajo este concepto centraremos la atención en tres cuestiones básicas, simplemente indicadas: la policía de aguas, la cooperación, y el planeamiento urbanístico.

Debe recordarse que la labor de vigilancia y control del dominio público corresponde en primera instancia, muy señaladamente, a la guardería fluvial. Los problemas de este cuerpo pueden remitirse a los generales de la Administración hidráulica, pero con unas ciertas especificidades funcionales que deben tenerse en cuenta en posibles futuras reformas. Piénsese, simplemente, que no puede conocerse la realidad de los aprovechamientos sin un estrecho contacto con los medios rurales, donde éstos se sitúan, y un completo conocimiento de los parajes, los usos y costumbres, las infraestructuras hidráulicas, y los propios usuarios, y ese conocimiento estrecho solo puede proceder, en primera instancia, de una guardería suficiente, bien dotada y motivada en su cometido. Resultará necesario abordar decididamente la potenciación de estos servicios, actualmente mal dotados, y de importancia esencial para una correcta gestión del agua.

Por otra parte, la complejidad de las actuaciones en la zona de policía requiere, si se desea eficaz, de la colaboración de las Administraciones locales. Fórmulas de cooperación mediante convenio, que pueden auspiciar las Comunidades Autónomas, para el mantenimiento y limpieza de estas zonas, son instrumentos de gran utilidad, y de los que ya existen experiencias con resultados positivos.

Finalmente, la estrecha coordinación con el planeamiento urbanístico es, además de una exigencia legal, una verdadera necesidad. Las relaciones de este planeamiento con el dominio público hidráulico no se ciñen solo a la reserva y exceptuación de los terrenos de este dominio, sino que debe extenderse a los condicionantes de actividades o instalaciones dentro de los perímetros de protección de las aguas subterráneas. Pese a disponer de sustento normativo, hay muy poca experiencia aún sobre el funcionamiento práctico de estos mecanismos, pero es indudable que se trata de actividades emergentes, que deberán desarrollarse en el futuro inmediato.

3.10. LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

3.10.1. Sistemas y tipologías

3.10.1.1. Sistemas básicos de infraestructuras

Los grandes sistemas básicos de infraestructura hidráulica (captación, almacenamiento, transporte, depuración, etc.) están, lógicamente, asociados a la satisfacción de las principales demandas hídricas existentes. La enorme casuística y diversidad de estas demandas acarrea una paralela diversidad de sistemas de infraestructuras, de muy distintas tipologías, funcionalidades, y situación de conservación, cuya somera descripción, para las tipologías representativas de sistemas básicos, se lleva a cabo en los siguientes epígrafes.

3.10.1.1.1. Los sistemas de abastecimiento

En España, los abastecimientos urbanos presentan un alto grado de concentración que se incrementa de forma continua, habiéndose producido en los últimos años un importante avance en el establecimiento de sistemas integrados con gestión unificada. En la tabla 100 se incluyen los sistemas actuales más importantes y sus principales áreas de influencia.

Como se observa, ocho grandes sistemas de distribución cubren casi la mitad de la población española, lo que da una idea de la importancia de tales sistemas. La figura 327 muestra esquemáticamente el sistema del Canal de Isabel II -el mayor de los españoles- que presta servicio a casi 5 millones de habitantes.

Sistemas de abastecimiento	Habitantes servidos
Canal de Isabel II (Madrid)	4.820.000
Aigües Ter-Llobregat (Barcelona)	4.240.000
Mancomunidad de los Canales del Taibilla (Murcia y Alicante)	1.800.000
Consorcio de la zona Gaditana	1.600.000
Empresa Municipal de Aguas de Sevilla	1.158.000
Mancomunidad de L'Horta (Valencia)	976.000
Consorcio de aguas del Gran Bilbao	921.000
Mancomunidad de la Costa del Sol Occidental	900.000
Total:	16.415.000

Tabla 100. Relación de los sistemas de abastecimiento más importantes

A pesar de esta tendencia integradora, la dispersión de la gestión de los abastecimientos a nivel municipal sigue representando un importante problema, para cuya solución es preciso encontrar fórmulas efectivas de integración y gestión supramunicipales.

3.10.1.1.2. Los riegos tradicionales

En relación con los regadíos, principales consumidores de agua, suele entenderse por riegos tradicionales o históricos aquéllos ejecutados con anterioridad al año 1.900, es decir, antes del presente siglo. Existen situaciones singulares donde este concepto histórico tiene además una significación jurídica, como es el caso de la cuenca del Segura, donde los regadíos *tradicionales,* sometidos a una ordenación legal especial, son aquéllos que existían en el año 1933.

En sentido genérico, la superficie de riegos históricos en España es del orden de 1.075.000 ha. Como es lógico, suelen ocupar las vegas más fértiles de los ríos y los oasis establecidos en pequeñas huertas regadas con manantiales, utilizando aguas superficiales y sistemas de riego por gravedad. Por lo general, su gestión la realizan las Comunidades de Regantes, aunque importantes canales históricos (350.000 ha de regadío) están gestionados aún por las Confederaciones Hidrográficas.

Desde un punto de vista moderno, la estructura de las explotaciones no es la más adecuada, pues la mayoría de ellas tienen menos de 2 ha y la superficie de la parcela media es menor que 0,5 ha, lo que apunta claramente a uno de los principales problemas de estos riegos, que es su extremo minifundismo.

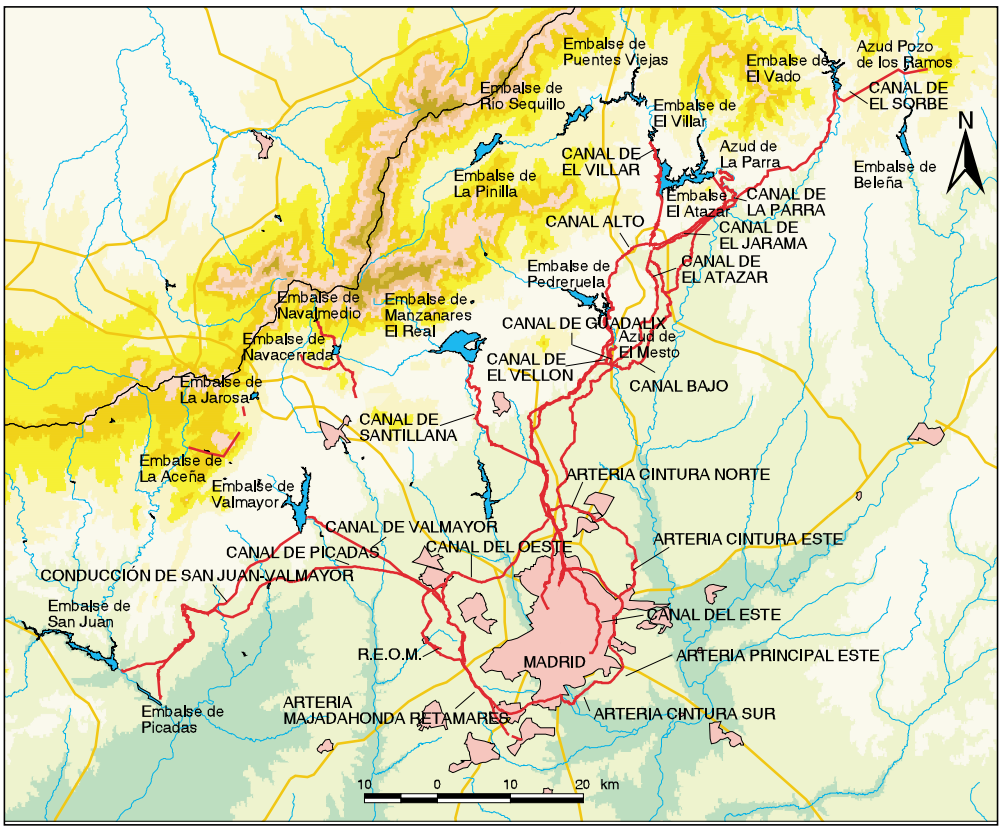


Figura 327. Sistema de suministro del Canal de Isabel II

La red de distribución del agua está compuesta por unos canales principales que, en la mayoría de los casos, suelen estar ya revestidos, y un conjunto de acequias de tierra, con trazados inadecuados y un deficiente estado de servicio. En el riego tradicional la distribución del agua se realiza por turnos o por tandas, a través de unas redes originalmente dimensionadas para funcionar durante 24 horas al día, por lo que, al haberse reducido la jornada laboral a horarios más cortos, sus secciones resultan en la actualidad insuficientes.

Ejemplos de riegos tradicionales son los del Canal de Castilla, los Canales de Aranjuez, las Huertas de Murcia y de Valencia, el Canal Imperial de Aragón, etc.

3.10.1.1.3. Los riegos de iniciativa pública

En esta categoría, que comprende los regadíos desarrollados este siglo a iniciativa de la Administración Pública o auxiliados por ella, se pueden distinguir diversos tipos:

- Riegos realizados por iniciativa del Ministerio de Obras Públicas, al amparo de la Ley de Auxilios de 1.911 y del Decreto de 1.964 (316.000 ha)
- Regadíos ejecutados por el Instituto Nacional de Colonización (INC) y su heredero Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) (Leyes de 1.953 y 1.973), tanto en exclusiva como en Planes Coordinados con el Ministerio de Obras Públicas (992.000 ha)
- Actuaciones de las Comunidades Autónomas (95.000 ha)
- Regadíos colectivos de carácter privado, pero realizados con ayudas del Estado (115.000 ha)

Estos riegos, que alcanzan un total de 1.518.00 ha, se extienden habitualmente por las zonas más fértiles de los grandes valles y por las llanuras interfluviales con mejor aptitud para el riego.

Las infraestructuras, en general envejecidas y deterioradas por sus muchos años de servicio, poseen escasos dispositivos para la regulación y el control de caudales, lo que da lugar a bajas eficiencias globales. El tamaño de las parcelas es algo mayor que en los riegos tradicionales, pero es aún pequeño para poder ser adecuadamente tecnificadas y modernizadas según las nuevas exigencias de la agricultura. Un ejemplo típico de este tipo de riegos es la zona de las vegas del Guadiana, cuyo esquema del Plan Badajoz se muestra en el gráfico adjunto de la Figura 328.

3.10.1.1.4. Los riegos privados individuales

Son aquéllos que se han desarrollado por iniciativa particular mediante concesiones administrativas de aguas públicas o mediante explotaciones de aguas privadas. Ocupan una superficie total de unas 1.168.000 ha y, tanto si utilizan recursos subterráneos como superficiales, el agua de riego se obtiene, por lo general, por bombeo desde la captación o fuente de alimentación.

En general son financiados directamente por el agricultor aunque, en algunos casos, se han implantado acogiéndose a incentivos económicos públicos, a través de subvenciones o créditos blandos. Normalmente las obras hidráulicas de captación o toma son privativas de cada explotación, si bien en algunas regiones, como ocurre en el Sureste peninsular (especialmente en la región de Murcia) y en Canarias, los propietarios se agrupan para explotar en común captaciones, conducciones y balsas de regulación.

Debido a los elevados costes, tanto energéticos como de las instalaciones precisas (sólo parcialmente subvencionadas), los sistemas de riego más frecuentes son aquéllos que utilizan menores volúmenes de agua, tales como los de aspersión, en sus múltiples modalidades, y los de microrriego localizado, ambos con alto grado de tecnificación y, por lo general, con valores elevados de eficiencia global.

La suma de todos los regadíos antedichos arroja un total de unos 3,7 Mha, que es la superficie que se estima dotada de infraestructuras para regar, o que alguna vez ha sido regada. Lógicamente esta cifra no coincide, ni puede coincidir, con la que realmente se riega, como término medio, en un año normal, que ronda los 3,4 Mha.

3.10.1.2. Tipologías de infraestructura hidráulica

3.10.1.2.1. Presas

Las presas constituyen, sin lugar a dudas, las obras hidráulicas más singulares y complejas. España cuenta con una antigua y extensa tradición en la construcción de este tipo de infraestructuras, y existen, todavía hoy en uso, presas construidas en época romana, como las de Cornalbo y Proserpina, que datan del siglo I, y que pueden considerarse aciertos de ingeniería, aún para las normas de la moderna técnica (Díaz-Marta, 1997).

El número de presas actualmente en servicio supera el millar (1.133 incluyendo diques laterales), con una capacidad de almacenamiento total próxima a los

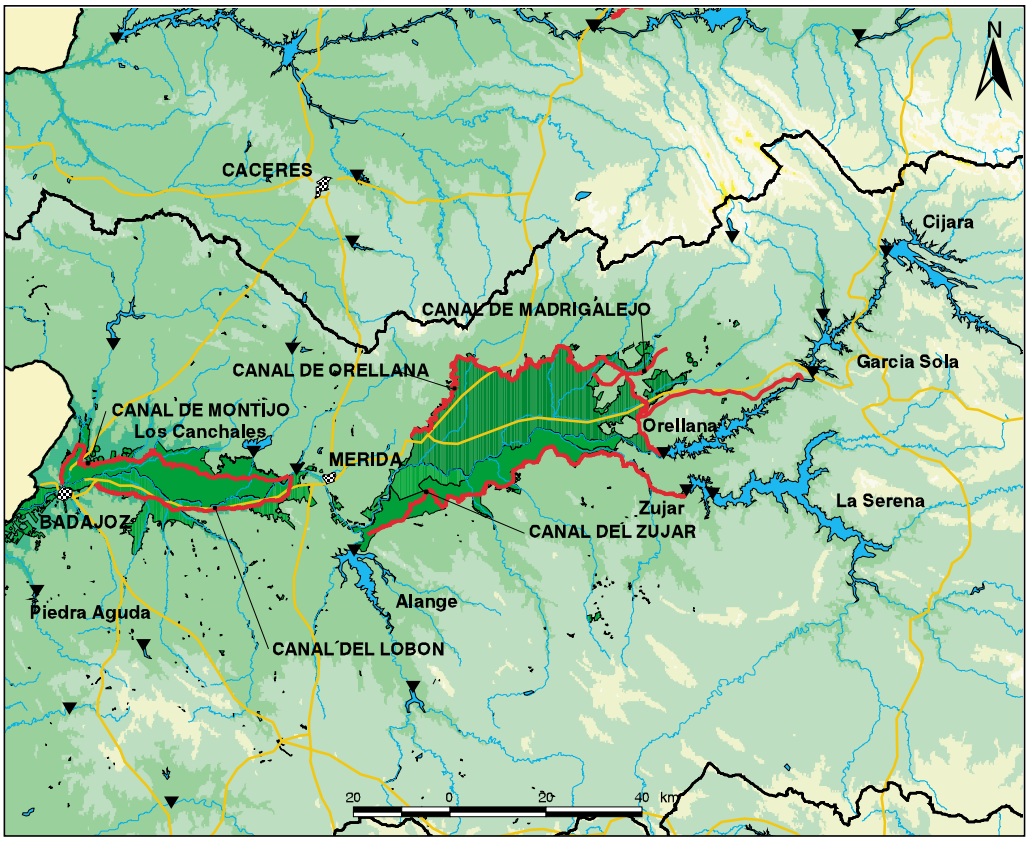


Figura 328. Plan Badajoz

54.000 hm³, que se eleva a unos 56.000 hm³ si se contabilizan los embalses en ejecución (septiembre de 1996).

Como puede observarse en las figuras 329 y 330, el ritmo de ejecución de estas infraestructuras fue particularmente intenso en las décadas de los años 50 y 60, durante los cuales la capacidad de almacenamiento se elevó desde unos 6.000 hasta unos 37.000 hm³, con una media entre 1955 y 1970 de casi 2000 nuevos hm³ cada año.

Pueden apreciarse dos etapas claramente diferenciadas en la evolución del número presas. Hasta 1955 se

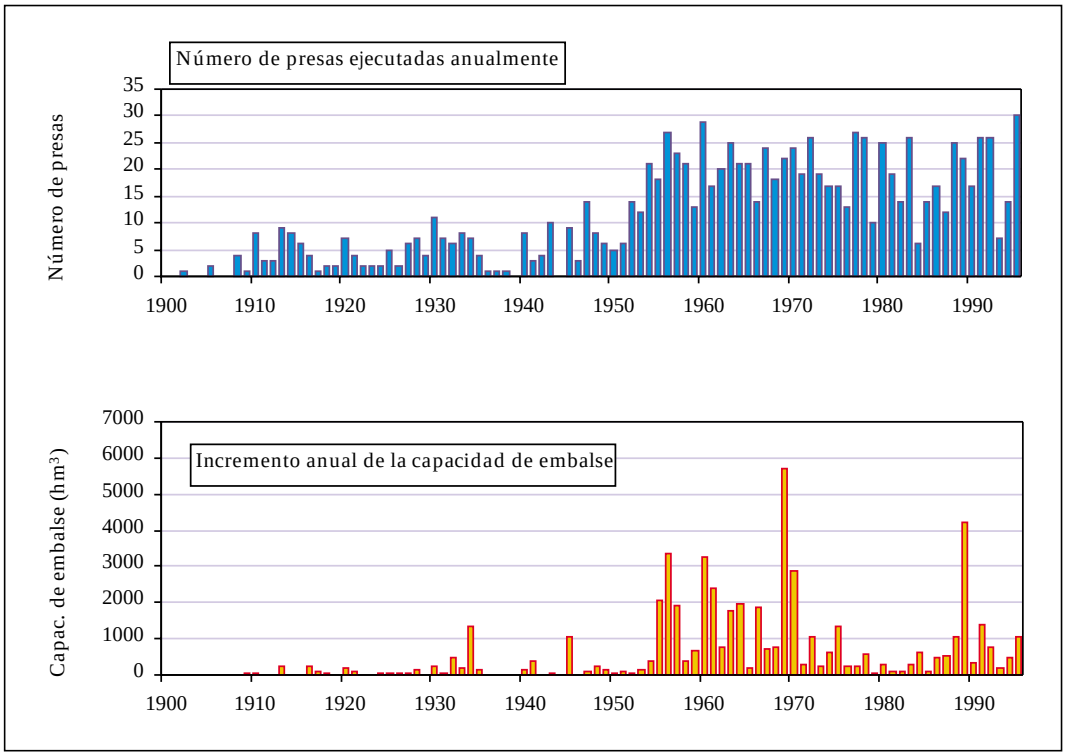


Figura 329. Evolución desde 1900 del número anual de presas construidas y la capacidad de embalse generada

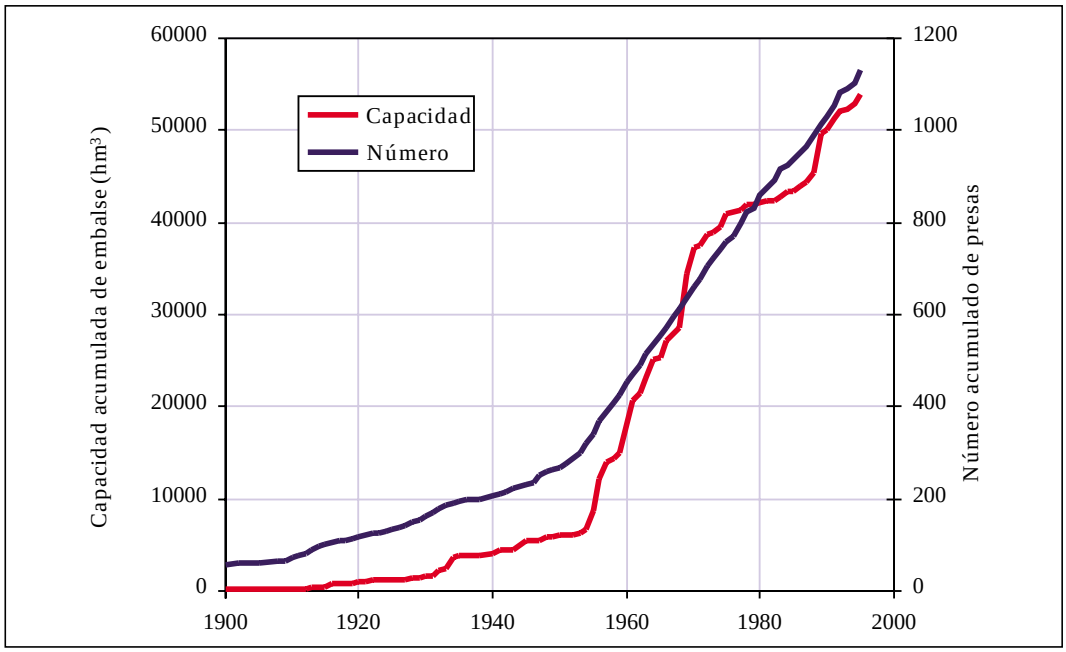


Figura 330. Evolución acumulada desde 1900 del número de presas construidas y la capacidad de embalse generada

sostiene un ritmo de unas 4 presas anuales, pasando de las cerca de 60 presas existentes a comienzos de siglo hasta unas 270 en 1950. A partir de este año, y hasta hoy, el ritmo se acelera considerablemente, llegando a ejecutarse unas 20 presas/año hasta alcanzar el parque existente actualmente.

La capacidad de embalse evoluciona de manera similar, aunque con algunas diferencias. Hasta 1950 la capacidad de embalse varía de forma análoga al número de presas pero, a partir de ese año y hasta 1970, la capacidad crece más rápidamente que el número de presas, al construirse en ese periodo presas de gran capacidad. Desde 1970 el crecimiento de la capacidad vuelve a ser menor hasta finales de los ochenta, en que entra en funcionamiento la presa de la Serena.

La tabla 101 muestra los principales datos de los embalses en explotación y ejecución (septiembre de 1996) en los ámbitos de los diferentes Planes.

Pese a este enorme número de embalses, es importante retener que la mayor parte de la capacidad de alma-

Plan	Número de embalses en explotación	Capacidad de los embalses en explotación (hm^3)	Superficie inundada (ha)	Capacidad de los embalses en ejecución (hm^3)	Capacidad total (explotación y ejecución) (hm^3)
Norte I	53	3.040	11.771	0	3.040
Norte II	27	559	2.913	0	559
Norte III	32	122	712	0	122
Duero	67	7.654	35.417	13	7.667
Tajo	198	11.131	58.806	4	11.135
Guadiana I	90	8.508	48.039	335	8.843
Guadiana II	36	684	4.654	92	776
Guadalquivir	107	8.208	43.293	659	8.867
Sur	37	1.160	5.212	159	1.319
Segura	27	1.144	6.580	79	1.223
Júcar	47	3.343	17.263	6	3.349
Ebro	151	6.761	40.294	941	7.702
C. I. Cataluña	14	692	2.450	80	772
Galicia Costa	22	688	4.446	0	688
Total península	908	53.694	281.850	2.368	56.062
Baleares	2	11	119	0	11
Canarias	114	101	477	0	101
Total España	1.024	53.806	282.445	2.368	56.174

Tabla 101. Principales datos de los embalses en explotación y ejecución (septiembre de 1996) en los ámbitos de los diferentes planes.

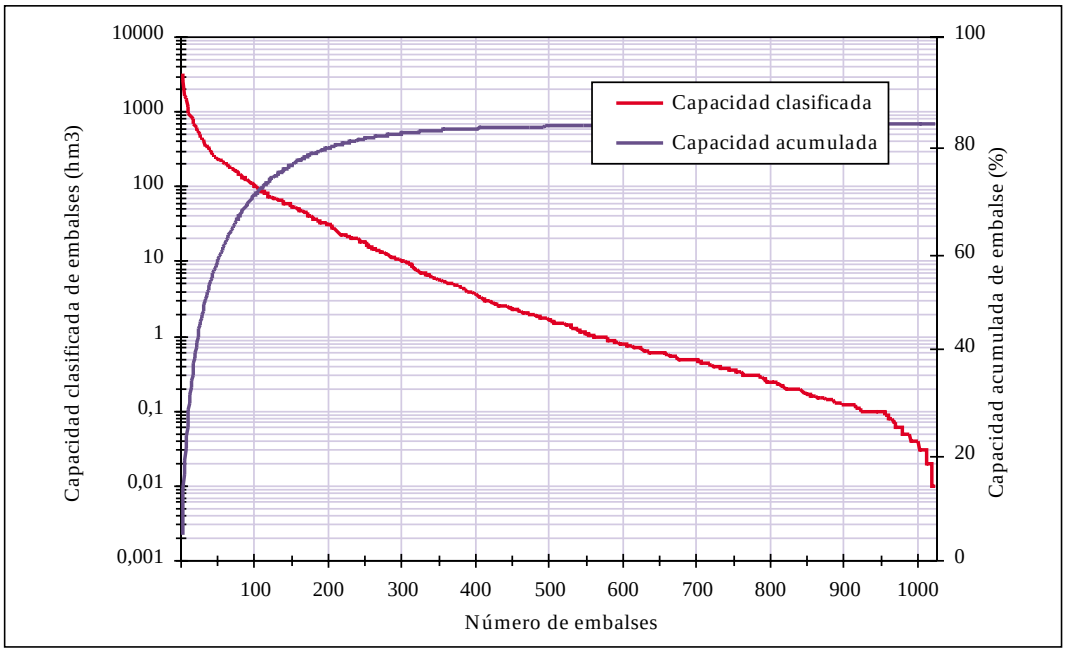


Figura 331. Capacidades clasificadas y acumuladas de los embalses españoles

cenamiento (del orden del 98% del total) se concentra en los 300 embalses con capacidad superior a 10 hm³. Los embalses de menor capacidad, aunque mucho más numerosos, representan una pequeña fracción de la capacidad total de almacenamiento, tal y como se aprecia en la figura 331 de capacidades clasificadas y acumuladas.

La distribución geográfica de los embalses con capacidad superior a 10 hm³ se muestra en la figura 332.

La evolución temporal de la ejecución de estas presas puede apreciarse en la figura 333, que muestra diferentes mapas correspondientes a distintos periodos de tiempo. En ellos puede observarse la situación de las presas mayores de 10 hm³ de capacidad que han ido entrando en funcionamiento en periodos de veinte años. A pesar de que existían cerca de 60 presas a comienzos de siglo, tan sólo tres de ellas - Puentes y Valdeinfierno en el Segura y el Villar en el Tajo - superaban los 10 hm³ de capacidad.

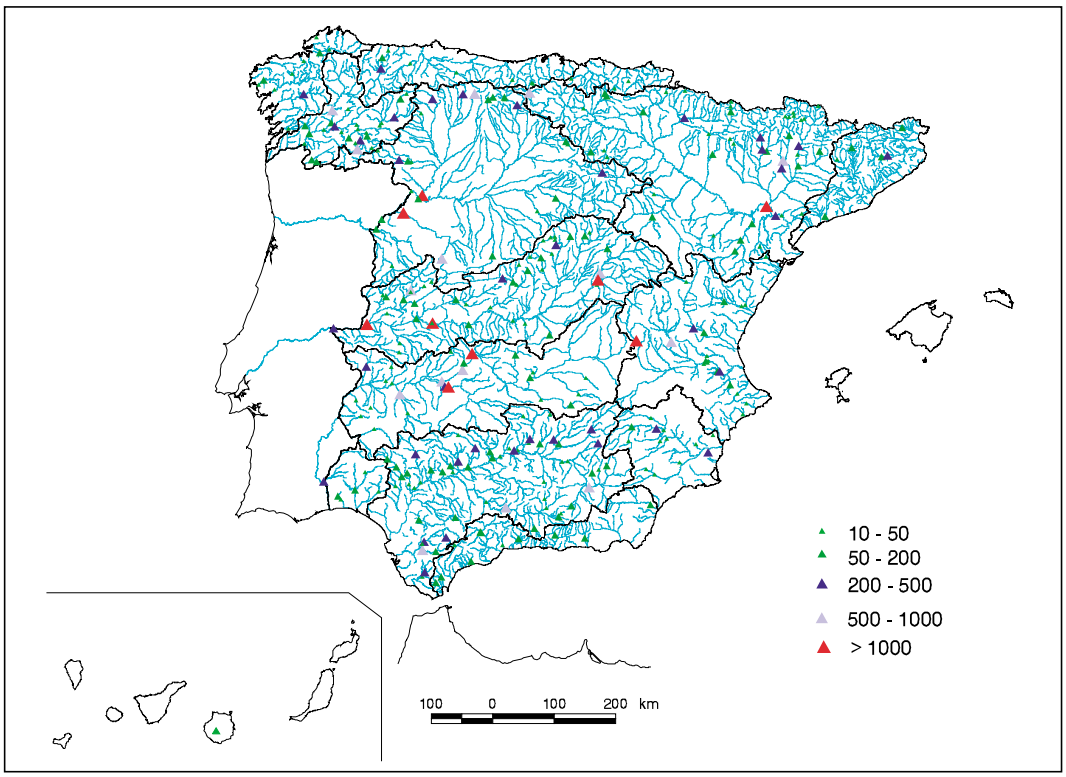


Figura 332. Mapa de embalses con capacidad superior a 10 hm³

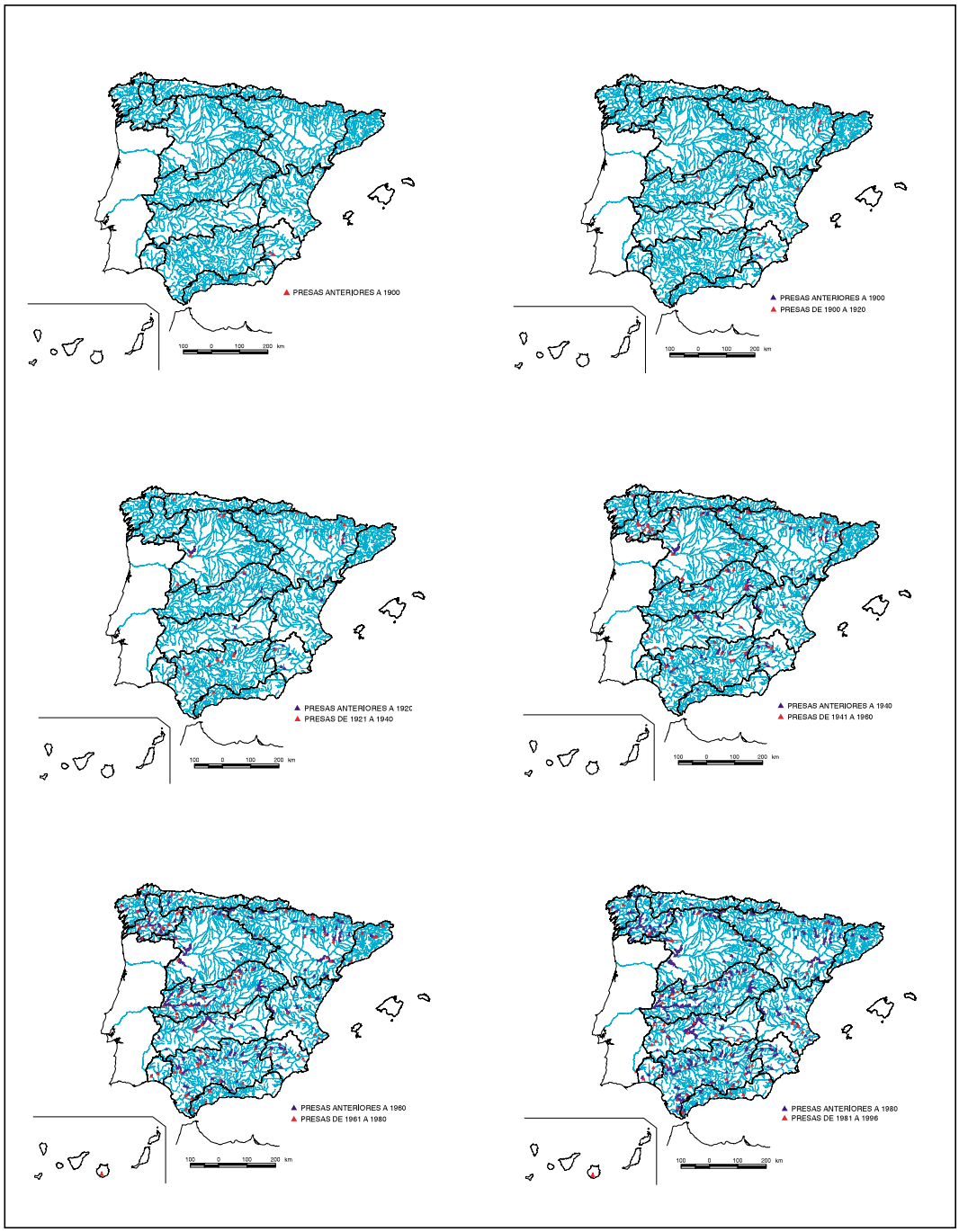


Figura 333. Mapas de evolución temporal de la construcción de presas con capacidad superior a 10 hm³

En la figura puede apreciarse cómo a partir de 1940 la densidad territorial de estas infraestructuras es considerablemente mayor.

Este análisis territorial también puede realizarse desde el punto de vista de la evolución de la capacidad de almacenamiento, tal y como muestra la figura 334, en la que se ha representado la evolución temporal de la capacidad desagregada según los diferentes ámbitos de planificación.

En la figura puede apreciarse la reducida capacidad relativa de que se dispone en algunos ámbitos, como los archipiélagos, Cornisa Cantábrica (excepto Norte I), Cuencas Internas de Cataluña, Sur o Segura.

Puede apreciarse también el rápido incremento de capacidad que tiene lugar en la cuenca del Tajo en la década de los años sesenta. En la cuenca del Guadiana se produce un crecimiento muy escalonado. A finales de los años cincuenta se produce un crecimiento relativamente rápido al entrar en funcionamiento las obras del Plan Badajoz, seguido de un periodo de unos 30 años de práctica inactividad en la construcción de presas, hasta que a finales de los ochenta la presa de la Serena supone un espectacular incremento en la capacidad de embalse de esta cuenca. En la cuenca del Guadalquivir se presenta el crecimiento más regular, incrementándose la capacidad de forma prácticamente sostenida desde los años

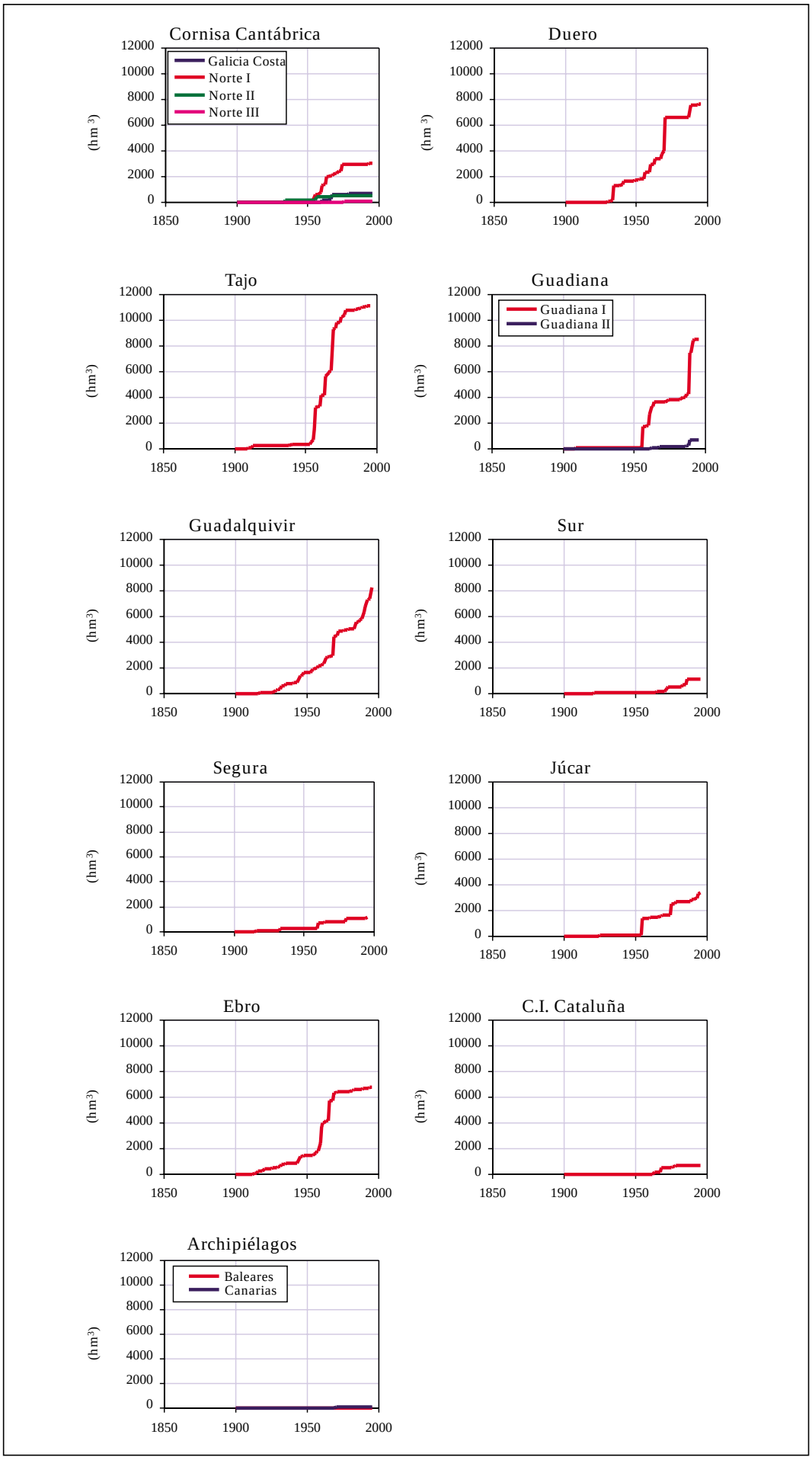


Figura 334. Evolución desde 1900 de la capacidad de embalse en los diferentes ámbitos de planificación

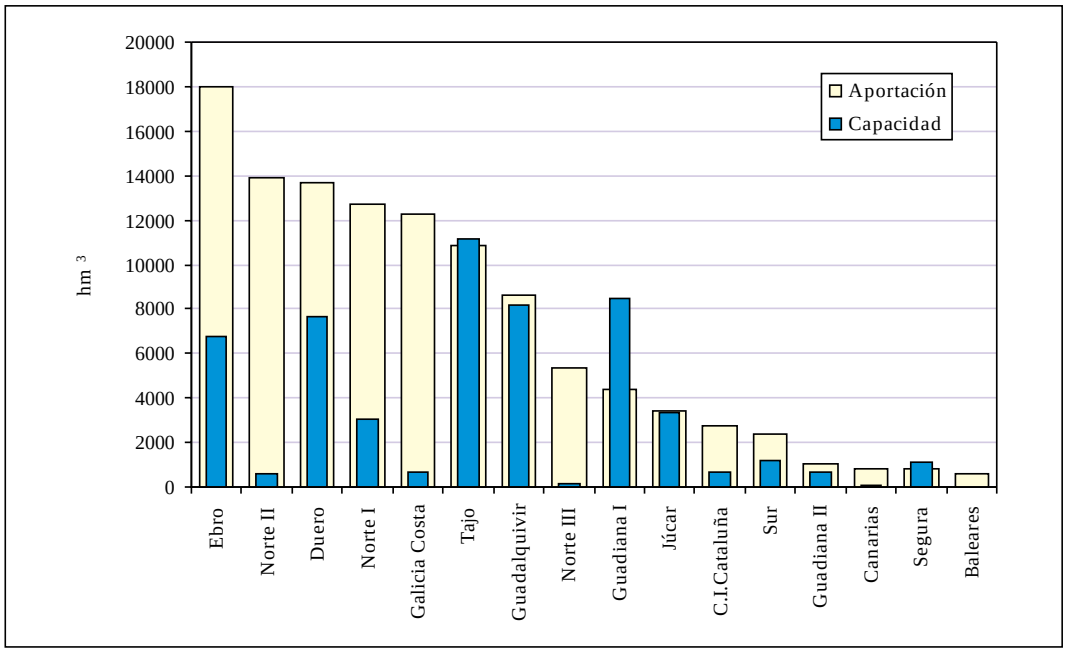


Figura 335. Capacidades de embalse y aportaciones naturales anuales en los diferentes ámbitos de planificación

treinta, a excepción de un corto periodo en la década de los setenta. En la cuenca del Ebro se aprecia un importante incremento hasta finales de los años sesenta, pero en los últimos treinta años el crecimiento ha sido prácticamente nulo.

Con objeto de precisar mejor la cuantía relativa del embalse disponible, en la figura 335 se comparan estas capacidades de embalse actuales con las aportaciones en régimen natural en cada uno de los ámbitos. Puede apreciarse que en algunos de ellos, como el Tajo, el Guadiana I o el Segura, la capacidad de almacenamiento es superior a las aportaciones naturales totales de un año medio. En otros casos, fundamentalmente en toda la Cornisa Cantábrica, la capacidad de embalse es muy reducida en comparación con los recursos naturales.

Todo ello puede apreciarse con mayor claridad en la figura 336, en la que se muestran las relaciones entre capacidad de embalse y aportación natural en cada ámbito.

Presentan una relación superior a uno las cuencas ya mencionadas del Guadiana I, Segura y Tajo, que son las que disponen de una mayor capacidad relativa de embalse, y se hallan próximas a la unidad las cuencas del Júcar y del Guadalquivir. En el otro extremo, con una relación inferior a 0,2 se encuentran Canarias, Galicia Costa, Norte II y III y Baleares. Debe notarse

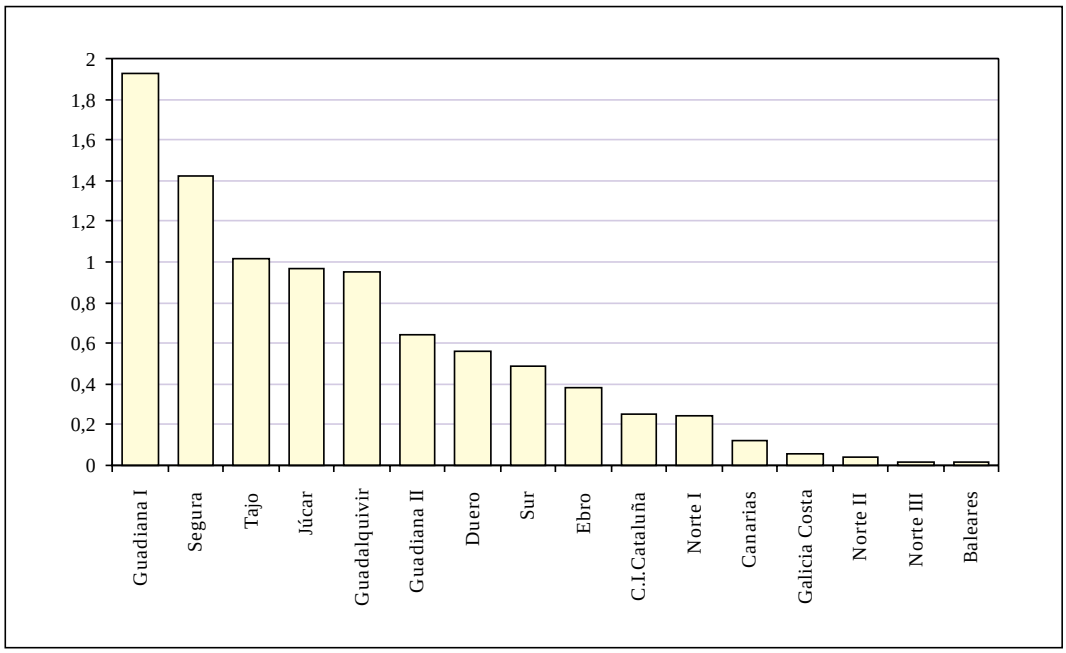


Figura 336. Relación entre capacidad de embalse y aportación natural anual en los diferentes ámbitos de planificación

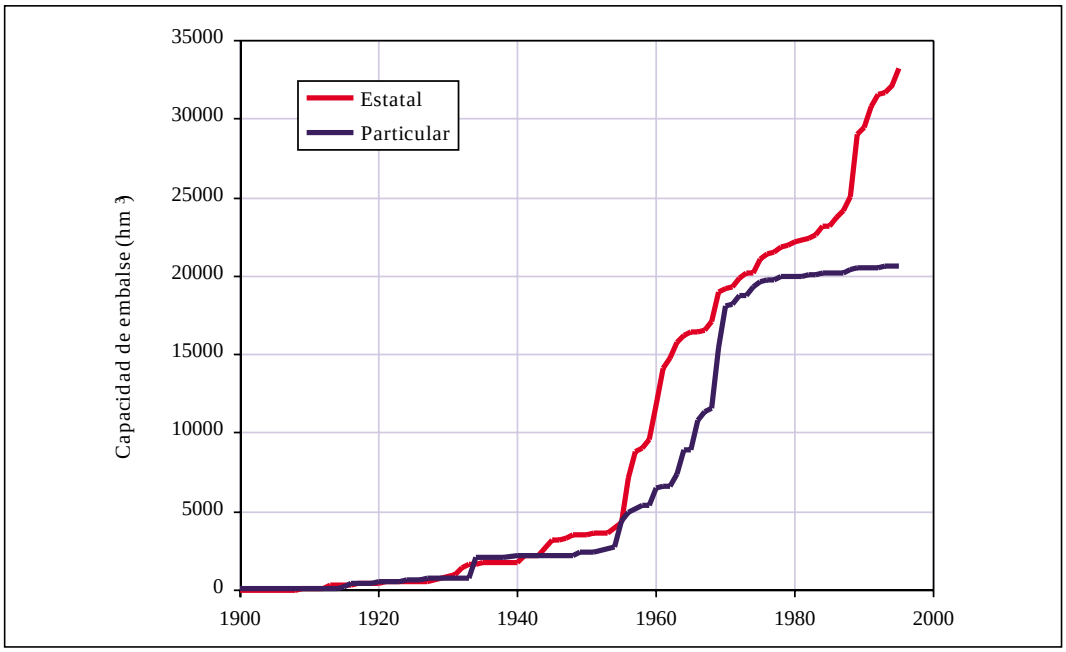


Figura 337. Evolución desde 1900 de la capacidad de los embalses de propiedad estatal y particular

que estas cifras tienen un valor meramente indicativo, pues no tienen por qué alcanzarse valores similares en todas las cuencas, ni la regulación conseguida sería comparable, dado el distinto componente hidrogeológico de las aportaciones de los distintos ríos, y la diferente capacidad de bombeo instalada en cada cuenca. Además, y como ya se indicó, los efectos de grandes embalses de cola (como en el caso del Duero) hacen que estas cifras deban matizarse e interpretarse con prudencia.

Otro análisis especialmente interesante consiste en analizar la evolución de los embalses atendiendo al tipo de propietario. Para ello se han agrupado los embalses en dos categorías. En la categoría denominada estatal se incluyen los embalses a cargo de la Administración, ya sea Central, Autonómica o Local, incluyéndose en la categoría denominada particular el resto de los embalses (usualmente compañías eléctricas).

La figura 337 muestra la evolución histórica de la capacidad de embalse atendiendo a estas dos categorías.

Como puede apreciarse, hasta mediados de los cincuenta la capacidad es muy similar en ambos casos. A lo largo de la década de los sesenta la capacidad en los embalses estatales es superior, pero tras un fuerte crecimiento de los embalses particulares a finales de los sesenta, ambas capacidades vuelven a ser muy similares en torno a 1970. A partir de este momento, sin embargo, se producen comportamientos claramente diferentes en las dos categorías. Mientras que la capacidad de los embalses estatales continúa creciendo -y de forma especialmente rápida a finales de los ochenta- hasta alcanzar unos 33.000 hm^3, la capacidad de los embalses particulares se estabiliza en torno a unos 21.000 hm^3, manteniéndose este estancamiento hasta la actualidad.

La distribución espacial de esta evolución puede apreciarse claramente en los interesantes gráficos de la figura 338, correspondientes a cada uno de los ámbitos de planificación.

Destaca el claro predominio de los embalses de propiedad privada en la Cornisa Cantábrica, Duero y Tajo, especialmente estos dos últimos. En el Ebro es también ligeramente superior la capacidad de los embalses privados, mientras que en el Júcar y las Cuencas Internas de Cataluña es algo superior la capacidad de los estatales.

Sin embargo, la situación en las cuencas más meridionales, Guadiana, Guadalquivir, Sur y Segura, es totalmente distinta. En estos casos, la práctica totalidad de la capacidad corresponde a embalses estatales, existiendo muy poca capacidad de almacenamiento en embalses particulares.

Podría decirse, de forma muy simplificada, que en la zona noroccidental, abundante en recursos hídricos, ha predominado la ejecución de embalses de propiedad privada, fundamentalmente hidroeléctricos, mientras que en la zona más meridional, de recursos más escasos, el predominio ha correspondido a los embalses de propiedad estatal, fundamentalmente para riegos y defensas.

3.10.1.2.2. Azudes de derivación y captaciones fluviales

Estas estructuras permiten conseguir una ligera elevación de la lámina de agua de los ríos para facilitar así

su derivación a otros cauces. En España existen innumerables azudes para molinos, fábricas e industrias particulares desde tiempos muy remotos.

En épocas más recientes, estos azudes se han construido para la derivación de agua a centrales hidroeléctricas o hacia canales de riego en las vegas de los grandes ríos. Los azudes de El Bocal en el Ebro, San José en el Duero, Cazalegas en el Alberche, Del Rey en el Jarama, Montijo en el Guadiana, Ojós en el Segura, o Peñaflor en el Guadalquivir, constituyen buenos ejemplos de este tipo de infraestructuras.

Para la obtención de caudales de menor cuantía se suele disponer de otro tipo de estructuras de captación en los cauces, fundamentalmente estaciones de bombeo, tomas directas o pozos marginales, en general de uso privado.

En algunas de ellas ha sido preciso cerrar el lecho o el cauce del río mediante alguna obra en el álveo o aluvial.

3.10.1.2.3. Captaciones hidrogeológicas

Una gran parte de los abastecimientos de poblaciones y muchos regadíos particulares se alimentan de manantiales naturales y pozos.

Existen galerías para captación y conducción de aguas subterráneas desde la Edad de Bronce (algunas, por ejemplo, en Almería), y fueron frecuentes en la época musulmana. En las Islas Canarias y gran parte del sureste peninsular estas infraestructuras son particularmente importantes.

La figura 339 muestra conjuntamente la evolución estimada indicativa del volumen de agua subterránea aprovechada en España según MOPTMA-MINER (1995), y la evolución desde 1940 hasta 1980 de los caudales de pozos y sondeos aforados en la cuenca del Segura, tomada de la Documentación Básica de su Plan Hidrológico, y elaborada a partir de datos de la Jefatura de Minas, en que se inscribían estos aforos. Ambas series permiten -con las limitaciones

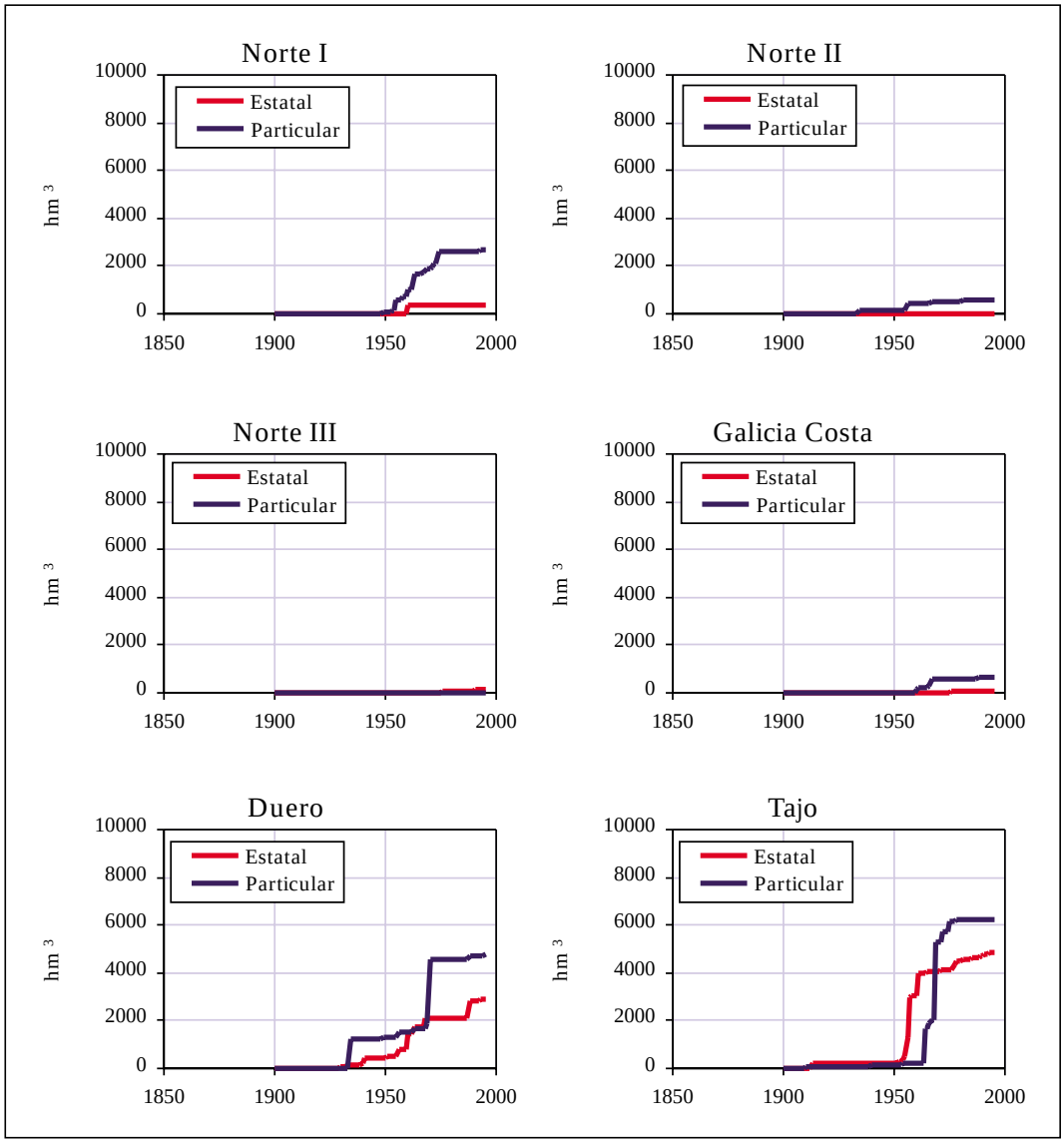


Figura 338. Evolución desde 1900 de la capacidad de los embalses de propiedad estatal y particular en los diferentes ámbitos de planificación

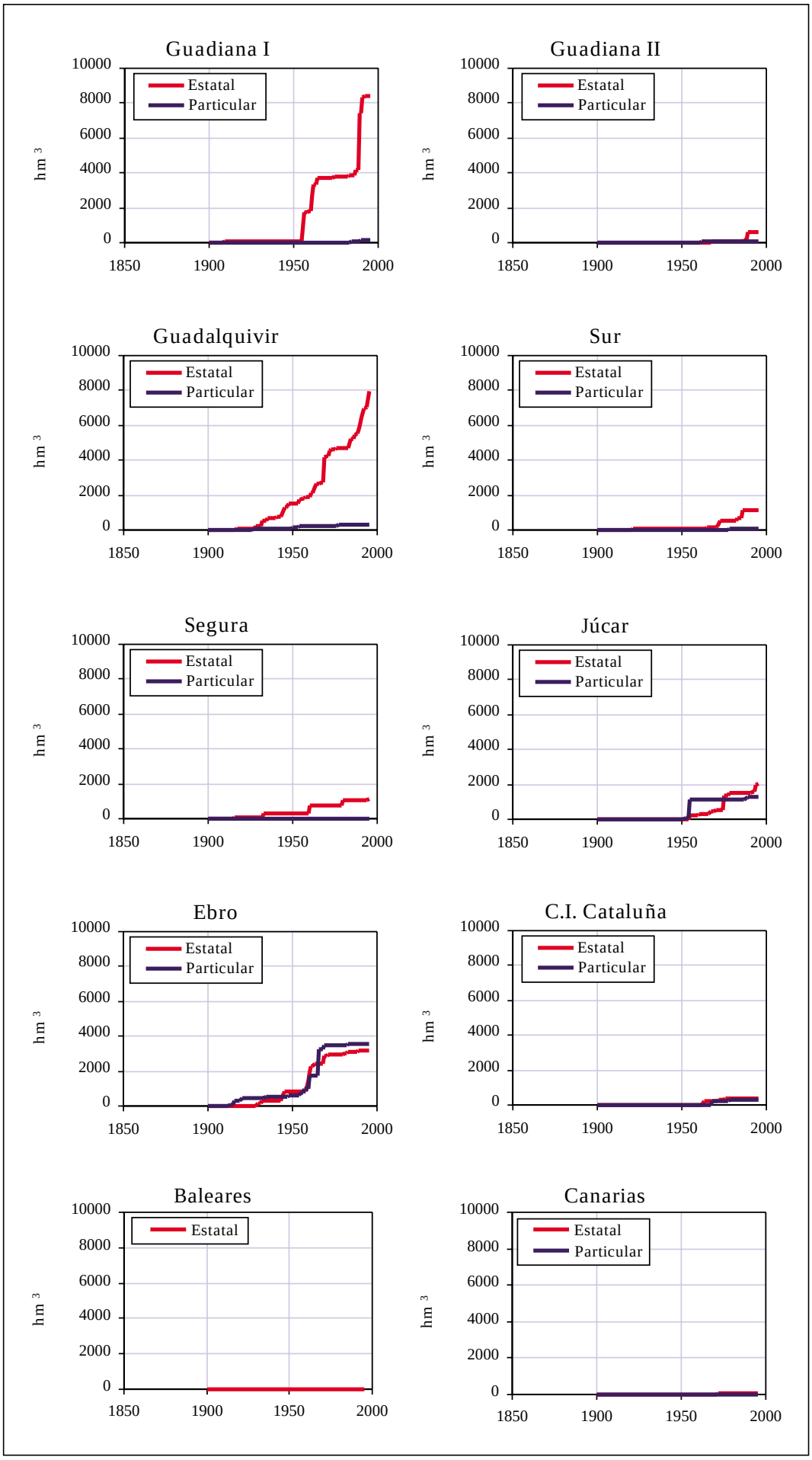


Figura 338.
(Continuación)

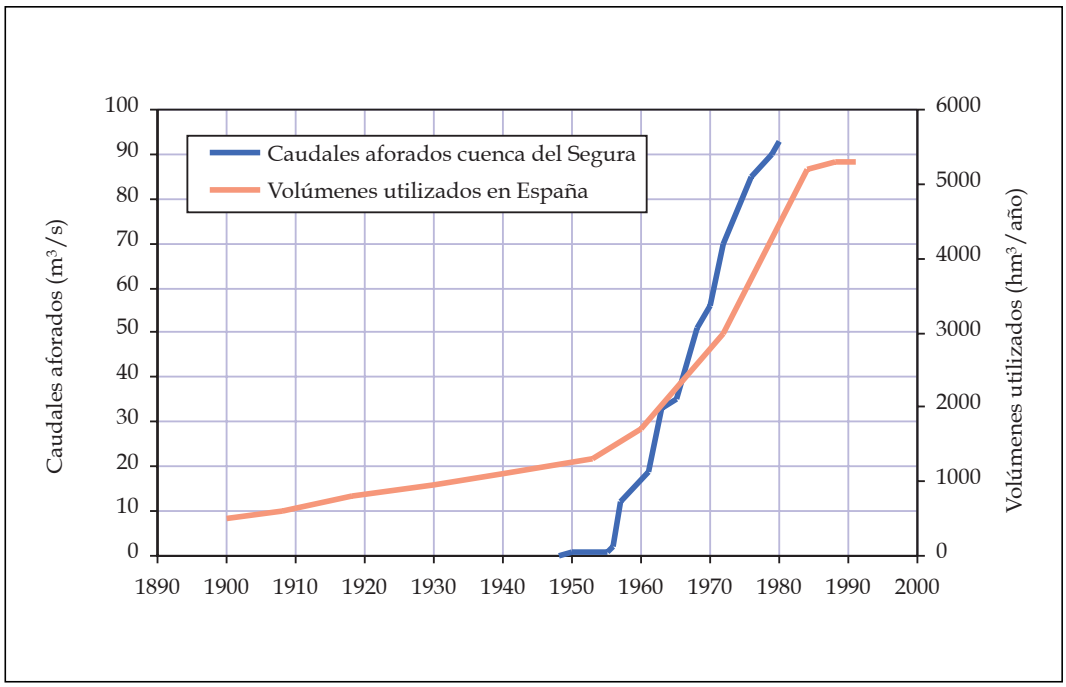


Figura 339. Evolución de volúmenes de agua subterránea utilizados en España y de caudales aforados en pozos y sondeos en la cuenca del Segura

propias de este tipo de datos- hacerse una idea del extraordinario dinamismo y crecimiento experimentado en las últimas décadas por estas infraestructuras, especialmente en algunas zonas del territorio nacional.

Se estima que en la actualidad podría superarse el millón de pozos y captaciones para el aprovechamiento de las aguas subterráneas, lo que da una idea de la extraordinaria importancia global de esta fuente de suministro.

Como ejemplo de gran concentración de pozos, en la figura 340 se muestran los existentes (unos 70.000) en los acuíferos de la cuenca alta del Guadiana.

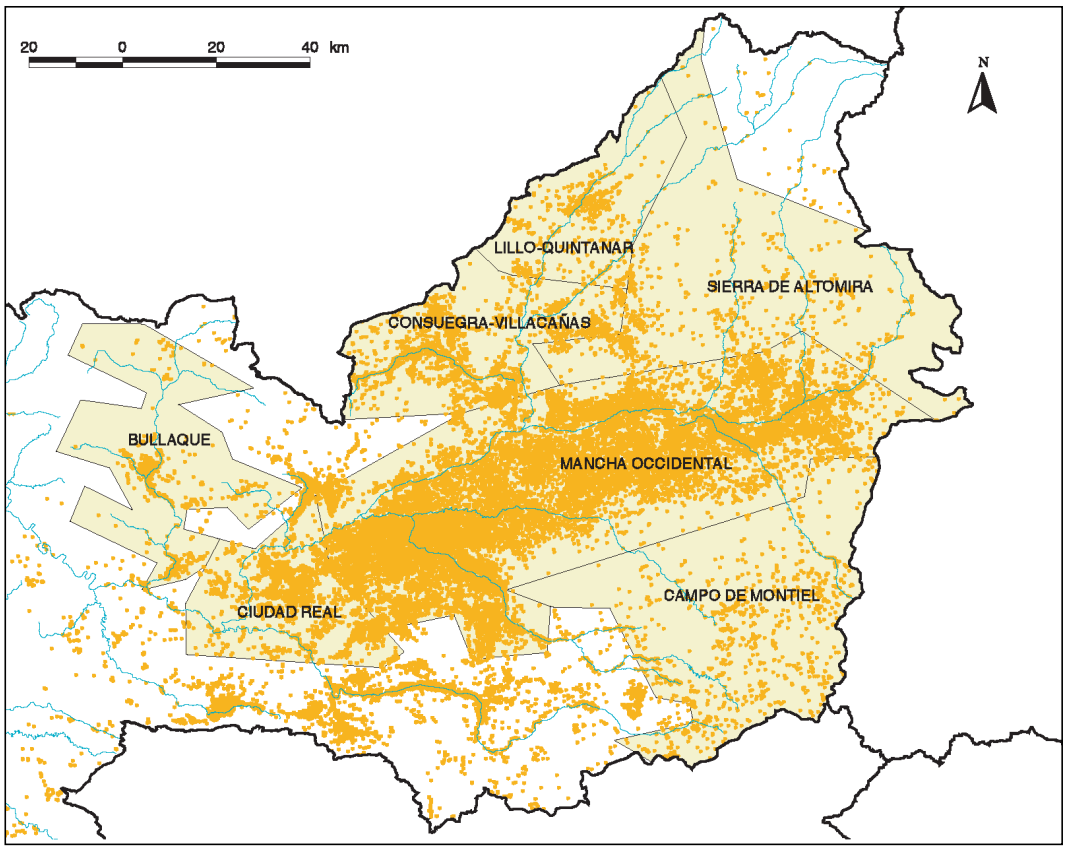


Figura 340. Pozos en la cuenca alta del Guadiana

Tabla 102. Red de conducciones de abastecimiento en las cuencas intercomunitarias

Plan Hidrológico	Longitud (km)	Densidad (km^2/km)
Norte I	-	-
Norte II	178	97
Norte III	46	124
Duero	258	306
Tajo	444	126
Guadiana I	465	114
Guadiana II	89	79
Guadalquivir	2.751	23
Sur	72	249
Segura	584	33
Júcar	130	330
Ebro	115	744
Total (cuencas intercomunitarias)	5.132	90

3.10.1.2.4. Conducciones de abastecimiento

De acuerdo con la Documentación Básica de los Planes Hidrológicos, y tan solo en las cuencas intercomunitarias, existen más de 5.000 km de conducciones para el transporte y distribución de agua para abastecimiento de poblaciones, la mayor parte de las cuales están constituidas por tuberías de diversos materiales, diámetros y timbrajes.

Su distribución entre los diferentes Planes se muestra en la tabla 102, de elaboración propia con datos de la Síntesis de Documentación Básica para los Planes Hidrológicos (MOPU-DGOH, 1990).

Las cifras indicadas en la tabla constituyen un límite inferior, pues la Documentación Básica refleja datos de los años 80 y en algunos casos, además, solamente se incluyen las conducciones de capacidad superior a 500 l/s. En la tabla también se ha incluido la densidad, referida a la superficie del territorio de cada Plan intercomunitario.

Recientemente han quedado fuera de servicio traídas de agua de la época romana que permanecen como valiosos restos históricos, como los acueductos de Segovia y Mérida.

Las Comunidades Autónomas han asumido la anterior competencia estatal de auxilio a las corporaciones locales, que son las encargadas de este tipo de infraestructuras.

Por otra parte, y como anteriormente se ha mencionado, existe una tendencia generalizada hacia la formación de agrupaciones o Mancomunidades de municipios para la ejecución de estas conducciones, así como para su explotación y conservación. La gestión tiende a realizarse mediante conciertos con empresas municipales o privadas.

Las redes de distribución de agua constituyen el activo más importante de todo sistema de abastecimiento. Se trata de conducciones sometidas a presión, enterradas en un medio húmedo y con corrientes parásitas; estas condiciones agresivas producen un efecto de envejecimiento y limitan su vida útil, con el resultado de fugas dispersas, roturas que producen daños y pérdidas de la calidad del agua que transportan.

En la encuesta de la AEAS de 1994, en la que se incluyen datos relativos a 16,9 millones de habitantes de núcleos mayores de 20.000 habitantes, la longitud de las redes de distribución de agua en baja se situaba en una media de 1,52 km por 1.000 habitantes. Según los estratos de población analizados, la relación oscilaba entre 0,79 y 1,59 km por 1.000 habitantes, correspondiendo esta última cifra a las poblaciones superiores a 100.000 habitantes.

No obstante, conviene señalar que en los casos arriba expuestos se incluyen sólo las redes gestionadas por las entidades de abastecimiento, existiendo redes de distribución gestionadas directamente por Ayuntamientos, urbanizaciones y otros agentes. Algunos especialistas consideran que para un buen desarrollo del servicio, la longitud de las redes de distribución debería alcanzar la relación de 2 km. por 1.000 habitantes, sobre todo en las grandes aglomeraciones urbanas con zonas de segunda residencia.

Sobre el total de la población encuestada, el tipo de material más empleado en las redes de distribución es la fundición (47,9% de la longitud), seguido del fibrocemento (37,6%) y el hormigón (4,5%), correspondiendo el resto a PVC y otros materiales. Según los estratos de población, en las áreas metropolitanas era más frecuente el empleo de tuberías de fundición (71% de la longitud total), mientras que en las poblaciones comprendidas entre 50.000 y 100.000 habitantes predominaban las tuberías de fibrocemento (70% de la longitud).

Para mantener unos niveles de servicio adecuados, reduciendo las roturas y pérdidas, se acepta generalmente por el sector de las entidades de abastecimien-

Plan Hidrológico	Longitud (km)	Densidad (km^2/km)
Norte I	115	153
Norte II	-	-
Norte III	-	-
Duero	1.598	49
Tajo	478	117
Guadiana I	3.389	16
Guadiana II	-	-
Guadalquivir	1.294	49
Sur	111	162
Segura	506	38
Júcar	394	109
Ebro	1.717	50
Total (cuencas intercomunitarias)	9.602	48

Tabla 103. Red de conducciones de riego en las cuencas intercomunitarias

to que el nivel de pérdidas debería acercarse al 10-15% (sin incluir en dicha cifra otros usos del agua no registrados, como son los consumos de tratamiento, el riego de calles y zonas verdes municipales, así como otros usos públicos), y el número de roturas debería ser como máximo de 0,4 por km de red y año. Ello exige que la edad media de las conducciones no supere los 25 años, lo que lleva consigo unas cuantiosas inversiones sostenidas tanto en sustitución como mantenimiento de las redes. El nivel actual de pérdidas en las redes suele oscilar entre un 10% (estado y conservación excelentes) y un 50% (estado y conservación muy deficientes).

Como ejemplo ilustrativo de lo aquí expuesto, basta citar lo llevado a cabo por el Consorcio del Gran Bilbao, el cual con motivo de la última sequía revisó acerca de 1.000 km de conducciones, detectando en ellos 1.278 fugas, con un total de 210 l/s de pérdidas, y que una vez reparadas supusieron un ahorro del 5% del consumo total.

3.10.1.2.5. Conducciones de riego

Las conducciones de transporte y distribución de agua para los riegos tradicionales y de iniciativa pública, por la magnitud de los caudales requeridos, suelen estar constituidas por canales abiertos, sin revestir o

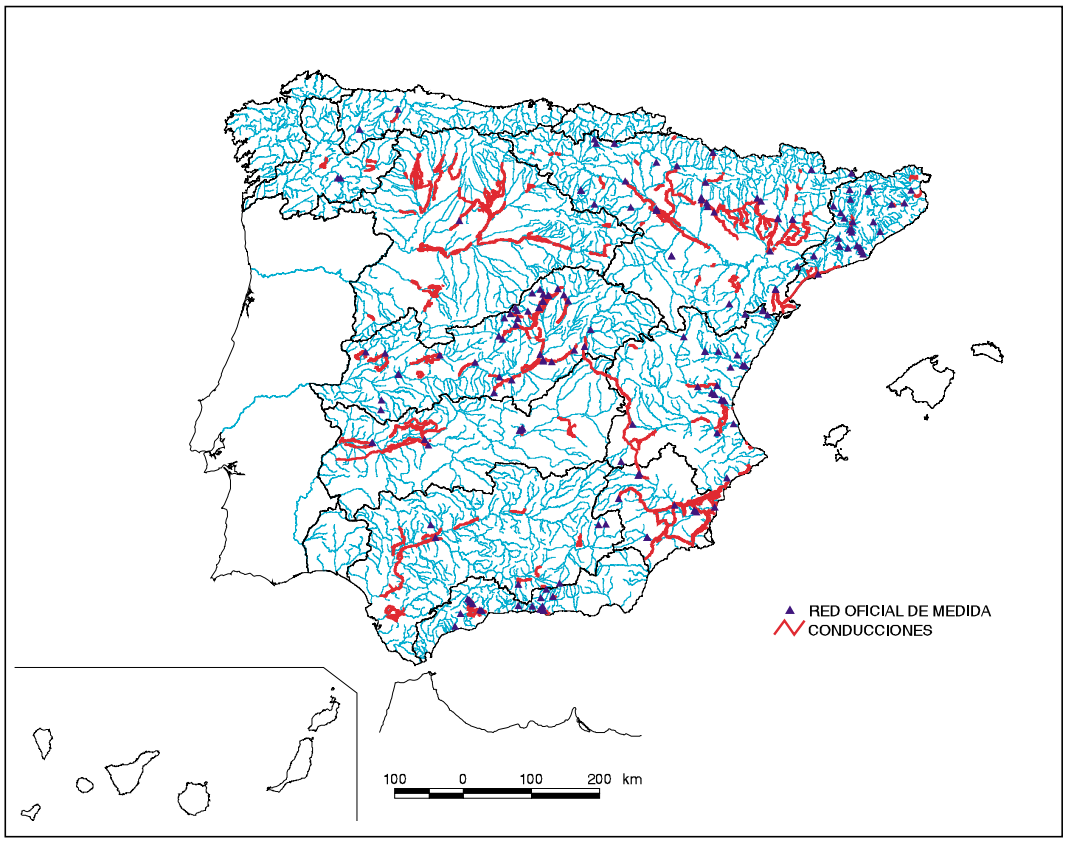


Figura 341. Mapa de las principales conducciones de abastecimiento y riego, y puntos oficiales de control

con revestimientos superficiales para mejorar su capacidad de transporte y su impermeabilidad.

Las nuevas técnicas de regadío, de menor consumo de agua, están obligando a sustituir estas conducciones abiertas por conductos cerrados y a presión, normalmente tuberías de diversos materiales y timbrajes.

Las redes de distribución, que permiten situar el agua en cada parcela, suelen ser ramificadas y telescópicas, disminuyendo de sección hacia aguas abajo En los regadíos de iniciativa pública las conducciones de mayor capacidad, normalmente superior a 250 l/s, fueron construidas por el antiguo Ministerio de Obras Públicas, mientras que las de menor capacidad se llevaron a cabo por el antiguo IRYDA, en el marco de los denominados Planes Coordinados.

En general, los canales principales de transporte son explotados por las Confederaciones Hidrográficas y las redes de distribución por las Comunidades de Regantes. Tanto la aportación al coste de las obras, como los gastos de explotación, conservación y mantenimiento, se incluyen, de acuerdo con la legislación de aguas, en las tarifas anuales de riego que deben satisfacer los usuarios.

La deficitaria recaudación de estas tarifas, junto con una escasa disponibilidad presupuestaria, producen un deterioro progresivo de estas infraestructuras, lo que conviene corregir, mediante programas concretos de rehabilitación, para mantenerlas en plena utilidad.

Actualmente, solo en las cuencas intercomunitarias, y de acuerdo con la Documentación Básica de los Planes Hidrológicos (MOPU-DGOH, 1990), se estima en cerca de 10.000 km la longitud de las conducciones de riego en explotación, con la distribución indicada en la tabla 103.

En la figura 341 se muestra el trazado de las principales conducciones de abastecimiento y riego, así como la localización de los puntos oficiales de control de la red de canales y conducciones.

3.10.1.2.6. Redes de azarbes y drenajes

Las redes de azarbes permiten recoger las aguas sobrantes del riego y conducirlas a otros puntos de utilización situados aguas abajo. Normalmente están constituidos por zanjas trapeciales sin revestir, que forman una red ramificada de sección creciente que desagua en los arroyos de la zona. Se trata de redes de gran importancia, pues al drenar el terreno evitan su encharcamiento y la consiguiente salinización.

Su construcción, explotación y mantenimiento están sujetos a los mismos criterios y condicionantes que las redes de distribución, aunque requieren limpiezas más frecuentes por la proliferación de carrizos y eneas.

3.10.1.2.7. Redes de caminos de servicio

En las zonas de regadío transformadas con intervención del Estado se han construido caminos de servicio cuyo trazado discurre paralelo y próximo a las conducciones de riego y azarbes principales. Facilitan la construcción y explotación de la infraestructura del regadío y el acceso a las diferentes fincas. Normalmente constan de afirmados débiles (macadam o zahorra), con perfiles longitudinales prácticamente horizontales, y aunque su tránsito es de escasa intensidad y velocidad, suelen deteriorarse con facilidad. En la actualidad esta red supera los 10.000 km de longitud.

Algunos de estos caminos llegan a ser de interés local como accesos a núcleos urbanos, por lo que se excluyen de la tarifación y su gestión se transfiere a otros Organismos ajenos a la propia Administración hidráulica.

3.10.1.2.8. Instalaciones de tratamiento de aguas potables

La construcción, explotación y conservación de estas infraestructuras de potabilización corre a cargo de los municipios, bien de forma independiente o agrupados en mancomunidades, y con su gestión a veces encomendada a empresas privadas, como ya se ha indicado, o desempeñada por Organismos Públicos.

En España existen numerosísimas instalaciones de este tipo, en las que la línea de tratamiento generalmente utilizada es la integrada por los procesos de coagulación-floculación, sedimentación, filtración por arena y desinfección por cloro. No obstante, algunas estaciones de tratamiento de agua potable utilizan complementariamente procesos más completos de tratamiento como pueden ser la ozonización (cerca del 10% del total), y la filtración por carbón activo granular (GAC), destinados a eliminar compuestos orgánicos disueltos y a mejorar las cualidades organolépticas del agua.

La nueva Directiva Comunitaria relativa a la calidad del agua para consumo humano podría suponer en algunos casos la adopción de modificaciones en las estaciones de tratamiento existentes, especialmente para adaptarlas a los límites indicados en cuanto a los subproductos generados en la desinfección (trihalometanos).

3.10.1.2.9. Instalaciones de tratamiento de aguas residuales

Este tipo de infraestructuras también son de competencia municipal. En la actualidad no existen instalaciones suficientes para atender a toda la población, aunque el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración en ejecución, descrito en secciones anteriores, establece los plazos para su extensión a todo el territorio nacional,

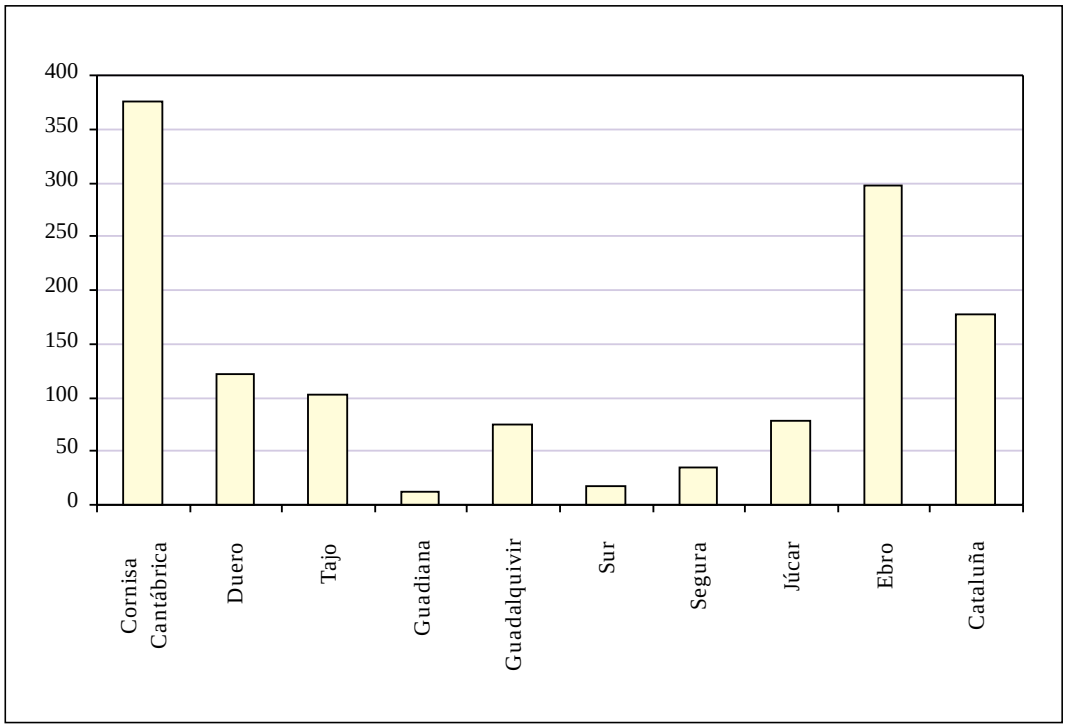


Figura 342. Número de centrales hidroeléctricas en distintas cuencas

mediante una actuación coordinada de las Administraciones Central, Autonómica y Local.

Se puede constatar que un número relativamente importante de las estaciones de depuración de aguas residuales, construidas en los años 70, han fracasado por falta de medios técnicos y económicos para afrontar su gestión, sobre todo en los pequeños municipios.

La situación actual es bien distinta ya que, sin perjuicio de que sigan existiendo instalaciones que no operan de forma óptima, y con rendimientos inferiores a los esperados, ha mejorado la gestión de los sistemas de depuración debido, por un lado, a una mejor disposición de los Servicios y Empresas municipales y, por otro, a la creación de Entes supramunicipales de Gestión y a la recaudación del canon de saneamiento en muchas Comunidades Autónomas.

Los tratamientos más comúnmente empleados son los de tipo secundario (biológico), de acuerdo con las pautas señaladas en la Directiva 91/271, reservándose los tratamientos más avanzados para aquellas aglomeraciones urbanas que afectan a zonas sensibles definidas de acuerdo con la citada Directiva.

3.10.1.2.10. Instalaciones de reutilización de aguas residuales

Existen en torno a 125 actuaciones de reutilización de aguas residuales depuradas en funcionamiento, aunque solamente un 30% de ellas cuenta con algún tipo de tratamiento terciario. Del orden de un 50% del volumen total reutilizado en España procede de las 10 instalaciones más importantes (Valencia-Pinedo I, Palma de Mallorca, Valencia-Quart Benager, Murcia, Almería, Benidorm, Jerez de la Frontera, Cartagena, Elche y Sur de Gran Canaria), pero tan sólo tres de ellas disponen de tratamiento de regeneración. Todo ello está impidiendo el aprovechamiento completo de este recurso.

3.10.1.2.11. Instalaciones de desalación

En España existen más de 300 instalaciones de desalación de tamaños muy variables, de las cuales aproximadamente el 16% son de agua de mar y el resto de agua salobre, con una capacidad total de 222 hm^3/año.

A lo largo de los últimos años se han ido sustituyendo de forma paulatina aquellas instalaciones de desalación que contaban con tecnologías más antiguas por otras más modernas de mayor eficiencia, por lo que actualmente puede considerarse que el conjunto se encuentra en condiciones operativas.

Únicamente las Palmas I (20.000 m^3/día) y las Palmas II (18.000 m^3/día) siguen funcionado con sus instalaciones originales, si bien no a plena producción, acometiéndose en la actualidad las obras de sustitución de la primera de las citadas.

Si en un principio estas instalaciones de desalación se limitaban a las islas y a Ceuta y Melilla, las últimas sequías han ampliado su ámbito de utilización a la costa peninsular mediterránea.

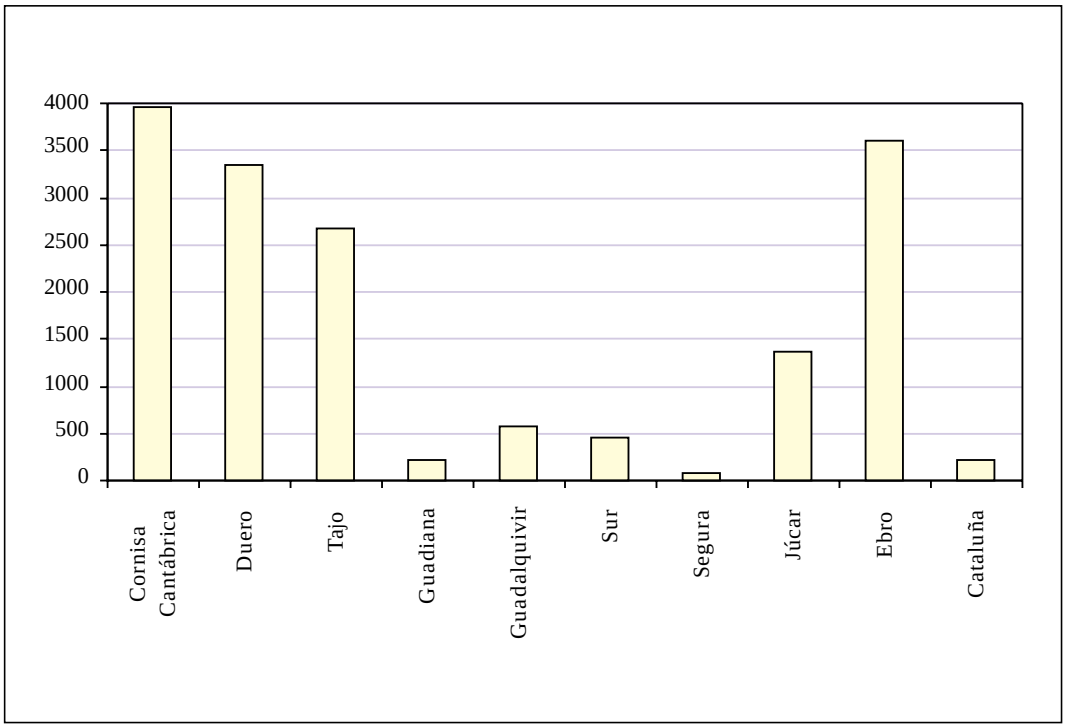


Figura 343. Potencia instalada en distintas cuencas (Mw)

3.10.1.2.12. Aprovechamientos hidroeléctricos

España, con cerca de 17.000 MW de potencia instalada, cuenta en la actualidad con uno de los parques hidroeléctricos más desarrollados del mundo. Sólo países de grandes dimensiones como Estados Unidos, Canadá o Rusia, o países con grandes recursos hidráulicos y muy montañosos como Suecia y Noruega, cuentan con un parque hidroeléctrico mayor que el español.

Existe una gran diversidad de centrales, tanto en lo que a potencia se refiere como en alturas de salto, capacidades de embalse, etc.

En la actualidad existen veintidós centrales con una potencia superior a 200 MW que suman 8.637 MW, esto es, el 52% de la potencia instalada. Otras quince instalaciones tienen una potencia instalada entre 100 y 200 MW y suponen el 12% de la potencia total. El resto de las centrales, hasta sumar el total de 1.300 existentes, tienen una potencia unitaria menor de 100 MW.

Gran parte de la potencia instalada en los últimos años lo ha sido en instalaciones de bombeo, tanto puro como mixto. En efecto, de los 6.200 MW hidroeléctricos instalados desde 1969, 4.300 MW corresponden a centrales de bombeo. Actualmente la potencia de estas centrales asciende a 4.900 MW de las cuales 2.400 MW son centrales de bombeo puro, esto es, centrales cuyo embalse superior no recibe aportaciones naturales significativas.

En cuanto a la distribución de la potencia instalada por cuencas hidrográficas, existen grandes diferencias, como se aprecia en las figuras 342 y 343 (Fuente: MOPU 1990). Mientras que la Cornisa Cantábrica cuenta con una potencia de 3.960 MW, distribuida en 376 centrales, y la cuenca del Ebro tiene 3.610 MW en 297 centrales, la cuenca del Guadiana alberga únicamente 12 centrales, con 211 MW y la del Segura tiene 34 centrales con 75 MW.

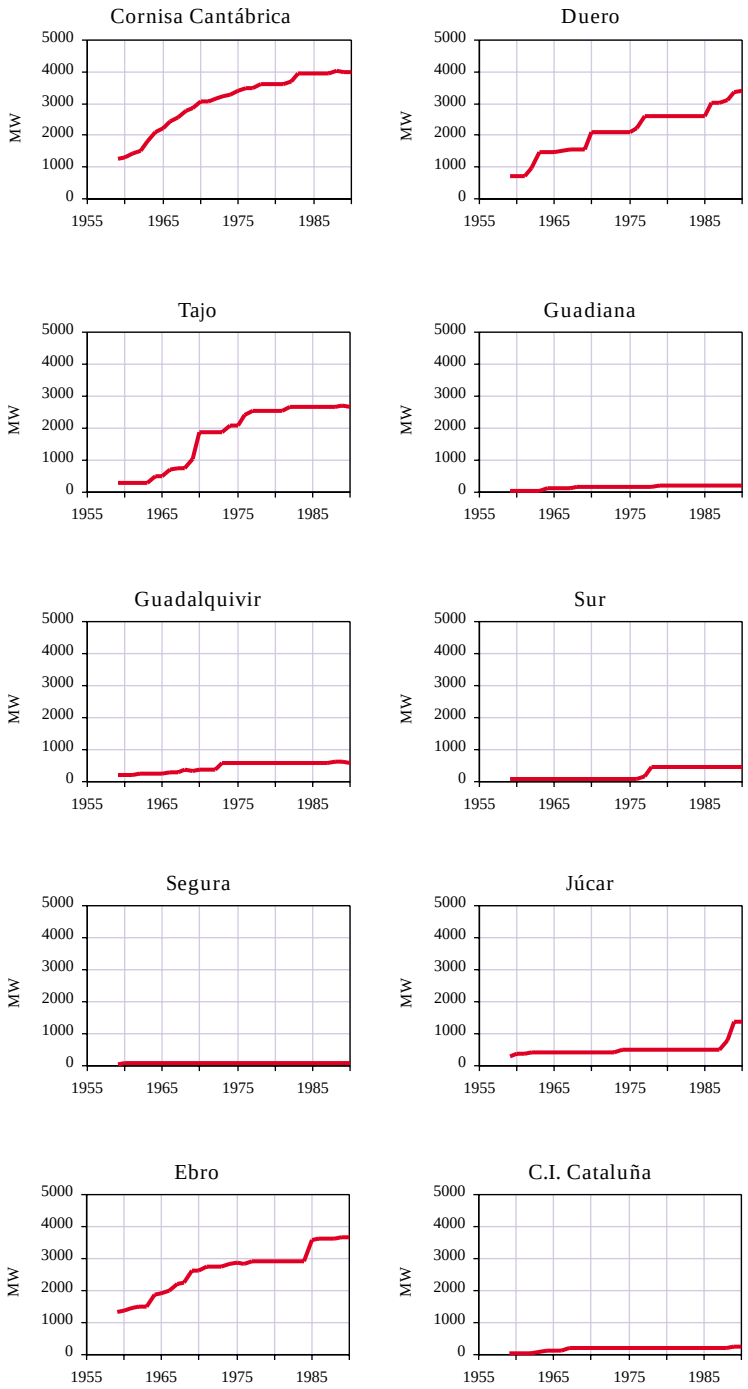
La evolución histórica registrada en las diferentes cuencas hasta alcanzar el nivel de equipamiento actual puede apreciarse en la figura 344.

Desde el punto de vista de la regulación, la distribución de la potencia hidroeléctrica instalada entre los diferentes tipos de centrales es la mostrada en la tabla 104 (datos de UNESA).

Estos aprovechamientos, que siempre quedan sometidos al régimen establecido por la Comisión de Desembalses si aprovechan infraestructuras construi-

Tabla 104. Distribución de la potencia hidroeléctrica instalada según tipos de centrales

Tipo de central	Porcentaje de la potencia instalada
Caudal fluyente	18
Caudal regulado	67
Bombeo puro	15



Fuente: Estadística sobre embalses y producción de energía hidroeléctrica. DGHO, varios años

Figura 344. Evolución de la potencia hidráulica instalada en las diferentes cuencas

das para otros fines, condicionan su funcionamiento a la atención de las demandas de otros usos de mayor prioridad, por lo que algunas presas de regulación disponen aguas abajo de un contraembalse que posibilita la modulación necesaria para compatibilizar el suministro de los usos prioritarios y la producción de energía hidroeléctrica.

Abonan, en su caso, el canon de producción, o el de la regulación si se benefician de ella.

3.10.1.2.13. Instalaciones de navegación y transporte

Desde tiempos muy remotos, la navegación fluvial se consideró una fuente importante de riqueza para las ciudades ribereñas que podrían disfrutarla. Son muy numerosos los ejemplos de iniciativas tomadas para favorecer este uso, sobre todo desde el siglo XVI, y, singularmente, durante el Reformismo Ilustrado, obsesionado por las comunicaciones y, en consecuencia, por las

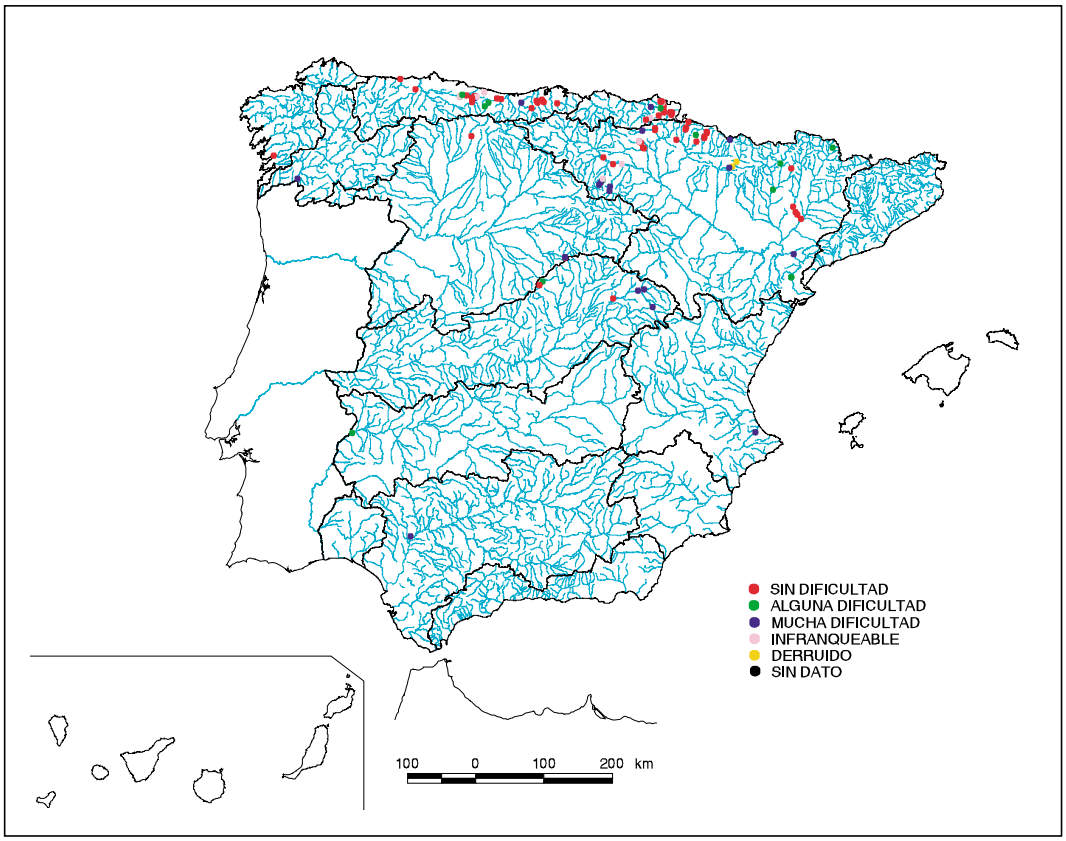


Figura 345. Mapa de pasos para peces identificados y grado de dificultad

vías navegables (v., p.e., López Gómez, 1998; o el singular Razonamiento de Pérez de Oliva, 1524).

Sin embargo, y salvo destacadas excepciones, esta preocupación no cristalizó en realizaciones prácticas, y la navegación y transporte fluvial no alcanzó el importante desarrollo de otros países como Francia o Inglaterra.

Hace ya tiempo que desaparecieron las antiguas actividades de transporte de maderas que se realizaban en algunos ríos españoles, como el Segre, el Sorbe, el alto Segura o el Tajo, o el transporte de carbón mediante barcazas en el Ebro. Una descripción de distintos proyectos de navegación llevados a cabo en este último río, y de cómo se concebía la navegación fluvial a comienzos de siglo puede verse en Lorenzo Pardo (1920).

La navegación en canales tampoco ha prosperado en nuestro país. Algunos canales que tuvieron la navegación como uno de sus fines primordiales, como el Canal Imperial o el Canal de Castilla, que se utilizó para el transporte de cereales en barcazas arrastradas por caballerías, han acabado por atender exclusivamente usos de riego y abastecimiento de población.

Actualmente, la navegación comercial se limita prácticamente al tramo bajo del Guadalquivir, que permite el tránsito de barcos de pequeño y mediano tonelaje, contando con las esclusas situadas junto a la dársena del puerto de Sevilla.

Por contra, en las últimas décadas se ha incrementado la navegación de carácter deportivo tanto en embalses como en los tramos de algunos ríos acondicionados para ello, pero es claro que con unas características completamente distintas que las que inicialmente tuvo esta actividad. Los casos del Guadiana y el bajo Ebro son bien ilustrativos al respecto.

3.10.1.2.14. Sistemas de corrección hidrológico-forestal

La DGOHCA y las Confederaciones Hidrográficas han contado tradicionalmente con Servicios de Aplicaciones Forestales dedicados, fundamentalmente, a la corrección de torrentes y a la repoblación forestal, actuando en coordinación con otros Organismos del Estado y de las Comunidades Autónomas para reducir la erosión y evitar el arrastre de sólidos por los ríos, con el consiguiente aterramiento y pérdida de capacidad de los embalses.

Las actuaciones realizadas han sido numerosísimas, y sus resultados pueden calificarse, en general, como excelentes.

Sin embargo, con el paso del tiempo este importante Servicio ha venido sufriendo un paulatino proceso de abandono, habiéndo incluso desaparecido en algunas Confederaciones. La reciente unificación en el Ministerio de Medio Ambiente de los servicios del

antiguo ICONA, hoy Dirección General de Conservación de la Naturaleza, y de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, a la que se adscriben las Confederaciones, podría propiciar una reconsideración organizativa y un nuevo impulso a esta importante cuestión.

3.10.1.2.15. Pasos para peces

De acuerdo con un inventario realizado en 1995 (Elvira et al., 1995) se han catalogado 108 pasos para peces, de los que aproximadamente el 30% es de reciente construcción (posterior a 1990). La mayoría de los pasos están situados en ríos salmonícolas, encontrándose muy pocos que faciliten el movimiento de otros peces migradores.

El tipo de dispositivo más utilizado es el de estanques sucesivos, también denominado escala, cuya utilización sólo resulta aconsejable cuando el obstáculo no sobrepasa los 10 m, aunque en algún caso se han instalado en obstáculos de mayor altura. Algo más de la mitad de los pasos estudiados se consideran útiles, es decir, resultan franqueables y se conservan en buen estado, mientras que el resto de los pasos estudiados requeriría algún tipo de mejora. Las cuencas del Norte y el Ebro destacan por el estado de conservación de sus pasos.

Además de las escalas existen otros sistemas para remontar obstáculos, tales como ríos artificiales, esclusas o ascensores para peces. Para facilitar la migración de bajada se utilizan barreras físicas, de comportamiento y sistemas de derivación. Aunque es obligatoria la instalación de rejillas en las tomas y canales de derivación para impedir el paso de los peces, existen muchos casos en los que no se dispone de ellas. Una reciente monografía sobre estos dispositivos es la de Elvira et al. (1998).

En la figura 345 se han señalado los pasos para peces identificados en el año 1995, indicando su grado de dificultad. Posteriormente se han realizado otras actuaciones en distintas zonas, como Asturias.

Un problema existente es el de la financiación de las escalas o pasos que se consideren convenientes, y que afecten a aprovechamientos con concesiones antiguas, sin clausulado al respecto. De no ser repercutible al concesionario, la incorporación de este coste a las actuaciones de protección ambiental, saneamiento, depuración o mejora de riberas podría ser el camino para su solución.

3.10.1.2.16. Encauzamientos y defensas de márgenes

Los encauzamientos se diseñan para dotar al río de una mayor capacidad de transporte, lo que se consigue aumentando su sección, disminuyendo su rugosidad mediante limpiezas de cauce y revestimientos, o aumentando su pendiente acortando y rectificando su traza.

Algunos ejemplos de este tipo de actuaciones son las cortas y los encauzamientos ejecutados en el río Guadalquivir a su paso por Córdoba y Sevilla, los de los ríos Rubí y Besós en Cataluña, el del río Segura, desde Contraparada hasta su desembocadura, o la solución sur de Valencia, consistente en un desvío fuera de la ciudad de las aguas del Turia mediante un nuevo cauce de unos 12 km de longitud.

Se estima que la longitud de los tramos de ríos tratados con este tipo de actuaciones alcanza unos 2.500 km y los problemas que plantean ya han sido comentados en epígrafes anteriores.

3.10.2. Valoración del patrimonio hidráulico

El ingente conjunto de infraestructuras brevemente comentado en secciones anteriores constituye un patrimonio tanto histórico como actual de enorme importancia en términos de utilidad pública y de economía.

Si ceñimos el concepto de patrimonio hidráulico al conjunto de infraestructuras hidráulicas propiedad del Estado, una reciente estimación (MOPT, 1993b) de su valor económico de reposición arroja las cifras de 2 billones de pesetas para las presas de embalse, otros dos billones para las conducciones de abastecimiento y riego, y 0,7 billones para las obras de defensa contra inundaciones.

En consecuencia, el total del valor de reposición del patrimonio hidráulico estatal español puede estimarse en casi 5 billones de pesetas.

Si se comparan estas estimaciones con los resultados de aplicación del régimen económico-financiero, expuestos en epígrafes previos, puede concluirse que el cobro anual de la Administración Hidráulica por el concepto de la regulación fluvial no alcanza ni el 0,2% del coste de reposición de las infraestructuras públicas de regulación, mientras que el cobro anual de la tarifa de utilización del agua supone el 0,5% del valor de reposición de las conducciones, porcentaje que se reduce a la mitad si se excluye el trasvase Tajo-Segura.

Por otra parte, existe un importante patrimonio hidráulico de concesionarios que, para las empresas integradas en UNESA, se estimó en 1997 en unos 2,4 billones de pesetas en términos de valor de reposición.

3.10.3. Conservación, mantenimiento, reposición y modernización de infraestructuras

Las Confederaciones Hidrográficas, en cumplimiento de las funciones asignadas en la Ley de Aguas (art.

21), explotan aquellas infraestructuras hidráulicas realizadas con fondos propios o que les hayan sido encomendadas por el Estado. En el desarrollo de estas funciones son responsables de mantener la operatividad de dichas infraestructuras, lo que implica su conservación y mantenimiento durante el periodo de vida útil, así como su reposición una vez concluida ésta.

La gran magnitud del patrimonio constituido por las infraestructuras hidráulicas implica unas labores de conservación muy elevadas y costosas. En el caso de infraestructuras de regulación se estima que el coste anual de estas labores podría suponer del orden del 0,5% del valor de la inversión; para otros tipos de infraestructuras este valor puede oscilar entre el 1 y el 2% de la inversión.

Contrastando tales porcentajes con la valoración del patrimonio anteriormente expuesta, y con las cifras de cobro de la Administración hidráulica por estos conceptos, se concluye que sería necesario, en grandes números, multiplicar por tres el cobro del canon de regulación, y por cuatro la tarifa de utilización del agua (excluido el trasvase Tajo-Segura), y ello únicamente para cubrir el coste anual de conservación de las obras.

Parte de las labores de conservación y mantenimiento pueden llevarse a cabo con los equipos que efectúan la propia explotación de las infraestructuras. Sin embargo, en otros casos es necesario recurrir a prestaciones de origen externo.

La experiencia demuestra que, en general, la vida útil real de las infraestructuras hidráulicas es superior a la contemplada en la normativa para su amortización (cincuenta años en las de regulación y veinticinco años para las restantes). En otras palabras, terminado el periodo fijado para la amortización de las infraestructuras, éstas se hallan aún en condiciones de prestar servicio. Por ello, no se considera la reposición en las tarifas de amortización. Sin embargo, en algunos casos singulares (elementos electromecánicos, plantas de tratamiento, desaladoras, etc.) su vida útil está determinada por la aparición de nuevas tecnologías más complejas y costosas, lo que plantea dificultades adicionales para su renovación. En estas condiciones, podría plantearse que la amortización prevista en la ley para estas infraestructuras incluyese el coste de su reposición, de acuerdo con los progresos tecnológicos.

La modernización de las infraestructuras hidráulicas constituye una orientación básica para alcanzar los objetivos de racionalidad y eficiencia en la gestión de los recursos hídricos.

Uno de los principales problemas que presenta la modernización de infraestructuras es su repercusión económica entre los distintos agentes implicados. Como es evidente, las ventajas inherentes a la modernización deben superar a sus inconvenientes, entre los que cabe destacar la normalmente elevada cuantía de la inversión requerida. La legislación hidráulica, salvo lo previsto en la Ley de 1911, que sólo se aplica a la mejora de regadíos, dedica escasa atención a la modernización de infraestructuras, por lo que las previsiones relativas a su financiación son mínimas.

Es previsible que en el futuro se multipliquen las actuaciones de mejora y modernización de infraestructuras hidráulicas, especialmente en el sector del regadío, por lo que sería necesario colmar el vacío legal que parece existir en este campo concreto.

3.10.4. Seguridad de infraestructuras, el Reglamento técnico

Las infraestructuras hidráulicas, especialmente las presas de embalse, pueden reducir de forma considerable los daños producidos en las áreas situadas aguas abajo de las mismas. En sentido contrario, en el caso de un fallo estructural de las mismas, improbable pero no imposible, se podrían producir importantes daños en esas mismas áreas, que, en algunos casos, podrían llegar a alcanzar proporciones catastróficas.

Para minimizar la posibilidad de fallo de las presas se han elaborado diversas normas. La Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes presas persigue, en sus distintos apartados, proporcionar la máxima seguridad para estas infraestructuras. Por su parte, el reciente Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses, que, aprobado por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996, incorpora nuevos criterios y restricciones, de acuerdo con el actual estado de la tecnología.

3.10.4.1. Antecedentes

Desde la aprobación, por O. M. de 31 de marzo de 1967, de la *Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas,* se había sentido la necesidad de actualizarla y, a tal efecto, la *Comisión Permanente de Normas para Grandes Presas,* creada por O. M. de 15 de enero de 1959, celebró diversos coloquios entre especialistas en presas, a partir de 1979. La rotura de la presa de Tous incrementó esta necesidad de renovación de la Instrucción, pero los citados coloquios entre técnicos pusieron de manifiesto que, con el tiempo transcurrido desde su puesta en vigor, su actualización requeriría cambios tan sustanciales, de acuerdo con la evolución de la seguridad de presas en el mundo, que resultaba prefe-

rible redactar una nueva Norma que se encargó a la citada Comisión Permanente de Normas.

Esta Comisión redactó un documento que, con algunas modificaciones realizadas por la Dirección General de Obras Hidráulicas, dio lugar al vigente Reglamento Técnico, aprobado finalmente, como se indicó, en 1996.

3.10.4.2. Conceptos básicos

El Reglamento se distingue conceptualmente de la Instrucción por ser una norma de carácter abierto, de acuerdo con la tendencia mundial actual en la materia. Es decir, mientras la Instrucción es un conjunto de soluciones técnicas concretas de aplicación en cada una de las fases de la vida de una presa, el Reglamento contiene criterios de seguridad de carácter general que deben tenerse en cuenta para prevenir y limitar los riesgos sociales y medioambientales que las presas pueden representar.

Cuando se aprobó el Reglamento se consideró aconsejable, dada su complejidad e implicaciones, que su aplicación fuera progresiva. En este sentido, se limitó su aplicación, en una primera etapa, a las presas y embalses cuya titularidad corresponde al Ministerio de Medio Ambiente así como a aquéllas, independientemente de su titularidad, que sean objeto de concesión administrativa por parte de dicho Departamento Ministerial o de sus Organismos Autónomos, a partir de la entrada en vigor de la Orden. Para el resto de presas y embalses continua siendo de aplicación la Instrucción.

El criterio esencial del Reglamento Técnico es la clasificación de las presas en tres categorías A, B ó C, en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, aplicando exigencias de seguridad distintas a cada presa según su clasificación. El Reglamento se distingue, asimismo, por otros aspectos como poner gran énfasis en la seguridad, prestar atención especial a la explotación de las presas, exigir revisiones periódicas de las presas de carácter preventivo, exigir Planes de Emergencia para las presas de categoría A ó B (las de mayor riesgo), exigir la Programación de la puesta en carga de las presas y, para todo ello, que se mantenga permanentemente actualizado un Archivo Técnico de la presa.

Hay que señalar que los plazos para cumplir los nuevos requisitos exigidos a las presas, tales como su clasificación según el riesgo potencial, la actualización del Archivo Técnico, los Planes de Emergencia y las revisiones periódicas, han sido formulados de forma bastante estricta.

3.10.4.3. La situación actual

A la luz de lo expuesto, la situación actual de la seguridad de presas se caracteriza por los siguientes rasgos básicos:

- Heterogeneidad normativa. Se aplican simultáneamente el Reglamento y la Instrucción, lo que es incoherente porque la seguridad es un concepto global.
- Bajo rango legal del Reglamento. Una Orden Ministerial resulta insuficiente en la actualidad para regular un tema de esta trascendencia.
- Financiación insuficiente para atender las exigencias del Reglamento en los plazos previstos. Esto hace que en la actualidad el grado de cumplimiento del Reglamento aún no sea el de su pleno desarrollo.
- Dotación de medios escasa para controlar la seguridad de forma óptima.

Para mejorar las condiciones de seguridad se podrían requerir, entre otras, las siguientes medidas:

1. Elaboración de una Ley de Seguridad de Presas. Aunque no resulta una medida absolutamente necesaria, ofrecería algunas ventajas importantes, pues evitaría el vacío competencial actualmente existente, tendría mayor capacidad coactiva que el Reglamento, y eliminaría la actual heterogeneidad normativa. En el período de tiempo hasta que se promulgase la Ley, sería conveniente ampliar la aplicación del Reglamento a todas las presas.
2. Creación de una organización específica para gestionar la seguridad, con personal y medios suficientes para desarrollar su labor.
3. Disponibilidad financiera para que se puedan cumplir en un plazo razonable las exigencias de seguridad recogidas por la normativa.

3.10.5. Régimen jurídico de las obras hidráulicas

Examinados los aspectos tecnológicos de las infraestructuras hidráulicas, es conveniente considerar, con alguna extensión, su actual régimen jurídico. La importancia del asunto es grande pues, como se verá, incide de forma directa sobre los procesos de decisión, programación y financiación de estas actuaciones, y presenta unas complejidades y deficiencias que será necesario resolver a corto plazo. Una exposición de la situación actual puede verse en Embid Irujo (1995).

3.10.5.1. Antecedentes históricos

Los antecedentes histórico-jurídicos relativos a las obras hidráulicas como parte de las obras públicas

se pueden establecer en dos etapas o fases, la primera la relativa al Antiguo Régimen -en la que básicamente se produce la patrimonialización de las aguas, reservadas por los reyes como regalías- y la segunda a partir de la Constitución de 1812, fecha en la que, como se apunta en otros epígrafes, surgen los conceptos básicos del ordenamiento jurídico de las aguas en España.

En esta segunda etapa, que empieza a partir del año 1812 y se afirma con carácter propio a partir de 1836, se formulan los nuevos principios del Estado, dando lugar al nacimiento del derecho público y administrativo especial, y organizándose con legislación propia los Ayuntamientos; la Administración de Justicia, en la que se crea una jurisdicción especial la contencioso-administrativa, independiente de la ordinaria; las obras públicas, regulando los canales de navegación, de riego, los caminos vecinales, los ferrocarriles, las minas, etc.

De la variada normativa que antecede a la Ley de Obras Públicas vigente, se puede citar la Instrucción para promover y ejecutar las Obras Públicas, aprobada por RD de 10 de octubre de 1845, que determina por primera vez como obras públicas "los canales de navegación de riego y desagüe,..., el desecamiento de lagunas y terrenos pantanosos... y cualesquiera otras construcciones que se ejecuten para satisfacer objetos de necesidad o conveniencia general", lo que permitía al Estado reclamar su competencia sobre los particulares. Las obras públicas, se clasificaban por vez primera en estatales, provinciales y municipales, y se podían ejecutar por contrata o por administración, debiendo preferirse las contratas siempre que existan partidas presupuestarias.

El Estado se preocupó de la relación existente entre la regulación de la obra pública y la forma de ejecutarla a través de la expropiación forzosa. Así, la Ley de Expropiación Forzosa de 1836 establecía que las obras públicas declaradas por el Estado se consideraban de utilidad pública a efectos expropiatorios. La Ley de 2 de abril de 1845, se atribuía la competencia de los Consejos Provinciales como Tribunales especiales administrativos y al Consejo Real por medio de la Ley de 6 de julio del mismo año, sobre aquellas materias destinadas al uso y distribución de los bienes y aprovechamientos provinciales y comunales y el curso, navegación y flote de los ríos, canales y a las obras realizadas en los márgenes y cauces de las corrientes. La Instrucción de Gobernadores aprobada por RD de 28 de diciembre de 1849, regulada en tres secciones, atribuye la tercera a los caminos, canales, puertos y demás Obras Públicas, otorgando plenas competencias a estas autoridades para la gestión de estos asuntos. La RO de 12 de junio de 1859 crea una nueva Sección de Fomento, encargada de la gestión de las obras públicas, haciendo expresa mención, en su Exposición de Motivos, de la preparación de la Ley de Aguas de 3 de agosto de 1866.

El primer proyecto de Código Civil de 1851, recogía tres conceptos diferenciados agrupados en un solo art., el 33, en donde la Ley de Aguas de 1866, la Ley Hipotecaria de 1864, la de Minas de 1868 y la Ley de Obras Públicas de 1877, quedaban reflejadas en el proyecto del primer cuerpo jurídico. Se consideraban de dominio público los bienes destinados al uso público, como los caminos, canales, vías, torrentes, las riberas y los destinados a algún servicio público o al fomento de la riqueza nacional, como las murallas y demás obras destinadas a la defensa del territorio. El art. 384 distinguía los de dominio público y los de naturaleza privada y el art. 385 considera entre los primeros los que pertenecían al Estado, al Patrimonio Real o estaban adscritos a las provincias o a los municipios.

Dos rasgos, pues, esenciales, definitorios del dominio público, y que conviene retener: uso o servicio público; y junto a ello, un conjunto de normas - variadas y relativamente dispersas - que no avanzan en la caracterización de las obras hidráulicas más allá de su consideración como instrumentos para satisfacer necesidades o conveniencias generales.

3.10.5.2. Legislación de obras públicas. Antecedentes planificadores y situación actual. La conjunción de leyes

Partiendo de los antecedentes históricos anteriormente expuestos se puede establecer que el concepto de obra pública viene referido al concepto de dominio público y al de servicio y uso público, comprendiéndose las obras, los suministros, los servicios y las actuaciones administrativas relacionadas con el fomento y la utilidad pública. El art. 1º de la Ley de Obras Públicas de 1877 entiende por obras públicas las que sean de general uso y aprovechamiento y las construcciones destinadas a servicios que se hallen a cargo del Estado, la Provincia y el Municipio. Les corresponde elaborar los proyectos y ejecutar las obras públicas, su explotación y conservación al Estado, la provincia o el Ayuntamiento, dentro de sus respectivas competencias. Corresponden al Estado las obras que figuren en los Planes Generales que deben de costearse con los fondos presupuestarios aprobados por Ley, las obras de encauzamiento, el desagüe de los pantanos, lagunas y albuferas de propiedad del Estado, los canales de riego y los trabajos relativos al régimen de aprovechamiento y policía de las aguas, encauzamiento de los ríos, desecación de lagunas y saneamiento de terrenos. Los particulares o Empresas pueden realizar obras -sin otras

limitaciones que las que se impongan en Reglamentos-destinadas al uso general y la desecación de lagunas y pantanos mediante concesión administrativa.

La gestión económica de las obras públicas del Estado se ejecutará con cargo a los Presupuestos que deberán ser aprobados por la Ley de Presupuestos o mediante Ley especial. La ejecución de una obra pública lleva implícita la declaración de utilidad pública. La legislación de la contratación de obras públicas está contenida en el RD de 13 de marzo de 1903, estableciendo tres procedimientos (subasta, concurso y destajos) para llevarse a cabo.

Como se aprecia, existe una estrecha relación entre obra pública, interés público y Plan General costeado con fondos presupuestarios aprobados por Ley.

Los Planes de Obras Públicas se impusieron por primera vez en la Ley de Obras Públicas como consecuencia del establecimiento de una nueva política hidráulica renovadora que impulsó el pensamiento regeneracionista de 1898, representado por Macías Picavea y Joaquín Costa. Promulgada la Ley de OP se exigía que la planificación de las obras tenía que figurar en Ley y que no podían ejecutarse si no existían aprobadas las partidas correspondientes en otra Ley, la de Presupuestos del Estado. Debía darse pues la conjunción de dos leyes distintas: la declaratoria de planes o actuaciones fundadas en el interés general, y la de presupuestos del Estado, que debía dotar económicamente estas obras previstas. La realidad es que esta conjunción raramente se daba con armonía, y era frecuente que se declarasen actuaciones hidráulicas de interés general que permanecían años o décadas -algunas incluso pesisten hasta hoy- esperando dotación presupuestaria. Cuando ésta llegaba -si es que lo hacía- el contexto podía ser bien diferente de aquél en el que se concibió y propuso la actuación.

Abundando en esta idea, correspondería a la legislación de Obras Públicas la determinación del concepto de planificación, estableciendo que las Obras Públicas y el Plan de las mismas son elementos unidos que forman parte de un todo. En este sentido el art. 20 de la Ley de OP determina que el Ministerio de Fomento formará oportunamente los Planes Generales de Obras Públicas, en donde se establecerá la clasificación de las mismas por su orden de preferencia. Este artículo constituye el antecedente jurídico más inmediato de lo que debía de considerarse como la planificación (estudio de opciones y prioridades) y, dentro de ésta, de la planificación hidrológica, al regular los términos referenciales para poder llevar a cabo las obras, como los de la situación geográfica, consideraciones técnicas, clasificación de las obras y sus aprovechamientos, preferencias, y elementos esenciales para poder ejecutarlas. La realidad es que tal planificación y priorización no se llevó a efecto, sustituyéndola por una serie de Leyes o Decretos, inconexos en la mayoría de los casos, que reflejaban las distintas situaciones coyunturales que atravesaba el país, y que movidos con frecuencia por presiones, sesgos personales, e intereses políticos de corto alcance, estaban ausentes de verdaderos criterios coordinadores y racionalizadores.

La Ley de Obras Públicas sólo puede recibir un comentario benévolo respecto a que la técnica jurídica no ha variado desde la fecha de su promulgación en 1877, y a que reciba el unánime criterio favorable de la doctrina, al considerar que la mencionada exigencia de las dos Leyes es la que recogen diversos países de Europa y América. De ahí que se reconozca la legitimidad de las obras públicas por el cumplimiento del procedimiento establecido en su propio ordenamiento y la que se deduce del efecto económico que se aprueba en la norma legal presupuestaria. Por esta razón ha servido de ejemplo a las nuevas planificaciones que se han establecido después de la Constitución, como las de Ordenación del Territorio y en especial las económicas, que se han inspirado en los principios de la Ley de Obras Públicas, distinguiendo la relación de obras y el contenido y plazos para poder realizarlas, así como la clasificación de las mismas, a raíz de la nueva organización del Estado, distribuyendo las competencias del Estado y de las Comunidades Autónomas. La pertinencia de estas ideas en nuestro contexto de la planificación hidrológica resulta evidente.

Establecida la valoración de la obra pública regulada en la Constitución en el art. 149 y, específicamente para las obras hidráulicas, en la Ley de Aguas en el art. 44 que, sin mayor detalle y de forma asistemática, las define como aquellas de interés general o cuya realización afecte a más de una Comunidad Autónoma, y la que determina la Ley de Obras Públicas que considera a éstas como las de general uso y aprovechamiento y las construcciones destinadas a los servicios que se hallen a cargo del Estado, provincia o Municipio, fácilmente se llega a la conclusión de que la materia exige una urgente reconsideración y revisión.

Ha de indicarse que tal revisión ya se ha llevado a efecto en alguna medida, pues la Ley de OP ha dejado de aplicarse por la aparición de nuevas Leyes, alguna como las de Bases y el texto articulado de la legislación de Régimen Local, y otras que afectan a materias que regulan el dominio público, como carreteras, minas, ferrocarriles, etc. Puede afirmarse, pues, que, en estos momentos, gran parte del texto articulado de la Ley y Reglamento de Obras Públicas no es de aplicación (p.e. la clasificación de las obras en provinciales o municipales, la elaboración de los Anteproyectos como práctica administrativa, la ejecución de determinadas obras y la regulación de varios capítulos de la Ley, etc.).

Como consecuencia de lo expuesto, resulta evidente la conveniencia de revisar la regulación de las obras

públicas de forma que clarifique conceptos y regule de manera integrada las cuestiones mencionadas, y recoja la forma y procedimiento para ejecutarlas, modificarlas y extinguirlas, a partir de las legislaciones específicas, como las de carreteras, puertos, aguas, minas, etc., y regule con carácter general las Obras Públicas del Estado, tal como se configuran en la Constitución y en los Estatutos Orgánicos de las Comunidades Autónomas.

3.10.5.3. Legislación de aguas

Al referirse a las obras hidráulicas debemos relacionarlas directamente con una parte del dominio público, la que regula la Ley de Aguas, de tal forma que ambas legislaciones, la de Obras Públicas y la de Aguas, han seguido una trayectoria paralela con la elaboración de sus respectivas normativas. Ambas legislaciones tienen que actuar conjuntamente y las modificaciones de una de ellas obligan a variar los supuestos y procedimientos de uno o de los dos ordenamientos.

Una diferencia básica de la ordenación actual con respecto a la anterior reside en la organización del Estado, completamente distinta a la que existía en el momento de la promulgación de la Ley de Obras Públicas, diferenciando las competencias del Estado de las de las Comunidades Autónomas, y atribuyéndose a uno y a otras el ejercicio de las mismas, que anteriormente se realizaban con carácter unitario por una sola autoridad. De la misma forma, la Ley de Aguas establece un nuevo concepto de dominio público, al extender su regulación no sólo a las aguas superficiales sino a las subterráneas, considerando la distinción entre aprovechamiento y recurso, y consagrando la Planificación Hidrológica como elemento básico para determinar y distribuir los usos del agua, a fin de conseguir la mejor satisfacción de las demandas y equilibrar y armonizar el desarrollo regional y sectorial.

En esta planificación se debe distinguir si su elaboración corresponde al Estado o a las Comunidades Autónomas, de acuerdo con la clasificación que la Constitución ha hecho de las corrientes inter o intracomunitarias, aparte de la competencia que para su aprobación le corresponde al Estado. Por otra parte, de acuerdo con la Ley de Aguas, refiriéndonos a las obras públicas de carácter hidráulico que sean de interés general o cuya realización afecte a más de una Comunidad Autónoma, habrán de ser aprobadas por Ley e incorporadas también por Ley al Plan Hidrológico Nacional. Es éste un principio jurídico básico que recoge la nueva normativa, pero que, en la anterior, la dualidad de los dos ordenamientos (los de obras públicas y el de aguas), daba lugar a una aplicación desordenada de una y otra legislación, en donde eran las obras las primeras en establecerse conforme a su regulación, y luego la regulación de aguas, una vez terminada la obra pública, tenía que aprobar y autorizar los usos y aprovechamientos del agua de acuerdo con su Ley, sin que necesariamente se hubiesen determinado previamente la clase, cantidad, calidad, caudal, usos y región donde se iban a aprovechar los nuevos caudales.

La desvinculación práctica que con frecuencia se produjo entre ambas actuaciones - construcción de obras y administración de recursos, o dicho de otra forma, Confederaciones Hidrográficas y Comisarías de Aguas - dio lugar, por ejemplo, a la existencia de numerosos sistemas de riegos públicos en los que, ejecutadas las correspondientes obras por las Confederaciones y el IRYDA, no se concluyeron los trámites previstos en la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario y en la Ley de Aguas para regularizar la situación de estos aprovechamientos que, aún hoy, continúan sin completar los cambios en las estructuras agrarias y sin concesión administrativa.

El art. 149.24 CE considera de competencia del Estado las obras anteriormente citadas y, partiendo del concepto de obras públicas de la Ley de OP, la Constitución y las leyes específicas, como la Ley de Aguas, establecen nuevos conceptos y clasificaciones de las obras públicas, que resultan completamente diferentes a los tradicionalmente existentes. Así, la Ley de Aguas considera obras públicas las mismas que define la Constitución, y además las infraestructuras básicas de interés general del Estado, y ello con independencia del lugar o sitio en donde se establecen y de las corrientes inter o intracomunitarias. Es el art. 148.10 CE el diferenciador para atribuir competencias a las Comunidades Autónomas en la realización de proyectos, construcción y explotación de aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos de interés de la Comunidad Autónoma.

La legislación de aguas ha introducido un mayor rigor en la elaboración de la Planificación, cubriendo los silencios que en esta materia adolecía la Ley de Obras Públicas. En este sentido el contenido de sus Planes, expresados en el art. 40 de la Ley de Aguas, así como las instrucciones, recomendaciones técnicas, las reservas de aguas y terrenos, la coordinación de las diferentes Planificaciones de cuencas en el Plan Hidrológico Nacional, las transferencias de recursos,… constituyen en sí mismas una regulación positiva eficaz para lograr que las obras que se incorporen al Plan de Obras Públicas mediante Ley, estén debidamente justificadas.

En definitiva, los cambios operados en la organización de las Administraciones Públicas a partir de la

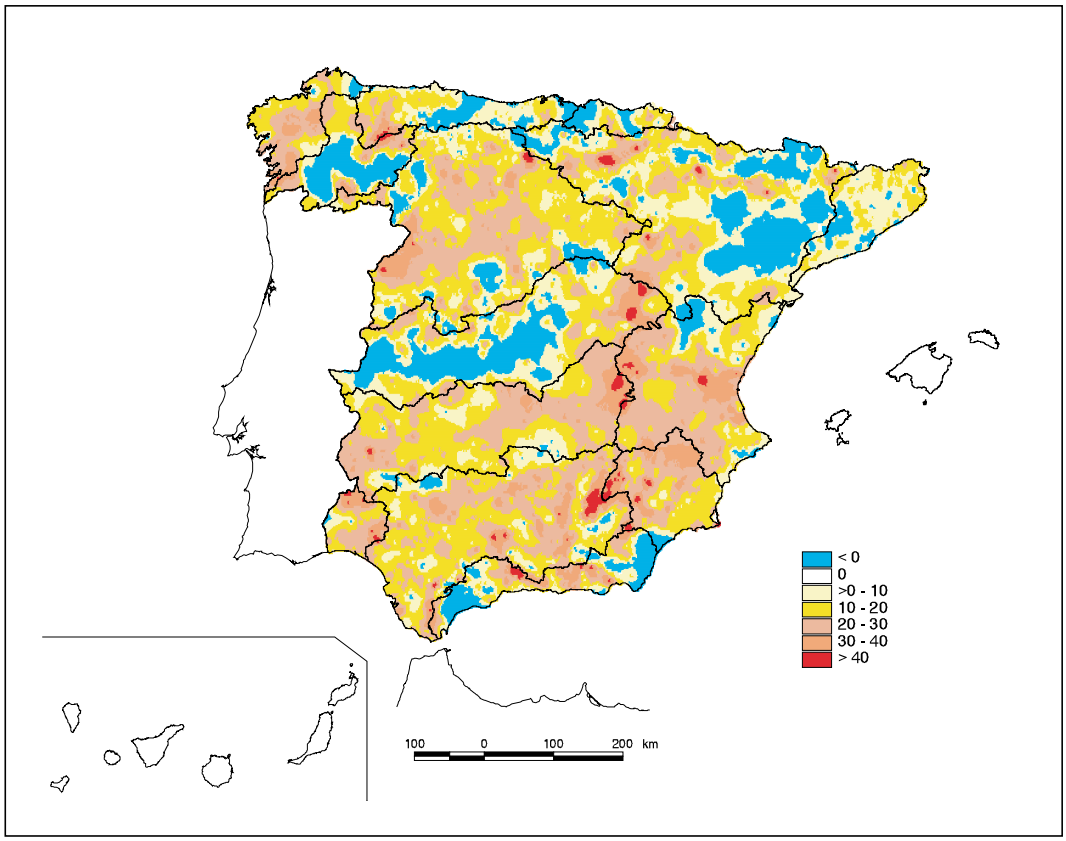


Figura 346. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1941/42-1944/45 respecto a la media del período 1940/41-1995/96.

Constitución, la parcial derogación de la vieja Ley de Obras Públicas, y la escasa regulación en la Ley de Aguas de la obra hidráulica, aconsejan hacer una regulación específica de este tipo de obra pública en la propia Ley de Aguas, para así poder contar con un cuerpo normativo homogéneo y específico que evite la subsistencia de ámbitos de inseguridad jurídica.

También merece la pena resaltar que el mecanismo de la Declaración de Interés General es utilizado con frecuencia, con escaso rigor y falta de criterios homogéneos, para atribuir al Estado la responsabilidad de soportar el coste financiero de obras que, conforme al ordenamiento vigente, serían competencia de las Entidades Locales, Las Comunidades Autónomas o las Comunidades de Regantes. Una clarificación legislativa en esta materia se estima procedente.

3.11. EL PROBLEMA DE LAS SEQUÍAS

3.11.1. Introducción

Aunque aparentemente fácil de interpretar, la sequía constituye un fenómeno hidrológico para cuya definición no existe un acuerdo generalizado entre los diversos especialistas. Suele caracterizarse en términos de precipitación o de aportación fluvial en determinados periodos de tiempo, o en función de las reservas almacenadas en embalses, con las evidentes limitaciones de todas estas interpretaciones.

Por otra parte, en muchas ocasiones el fenómeno de la sequía se sustituye y confunde con otros conceptos con los que presenta una cierta relación, como son la aridez o la escasez de agua. Si se considera la sequía simplemente como un fenómeno que produce una falta de agua, se estaría olvidando uno de sus aspectos más característicos: su anormalidad, es decir, su carácter de hecho no acostumbrado. En efecto, si esta falta de agua es considerada habitual en una región, se produce una situación de aridez y no de sequía.

Por otra parte, caben caracterizaciones no estrictamente hidrológicas, tales como la sequía sociológica (percepción social, propagada por los medios de comunicación, de que no hay agua), o económica. Incluso en términos de disponibilidad de agua, caben distintas interpretaciones del concepto, lo que ha dado lugar en ocasiones a errores interpretativos en relación con la información histórica.

Estas dificultades terminológicas se manifiestan claramente en los propios Planes Hidrológicos de cuenca, donde se utilizan distintos criterios basados en las experiencias locales, no siempre concordantes entre sí.

El Plan Hidrológico del Ebro, por ejemplo, considera que comienza un periodo seco "cuando en dos meses consecutivos de la serie, la precipitación registrada es inferior al 60% de la media de dicho mes y este periodo finaliza cuando la precipitación registrada en un mes sea igual o superior a la media de la

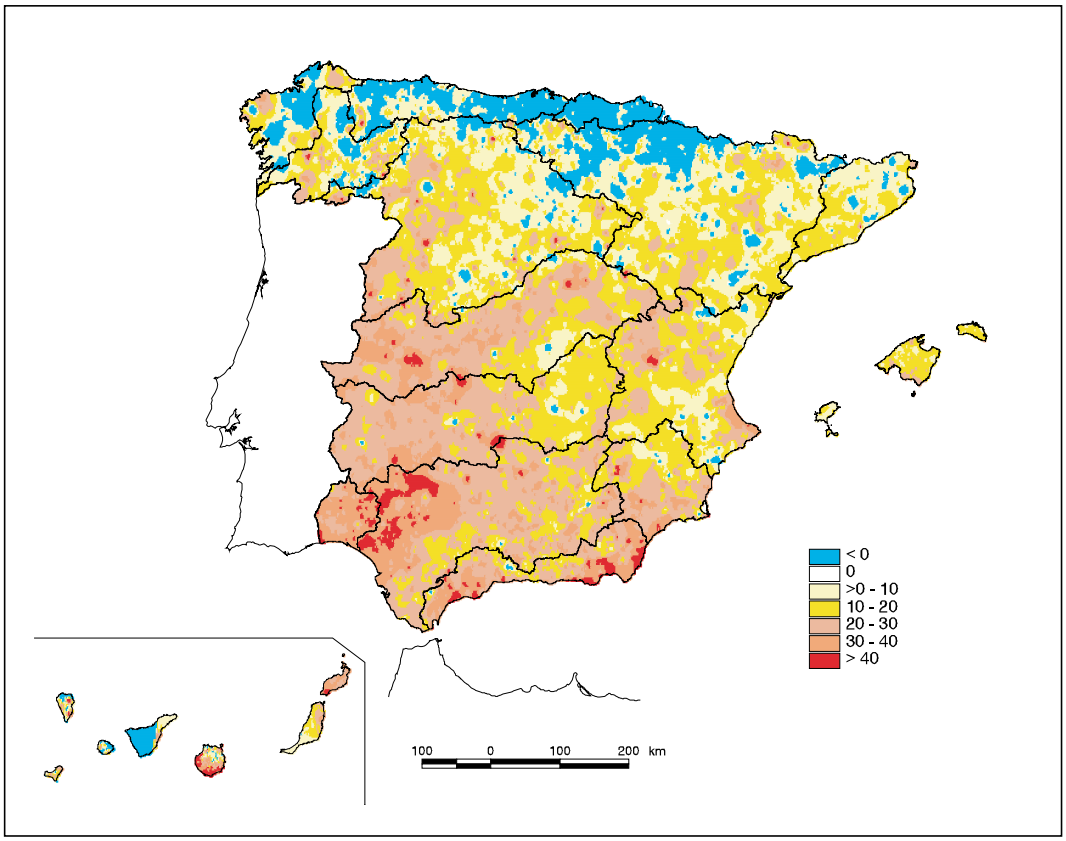


Figura 347. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1979/80-1982/83 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96

serie utilizada, es decir, hasta que recupera un comportamiento que se considera normal". En el Plan del Guadiana se establece que "se considerará situación de sequía cuando la suma de las precipitaciones ocurridas en los doce meses anteriores se halle por debajo de las registradas en el 75% de los casos del periodo analizado, el cual deberá contar con una serie de datos pluviométricos no inferior a 30 años, elegida entre los más recientes y para un conjunto de estaciones representativas de la cuenca vertiente al embalse o sistema".

Otros Planes, sin embargo, acuden a la relación entre oferta y demanda y, así, el del Guadalquivir define la sequía como "una situación en la que los recursos acumulados no son suficientes para atender a las demandas". Este es también el caso del Plan Hidrológico Norte III donde, además, se relaciona la definición de sequía con el periodo de datos considerado en la planificación, indicándose en las líneas de actuación que "deben proyectarse las obras de atención a las demandas en base a las sequías de los años 1941-43 y 1989-90, sin admitir fallos y tenien-

Plan	1990-94	1979-82	1941-44
Norte I	12	10	1
Norte II	4	0	-6
Norte III	4	-6	-4
Duero	16	13	15
Tajo	21	23	8
Guadiana I	27	24	19
Guadiana II	30	35	24
Guadalquivir	28	27	20
Sur	23	28	10
Segura	15	21	24
Júcar	13	18	18
Ebro	11	7	7
C.I. Cataluña	-7	9	8
Galicia Costa	1	6	24
Baleares	7	16	-30
Canarias	12	22	15
Total	15	15	11

Tabla 105. Porcentaje de disminución de la precipitación en las sequías consideradas respecto a la media (los valores negativos suponen un aumento de precipitación en el periodo de sequía).

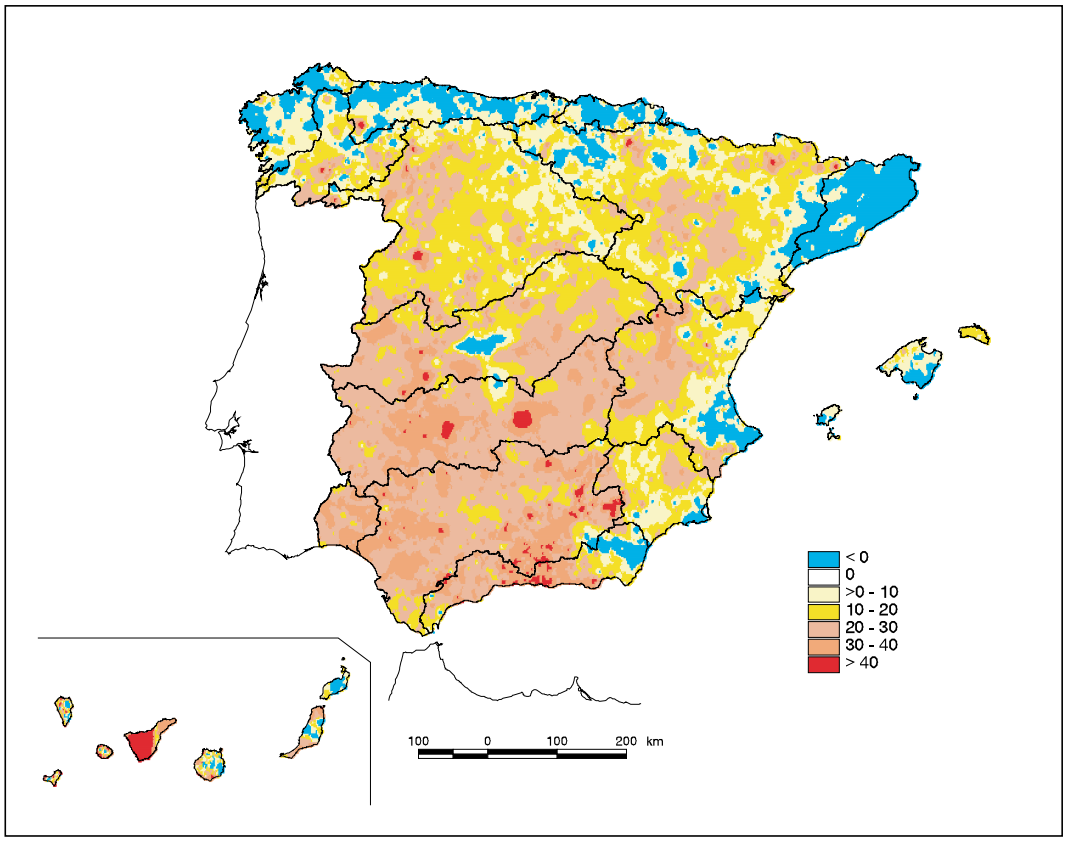


Figura 348. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96

do en cuenta que en el ámbito del Plan hay recursos suficientes para ello". En este mismo Plan se define un año seco como el que tiene una aportación anual mitad de la aportación media y un año muy seco como el que tiene una aportación de un 75% de un año seco, es decir, algo más del 35% de la aportación media anual. Como puede observarse, en los criterios utilizados en los distintos Planes de cuenca para definir una situación de sequía no suelen tenerse en cuenta indicadores sobre el estado de las aguas subterráneas.

Esta variedad de definiciones y tratamiento pone de relieve el problema conceptual que subyace en estos análisis, y que quizá haya sido una de las causas por las que, a diferencia de las inundaciones, el estudio de las sequías no se ha abordado con la profundidad necesaria y no se dispone de una caracterización suficientemente precisa de las principales sequías históricas acaecidas en España (Menéndez 1997).

En las figuras 346, 347 y 348 se muestran algunos ejemplos de la disminución de precipitación respecto a la media en las tres sequías más graves del período 1940/41 a 1995/96: la de octubre de 1941 a septiembre de 1945, la de octubre de 1979 a septiembre 1983 y la de octubre de 1990 a septiembre de 1995.

En la tabla 105 se cuantifica, por ámbitos de planificación, el valor medio de disminución porcentual de la precipitación en las tres sequías consideradas.

Estas tres sequías fueron muy generalizadas, afectando a la mayor parte del territorio español y dando lugar, en cuencas como el Guadiana, el Guadalquivir o el Sur, a porcentajes de disminución de la precipitación cercanos al 30%. Observando la distribución espacial de estos porcentajes se aprecia que las mayores disminuciones se producen en aquellas zonas más influidas por la entrada de frentes húmedos procedentes del Atlántico, lo que parece sugerir que la ocurrencia de una sequía generalizada podría estar condicionada por la variabilidad de este tipo de frentes.

Si se realiza un análisis basado en la elección de dos umbrales distintos, uno de comienzo de sequía basado en la disminución de la precipitación sobre un percentil de la media de la serie, y otro de recuperación en cada sequía a partir de alcanzarse una determinada disminución de los déficit acumulados (EWRA, 1995), se confirma que la sequía más severa del periodo fue la de 1990/91-1994/95. Además, de acuerdo con este criterio, esta sequía podría englobarse en la que comienza en 1979, lo que daría lugar a un periodo continuado de sequía de unos 15 años, ya puesto de manifiesto cuando se analizó la variabilidad de las series hidrológicas.

Es importante tener presente que lo antedicho en relación a las precipitaciones no es directamente traducible a escorrentías, y ello por diversos motivos. En primer y fundamental lugar, porque la relación lluvia-

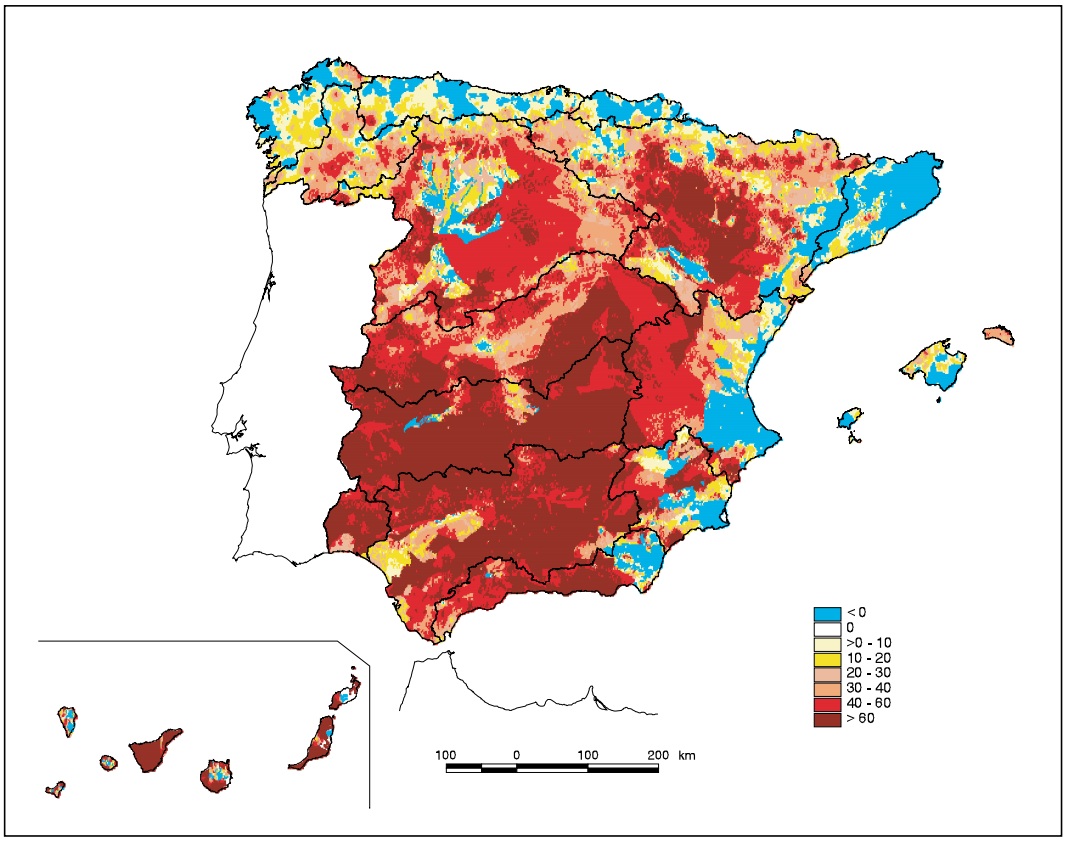


Figura 349. Mapa de disminución porcentual de la aportación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96

escorrentía no es lineal, y reducciones de precipitación suelen producir reducciones más acentuadas de las aportaciones; además, los coeficientes medios resultantes son, como se vio, muy variables espacialmente; también, porque tanto o más que la cantidad anual de lluvia influye su distribución temporal, que puede ser muy variable (distintos efectos sobre la recarga de acuíferos); por último, porque no es igual el efecto de la misma reducción porcentual de precipitaciones dependiendo de su valor absoluto.

Como se puede apreciar en la figura 349, durante la última sequía se produjeron reducciones muy importantes, superiores al 40%, en la escorrentía generada en la mayor parte del territorio español. Estas reducciones supusieron más de un 70% de la aportación media interanual de las cuencas del Guadiana y Guadalquivir (ver tabla 106). Las del Sur y Tajo tuvieron una disminución del 60% y 50%, respectivamente, mientras que las cuencas del Duero, Segura, Norte I, y Ebro sufrieron disminuciones comprendidas entre un 20% y un 40%. En el resto de cuencas la variación

Tabla 106. Porcentaje de disminución de la aportación total respecto a la media en la sequía de 1990/91 a 1994/95 (los valores negativos suponen un aumento de la aportación en el periodo considerado).

Plan	1990-94
Norte I	24
Norte II	10
Norte III	9
Duero	36
Tajo	49
Guadiana I	74
Guadiana II	74
Guadalquivir	72
Sur	59
Segura	32
Júcar	9
Ebro	22
C.I. Cataluña	-15
Galicia Costa	4
Baleares	17
Canarias	25
Total	28

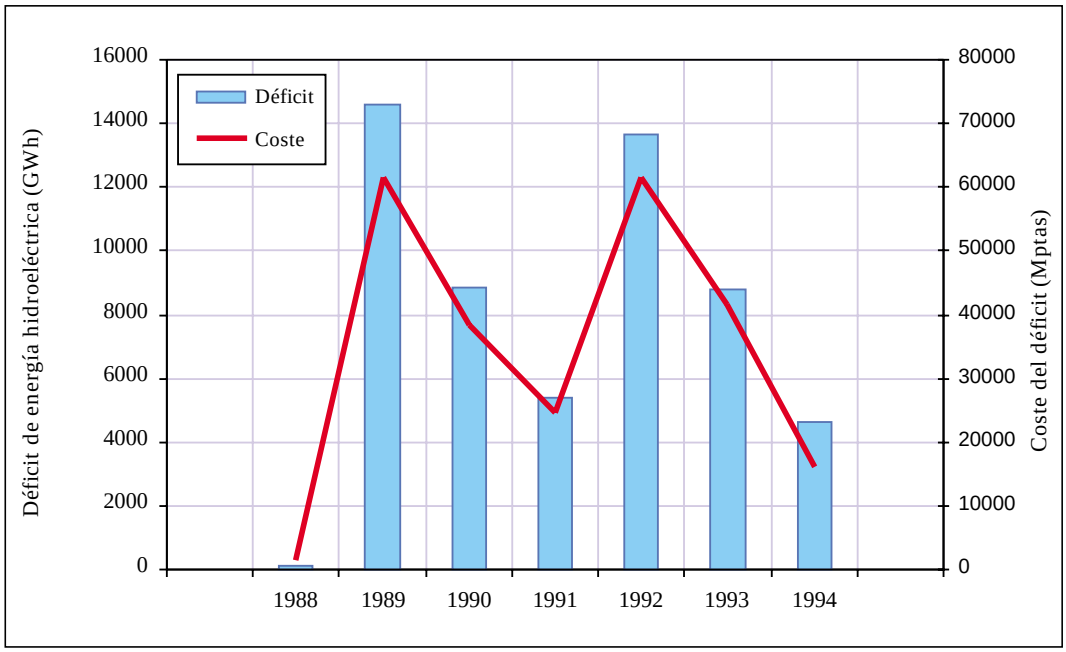


Figura 350. Evolución del déficit de producción de energía hidroeléctrica, y su coste asociado, en el periodo 1988-1994.

fue pequeña, y sólo en las C. I. de Cataluña se produjo un aumento respecto a la media (del orden del 15%), por lo que allí no se presentó una sequía, sino un periodo húmedo.

Además del impacto sobre los ecosistemas hídricos, el efecto directo de estas reducciones, desde el punto de vista del sistema de utilización, es la contención de los suministros de agua para abastecimiento -llegando a la imposición de restricciones-, la disminución de las producciones agrarias tanto en secano como en regadío, y la disminución de la producción hidroeléctrica.

La figura 350, elaborada con datos de Villalba Sánchez (1995), muestra la evolución del déficit de producción de energía hidroeléctrica, y su coste asociado, en el periodo seco 1988-1994. En estos años, la producción hidroeléctrica real resultó ser inferior al producible hidráulico definido a efectos del expediente de tarifas, por lo que se requirió suplir este déficit con otras fuentes (carbón o fuel-oil), generándose un coste económico debido al déficit hidráulico que puede evaluarse, en una cuantía media para el periodo indicado, en unos 35.000 Mpts/año.

Asimismo, la figura 351 (elaborada con datos de MAPA [1998] p.122), muestra la evolución de las producciones agrícolas en secano y regadío, expresadas en billones de pesetas constantes de 1996, a la que se superponen las series de suministro (adimensionales,

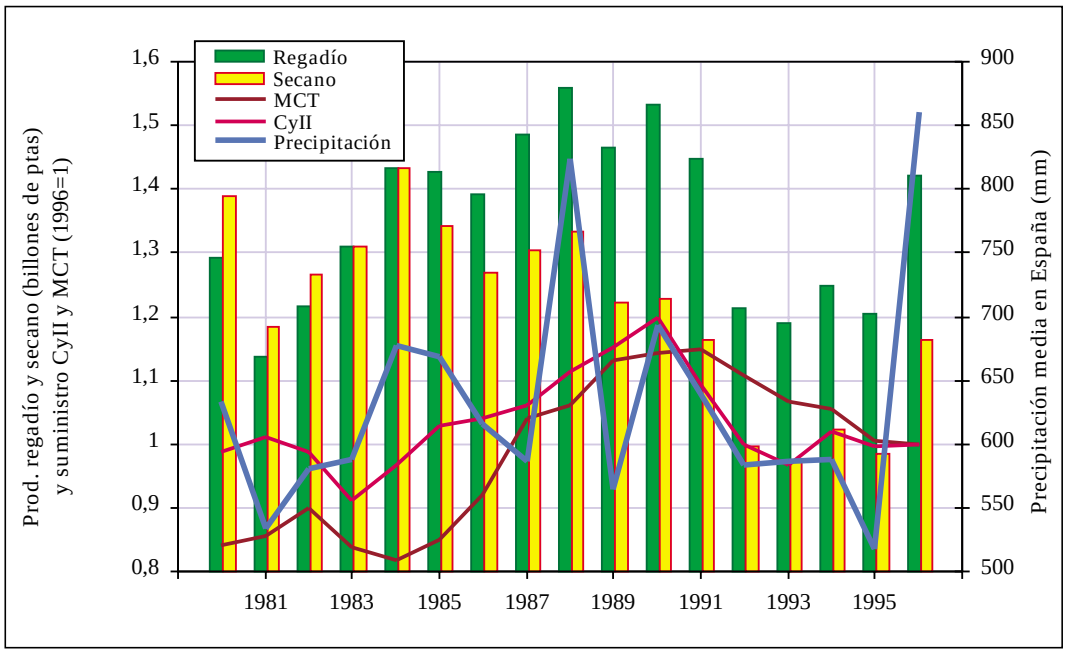


Figura 351. Evolución desde 1980 de la producción total agrícola del regadío y del secano, y del volumen suministrado para abastecimiento urbano por algunos sistemas importantes

con 1996=1) de dos grandes sistemas de abastecimiento urbano, ya ofrecidas anteriormente. Junto a estas series, todas del lado de la demanda, se representa también la serie de precipitaciones medias areales para toda España, por años hidrológicos, también ofrecida anteriormente (con el criterio de representar el valor del año hidrológico en el segundo año: p.e. el dato de 1980-81 se representa en 1981).

Es interesante constatar como las producciones tanto de regadío como de secano son ascendientes desde el año 1980 hasta el 84, en que acusan una bajada hasta el 86, a la que sigue una recuperación y estabilización mantenida hasta el 90. Prácticamente desde entonces hasta el 95 se registra un importante descenso de producciones que solo en el 96 llega a recuperarse.

El comentario anterior sobre la evolución observada, realizado para las producciones agrícolas, puede repetirse casi idénticamente para los abastecimientos urbanos ofrecidos, y, con excelente concordancia, también para la precipitación media.

Ello muestra que, como ya avanzamos para las demandas entre sí, parecen observarse también relaciones significativas de correlación cruzada entre recursos y demandas. La producción económica agrícola, el volumen de suministro urbano, y los milímetros de lluvia, series claramente distintas, procedentes de fuentes independientes, y medidas en unidades no comparables (ptas, hm^3 y mm), muestran sin embargo rasgos comunes de comportamiento. La investigación de estas estructuras latentes, aquí simplemente esbozadas, presenta un gran interés desde el punto de vista del análisis de los sistemas de recursos hídricos, y debe desarrollarse en los futuros trabajos para la planificación hidrológica.

3.11.2. Las experiencias recientes

Como hemos visto, en los últimos años se produjo una importante racha seca, relativamente generalizada, y que acarreó diversas consecuencias sobre los sistemas de suministro. La experiencia de esta sequía de 1990-95 debe servir para extraer las oportunas enseñanzas sin dejar transcurrir demasiado tiempo, estableciendo, a partir de ella, las bases para los futuros planes de gestión de sequías.

Entre los efectos concretos observados, cabe indicar los siguientes.

- Durante estos años fueron especialmente severas las restricciones en el suministro que padecieron las ciudades de Granada, Jaén, Sevilla, Málaga, Toledo, Ciudad Real y Puertollano, y las zonas de la Bahía de Cádiz y la Costa del Sol, con restricciones hasta del 30% en algunos casos y cortes de agua de 9 y 10 horas diarias. La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir se vio obligada a adoptar una serie de medidas que incluyeron la prohibición de riegos desde 1993 a 1995. En la zona oriental de la cuenca del Guadiana no fue posible atender las demandas de riego desde 1992, situación que se agravó al no poder atenderse tampoco en 1995 las de abastecimiento a poblaciones.

  En otras épocas también se han presentado problemas de abastecimiento en ciudades en las que, en principio, parecía difícil suponer que se presentarían problemas derivados de la falta de agua, como Oviedo, Gijón, Santander o, en 1990-91, Bilbao y Vitoria.

- Las medidas más comunes, además de la imposición anticipada de restricciones y los procedimientos especiales de intercambio entre usuarios, consistieron en la realización de obras de conexión entre cuencas, la localización y explotación de nuevos recursos subterráneos y el aprovechamiento de recursos no convencionales.

- El primer tipo comprendió la realización de gran número de conducciones que trasvasaron recursos de otras cuencas, aumentando la flexibilidad de los sistemas dedicados al suministro de poblaciones. Ejemplos de este tipo de obras fueron la conexión entre el Bajo Guadalquivir y Arcos-Bornos, los túneles de trasvase al embalse de la Concepción, en el río Verde, desde los ríos Guadalmina, Guadalmansa y Guadaiza, o el desdoblamiento de la conducción del Alberche para el abastecimiento a Madrid.

- La búsqueda de nuevos recursos subterráneos se realizó a gran escala. La ciudad de Granada, por ejemplo, con una población de 300.000 habitantes y una demanda de unos 34 hm^3 anuales, pasó a abastecerse por completo de aguas subterráneas. En el área metropolitana de Madrid, que cuenta con una capacidad de bombeo instalada de unos 4 m^3/s (lo que supone un 20% de la demanda anual), también se llevó a cabo una mayor utilización de recursos subterráneos. En Santander, Pamplona, Burgos, Segovia, Avila, Alcoy y Benidorm llegaron a producirse situaciones de emergencia en el suministro a la población que se resolvieron con la utilización de aguas subterráneas. También en Jaén y Málaga se recurrió a las aguas subterráneas, lográndose mejoras sustanciales en los abastecimientos de Cádiz, Campo de Gibraltar y Costa del Sol. En Toledo y en Sevilla, sin embargo, esta solución no fue factible, por lo que hubo de recurrirse a tomas directas del Tajo y del Guadalquivir, respectivamente.

- Con la utilización de aguas subterráneas también se suavizaron los efectos de la sequía en los regadíos de la margen izquierda del Ebro, vegas del Guadiana, valle del Guadalquivir y cuenca del Júcar. En la

Ribera del Júcar se creó por la Confederación y la Generalitat Valenciana una importante capacidad de bombeo de aguas subterráneas en la margen derecha de la Ribera Alta y en la Acequia Real del Júcar (caudal instalado total de 6.500 l/s), aunque no llegó a utilizarse a su máximo aforo (máximo previsto de 100 hm^3/año), mientras que en las vegas del Segura se procedió a construir o acondicionar por la Confederación unos 50 sondeos, y a autorizar a los usuarios la apertura - a su cargo - de pozos para salvar el arbolado. Para realizar estas autorizaciones se elaboró en esta cuenca una normativa específica sobre pozos de sequía, cuyo desarrollo permitió salvar una situación de extrema escasez y conflictividad social (Cabezas, 1995).

En la tabla 107 se muestran -según el ITGE- las principales acciones estatales en materia de aguas subterráneas realizadas en el bienio 1994-95.

Como puede verse, se ejecutaron unos 270 sondeos y se movilizó algo más de 16 m^3/s. A estas cifras habría que añadir las correspondientes a lo desarrollado por iniciativa de los particulares, sin auxilios públicos (sólo en la cuenca del Segura se tramitaron casi 2.000 solicitudes de pozos, y se incrementó la sobreexplotación de fondo en unos 166 hm^3/año).

Una completa síntesis de las actuaciones de emergencia relativas a aguas subterráneas en algunas cuencas es la ofrecida por MIMAM (1999).

- Durante esta sequía también se recurrió a métodos no convencionales, como la mezcla de recursos de calidad insuficiente con otros de mayor calidad. Esta práctica se llevó a cabo en el verano de 1995 en el abastecimiento a Málaga y la Costa del Sol, donde se utilizaron las reservas de los embalses del Conde de Guadalhorce y Guadalteba, de alta salinidad, mezcladas con las del embalse de la Viñuela y agua procedente de acuíferos. Se incrementó la reutilización de aguas residuales depuradas procedentes de núcleos del litoral, como en el caso de Almería, Murcia, Cartagena o Alicante, y se realizaron incluso transportes de agua por barco a Mallorca y Cádiz. Se proyectaron también diversas estaciones desaladoras, aunque en la mayoría de los casos no llegaron a construirse.

Un interesante ejemplo de la situación vivida y las medidas adoptadas es el proporcionado por EMASESA (1997a, 1997b).

Todas estas medidas antedichas en los diferentes lugares se pusieron en práctica al amparo de una amplísima normativa (recogida en la tabla 108 para el periodo 1990-95), elaborada al amparo del artículo 56 de la Ley de Aguas. Este artículo faculta al Gobierno, mediante Decreto acordado en Consejo de Ministros y oído el Organismo de cuenca, para adoptar, en circunstancias de sequías extraordinarias, *las medidas que sean precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aún cuando hubiese sido objeto de concesión. La aprobación de dichas medidas llevará implícita la declaración de utilidad pública de las obras, sondeos y estudios necesarios para desarrollarlos, a efectos de la ocupación temporal y expropiación forzosa de bienes y derechos, así como la urgente necesidad de la ocupación.*

Los Reales Decretos 531/1992 de 22 de mayo, con vigencia hasta el 31 de diciembre de 1993, y 134/1994 de 4 de febrero, con vigencia hasta el 31 de diciembre de 1995, establecieron un conjunto de medidas especiales para la gestión de los recursos hídricos, facultando a las Confederaciones, a través de sus Juntas de Gobierno, para que constituyeran las denominadas Comisiones Permanentes de Sequía que, entre otras atribuciones, podían reducir o suspender cualquier aprovechamiento de agua y obligar a los usuarios a instalar dispositivos de regulación, modulación y medición en los canales de riego, tanto públicos como privados, pudiendo construir pequeñas obras de captación o transporte de agua con la consideración de obras de emergencia.

A la vista de lo expuesto, una conclusión que cabe extraer es que, desde el punto de vista jurídico, no existe en nuestro ordenamiento una precisa caracteri-

Zona de actuación	Sondeos de explotación	Caudal alumbrado (l/s)	Destino del agua
Jaén	4	350	abastecimiento
Granada	10	1.300	abastecimiento
Bahía de Cádiz	22	1.600	abastecimiento
Málaga	69	3.440	abastecimiento
Costa del Sol	20	750	abastecimiento
Campo de Gibraltar	79	2.900	abastec. y riego
Ribera del Júcar	50	4.600	riego
Huerta de Valencia	6	500	riego
Margen izquierda del Ebro	13	920	riego
Total:	273	16.360	

Tabla 107. Principales acciones estatales en materia de aguas subterráneas realizadas en el bienio 1994-95

Disposición	BOE
Real Decreto Ley 3/1992 de 22 de mayo por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía.	27-05-92
Real Decreto 531/1992 de 22 de mayo por el que se adoptan medidas administrativas especiales para la gestión de los recursos hidráulicos.	27-05-92
Real Decreto 995/1992 de 31 de julio por el que se desarrolla el Real Decreto Ley 3/1992.	01-08-92
Real Decreto Ley 5/1993 de 16 de abril por el que se autorizan determinadas actuaciones en relación con las cuencas del Tajo y el Segura.	27-04-93
Real Decreto Ley 8/1993 de 21 de mayo por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía.	27-05-93
Resolución de 12 de julio de 1993 de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y Medio Ambiente por la que se determinan los ámbitos territoriales de los regadíos afectados por la sequía.	23-07-93
Real Decreto 134/1994 de 4 de febrero por el que se adoptan medidas administrativas especiales para la gestión de los recursos hidráulicos al amparo del artículo 56 de la Ley de Aguas, corrección de errores.(10-03-94).	18-02-94
Real Decreto Ley 6/1994 de 27 de mayo por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía.	28-05-94
Orden de 30 de junio de 1995 por la que se determinan los ámbitos territoriales afectados por la sequía, en secano y regadío, y se establecen criterios para la aplicación de las ayudas previstas en el Real Decreto-Ley 4/1995 de 12 de mayo.	05-07-94
Orden de 29 de junio de 1994 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación por la que se desarrolla el artículo 2 del Real Decreto Ley 6/1994 de 27 de mayo.	06-07-94
Orden de 7 de julio de 1994 del Ministerio de la Presidencia por la que se determinan los ámbitos territoriales afectados por la sequía en secano y regadío.	08-07-94
Real Decreto Ley 1/1995 de 10 de febrero por el que se arbitran medidas de carácter urgente en materia de abastecimientos hidráulicos.	13-02-05
Real Decreto 615/1995 de 21 de abril por el que se aprueban medidas complementarias tendentes a paliar los problemas de abastecimiento de agua a la comarca de Puertollano (C. Real).	11-05-95
Real Decreto Ley 4/1995 de 12 de mayo por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía.	18-05-95
Orden de 30-6-95 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación por la que se desarrolla el artículo 2 del Real Decreto-Ley 4/1995, de 12 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía.	01-07-95
Real Decreto Ley 6/1995 de 14 de julio por el que se adoptan medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos como consecuencia de la persistencia de la sequía.	22-07-95
Orden de 27-7-95 del Ministerio de Economía y Hacienda por la que se desarrolla el Real Decreto Ley 4/1995 de 12 de mayo en relación con la compensación de los beneficios fiscales en el Impuesto sobre Bienes Inmuebles de naturaleza rústica a los Ayuntamientos afectados por la sequía.	01-08-95
Real Decreto Ley 7/1995 de 4 de agosto por el que se autoriza el trasvase de 55 hm^3 a la cuenca del Segura.	08-08-95
Real Decreto Ley 8/1995 de 4 de agosto por el que se adoptan medidas urgentes de mejora del aprovechamiento del trasvase Tajo-Segura.	08-08-95
Orden de 13-10-1995 por la que se amplía la relación de municipios que se incluían en los anexos I y II de la Orden de 30 de junio por la que se determinan los ámbitos territoriales afectados por la sequía, en secano y regadío, y se establecen criterios para la aplicación de las ayudas previstas en el Real Decreto Ley 4/1995 de 12 de mayo.	14-10-95
Resolución de 18-10-95 de la Secretaría de Estado de Política Territorial y Obras Públicas por la que se hace público el Acuerdo del Consejo de Ministros relativo a obras de emergencia.	25-10-95

Tabla 108. Legislación estatal en materia de sequías (años 1990 a 1995)

zación jurídica de la sequía (v. Moreu Ballonga [1996] pp.561-563), y los distintos preceptos relacionados no parecen suficientes para regular la cuestión.

Asimismo, cabe concluir que, en la mayoría de los casos, durante la sequía 1990-95 no se llevaron a cabo planes previos específicamente diseñados para este tipo de situaciones de emergencia, sino que las distintas actuaciones se fueron ideando y ejecutando - por cada una de las Confederaciones - a medida que la sequía se prolongaba y sus efectos se manifestaban más severamente.

Esta situación tuvo, además de los problemas ya descritos, derivados de la escasez, efectos negativos desde

el punto de vista de la Administración hidráulica, tal y como se verá en su momento. Por otra parte, tuvo también efectos positivos desde el punto de vista de la concienciación pública, la percepción social de la escasez, y la moderación y ajuste de las demandas de agua.

3.11.3. Las líneas de actuación

De forma muy sintética puede avanzarse que la última sequía fue, en general, detectada demasiado tarde, lo que llevó a la adopción de medidas de emergencia que frecuentemente solucionaron problemas puntuales, no siempre de forma planeada y rigurosa. De hecho, la normativa que permitió la realización de las obras de emergencia citadas comenzó a publicarse a partir de 1992, con un retraso de dos años respecto al inicio de la fase más intensa de la sequía.

A la luz de esta experiencia, se considera muy recomendable el establecimiento de un sistema eficaz de detección de situaciones de sequía que permita activar, con suficiente antelación, los planes de explotación prefijados para estas situaciones de emergencia. Esta identificación anticipada de las sequías lleva consigo la necesidad de desarrollar indicadores de alerta basados en la información habitualmente disponible (precipitación de los últimos periodos, reservas almacenadas en los embalses y niveles en los acuíferos, por ejemplo) de forma que pudieran ser periódicamente calculados con el fin de señalar el posible comienzo de una sequía o identificar su fase de desarrollo. Los recientes avances en el conocimiento sobre la posible correlación entre las sequías y otros fenómenos, como las oscilaciones de nivel en el Atlántico Norte o la ocurrencia del Niño en el Pacífico, podrían acaso mejorar en el futuro la fiabilidad de este tipo de indicadores, aunque en estos momentos tal posible mejora no pasa de ser una mera hipótesis.

Dichos Planes de actuación en sequías, como el desarrollado por el Canal de Isabel II (CYII [1996]) o el elaborado por EMASESA (EMASESA, 1998), deberían establecer con claridad las reglas de explotación de los sistemas en estas situaciones, incluyendo los criterios para la aplicación de restricciones, las condiciones para la adopción de procedimientos especiales de flexibilización e intercambio de derechos entre usuarios y su regulación económica -pudiendo incluirse los bancos del agua-, las condiciones para el aumento temporal de la explotación de los acuíferos, la movilización de áreas hidrogeológicas de reserva, etc.

Con carácter general, en situaciones de emergencia las aguas subterráneas pueden contribuir a paliar los déficit bombeando por encima de la explotación habitual, o incluso superando ampliamente la recarga media del acuífero. En muchos sistemas de explotación de recursos hídricos basados fundamentalmente en las aguas superficiales, existen acuíferos donde el agua bombeada puede incorporarse fácilmente a un canal, depósito, embalse, o incluso utilizarse directamente. En otros casos es necesaria la realización de alguna obra o conducción complementaria.

En las áreas costeras los acuíferos son una fuente económica, interesante y segura de abastecimiento de agua potable, pero son aún más interesantes como almacén de agua dulce para atender puntas y salvar situaciones de emergencia, como las sequías. El papel de los acuíferos costeros cobra una gran importancia al ser el movimiento del frente salino lo suficientemente lento como para tolerar incrementos en la explotación en situaciones de emergencia (v., p.e., Bocanegra y Custodio [1994]; Custodio [1996]).

Como ya se ha mencionado en algunos ejemplos las aguas subterráneas han proporcionado soluciones eficaces y económicas para paliar los efectos de las sequías en situaciones de emergencia. Pero a pesar de ello la solución más eficaz no es la de esperar a que se produzca una situación de emergencia para utilizarlas, sino planificar y gestionar los sistemas de explotación de recursos hídricos de forma óptima, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos superficiales y subterráneos, y prestando una atención especial a los periodos más secos.

Por último, una cuestión de extrema importancia en las situaciones de sequía es el seguimiento y participación continua de los interesados en las decisiones, mediante las correspondientes comisiones de desembalse. La vinculación de los usuarios con el diseño y desarrollo de las medidas que se vayan arbitrando resulta esencial para superar estas situaciones adversas.

3.12. AVENIDAS E INUNDACIONES

3.12.1. Introducción

A pesar de que, como se vio, la pluviometría media en España no es muy abundante, en ocasiones se presentan precipitaciones que, en pocas horas, alcanzan valores superiores al promedio de todo el año, tal y como puede verse en el mapa de la figura 352, indicativo de la relación porcentual entre la precipitación máxima diaria registrada y la precipitación media anual del periodo 1940/41-1995/96.

Estas lluvias extraordinarias provocan caudales extremos, habitualmente denominados crecidas, avenidas o riadas, que al desbordar su cauce habitual provocan la inundación de terrenos, afectando a personas y bienes.

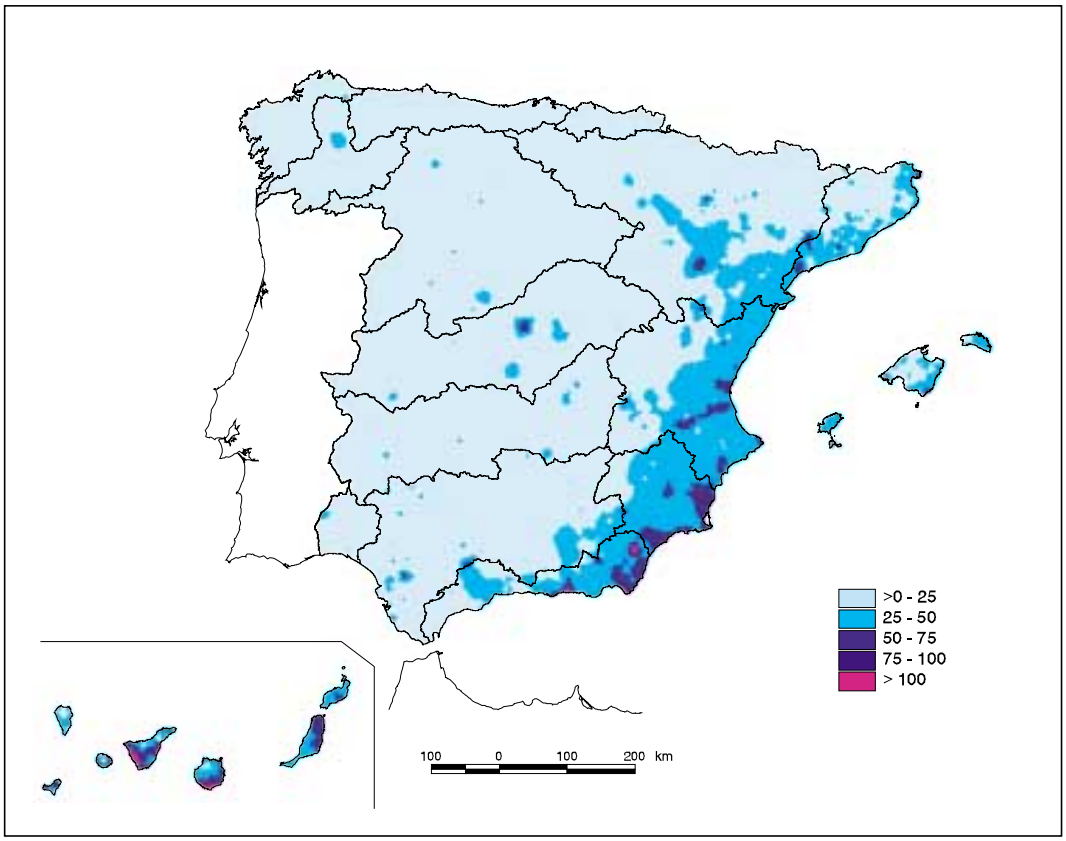


Figura 352. Mapa de relación porcentual entre la precipitación máxima diaria registrada y la precipitación media anual del periodo 1940/41-1995/96

La gran desproporción entre los caudales ordinarios y extraordinarios de algunos ríos hace que el problema de las inundaciones revista en España una especial gravedad.

Como puede verse en el mapa de lluvias máximas diarias en la España peninsular para un periodo de retorno de 100 años de la figura 353, la pluviometría más torrencial se desarrolla a lo largo de los litorales mediterráneo y cantábrico, Pirineos, y divisorias del Guadiana y Tajo, produciéndose en las dos mesetas una lluvia en general más uniforme (CEDEX, 1994; Ferrer y Ardiles, 1994).

Aunque las crecidas son, en su origen, un fenómeno natural eminentemente físico e hidrológico (respuesta de caudales altos a las fuertes tormentas), en su desarrollo sobre zonas donde hay actividades humanas se convierten en un problema territorial, con amplias repercusiones socioeconómicas.

En los apartados que siguen se revisan las ideas básicas sobre el problema, ofreciéndose un marco conceptual global que permite encajar y valorar las distintas y complejas opciones y soluciones posibles de forma coordinada, dentro de un plan general y unitario de actuación.

3.12.1.1. Génesis de las avenidas

Las crecidas en España se pueden producir por fenómenos meteorológicos muy diferentes.

Un caso relativamente frecuente es aquel en el que se ocasionan por temporales invernales de lluvias frontales, de varios días de duración, que afectan a grandes cuencas y que suelen producir daños materiales y, más infrecuentemente, personales. La razón por la que no es frecuente que se produzcan daños personales en estos casos es que existe un tiempo suficiente de anticipación del fenómeno en el río, que suele permitir alertar a la población y establecer los oportunos mecanismos de protección. Diferente es el caso de cauces secundarios y afluentes, cuyo tiempo de respuesta es insuficiente para esta alerta, como se indicará más adelante.

Otro caso, también frecuente, es aquel en que las inundaciones se originan por lluvias de tipo convectivo a media o gran escala. Son las a veces denominadas gotas frías, cuyo desarrollo temporal no supera las 24 horas y cuya extensión puede llegar a cubrir hasta unos 8000 km^2. Se producen fundamentalmente en otoño y afectan sobre todo a las cuencas mediterráneas de tamaño medio, provocando daños materiales y, en ocasiones, víctimas mortales.

Ejemplos de las dos situaciones descritas pueden verse en el gráfico de la figura 354, en el que se muestran conjuntamente, como ejemplo de situación de temporal invernal la evolución de caudales del río Guadiana en Mérida en enero de 1970, con punta próxima a los 4.500 m^3/s alcanzada en varios días, y como ejemplo de lluvias convectivas mediterráneas a media-gran

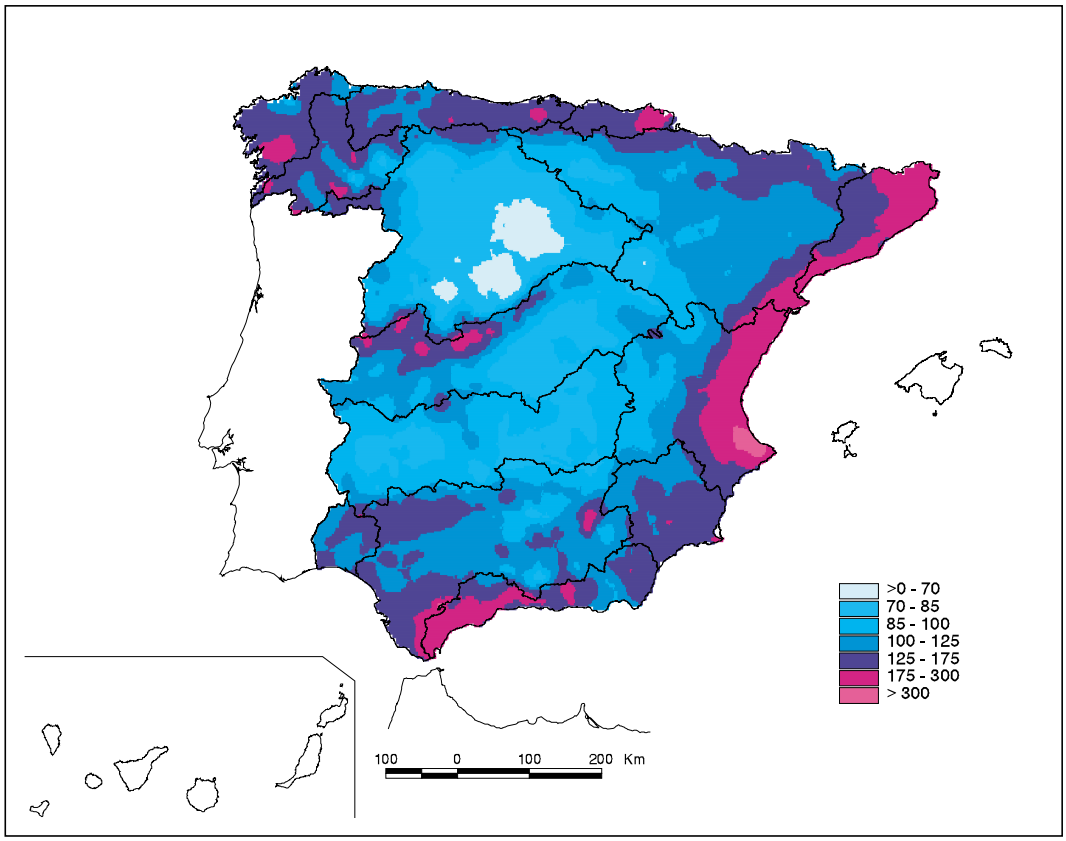


Figura 353. Mapa de lluvias máximas diarias (mm) en la España peninsular para un periodo de retorno de 100 años

escala la crecida del Almanzora en Cantoria el 19 de octubre de 1973, con punta superior a los 3000 m^3/s producida en apenas 3 horas, y en un cauce que, usualmente está seco todo el año.

Las diferencias de comportamiento son evidentes, e ilustran perfectamente lo antedicho en cuanto a la diversidad de regímenes y la posible capacidad de anticipación y respuesta.

Finalmente, las crecidas pueden ser debidas a lluvias de tipo convectivo a pequeña escala, las clásicas tormentas de verano, de alta intensidad pero corta duración (unas 2 ó 3 horas) y extensión reducida. Se producen fundamentalmente en verano y provocan crecidas relámpago (flash floods) en pequeñas cuencas de montaña o en las cabeceras de los ríos.

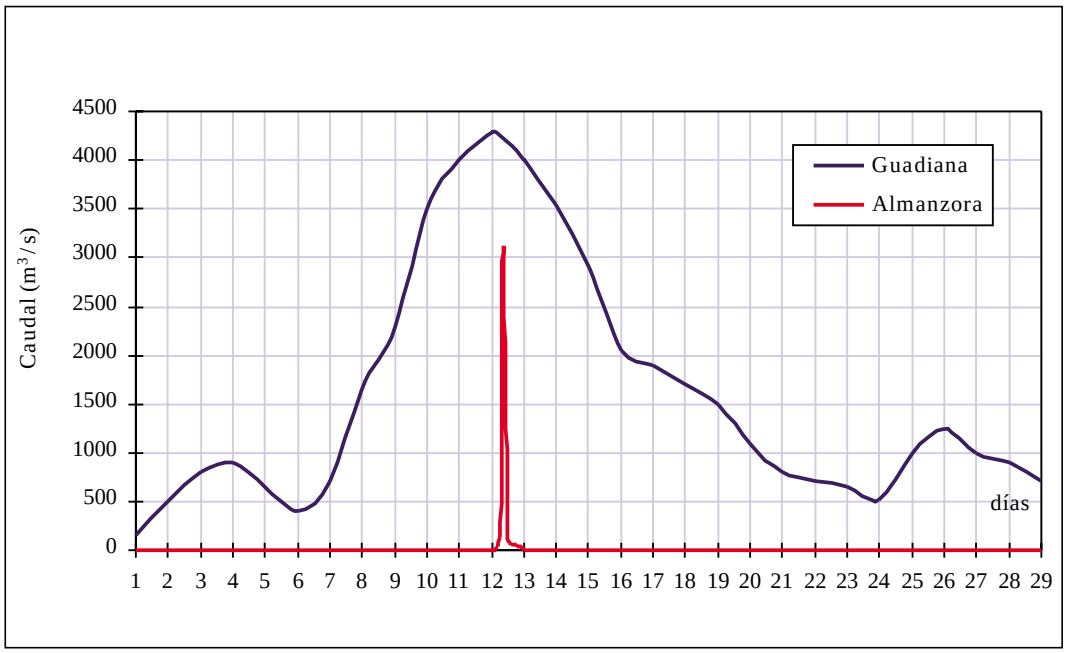


Figura 354. Ejemplos de hidrograma de temporal invernal en el Guadiana y de lluvias convectivas mediterráneas en el Almanzora

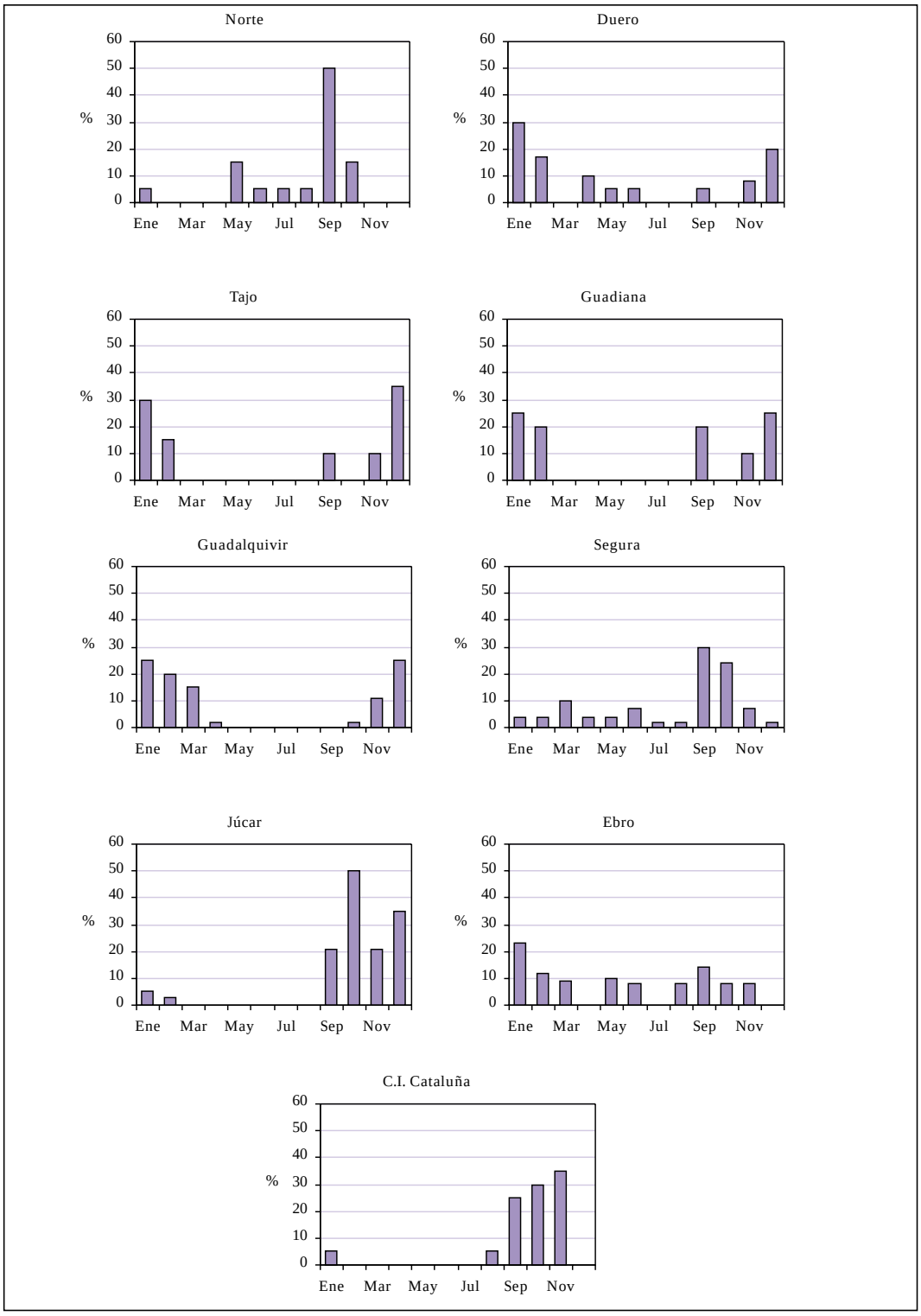


Figura 355. Distribución mensual de inundaciones históricas en diferentes cuencas

Estas crecidas son causantes, en ocasiones, de víctimas mortales, debido a su súbita presentación y al escaso o nulo tiempo de reacción disponible.

Las crecidas nivales son debidas a la fusión acelerada de los almacenamientos de nieve. En España se producen generalmente cuando se presenta un periodo cálido y lluvioso en los meses de primavera, de manera que se fuerza el deshielo acelerado de las cumbres. Pueden ser importantes en cuencas como las del Ebro o Duero, aunque obviamente son poco significativas en el resto del país.

Asociadas a las situaciones de lluvias extremas, también suelen aparecer fenómenos de marea viva que complican el desagüe de las crecidas de otros tipos y que actúan como un factor de intensificación de éstas. Es un factor importante en la costa atlántica, en el golfo de Cádiz, en las costas bajas del óvalo valenciano, etc.

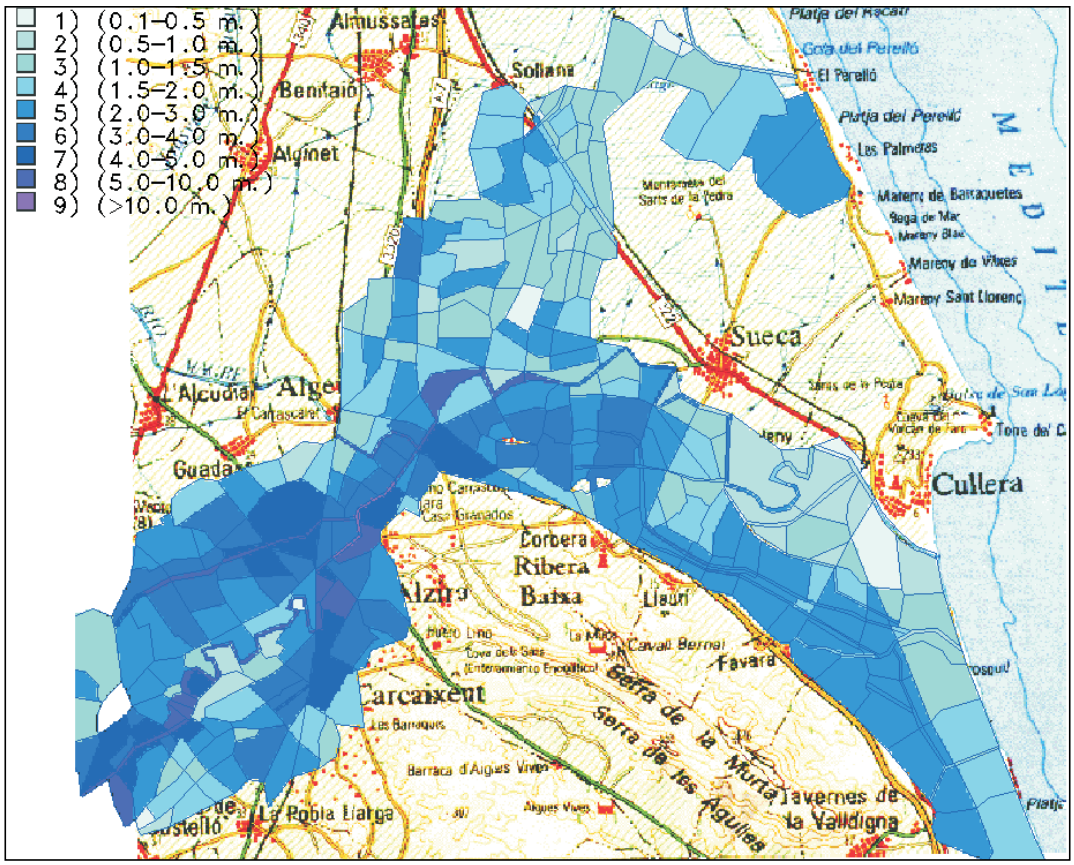


Figura 356. Simulación matemática de la inundación de la Ribera del Júcar (octubre de 1982)

Los gráficos de la figura 355 (elaborados a partir de Benito et al., 1997) muestran la distribución mensual de inundaciones históricas en distintas cuencas, pudiendo observarse que, aún cuando se presentan inundaciones en todas las épocas del año, su frecuencia en el área mediterránea (Cataluña, Júcar y Segura) es máxima en otoño, y en todas las cuencas es mínima en primavera y verano.

La geomorfología de las áreas afectadas puede suponer una intensificación de los efectos de las crecidas. En los valles de cabecera los cauces discurren encajados sin llano de inundación. El movimiento del agua es unidimensional y pueden alcanzarse calados y velocidades importantes. En los valles fluviales con terrazas, típicos de los ríos importantes en llanura, el río ocupa el fondo del valle con su cauce menor, e invade la primera terraza cuando éste es insuficiente. El movimiento del agua es también unidimensional, pero existe una importante diferencia en calados y niveles entre el cauce ordinario y el extraordinario. El Tajo en Aranjuez, el Ebro en Zaragoza o el Duero en Zamora son ejemplos clásicos de este tipo de valles.

En los tramos finales de los grandes ríos, cuando el cauce menor se eleva sobre el llano de inundación, se crean valles con relieve inverso, apareciendo zonas laterales deprimidas, cauces extraordinarios y una circulación bidimensional en planta. Como resultado del escaso relieve, la zona inundable alcanza una extensión de cientos de kilómetros cuadrados, y con una forma irregular. Ejemplos de este tipo de valles son la Marisma del Guadalquivir, la Vega del Segura o la Ribera del Júcar, cuya simulación de la inundación de 1982, realizada por el CEDEX, se muestra en la figura 356.

La evolución de los caudales a lo largo de la Plana se muestra en la figura 357, donde se observa la laminación del hidrograma al propagarse por la llanura de inundación (Estrela y Quintas, 1996a).

En el cambio brusco de pendiente de un río al desembocar en un llano aluvial suelen producirse las formaciones conocidas como abanicos aluviales. En estas áreas el movimiento es bidimensional, con fuerte velocidad y escaso calado. Son frecuentes en las desembocaduras costeras de los ríos pequeños y medianos (Guadalmedina en Málaga o Turia en Valencia), y en las salidas a un valle ancho (río Guadalentín en Lorca) o a un valle glaciar (torrente de Arás en Biescas). Son característicos de regiones áridas o de montaña y originan áreas inundables de forma triangular.

También los efectos antrópicos pueden constituir un factor de intensificación de las crecidas. La deforestación, y consiguiente pérdida de cubierta vegetal, en las cuencas de cabecera, principalmente en zonas monta-

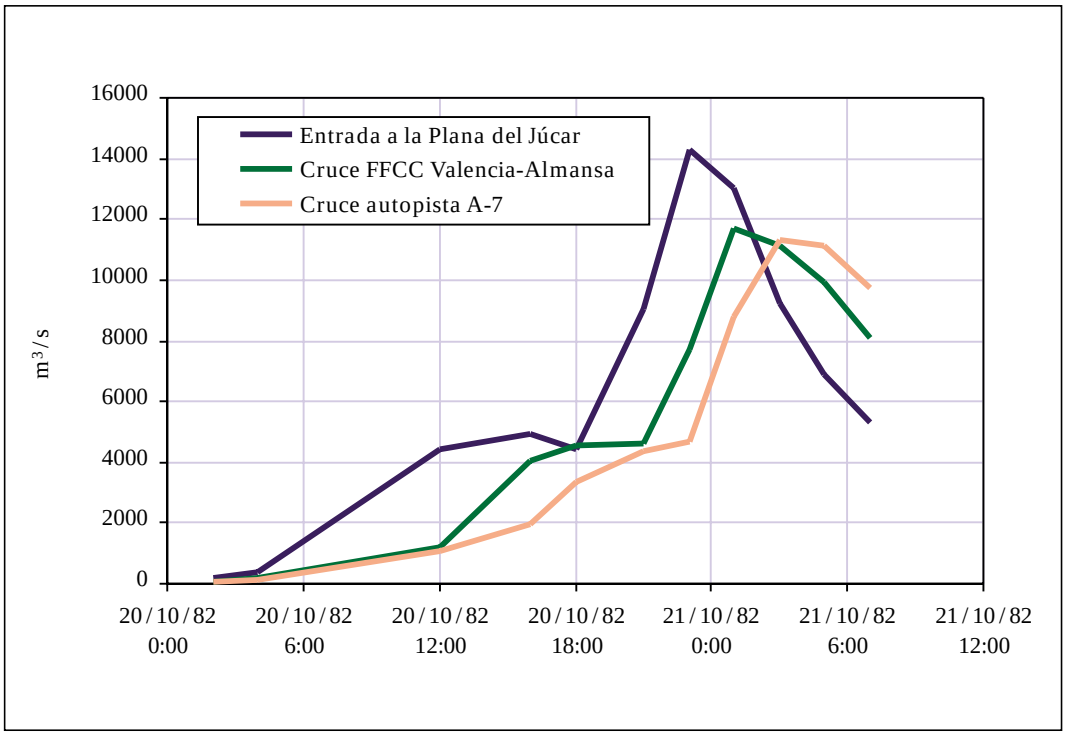


Figura 357. Evolución de caudales a través de la Plana del Júcar (avenida de 1982)

ñosas jóvenes, supone un incremento de la escorrentía superficial. Esta cubierta vegetal tiene un efecto muy apreciable de atenuación de las crecidas pequeñas y medianas. Ante una crecida catastrófica, sin embargo, su efecto es menor en la disminución de caudales, pero es extremadamente beneficioso en la reducción del caudal sólido.

En las zonas inundables la intervención humana ha supuesto la modificación artificial de la respuesta del llano de inundación por las construcciones, cultivos (que cambian la rugosidad natural), obstrucciones de las vías de comunicación y otros obstáculos que son capaces incluso de desviar la inundación hacia lugares que, de no mediar esta intervención humana, no la hubieran sufrido.

Existen incluso casos en los que la modificación del llano de inundación ha llegado hasta la modificación total del cauce del río, dejando el fondo del valle y desviándolo a media ladera. Es el caso de la Vega Baja del Segura, en la que en el siglo XVIII se hace desviar el cauce decenas de kilómetros por el Cardenal Belluga, permitiendo el saneamiento del valle pantanoso, la recuperación de tierras para el regadío, y el establecimiento de colonos que, cultivando esas tierras, pueblan la antigua marisma. Es la obra de las Pías Fundaciones, ejemplo de actuación benéfica similar a la planteada por David Hume para los Países Bajos, y que integra de modo ejemplar actuaciones fluviales y sociales en el agitado contexto histórico del Setecientos.

3.12.1.2. Daños producidos por las avenidas

Como se ha mencionado, las avenidas que provocan daños materiales y las que provocan víctimas mortales no siempre son las mismas, y con frecuencia son diferentes. Por ejemplo, mientras que las inundaciones fluviales de Andalucía occidental del año 1996 provocaron pérdidas de 70.000 millones de pesetas y cuatro víctimas mortales en accidentes de tráfico, la de Biescas, de tipo torrencial, ocasionó más de 80 víctimas mortales, con muy escasos daños materiales.

Aunque en los Planes Hidrológicos de cuenca se plantean acciones estructurales en la mayor parte de las grandes ciudades y áreas industriales, turísticas o de servicios, por la gravedad que entrañan las inundaciones en estas zonas, no es frecuente que en ellas se produzcan víctimas mortales directamente por la inundación. En la mayoría de los casos las víctimas se producen en las cuencas de cabecera o afluentes laterales, donde el factor sorpresa, la inadecuación de las infraestructuras de cruce con la red fluvial y el aislamiento aumentan considerablemente el riesgo. Una proporción elevada de las víctimas provocadas por inundaciones en las dos últimas décadas se ha producido en automóviles, caravanas, ciclomotores, etc., que durante una crecida se convierten en elementos de transporte muy inseguros. La disminución de las interferencias de la avenida con la red de transporte, o la utilización de sistemas de alerta, se convierten en elementos clave para la prevención de víctimas.

Así pues, no sólo son a veces crecidas diferentes las que provocan víctimas y daños materiales. Los medios

para evitarlos son igualmente diferentes y los lugares en que se producen también. Un plan de defensa frente a las inundaciones debe considerar ineludiblemente esto, y planificar por separado, aunque coordinadamente, ambas necesidades de protección.

Los propios daños materiales se producen en forma muy diferenciada según los diferentes sectores económicos a los que afecten. La duración de la inundación, por ejemplo, es un factor muy importante en los daños al sector agrícola y, en cambio, resulta de una escasa trascendencia para los restantes usos. El sector servicios, se ve muy afectado por la duración de la suspensión de actividades, que puede estar asociada con la interrupción del servicio eléctrico o del acceso, incluso en zonas que no han llegado a inundarse. Debe resaltarse igualmente la importancia de los daños a los servicios públicos. Incluso dentro de un mismo sector, como el agrícola, existen importantes diferencias según el tipo de cultivo de que se trate (piénsese, p.e. en las diferencias sustanciales entre secanos, árboles, huertas estacionales, o invernaderos para cultivos de primor, en los que puede no solo perderse el cultivo sino destruirse la propia instalación).

Problema, pues, muy diverso, muy vinculado a los usos del suelo, y para el que, como en tantos otros relacionados con las aguas, difícilmente existen fórmulas universales y soluciones genéricas.

3.12.1.3. Naturaleza territorial de las avenidas e inundaciones

Como se ha indicado, aunque las avenidas son un suceso hidrológico extremo (en definitiva, un fenómeno natural), su dimensión más importante es territorial. Los terrenos aluviales contiguos a los ríos son llanos y fértiles y la actividad humana ha tendido a localizarse tradicionalmente en ellos.

Pero las características de estas tierras tienen su origen en el propio régimen del río. Así, los daños materiales ocasionados por las crecidas podrían interpretarse como el coste por la ocupación de unos terrenos cuya extensión superficial es muy reducida, pero cuyo valor territorial es muy importante, pues, con frecuencia, el corredor fluvial articula la ubicación de las ciudades, la infraestructura de regadíos, las vías de comunicación, etc.

En algunos casos, las intervenciones para reducir los efectos de las crecidas en una determinada zona pueden agravarlos en otra. Un encauzamiento para proteger una ciudad y sus tierras, por ejemplo, lo hace a costa de acelerar la propagación de la onda de crecida y reduce su laminación, pudiendo en ocasiones agravar la situación de los núcleos situados aguas abajo. Esto se aprecia en la evolución histórica de los picos de crecida del Ebro entre Castejón y Zaragoza, y ha sido la cuestión de fondo en las últimas inundaciones del Rhin.

En la figura y tabla adjunta se muestran lo que podrían denominarse áreas inundables de primer orden. Corresponden a una selección de tramos de río en los que en los Planes Hidrológicos de cuenca se prevé la adopción de medidas de tipo estructural. En su realización se concentra el 90% de las intervenciones propuestas en los Planes, intervenciones que alcanzan un monto económico total próximo al medio billón de pesetas en los próximos 20 años. Obviamente, dado que su selección se ha realizado de forma subjetiva, estos tramos de río no son las únicos donde pueden producirse problemas, tal y como se comentará más adelante.

En la figura 358 y en la tabla 109 se muestran lo que podrían denominarse áreas inundables de primer orden. Corresponden a una selección de tramos de río en los que en los Planes Hidrológicos de cuenca se prevé la adopción de medidas de tipo estructural. En su realización se concentra el 90% de las intervenciones propuestas en los Planes, intervenciones que alcanzan un monto económico total próximo al medio billón de pesetas en los próximos 20 años. Obviamente, dado que su selección se ha realizado de forma subjetiva, estos tramos de río no son las únicos donde pueden producirse problemas, tal y como se comentará más adelante.

Las actuaciones que en ellos se consideran se localizan en unas 50 áreas, que engloban 25 capitales de provincia (entre ellas todas las mediterráneas), las áreas metropolitanas de las 7 ciudades de mayor población, la práctica totalidad de las ciudades mediterráneas y sus zonas turísticas, y los valles industriales del norte de España (figura y tabla adjunta). Es decir, estas actuaciones se sitúan donde, además de que las crecidas presentan una mayor torrencialidad, se ha producido en las últimas décadas una gran concentración de población, industrias y servicios. En ocasiones, su carácter crítico se debe a problemas de presión urbanística o invasión de cauces. Se manifiesta, por tanto, que los Planes Hidrológicos de cuenca reflejan como el crecimiento de las ciudades en detrimento de las zonas rurales del centro de la península y el despoblamiento de las áreas de montaña repercute directamente en los daños por inundación.

Las competencias territoriales relativas a inundaciones corresponden a las Comunidades Autónomas y a los entes locales. En este punto es necesario apuntar que no existe una buena coordinación en la materia, pues las Confederaciones Hidrográficas han planteado en ocasiones obras ignorando las directrices urbanísticas

PLAN	CIUDAD	TRAMO DE RÍO
NORTE I	PONFERRADA	Río Sil y Boeza
	ORENSE	Río Miño y Barbaña
NORTE II	TORRELAVEGA	Río Saja desde Cabezón de la Sal y Besaya desde los Corrales de Buelna, hasta el mar
	AVILÉS	Ríos Arlós, Magdalena y otros
	MIERES-LANGREO	Río Duró y río San Juan en Mieres y Nalón en Barrós y Sotrondio
NORTE III	SAN SEBASTIAN	Río Urumea desde Hernani hasta el mar
	EIBAR/ERMUA	Río Ego
	BILBAO	Río Nervión desde Arrigorriaga e Ibaizábal desde Amorebieta hasta Etxabarri
DUERO	ZAMORA	Río Duero
	SALAMANCA	Río Tormes
	VALLADOLID	Río Pisuerga
TAJO	ARANJUEZ	Ríos Tajo y Jarama
	MADRID-A. Metrop.	Ríos Jarama desde Belvis de Jarama, Henares desde Guadalajara y Manzanares desde el embalse de El Pardo, hasta S. Martín de la Vega
	TALAVERA	Río Tajo
	TOLEDO	Río Tajo
GUADIANA	VALDEPEÑAS	Arroyo de la Veguilla
	MÉRIDA	Río Guadiana y Albarrega
	BADAJOZ	Río Guadiana, Gévora y Arroyo Rivillas
GUADALQUIVIR	GRANADA	Ríos Darro, Genil, Cubillas y otros hasta Láchar
	ANDÚJAR-CÓRDOBA	Río Guadalquivir Medio
	SEVILLA	Río Guadalquivir desde zona del río hasta el mar, incluyendo el río Guadaira desde Alcalá, río Pudio desde Aljarate y Arroyo Salado desde el embalse de La Torre del Águila
GUADALETE	JEREZ DE LA FRONTERA	Río Guadalete desde la Barca de la Florida al mar
SUR	MÁLAGA	Río Guadalhorce desde Cártama al mar, Guadalmedina y otros
	ALGECIRAS	Río Palmones
	ALMERÍA	Río Andarax, desde Gádor al mar, Rambla de Belén y otros
	COSTA DEL SOL GRANADINA (MOTRIL-SALOBREÑA-ALMUÑECAR)	Río Guadalfeo desde Vélez de Banaudalla y río Verde desde Otívar al mar
SEGURA	MURCIA (Todo el valle)	Río Segura desde Cieza al mar
	LORCA	Río Guadalentín
	CARTAGENA	Rambla del Hondón y otros
JÚCAR	RIBERA DEL JÚCAR	Río Júcar desde Tous, Magro desde Llombay y Albaida desde Manuel hasta el mar
	VALENCIA-A. Metrop.	Rambla del Poyo, Barranco de Carraixet y otros
	CASTELLÓN	Río Seco
	SAGUNTO	Río Palancia desde Gilet al mar
	GANDÍA-LA SAFOR	Río Serpis y otros
	ALCOY	Río Serpis, Molinar y Barxell
	ALICANTE-A. Metrop.	Barrancos de Orgegia, Juncaret, de las Ovejas y otros
	ELCHE	Río Vinalopó
EBRO	VITORIA	Río Zadorra desde el embalse de Zadorra hasta Zuazo
	LOGROÑO	Río Ebro
	MIRANDA DE EBRO	Río Ebro
	PAMPLONA	Río Arga
	CALATAYUD	Río Jalón
	ZARAGOZA-V. Ebro y A. Metrop.	Río Ebro desde Castejón a Zaragoza, Gállego desde Zuera y Huerva desde María de Huerva
	TORTOSA	Río Ebro desde Flix al mar
	LÉRIDA	Río Segre
CUENCAS INTERNAS CATALUÑA	BARCELONA-A. Metrop.	Maresme, río Besós y otros
		Río Llobregat desde Manresa hasta el mar, incluyendo las ramblas del Vallés y el río Anoia desde Sant Sadurní
	GERONA	Ter desde Salt y Oñar, hasta Cerviá de Ter
	TARRAGONA	Río Francolí, tramo final

Tabla 109. Relación de áreas inundables de primer orden identificadas en los Planes Hidrológicos

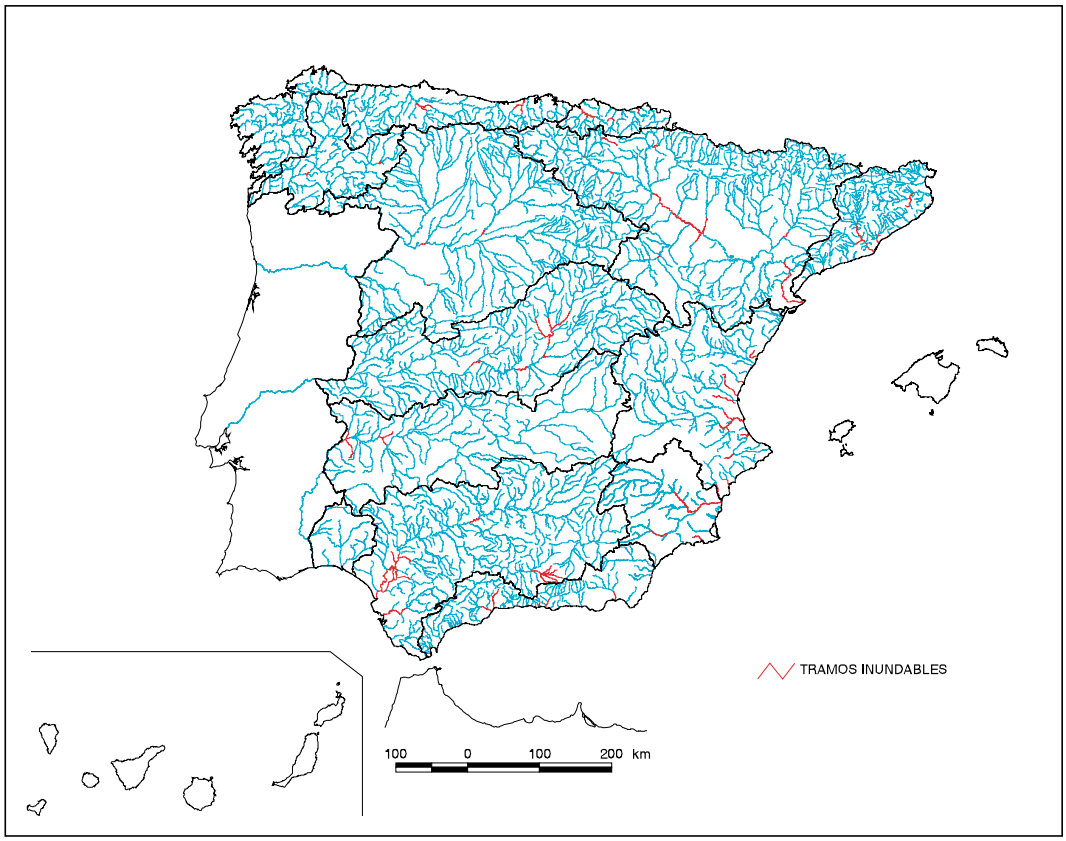


Figura 358. Mapa de áreas inundables de primer orden identificadas en los Planes Hidrológicos de cuenca

de municipios y Comunidades Autónomas, y éstos, a su vez, ignoran el ámbito territorialmente más amplio del problema de las inundaciones, y no siempre actúan con la contundencia que sería necesaria en sus instrumentos de ordenación, planeamiento y disciplina sancionadora. En definitiva, no siempre se llega al equilibrio de planeamiento y cooperación institucional que la compleja naturaleza del problema requiere.

En las áreas inundables de primer orden se hace necesario un análisis espacial pero de suficiente grado de detalle, tanto de los aspectos hidrológicos e hidráulicos como territoriales y urbanísticos, para alcanzar soluciones armónicas y coordinadas entre las administraciones central y autonómica, desarrollándose posteriormente en cada nivel las soluciones plasmadas en un plan conjunto. Las dificultades de esta tarea son, desde luego, muy grandes, pero es una dirección en la que debiera avanzarse sin pausa y de forma decidida.

Por otra parte, y como se apuntó, hay otras muchas zonas con poca trascendencia a escala de la gran cuenca, pero en las que localmente pueden producirse problemas de gravedad. Parece lógico que las Comunidades Autónomas dispongan de mapas de zonas sometidas a riesgo de inundación, a escala adecuada, a disposición de las Comisiones Provinciales de urbanismo, y que éstos mapas sean tenidos en cuenta en los planes urbanísticos que se realicen, que pueden y deben llegar a un grado de detalle mucho mayor. Tan sólo el País Vasco y la Comunidad Valenciana disponen por ahora de este tipo de instrumentos (Generalitat Valenciana, 1997).

Una vez identificadas las zonas problemáticas, y abordado el estudio detallado de cada una de estas zonas, la necesidad de trabajar tales problemas a escala local es obvia, pues no sería posible, ni tendría sentido, abordar el problema a escala global, desde una instancia administrativa central. Así, si se dispusiera de una cartografía de riesgo adecuada y de los instrumentos urbanísticos y legales suficientes, los problemas de protección de núcleos urbanos reducidos podrían abordarse mejor desde las Comunidades Autónomas y Entidades locales. No parece que tenga sentido incluir la protección de municipios o núcleos de muy pocos habitantes en los Planes Hidrológicos de cuenca.

Distinta cuestión de la necesidad y responsabilidad del trabajo a escala local, es la de la deseable conformación de un programa nacional para el impulso de los mapas de riesgos, de forma consorciada entre los Órganos competentes de la Administración Central y los de las Comunidades Autónomas, acompañando dicho plan de su correspondiente programación económico-financiera, y del que no debiera estar ausente el Consorcio de Compensación de Seguros mediante fórmulas como las de creación de un fondo constituido al efecto, dedicando un pequeño porcentaje de las

primas por riesgos extraordinarios a tal fin. El órgano estatal de Protección Civil podría ser el impulsor y coordinador de esta iniciativa.

Todas estas labores han de hacerse, obviamente, sin perjuicio de la lógica supervisión para las zonas de policía que establece la legislación por parte de las Comisarías de Aguas.

En efecto, el RDPH define el cauce de una corriente como el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias, y establece una zona de policía de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce en la que se pueden condicionar e incluso impedir ciertos usos o cambios de uso.

El desarrollo de la tutela encomendada a las Comisarías de Aguas sobre la zona de policía tropieza con una acusada falta de medios, no sólo para las labores de guardería fluvial, sino también para la supervisión de los planes urbanísticos. Las Comisiones Provinciales de urbanismo suelen carecer de mapas de riesgo y de deslindes y, sistemáticamente, remiten un oficio a la Comisaría de Aguas correspondiente, señalando la existencia de un determinado Plan, que pudiera afectar a zonas de su competencia, para su informe. Esto hace que las Comisarías de Aguas deban informar acerca de un gran número de documentos muy complejos, que requieren estudios técnicos no inmediatos, y en trámites administrativos con plazos muy reducidos. Como consecuencia, una buena parte de ellos se aprueban por silencio administrativo. La clarificación de funciones de las administraciones concurrentes en las zonas inundables resulta, a estos efectos, una actuación prioritaria.

El trazado de mapas de riesgo, su informatización y divulgación sistemática y, sobre todo, la catalogación, clasificación y categorización de los problemas, permitirían a las diferentes Administraciones dar una respuesta adecuada a estas cuestiones.

Parece un objetivo crucial detener en las Comisiones Provinciales los planes urbanísticos incorrectos. Si un plan es aprobado y se declara suelo urbanizable una zona inundable, la recalificación resultará en la práctica imposible, ya que obligaría a la administración a indemnizaciones inabordables. El suelo ya declarado urbano, aunque no haya sido construido, hoy por hoy obliga a la adopción de soluciones de tipo estructural. Desgraciadamente ésta es una situación que se da con mucha frecuencia.

3.12.1.4. Inundaciones y vías de comunicación

La importancia que el transporte tiene en las sociedades modernas adquiere un singular relieve en situaciones de inundación por las interrupciones masivas que pueden llegar a producirse. La incomunicación consiguiente impide la evacuación y la llegada de ayudas de emergencia. La situación de la red viaria en las zonas inundables se convierte así en un elemento clave de la política de defensa contra avenidas.

La localización y, en su caso, modificación e incluso eliminación de puentes y obras de desagüe insuficientes, la señalización y la eliminación de badenes son medidas de gran efectividad para la protección de vidas humanas.

La actual Instrucción de la Dirección General de Carreteras (MOPU-DGC, 1990) ha supuesto un importante avance en la solución de estos problemas, pues los nuevos tramos de carretera que se construyen tienen una seguridad muy superior a los antiguos, donde se concentra la mayor parte de los puntos conflictivos.

Las obras lineales (sobre todo los grandes terraplenes) y las obras de desagüe insuficientes pueden desviar la inundación hacia otras zonas o agravarla aguas arriba. Es preciso reconocer, sin embargo, que la afección no puede eliminarse por completo y tampoco sería deseable encarecer las obras hasta extremos antieconómicos. La planificación conjunta de las vías de comunicación y de las actuaciones en las zonas inundables de primer orden puede contribuir a resolver estos problemas.

Es importante además considerar que el coste de la inundación de un tramo de carretera trasciende al puro coste material de la reposición de la obra de fábrica, ya que las consecuencias derivadas de la interrupción del servicio pueden resultar inconmensurables. La composición de escenarios de disrupción del sistema puede ayudar a identificar aquellos puntos vitales en los que puede estar justificado adoptar mayores niveles de seguridad. Una situación análoga se plantea con la red de ferrocarriles y la red eléctrica.

3.12.1.5. Inundaciones y grandes presas

Las presas constituyen un método estructural muy eficaz de defensa contra avenidas, ya sea por medio de los resguardos en embalses multiuso o incluso como objetivo básico de la obra.

No producen efectos secundarios aguas abajo, como los encauzamientos, y desde el punto de vista ambiental concentran el impacto sobre el ecosistema fluvial en un tramo reducido. El benéfico efecto que la política de construcción de grandes presas ha tenido sobre la laminación de crecidas es muy palpable en las cuencas atlánticas, del Sil al Guadalquivir.

Su utilización resulta mucho más problemática en las cuencas cortas mediterráneas y cantábricas, donde los vasos son reducidos, los ríos arrastran muchos sedimentos y existe una gran desproporción entre el caudal punta y el caudal medio. La celeridad con que se producen estas puntas impide o hace peligroso el control de la crecida, y se requiere de sistemas de previsión y ayuda para este control. En ocasiones excepcionales podría agravarse el efecto de la crecida si el aliviadero resultara insuficiente o si se produjera una maniobra incorrecta de las compuertas. Por este motivo, el uso de las grandes presas como control de avenidas se considera una solución de primera importancia, pero requiere una planificación previa de impactos y de las situaciones de emergencia.

3.12.1.6. Implicaciones ambientales de la defensa contra las crecidas

Las crecidas e inundaciones son un elemento ambiental más y, como tal, desempeñan un papel en el ecosistema natural. Por una parte son un medio básico de transporte de sedimentos, de modelación geomorfológica y, por tanto, de renovación del sustrato físico del ecosistema. Por otra parte, las crecidas controlan la demografía de las especies superiores, tanto vegetales como animales, del ecosistema fluvial.

Por este motivo, la política de gestión de crecidas que progresivamente se impone en los países occidentales es la de permitir cierto número de inundaciones controladas con objeto de restablecer el equilibrio del ecosistema, alterado por la disminución de oscilaciones de caudal que comporta la regulación realizada por los embalses.

La protección a ultranza de bienes, en particular a través de obras de encauzamiento o acondicionamiento, ha supuesto, en ocasiones, la desaparición completa del ecosistema, sustituyendo los ríos por canales artificiales. La protección de terrenos agrícolas a costa de la destrucción de los ecosistemas ribereños está siendo desaconsejada e incluso prohibida en algunos países de la Unión Europea y se considera una práctica más adecuada el establecimiento de seguros agrarios. Otro instrumento no ensayado en España, pero aplicado con notable éxito en Estados Unidos, es la compra de terrenos y su reversión al patrimonio forestal del Estado. Esta política de adquisición de áreas ribereñas y su posterior restauración presenta gran interés y ha sido propuesta en el Plan Hidrológico del Duero.

En otros casos, relativamente frecuentes, los encauzamientos se construyen como solución a un problema sanitario. En efecto, es muy frecuente que el entorno urbano de un cauce no canalizado tienda a degradarse y los Ayuntamientos exijan su canalización, no como protección frente a crecidas sino por razones de salubridad pública.

3.12.2. Antecedentes en actuaciones de defensa

Existen referencias documentadas de propuestas de medidas de defensa frente a inundaciones desde muy antiguo. Así, Gómez Ortega et al. (1866) analizan en un interesante estudio las inundaciones del Júcar de 1864, estudiando las ventajas e inconvenientes de distintas medidas de defensa, y proponiendo una serie de actuaciones. Con carácter general las escasas posibilidades y limitaciones constructivas de aquellos tiempos hacen que la construcción de las distintas obras de protección resultase prácticamente inabordable.

Entre otras medidas analizan el efecto de los diques longitudinales y transversales, la construcción de depósitos o presas, los diques de protección de las poblaciones y el efecto de la repoblación forestal. Los autores exponen que por distintas razones no es posible adoptar un sistema general de defensa para el valle del Júcar, conclusión que continúa siendo válida hoy en día. Aunque de su estudio se deducen algunos errores conceptuales sobre la incidencia de algunas medidas de defensa, como es el efecto laminador de las presas, no cabe duda de que es un trabajo de gran valía, donde ya se introduce una clasificación de medidas estructurales similar a la utilizada en la actualidad.

Otro significativo ejemplo de planes históricos de defensa es el proporcionado por el magistral *Anteproyecto de Obras de Defensa contra las inundaciones en el Valle del Segura,* presentado por Ramón García y Luis Gaztelu en 1886, tras la inundación de 1879 en la cuenca del Segura, cuyos devastadores efectos llegaron a alcanzar resonancia internacional (aparece citada, por ejemplo, en la proustiana Recherche). Tras analizar las ventajas e inconvenientes de los sistemas de diques longitudinales y transversales, embalses, desviaciones, repoblaciones, etc, llegan a una conclusión que sorprende por su completa vigencia y actualidad: *Tenemos la creencia de que ninguno resuelve por sí sólo, en general, esta gravísima cuestión; gracias que en una selección acertada de los diferentes sistemas pueda hallarse remedio, si no completamente eficaz, que dé siquiera racionales probabilidades de convertir en un hecho ordinario y común esos memorables acontecimientos que llevan el luto a tantas familias.* Agrupan las obras en tres categorías: las que se oponen directamente al desbordamiento, las que modifican el régimen de las aguas rebajando el nivel máximo y los medios indirectos. Al primer grupo pertenecen los diques longitudinales, al segundo los embalses, canales de desviación y repo-

blaciones forestales y el tercero comprende los medios que no evitan las inundaciones pero tienden a hacer más llevaderos sus perjuicios, como son los seguros, la reglamentación de zonas inundables o la elección de cultivos etc.

La modernidad de estas ideas, junto con la concepción integrada de la defensa contra inundaciones y el aprovechamiento del agua para riegos, siempre presentes en la mente del planificador, hacen de este Plan un claro antecedente de la moderna planificación hidrológica, y muestran a sus autores como figuras pioneras en el desarrollo del pensamiento hidráulico español del último siglo.

Ya en fechas próximas a nuestros días, las graves inundaciones que tuvieron lugar en 1982 en el levante español fueron uno de los motivos por los cuales se creó, en mayo de 1983 y en el seno de la Comisión Nacional de Protección Civil, la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (CTEI).

Entre los objetivos de esta Comisión figuraba el estudio y clasificación de las zonas potencialmente amenazadas por riesgo de inundación, incluyendo el mapa de riesgo correspondiente, la recopilación, clasificación y elaboración de la información sobre catástrofes históricas más significativas ocasionadas por inundaciones y la realización del estudio de actuaciones y medidas de carácter preventivo, a medio y largo plazo, para corregir o disminuir los efectos de las inundaciones potenciales en función de los riesgos establecidos.

A este respecto, y como antecedentes destacables, merecen recordarse algunas brillantes y exhaustivas recopilaciones de avenidas históricas, como la de Couchoud y Sánchez Ferlosio (1965).

Los trabajos de la Comisión fueron coordinados por la DGOH, elaborándose un Informe general (MOP, 1983) en el que se recogían los antecedentes directos disponibles y se desarrollaba una metodología apta para tipificar las causas y efectos de las inundaciones, evaluar sus daños e identificar las actividades para su prevención y mitigación. En los informes parciales para cada una de las diez cuencas hidrográficas peninsulares se incluían la identificación y análisis de las inundaciones históricas ocurridas y la delimitación y clasificación de las zonas de riesgo potencial. Así, se identificaron 2438 inundaciones históricas ocurridas en los últimos cinco siglos, realizándose una ficha con toda la información de interés para cada una de ellas. De acuerdo con esta información se localizaron 1036 zonas con riesgo potencial en la península, se estableció un criterio de clasificación en función del riesgo y se elaboraron mapas a escala 1:200.000 en los que se situaron los límites de cada una de las zonas, distinguiendo las prioridades de actuación en cada una de ellas.

Estos estudios han resultado decisivos para fundamentar los Planes Generales de Defensa contra Avenidas desarrollados por la DGOHCA y han servido de base a los planes de protección civil ante el riesgo de inundaciones elaborados por Delegaciones de Gobierno y Gobiernos Civiles en los últimos años.

Ahora bien, su falta de actualización, las obras de corrección realizadas en las diferentes cuencas y las modificaciones experimentadas desde entonces por la legislación referente a esta materia, imponen afrontar una revisión en profundidad de estos trabajos. En esta línea, el Comité Estatal de Coordinación previsto en la Directriz Básica de Inundaciones acordó en 1996 la constitución de un Grupo de Trabajo sobre Análisis de Riesgos de Inundaciones en España, elaborándose en 1997 por la Dirección General de Protección Civil una Guía metodológica (Bustamante y González, 1997) para orientar, precisamente, en los procedimientos de actualización homogénea y sistemática del primitivo Catálogo.

3.12.3. Criterios de actuación

3.12.3.1. Principios básicos

Las actuaciones de defensa contra inundaciones deberían regirse por una serie de principios básicos que aseguren su eficacia en la reducción de daños. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

- Coordinación. Se hace necesaria una actuación conjunta y coordinada de las distintas administraciones e instituciones implicadas, con una delimitación clara de objetivos y cometidos.
- Descentralización. Las áreas inundables de primer orden parecen requerir una actuación desde la Administración central, si bien con participación de las administraciones local y autonómica por la índole territorial del problema, pero en el resto de las zonas los problemas pueden ser resueltos por las Comunidades Autónomas, contando con asesoramiento y supervisión de las Confederaciones Hidrográficas en las cuencas intercomunitarias.
- Separación de daños. Es necesario el desarrollo de programas orientados a objetivos diferenciados. En los programas específicos para la reducción del número de víctimas las actuaciones sobre la red viaria y los sistemas de previsión y alerta deben jugar un papel fundamental. En los programas para la reducción de daños agrícolas se debe incidir en la creación de seguros agrarios.
- Realismo. Debe admitirse que el problema de las inundaciones no admite soluciones definitivas, por lo

que siempre ha de aceptarse un cierto riesgo residual. No existe, ni puede existir, la seguridad completa frente a las inundaciones, sino únicamente la disminución del riesgo. Por ello, parece lógico fijar como objetivo unos umbrales de protección estructural adecuados que permitan lograr niveles homogéneos de seguridad en todo el territorio y cubrir los riesgos superiores con programas de medidas no estructurales.

- Respeto al medio ambiente. Debe evitarse el deterioro injustificado de los ecosistemas fluviales, potenciando las medidas de tipo no estructural. Cuando las medidas estructurales resulten imprescindibles, deberán buscarse soluciones lo menos agresivas posible que permitan minimizar el impacto sobre el medio ambiente.
- Prevención. Los problemas de inundabilidad deben ser prevenidos antes de que se requieran intervenciones futuras. Evitar la ocupación urbana de zonas inundables y orientar el crecimiento de las ciudades hacia zonas seguras es el mejor método para evitar dichas intervenciones. Es básico retener la idea fundamental de que, en sociedades hidráulicamente desarrolladas, el problema de las inundaciones se traslada del campo de las infraestructuras al de la ordenación territorial.
- Transparencia. Es preciso realizar un esfuerzo para presentar con realismo los riesgos asumidos y explicar con claridad los objetivos de las medidas adoptadas. Los mapas de riesgo deben ser divulgados y difundidos no sólo entre Administraciones y técnicos, sino también entre los ciudadanos.

3.12.3.2. Criterios técnico-económicos

Desde el punto de vista técnico es posible apuntar una serie de criterios para la correcta planificación de soluciones y para la organización y ejecución de las actuaciones de defensa.

Los mapas de riesgo, en los que se representan las principales magnitudes (alturas y velocidades del agua, peligrosidades, duración de la inundación, etc.) asociadas a las inundaciones que suceden con determinada frecuencia, constituyen un instrumento particularmente eficaz en la planificación de las actuaciones de defensa.

Para las áreas inundables de primer orden los mapas de riesgo deberían realizarse a escala 1:5.000, típica de la planificación urbanística.

La elaboración de los mapas de riesgo debe incluir un análisis hidro-geomorfológico previo para la identificación y caracterización preliminar cualitativa de las áreas de estudio, un estudio hidrológico para la determinación de las probabilidades de presentación o periodos de retorno de caudales de diferente magnitud, y un estudio hidráulico para el cálculo de los niveles asociados a dichos caudales. Finalmente, el análisis económico permitirá evaluar los impactos territoriales económicos de las inundaciones.

En los mapas de riesgo debe representarse como mínimo la crecida de periodo de retorno de 100 años, y sería conveniente la de retorno de 500 años.

Los parámetros que definen la gravedad de una inundación son el nivel alcanzado por el agua (calado), su velocidad, la duración de la inundación y el tiempo de respuesta. Otros indicadores como tipologías de riesgo o peligrosidades pueden deducirse a partir de estos parámetros básicos.

El nivel del agua marca la gravedad de los daños materiales. Un nivel superior a 0,8-1 m suele implicar daños totales, mientras que un nivel inferior a 0,3-0,4 m supone unos daños muy reducidos. De acuerdo con los calados y los periodos de retorno se podrían distinguir las siguientes zonas de riesgo (la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones establece una clasificación semejante, si bien en ella se utilizan diferentes periodos de retorno y no se especifica el valor de los calados):

- *Zonas de riesgo bajo:* Son aquéllas donde cabe esperar inundaciones de calado reducido (menor de 0,4 m) con periodo de retorno superior a 25 años.
- *Zonas de riesgo medio:* Aquéllas con calado intermedio (entre 0,4 y 0,8 m) y periodo de retorno superior a 100 años, o con calado reducido y retorno inferior a 25 años.
- *Zonas de riesgo alto:* Aquéllas con calado intermedio o alto y periodo de retorno inferior a 100 años.

La velocidad es un buen indicador de los daños, tanto materiales (sobre todo en cultivos) como humanos. Una velocidad superior a 1 m/s significa un riesgo alto. Por ello es aconsejable añadir a la definición de zona de riesgo alto, la condición de que la velocidad sea superior a 1 m/s, sea cual sea el calado esperado.

Asimismo, una combinación crítica de niveles y velocidades da lugar al concepto de peligrosidad de la inundación, para el que cabe distinguir en la práctica, y siguiendo los criterios de la ASCE recogidos en Vallarino (1991), los tres niveles siguientes:

- No peligrosidad, si la altura de inundación es menor de 1 m, y el producto de altura (m) por velocidad (m/s) es menor de 0,7.
- Peligrosidad media, o peligro para las vidas humanas, si la altura de inundación es mayor de 1 m, o el producto de altura (m) por velocidad (m/s) es mayor de 0,7.

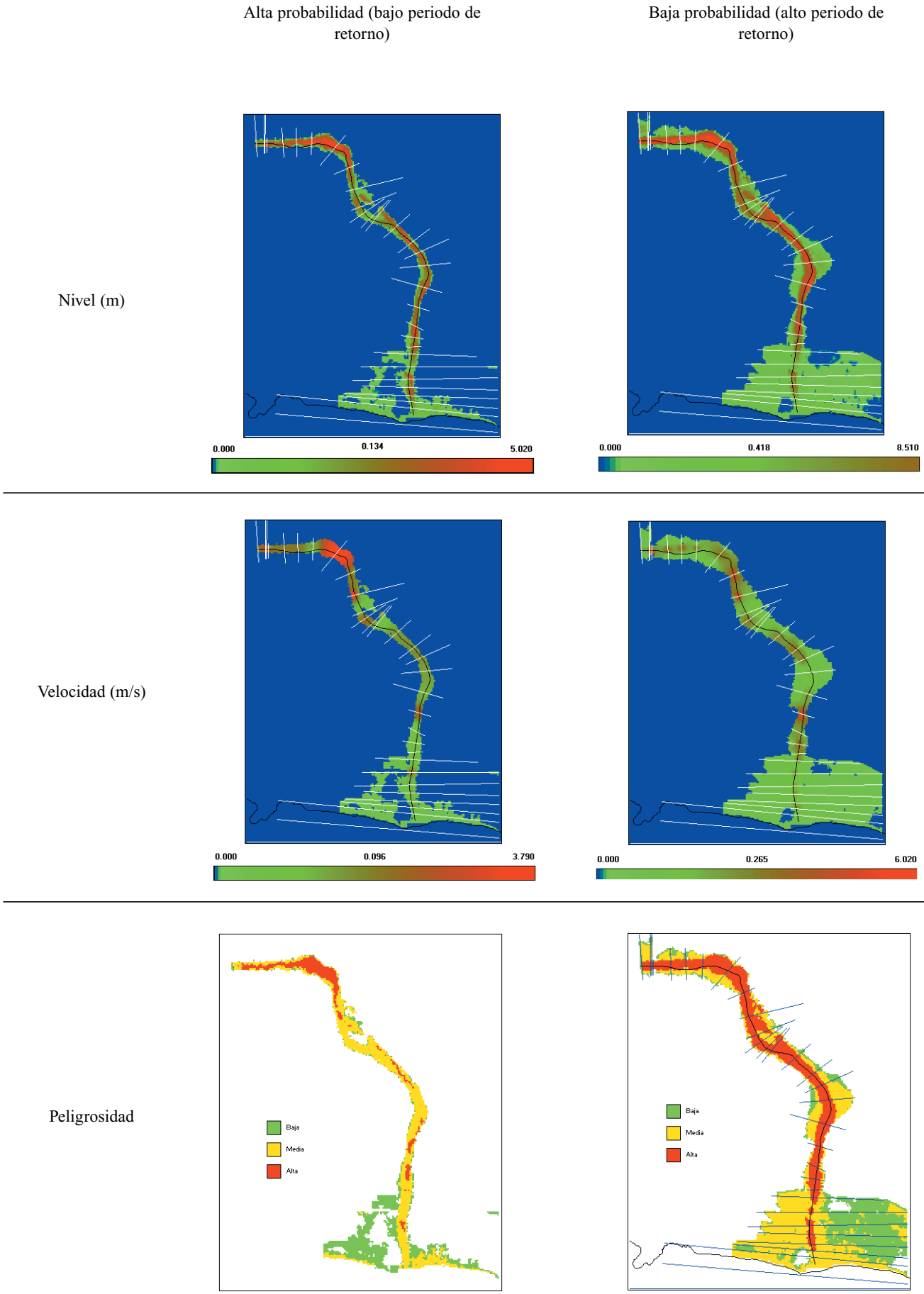


Figura 359. Niveles, velocidades y peligrosidades generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras

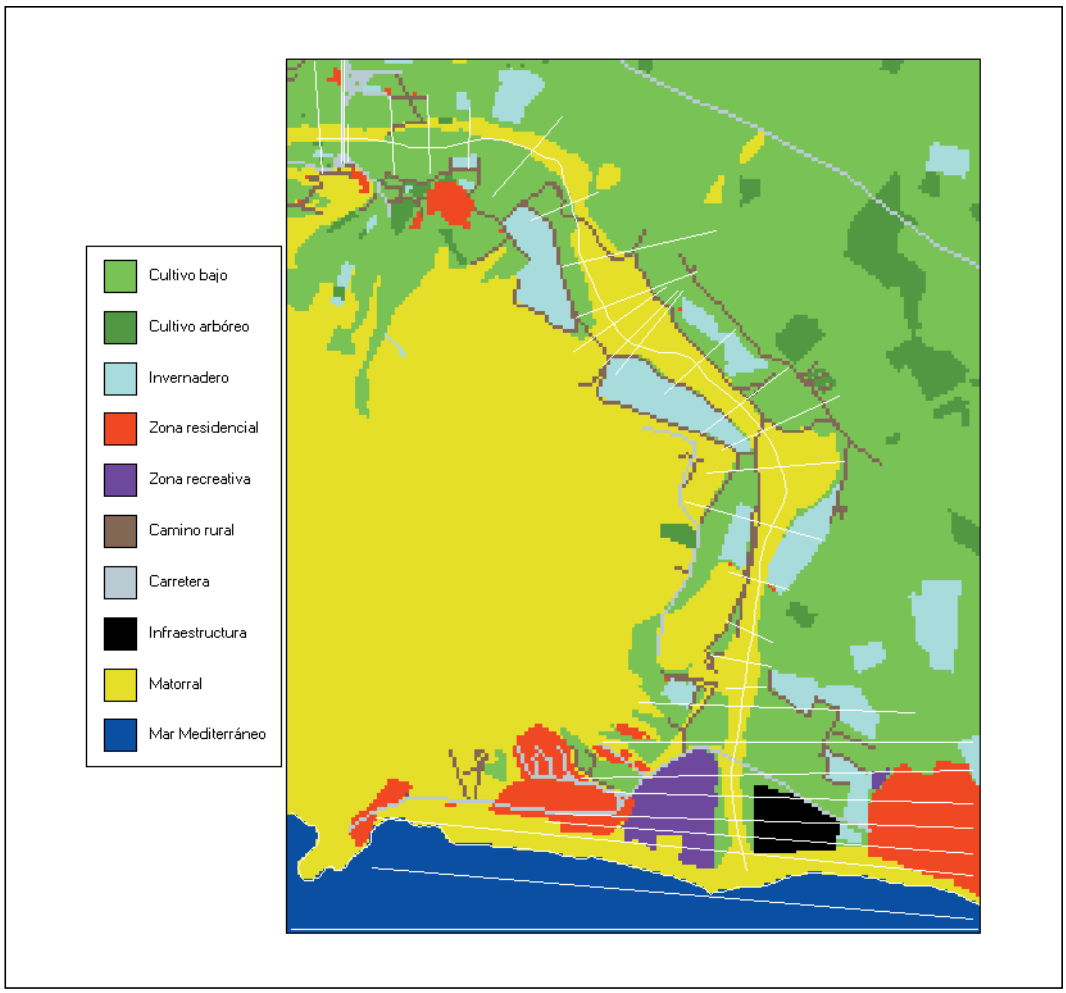


Figura 360. Mapa de usos del suelo en la zona de desembocadura de la rambla de las Moreras

- Peligrosidad alta, o peligro para los edificios y estructuras, si la altura de inundación es mayor de 3,6 m, o el producto de altura (m) por velocidad (m/s) es mayor de 6.

Por otra parte, la duración de la inundación, al menos en España, tiene trascendencia fundamentalmente en los daños agrícolas y en la interrupción de las vías de comunicación, ya que, en general, las inundaciones son de corta duración. Por tanto, y sin perjuicio de la dificultad práctica para su cuantificación formal, no parece imprescindible la inclusión de este factor en los mapas de riesgo.

Por último, el tiempo de respuesta de una cuenca no es una variable representable en los mapas de riesgo, pero, como se ha apuntado, determina fuertemente el riesgo para vidas humanas. Se puede aproximar por el tiempo de concentración de la cuenca: cuanto mayor sea el caudal esperable y menor el tiempo de respuesta, más probables son las víctimas por el efecto sorpresa. Dado que razonablemente se precisan al menos dos o tres horas desde que empieza a registrase una lluvia torrencial hasta que se puede alertar a la población y movilizar los servicios de protección civil, las cuencas con tiempo de respuesta inferior han de basar su protección exclusivamente en medios pasivos. Por el contrario, con tiempos de respuesta superiores a un día el riesgo de víctimas es mucho menor y los daños suelen ser básicamente materiales.

Como ilustración de algunos de los conceptos expuestos, y ejemplo de la cartografía de inundación que puede generarse, la figura 359 muestra algunos resultados de niveles, velocidades y peligrosidades obtenidos en un análisis real de inundabilidad de la rambla de las Moreras, en Mazarrón (Murcia) (CARM-INUA, 1992). La zona mostrada tiene un tamaño de 2,88 x 3,63 km, y fue discretizada con resolución de 15 m para todos los análisis realizados (mapas raster de 243 x 193 celdas).

Una vez disponibles los mapas de riesgo, su comparación con una cartografía donde se refleje la zonificación urbanística aprobada o usos del suelo puede constituir una buena metodología para el análisis territorial de las inundaciones. La elaboración de curvas que relacionen los daños con la altura de inundación para los diferentes tipos de uso de suelo y su combinación con los mapas de riesgo pueden complementar el análisis al proporcionar una idea aproximada de los daños materiales directos. Tras los análisis geomorfológicos,

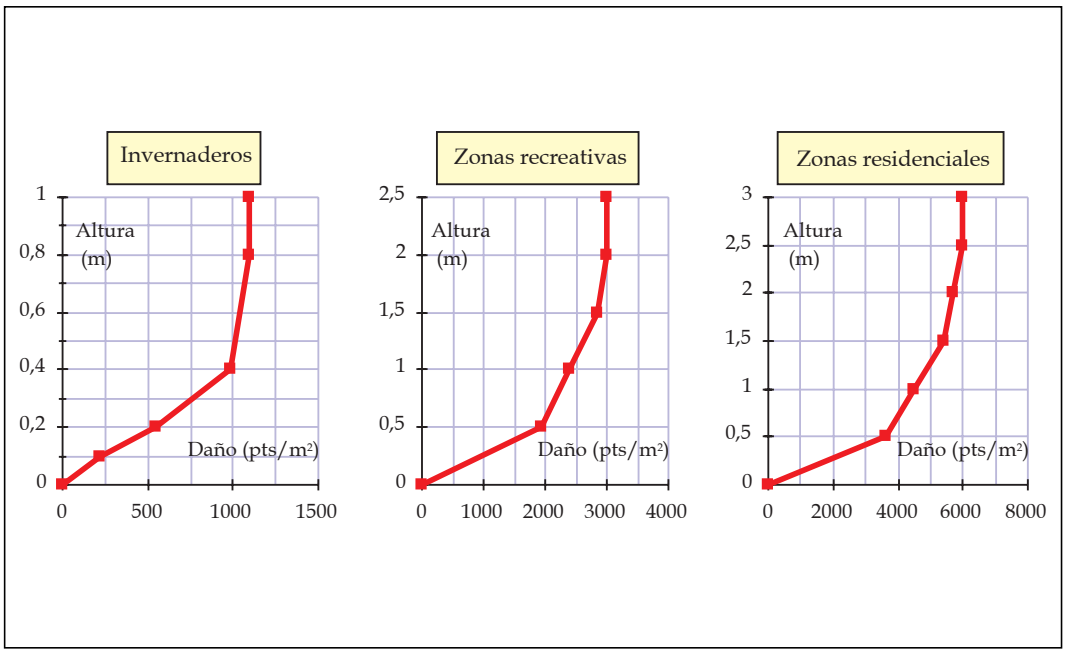


Figura 361. Funciones de daño económico para distintos usos del suelo

hidrológicos e hidráulicos, ésta sería la cuarta fase del proceso, o análisis económico de las inundaciones.

Finalmente, deberá realizarse un inventario clasificado de puntos singulares como equipamientos, especificando su vida útil remanente, y una evaluación sistemática del comportamiento de las obras de desagüe, badenes y tramos inundables, con objeto de la incorporación al mapa de riesgo de los puntos negros que no satisfacen los criterios de la Instrucción de carreteras o presentan algún problema específico.

Las figuras 360, 361 y 362 ilustran estos conceptos mostrando los usos de suelo de la zona, las funciones de daños, y la cartografía de daños económicos asociados a las inundaciones, tal y como se obtuvieron en el análisis de la rambla de las Moreras anteriormente citado.

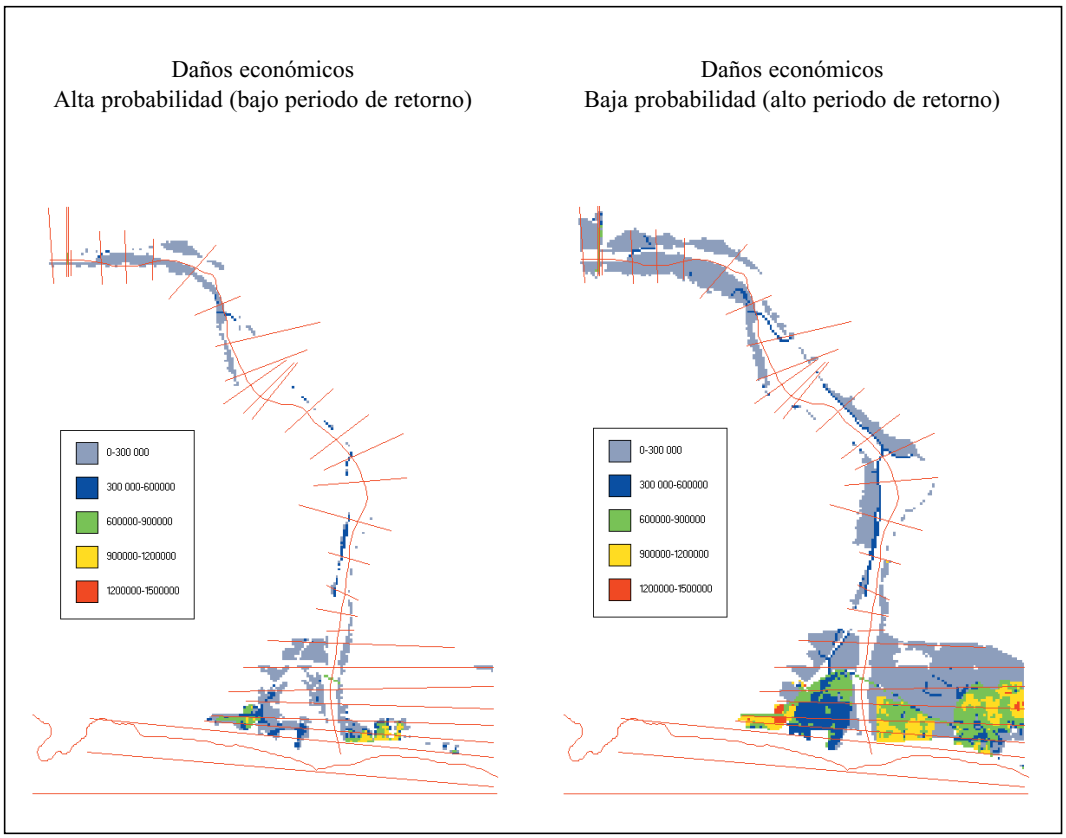


Figura 362. Cartografía de daños económicos generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras

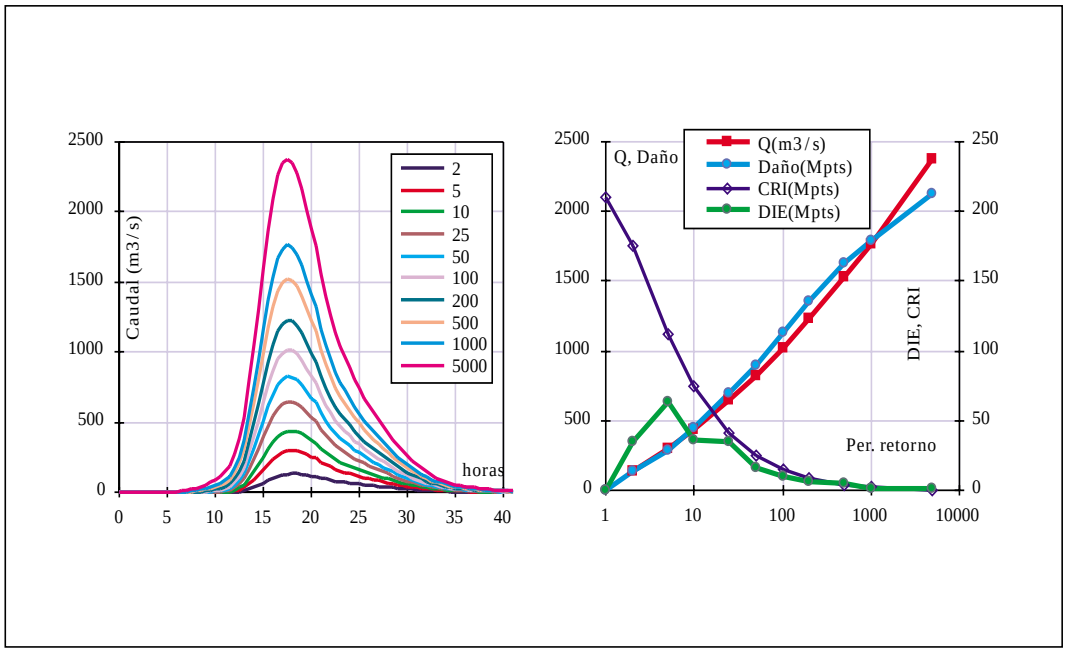


Figura 363. Hidrogramas y funciones económicas de daños generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras

Dadas las condiciones de la zona y la información disponible, el daño económico supuesto para cada uso del suelo se definió como una función exclusiva de la altura alcanzada por la inundación (pts/m^2 en función de la altura para cada uso del suelo). La figura 363 muestra algunas de estas funciones de daño, calibradas para las condiciones locales, en las que puede apreciarse el comportamiento de fuerte crecimiento inicial, y valor final constante, representativo del daño total. Determinados usos sufren daños escasos hasta alturas apreciables, mientras que otros -de muy alto valor económico como los invernaderos- los sufren casi totales para alturas reducidas. El proceso de adaptación y calibración a las condiciones locales resulta determinante para una correcta estimación de estas funciones.

La aplicación de estas funciones a los mapas de altura de inundación y de usos del suelo permite calcular los mapas de daños económicos para cada periodo de retorno, tal y como se muestra en la figura 362 (pts/celda).

El daño económico para cada periodo de retorno será la suma de los daños de todas las celdas que forman cada mapa. La ponderación de estos resultados económicos con la probabilidad de su ocurrencia permite obtener los daños anuales esperados, o daños medios, tal y como se muestra en la figura adjunta, en la que se han representado los hidrogramas para distintos periodos de retorno resultantes del análisis hidrológico, y, en escala logarítmica, los caudales, daños, daños incrementales esperados (DIE), y costes del riesgo de inundación (CRI) para los distintos periodos de retorno considerados (Chow et al. 1988). Como puede verse, en este caso concreto los caudales de diseño y los daños producidos crecen de forma casi lineal con el logaritmo del periodo de retorno.

La integral de los daños incrementales es el daño anual esperado, que es el coste del riesgo de inundación correspondiente a 1 año de periodo de retorno, y que resulta ser de unos 200 Mpts/año. Ello da una idea objetiva de la importancia económica del problema, en el supuesto de reposición inmediata del daño y mantenimiento en el futuro de los actuales usos del suelo de la zona estudiada.

Este daño esperado, junto con los beneficios netos de localización (mejora de rentas netas para posibles nuevas actuaciones en las zonas inundables como consecuencia del plan) e intensificación (mejora de rentas en las actividades existentes en las zonas inundables como consecuencia del plan), y los costes totales de las actuaciones de defensa (implantación, conservación y mantenimiento, incluyendo los costes ambientales, de las alertas, y de la protección civil), permiten evaluar el beneficio neto o eficiencia económica asociada a tal plan de defensas como la suma de beneficio de localización más el beneficio de intensificación, más el beneficio de reducción de la inundación, menos el coste total del plan (USACE, 1996). Expresando esto en forma algebraica:

$$BN = BL + BI + (E[Dsin] - E[Dcon]) - C$$

El beneficio de reducción de la inundación se expresa en términos de valores esperados como la diferencia entre el daño esperado sin plan y el daño esperado con el plan ejecutado, calculados conforme se expuso anteriormente. El plan que maximice el beneficio neto será, en principio, el preferible.

En cuanto a las actuaciones posibles en los planes de defensa, su propia variedad y la diferente escala de los problemas hacen recomendable una organización de tipo sectorial, mediante programas horizontales que agrupen medidas de la misma índole. Estos programas podrían estructurarse de la forma siguiente:

- Reforestación, para la reducción de caudales sólidos.
- Sistemas de previsión y alerta, como el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), actualmente operativo en algunos Organismos de cuenca, y que se considera un instrumento clave para una moderna gestión de las situaciones hidrológicas críticas.
- Actuaciones estructurales, que podrían englobar los subprogramas de presas de laminación, encauzamientos y actuaciones fluviales, y seguridad y vigilancia de presas.
- Medidas urbanísticas, entre las que debería contemplarse la adecuación de la legislación urbanística para considerar el riesgo de inundación en el trámite urbanístico, la elaboración de normas urbanísticas de protección contra inundaciones y la adaptación a la inundabilidad de los planes urbanísticos ya aprobados.
- Actuaciones sobre la red vial, con el doble objetivo de salvar vidas humanas y reducir los daños por interrupción del servicio, e incluyendo la supresión de puntos negros y la señalización y balizamiento de badenes y tramos inundables.
- Programa de seguros, orientado a la protección de bienes agrícolas.
- Plan de adquisición y renaturalización de áreas ribereñas.

Para garantizar la eficacia de las actuaciones en las zonas inundables más importantes es preferible agruparlas sobre cada una de las áreas inundables de primer orden en un plan de actuación coordinado entre las diferentes administraciones implicadas. Un plan de actuación de este tipo debería incluir mapas de riesgo (escala 1:5.000), mapas urbanísticos del planeamiento existente, estudio hidrológico de caudales, modelo matemático del comportamiento hidráulico, programa de medidas estructurales, estudio de impacto y programa de adecuación ambiental de las soluciones, programa de adaptación de las normativas urbanísticas aprobadas, programa de explotación en emergencia de los embalses, en su caso, inventario y programa de actuaciones sobre los equipamientos, programa de actuaciones sobre la red viaria, etc.

La determinación del nivel de protección óptimo es otra de las cuestiones sobre las que cabe adoptar diversos criterios. Por una parte, la adopción de un nivel muy alto implica grandes inversiones y supone la realización de pocas intervenciones al año. Por otra, es inadmisible la presentación frecuente de daños por inundación. El deseable equilibrio puede consistir en proteger los núcleos urbanos actualmente en riesgo con medidas estructurales de defensa frente a crecidas ordinarias y moderadamente graves, de modo que no más de una vez en una generación se sufra la inundación, y confiar a las medidas no estructurales la protección suplementaria frente a las crecidas extraordinarias.

Por otra parte, no deben aplicarse a los encauzamientos los mismos criterios utilizados en el diseño de grandes presas (caudales de periodo de retorno 500 ó 1000 años). Estos retornos tan altos se adoptan, y

TIPO DE ZONA INUNDABLE	Agrícola	Ganadero	Suelo residencial		Suelo industrial		Industria molesta, insalub. o peligrosa	Equipamientos[9]		
			Baja Dens.	Alta Dens.	I.Ligera-Servicios	I.Pesada		A	B	C
Riesgo alto	SI [1]	NO	NO[3]	NO	NO[3]	NO	NO	NO[6]	NO[6]	SI[8]
Riesgo medio	SI	SI[2]	SI[4]	SI[4][6]	SI[4][6]	NO	NO	NO[6]	NO[6]	SI[7]
Riesgo bajo	SI	SI[2]	SI[5]	SI[5]	SI[5]	SI[4][6]	NO	NO[6]	SI[5]	SI

Tabla 110. Posible esquema de los diferentes usos del suelo admisibles para zonas de nuevo planeamiento que deban desarrollarse en áreas inundables

(1) Restricciones en las instalaciones permisibles para uso de la explotación agrícola.
(2) Restricción en el número de cabezas de ganado.
(3) Sólo se admitirá si todo el término municipal es de riesgo alto, el tiempo de respuesta es mayor de 3 horas y está operativo el SAIH, condicionado a la adopción de Ordenanzas Urbanísticas severas en cuanto a la exigencia de medidas de defensa contra inundaciones.
(4) Condicionado a la adopción de las Ordenanzas Urbanísticas indicadas en (3), y siempre que el tiempo de respuesta sea mayor de 3 horas y esté operativo el SAIH.
(5) Condicionado a la adopción de Ordenanzas Urbanísticas menos exigentes que las indicadas en (3).
(6) Sólo se admitirá si no existe en el municipio suelo alternativo más seguro.
(7) Los equipamientos serán solo para el uso exclusivo del suelo que se desarrolla.
(8) El tiempo de respuesta ha de ser mayor de 1 hora.
(9) Las categorías A, B y C corresponden a una gradación de la importancia de los equipamientos desde vitales (A) hasta parques, zonas deportivas, etc (C)

deben ser mantenidos, porque la presa, si resulta sobrepasada, puede introducir un grave riesgo adicional. Pero en un encauzamiento el desbordamiento no agrava la situación antecedente, excepto si la línea de agua va muy por encima del terreno, lo que no es en absoluto recomendable aunque, como se ha indicado, sucede irremediablemente en algunas ocasiones. Un periodo de retorno razonable para el diseño de encauzamientos puede ser 100 años, pudiendo reducirse a 25 o aumentarse a 500 años en función de la naturaleza del área protegida y del impacto territorial causado.

En el caso de las zonas agrícolas, un alto nivel de protección solo estaría justificado en áreas inundables de gran extensión y con cultivos de alto valor, de modo que los daños probables evitados fueran mayores que el coste de las obras más la posible afección al ecosistema fluvial. No parece lógico diseñar protecciones para periodos de retorno superiores a 50 años en estas zonas.

En relación con los criterios de zonificación, en la tabla 110 se muestra un posible esquema teórico de los diferentes usos del suelo admisibles para zonas de nuevo planeamiento que deban desarrollarse en áreas inundables.

Como se puede observar, se propone una gradación de mayor severidad en las restricciones de uso conforme se incrementa el riesgo. El criterio adoptado intenta generar una transición urbanística suave entre las zonas seguras y las que no lo son, evitando cambios bruscos que generan conflictos legales y degradación ambiental.

3.12.4. Las actuaciones consideradas

3.12.4.1. Actuaciones estructurales

En España, al igual que en muchos otros países, se han venido empleando, de forma tradicional, las medidas estructurales, consistentes en la realización de obras de infraestructura que actúan sobre los mecanismos de formación y propagación de las avenidas.

Atendiendo a la función que realizan estas medidas pueden clasificarse en tres categorías:

- Reducción de caudales punta: embalses de laminación, zonas de almacenamiento controladas, cauces de emergencia y derivaciones, conservación de suelos y reforestación.
- Reducción de niveles de inundación para un caudal dado: encauzamientos, reducción de remansos procedentes de aguas abajo, corrección, protección y limpieza de cauces.
- Reducción de la duración de la inundación: obras de drenaje de las vías de comunicación.

Las medidas estructurales representan una proporción muy importante de las inversiones previstas en los distintos Planes de cuenca para defensa contra inundaciones. Las de mayor envergadura se refieren a embalses de laminación y encauzamientos.

Los embalses destinados exclusivamente a la protección contra avenidas no son muy numerosos. Sin embargo, los grandes embalses construidos en la mayoría de los casos para otros usos, han supuesto una importante mejora en zonas históricamente castigadas por las inundaciones al reducir los caudales punta de las avenidas.

Los encauzamientos han sido tradicionalmente utilizados como protección frente a las inundaciones en zonas urbanas. Sin embargo, este tipo de obras ha ido empleándose cada vez más fuera del entorno de las ciudades, dando lugar a soluciones mixtas, utilizadas tanto para canalizar los caudales de avenida como para servir de protección del cauce frente a la erosión. Este tipo de encauzamientos es, en ocasiones, la única solución estructural viable en ramblas y rieras, donde apenas es posible la construcción de embalses de laminación que, aún con grandes alturas y debido a las fuertes pendientes, no proporcionarían grandes volúmenes de retención.

La realización de trasvases como medida de emergencia frente a inundaciones apenas ha sido utilizada y, con alguna excepción, tampoco se refleja en los distintos Planes de cuenca. Si bien ésta suele ser una solución costosa y de complicado diseño hidráulico, en algunos casos puede permitir el transporte del agua a un embalse cercano, haciendo la obra económicamente viable. Es el caso, p.e., del canal-aliviadero de trasvase Argos-Quípar (dos afluentes del Segura); o del canal de desvío del Paretón de Totana, que deriva crecidas del río Guadalentín (afluente del Segura) a la rambla costera de Las Moreras (Muñoz Bravo, 1995); o del muy singular caso de la Mina de Daroca, peculiar obra hidráulica de defensas urbanas que se construye en el periodo 1555-1560, y que mediante un dique de derivación y un túnel de casi 700 m. de longitud, 6 m. de anchura, y 8 m. de altura, desvía las avenidas de la rambla que atraviesa esta población, vertiendo sus aguas en otro cauce próximo, situado más al sur y con desagüe aguas abajo, al Jiloca (Fuertes Marcuello, 1987; González Tascón, 1996; González Tascón, 1998; Almagro Gorbea, 1998).

El establecimiento en España de zonas de inundación controlada es también escaso. En algunos casos es una solución a considerar, principalmente para la resolución de problemas locales aguas arriba de grandes ciudades. La realización de cauces de emergencia es más frecuente, fundamentalmente los que actúan como

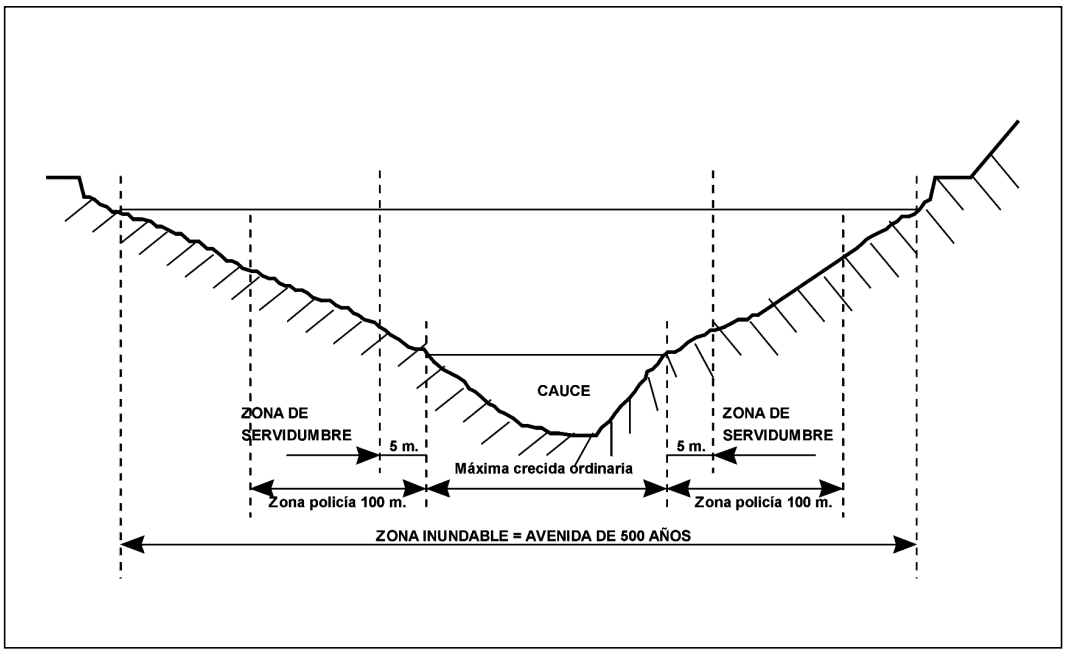


Figura 364. Zonificación del cauce y márgenes inundables según la Ley de Aguas

desvío al mar de caudales de avenida en ciudades próximas a la costa.

Finalmente, son indispensables las obras de drenaje transversal en los cruces de las obras lineales de infraestructuras (carreteras y ferrocarriles), con los cauces de ríos y arroyos. A pesar de que la puesta en práctica de distintas normativas para el diseño y ejecución de estas obras ha reducido, en gran parte, la sobreelevación de niveles y los tiempos de inundación, aún persisten drenajes insuficientemente dimensionados o mal conservados.

3.12.4.2. Actuaciones no estructurales

En los últimos años han comenzado a emplearse las medidas denominadas no estructurales. Éstas, a diferencia de las estructurales, no actúan sobre la avenida en sí, alterando sus características hidrológicas o hidráulicas, sino que modifican la susceptibilidad de la zona inundable frente a los daños por inundación. Esas medidas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

· Modificación de la susceptibilidad al daño de las estructuras existentes: instalación de cierres y uso de materiales resistentes al agua, relocalización o protección de las propiedades de valor dentro de los edificios, localización de edificios y sus contenidos fuera de un área susceptible de daños por inundaciones.

• Control del futuro desarrollo en la zona inundable: zonificación de la llanura de inundación y restricciones a los usos del suelo, seguro frente a inundaciones.

• Mejora de la respuesta frente a las inundaciones mediante mecanismos de previsión: instalación de sistemas de previsión de avenidas y aviso con un plan de evacuación apropiado.

Cabe señalar que este tipo de medidas no evitan los riesgos de inundación, pero pueden conseguir mitigar considerablemente sus efectos. La forma de obtener una protección más eficaz consiste en la elaboración de planes de defensa que, considerando las circunstancias locales, combinen medidas estructurales y no estructurales y que se adapten a las características de la inundación y al lugar donde se produce.

A continuación se comentan las actuaciones no estructurales más significativas.

3.12.4.2.1. Ordenación de zonas inundables

La ordenación de zonas inundables es una medida no estructural insuficientemente desarrollada en España. Una muestra de ello son las incipientes referencias que a esta medida se hacen en los Planes Hidrológicos de cuenca, si bien se admite de forma generalizada su conveniencia, y se programa su desarrollo.

Sin embargo, es preciso incluir sistemáticamente la inundabilidad en los instrumentos de planeamiento urbanístico. Para ello, los Planes Generales de ordenación urbana deberían incluir la delimitación del dominio público hidráulico en las zonas urbanas y, donde existan mapas de riesgo, la delimitación de los tipos de riesgo considerados. En las zonas inundables con planeamiento aprobado debería procederse a su evaluación y, en su caso, modificación.

Se deberían desarrollar normativas técnicas para su aplicación en todo el territorio nacional, pues existe un

importante vacío legal a este respecto. Estas normas deberían extenderse a ordenanzas contra inundaciones, modificación de la reglamentación de industria molesta, insalubre y peligrosa, prohibiendo su ubicación en zonas inundables, modificación de la reglamentación de instalaciones eléctricas, prohibiendo la ubicación de instalaciones por encima de una cierta potencia en zonas inundables, obligatoriedad de la supresión de puntos negros en carreteras si se proyecta cualquier tipo de renovación, adaptación de la reglamentación de locales públicos para considerar la inundabilidad, adaptación de la reglamentación sanitaria, incluyendo la prohibición de vertederos o cementerios en zonas inundables, etc.

Por otra parte, la Ley de Aguas y el RDPH establecen unos criterios generales de zonificación de cauce y márgenes, marcando zonas de servidumbre y de policía como se indica en la figura 364, y que pueden ser modificados en determinadas circunstancias. El ancho de la zona de policía se fija con carácter general en 100 m y, en muchos casos, esas franjas dejan fuera porcentajes sustanciales de las áreas que deberían tener limitado el uso del suelo.

Los criterios de zonificación siguientes pueden servir de marco de referencia para modificar la zona de policía cuando se considere necesario. Una orientación tentativa podría ser (Estrela y Témez, 1993):

- En la llanura de inundación se pueden diferenciar la zona inundable (dentro de la cual se incluye una zona con la condición de inundación peligrosa) y la vía de flujo o de intenso desagüe.
- De acuerdo con el RDPH, los límites de la zona inundable corresponden a la avenida de periodo de retorno de 500 años. Dentro de estos límites se puede distinguir la zona de inundación peligrosa, donde pueden producirse daños importantes (materiales y humanos) con la avenida de retorno 500 años. Para definir esos daños se deben utilizar criterios basados en el calado y velocidad.
- La vía de intenso desagüe se define de forma que pase por ella la avenida de 100 años sin producir una sobreelevación 0,3 m mayor que la que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. Esa sobreelevación podría reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación produjese graves perjuicios y además fuesen factibles, técnica y económicamente, otros emplazamientos para nuevas construcciones fuera de esa zona, o elevarse hasta 0,5 m en caso contrario.
- En el caso de existir diques de protección en la llanura, éstos deberían considerarse límites de la vía de intenso desagüe siempre que los incrementos de nivel para evacuar la avenida de 100 años no sean superiores en más de un 50% a los tolerables para establecer los límites de aquélla sin presencia de diques.
- Cuando el análisis de circulación del flujo muestre más de un cauce preferencial se debe establecer una vía de intenso desagüe múltiple compuesta por varias franjas, una de las cuales correspondería al cauce principal y las restantes a los distintos pasos o vías preferentes de las aguas desbordadas.

La zona de policía está relacionada con el concepto de vía de intenso desagüe pues, según la Ley de Aguas, la regulación de actividades y usos del suelo en ella va encaminada a proteger el régimen de corrientes además del dominio público hidráulico. Es razonable, por tanto, extender la zona de policía de forma que se identifique con la vía de intenso desagüe, zona en la cual se produce la concentración del flujo y consecuentemente el mayor riesgo, tanto de daños propios como a terceros. En aquellos casos en que el criterio general de 100 m a cada lado del cauce diese lugar a una zona más amplia que la vía de intenso desagüe no se modificaría la zona de policía.

3.12.4.2.2. Sistemas de alerta

Como se apuntó al hablar de las redes de datos hidrológicos, los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIH) deben desempeñar un importante papel como elemento de previsión e información hidrológica en situaciones de emergencia por inundaciones.

En esas situaciones los SAIH deben suministrar información sobre precipitaciones y niveles registrados en puntos de control y embalses. Esta información debe permitir estimar la evolución previsible de niveles y caudales en función de los pronósticos meteorológicos y determinar, en su caso, las posibles zonas de inundación.

La información es captada por sensores y teletransmitida a los Centros de Proceso de cuenca de los distintos SAIH. Las previsiones de evolución del episodio requieren la utilización de modelos matemáticos que permitan realizar predicciones de caudales y niveles en cauces y embalses con el mayor grado de anticipación posible, de tal forma que los servicios de protección civil pueden actuar con tiempo suficiente. Este sistema de modelación debe ser lo más preciso posible en sus predicciones para evitar tanto situaciones de alarma no justificadas como la ocurrencia de inundaciones de magnitud superior a la pronosticada. La determinación de las posibles zonas de inundación precisa la utilización de modelos hidráulicos que, a partir de los caudales, la topografía y las caracterís-

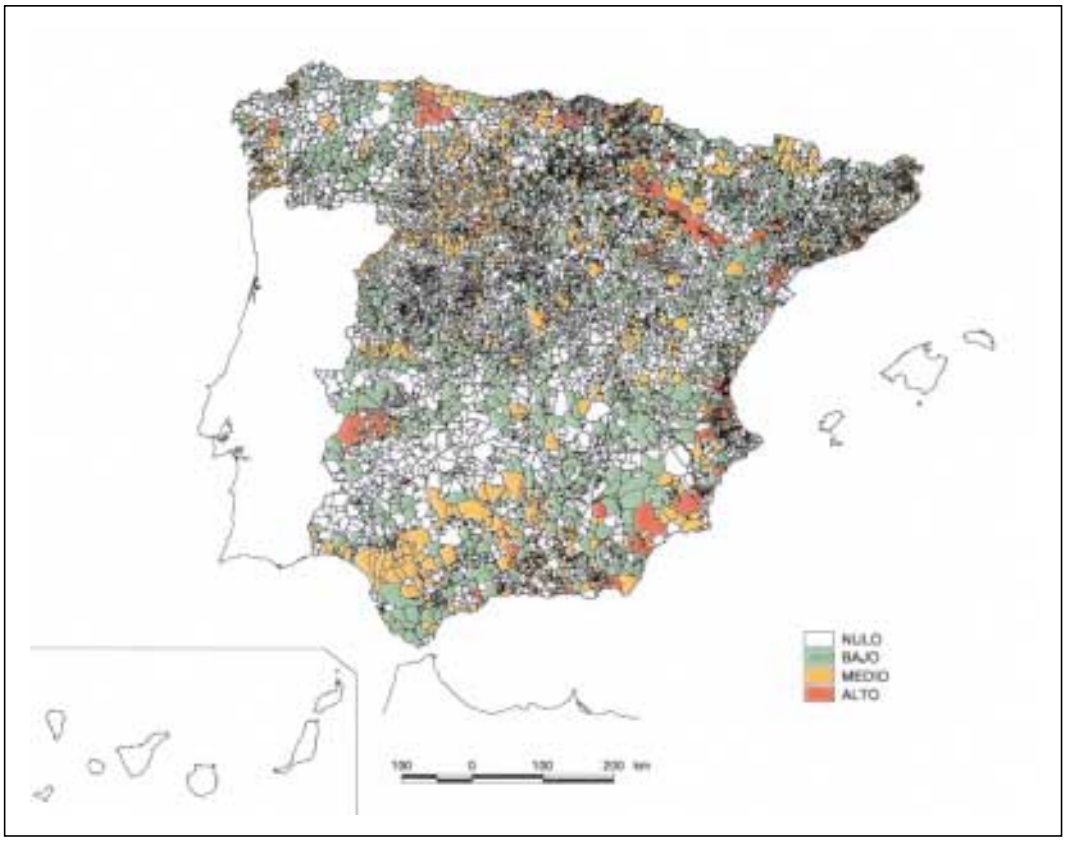


Figura 365. Mapa de niveles de riesgo de inundación por municipios

ticas de las llanuras de inundación, estimen la extensión y calados de la zona inundada.

En algunos de los SAIH en funcionamiento se están utilizando actualmente modelos que analizan los datos pluviométricos registrados durante una tormenta y realizan predicciones de hidrogramas de crecida en embalses y en estaciones de aforo.

En definitiva, se considera que ésta es una tecnología básica para la moderna gestión de las situaciones de crecida, como ya ha habido ocasión de comprobar -en distintas cuencas y en fechas recientes-, con excelentes resultados (v., p.e., Cabezas y Yagüe, 1998).

3.12.4.2.3. Seguros

Los seguros constituyen un instrumento idóneo de protección cuando el coste de la defensa supera el valor del área protegida, y deberían ser la base de la protección en zonas no urbanas, en particular frente a los daños en agricultura y ganadería.

El seguro de inundaciones podría incluirse dentro del sistema de seguros agrarios y debería cubrir varios tipos de daños: cosecha pendiente, daño al arbolado, pérdida de terreno de cultivo por erosión de márgenes etc. Este seguro ha de combinarse con una política de adquisición y renaturalización de tierras ribereñas que armonice los deseos sociales de conservación del medio ambiente con los legítimos derechos e intereses de los propietarios de estas tierras.

El desarrollo de un programa de seguros para zonas urbanas es mucho más complejo y de resultados más dudosos y cuestionables. Incluso en los países en los que el seguro alcanza su desarrollo máximo, el número de viviendas aseguradas es apenas del 30%. Esto hace que sea socialmente imposible denegar la ayuda de emergencia a quienes no han asegurado sus bienes y, de resultas de ello, quienes sí los aseguraron se sienten comparativamente agraviados.

En España, el papel de asegurador de riesgos producidos por las inundaciones ha sido históricamente asumido por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS, 1998). Creado a consecuencia de los daños producidos en la Guerra Civil, el Consorcio indemniza los siniestros producidos por acontecimientos extraordinarios, entre los que se encuentran las inundaciones, siempre que el riesgo extraordinario no esté específica o explícitamente amparado por otra póliza de seguro o que, estando amparado por póliza de seguro, las obligaciones de la compañía no puedan ser cumplidas (quiebra, suspensión de pagos, etc.).

En este ámbito de los seguros por inundación se entiende la que procede de aguas de escorrentía, desbordamiento del mar, ríos o lagos y embates del mar en la superficie terrestre. Esto hace que no se incluyan, entre otros, los riesgos derivados de rotura de pre-

sas u otras estructuras hidráulicas, salvo que la rotura haya sido provocada por la inundación.

El sistema español, por otra parte, define los riesgos en función del potencial de pérdidas que son susceptibles de generar, pero sin requerir que afecten a un gran número de asegurados o a una extensión territorial amplia. En consecuencia, no precisan disponer de la declaración oficial de zona catastrófica (CCS, 1999).

Hasta la promulgación de la Ley 21/1990 de 19 de diciembre sobre libertad de servicios en seguros distintos al de vida y de actualización de la legislación de seguros privados, la cobertura de riesgos extraordinarios era competencia exclusiva del Consorcio de Compensación de Seguros. A partir de ese momento se reconoció al tomador del seguro la facultad de contratar dicha cobertura con entidades aseguradoras que reunieran las condiciones exigidas por la legislación vigente. Se comenzó así, por el sector privado, una labor de análisis de los riesgos producidos por las inundaciones con objeto de evaluar las tarifas de las primas.

La fuente principal de información técnica sobre inundaciones utilizada por las compañías aseguradoras han sido los borradores de Planes Hidrológicos de cuenca, que normalmente se refieren a tramos de río con riesgos potenciales de inundación. Sin embargo, algunas aseguradoras utilizan como división administrativa el límite municipal y adoptan el criterio de que si un término municipal está afectado por un tramo de río con un determinado riesgo identificado en los Planes Hidrológicos, todo el término municipal queda afectado con el mismo nivel de riesgo.

El mapa de la figura 365 muestra los niveles de riesgo de inundación por municipio adoptados por la aseguradora Mapfre conforme a esta idea. La elaboración de mapas de riesgo en el sentido apuntado en este Informe puede contribuir a mejorar sustancialmente este criterio.

3.12.4.2.4. Regulación jurídica

Considerándola en el conjunto de medidas no estructurales, una adecuada regulación jurídica que aborde el problema de forma integrada, y clarifique las distintas responsabilidades concurrentes en la materia, puede contribuir de forma apreciable a minorar el impacto adverso de las inundaciones.

En general, el ordenamiento existente sobre la materia se caracteriza por la concurrencia de muy diversas competencias, y la falta de un deslinde competencial preciso entre las Administraciones estatal, autonómica y local.

Junto a esta cierta indefinición competencial, se da una gran proliferación normativa tendente, sobre todo, a regular las ayudas para paliar los daños de inundación. Como muestra de esta proliferación, en Bustamante y González (1997) se muestran más de 6 disposiciones cada año (Órdenes, Decretos, Leyes, resoluciones, etc.), durante los últimos 25 años, relacionadas con los daños de las crecidas.

Un problema básico es la de la identificación de zonas de riesgo y cartografía de zonas inundables, para el que el establecimiento de mecanismos de descentralización y cooperación técnica -separando los análisis hidrológicos, hidráulicos y económicos-, y de vinculación de tal cartografía detallada al planeamiento urbanístico, podrían coadyuvar a superar las deficiencias actuales.

3.12.5. La planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones

El Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994 aprobó la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, que establece los requisitos mínimos sobre fundamentos, estructuras, organización y criterios operativos y de respuesta que debían cumplir los distintos planes especiales que se redactaran sobre emergencias por inundaciones.

Según su ámbito de actuación, la Directriz contemplaba tres tipos de planes - estatal, autonómico y local - a los que se sumaría un cuarto referido a los denominados planes de emergencia de presas.

Orientada a la toma de decisiones ante situaciones de emergencia en crecida, esta Directriz propone una clasificación de las áreas inundables en tres zonas: zona de inundación frecuente, que incluiría las zonas inundables para avenidas de periodo de retorno de cincuenta años, zona de inundación ocasional para avenidas de periodo de retorno entre cincuenta y cien años, y zona de inundación excepcional si la inundación se produce con periodos de retorno entre cien y quinientos años.

La Directriz también establece que un elemento básico para la planificación de la protección civil ante el riesgo de inundaciones debe ser el análisis de riesgos, proponiendo una clasificación paralela a la anterior, incluyendo el concepto de daños producidos.

Por otra parte, para una situación de crecida en la Directriz se distinguen tres fases que son denominadas de pre-emergencia, emergencia y normalización.

La situación de pre-emergencia se iniciaría, en general, a partir de predicciones meteorológicas de precipitaciones intensas, prolongándose hasta que se concluyera que la situación de inundación es inminente.

Comenzaría, a partir de ese momento, la fase de emergencia, en la que se distinguen cuatro situaciones distintas: Situación 0, que supone el final de la fase de pre-emergencia, Situación 1, que corresponde a inun-

daciones localizadas en zonas reducidas y que pueden afrontarse con los medios disponibles localmente, dando lugar a la puesta en práctica de planes de emergencia municipales. La Situación 2, en la que los medios locales no son suficientes por sí solos o bien la inundación afecta a varios municipios, lo que daría lugar a la puesta en práctica de los planes de emergencia autonómicos. Finalmente, en emergencias que afectan al interés nacional se pasaría a la Situación 3, que originaría la puesta en práctica del Plan Estatal.

La fase de normalización comenzaría al haberse puesto en práctica todas aquellas medidas destinadas a la protección de personas y bienes y se hubieran restablecido los servicios básicos en la zona afectada. En esta fase se realizarían las primeras tareas de rehabilitación, como limpieza de viviendas y zonas urbanas, reparación de los daños más relevantes, etc.

El Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones tiene como funciones básicas establecer la coordinación necesaria con los planes de emergencia autonómicos ante una inundación que afecte al interés nacional, elaborar sistemas y procedimientos de información sobre previsiones meteorológicas y datos hidrológicos de interés sobre previsión de avenidas, y prever mecanismos de aportación de medios y recursos para aquellos casos en que los previstos en otros planes se consideren insuficientes.

Cuando la inundación esté causada por el fallo de una presa, la Directriz prevé la entrada en vigor del denominado Plan de Emergencias en Presas, que, en principio, debe ser puesto en práctica por la organización propietaria de la concesión. Este plan establece, para cada presa, la necesidad de determinar las causas que podrían ocasionar un grave fallo o, incluso, su rotura, establecer la zona susceptible de ser inundada, así como la evolución temporal de la inundación, y crear medios que permitan la comunicación de cualquier incidente a las autoridades responsables.

Por otra parte, la Directriz establece la obligatoriedad, para la aprobación de proyectos de construcción de presas, de su clasificación en tres categorías en función del riesgo potencial que pudiera derivarse de su posible rotura o funcionamiento incorrecto. Esta misma clasificación es recogida por el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.

3.13. EL CONTEXTO INTERNACIONAL

3.13.1. Introducción

En este epígrafe se señala la situación actual y los principales referentes que el contexto internacional introduce en la gestión de los recursos hídricos españoles. En concreto, y en primer lugar, han de contemplarse los compromisos asumidos y las directrices que se han formulado por parte de diversos Organismos internacionales en materia de aguas, y en segundo lugar han de contemplarse los condicionantes externos tanto de la demanda como de la oferta de agua que se derivan como consecuencia de la Política Agraria Común, los Acuerdos del GATT y los Acuerdos de Maastricht.

El interés de la primera de las cuestiones planteadas es obvio y su mención es obligada. En especial, la Unión Europea, de la que España es miembro, tiene ciertas competencias compartidas con los Estados sobre el tratamiento a dar a los recursos hídricos, lo que supone que se deben establecer relaciones en una doble dirección entre las instancias comunitarias y nacionales:

- España ha de cumplir las Directivas comunitarias relacionadas directa o indirectamente con los recursos hídricos; por tanto, la futura política hidráulica, como de hecho ya está sucediendo, deberá utilizar como referencia estas disposiciones.
- Es necesario, además, explicar y defender los puntos de vista específicamente españoles, en la definición y aplicación de la política comunitaria. Se trata de que la Unión Europea tome en consideración las especiales y distintas condiciones geográficas, climáticas, hidrográficas, etc. de los países del Sur de Europa, como España, otorgando la debida importancia, dentro de la política comunitaria, a problemas como las sequías, las inundaciones por lluvias torrenciales, la desertización, la intrusión marina, etc.

En cuanto a las siguientes cuestiones, el agua ha constituido desde siempre un elemento fundamental en la agricultura de los países mediterráneos, entre ellos España, toda vez que su potencial agrícola depende fuertemente de la actividad del regadío donde, como es bien sabido, el agua constituye el factor esencial del proceso productivo. Este hecho explica que, como ya se ha reiterado, la política hidráulica haya estado permanentemente influida por los objetivos marcados en la política agraria y, puesto que previsiblemente lo seguirá estando en el futuro, es de crucial importancia conocer el marco exterior en el que se va a desenvolver el sector. En los epígrafes correspondientes a demandas agrarias se trata con detalle este problema sectorial, por lo que nos limitamos aquí a llamar la atención sobre el mismo, reiterando su fundamental importancia.

Igualmente, las cuestiones relacionadas con la convergencia europea tienen implicaciones importantes en la política de aguas española, por lo que nos remitimos a sus correspondientes epígrafes, limitándonos aquí de nuevo a subrayar su relevancia.

Seguidamente se dará repaso a los principales convenios y conferencias internacionales sobre la política del agua, para centrar seguidamente la atención en la política específica de la Unión Europea - que nos atañe de forma singular - y concluir con una breve referencia a las relaciones bilaterales. El caso de Portugal merece destacarse de forma especial, y ha sido tratado en epígrafe aparte.

3.13.2. El caracter supranacional de la política de aguas

3.13.2.1. Los convenios y conferencias internacionales

La cooperación internacional en temas de agua es un aspecto que para España comienza hacia mediados de este siglo, bajo el impulso auspiciado por los Organismos especializados de las Naciones Unidas (FAO, UNESCO, OMM). Una muestra de ello fue, por ejemplo, la realización de un conocido programa cooperativo mundial de hidrología bajo la denominación de Decenio Hidrológico Internacional (1965-1974).

Un hito importante en el reconocimiento internacional de que una adecuada administración de los recursos hídricos constituye un factor clave en los esfuerzos por mejorar las condiciones económicas y sociales de la humanidad fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, celebrada en 1977 en Mar del Plata (ONU, 1977). En ella se aprobaron unas recomendaciones que se refieren básicamente a evaluación de los recursos hídricos; eficiencia en la utilización del agua; medio ambiente, salud y lucha contra la contaminación; políticas, planificación y ordenación; riesgos naturales; información pública; cooperación regional y cooperación internacional.

En el tema de políticas, planificación y ordenación se prestó especial atención a la necesidad de la planificación integral de las aguas, en el marco de la preocupación por asegurar la eficiencia en la utilización de los recursos. Asimismo se recomendaba que la planificación hidrológica se coordinara con la ordenación del territorio.

Otra referencia destacable es la Década Internacional del Abastecimiento de Agua y Saneamiento, auspiciada por la ONU durante el periodo 1980-1990.

La Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, celebrada en Dublín en 1992, representó la toma de posiciones concretas sobre el agua que posteriormente se desarrollarían en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo que tuvo lugar en Río de Janeiro ese mismo año. En esta Conferencia se aprobó la llamada Declaración de Río, documento compuesto por 27 principios que se establecen, por primera vez, las bases para alcanzar el desarrollo sostenible. Los principios se refieren a los recursos en general y, por lo tanto, tienen una aplicación en la planificación de los recursos hídricos en la medida que son criterios generales que todos los Estados firmantes se han comprometido a respetar. En la Conferencia se aprobó, además, un Programa de Acción, denominado Programa 21, en el que cabe destacar un capítulo completo dedicado a la protección de la calidad y suministro de los recursos de agua dulce, dividido en 7 áreas de programas, lo que demuestra la importancia que los organismos internacionales conceden a la protección del agua como condición necesaria para fomentar el desarrollo sin destruir el medio natural.

Posteriormente se llevó a cabo la Reunión Interna-cional sobre Agua y Salud Pública, celebrada en Noordwijk en 1994, en la que se pusieron en marcha diversos programas de acción derivados de la Conferencia de Río de Janeiro.

En 1997, la Sesión Especial de la Asamblea General de la ONU, que trató las cuestiones relativas al desarrollo sostenible, realizó un llamamiento para una acción urgente en el campo del agua, fruto del cual, y tras un largo proceso de preparación, tuvo lugar la VI Reunión de la Comisión Especial de Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, celebrada en Nueva York en abril de 1998, en la que se establecieron las bases para la política del agua del siglo XXI. Además, UNESCO ha promovido asimismo distintas Conferencias Internacionales sobre los problemas del agua.

Por otra parte, el Convenio de Spoo, dedicado a la evaluación del impacto sobre el medio ambiente en un contexto transfronterizo, y el de Helsinki, dedicado a la protección y uso de aguas transfronterizas y cursos internacionales, ambos impulsados por la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas, contemplan las situaciones de cursos compartidos.

En el ámbito europeo destaca como documento de principios la Carta del Agua del Consejo de Europa de 1968. En ella se establecen los principios que deben guiar la acción colectiva en el plano europeo para afrontar los problemas de agua. Estos se refieren a la condición del agua como bien imprescindible para la vida, a su carácter de recurso limitado, a la importancia de la calidad del agua, etc. Merecen destacarse dos principios: primero, que el agua es patrimonio común, que debe utilizarse con cuidado y sin desperdiciarse y segundo, que las autoridades deben establecer un plan para la adecuada administración del agua.

El Consejo de Europa también ha promovido la firma de diversos Convenios que indirectamente se relacionan con la política de aguas, como el de Berna de 1979 relativo a la conservación de la vida silvestre y el medio natural en Europa, o el de Madrid de 1980 sobre cooperación transfronteriza entre Comunidades o autoridades territoriales.

Existen, además, multitud de acuerdos y tratados sobre distintas materias específicas, algunos de los cuales se comentan en otros apartados de este Libro, y que conforman en su globalidad un muy extenso conjunto, promovido desde muy diversas instancias, con el común denominador de percibir los problemas hídricos -de igual modo que, en general, los problemas de los recursos ambientales- como problemas transnacionales, que requieren de la coordinación y cooperación entre distintas administraciones territoriales, más allá de las fronteras políticas.

3.13.2.2. La política de aguas de la Unión Europea

3.13.2.2.1. Antecedentes de la política de aguas en la Comunidad Europea

A mediados de los años 70, se produjo en el seno de la Comunidad Europea una primera oleada legislativa de la que nacieron cinco Directivas de aguas en las que se reflejaban los objetivos de calidad en función de los usos finales a los que se destinaba. Tal es el caso de la calidad de aguas de baño, aguas prepotables, desarrollo de vida piscícola, cría de moluscos y consumo humano. Más tarde, se aprobaron también dos Directivas en las que, por primera vez, se habla del control de las emisiones contaminantes al medio hídrico; esto es, la referente a la contaminación causada por las sustancias tóxicas y peligrosas de la Lista I y II en las que se establecen los objetivos de emisión de 18 sustancias específicas pertenecientes a la Lista I y la que trata sobre la protección de aguas subterráneas.

Desde los años setenta y principios de los ochenta la Comisión no promulgó nuevas normativas sobre aguas continentales, lo que supuso una reactivación de la preocupación de la Comunidad por la política del agua, encaminada especialmente a la revisión y actualización de la normativa existente. En 1988 el seminario ministerial de Franckfort sobre aguas realizó una revisión de esta legislación existente, detectando la necesidad de realizar una serie de mejoras sobre la misma, así como la existencia de lagunas que deberían ser atendidas.

Como consecuencia de ello, a principios de los noventa surgió una segunda oleada legislativa, con otras Directivas como la referente al tratamiento de las aguas residuales urbanas, norma en la que se inspira el actual Plan Nacional de Saneamiento y Depuración que se está desarrollando en España, y la Directiva referente a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos, aplicable a las aguas superficiales y subterráneas.

En este contexto previo, la nueva Directiva Marco, a la que nos referiremos más adelante, tiene, por un lado, un carácter integrador, pues engloba bajo una sola entidad jurídica toda la normativa de agua que se encontraba dispersa y, por otro, un marcado espíritu innovador, pues propone la derogación de directivas obsoletas y su sustitución por otras. La aprobación política de la actual propuesta de la Directiva Marco de Aguas el 17 de Junio de 1998, en el Consejo de Ministros de Medio Ambiente, y con el consenso de todos los Estados Miembros, supuso sin duda un hito en la política de aguas de la Comunidad Europea.

3.13.2.2.2. La situación actual tras el Tratado de la Unión

La actual acción comunitaria en materia de política de aguas se basa en lo dispuesto en el artículo 130 del Tratado de la Unión Europea de 1992. Este artículo forma parte del capítulo dedicado a Medio Ambiente, y en él se autoriza a que el Consejo adopte medidas que contribuyan a los siguientes objetivos:

- La conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente.
- La protección de la salud de las personas.
- La utilización prudente y racional de los recursos naturales.
- El fomento a escala internacional de medidas destinadas a hacer frente a los problemas regionales o planetarios del medio ambiente.

Para la consecución de estos objetivos el Consejo puede adoptar decisiones en materia de calidad del agua por medio de mayoría cualificada (art. 130.S.1), mientras que en materia de gestión de recursos hídricos las decisiones deben adoptarse por unanimidad (art. 130.S.2).

La acción comunitaria en materia de aguas se ha caracterizado tradicionalmente por un enfoque dirigido casi exclusivamente hacia la protección de la calidad de las aguas, en un principio con el objetivo de asegurar la salud de las personas y, más tarde, integrado en unos objetivos medioambientales entendidos en un sentido más amplio.

Las cuestiones relativas a los problemas cuantitativos del recurso (disponibilidades, déficit, sequías, inundaciones, etc.) o peculiaridades como la preponderancia del uso agrícola o el carácter intermitente de algunos regímenes fluviales, han tenido escasísima o nula atención, lo que se explica fácilmente considerando las características hidrológicas de los países del centro y norte de Europa, descritas en otros epígrafes de este Libro, y que, como se vio, son sustancialmente distintas a las españolas.

Ello puede dar lugar a indeseables desajustes entre las propuestas norte y centroeuropeas sobre políticas del agua, y los problemas, necesidades y prioridades de nuestro país, desajustes que será necesario superar exponiendo nuestras especificidades hídricas en el contexto de la Unión.

Además, las medidas que se han venido adoptando en Europa tienen un cierto carácter disperso y fragmentario, debido a que se dirigían a la resolución de problemas concretos.

En los epígrafes dedicados a la calidad de las aguas se describen con detalle estas cuestiones, pudiendo destacarse aquí, de las Directivas en vigor, la relativa al tratamiento de las aguas residuales de 1991, cuyo objetivo es reducir la contaminación de las aguas superficiales causada por nutrientes procedentes de las aguas residuales urbanas. Esta Directiva es singular por la gran importancia de las inversiones que el cumplimiento de sus condiciones y calendarios obliga a realizar a las Administraciones competentes en cada Estado miembro.

Tras la aprobación del Tratado de la Unión Europea, la Comisión pretende potenciar la política de aguas de la Unión para lo que ha elaborado en 1996 una Comunicación denominada La política de aguas de la Comunidad Europea. Esta Comunicación, antecedente de la conocida como Directiva Marco, en fase actual de discusión, puede tener una gran importancia en el futuro próximo. Dada la importancia de esta Directiva, se comentará con mayor detalle en un próximo epígrafe específico.

Los principios de la política de aguas de la Unión Europea, enmarcados en el principio general de la sostenibilidad, son los siguientes.

- Elevado nivel de protección del agua respecto de la salud humana.
- Cautela o prudencia en las decisiones cuando el conocimiento científico sea insuficiente.
- Preferencia a la acción preventiva.
- Corrección del daño en la fuente.
- Imputación de los costes de las medidas de prevención a los potenciales responsables de la contaminación.
- Fomento de las políticas de integración. Este principio afecta sobre todo a los responsables de las políticas nacionales y locales, principales gestores de las diferentes políticas relacionadas con el agua.
- Óptima utilización de los datos científicos y técnicos disponibles.
- Respeto a la diversidad de las condiciones ambientales en las regiones de la Comunidad.
- Utilización de los métodos de evaluación costes/beneficios para la toma de decisiones.
- Vinculación al objetivo más amplio de conseguir un desarrollo equilibrado y sostenible.
- Cooperación internacional.

A ellos podría añadirse el principio general de subsidiaridad, lo que significa no sólo que la Comunidad actuará únicamente dentro de los límites de competencia que le atribuye el Tratado, sino que deberá justificar convenientemente su intervención, cuando efectivamente considere que ésta es necesaria.

La Comunicación ha recibido críticas por parte del Parlamento Europeo que, en una Resolución aprobada en octubre del 96, achaca al documento la falta de una estrategia global coherente e insiste en que se definan en una Directiva Marco los objetivos y las actuaciones prioritarias de una política de aguas de la Unión en base a una relación sistemática y bien delimitada entre normas de emisión y objetivos de calidad. Asimismo, se pide que en la estrategia global se tenga especialmente en cuenta los problemas ligados a la escasez y al exceso de agua que ya existe en algunos Estados miembros.

Una descripción del estado y perspectivas del derecho comunitario europeo sobre el agua puede verse en Fanlo Loras (1998).

3.13.2.3. La Directiva sobre prevención y control integrados de la contaminación

Una interesante directiva ambiental, aún no transpuesta al derecho español, es la de prevención y control integrados de la contaminación, que seguidamente se describe de forma sucinta.

3.13.2.3.1. Objetivos y ámbito de aplicación

La Directiva tiene por objeto la prevención y reducción de la contaminación producida por distintas acti-

vidades industriales que se relacionan en su Anexo I, evitando o cuando no sea posible, reduciendo las emisiones de las citadas actividades al medio atmosférico, al agua y al suelo. Esta Directiva está inspirada en el *principio de protección* del medio natural, y pretende responsabilizar a los Estados Miembros en la adopción de las medidas necesarias para que las autoridades competentes se cercioren de que en el desarrollo de las distintas actividades industriales:

a) se tomen las medidas adecuadas de prevención de la contaminación.

b) no se produzca, por tanto, contaminación.

c) se evite o minimice la producción de residuos.

d) se empleen de forma más eficiente los recursos hídricos y energéticos en general.

e) se tomen las medidas necesarias para evitar cualquier riesgo de contaminación en caso de cesar la actividad o explotación industrial.

El plazo de transposición a nuestro ordenamiento jurídico interno finalizaba en septiembre de 1998.

3.13.2.3.2. Aspectos más relevantes de la aplicación de la Directiva

La Directiva, en su artículo 7, plantea el enfoque integrado en la concesión de permisos o autorizaciones en los que intervengan distintas autoridades competentes. Por ello, los Estados Miembros deberán coordinar plenamente el procedimiento y las condiciones de autorización cuando, como ocurre en España, las autorizaciones para una misma instalación industrial las conceden diferentes administraciones dependiendo de sus competencias respectivas.

Las nuevas autorizaciones o permisos combinados deberán especificar los valores límite de emisión para sustancias contaminantes (principalmente los que se especifican en su Anexo III).

Las nuevas autorizaciones deberán incluir también las prescripciones que garanticen la protección del suelo y de las aguas subterráneas. Los valores límites de emisión de las sustancias contaminantes declaradas se basarán en el empleo de las mejores técnicas disponibles. También será preceptivo establecer los requisitos adecuados en materia de control de residuos, metodología de su medición y la frecuencia de muestreo, así como la obligación de comunicar a las autoridades competentes cualquier anomalía en la emisión.

El Consejo, a propuesta de la Comisión, fijará en función de los procedimientos previstos en el Tratado, valores límite de emisión para:

a) las instalaciones que se indican en el Anexo I de la Directiva con algunas excepciones.

b) las sustancias contaminantes a las que se refiere el Anexo III.

A falta de valores límite de emisión, se podrán aplicar los de las Directivas que se enumeran en el Anexo II.

Estas nuevas autorizaciones combinadas de permisos no tienen carácter retroactivo inmediato, por lo que se establece un procedimiento de revisión de las autorizaciones para acomodarlas a las disposiciones de esta norma.

Finalmente, la Directiva establece también el acceso a la información y participación pública en el procedimiento de revisión de permisos y fija la obligatoriedad del intercambio de información con la Comisión cada tres años.

3.13.2.4. La Directiva Marco de aguas

3.13.2.4.1. Introducción. Proceso de elaboración

Tras las dos mencionadas oleadas legislativas de Directivas europeas sobre aguas, la propuesta de Directiva Marco de Aguas surgió como respuesta a la petición formulada en junio de 1995 por el Consejo y la Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo, de revisar la política del agua de la Comunidad. Como se indicó, en febrero de 1996 la Comisión realizó una comunicación relativa a las políticas de agua basándose en los principios de la política ambiental del Tratado así como en el V Programa de Acción de la Comunidad Hacia un desarrollo sostenible. Las consultas que se realizaron ante el Consejo, el Parlamento Europea, el Comité Económico y Social, el Comité de Regiones, los usuarios y demás partes interesadas, reflejaron el interés y apoyo a la iniciativa presentada.

Fruto de todo ello es el documento de propuesta COM(97)49, en la que se pretende asegurar la sostenibilidad del uso del agua en el siglo XXI, mejorar el sistema de imputación de costes por su uso, y asegurar la coherencia del conjunto de medidas regulatorias europeas sobre la política del agua. Todo ello a la escala de las cuencas fluviales, mediante instrumentos integradores de planificación hidrológica, y estimulando los procesos de participación pública.

La propuesta original COM(97)49 ha sido modificada dos veces por la Comisión, con anterioridad a las discusiones en el Consejo y el Parlamento. La primera modificación fue la COM(97)614, y estaba destinada a integrar una revisión de la Directiva

76/464, sobre vertidos de sustancias peligrosas. Los cambios debidos a esta modificación se introdujeron en el texto inicial, generando un texto modificado consolidado. La segunda modificación fue la COM(98)76, y estaba destinada a elaborar las especificaciones técnicas del "buen estado" del agua establecido en el Anejo V de la propuesta. Esta segunda modificación sustituye al mencionado Anejo V de la versión consolidada.

3.13.2.4.2. Contenido y objetivos de la Directiva Marco

Con el espíritu básico de propiciar un uso sostenido y racional del recurso, los principios en los que se inspira la Directiva son doce, de los cuales resaltamos a continuación los más novedosos, y que pueden suponer algunos cambios en los actuales enfoques de las políticas de aguas:

1. Alto nivel de protección. Se aboga por la protección de la salud humana en su máxima extensión, de los recursos hídricos y de los ecosistemas naturales. Sólo aspirando a lo máximo, se puede conseguir lo aceptable.
2. La reparación del daño en el origen. Es consecuencia del principio de protección, pero se aplica cuando el daño ya ha sido producido; debe identificarse la fuente causante y actuar sobre ella como primera medida para solucionar un problema medioambiental.
3. El que contamina paga. Se establece que los costos de las medidas de prevención a tener en cuenta, deben ser sufragados por el contaminador potencial.
4. El principio de integración. Las políticas del agua, a nivel local y nacional, deben hacerse de manera integrada y coherente con las estructuras establecidas. Las actividades como la planificación del uso del suelo y la gestión de los recursos hídricos deberán integrar todos los objetivos de las distintas políticas.
5. El análisis coste-beneficio de las acciones a llevar a cabo. Resulta razonable considerar los beneficios a obtener en relación a los costes de las inversiones a llevar a cabo en las políticas medioambientales. Para ello, se deberán tener en cuenta los siguientes medios de política instrumental:

- Los estándar de calidad establecidos en la propia norma.
- Las mejoras técnicas disponibles (BAT)
- Internalizar los costos de la contaminación a través de precios e incentivos de mercado y fiscalidad ambiental tales como tarifas de consumo, cánones, incentivos fiscales, etc.

El objetivo general de la Directiva es el de establecer un marco para la protección de las aguas superficiales y subterráneas, los estuarios y las aguas costeras de la Comunidad, a través de una serie de objetivos o elementos principales. Estos objetivos son:

- El suministro de agua potable.
- El suministro de agua para otras necesidades económicas.
- La protección del medio ambiente.
- La contribución a la disminución de los efectos adversos de inundaciones y sequías.

La propuesta de Directiva enfoca la acción a llevar a cabo mediante el establecimiento de unos objetivos generales de calidad y cantidad de aguas, que se deberán alcanzar a través de una serie de programas de medidas, cuya elaboración y ejecución corresponderá a los Estados Miembros.

Uno de los principales objetivos que persigue la Directiva es que los Estados Miembros alcancen lo que denomina *el buen estado de las aguas,* lo que implica no sólo un buen estado químico de las aguas, sino también buen estado ecológico.

La propuesta establece el concepto de *cuenca hidrográfica,* pioneramente introducido en España a comienzos de siglo, como elemento unitario básico de gestión, de manera que se establezca una sola autoridad por cuenca y se promueva la cooperación administrativa entre los países que las integran.

Por otra parte, la Directiva propone una serie de medidas relativas a la recogida de datos, intercambio de información, elaboración de informes periódicos a la Comisión en los que se ponga de manifiesto el cumplimiento de la directiva y otros, como los del Comité, con capacidad de modificar nuevas Directivas, por ejemplo, que supondrá una continuación de las actuaciones que España viene realizando en su actual política de gestión y control de la calidad y cantidad de las aguas.

Finalmente, merece la pena resaltar un aspecto importante para España incorporado durante la negociación de la Directiva: el que la Comisión reconociera como estados carenciales las sequías y las inundaciones, causas que dificultan el cumplimiento de los objetivos que en la Directiva se mencionan en los países como España, en que a diferencia de otros países europeos y debido a sus características orográficas, geográficas y pluviométricas, los ríos tienen un régimen hidrológico muy singular.

3.13.2.4.3. Las implicaciones de la Directiva Marco de aguas en la actual política de aguas en España

En realidad, gran parte de las obligaciones que se derivan de la Directiva Marco de aguas está ya contenida en la legislación comunitaria vigente, independientemente de que los Estados Miembros cumplan o no dichas obligaciones.

Por otro lado, las dificultades a las que se enfrentará cada país para lograr el citado cumplimiento serán distintas para cada una de las disposiciones de la Directiva, y estarán en función de diversos factores como el desarrollo tecnológico del país, sus infraestructuras, sus estatutos constitucionales, condiciones geográficas, etc.

En este sentido, las cuencas hidrográficas y los Planes Hidrológicos, como elementos básicos de gestión, serán una novedad y una gran dificultad para algunos países, pero no lo serán para España, pues posee una gran experiencia y tradición en la gestión de recursos hídricos, a través de las Confederaciones Hidrográficas y en la planificación hidrológica.

Cabe, por tanto, resaltar la importancia que van a tener los Planes de Gestión o Planes Hidrológicos de cuenca, en la nueva política del agua que planea la Comisión, donde se concretarán las exigencias comunitarias respecto a la política del agua. Esto podría suponer una cierta adaptación de nuestros Planes de cuenca, de manera que recojan todas las medidas exigidas en la nueva norma comunitaria.

En definitiva, las principales consecuencias que esta Directiva tendrá para la actual política española, se sintetizan en los siguientes puntos:

1. La realización de un esfuerzo por mejorar las actuales redes de control de la calidad de las aguas continentales, incorporando los parámetros biológicos, hasta ahora casi inexistentes, de manera que permitan evaluar el estado ecológico de las aguas. La consecución de tal buen estado ha sido propuesta como el primer objetivo de la planificación hidrológica en la reciente reforma de la Ley de Aguas.
2. Mejorar la coordinación entre la Administración Central y las Autonómicas para cooperar en tareas como:
   - La aplicación de las mejores técnicas disponibles en los procesos industriales en general.
   - Regularización, y por tanto, tratamiento previo de los vertidos indirectos que van a colectores municipales.
   - Aplicación de los principios inspiradores de la Directiva: nivel de protección del recurso hídrico, la reparación del daño en origen y la aplicación del criterio del que contamina paga.
   - La transposición de la normativa a nuestro ordenamiento jurídico interno en el plazo de tres años.
3. El establecimiento del enfoque combinado, por el que se crearán controles de emisión basados en la aplicación de las mejores técnicas disponibles u objetivos de calidad.
4. La internalización de los costes del agua estimados de acuerdo con los análisis económicos que se realicen individualmente por cuencas hidrográficas. No se exige una recuperación íntegra de todos los costes, de manera que la actual propuesta resulta beneficiosa a sectores tan sensibles como el agrícola.
5. La realización de un esfuerzo tecnológico y económico para cumplir con las exigencias de la Directiva respecto al control integrado y prevención de la contaminación.
6. La necesidad de potenciar los Organismos de cuenca dotándoles de medios e infraestructura suficiente para abordar las tareas necesarias para llevar a buen fin los objetivos de la Directiva.

Dada la previsible aprobación próxima de esta Directiva, con las modificaciones que aún pudieran introducirse, parece aconsejable ir profundizando en algunos aspectos concretos de las consecuencias expuestas, como la posibilidad de reformas legales y organizativas o el análisis de costes, con vistas a su adaptación y futura incorporación a nuestro ordenamiento.

3.13.2.5. Las relaciones bilaterales

Además de las políticas internacionales generales, es interesante destacar las peculiaridades de las relaciones bilaterales con países vecinos.

Hay antecedentes de acuerdos con estos países para aprovechamiento de los ríos en zonas fronterizas, al menos desde el siglo XIX. Los acuerdos más recientes se refieren especialmente, aunque no exclusivamente, a aprovechamientos hidroeléctricos.

Con Francia se puede citar un Convenio de 1973, relativo al aprovechamiento del curso superior del Garona, por el cual, básicamente, el Gobierno español concede al Gobierno francés el derecho de explotar un salto hidráulico que España dispone, a cambio de que Francia entregue gratuitamente a España determinadas cantidades de energía.

Con Portugal se pueden destacar los Convenios de 1964 y 1968, a los que, por su singular relevancia, nos referimos en otros epígrafes específicos de este libro.

3.13.3. Conclusiones

Las conclusiones que pueden extraerse para la política del agua española de cuanto se deriva del contexto internacional son relevantes y diversas, y configuran, desde luego, un marco de referencia exterior bien distinto del que constituyó el modelo tradicional. Repasando lo antedicho junto con lo que se apunta en otros epígrafes sobre la compleja problemática agrícola y las condiciones del marco de convergencia europea, decisivas a este respecto, pueden entresacarse algunas conclusiones básicas que se resumen seguidamente.

En primer lugar, la creciente globalización hace que los modelos productivos autárquicos asociados al modelo de política hidráulica tradicional hayan sido definitivamente desterrados. Las actividades económicas relacionadas con el agua (básicamente regadíos y energía) han de considerar explícitamente sus potencialidades productivas y la situación de los mercados internos y externos en una economía cada vez más abierta e interrelacionada. Así, el contexto exterior permite augurar un porvenir incierto para la agricultura española en general, y sobre el regadío en particular, dados los importantes cambios registrados en los últimos años en el funcionamiento de los mercados agrícolas. Otros factores de origen interno pendientes aún de resolver por la política agraria no hacen sino reforzar este diagnóstico. Ante esta tesitura parece aconsejable, desde el punto de vista de la gestión de los recursos hídricos, adoptar a corto plazo soluciones que no hipotequen grandes recursos financieros y que permitan el margen de flexibilidad necesario para adaptarse a la nueva situación.

Ello implica obviamente que, tanto por las condiciones internas como por el contexto exterior, no tiene ya sentido alguno la política tradicional de fomento de obras hidráulicas para el desarrollo masivo de los regadíos. En el horizonte a medio y largo plazo sólo parecen observarse buenas perspectivas de viabilidad para las explotaciones que alcancen un nivel de rentabilidad satisfactorio en un entorno que se caracterizará por la creciente competitividad y la apertura de los mercados. La cuestión a resolver en este momento es en qué medida el regadío puede contribuir a conseguir este objetivo y en qué territorios.

Evidentemente, la rentabilidad privada de las explotaciones está ligada a la cuantía en que se trasladen los costes del agua a dichas explotaciones. Un traslado tan sólo parcial de éstos favorece los resultados empresariales, pero puede disminuir tanto la competitividad de la economía española en su conjunto, como la eficiencia del empleo de los recursos hídricos. Sólo una valoración ponderada de estas circunstancias, donde necesariamente deben estar integrados los efectos medioambientales de las alternativas, puede conducir a una solución acertada.

En la misma línea, y como ya se apuntó, parece desaconsejable la expansión de los cultivos continentales, tanto herbáceos como industriales, por múltiples motivos: las limitaciones de superficies o de producciones con derecho a ayuda, y el previsible escenario de precios agrarios comunes a la baja agravado por la liberalización de los mercados que ocasionan los acuerdos del GATT. Es probable incluso que excedentes de países europeos con mayor productividad en estos cultivos sustituyan parte de la producción nacional. Por ello cabe vaticinar, dentro del margen de error que acompaña siempre estos pronósticos, que probablemente se intensificará la tendencia regresiva ya detectada en gran parte del regadío interior continental español, por su baja rentabilidad, a pesar de los mecanismos de protección arbitrados por la nueva PAC para las producciones continentales, y de la relativa abundancia de recursos hídricos disponibles en estas zonas. Ello puede, no obstante, verse matizado por el hecho de que España es deficitaria e importadora de productos agrícolas procedentes de cultivos continentales, por lo que la resultante final de este conjunto de efectos contrapuestos es actualmente incierta.

Por otra parte, y como se apuntó en su correspondiente epígrafe, la convergencia económica se considera un objetivo de interés general. En este sentido, cabe defender que la utilización de éstos debería estar orientada en los próximos años bajo el criterio de mejorar la competitividad de la economía española. No sería razonable mejorar la convergencia en los niveles de renta de algún grupo a costa de disminuir la del conjunto. Los mecanismos de diagnóstico y reequilibrio interterritorial deben jugar aquí un papel decisivo, y pueden conducir a la exigencia de que el uso de los recursos hídricos, en tanto que limitados y escasos en gran parte de nuestro territorio, se realice de una forma más eficiente, lo que podría requerir una distinta asignación de los mismos entre territorios o entre los diferentes demandantes que compiten por el derecho a su uso.

Esta conclusión se ve reforzada al introducir los aspectos medioambientales que siempre acompañan a cualquier utilización del dominio público hidráulico. En efecto, dado que alguna externalidad negativa sobre el entorno es inevitable, y que también lo es mantener un cierto nivel de actividad económica que precisamente es el causante de aquella, parece evidente que se debería propiciar el uso del agua en aquellos empleos que, para una misma afección al medio natural, dentro de los estándar admisibles, presenten los mejores resultados productivos.

Las consideraciones anteriores harían difícilmente justificable, por ejemplo, que se impidiera el desarrollo de las ventajas comparativas que en el plano agrario ofrecen los territorios meridionales y levantinos españoles, máxime si se tiene en cuenta la escasez con que estas ventajas se muestran en la economía española, y su oportunidad estratégica en los mercados internacionales.

Desde esta misma óptica de la convergencia, y considerando el grado de madurez hídrica ya alcanzado en el país, las actuaciones más importantes en la nueva política del agua no tienen por qué estar inscritas, a diferencia del modelo tradicional, necesariamente en el ámbito de las infraestructuras. Existe un amplio margen en el campo de las medidas no estructurales que pueden ser adoptadas para mejorar la actual ordenación de los recursos hídricos.

Entre ellas, merece la pena señalar aquellas destinadas a favorecer la asignación de los recursos hídricos y en definitiva la eficiencia en el empleo del agua, bien posibilitando la cesión de derechos de uso del agua entre distintos concesionarios, bien a través de un adecuado régimen económico-financiero que fomente el uso eficiente y el respeto por el entorno. Debe destacarse la importancia de este tipo de medidas, especialmente en un escenario previsible de recursos financieros públicos escasos, no solamente por los problemas estructurales que resolverían, sino también por el favorable efecto que tienen para los Presupuesto Generales del Estado.

En esta misma línea, no pueden olvidarse otros dos tipos de medidas, por el lado de la oferta. Por un lado, las dirigidas a disminuir el gasto asociado a la gestión de los recursos hídricos, adaptando las estructuras y mejorando la Administración hidráulica y aumentando la participación de los usuarios en la gestión, y por otro, las destinadas a favorecer la incorporación del capital privado a la actividad inversora en infraestructuras hidráulicas, aliviando así la carga sobre los recursos públicos. En todas estas medidas hay que destacar la racionalidad económica que pueden aportar a la ordenación de los recursos hídricos españoles.

En otro orden de cosas, y a diferencia del modelo tradicional, las consideraciones de la calidad de los recursos y la preservación del medio constituyen una de las mayores exigencias del contexto internacional. La proliferación de disposiciones normativas europeas reclamando mayores exigencias en materia de calidad es, como se vio, muy grande y, previsiblemente, tenderá a aumentar en el futuro.

Finalmente, hay una tendencia inequívoca a la gestión compartida de los ríos internacionales transfronterizos, y al carácter supranacional de la política de aguas en estos ríos. Tal gestión compartida irá más allá de fijar unos compromisos de cooperación exigida tanto por las condiciones de vecindad como por las específicas circunstancias hidrológicas y socioeconómicas de estos ríos. En el caso español, es de gran importancia desarrollar y perfeccionar estos mecanismos de cooperación con Portugal, en la línea de lo apuntado en sus correspondientes epígrafes específicos.

3.14. LA COOPERACIÓN CON PORTUGAL

3.14.1. Introducción

Como ya se ha señalado, de fundamental importancia para España son las relaciones con Portugal en materia de recursos hídricos, relaciones que se vienen desarrollando en un contexto de coordinación y colaboración mutua, compatible con la defensa de los legítimos intereses respectivos.

El desarrollo de estas relaciones viene condicionado, obviamente, por el marco geográfico, las características hidrológicas de las cuencas fluviales compartidas - cuencas de los ríos Miño/Minho, Limia/Lima, Duero/Douro, Tajo/Tejo y Guadiana -, el derecho comunitario e internacional vigente entre las partes, y los acuerdos bilaterales específicos. Seguidamente pasaremos revista a estos distintos aspectos.

3.14.2. Marco geográfico

La superficie peninsular, de unos 581.000 km^2, se reparte en su práctica totalidad entre los dos países, correspondiendo 89.000 km^2 a Portugal y 492.000 km^2

Tabla 111. Distribución de superficies de las cuencas hispano-portuguesas

Cuenca	Superficie total	Superficie España		Superficie Portugal	
	(km^2)	(km^2)	%	(km^2)	%
Miño/Minho	17.247	16.347	95	900	5
Limia	2.423	1.253	52	1.170	48
Duero/Douro	97.670	78.960	81	18.710	19
Tajo/Tejo	80.190	55.810	70	24.380	30
Guadiana	67.122	55.597	83	11.525	17
Total	264.652	207.967	79	56.685	21

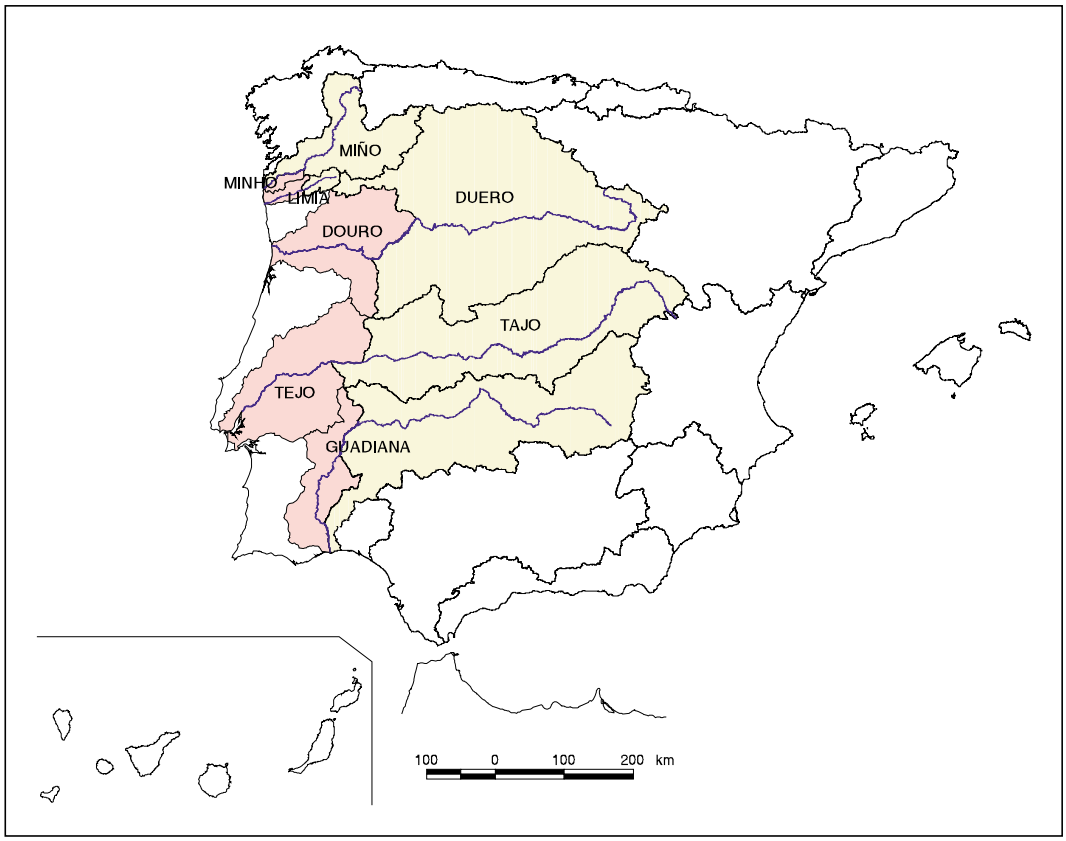


Figura 366. Mapa de las cuencas hispano-portuguesas

a España. Las superficies y distribución de las cinco cuencas hispano-portuguesas, mostradas en la figura 366, se detallan en el cuadro de la tabla 111.

Estas cinco cuencas, con una superficie global de unos 264.700 km^2, cubren el 45% de la superficie de la península y representan el 41% de la superficie total de España (506.470 km^2) y el 62% de la de Portugal (91.631 km^2). La magnitud de estos porcentajes muestra con claridad la importancia territorial, para ambos países, de estas cuencas.

En general, el territorio español de tales cuencas se encuentra aguas arriba del portugués, existiendo tramos en los que el cauce actúa de frontera entre ambos países. En el caso del Miño, la frontera coincide con su tramo final, sin que el curso del río principal se interne en Portugal. El caso del río Guadiana es singular pues, tras un primer tramo fronterizo, se interna en Portugal, y vuelve a servir de frontera en su curso inferior.

3.14.3. Los recursos hídricos en los cursos fluviales fronterizos

Los recursos medios naturales de las cinco cuencas son los mostrados en la tabla 112. Ha de llamarse la atención sobre la alta irregularidad de estas aportaciones, lo que hace que los valores medios no pasen de tener más que un valor indicativo, y deban ser contemplados con cautela desde el punto de vista de las disponibilidades reales.

En las cinco cuencas se han ejecutado importantes obras de regulación en el territorio español, que han permitido reducir la irregularidad estacional e interanual aguas abajo, sobre todo en las cuencas meridionales. Si se considerase como aportación de España la suma de las aportaciones medias anuales del Duero en Saucelle, Tajo en Alcántara y Guadiana en Badajoz, excluido el Miño, (como hace la EEA), los 41 km^3 de la tabla se verían reducidos a unos 25.

Cuenca	Aportac. total	Aportación España		Aportación Portugal	
	(hm^3/año)	(hm^3/año)	%	(hm^3/año)	%
Miño/Minho	12.205	11.305	93	900	7
Limia	1.912	812	42	1.100	58
Duero/Douro	21.858	13.658	62	8.200	38
Tajo/Tejo	17.253	10.853	63	6.400	37
Guadiana	6.426	4.726	74	1.700	26
Total	59.654	41.354	69	18.300	31

Tabla 112. Distribución de aportaciones naturales de las cuencas hispano-portuguesas

3.14.4. La calidad de las aguas en los cursos fluviales fronterizos

Además de obedecer a una voluntad común y una necesidad lógica, las propias Directivas comunitarias y el Convenio de Helsinki sobre contaminación transfronteriza establecen que a corto plazo se coordinen con Portugal las acciones a acometer en la gestión conjunta de la calidad de las aguas, y específicamente sobre la declaración común de determinados objetivos de calidad en los tramos fluviales y en los acuíferos compartidos.

De forma general, puede indicarse que, salvo en el caso de la cuenca del Guadiana, las aguas que fluyen de España a Portugal se caracterizan por un nivel de calidad adecuado. Ello es debido a la reducida carga contaminante, o al efecto depurador de los grandes embalses. Incluso en la mencionada cuenca del Guadiana, se está produciendo una apreciable mejoría en la calidad del agua, por la progresiva entrada en servicio de nuevas EDAR.

No obstante esta aceptable situación general, existen algunos problemas específicos que merecen ser considerados de forma expresa.

Así, entre estos principales problemas cabría destacar, como ya se ha apuntado, el incompleto grado de depuración de algunos vertidos urbanos, que produce en ocasiones episodios de contaminación de origen orgánico en las zonas fronterizas con Portugal. El estado de depuración de las ciudades de más de 10.000 habitantes-equivalentes en la zonas próximas a la frontera no siempre se ajusta enteramente a las recomendaciones de la Directiva 91/271/CEE, aunque hay que advertir que hasta el año 2005 la legislación comunitaria no obliga a incorporar un tratamiento adecuado en este tipo de vertidos, y los importantes caudales circulantes diluyen muy holgadamente esta insuficiencia. Las importantes actuaciones que está llevando a cabo España en materia de saneamiento y depuración permitirán corregir tales deficiencias a corto y medio plazo.

3.14.5. Los convenios bilaterales

Inicialmente, cabe apuntar que el tratado de límites entre los dos países fue suscrito en el año 1866. Asimismo, en el año 1912 se llegó a un acuerdo respecto al aprovechamiento industrial del agua de los tramos fronterizos, considerando que ambas naciones tendrían los mismos derechos, disponiendo, por tanto, cada una de ellas de la mitad del agua circulante. En 1926 se promulgó el RDL de 23 de agosto sobre ordenación de los saltos del Duero, que permitió la construcción de Ricobayo, Castro, Aldeadávila y Saucelle por parte española, y Miranda, Picote y Benposta por parte portuguesa.

En la década de los 60 se suscribieron dos acuerdos internacionales básicos para regular las relaciones hispano-portuguesas en materia de aguas.

Así, en el año 1964 se suscribió un importante Convenio por el que se procedió al reparto del potencial hidroeléctrico del tramo internacional del río Duero y de alguno de sus afluentes. Su principio básico es la asignación a cada país de una porción equivalente del citado potencial. Además, se autorizó a España a derivar agua desde la cabecera española de la cuenca del Túa hacia la cuenca del Sil. Las actuaciones previstas en este Convenio están culminadas, con la excepción del trasvase Túa/Sil, todavía en estudio.

Un segundo nuevo Convenio, suscrito en 1968, procedió a asignar los tramos internacionales del Miño, Limia, Tajo, Guadiana - tramo superior en la provincia de Badajoz - y sus afluentes. En el mismo, se introdujo la posibilidad de trasvasar agua tanto del río Guadiana, asignado a Portugal, como de su afluente el río Chanza, atribuido a España, y posteriormente se admitió la posibilidad de realizar un trasvase del Tajo hasta de 1.000 hm^3/año.

Para la aplicación de estos dos últimos Convenios se crearon sendas Comisiones internacionales hispano-portuguesas, que posteriormente se integraron en la Comisión hispano-portuguesa para regular el uso y aprovechamiento de los ríos internacionales en zona fronteriza. Así, actualmente la realización de las actuaciones en la frontera de los dos países está siendo coordinada por esta Comisión, en cuyo seno se han arbitrado soluciones para resolver las diferencias surgidas en la aplicación de los citados Convenios de 1964 y 1968.

De este último Convenio aún no se han finalizado los aprovechamiento del río Miño (salto de Sela concedido a Unión Fenosa y Electricidad de Portugal, pendiente de ejecución) y Guadiana superior (Emprendimento de Alqueva).

El tramo inferior internacional del mismo río Guadiana no está asignado todavía, por lo que sería de aplicación el reparto según el tratado de 1912, con las reservas derivadas de la protección de sus singulares características medioambientales.

En el vigente Tratado de Amistad y Cooperación de 1977, concretamente en su artículo VII, se dice textualmente que las dos naciones procederán al aprovechamiento racional y la protección de los recursos naturales de uso común. Este criterio genérico debe pues ser aplicado como guía para la administración y gestión de los recursos hídricos de las cuencas compartidas.

3.14.6. Situación actual y perspectivas de futuro

En los últimos años, los nuevos proyectos de aprovechamientos hídricos que se estaban contemplando por

parte de Portugal y España y, en concreto los planes de trasvases que figuraban en el anteproyecto de 1993 del Plan Hidrológico Nacional (MOPT, 1993b), que afectaban a los ríos Duero, Tajo y Guadiana, crearon una cierta y lógica inquietud en medios portugueses, lo que llevó a que, en la Cumbre hispano-lusa de 1993, se decidiera la creación de un grupo de trabajo para la elaboración de un nuevo convenio de colaboración en materia de recursos hídricos que integrara y ampliara los dos convenios citados anteriormente. El objetivo de los trabajos del grupo era llegar a acuerdos que permitieran a cada uno de los países aprovechar de la mejor manera sus recursos, respetando los legítimos intereses hídricos del otro.

Los trabajos han culminado con la firma, el 30 de noviembre pasado, del Convenio sobre cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas. Este Convenio amplía el ámbito de vigencia de los Convenios de 1964 y 1968 así como el ámbito competencial de los mismos, en general limitado al aprovechamiento hidroeléctrico.

En el nuevo Convenio se extiende la cooperación a la mejora de la calidad de las aguas, a la prevención de los fenómenos hídricos extremos (sequías y avenidas) y a la mitigación de los fenómenos derivados de eventuales incidentes de contaminación accidental. También se contempla el intercambio de información y de conocimientos tecnológicos en la materia, anticipándose a la vigencia de las determinaciones que, se prevé, serán introducidas por la futura Directiva Marco de la Unión Europea.

Se ha dirigido una atención especial al tema de la protección de las aguas (incluso de los ecosistemas dependientes de ellas): en materia de los impactos transfronterizos al medio ambiente, define un procedimiento que se abrirá con una fase previa de información seguida de otra de consultas; por lo que hace referencia a la protección de las aguas se establece un compromiso de consensuar en cada cuenca el régimen de caudales necesarios para hacer compatible el buen estado de las aguas con los usos actuales y previsibles.

El Convenio entrará en vigor tras su ratificación por las Cortes.

3.15. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RECURSOS HÍDRICOS

3.15.1. Introducción

Un aspecto importante a la hora de disponer de una visión global de los problemas del agua consiste en la adecuada valoración del nivel de los conocimientos científicos existentes sobre ella.

Si bien es cierto que se conocen sus principales propiedades físicas, químicas y biológicas, aún nos hallamos lejos de un perfecto y completo conocimiento de todas ellas.

Conocer mejor la interacción del agua, tanto con la materia animada como con la materia inerte, puede ser de utilidad para establecer las bases científicas sobre las que diseñar una correcta evaluación tecnológica de los diversos usos del agua. En este sentido cabe esperar importantes avances en materia de dotaciones para abastecimiento y para regadío, así como en la producción de energía hidroeléctrica. Pueden citarse, a modo de ejemplo, los avances experimentados en materia de regadíos como consecuencia de los estudios desarrollados sobre el consumo del agua por las plantas. Éstos han constituido la base para establecer dotaciones y fijar los caudales necesarios, lo que significa que, aunque a primera vista el mundo de la tecnología del agua y el de su regulación jurídica y administrativa pudieran parecer independientes, ambos pueden y deben estar relacionados.

Por todo ello, se ha estimado importante incluir en este Libro Blanco una descripción del panorama que actualmente presentan en España las actividades de investigación y desarrollo relativas a los recursos hídricos.

Debe insistirse en la importancia que la investigación científico-tecnológica sobre el agua tiene y tendrá en el futuro, como base en la que apoyar los diversos conceptos y actuaciones que permitirán utilizarla mejor y regular con más acierto las relaciones entre los diferentes usos y sus actuales conflictos con el medio natural.

Dentro de la gran complejidad que conllevan los aspectos de Investigación y Desarrollo (I+D) en relación con los recursos hídricos, las diferentes actividades tienden a clasificarse según los distintos estamentos, organismos y empresas que intervienen, según lo que se comenta más adelante. Las ciencias y conocimiento que concurren cubren también un amplio rango que comprende la ingeniería, ciencias de la tierra, ciencias biológicas, economía, derecho y ciencias sociales, y que no solamente suponen aspectos técnicos y científicos, sino también de gestión, administración y políticos. En el plano real de las actividades, con frecuencia conviene diferenciar y matizar aspectos del ciclo del agua, como las aguas superficiales y las aguas subterráneas, o la cantidad y la calidad, dadas las diferencias de tratamiento y enfoque, pero sin perder de vista la interrelación e interdependencia y la parcialidad del enfoque sectorial. En su generalidad el agua es esencial e insustituible para la vida, el medio ambiente, la sociedad y las actividades económicas, pero su disponibilidad limitada introduce aspectos de competencia para su apropiación que suponen un delicado equilibrio cuya regulación necesita investigación en campos que van más allá de la técnica.

Por otra parte, sería de interés que la actual sensibilidad social hacia la política hidráulica a desarrollar en un inmediato futuro sirviera para sentar las bases de una moderna política de I+D en recursos hídricos, acorde con el nivel científico español. No parece lógico admitir la continuidad de la situación actual, en que frecuentemente se acude a instituciones extranjeras para estudiar problemas propios de nuestro país, muy diferentes y alejados de los existentes en el entorno geográfico y social donde normalmente desarrollan su actividad dichas instituciones.

El apéndice al Programa Nacional de Recursos Hídricos de la CICYT es un intento de clasificar las áreas de investigación e identificar las principales necesidades, que se complementa con los Programas Nacionales de I+D sobre el Clima y de Medio Ambiente en cuanto a aspectos de hidrometeorología y de tratamiento de aguas contaminadas y residuales, y en ciertos aspectos también con el Programa Nacional de I+D Agrario.

3.15.2. Actividades universitarias

La investigación básica y aplicada es esencial a la propia Universidad a través de sus Departamentos, Institutos y Centros Asociados. Sin embargo, en el campo de los recursos hídricos las actividades de investigación son relativamente recientes, destacando las llevadas a cabo históricamente en las Escuelas de Ingeniería, y especialmente - desde el pasado siglo - en la de Caminos. Salvo situaciones de excepción (como la del Laboratorio de Hidrobiología creado por Celso Arévalo en 1914), hay que hablar de la década de 1970 para el inicio de actividades en otros centros universitarios. Desde entonces se ha producido un crecimiento acelerado.

Buena parte del impulso en la investigación hídrica nació del extinto Comité Conjunto Hispano-Norteamericano para la Cooperación Técnica y Científica, que puso en contacto a Centros, profesionales y profesores españoles con centros de investigación estadounidenses. Al cesar dicho Comité se iniciaron actividades en el marco de las ayudas de la Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICYT) del Ministerio de Educación y Ciencia (o sus equivalentes) y luego de la CICYT, lo que se detallará posteriormente. También las Acciones Integradas de intercambio bilateral de investigadores con diferentes países ha jugado un cierto papel. La entrada en la Unión Europea ha supuesto un acicate importante para que los grupos iniciados anteriormente y otros nuevos pudieran juntar esfuerzos con los grupos de otros países europeos y competir por los fondos para investigación en las áreas priorizadas.

En el momento actual existen grupos de investigación en diferentes aspectos de los recursos hídricos en no menos de 25 de las 54 universidades españolas, si bien pocos de ellos tienen el tamaño suficiente para su actuación autónoma. Incluyendo entre los investigadores a los diferentes tipos de becarios, el personal total o parcialmente dedicado a la investigación de recursos hídricos en las universidades es del orden de un centenar. La precariedad de empleo de muchos investigadores hace problemática la actividad investigadora de bastante de esos grupos.

La necesidad de financiación externa de esos grupos para complementar sus fuentes económicas o para suplir la falta de capacidad de acceder a fondos de investigación, o simplemente la búsqueda de ingresos para complementar las percepciones de los investigadores, hace que con frecuencia se realicen trabajos que pueden considerarse como alejados de la investigación. Las actividades en estas áreas podrían incidir sobre las acciones de las empresas de estudio e ingeniería y de los profesionales libres.

Se han creado algunos Institutos Universitarios del agua, con o sin apoyo de otros organismos públicos y privados, a veces acompañados de inversiones importantes en instrumentación e instalaciones, pero a menudo sin programas definidos de investigación y con una preferente dedicación a dar servicio al exterior, lo que por un lado permite obtener recursos económicos, pero que en ocasiones se hace con serio detrimento de la labor investigadora propia de los Departamentos o Institutos de investigación.

Una faceta destacable es que el mayor desarrollo de grupos de investigación universitarios ha estado alrededor de la hidrología subterránea, en buena parte aunque no exclusivamente en relación con Departa-mentos de Geodinámica, estando casi todos los restantes en Departamentos en relación con la Ingeniería Civil, Minera, Agronómica y Forestal, y en menor grado Industrial. El grado de desarrollo de la investigación en hidrología de superficie e hidrometeorología - y sus incidencias locales y socioeconómicas - en Departamentos Universitarios ha sido menor, con algunas buenas excepciones nacidas en centros de ingeniería de nueva creación. Esto contrasta con la gran cantidad de recursos humanos y económicos públicos destinados en España al desarrollo de las aguas superficiales.

3.15.3. Actividades de los Organismos Públicos de Investigación

Entre los Centros de investigación relacionados con el agua cabe diferenciar entre los públicos y los privados. Entre los públicos se pueden distinguir universidades e institutos universitarios, y OPIs.

Existen diversos Organismos Públicos de Investigación (OPI) con interés en recursos hídricos. El más

significado de ellos en cuanto a investigación propiamente dicha es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), si bien su actividad es relativamente escasa y reciente en este campo y de momento no prioritaria, y se encauza hacia temas de hidrobiología, desertificación y procesos hidrológicos básicos. Otra OPI es el CIEMAT. La incorporación de España al Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP) no ha sido aún un acicate importante, aunque existen razonables expectativas de actuaciones de relieve. En el periodo 1965-1980, el Instituto de Hidrología, con vinculación con el CSIC y con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) a través de su Centro de Estudios Hidrográficos (CEH), fue muy activo en trabajos hidrológicos, principalmente de hidrología de superficie, si bien en buena parte fueron más estudios que investigación propiamente dicha. Finalmente se decidió su supresión.

Existen dos grandes centros oficiales con interés en recursos hídricos, si bien su mayor actividad ha sido la de estudio y proyecto. Uno es el CEDEX, ya citado, que mediante el CEH ha dedicado grandes esfuerzos al estudio de la hidráulica, hidrología de superficie, calidad de las aguas, desalación, planificación hidrológica, y gestión de recursos, y, a través de su Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) ha realizado también notables trabajos en el campo de la hidrología isotópica y ambiental, parte de los cuales son verdaderas investigaciones (Martínez, 1999). El otro es el Instituto Geominero de España (ITGE, antes IGME, Instituto Geológico y Minero de España), que ha tenido una gran actividad en la realización y contratación de estudios preferentemente en relación con los recursos hídricos subterráneos, pero menor en investigación propiamente dicha.

El Instituto Nacional e Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) formó en el extranjero muchos jóvenes ingenieros agrónomos, lo que le permitió lanzar programas de investigación destacados en la década de 1970, con diferentes centros de notable actividad. El traspaso de las competencias a las Comunidades autónomas ha supuesto la desmembración del INIA, pero sus centros han continuado activos dentro de los nuevos organismos en que se han encuadrado y son OPI activos con interés en recursos hídricos dentro del campo de la agronomía, y con relaciones con el organismo estatal del que surgieron.

3.15.4. Otras actividades de investigación y desarrollo de recursos hídricos

En el sector público o asimilable la actividad más destacada en los últimos años ha sido la contratación de estudios por parte de la Empresa Nacional de los Residuos Radioactivos (ENRESA). Muchos de esos trabajos contienen una dosis apreciable de investigación con Centros Universitarios y Empresas, si bien bajo el aspecto especializado y particular del agua en los medios de baja permeabilidad. ENRESA no es OPI ni realiza trabajos por sí misma. Los resultados obtenidos tienen la reserva que la empresa les desea atribuir. La contratación no se hace según los criterios de concurso público.

En 1992 se crea el Centro de Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA) como una asociación mixta sin ánimo de lucro, integrada por empresas y Organismos públicos, cuyo propósito es contribuir a la dinamización del sector del agua en España. Sus actividades principales se orientan a la promoción de la investigación, potenciación del sector del agua y fomento de la tecnología nacional en el exterior.

La investigación y desarrollo dentro de la empresa privada en relación con los recursos hídricos es escasa. El Canal de Isabel II y la Sociedad General de Aguas de Barcelona son singularidades en aspectos de tratamiento de aguas potables, técnicas analíticas y manejo de recursos hídricos, realizado por sus propios especialistas o por convenio con Centros Universitarios o del CSIC.

Otras actividades de investigación y desarrollo son más esporádicas, como las de hidrología superficial encargadas por empresas eléctricas a Departamentos Universitarios, o bien corresponden a concursos de becas de estudio de fundaciones como la Juan March, Areces o Barrié de la Maza, que sólo ocasionalmente inciden en los recursos hídricos.

3.15.5. La CICYT y otros órganos en las Comunidades Autónomas

Para evitar la dispersión de las iniciativas y la realización de investigación y desarrollo con fondos públicos, y la consiguiente descoordinación, duplicidad de esfuerzos y atomización, el Gobierno decidió en 1986 crear una Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT). Su antecedente próximo es la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), que se transformó en la CICYT tras la promulgación de la Ley de Fomento y Coordinación General de Investigación Científica y Técnica, de 14 de abril de 1986 (Ley de la Ciencia), con la responsabilidad de la elaboración y seguimiento del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (Plan Nacional de I+D), en sus ámbitos nacional e internacional. Actualmente está presidida por el Presidente del Gobierno e integrada por los Ministerios con competencias en materias de investigación, que en cuanto a recursos de agua son actualmente el de Medio Ambiente, el de Agricultura, Pesca y Alimentación y el de Fomento, por cuanto el CEDEX depende orgánicamente de este último.

Año	Nº	MPta	Gestión	Hidrol.Agric.	Hidrol. Superf.	Hidrol. Subter.	Contam. Agrícola	Humedales	Calidad	Otros	Programas
1988	3	30,9		1			2				AGR
1989	3	45,0		1			1	1			AGR+NAT
1990	3	36,1		1			1	1			AGR+NAT
1991	9	79,2		1		1	3	1		3	AGR+NAT
1992	7	82,2			2	3		1	1		AMB
1993	7	38,8		1	3	1		1	1		AGR+AMB
1994	7	51,4	1			4		1	1		AMB
1995	19	226,7	2	3	8	5				1	AMB
1996	32	429,5	4	11	7	6		2	2		HID
Total	90	1019,8	7	19	20	20	7	8	5	4	

Tabla 113. Proyectos financiados por la CICYT en temas de recursos hídricos

Nº= Número total de proyectos aprobados que tratan de recursos hídricos. Los proyectos coordinados se han considerado como uno único. No se incluye biología acuática ni depuración.
MPta= Cantidad total atribuida en millones de pesetas, sin considerar becarios.
PROGRAMAS NACIONALES
AGR = I+D Agrario; NAT = Recursos Naturales; AMB = Medio Ambiente; HID = Recursos Hídricos
Además de los proyectos de I+D, la Convocatoria de 1996 de Infraestructura ha concedido 243,3 MPTA en 17 acciones.

En 1998 se crea la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT), que es la unidad de apoyo para la planificación, entre cuyas funciones están la de prestar su asistencia a la CICYT para el ejercicio de las funciones de planificación, seguimiento y evaluación de las lineas prioritarias de la política de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación financiadas a través de los Presupuestos Generales del Estado.

Uno de los propósitos esenciales del Plan Nacional de I+D es el fomento del desarrollo científico y tecnológico, así como programar los esfuerzos públicos en materia de I+D, según Programas Nacionales, Programas Sectoriales y Programas acordados con las Comunidades Autónomas.

Las actividades de I+D sobre recursos hídricos no se han incorporado explícitamente a los Programas Nacionales hasta la convocatoria de 1.995, si bien dentro del Área de Calidad de Vida y Recursos Naturales se contemplaban prioridades de I+D relacionadas con los recursos hídricos en varios de los Programas Nacionales, tales como los de Medio Ambiente y Recursos Naturales I+D Agrario, u otros similares anteriores.

El actual III Plan Nacional de I+D, aprobado por el Gobierno para el período 1996-1999, incluye entre sus Programas Nacionales el de Recursos Hídricos, fruto del convenio de colaboración suscrito entre la CICYT y las Administraciones con competencias en la gestión del agua. El Programa nace con la vocación de dar cabida a las actividades de I+D de los centros de investigación, las empresas y las administraciones, que contribuyan a facilitar el necesario soporte científico y técnico a los propios desarrollos de los órganos de gestión de los recursos del agua y a las nuevas necesidades tecnológicas de los sectores asociados.

La primera convocatoria de ayudas para proyectos de I+D e infraestructura de este nuevo Programa se ha resuelto en 1996, y en este momento se encuentran en proceso de evaluación las propuestas de la convocatoria de 1997. Es, por tanto, prematuro conocer y valorar la importancia del programa, cómo va a fomentar la investigación y desarrollo y cual va a ser la participación de los OPI y el apoyo empresarial y de otros organismos. Como se muestra en la tabla 113, desde 1988 se han financiado 90 proyectos de I+D por un importe superior a los 1.000 Mpta. También, se han aprobado ayudas para la dotación y mejora de la infraestructura científico-técnica de los centros de investigación por valor de 243,3 Mpta. El programa también incluye acciones de formación de postgrado y postdoctoral, través de dotación de becas pre y postdoctorales en España y en el extranjero.

En las Comunidades Autónomas también se han realizado esfuerzos de coordinación y de planificación de sus propias actuaciones iniciándose en Cataluña en 1980 (Comisión Interministerial de Ciencia e Innovación Tecnológica, CIRIT) y más tarde en otras Comunidades Autónomas, como Andalucía. Aunque no hay planes propiamente dichos de recursos hídricos, se han financiado proyectos en este ámbito y han participado activamente en la reciente convocatoria de dotación de Infraestructura para Recursos Hídricos de la CICYT.

3.15.6. Formación en recursos hídricos

La formación en recursos hídricos tiene varios aspectos principales:

a) Formación escolar: es casi inexistente o episódica. Es frecuente que se acepten informaciones sesgadas

procedentes de los medios de información sin capacidad para su crítica. Se han hecho ciertos esfuerzos en carteles y en folletos divulgativos, aunque a veces no rigurosos ni asépticos, pero no se ha llegado suficientemente a los libros de texto. Rara vez saben los maestros, profesores y alumnos cuál es la procedencia del agua del grifo, cuál es su calidad y que problemática lleva asociada en que esté disponible y sea potable. En ciertos casos se han hecho esfuerzos para que los colegios visiten obras singulares como presas o plantas de tratamiento de aguas potables, pero con un impacto pequeño por el momento. La constitución de centros de exposición y divulgación puede ser fundamental en este sentido.

b) Formación universitaria: las asignaturas con contenido relacionado con los recursos hídricos han estado tradicionalmente ausentes o se han limitado a disciplinas optativas, si se exceptúan algunas Escuelas de Ingeniería, o casos singulares como cátedras de Hidrogeología en alguna facultad de Geología. En los últimos años se aprecia un mayor interés por todo lo relacionado con el agua y se han ampliado notablemente las disciplinas que tienen conexión con ella.

c) Formación de postgrado: con motivo de las recomendaciones del Decenio Hidrológico Internacional de UNESCO, en 1965 se fueron elaborando una serie de actividades conducentes a formar en España expertos en hidrología, tanto españoles como extranjeros. Las actividades de mayor permanencia como cursos intensivos de larga duración, con un conjunto lectivo de 300 a 600 horas, son:

- Master en Hidrología General y Aplicada (anteriormente Curso Internacional de Hidrología General y Aplicada), Madrid, desde 1966 a la actualidad, promovido por el CEDEX.
- Curso Internacional de Hidrología Subterránea, Barcelona, desde 1967 a la actualidad, promovido por organismos públicos y privados y encuadrado en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), que actualmente forma parte de la Fundación del Centro Internacional de Hidrología Subterránea (CIHS). Complementariamente, ambos organismos mantienen una Maestría en Hidrología Subterránea, iniciada en 1985.
- Curso de Hidrología "Noel Llopis", Madrid, desde 1967 a la actualidad, promovido por organismos públicos y privados, y encuadrado en la Universidad Complutense de Madrid. Su extensión y contenido se ha reducido con el tiempo.
- Master en Ingeniería de Regadíos (anteriormente Curso Internacional de Ingeniería de Regadíos), Madrid, desde 1972 a la actualidad, promovido por el CEDEX.
- Cursos de Tecnología del Agua, Barcelona, de 1987 a la actualidad, actividad promovida por organismos públicos y privados, y encuadrado en la Universidad Politécnica de Cataluña. Es un conjunto modular orientado a los usos del agua.
- Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental. La gestión del agua. Madrid, desde 1994-95 hasta la actualidad, organizado por la Escuela de Organización Industrial (EOI) del Ministerio de Industria y Energía.

Durante un largo tiempo, y soportado por el ITGE, la escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y la fundación Gómez Pardo, tuvo lugar un curso de Hidrogeología, también de larga duración. Otras Universidades han organizado también acciones formativas muy extensas como el Master en Ciencias y Tecnología del Agua, de la Universidad de Murcia, el Master en recursos hídricos de la Universidad Politécnica de Valencia, o el de la Universidad de Alicante.

Adicionalmente se han organizado, con creciente frecuencia, cursos cortos intensivos de orientación general y especializada, algunos de ellos destinados especialmente a técnicos de la Administración, con una distribución geográfica muy amplia, en diferentes ámbitos y con temática diversa, aunque con una mayor insistencia en los recursos hídricos subterráneos. Ha dominado el soporte de la Administración pública del agua, central, periférica o autonómica, y de la Universidad, aunque también han sido promovidos por colegios profesionales. Las actividades en el campo de la hidrología superficial han sido menores a pesar de la mayor presencia de técnicos y la mayor dedicación de recursos económicos.

La contribución de la Agencia Española de Cooperación Internacional AECI (o sus antecesores) y del Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI) ha sido muy importante para que especialistas de otros países, principalmente iberoamericanos, pudieran formarse en España, incluso doctorándose o participando en investigaciones y estudios. Sin embargo, lo que fue una actividad intensa en la década de 1970 ha ido disminuyendo y en algunos casos se ha reducido drásticamente la actividad en relación con instituciones o iniciativas bien consolidadas y que reciben una elevada demanda de formación.

UNESCO ha dotado ayudas para especialistas extranjeros, si bien el aporte económico total ha ido disminuyendo muy substancialmente. Han sido aplicadas sólo a uno de los cursos mencionados, con soporte sólo moral a los otros.

d) Formación de doctorado: la defensa de tesis doctorales en relación con los recursos hídricos fue escasa y ocasional hasta mediados de la década de 1980, pero

a partir de esa época se aprecia un rápido crecimiento, en parte a causa de la creación de grupos especializados en la Universidad y de la instrumentación de ayudas a la investigación, principalmente con fondos públicos. Así, y como ejemplo, en el inventario mundial realizado por Hydrogéologie de tesis concluidas recientemente o en curso, en relación con los recursos de aguas subterráneas, se identifican 52 títulos españoles, el 3% del total. Se ha incrementado asimismo notablemente la oferta de cursos de doctorado en relación con recursos hídricos.

3.15.7. Asociaciones científicas y profesionales en recursos hídricos

En España existen diversas asociaciones y grupos de científicos y profesionales con interés en recursos hídricos. A menudo cabe diferenciar entre los orientados hacia los recursos de aguas superficiales y los orientados a los recursos de aguas subterráneas, aunque hay campos comunes. En ocasiones no existe entre ellos toda la coordinación que sería de desear.

El capítulo español de la Asociación Internacional de Recursos Hídricos (IWRA) ha sido recientemente constituido, y el número de socios españoles está creciendo.

Otras asociaciones internacionales en las que hay importante presencia española son la International Association for Hydraulic Research (IAHR); la International Commission of Large Dams (ICOLD) con su capítulo español constituido por el Comité Nacional de Grandes Presas; la International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), en la que se integra el Comité español de Riegos y Drenajes; o la International Water Supply Association (IWSA), en la que se integra la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. Todas ellas con un importante número de asociados en España y con importante actividad, que se manifiesta a través de sus trabajos y reuniones periódicas.

La Sección de Ciencias Hidrogeológicas de la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica (CNGG), de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (UIGG), fue activa en la década de 1970, con asambleas anuales. Pero cambios en el Instituto Geográfico y Catastral (hoy Instituto Geográfico Nacional, IGN) del cual depende, llevó a su casi paralización y falta de operatividad, fracasando diversos intentos de revitalización. Eso ha desvinculado muchas actividades en recursos hídricos de programas y líneas internacionales. Recientemente se está trabajando desde el IGN para reactivar la CNGG y con ello la Sección de Ciencias Hidrogeológicas y sus grupos de trabajo. La UIGG acoge la Asociación Internacional de Hidrología Científica (AIHS). Dicha asociación no tiene organizado su capítulo nacional en España a pesar de diversos intentos para formarlo y de la existencia de algunas conexiones sectoriales con las correspondientes internacionales.

En el campo de la ciencia y los recursos de agua subterránea la asociación más activa es el Capítulo (Grupo) Español de la Asociación Internacional de Hidrogeológos (AIH-GE), que se reconstituyó en 1981 y que actualmente reúne a más de 300 especialistas. Organiza reuniones especializadas, cursos, jornadas, seminarios, debates parte de cuyos resultados se han ido publicando con la ayuda de diferentes organismos oficiales. Además un científico español ha estado presente en el Consejo Internacional desde 1980, ya que es uno de los grupos más numerosos y activos, y ocupó la presidencia durante 4 años. Recientemente se ha iniciado la formación de grupos de trabajo, la colaboración con Iberoamérica y el enlace con la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo (ALHSUD).

En el ámbito europeo están constituidos diversos foros en los que se hallan presentes los institutos, laboratorios y centros de estudio que, en cada país, y entre ellos España, tienen como misión la consideración de los problemas relacionados con el agua en sus diferentes aspectos. Estos foros tienen entre sus objetivos facilitar la transmisión de conocimientos, identificar problemas comunes o facilitar la cooperación de investigadores, sin desdeñar, desde una óptica global del estado real del recurso, la posibilidad de influir en la política hídrica europea y, en concreto, en la política de I+D. Entre ellos cabe citar EurAqua (Red Europea de Organizaciones de Investigación del Agua), TECHWARE (Tecnología para los Recursos Hídricos), los Laboratorios de Investigación Hidráulica y las Organizaciones de Investigación del Agua, en los que está presente el CEDEX. También puede mencionarse el programa CYTED.

Otro grupo significativo es la Asociación Española de Hidrología Subterránea (AEHS) con unos 300 miembros, cuya principal actividad es la convocatoria cada 3 ó 4 años de un Simposio Nacional de Hidrogeología, cuyas actas forman parte de la serie de volúmenes con el título Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. Entre sus actividades destaca la de la elaboración de una revista de tipo periódico.

Asimismo, la Asociación Española de Limnología, fundada en 1981 y con unos 400 miembros, agrupa a interesados en las aguas continentales en España, organiza reuniones profesionales, y elabora publicaciones periódicas.

Por otra parte, y con carácter informal, el Club del Agua Subterránea, cuyas actividades se iniciaron en 1994, ha organizado en Madrid algunas reuniones de

debate sobre temas de actualidad. Asimismo, para el intercambio de ideas y discusión sobre temas de aguas se creó en 1995 el Foro del Agua, promotor de distintas jornadas de estudio y debate.

Existen otros grupos no formales pero que organizan reuniones con cierta periodicidad, como las relacionadas con el agua en Andalucía, o el Karst. Entre los grupos internacionales no formales, se participa activamente en las reuniones bianuales sobre Intrusión de Agua Salina (SWIM).

Las asociaciones y agrupaciones nacionales padecen en general del mismo mal que las empresas de ingeniería y de estudio: la variabilidad del mercado de demanda de trabajos hidrológicos. Esto hace que no sea posible una cierta especialización, que no sea posible aprovechar el notable potencial de formación de postgrado existente, y que los que comienzan en el campo de los recursos hídricos a menudo cambien su orientación profesional en épocas de escasez de contratos, o de encargos en lo que hace referencia a la propia administración del agua.

3.15.8. Publicaciones e informaciones sobre recursos hídricos

En cuanto a publicaciones científicas y técnicas especializadas en recursos hídricos la actividad no es muy grande. Los boletines técnicos o divulgativos de los organismos oficiales y profesionales son de temática amplia y de interés no especializado, con la salvedad de Informaciones y Estudios, publicación no periódica del extinto Servicio Geológico de Obras Públicas (o denominaciones equivalentes según la época), las Monografías del CEDEX, y el Boletín Geológico y Minero. Como revistas específicas propiamente dichas pueden mencionarse:

- Ingeniería del Agua, publicada por la Universidad Politécnica de Valencia, con un serio intento de calidad y altura científico-técnica, destinado en buena manera al ámbito hispanoparlante y europeo no anglófono.
- Tecnología del Agua, publicada en Barcelona por Prensa XXI-Elsevier.
- Hidrogeología, publicada por la AEHS y la Universidad de Granada, con revisión de artículos. Tiene una difusión moderada, aunque con vocación del ámbito iberoparlante.
- Limnética, editada por la Asociación Española de Limnología, con vocación internacional, y centrada en los aspectos biológicos de las aguas continentales.

Además, existen muy diversas revistas científicas y profesionales relacionadas con aspectos de los recursos hídricos o que publican ocasionalmente trabajos sobre la materia. Es el caso, por citar algunas, de Ingeniería Civil, publicada por el CEDEX, y en la que destacan diversos números monográficos, del Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, de la Revista de Economía Aplicada, de la revista de Estudios Agrosociales, de TecnoAmbiente, de Riegos y Drenajes, o de la Revista de Obras Públicas, ésta última con una larguísima trayectoria editorial (casi 150 años) y en la que se publicaron, a finales del XIX, los primeros debates técnicos de alcance nacional sobre cuestiones relacionadas con el ciclo hidrológico y el aprovechamiento de las aguas. Otras revistas tales como Hidrología, Quaderns d`Enginyeria y Revista de Geofísica, han desaparecido por diversas razones.

Falta un vehículo de comunicación científico-técnica de amplia aceptación y difusión, al modo de lo que existe en el ámbito anglosajón o francés. Su existencia está justificada por la importancia de los recursos hídricos en España y también en Iberoamérica, y la similitud de los problemas a afrontar y sus soluciones. Actualmente parte de la producción científica española aparece en revistas anglosajonas, con escaso impacto en el propio país, cuando la temática es principalmente territorial y debería llegar fácilmente a los organismos responsables de la gestión de los recursos de agua.

Además, rara vez la dispersa producción nacional está disponible en forma informatizada y accesible para su fácil localización, y con frecuencia no está en las bibliotecas universitarias o de organismos públicos. Lo mismo sucede con los informes y monografías sobre recursos hídricos, con lo cual se duplican esfuerzos, se repiten estudios y se desaprovecha una parte notable de la infraestructura que se va creando, que afortunadamente es cada vez más abundante y de mejor calidad.

Un nuevo recurso de extraordinario interés es proporcionado por Internet. Así, y como ejemplo, existe en nuestro país una lista de distribución sobre gestión y políticas del agua, AGUA-ES, creada en Red-Iris, red académica y de investigación financiada por el Plan Nacional de I+D y gestionada por el CSIC.

Asimismo, numerosas instituciones y Organismos españoles relacionados con el agua ofrecen ya información a través de la red, y tanto su número como el volumen de información puesta en línea están aumentando exponencialmente. No hay duda de que, en muy pocos años, ésta será la forma estándar y universal de difusión informativa e intercambio de datos sobre recursos hídricos.

4. LOS FUNDAMENTOS PARA UNA NUEVA POLÍTICA DEL AGUA

Expuestos en capítulos anteriores la situación de los recursos hídricos en España, sus rasgos definitorios, los principales problemas planteados, y las deficiencias detectadas para su mejor gestión, cabe indagar ahora en algunos fundamentos conceptuales que pueden inspirar u orientar la construcción de la política de aguas del próximo futuro.

Para ello se comenzará examinando el propio concepto de política hidráulica, se analizará la crisis del llamado *modelo tradicional*, que ha venido inspirando esta política desde comienzos de siglo, y se expondrán los fundamentos jurídicos, ambientales, económicos, sociopolíticos y técnicos que, razonablemente, pueden inspirar las actuaciones del porvenir.

4.1. EL CONCEPTO DE POLÍTICA HIDRÁULICA

4.1.1. Política hidráulica y política del agua

Tradicionalmente - y por las razones que se han apuntado en otros epígrafes de este libro - la *política hidráulica* se ha expresado mediante planes de obras, en una asociación tan estrecha que ambos conceptos han llegado a parecer equivalentes. El propio término *hidráulica* alude a almacenamientos y conducciones por las que circulan fluidos, y transmite una visión mecanicista, física, del problema.

En efecto, la expresión *política hidráulica* se acuña entre nosotros a finales del siglo pasado cuando el país era mayoritariamente agrario y estaba sumido en una fuerte crisis política, económica y social. Como ya se apuntó, el acento se pone en la intervención directa del Estado en la construcción de presas y canales con objeto de poner en regadío la mayor cantidad posible de superficie agrícola, tras constatar la imposibilidad práctica de que la empresas particulares y los propios agricultores pudieran llevar a cabo estas grandes realizaciones, aún con ayudas indirectas por parte del Estado.

Se produjo, pues, una casi total vinculación entre el concepto de política hidráulica y la ejecución de obras hidráulicas (presas y canales) para desarrollar los regadíos, y esa vinculación, explicable y deseable en aquel momento histórico, se ha mantenido a lo largo del tiempo, ensombreciendo la importancia del resto de acciones que podrían ser incluidas dentro de este concepto, y considerando accesoriamente el estudio de los efectos económicos o ambientales de las diversas actuaciones, y el resto de posibles instrumentos de actuación en materia de aguas.

En definitiva, cabría afirmar que esta idea tradicional de la política hidráulica ha supuesto una simplificación del término, por cuanto tradicionalmente se ha centrado en un objetivo preponderante y casi exclusivo (máxima ampliación del regadío), a cuyo servicio se ponía casi un único instrumento (ejecución de infraestructuras hidráulicas). Así, la política hidráulica se ha identificado, básicamente, con la planificación y ejecución de obras hidráulicas, minimizando en general los aspectos de gestión de los recursos hídricos, en el sentido que se acaba de exponer. Esta idea general conlleva, desde luego, alguna simplificación y presenta importantes excepciones básicamente ceñidas a los territorios más áridos donde, como consecuencia de su mayor escasez, los mecanismos organizativos e institucionales se han desarrollado mucho más y han jugado, histórica y sociológicamente, un papel decisivo.

En todo caso, la crisis de estos conceptos tradicionales que ya se han sugerido, y a los que nos referiremos con mayor detalle en este capítulo, hace imprescindible extender el concepto de esta política, dando lugar a una nueva concepción que integre formas deseables de desarrollo con la conservación del medio ambiente: el *desarrollo sostenible*, concepto que más adelante se discute con mayor detalle. Como se verá, el concepto de desarrollo sostenible requiere invertir, en buena medida, el sentido de las vinculaciones entre desarrollo y recursos naturales. Se trata de buscar una armonización y complementariedad de intereses, manteniendo el equilibrio entre el crecimiento económico y los límites y capacidades del propio entorno, a fin de posibilitar no los mayores rendimientos inmediatos, sino el bienestar de los ciudadanos en el medio y largo plazo.

Para acercarse a la consecución de estos complejos objetivos es preciso reformular el concepto tradicional de *política hidráulica* conduciéndolo hacia el más global de *política del agua*, y entendiendo por tal política el conjunto de *acciones de las administraciones públicas*, a distintos niveles y en diversos ámbitos, que afectan al desarrollo, asignación, preservación y gestión de los recursos hídricos.

Desde luego, es obvio que cualquier individuo, grupo o asociación puede tener opiniones y actitudes distintas relativas a tal política, pero es conveniente referirse a la política del agua vinculándola estrictamente a las actuaciones de los poderes públicos, pues ha de suponerse que éstos expresan la voluntad mayoritaria del cuerpo social.

Debe notarse que hablamos de acciones, de *hechos*, y no de ideas o declaraciones de intención. Desde luego que los hechos, en política, han de basarse en ideas subyacentes, y deben obedecer al desarrollo de una previa reflexión intelectual, pero, lamentablemente, ha

sido frecuente que tales reflexiones -producidas en el campo del agua con gran intensidad desde hace décadas-, y los pronunciamientos conceptuales y normativos a que han conducido, no se han visto reflejados en la realidad cotidiana de las actuaciones públicas sobre el agua. Un claro y contundente ejemplo de esta divergencia entre teoría y praxis ha sido siempre el de la legislación española de aguas, y en particular la Ley de 1985, que, tras 15 años de su promulgación, aún está, en buena medida, por aplicar.

Por otra parte, la referencia a actuaciones de los distintos poderes públicos conduce directamente al problema de la integridad y unicidad de tales políticas, o dicho de otra forma, al problema de la *coordinación* administrativa. Como es lógico, la construcción abstracta jurídico-administrativa de nuestro ordenamiento ha de asegurar tal integridad y existencia de principios unificadores. Sin embargo, en la realidad, los objetivos y acciones de las distintas administraciones y poderes del Estado no están, con frecuencia, coordinados. Incluso dentro de una misma administración pueden darse tales divergencias, y, más aún, un mismo organismo puede estar desarrollando simultáneamente acciones con objetivos contrapuestos entre sí.

Esta falta de coordinación y multiplicidad de objetivos es una cuestión importante en el estudio de la política del agua. Desde luego que éste no es un fenómeno reciente ni exclusivo del caso español, pero la organización administrativa del Estado de las Autonomías, y sus a veces confusas relaciones competenciales, ha añadido una mayor complejidad y ha favorecido la dispersión - cuando no la abierta oposición - de objetivos y de normas territoriales y sectoriales, tal y como se ha puesto de manifiesto en otros epígrafes de este documento. El mecanismo previsto en nuestro ordenamiento para esta coordinación administrativa territorial y sectorial es el de la planificación hidrológica, pero tanto la novedad de esta técnica como la falta de experiencia en su aplicación -apenas ahora comienzan a regir los primeros planes- no permiten aún pronunciarse sobre cual será su verdadera eficacia.

Resulta, pues, llamativo que las mayores críticas a esta figura se centren en subrayar su *complejidad tecnocrática*, sin reparar en la muchísimo mayor complejidad jurídica, competencial, y de intereses políticos y territoriales que una planificación prudente, razonable y consensuada podría integrar y superar, tal y como alguno de los Planes Hidrológicos recientemente aprobados ha puesto ya de manifiesto. Habrá ocasión de referirnos con detalle a estas importantes cuestiones, a los problemas de coordinación, y a las posibilidades e instrumentos que podrían hacerla posible.

4.1.2. La naturaleza institucional de la política hidráulica

Generalmente, todas las cuestiones relacionadas con el agua han tenido siempre un carácter marcadamente institucional. El agua ha sido un elemento sometido a fuerte regulación, en mayor medida que otros recursos y bienes, y especialmente en las zonas en que no era abundante. Ello ha dado lugar a que las leyes, normas y estructuras administrativas hayan influido más que la iniciativa de los particulares o las fuerzas del mercado, en el resultado final que ahora se observa en el aprovechamiento de los recursos hídricos.

La preocupación por regular el recurso puede explicarse por su carácter de bien absolutamente necesario para el desarrollo de la vida y, en particular, para el desarrollo humano, lo que le da un valor simbólico y social que lo diferencia de otros bienes de consumo y factores de producción. Por otro lado, la ausencia de los elementos propios del mercado -con algunas muy interesantes excepciones históricas- puede justificarse por el hecho de que su renovación se produce de forma natural y periódica, y por la percepción de relativa abundancia o, al menos, de la existencia de caudales globales excedentarios en relación a las necesidades existentes, si bien esta situación ha ido cuestionándose cada vez más a lo largo de este siglo, especialmente en las zonas áridas o semiáridas, a medida que la escasez ha ido haciéndose más palpable.

Quizá por ello, en la política hidráulica desarrollada bajo las premisas y circunstancias anteriormente explicadas, se daba por supuesto que las actuaciones de fomento de infraestructuras hidráulicas estaban justificadas desde el punto de vista económico, aunque explícitamente no formaran parte de los proyectos los estudios justificativos de las inversiones a realizar por el Estado, limitándose aquéllos normalmente a desarrollar las soluciones propuestas desde los puntos de vista legal e ingenieril en el entendimiento -por otra parte correcto en la mayoría de los casos- de que el balance socioeconómico resultaría favorable. En un contexto de autarquía económica las demandas de incremento de regadíos se percibían por todos como indudablemente legítimas, y la fijación desde los 50 del crecimiento económico como objetivo nacional no hizo sino reforzar esta percepción.

La normativa legal ha sido y es un instrumento determinante en la política hidráulica. Pero hay que tener en cuenta que buena parte del contenido del derecho de aguas tiene un significado económico, por cuanto que se refiere al establecimiento de un marco en el que se desarrollan las actividades y el comportamiento económico de los individuos y de las empresas. Por tanto,

la mayoría de los criterios y objetivos del derecho de aguas tienen consecuencias económicas inmediatas.

En España, esta regulación legal de los usos del agua tiene, como se ha mostrado, una muy larga tradición. El Estado moderno como titular de las competencias relacionadas con el agua y como gestor del dominio público hidráulico ha sido quien ha definido y administrado el derecho al uso del agua. Así, la Ley de Aguas de 1879, y su precedente la Ley de 1866, han sido las normas básicas del derecho de aguas en España. En ellas se declaraba el carácter público de las aguas superficiales cuyo uso se regulaba por el procedimiento de concesión administrativa. La vigente Ley de 1985 ha seguido en esta línea, incluyendo también las aguas subterráneas en el dominio público hidráulico e introduciendo nuevos aspectos, especialmente los relativos a la planificación hidrológica, que persiguen racionalizar y sistematizar las decisiones de política hidráulica.

En lo que se refiere a la estructura administrativa, desde los años veinte existe en España una organización descentralizada basada en las Confederaciones Hidrográficas. En estos organismos territoriales, de alguna manera, se delegaron las competencias del Estado en política hidráulica, con objeto de adaptar la organización administrativa a la realidad que demandaba la gestión unitaria y funcional del agua, respetando para ello la cuenca hidrográfica como ámbito espacial de actuación. El importante papel jugado por estos Organismos, con sus luces y sombras, será examinado en el correspondiente epígrafe, junto con la fundamental cuestión de las Comisarías de Aguas, verdaderas titulares de las soberanas potestades administrativas en materia de aguas, y que desde su creación tuvieron, por su propia naturaleza, una visión mucho más vinculada a la gestión y administración de los recursos hídricos que a la ejecución de obras.

Aunque a partir de los años cuarenta se acentúa el carácter centralista del Estado, las Confederaciones Hidrográficas que en aquella época existían siguieron siendo los instrumentos para llevar a cabo una política hidráulica, muy orientada en esta época hacia la expansión de las obras hidráulicas. Hay que esperar hasta finales de la década de los sesenta para que se inicie un movimiento tendente a devolver a las Confederaciones una mayor autonomía y el papel de organismos integradores de los intereses de los usuarios de los distintos aprovechamientos, que tuvieron en su origen. No faltan, por otra parte, opiniones que consideran que la Administración hidráulica no tiene una organización adecuada, acusándola de ineficaz, de estar demasiado burocratizada, destecnificada y de no tomar suficientemente en consideración los intereses de los usuarios, lo que en un contexto legal de fuerte control administrativo de las aguas sería, a juicio de sus críticos, un problema especialmente preocupante. Volveremos sobre esta fundamental cuestión más adelante.

Por otra parte, y como ya se ha reiterado, la nueva organización del Estado hace que existan ahora importantes competencias repartidas entre la Administración Central y las Administraciones Autonómicas, aparte de otras propias de la Administración Local. Esta situación, relativamente nueva por cuanto que deriva de la Constitución de 1978, introduce un elemento adicional a tener en cuenta en los planteamientos actuales de la política hidráulica y la orienta hacia una vía de participación y coordinación entre las distintas instancias territoriales. En efecto, algunas iniciativas de las Administraciones Autonómicas pueden tener una gran repercusión sobre la ordenación de los recursos hídricos y condicionar decisiones que corresponden al ámbito competencial del Estado, y viceversa.

Un último aspecto que vale la pena señalar y que insiste en el carácter institucional de la utilización del dominio público hidráulico, en este caso por el lado de la demanda, es la exigencia que impone la vigente Ley a los usuarios de una misma toma o concesión, de constituir una Comunidad de Usuarios. Este hecho significa un fuerte respaldo a una figura secular de autoadministración en el derecho de aguas español, tradicionalmente regida por usos y costumbres. Dichas entidades tienen ahora el carácter de Corporaciones de Derecho Público, adscritas a los Organismos de cuenca y, además de velar por el cumplimiento de sus Estatutos y Ordenanzas, deben vigilar por el buen orden del aprovechamiento.

Como puede verse, disposiciones legislativas, marcos reguladores, estructuras administrativas, organización del Estado, asociaciones de usuarios, usos y costumbres… elementos todos que subrayan este fuerte carácter institucional, lo intensifican mucho más que en otras políticas económicas, y han hecho a la política del agua menos interesada por los mercados y los precios que por el contexto institucional, tal y como se ha puesto de manifiesto reiteradamente en la literatura. (v., p.e., Ciriacy Wantrup [1967]; Aguilera [1995a]; Maass y Anderson [1978]).

Tales influencias institucionales son, a su vez, tan diversas, generalizadas, dispersas en el tiempo y el alcance, tan difíciles de identificar y valorar, y tan relacionadas con las preferencias políticas y las experiencias y sesgos personales del que las estudia, que así como existen abundantes trabajos descriptivos de su funcionamiento (baste recordar, p.e., los numerosos trabajos publicados sobre las Confederaciones,

Comisarías y Administraciones hidráulicas), no es frecuente que se aborden análisis organizativos y funcionales que diseccionen tal complejidad desde una perspectiva analítica (siguiendo el ejemplo anterior, análisis estructurales con propuestas organizativas viables y eficaces, que concluyan en la forma de reformar y mejorar estas administraciones).

Cuando, en ocasiones, estas propuestas se han formulado, suelen adolecer de planteamientos ingenuos, parciales, y simplificadores de la realidad, cuando no abiertamente pueriles, como la pretensión de que los problemas de la Administración hidráulica se pueden resolver incorporando personal con ciertas titulaciones. Es cierto que resulta deseable extender las especializaciones presentes en la Administración del agua (y ciertos pasos se han dado en este sentido), pero esto no supone, en modo alguno, garantías de mejora si no va acompañado de otras medidas organizativas de mucha mayor complejidad y calado.

Así pues, ninguno de los análisis institucionales sectoriales realizados - aún desarrollados con el mayor rigor - se ha mostrado enteramente omnicomprensivo de esta complejidad organizativo-institucional. Es el caso, p.e., del régimen de asignación de las aguas en los territorios de escasez, en los que el carácter vital de este recurso ha generado un sistema de funcionamiento real que en modo alguno puede ser plenamente entendido con el mero estudio de las normas que lo regulan.

4.1.3. Nuevos conceptos y planteamientos

Las nuevas cuestiones relacionadas con el agua que han ido surgiendo en los últimos años, y a las que se ha hecho referencia en los capítulos y epígrafes anteriores, han dado lugar a un nuevo contexto en el que se requieren nuevas bases sobre las que replantear la política de aguas del futuro.

Además, su carácter fuertemente institucional, puesto de manifiesto anteriormente, exige una contemplación globalizadora y multifacética en la que tecnología, derecho, economía y sociología se entrecruzan y convergen.

De igual modo, el carácter institucional conlleva la posibilidad de distintas orientaciones conceptuales e ideológicas, y en los nuevos planteamientos sobre la función de las instituciones en la política hidráulica se combinan unos de carácter más intervencionista que defienden la extensión de la acción del Estado a nuevas áreas (por ejemplo, el control sobre la calidad del agua en los cauces, o sobre la reserva efectiva de determinados cantidades de agua como valor medioambiental), con otros de carácter más liberal que consideran que el agua es sobre todo un bien productivo. De ahí el interés por estudiar los aspectos económicos de las acciones incluidas en la política hidráulica, en temas tales como el perfeccionamiento de los análisis coste-beneficio de las inversiones públicas en obras hidráulicas, la búsqueda de procedimientos que aproximen tarifas y costes, el análisis sobre el papel de los precios y el mercado en el reparto del agua, etc. Los resultados de estos análisis cuestionan con frecuencia la racionalidad económica de determinadas actuaciones públicas, y abren el debate sobre la conveniencia de mantener o no ciertas regulaciones.

Gran debate, pues, político y social, en el que se ahondará más adelante, y que se inserta plenamente en la crisis del modelo tradicional, a la que nos referimos en las próximas secciones.

4.2. LA CRISIS DEL MODELO TRADICIONAL

No puede formularse un correcto diagnóstico de la situación del presente, ni, en consecuencia, es posible ningún planteamiento bien fundado para el futuro, sin el conocimiento de lo que se ha venido en llamar el *modelo tradicional* de la política hidráulica, y la reflexión sobre sus claves y significado histórico.

En los epígrafes que siguen se pasará revista a estas cuestiones exponiendo los antecedentes y coyunturas históricas más relevantes desde el pasado siglo, para analizar posteriormente los rasgos definitorios de la actual situación, la persistencia en ella de los rasgos del pasado, y las profundas fallas abiertas en algunos de sus viejos axiomas.

Se concluirá planteando, de forma inequívoca, la necesidad de un replanteamiento en nuestra percepción de los problemas del agua, y de profundas reformas en los objetivos y medios con que estos problemas han venido abordándose en nuestro país.

4.2.1. Antecedentes y coyunturas históricas

Para mejor comprender lo que se viene llamando el *modelo tradicional de la política hidráulica*, y las razones concurrentes que han desembocado en su crisis, es conveniente situar la mirada en la segunda mitad del pasado siglo, en que se produce la germinación intelectual que daría lugar a este modelo, y se configuran los que serían sus rasgos básicos, perpetuados en lo sustancial hasta el momento presente.

Este siglo es, a su vez, heredero de una muy rica historia anterior, que extiende sus raíces hasta la despa-

trimonialización medieval, ya estudiada en el contexto de los antecedentes jurídicos del derecho al uso del agua.

4.2.1.1. Las iniciativas particulares de la segunda mitad del siglo XIX

Situándonos, a la hora de presentar este breve apunte histórico, en el siglo XIX, podemos decir que el desarrollo hidráulico se inicia, en la mayor parte de España, bajo el supuesto implícito de una sobreabundancia del recurso en la naturaleza para los usos existentes, aunque con escaseces coyunturales en períodos y lugares determinados, lo que da lugar a una serie de incipientes actuaciones de regulación y de transporte del agua (sobre todo, presas y canales) propiciadas por las necesidades de los particulares.

Para hacer frente a estas necesidades, en una etapa previa que podríamos considerar extendida a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, las actuaciones corresponden fundamentalmente - aunque en general a pequeña escala y con altibajos - a la iniciativa privada. El papel del Estado se limita, en esta época, a aportar seguridad a los usuarios mediante un régimen favorable de utilización de agua, estableciendo cánones a cobrar por parte de las empresas promotoras de obras hidráulicas a los beneficiarios de las obras, y otorgando beneficios fiscales o subvenciones. Los intentos para que la actuación del Estado no fueran sólo de fomento se veían, por otra parte, limitados en la práctica por los problemas financieros de éste y su bajo nivel de inversiones, y por otros problemas tales como las dificultades planteadas, en el ámbito local, por los aprovechamientos ya instalados, que impedían un ejercicio efectivo de la titularidad estatal.

Finalmente, la crisis agraria que había reducido la capacidad inversora del sector, además de los problemas citados, condujo a que esta política tuviera escasa efectividad de cara a la extensión de zonas de riego, principal objetivo de las iniciativas de este período. Debe señalarse, no obstante, que hubo matices diferenciales a lo largo de este proceso histórico entre los distintos territorios, en concreto entre la meseta y el litoral levantino, y aún dentro de este ámbito espacial, entre Cataluña y Murcia, por ejemplo.

En este período, están todavía consolidándose las formas de apropiación del agua (derecho de uso o de propiedad) y otros aspectos jurídicos importantes, como las relaciones entre los derechos que se derivan de la adquisición de una parcela y los relativos al acceso al agua que la riega, existiendo tanto situaciones de vinculación como de separación entre ambas (debe notarse la importancia que tiene esta cuestión, pues las vinculaciones tierra-agua son un pilar del ordenamiento posterior, y una cuestión muy recientemente replanteada en la moderna discusión sobre la titularidad privada y los posible mercados del agua). En este periodo se promulgan las leyes de aguas de 1866 y 1879, vigente esta última durante más de un siglo, hasta que en 1985 entra en vigor la actual Ley.

4.2.1.2. La necesidad de intervención pública y el fomento de los riegos por el Estado

La escasa trascendencia práctica de los instrumentos utilizados hasta entonces, junto al sentimiento de crisis y de necesidad de búsqueda de soluciones a los problemas nacionales que eclosiona en el 98, hicieron que, sin variar las ideas fundamentales respecto a los aprovechamientos del agua, se popularizara un concepto de política hidráulica en el que se propugnaba una intervención más directa del Estado. A este hecho contribuyó también la percepción de la escasa capacidad existente en la estructura productiva española para afrontar, con alguna probabilidad de éxito, los retos que la creciente implantación de la dinámica propia de la economía de mercado suponía para la agricultura, y que en los países más avanzados de Europa ya se habían asumido. En concreto, si no se ejecutaban importantes infraestructuras hidráulicas para transformar áreas de secano en regadío, difícilmente se podría competir en los mercados de productos agrarios. La envergadura de estas actuaciones indujo a recabar el auxilio del Estado, y configuró los fundamentos del regeneracionismo.

Hay que resaltar que para los principales defensores de esta política, la justificación de la intervención del Estado para que desarrollara una política hidráulica de gran calado estriba, en primera instancia, en la necesidad de resolver los problemas económicos y de atraso secular en que estaba sumiéndose España. Para cubrir este objetivo, y con admirable audacia y percepción de los problemas de su tiempo, Joaquín Costa centra su atención en el sector agrario y en la mejora de su productividad, lo cual puede y debe alcanzarse mediante la aplicación del agua para regadío (Costa, 1880). Tras la crisis del 98, el movimiento regeneracionista preconiza una revolución en la economía nacional, en la cual autoabastecerse es un fin esencial. Para tal fin el campo español tiene que producir mucho más, convirtiéndose la agricultura en la base de la economía española (aportando al PIB del orden del 60%).

En opinión de Costa y los regeneracionistas, al tener España una economía fundamentalmente agraria, el objetivo de aumentar la riqueza nacional requería sobre todo aumentar la producción agrícola, para lo cual consideraban imprescindible la extensión de las

superficies de riego. De esta manera, no solo se mejoraban los rendimientos, sino que se abría la puerta a la necesaria diversificación de cultivos que permitiera mejorar la rentabilidad de los territorios abocados hasta ese momento a orientaciones de baja productividad. En una segunda etapa, Costa empieza a perseguir también objetivos sociales, defendiendo la idea de una política hidráulica que trasformase la agricultura para frenar el empobrecimiento del campesinado y favorecer la creación de una pequeña propiedad agraria independiente. En el último peldaño de este razonamiento se interrelacionan, por tanto, dos conceptos: los deseables cambios sociales y la gestión de los recursos hídricos, empezando a identificar en éstos la solución a algunos de los problemas sociales.

Política hidráulica, por tanto, significaba entonces para España política agraria, y dada la importancia que el sector agrícola ha tenido en la economía española, política económica. Esta es una de las ideas centrales, definitorias, que subyacen en la concepción del modelo tradicional.

Como se verá al revisar los antecedentes de la planificación hidrológica, estas ideas de Costa son, en buena medida, recogidas por el Gobierno al aprobar el Plan Gasset de 1902, que incorporaba la lista de obras de pantanos y canales a desarrollar a corto plazo.

En definitiva, y desde el punto de vista de lo que hoy entendemos por sistemas de explotación, la política hidráulica de la época se desenvuelve en una situación de precariedad y aprovechamiento inconexo, sin una percepción global y explotación coordinada de los recursos hídricos, en la que se trata de dar soluciones individualizadas a problemas particulares, y movilizar recursos para contribuir al desarrollo económico del país a través del regadío. En parte, esta visión parcial es debida también al insuficiente conocimiento que se tenía de las características hidrológicas de los ríos - apenas existían inventarios y cartografía de detalle- y a la escasa consideración que merece la idea de cuenca hidrográfica como concepto operativo. En resumen, podría afirmarse que no existía todavía una política hidráulica coherente, coordinada con otras actuaciones sectoriales del Estado y globalizadora en el sentido en que hoy debe ser entendida.

4.2.1.3. El desarrollo de las infraestructuras. *La Gran Hidráulica*

El progresivo incremento de la regulación de los cursos fluviales y de los aprovechamientos, tanto para riegos, como para abastecimientos e incluso producción hidroeléctrica, conduce a unos planteamientos de mayor racionalidad e integración en las actuaciones relacionadas con los recursos hídricos. Así, Lorenzo Pardo (1924) extiende los aspectos agrarios de Costa a los industriales y sociales, completando así la concepción integral confederativa.

En efecto, fruto de este nuevo enfoque es la creación en 1926 de la Confederación Hidrográfica Sindical del Ebro**,** uno de cuyos principales objetivos es obtener el mejor aprovechamiento de las aguas de manera que se rentabilice la *potencialidad económica* de los territorios hidrográficos. Sin duda, la definitiva implantación del concepto de cuenca vertiente como unidad territorial básica para desarrollar la gestión del agua constituye un intento original y pionero de aproximación integral al planteamiento de los problemas, que pocos años después sería imitado por la célebre Autoridad del Valle del Tennessee, inspirada en principios similares.

Como se verá al revisar los antecedentes de la planificación hidrológica, un hito importante en esta tendencia hacia el aprovechamiento integral del agua se produce - aún de forma muy primitiva - con el Plan de Obras Hidráulicas de 1933, y esta orientación continúa en los sucesivos planes posteriores a éste.

A partir de los años cuarenta y especialmente en las décadas de los cincuenta y sesenta, como se vio al tratar de las presas de embalse y exponer su evolución-se produce un muy fuerte desarrollo en la construcción de obras hidráulicas, especialmente embalses, como consecuencia, por una parte, de la atención preferente del Estado a las obras de regulación para regadíos y por otra, al fuerte incremento experimentado por los aprovechamientos hidroeléctricos, bajo la iniciativa privada. La política hidráulica sigue participando en buena medida de las ideas regeneracionistas (Díaz-Marta, 1997) y siendo básicamente un instrumento de política agraria: en la inmediata posguerra, con el objeto de aumentar la productividad y conseguir el abastecimiento nacional y, a partir de 1960, para diversificar la producción agraria y equilibrar la balanza comercial. Un ejemplo de esta intervención pública en una cuenca, y su evolución institucional frente a las distintas coyunturas, es el mostrado por Melgarejo Moreno (1995).

Como consecuencia de todo lo anteriormente expuesto, el agua pasa a ser más un recurso regulado que un recurso natural, de modo que cuando a mitad de la década de los años sesenta se redacta el II Plan de Desarrollo, se plantea como necesidad el aprovechamiento integral de los recursos porque se considera que España ha entrado ya en una fase de madurez hídrica (fase que indicativamente podría considerarse alcanzada cuando las demandas superan la mitad de

los recursos naturales). Estas profundas transformaciones tecnológicas y socioeconómicas fueron posibilitadas por el advenimiento de lo que, por oposición a los modos de producción tradicionales, se ha llamado *la gran hidráulica* (Hérin, 1990), es decir, la disponibilidad de medios técnicos para operar a gran escala, retener y movilizar grandes caudales a grandes distancias, y explotar masivamente las aguas subterráneas a profundidades vedadas hasta entonces.

La figura 367 muestra la evolución temporal conjunta, en las últimas décadas, de cinco series básicas, ya ofrecidas en epígrafes previos, y que son bien indicativas del desarrollo de los recursos hidráulicos en España: la superficie de regadío existente, la potencia hidroeléctrica instalada, el volumen de embalse disponible, el volumen de agua subterránea empleada y la población española. Basta reparar en el extraordinario crecimiento registrado desde los años 50 - no de alguna fracción porcentual, sino *de órdenes de magnitud* - para comprender la enorme dimensión y celeridad de los procesos y transformaciones comentados, y percibir que la actual presión sobre los recursos hídricos es un fenómeno muy reciente, iniciado apenas hace 50 años.

Los resultados de estas transformaciones son evidentes: los paisajes agrarios, la geografía del agua, la vida rural, las formas de producción agrícola, el abastecimiento de las ciudades, la calidad de las aguas… han experimentado cambios sustanciales, que resultan perceptibles en una sola generación.

Por otra parte, debe indicarse que esta evolución temporal, acelerada en los años 50, no es específicamente española, sino que se ha observado en muchos otros países, y a la escala agregada mundial (Postel [1993]).

4.2.1.4. Aprovechamiento inconexo y aprovechamiento integral

Como se ha apuntado, y sintetizando las ideas expuestas, en el comienzo de la utilización de los recursos hídricos de un territorio, existe, por lo general, una situación de suficiencia hídrica que permite satisfacer las modestas necesidades existentes. Con el paso del tiempo, las exigencias tienden a crecer, y comienzan a producirse desajustes entre estas necesidades y la disponibilidad de los recursos para atenderlas. Ante ello, se suele recurrir a la ejecución de infraestructuras que permitan aumentar la regulación de los ríos o acuíferos en un punto concreto, y para la satisfacción de esta demanda concreta y localizada. Como ejemplo de lo anterior cabe apuntar que el concepto de hiperanualidad o el de regulación múltiple surgen en tiempos muy recientes, siendo quizá el de Valdeinfierno, en la cuenca del Segura, el primer caso de presa que se construye aislada, sin demanda propia asociada, y destinada a complementar la regulación de otra (Puentes) situada muchos kilómetros aguas abajo.

Esta situación tradicional, que asocia la obra de regulación a la atención de una determinada demanda, biunívocamente asociada a la primera, se enmarca pues, en etapas de desarrollo hidráulico caracterizadas por una relativa abundancia de recursos frente a la demanda, en las que los problemas hidráulicos de una cuenca se tratan de forma independiente, y los aprovechamientos se desarrollan con carácter aislado. En estas condiciones, las obras de regulación se programan para cada utilización concreta que se plantea, sin interconexión alguna. Son las etapas que, como ya se ha indicado, el *II Plan de Desarrollo Económico y Social* (1967) denominó de *aprovechamiento inconexo* o de *oportunidad*.

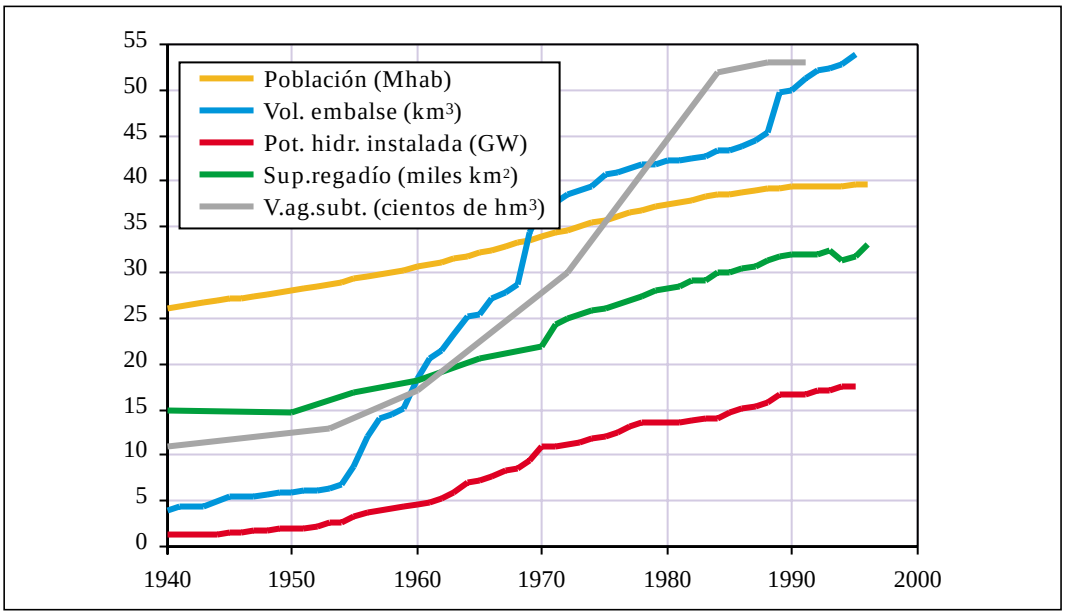


Figura 367. Evolución en las últimas décadas de algunas magnitudes básicas indicativas del desarrollo hidráulico

A medida que la utilización del agua aumenta, comienzan a producirse interdependencias entre los problemas hidráulicos de los distintos puntos, se posibilita la satisfacción de las demandas con recursos procedentes de fuentes alternativas, y se producen interconexiones entre diferentes zonas. En esta etapa de mayor madurez hídrica o de *aprovechamiento integral*, los embalses se convierten en elementos de un sistema más amplio territorialmente y de mayor complejidad técnica, en el que el funcionamiento independiente de cada embalse o acuífero no resulta adecuado para resolver los problemas de gestión planteados, que requieren el uso conjunto de todo el sistema.

Debe indicarse que se ha empleado el término de *madurez hídrica* en el sentido de un estadio de desarrollo y evolución posterior al inicial, y que no se pretende en modo alguno sugerir que el aprovechamiento integral de los recursos sea un estado deseable. Antes bien, tal apetencia de aprovechamiento ha dado lugar, en múltiples ocasiones, a situaciones de grave degradación e insostenibilidad que distan mucho de resultar aceptables. La definitiva y verdadera madurez vendrá cuando estos efectos indeseables se hayan superado, y se alcance un uso racional, prudente y sostenible, de nuestros recursos hídricos en todo el territorio.

En la actualidad, y tras el enorme desarrollo hidráulico de las últimas décadas, en una parte importante de España se ha alcanzado ya esta fase de aprovechamiento integral, y en ocasiones incluso se ha superado, llevando a la necesidad de allegar recursos externos, lo que implica un fundamental cambio de modelo en el uso de los recursos hídricos, cuyas consecuencias van más allá de la mera consideración técnica de la explotación de sistemas interconectados.

En efecto, piénsese en el problema de las concesiones que, reglamentariamente, señalan la toma y río específico cuyas aguas se conceden, mientras ese río o esa zona de suministro pueden atenderse con aguas de diferentes orígenes. La normativa prevé, desde luego, esta posibilidad de cambios de toma, pero no sin complicados expedientes intermedios. O piénsese en los problemas de modificación de la calidad del agua por las mezclas de distintos orígenes. O piénsese en el problema de computar los cánones de regulación y tarifas de riego en sistemas complejos e interconectados, donde los efectos de mejoras en la regulación no son separables y evidentes, la imputación de costes relativos a los beneficiarios tampoco es evidente, y su cálculo riguroso resulta mucho más complicado que el caso trivial de una presa única que atiende en exclusiva a una zona de riego. En definitiva, mayor desarrollo, mayores usos, mayor presión sobre el recurso… nuevas coyunturas que generan nuevos problemas técnicos, y que sugieren la necesidad de reconsiderar los planteamientos tradicionales para su adecuación al momento presente.

Pero, por otra parte, tal reconsideración ha de ir necesariamente mucho más allá, pues junto con estas nuevas complejidades tecnológicas, en las últimas décadas se ha asistido a un proceso de vastísimas transformaciones sociales, económicas, políticas y culturales, que hacen que los argumentos y criterios clásicos hayan entrado en una profunda crisis, y deban ser repensados y reformulados para el futuro.

En los próximos epígrafes se pasará revista a algunos de estos nuevos condicionantes y discursos, cuya emergencia en los últimos años ha exacerbado la crisis del modelo tradicional.

4.2.2. La emergencia de nuevos agentes sociales y la multiplicidad de los discursos

Junto con las coyunturas de desarrollo socioeconómico y tecnológico que han propiciado el *cambio de escala* hidráulico al que ya se ha aludido, y acaso como correlato de este desarrollo socioeconómico, se ha producido un cambio muy importante en los agentes sociales que tradicionalmente han configurado la política hidráulica clásica.

Recientemente, y procedentes del campo de la sociología, se han realizado muy penetrantes análisis sobre esta cuestión, (Pérez-Díaz et al., 1996) concluyendo con lucidez en la erosión de la *comunidad de política hidráulica* tradicional, y su mutación en una comunidad mucho más compleja y extendida, con cambios en su estructura, actores y grupos de interés.

En efecto, cabe hablar de una comunidad de política hidráulica tradicional formada en su núcleo por políticos, administradores, economistas e ingenieros al servicio de la administración, agricultores regantes, y empresas de construcción. Todos ellos operaban cohesionados por la unidad de organización político-administrativa y el consenso tácito en cuanto a los objetivos que debían conseguirse y los instrumentos a utilizar.

En los años ochenta y noventa, y al igual que ha sucedido en otros países, tal comunidad ha experimentado una profunda evolución.

Por ejemplo, es dudoso que, aún dentro de la esfera administrativa, exista ahora esa unanimidad de criterio en cuanto a lo que resulta conveniente y, por tanto, debe promoverse y ejecutarse. Los intereses y sensibilidades de organizaciones antes unidas en el común objetivo de la ampliación de regadíos (como la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario, operando conjunta-

mente mediante los planes coordinados de obras) son hoy bien distintos, cuando no divergentes: ante las posibles ampliaciones de regadío futuro, la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas - ahora en el Ministerio de Medio Ambiente - ha de adoptar una posición de coordinación con otros intereses sectoriales en el seno de la planificación hidrológica, sin que deba tener en estos momentos interés especial alguno en la orientación que deban tomar estas políticas sectoriales más allá de su verdadero objetivo básico que no es sino procurar la utilización racional del agua, su protección, y la preservación del medio ambiente.

Por otra parte, esta unanimidad de criterio no parece existir tampoco en agentes tan importantes como los usuarios del regadío, entre los que se dan ahora diversas tendencias y orientaciones, con criterios no siempre coincidentes con respecto a cuestiones tan importantes como la financiación y explotación de las obras, el pago del agua, etc.

Asimismo, conceptos tradicionalmente bien establecidos como los de *usuarios* del agua o afectados por las obras hidráulicas podrían requerir, también, cierta reconsideración conceptual (Garcés [1998]; Bartolomé [1998]; Sánchez Blanco [1985]).

Además de estas diferencias dentro de los actores clásicos, se ha producido internacionalmente una ampliación de éstos (nuevos movimientos sociales, representaciones políticas, líderes locales, grupos de presión, etc.) que han aumentado la complejidad del problema, han contribuido a redefinir los debates sociales, y han influido apreciablemente sobre la opinión pública, a través de los medios de comunicación. Un muy conocido ejemplo de tal influencia es, por ejemplo, el libro de Reisner (1986) sobre el Oeste americano, o el de Postel (1993) sobre los problemas del agua a escala global.

Esta influencia sobre los medios no siempre se ha visto a su vez correspondida en los mismos por respuestas y explicaciones de los poderes públicos respecto a sus actuaciones, por lo que se ha creado una profusión informativa, en gran medida crítica y unidireccional, que por desgracia no siempre ha contribuido honestamente a exponer puntos de vista y clarificar los problemas, sino que, en ocasiones, repitiendo prejuicios y discursos similares ante problemas distintos, simplificados hasta la caricatura, y que en realidad se ignoran, los han exacerbado artificiosamente.

Por otra parte, y como es lógico, esta proliferación de voces y opiniones no ha sido únicamente generadora de confusión, sino que ha traído también consigo importantes resultados positivos. Así, la exposición razonada de nuevos argumentos y puntos de vista (económicos, históricos, ambientales…) ha permitido repensar viejos problemas y situaciones hidráulicas con nuevas perspectivas, ha aportado nuevas luces, y ha cuestionado positivamente la forma de deliberar y de decidir en la política del agua.

A este respecto, es de destacar el influyente papel que, desde el campo de la defensa del medio ambiente, han jugado las organizaciones no gubernamentales en la definición de una nueva política del agua, especialmente a lo largo de las dos últimas décadas. Sin duda, la contribución de estas organizaciones en la creación de una mayor conciencia social sobre la necesidad de protección de los recursos naturales, ha resultado decisiva.

Por otra parte, se han propuesto también desde algunas instancias ciertas ideas de pretendida novedad, reclamadas a los poderes públicos como urgentes y necesarias. Sin perjuicio del interés objetivo que pueden tener muchas de estas propuestas, la realidad es que, junto a alguna aportación verdaderamente nueva y valiosa, con frecuencia constituyen redenominaciones de conceptos conocidos y formulados desde muy antiguo (y recogidos incluso formalmente en el ordenamiento jurídico), mezclados en ocasiones con un cierto voluntarismo ingenuo y simplificador, que les resta buena parte de su posible eficacia.

Con todo, es seguro que esta situación de emergencia de nuevos agentes sociales y diversidad de discursos no se debe a ningún fenómeno coyuntural, sino que tenderá a mantenerse y extenderse en el futuro. Es deseable que así sea, pero ha de indicarse que la mayor participación no es un bien positivo en sí mismo, sino que requiere necesariamente que se lleve a cabo desde posiciones iniciales honestas, informadas y rigurosas. Los inmensos beneficios que reporta la diversidad de ideas y el contraste de puntos de vista pueden verse anulados y tranformarse en negativos e inconvenientes cuando se sustituyen por la proclama, la trivial simplificación, el tópico, el descrédito del otro, y la autocomplacencia.

Actitudes como estas, pueriles y frívolas, asoman con frecuencia en el mundo del agua -acaso no solo en ese mundo- tanto desde las administraciones como desde los movimientos políticos, las organizaciones sociales, los que podríamos calificar como líderes de opinión hidráulica, y los medios de comunicación, con lo que el deseable debate pierde toda su eficacia y se transforma en una suma de monólogos, y una excusa para la tosca autoafirmación de cada cual con respecto a sus inamovibles y dogmáticas posiciones de partida.

Todo ello no revela, en última instancia, sino una grave dificultad de fondo para llegar a soluciones globales compartidas, responsables y maduras - en definitiva, democráticas - sobre los conflictos del agua, y

sugiere la necesidad de un esfuerzo colectivo de elemental prudencia, rigor y autocrítica. El papel de los medios de comunicación debiera resultar, en este sentido, de fundamental importancia.

4.2.3. Los crecientes costes ambientales

Como se ha puesto de manifiesto reiteradamente en las últimas décadas, los costes medioambientales de la política hidráulica tradicional son claramente crecientes, y en una tendencia fuerte, no coyuntural, que previsiblemente no cambiará de sentido a corto y medio plazo. Las razones para ello son evidentes y ya se han apuntado en diversos epígrafes de este documento: un recurso cada vez más escaso, sometido a mayores presiones, y con creciente competencia por su uso está obviamente abocado a una progresiva degradación que solo puede paliarse mediante ágiles y efectivos mecanismos de control, corresponsabilidad, regulación, incentivos privados, e intervención pública.

Como en los otros casos contemplados en este capítulo, se ha producido aquí también un sustancial cambio de escenario en relación al modelo tradicional, y nos encontramos ante un nuevo y complejo problema, de muy reciente formulación, y virtualmente inexistente hace apenas unas décadas.

Instrumentos técnico-jurídicos como el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, de reciente implantación en nuestra práctica administrativa, pasan a ser decisivos en el desarrollo de las obras hidráulicas, configurando así un escenario de actuación sustantivamente nuevo, y acaso aún no completamente asimilado.

4.2.4. Las incertidumbres de costes y beneficios

Como se apuntó anteriormente, uno de los pilares conceptuales que posibilitó durante décadas el desarrollo de las obras hidráulicas en España fue el convencimiento - casi siempre certero - de que los beneficios económicos del incremento de la oferta de agua justificaban ampliamente la inversión pública destinada a aumentar esta oferta. En los últimos años, este principio ha sido profundamente cuestionado tanto desde el punto de vista del coste de la producción como del beneficio inducido por el uso.

En efecto, en los últimos tiempos se han producido críticas que han puesto en duda las estimaciones oficiales sobre los costes de las obras, las estimaciones financieras de las grandes actuaciones, y sus desviaciones respecto a los resultados finalmente liquidados. Ello hace que cualquier análisis económico basado en tales estimaciones presente sesgos en favor de la actuación que se analiza, y la ausencia de evaluaciones ex-post no permite corregir tales sesgos con los datos finales.

Del otro lado, también se ha puesto recientemente en duda el beneficio generado por las grandes obras hidráulicas, sobre todo en el caso de las transformaciones en regadío. Son numerosos los expertos en temas agrícolas que dudan, no ya de la rentabilidad, sino de la propia viabilidad económica de numerosos regadíos españoles, dadas las cada vez más exigentes condiciones de la competencia internacional, con costes básicos mucho más reducidos, e inalcanzables en el contexto productivo español, aún en el supuesto de fuertes cuotas de subvención pública.

Naturalmente que estas dificultades e incertidumbres no deben hacer desistir de la implantación sistemática y reglada de los procedimientos de evaluación económica. Muy al contrario, estos procedimientos deben perfeccionarse y generalizarse (evaluación económica-impacto ambiental-análisis multicriterio) como prácticas de *evaluación* rutinarias y previas en el proceso de programación y priorización de actuaciones, proceso que habrá de ser necesariamente más complejo en la medida en que la contención del gasto y las limitaciones presupuestarias contengan las cuotas de inversión pública y se requiera por tanto una mayor finura en su asignación.

Este problema de la asignación de recursos escasos ha adquirido a su vez unas nuevas perspectivas en la materia que nos ocupa, pues los clásicos criterios de maximización de la renta nacional, como función objetivo a optimizar mediante las obras hidráulicas, han hecho también crisis, tal y como se muestra seguidamente.

4.2.5. La crisis de los objetivos económicos de la política hidráulica

En efecto, tal y como se ha puesto de manifiesto con lucidez desde el pensamiento económico (Ciriacy-Wantrup, 1967), se ha producido en las últimas décadas un desplazamiento intelectual sobre cuáles habían de ser los objetivos de la política hidráulica en el contexto de la intervención estatal y de las políticas públicas. La cuestión es tan importante desde el punto de vista conceptual que repasaremos brevemente sus fundamentos desde la perspectiva de la teoría económica, tal y como se ha expuesto en la citada referencia. Esta reflexión nos conducirá a entender cabalmente los fundamentos teóricos sobre los que han de reposar los objetivos de la política del agua. Debe apuntarse ya que, felizmente, estos objetivos son compartidos con los de nuestra planificación hidrológica, tal y como

han sido formulados en la Ley de Aguas, y tal y como entendemos que deben ser interpretados desde el punto de vista de los conceptos económicos clásicos.

En principio, y admitiendo la lógica hipótesis de acción global y dirección política unitaria de los gobiernos y poderes públicos, es obvio que los objetivos de la política del agua no pueden disociarse de los objetivos de las demás políticas. Todos estos objetivos sectoriales están interrelacionados y han de ser sustantivamente coincidentes, por lo que las políticas que los desarrollan han de orientarse en la misma dirección.

Un intento de formulación de criterios para las políticas públicas lo constituyó la construcción intelectual por Pareto, a finales del XIX, de la denominada e*conomía del bienestar,* uno de cuyos supuestos explícitos es el de las diferencias de preferencias y rentas individuales y los problemas de comparación y agregación de las utilidades individuales. Los economistas clásicos y neoclásicos fueron conscientes de estos problemas, y centraron su atención en el aumento de la renta nacional como principal criterio indicador del bienestar económico.

Hay que señalar que este enfoque no es en principio contrario al paretiano, pues en su opinión un aumento de renta agregada y una mayor igualdad en su distribución solían ir asociados, lo que implica que si la renta nacional aumenta también lo hará el bienestar económico, entendiendo que el bienestar aumenta si mejora la situación de al menos un individuo, compensando a los que salen perdiendo para que nadie empeore su situación. Este principio de compensación es uno de los objetos fundamentales de estudio y debate de la economía del bienestar, pues apenas existen políticas públicas que no empeoren la situación de alguien.

Desde un punto de vista teórico, el criterio de Pareto con compensación no coincide estrictamente con el del aumento de la renta nacional, pero este último puede considerarse una primera aproximación práctica al primero siempre que se den supuestos como los de que la política en cuestión no aumente apreciablemente la desigualdad en la distribución de la renta, y siempre que otras políticas estén actuando independiente y constantemente en la consecución de una mayor igualdad en esta distribución de la renta (p.e. progresividad de los impuestos sobre la renta, políticas sociales, etc.).

Así pues, desde un punto de vista teórico puede establecerse, con amplia unanimidad, que una correcta política del agua es aquella que, cumpliendo las restricciones ambientales y no introduciendo desequilibrios indeseables, consigue *maximizar la renta nacional,* y que la elección entre políticas alternativas puede hacerse optando por aquella que produce un mayor aumento de esta renta agregada. Esta conclusión teórica es de gran interés, pero dista mucho de ser operativa en la práctica ante el fundamental problema de la determinación de los óptimos económicos.

En efecto, desde los trabajos pioneros desarrollados en la universidad de Harvard en la década de los 50 y que cristalizaron en el ya clásico *Design of water-resource system,* (Maass et al., 1962) se ha asistido en las últimas décadas a una enorme eclosión de métodos y técnicas numéricas para la optimización y simulación matemática de los sistemas de recursos hídricos. Tal eclosión de nuevas técnicas y modelos se ha visto favorecida por el extraordinario desarrollo de las posibilidades computacionales, imprescindibles para abordar numéricamente tales problemas.

Estas operaciones de optimización se han orientado fundamentalmente a la minimización de los costes directamente asociados al no suministro de agua en las condiciones requeridas, y han buscado por tanto lo que podría llamarse una *ingeniería de la eficiencia,* de indiscutible utilidad. Pero la relación de estos déficit de suministro con los rendimientos económicos globales del sistema plantea serias dificultades teóricas y prácticas que solo pueden resolverse, y de forma aproximada, en sistemas muy reducidos.

Nótese que en estos pequeños sistemas (p.e. evaluar el dimensionamiento de un proyecto concreto de suministro de aguas), en los que sí cabe realizar una optimización tendente a maximizar el rendimiento económico de la actuación, el principio teórico al que nos hemos referido, de maximización de la renta nacional, se cumple con el análisis clásico del coste-beneficio, pero ¿hasta dónde llegan las posibilidades reales de este análisis a medida que los sistemas evaluados van aumentando de tamaño y complejidad?, ¿alguien puede pensar que se puede extender nada menos que a la economía agregada nacional? Supuesto que teóricamente pueda concebirse la estructura de tal omnicomprensiva función objetivo, ¿sería posible su parametrización?, ¿qué fiabilidad tendría su estimación?, ¿qué utilidad real podría tener como instrumento decisor de políticas públicas sobre el agua?

Es evidente que, sin perjuicio de su interés como objeto abstracto o concepto jurídico indeterminado, el mayor interés público y el principio de maximización es una construcción teórica, en palabras de Ciriacy-Wantrup, una *ficción científica.*

Esto no es en modo alguno un adjetivo descalificador, pues todas las disciplinas científicas, aún las más básicas, están plagadas de ficciones, hasta el caso extremo de las matemáticas, ciencia pura por antonomasia, y

que es toda, en sí misma, una inmensa construcción de la mente. Pero estas ficciones - desviaciones de la realidad - son admisibles en la medida en que se asumen como tales, y no pretenden constituirse en la propia sustancia de la realidad.

En definitiva, todas estas circunstancias y dificultades teórico-prácticas han llevado a sustituir progresivamente el objetivo teórico de maximización analítica de la renta -desde luego deseable, pero de difícil viabilidad- por el de analizar sus efectos sobre *las condiciones que faciliten o impidan este objetivo.* Las políticas del agua han de renunciar de forma expresa a perseguir las opciones de desarrollo que maximicen la renta del país como el resultado de un cálculo, y deben orientarse al establecimiento de los necesarios niveles de uso de recursos (los mínimos, no los óptimos), a la movilidad y adaptabilidad de los sistemas productivos vinculados al agua, y a *impedir que las limitaciones de suministro sean una dificultad para el desarrollo de actividades sectoriales,* que son las directamente productivas y contribuidoras al aumento de la renta nacional.

El resultado de esta dinámica será que, como consecuencia de la supresión de estrangulamientos, la renta nacional irá aumentando a niveles óptimos o cuasi-óptimos de forma espontánea, sin necesidad de una programación previa.

Así pues, de configurar el escenario clásico del desarrollo hidráulico y de la oferta de recursos, que ya generarían las demandas sectoriales en el modelo de política hidráulica tradicional, que ya hemos comentado, y en el que el efecto de incremento de renta nacional estaba prácticamente asegurado dada la penuria e inmadurez de la situación de partida, se pasa a un papel de soporte en el que ha de velarse por la adecuada disponibilidad del recurso, en cantidad y calidad, para lo que las distintas políticas sectoriales vayan requiriendo, por la integración de intereses y eficiencia de gestión del agua para atender estos variados requerimientos, y por la vigilancia y control de la calidad del recurso, impidiendo que la presión de estos requerimientos sectoriales introduzcan niveles de degradación o insostenibilidad inaceptables.

Nótese que, como se apuntó, esta nueva orientación de fijar los límites de uso y condiciones admisibles, y deslizar el centro de gravedad desde el incremento de la oferta a la integración de las demandas constituye precisamente el objetivo central de la nueva planificación hidrológica tal y como se define en el art. 38 LA, que establece que esta planificación hidrológica tendrá por objetivos generales *conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua … racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.* La planificación hidrológica debe, pues, salvando la preservación del medio y manteniendo la sostenibilidad de los sistemas, evitar el estrangulamiento de las actividades económicas vinculadas al agua, pues de esta forma indirecta se consigue la maximización del interés público no como resultado de una decisión planificadora previa optimizadora y omnicomprensiva, sino por sucesivas acumulaciones graduales, paso a paso, de las iniciativas individuales sectoriales. Un ejemplo de análisis de tales estrangulamientos económicos es el ofrecido en Marco (1995) pp.577-588.

Esta nueva orientación, no solo desde la perspectiva de la teoría económica, sino, como se ha visto, del vigente ordenamiento legal, configura un nuevo e ilusionante programa de actuación para la Administración hidráulica que, vinculado a una planificación hidrológica flexible y racionalizadora, ha de ser el modelo a desarrollar en el futuro inmediato.

4.2.6. Las tensiones políticas y territoriales

Además de los profundos cambios de orientación a los que se ha aludido en epígrafes previos, hay un hecho de enorme importancia en la crisis de los modos de hacer tradicionales en la política hidráulica, y es el del *enorme incremento de los costes políticos* asociados a las decisiones en materia de aguas.

Sin perjuicio de los conflictos locales que tradicionalmente producen las actuaciones hidráulicas (en el sentido de rechazarlas absolutamente o de desearlas tanto que se compite por quién se beneficiará más de su uso), la actual configuración político-territorial del Estado añade un nuevo y decisivo elemento a la hora de desarrollar las políticas del agua.

Además de la ya comentada circunstancia de proliferación e incertidumbre jurídico-normativa que se ha producido en los últimos años como consecuencia de la abundancia de normas estatales y autonómicas en materia de aguas, el nuevo ordenamiento constitucional ha producido una situación enteramente nueva de asunción de poderes políticos territoriales, que han amplificado (y en ocasiones generado) las históricas tensiones territoriales por la disponibilidad de los recursos hídricos. Casos como los de la rivalidad valenciano-manchega por el acceso a las aguas del Júcar, o como el paradigmático conflicto del trasvase Tajo-Segura, ejemplifican bien esta tensión por la que los poderes políticos y sociales de las comunidades autónomas, buscando la defensa de sus territorios, han llegado a posiciones absolutamente enfrentadas y virulentas, y en las que el factor territorial tenía mucho más peso que el propiamente ideológico de los partidos políticos contendientes.

Estas lógicas tensiones pueden, no obstante, transformarse en verdaderas oportunidades de consenso y de mutuo aprendizaje. Los acuerdos logrados sobre los citados casos en la planificación hidrológica de las cuencas del Júcar, Tajo y Segura, son buenos ejemplos de estas posibilidades de convergencia y de maduración política, y revelan -además de la evidente utilidad de la en ocasiones cuestionada planificación hidrológica- cómo es posible resolver graves contenciosos hidráulicos si se abordan con prudencia y rigor técnico, explicación a los agentes interesados, búsqueda de intereses comunes, plena transparencia en el proceso de discusión, y verdadera voluntad política de alcanzar acuerdos razonables y equitativos.

4.2.7. El contexto internacional

Otra circunstancia muy novedosa con respecto a las condiciones del pasado reciente es la de un contexto internacional sustancialmente distinto al de hace décadas, que, prescindiendo de criterios autárquicos, comporta, y comportará más en el futuro, compromisos y actuaciones globales en materia de aguas, completamente nuevas con respecto a las tradicionales. La política de aguas adquiere, cada vez más, carácter supranacional, y este carácter exige tanto nuevos modos de abordar los viejos problemas, como desarrollar nuevas actitudes y capacidades no requeridas hasta ahora.

En capítulos previos se mostró la situación general o marco de referencia internacional en que nos encontramos, y los rasgos principales de este contexto en cuanto a su incidencia específica sobre las aguas. Nos limitaremos ahora, pues, a reiterar y subrayar tres rasgos básicos de este contexto internacional, ya comentados anteriormente, y que son bien indicativos del cambio de coyuntura con respecto al modelo de la hidráulica tradicional: la unificación de las políticas del agua, la globalización de mercados y la convergencia económica.

La creciente tendencia a la *unificación transnacional* de las políticas del agua y a la gestión compartida en ríos internacionales es un hecho evidente, y traería como consecuencia inmediata una cierta disminución de la autonomía nacional en el establecimiento de políticas reguladoras, especialmente en el campo de la calidad y preservación del medio, autonomía que fue uno de los soportes necesarios del modelo de política hidráulica tradicional. A la inviabilidad actual de esta política contribuye también la aludida *globalización de mercados,* que conlleva obviamente el abandono de los objetivos autárquicos, una de las características destacadas del modelo de política hidráulica tradicional. Finalmente, y como ya se apuntó, la convergencia económica implica unas servidumbres en materia de programación presupuestaria pública y de mejora de la competitividad privada que, sumada al cambio conceptual de objetivos económicos de la política hidráulica, hacen inviable el modelo tradicional y exigen replantearse cuestiones básicas como la financiación de inversiones públicas en obras hidráulicas, la eficiencia económica de las asignaciones de agua actuales y futuras, la opción de intensificar el desarrollo de medidas no estructurales como posible alternativa a las clásicas estructurales, las fórmulas de coparticipación en la gestión del agua, etc.

4.2.8. Conclusión. La necesidad de nuevos fundamentos

En los distintos epígrafes anteriores se ha puesto de manifiesto con toda evidencia un cambio sustancial en muchas de las ideas básicas inspiradoras de las políticas tradicionales del agua en España. La conclusión, ya reiterada, es obvia: hay que repensar el problema del agua replanteándose de forma radical las soluciones vigentes, las regulaciones normativas, sus fundamentos económicos, ambientales, sociales, tecnológicos…

Por otra parte, no es ésta, en modo alguno, una tarea novedosa. Basta examinar el ingente volumen de documentos, jornadas, publicaciones y trabajos de toda índole y orientación producidos en las últimas décadas, para darse cuenta de que la reflexión sobre los problemas del agua es una preocupación muy vieja y extendida, con posiciones frecuentemente críticas sobre la situación existente (v., p.e., Llamas [1994]; Martínez Gil [1997]), y nuevos discursos con voluntad integradora (p.e., IME [1998]).

Seguidamente se resumen las principales ideas y conclusiones obtenidas en epígrafes previos de este Libro, y se apuntan las direcciones básicas para esta reflexión.

En primer lugar hay que apuntar que la situación que debe afrontar la política del agua española en el futuro próximo debe tener en consideración el rápido y elevado aumento experimentado por las demandas de agua en las últimas décadas, frente a unos recursos disponibles limitados, con los consiguientes efectos negativos que, en muchos casos, este hecho comporta sobre el medio ambiente. Entre estos efectos cabe señalar, en especial, el grave deterioro de la calidad del propio recurso y de los ecosistemas dependientes del mismo. Este fenómeno de extraordinario crecimiento, propiciado por las modernas posibilidades tecnológicas, no tiene precedentes históricos comparables y nos sitúa en una posición completamente nueva en la que, como se vio al estudiar los balances territo-

riales, en algunas zonas del país se ha llegado a requerir más recursos de todos los existentes de forma natural.

Al mismo tiempo están apareciendo también nuevos elementos, de diversa índole, que la política del agua debe incorporar en sus planteamientos. Tales son la creciente valoración que la sociedad hace de la correcta conservación de los recursos naturales o las posibilidades que brindan las técnicas actuales de cara a incrementar las disponibilidades de recursos (depuración para su posterior reutilización, desalación, empleo de tecnologías ahorradoras de agua, etc.).

Por otra parte, los asuntos relacionados con el agua están perdiendo su carácter local o regional, y se plantean de forma creciente como cuestiones que afectan al conjunto del planeta, especialmente los que tienen relación con problemas medioambientales de ámbito global. La afección antrópica sobre el medio adquiere así una nueva dimensión a escala global, tal y como se apuntó al hablar de los recursos hídricos y del régimen afectado, del que esta dimensión planetaria constituye un segundo y nuevo nivel.

Otro elemento que añade complejidad a la política del agua es su carácter instrumental, ya que no debe olvidarse que, junto a objetivos que corresponde fijar a la propia política de aguas, hay otros que vienen determinados por distintos planes sectoriales, inicialmente ajenos a esta política. Baste citar, en este sentido, aquellas infraestructuras hidráulicas destinadas a cubrir objetivos de política agraria o energética, políticas que a su vez deben estar informadas por el marco general en que se desenvuelve la economía. Por esta razón, resulta evidente la necesidad de entender la política de aguas, no de forma totalmente autónoma e independiente, sino como elemento de coordinación y armonización de múltiples intereses afectados, máxime si se tiene en cuenta que este papel de coordinación debe ser desarrollado, en cualquier caso, desde el respeto a los recursos naturales y al medio ambiente. Volveremos sobre esta fundamental cuestión al referirnos a la planificación hidrológica, las planificaciones sectoriales asociadas, y su necesaria coordinación.

Esta coordinación es especialmente necesaria en aquellas zonas del territorio nacional en que existen ya serios problemas de limitación del recurso. En estas zonas no es posible atender todos los requerimientos sectoriales manteniendo modelos del pasado basados fundamentalmente en el incremento de la oferta, pues en muchos casos ya no hay significativamente nuevos recursos hídricos que explotar. En ese marco de limitación de los recursos los esfuerzos deben centrarse en la sostenibilidad de los usos actuales y la preservación del medio, impidiendo su degradación en un contexto de aprovechamiento integral y conjunto de las distintas fuentes de suministro, y la permanente mejora de la gestión y procedimientos de registro (conocimiento de los usos) y medida (conocimiento de los recursos); registro y aforo ante los que, huelga decirlo, cualquier otra actuación queda en segundo plano.

Por otra parte, hay también zonas y cuencas en que existen abundantes recursos hídricos naturales pero se producen con frecuencia dificultades de suministro, y el incremento de la regulación sigue siendo una evidente necesidad. Aún con ello, en general la prioridad de la nueva política del agua debe pasar a centrarse en las medidas de gestión de la demanda, lo que apunta directamente a las distintas políticas sectoriales, y perfila aún más el papel de la Administración hidráulica ambiental como organización que, al margen del fomento de los usos del agua -y, con mayor motivo, de esos usos propiamente dichos- ha de velar por el buen uso y la racionalidad en la integración de las distintas políticas sectoriales.

Las líneas de tendencia en lo que se refiere a los principales tipos de aprovechamientos van a girar previsiblemente, sobre todo, en torno a los siguientes aspectos: en abastecimientos, los problemas de calidad y la garantía del suministro; en riegos, los temas de eficiencia en el empleo del recurso, rentabilidad y precios del agua; y en energía hidroeléctrica, su papel en el conjunto de la política energética, garantía de caudales en las centrales ya instaladas y el debate sobre la construcción de nuevas centrales, todo ello bajo el punto de vista de hacer compatibles al máximo los diferentes aprovechamientos, para poder así minimizar los efectos negativos que sobre el medio natural tendrán las nuevas instalaciones y por otro lado aunar las voluntades de los principales usuarios del agua en el tratamiento, tanto cualitativo como cuantitativo, que debe darse a la demanda medioambiental y a los cada vez más importantes usos recreativos.

El mantenimiento o recuperación de la calidad de las aguas, la protección de ecosistemas, y las actuaciones de defensa del dominio público son, quizá, de todos los elementos que han de guiar la política del agua del futuro inmediato, los más importantes, tanto por las inversiones requeridas, como por el impacto que suponen para el bienestar y la salud humana, la utilización productiva del agua y la vida natural.

Una idea esencial, inspiradora y sustento de las políticas del agua del futuro, es la de su *uso racional* en términos de sostenibilidad. También, por supuesto, se debe mantener el esfuerzo en aquellas actuaciones destinadas a aumentar las disponibilidades, pero siempre que se garanticen las prioridades citadas anteriormente. Por todo ello, en la actualidad la política de

aguas se debe configurar como un concepto complejo que incorpore todas las actuaciones relacionadas, por un lado, con la utilización del recurso, en su doble faceta de bien de consumo y de factor de producción, atendiendo tanto a sus aspectos cuantitativos como cualitativos y, por otro, con la gestión del dominio público hidráulico pero entendiendo éste como parte integrante del medio hídrico natural el cual hay que conservar, proteger y mejorar.

La necesidad de *usar racionalmente* el agua es un principio básico (un mandato constitucional) que permite fundar y establecer otros fundamentos relacionados con la prohibición del despilfarro, la obligación de no derrochar el agua (a nivel privado y colectivo), el interés de reutilizarla si es posible, la conveniencia de asignar eficazmente el recurso entre diversos usos alternativos, etc. Esta última cuestión tiene la mayor relevancia en la definición de la futura política española, habida cuenta de la inercia que tiene el sistema actual de reparto del agua y las dudas sobre la rentabilidad de algunos de sus usos. Pero hay que tener muy presente algo elemental, y es que el mandato constitucional es doble: *racionalmente,* desde luego, pero *usar* el agua, es decir, no mantener inactivos recursos que, sin perjuicio medioambiental y de forma sostenible, pudieran emplearse para la satisfacción de necesidades y la mejora del bienestar de los ciudadanos.

Un amplio acuerdo nacional sobre las cuestiones planteadas en los párrafos anteriores es posiblemente la única forma de establecer actuaciones razonables de política del agua relativas, por ejemplo, a las grandes decisiones sociopolíticas de transferencias de recursos entre diferentes cuencas.

Asimismo, una cuestión de extraordinaria importancia es la de la calidad de la gestión del agua, y ello ha de ser producto de una Administración hidráulica moderna, organizada, competente y eficaz. Ninguna política dará frutos si no se dedica una especial atención a esta cuestión central, sobre la que volveremos más adelante.

En paralelo, cuando la aparición de nuevas exigencias conduce a un replanteamiento de ciertos aspectos de la política hidráulica, es previsible que deba modificarse la legislación en aquello en que se manifieste inadecuada respecto de los objetivos perseguidos. El marco legal es un instrumento fundamental para la materialización de cualquier política. Por tanto, es obvio que para alcanzar cualquier objetivo en materia de aguas es necesaria una legislación apropiada y unos mecanismos institucionales y administrativos - ya nos hemos referido a la Administración hidráulica - que funcionen correctamente. Hay que advertir, no obstante, que ni la aprobación de nuevas leyes es una panacea, ni la aplicación de nuevas normas en materia de aguas es siempre tarea fácil. Es habitual encontrar profundas resistencias cuando aquéllas chocan contra pautas culturales tradicionales o suponen sacrificios individuales o colectivos elevados.

En España la aprobación de la Ley de Aguas de 1985 supuso un serio intento en la línea de caminar hacia esa adaptación a los nuevos planteamientos y situaciones a que antes se ha hecho referencia. Sin embargo, lamentablemente y por diversas circunstancias, no puede decirse que se hayan alcanzado las previsiones deseadas. Así pues, en la medida que se considere conveniente modificar algunas de las orientaciones principales de la futura política del agua, habrá que reformar determinados aspectos de la Ley, por cuanto que en ella se contemplan y regulan prácticamente todos los instrumentos básicos de gestión de recursos hídricos (derechos al uso del agua, régimen económico-financiero, contenido y alcance de los planes hidrológicos, organización administrativa, etc.).

Por último, un instrumento básico de la política del agua es la planificación hidrológica. La actual Ley de Aguas le concede la mayor relevancia, con la introducción de las figuras del Plan Hidrológico Nacional y de los Planes Hidrológicos de cuenca. Estos planes constituyen instrumentos estratégicos para la política del agua, pero, desde luego, no son los únicos instrumentos. Dedicaremos amplias secciones de este Libro a analizar estas figuras, su alcance, su situación actual, y el papel que están llamadas a jugar en el próximo futuro.

4.3. LOS FUNDAMENTOS JURÍDICOS

Aunque por razones de sistemática se ha incluido esta sección en igualdad de tratamiento que el resto de fundamentos, la realidad es que, como ya se apuntó, lo jurídico impregna de tal modo el mundo del agua, lo penetra y configura con tal intensidad desde hace siglos, que, sin perjuicio de que puedan formularse reflexiones abstractas sobre tales fundamentos, resulta preferible proceder a la consideración de los aspectos jurídico-normativos junto con la exposición general de la situación sectorial y los problemas técnicos, y entreverados con aquellos.

Así se ha hecho en este Libro con el marco global institucional y las competencias constitucionales, con el derecho al uso del agua, con la situación de los Registros, con el régimen económico-financiero, con la planificación hidrológica, con el régimen jurídico de las obras hidráulicas, con las situaciones de derechos históricos, etc.

De este modo las reflexiones jurídicas aparecen entremezcladas y quedan embebidas con otras consideraciones y datos, atravesando todo el texto, y suprimiendo la necesidad de un capítulo específico aislado y separable.

Además, la tramitación de un proyecto de reforma de la Ley de Aguas, ampliamente difundido y debatido en los últimos meses, y recientemente aprobado, ha permitido expresar, aunque no exhaustivamente, algunas de las preocupaciones y problemas más candentes en relación con la regulación legal de las aguas. Este borrador de reforma presenta obviamente indicaciones explícitas y criterios jurídicos que, dada la actualidad y conocimiento público del proceso, sería ocioso repetir aquí.

En todo caso, y como ideas globales, cabe reiterar que la creciente burocratización de la gestión, la mayor demanda de agua, los cada vez más escasos recursos, el empeoramiento de la calidad, el aumento de las presiones y exigencias sociales... son factores que desembocan en una creciente complejidad en la gestión del agua y, consecuentemente, en un desarrollo y proliferación normativa de grandes proporciones que, como se mostró al exponer la situación actual, no siempre muestra la necesaria coordinación, unidad e integridad deseables. A ello se suma la emergencia de nuevas y complejas construcciones jurídicas colaterales, como el derecho ambiental (Martín Mateo [1977]; Jaquenod [1989]), que impregnan a su vez el derecho de aguas, y exigen la dinámica adaptación o reformulación de algunos de sus principios.

La creciente escasez exacerba el interés económico del recurso y la competencia por su uso, creándose un entramado cada vez más complejo de intereses, expectativas, derechos, y necesidades de actuación; en definitiva, de una mayor complejidad de la política del agua. De ahí la importancia que debe darse a una adecuada regulación normativa que haga posible la eficaz implantación de la misma.

Es usual, y lo ha sido históricamente, que los nuevos problemas y situaciones de hecho que se producen con el curso del tiempo vayan por delante de la regulación, y por tanto del propio Derecho de Aguas. No debe extrañar por tanto que, como se ha puesto de manifiesto en capítulos previos, se hayan detectado distintos problemas jurídicos en la praxis de la política hidráulica actual, o problemas económicos, sociales o medioambientales conexos debidos a la actual regulación jurídica de aprovechamiento del recurso.

Debe apuntarse que, por razones obvias, sólo cabe centrarse en algunas cuestiones consideradas capitales, pero que en modo alguno agotan el problema. Más aún, los fundamentos jurídicos que podrían configurar la política del agua no se acaban en el análisis de la legislación, sino que habría que abordar la eficacia de los actos administrativos que se generan, o de los acuerdos establecidos por determinados grupos de interés, como pueden ser las distintas comunidades de regantes, que se constituyen en verdaderos actos jurídicos, y que por su amplitud nos vemos obligados a obviar en este Libro.

Para concluir, un comentario final sobre las dos cuestiones fundamentales que han de ser tratadas cuidadosamente cuando se establecen las disposiciones que conforman el marco jurídico que regula los recursos hídricos de España. En primer lugar, siempre fue una premisa básica la de proporcionar *seguridad jurídica,* es decir, protección a los derechos sobre el agua, de manera que los titulares de los mismos gocen de la seguridad suficiente como para permitirles involucrarse en compromisos a medio y largo plazo (en particular, decisiones relativas a inversiones). En segundo lugar, es deseable un cierto margen de *flexibilidad* para poder adaptarse a los cambios, tanto del entorno (técnico, económico y social), como de las propias situaciones particulares. Del acierto con que el derecho de aguas resuelva este binomio y conjugue ambos objetivos, a veces contrapuestos, de *seguridad y flexibilidad,* dependerá, en gran parte, que la aplicación de la legislación vigente sea eficaz y, por consiguiente, que la política del agua pueda plenamente alcanzar sus objetivos.

4.4. LOS FUNDAMENTOS AMBIENTALES

4.4.1. La consideración del agua como recurso natural

Antes de tratar específicamente los aspectos ambientales de los recursos hídricos que deben considerarse para la construcción de una política del agua de futuro, es oportuno establecer algunas precisiones conceptuales que permitan centrar la cuestión y establecer un marco común de referencia.

Aunque no es difícil construir una definición intuitiva de lo que son recursos naturales, sí lo es un poco más formalizar inequívocamente tal concepto y fijar con precisión los límites de los términos *medio ambiente,* como objeto de nuestro estudio en relación con el agua.

Es común distinguir, de forma genérica, entre el medio ambiente *físico natural* (que puede asociarse a la biosfera o entorno físico), el *medio físico artificial* (o la *tecnosfera*), y el *medio ambiente social e institucional* (o *sociosfera*). En relación con las aguas, estas

distintas perspectivas han sido contempladas en este libro, pero nos interesa ahora restringir el concepto de medio ambiente a su común acepción, y entenderlo referido al *medio físico natural.* El agua es así contemplada como uno de los componentes esenciales (acaso el más importante) del medio físico natural, y desarrolla una serie de funciones básicas que serán examinadas en los próximos epígrafes. La naturaleza *económica o no* de estas funciones se encuentra en el corazón de la discusión sobre los recursos naturales y las políticas del medio ambiente (v. p.e. Azqueta y Ferreiro, 1994; Pearce y Turner, 1995), por lo que nos referiremos in extenso a ello más adelante, al repasar los fundamentos económicos de las políticas del agua.

4.4.1.1. Concepto de recurso natural

Quizás la más amplia definición de los recursos naturales es aquella que hace referencia a todos los bienes que el hombre encuentra formando parte de la Naturaleza. Incluiría, por tanto, todos aquellos recursos de la tierra, el aire o el agua, generalmente valorados por el hombre, pero sin aludir al hecho de que sean utilizados o no como insumos en un proceso productivo.

Hay otras definiciones, quizás más convencionales, como aquella que describe los recursos naturales como *todos los atributos de la tierra, animados o inanimados, que explota el hombre como fuente de alimentos, materias primas y energía.* Desde esta perspectiva más restringida y que reproduce más fielmente el enfoque económico clásico, se trataría de factores que, interviniendo en los procesos de producción o consumo, han tenido su origen en fenómenos que están fuera del control humano. Estos fenómenos obedecen a procesos naturales que pueden ser biológicos, geológicos o químicos y de mayor o menor duración.

En este plano económico convencional podría decirse que el medio ambiente o los recursos naturales equivalen al término *tierra* de la literatura clásica: son factores que afectan a las actividades productivas, pero que no han sido hechos por el hombre, ni tampoco han sido creados a través de un proceso de fabricación iniciado por el hombre. Comprende por tanto todos los recursos "in situ".

Es muy importante comprender que, a pesar de estas definiciones, no existe una distinción del medio natural totalmente clara en muchos casos, especialmente en aquellos recursos vinculados o relacionados con la agricultura. En efecto, hay especies vegetales, como los cultivos agrícolas, y animales, como la ganadería, que son objeto de explotación por parte de la actividad agraria y que lógicamente no son considerados recursos naturales por cuanto su proceso de reproducción ha sido manipulado o controlado por el hombre. Sin embargo, numerosas plantaciones forestales son bosques que muchas personas han percibido tradicionalmente como naturales, aún cuando constituyen auténticas explotaciones silvícolas. En la situación contraria se encuentran aquellos recursos, como los pastizales o las praderas naturales, que si bien están sometidas a un aprovechamiento regular, su regeneración se produce de forma natural.

Es relevante señalar que, aún cuando no han provocado efectos tan intensos como el proceso urbanizador, las prácticas agrarias también han supuesto desde tiempo inmemorial importantes modificaciones en el medio ambiente afectado. Los ecosistemas que hoy se pueden encontrar en todos nuestros campos (superficies dedicadas a usos agrarios) son el resultado de las múltiples alteraciones acumuladas a lo largo de la historia.

En análoga situación se encuentra una gran parte del denominado dominio público hidráulico, ya que no es fácil encontrar tramos de río cuyo régimen hidráulico sea el estrictamente natural. Tal y como se mostró en la sección dedicada a las afecciones antrópicas sobre el ciclo hidrológico, las actuaciones de regulación existentes, unidas a los numerosos aprovechamientos que se han producido históricamente en las distintas cuencas, configuran un nuevo entorno, distinto del natural.

Comprender este hecho resulta esencial: solo una reducida fracción de todos nuestros ríos y cauces puede calificarse, propiamente, como medio natural inalterado. La mayoría han sido objeto de una afección antrópica más o menos significativa, que en ocasiones ha transformado enteramente no solo el régimen fluvial natural, sino las condiciones del entorno e incluso, en el caso extremo, el propio trazado y cauce del río. Cualquier discusión sobre agua y medio ambiente debe retener esta fundamental circunstancia de partida.

4.4.1.2. Clasificación de los recursos. La cuestión de la renovabilidad

Para clasificar los recursos naturales pueden adoptarse diversos criterios, conducentes a distintas tipologías. Desde la perspectiva del agua como recurso natural y como bien económico tal vez sea el criterio temporal el que aporte una mejor conceptualización de cara al objetivo perseguido de gestionar los recursos naturales desde el respeto al entorno y a las generaciones futuras. Siguiendo este criterio pueden distinguirse dos tipos básicos de recursos, según sean renovables o no renovables.

Recursos renovables. Son aquellos que al ser utilizados pueden ser consumidos o no, pero en ambos casos tiene lugar a continuación y de forma automática una regeneración de los mismos conforme a mecanismos naturales. Esta regeneración puede requerir plazos de mayor o menor duración, incluso ser prácticamente instantánea (como es el caso del aire o la energía solar) y obedecer a ritmos de base biológica (como los animales y las plantas) o no (como el agua a través del ciclo hidrológico).

Lo relevante es que la utilización de estos recursos *no implica necesariamente una disminución global del nivel de reservas existente.* Para que sigan manteniendo su condición de renovables, debe cumplirse la restricción de que el ritmo de utilización de los mismos no supere la tasa de renovación periódica o umbral que determina su capacidad de regeneración. El caso de los acuíferos y su nivel de recarga resulta clásico como ejemplo de uso sostenible de recursos renovables.

Dentro de este tipo de recursos debe incluirse también la capacidad de autodepuración o asimilación del medio ambiente para admitir cierta cantidad de residuos, convertirlos en productos no dañinos y devolverlos de nuevo al sistema ecológico (siempre que no se supere, como se ha dicho, un umbral determinado). En caso de no respetar tal limitación, las existencias del recurso disminuirán, pudiendo llegar a desaparecer, si se prolonga tal situación, sin posibilidad de recuperación posterior: en otras palabras, dejarían de ser renovables. El caso de los ríos que admiten cierto nivel de contaminación y la eliminan mediante procesos de autodepuración resulta un buen ejemplo de esto.

En situaciones críticas a causa de exceder el uso la capacidad de renovación del recurso se encuentran en España numerosos acuíferos (especialmente los costeros y los de recarga muy lenta), humedales y muchos tramos de ríos sometidos al vertido en exceso de sustancias contaminantes. Asimismo, hay grandes extensiones que sufren pérdidas de suelo fértil y se ven sometidas a procesos de erosión o salinización, que son asimilables también a este concepto de uso excesivo de recursos naturales, por encima de las posibilidades de renovación del medio.

Recursos no renovables. A diferencia de los recursos renovables, estos recursos, una vez utilizados, no son susceptibles de regeneración natural, al menos en términos de tiempo histórico, por lo que su uso reduce necesariamente el nivel de reservas. Visto de otra forma: son recursos renovables, pero cuya tasa de reposición es prácticamente nulo.

Entre ellos cabe citar los combustibles fósiles o las explotaciones mineras, como casos más conocidos; sin embargo, también existen recursos de estas características dentro del medio hídrico natural (p.e. acuíferos cuya recarga es tan reducida que puede considerarse nula a efectos prácticos).

Los recursos de este tipo suelen denominarse a veces agotables, aunque, como ya se indicó, esta es una característica que pueden llegar a compartir, si se sobrepasan ciertos umbrales, con los recursos renovables. A este respecto, debe matizarse que tanto un tipo como otro de recursos admiten, en ciertos casos, procesos de reciclaje que mitigan la agotabilidad de los mismos. Interesa destacar que la *agotabilidad* implica, en todo caso, que la explotación de dichos recursos a los niveles considerados *no puede efectuarse de forma sostenible.*

4.4.1.3. Funciones del agua como recurso ambiental

Una vez tipificado el concepto de recurso natural y su clasificación básica según el criterio de la renovabilidad, procede avanzar en la consideración del agua desde este punto de vista, y mostrar las diversas funcionalidades económico-ambientales que presenta.

Una interesante representación esquemática de las relaciones del medio natural con la economía, y de las distintas funcionalidades resultantes, es la ofrecida en la figura 368, adaptada de Reed (1994), y que conviene retener en lo sucesivo.

En la mitad superior se representa la esfera económica mediante la clásica relación de producción y consumo de los bienes y servicios. Esta mitad es, pues, la cuestión fundamental de la que se ha ocupado, hasta fechas muy recientes, la economía neoclásica.

En la mitad inferior se representa la esfera del medio natural (por ejemplo, un tramo de un río), que puede contemplarse desde tres puntos de vista: un stock R de recursos naturales, que son insumos para los procesos económicos productivos (por ejemplo el agua necesaria para la producción agrícola mediante el regadío, que se deriva de ese tramo de río); un stock S de depósitos naturales de los residuos producidos por la producción y el consumo (por ejemplo el cauce anterior, que actúa como receptor de vertidos); finalmente, un stock A de servicios recreativos asociados al disfrute de bienes ambientales (por ejemplo, la contemplación paisajística o los baños fluviales en nuestro tramo de río), y que no implican la disminución de este stock.

Tal y como se ha representado, existen zonas de intersección entre A, R y S, y *gestionar los recursos naturales* no es, en definitiva, más que *decidir sobre la cuantía relativa de estas intersecciones*.

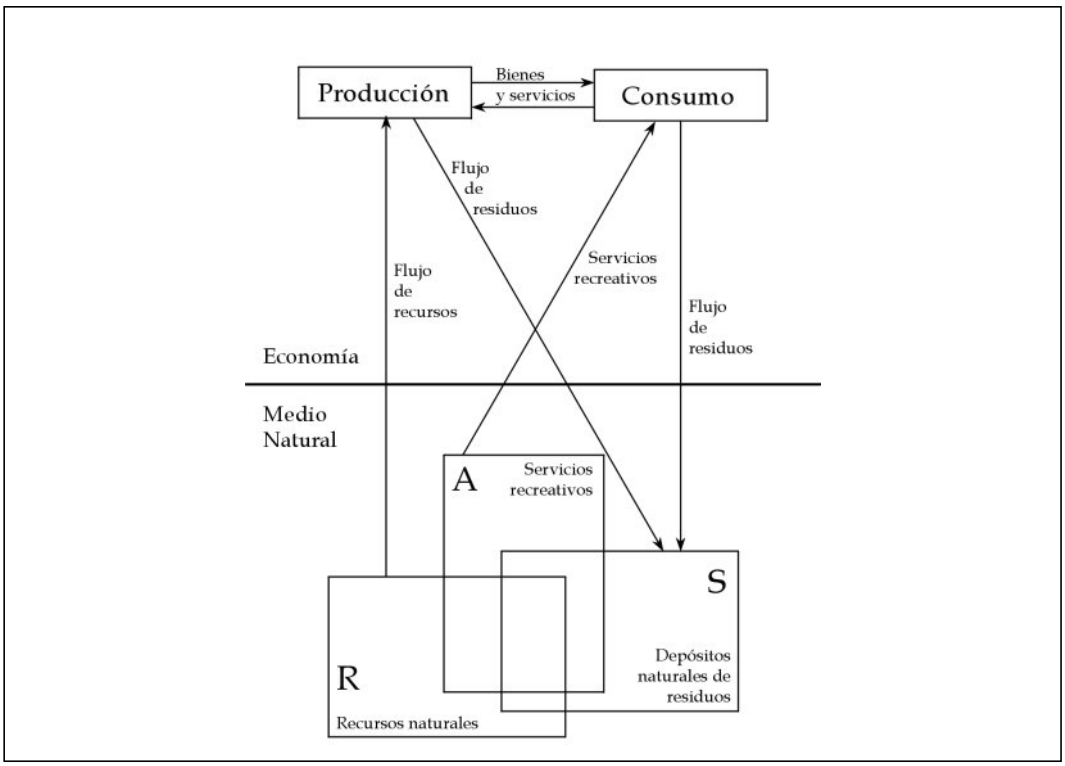


Figura 368. Esquema de interrelaciones de la economía con el medio natural

Con esta perspectiva, puede afirmarse que el medio ambiente hídrico natural cumple una función genérica muy amplia y diversa que podría sintetizarse en servir de sustento a toda clase de vida. Así, todas las actividades del ser humano, tanto las destinadas a satisfacer las necesidades básicas de supervivencia como las propiamente económicas (de carácter productivo o no), requieren, en mayor o menor medida, del medio hídrico natural para sustentarse, y hay por tanto unos estrechos lazos que vinculan todas las actividades humanas con el entorno natural, bien a través de los procesos productivos, o bien porque simplemente éstos requieren un soporte físico para su implantación.

Describiendo estas relaciones con mayor detalle, las componentes o perspectivas específicas de la función general ambiental serían:

- Los recursos hídricos proporcionan **insumos a la economía,** pues forman parte de la función de producción de casi todas las actividades económicas (R). La mayor parte de éstas necesitan incorporar a las mercancías que producen, o utilizar en alguna de las etapas del proceso de fabricación, una mayor o menor cantidad de agua, con una ciertas condiciones de calidad según el uso. El agua es pues un input imprescindible para un amplísimo conjunto de actividades económicas, que van desde el sector agrario hasta el de servicios, pasando por prácticamente todos los procesos industriales. También lo es, sin necesidad de ser consumida, para numerosas actividades que se llevan a cabo en los propios cauces, con una mayor o menor regulación, como es el caso del transporte o navegación, producción hidroeléctrica, refrigeración de centrales, pesca, etc.

- El medio hídrico natural actúa igualmente como **receptor de residuos** y desechos de muy diversa índole, resultado tanto de la actividad productiva como consuntiva de la sociedad (S). En unas ocasiones estos residuos han sido tratados previamente para reducir su carga contaminante, y en otros se vierten directamente, sin tratamiento previo. Las actividades productivas no son la única fuente de residuos, pues también los sistemas naturales generan los suyos propios; sin embargo, a diferencia de aquéllos, los residuos naturales tienden a asimilarse e incorporarse con facilidad al equilibrio ecológico. Como ya se apuntó, hasta un cierto límite el medio ambiente tiene la cualidad de absorber todos estos residuos y transformarlos en sustancias inocuas o, incluso, beneficiosas (que de esta manera son liberadas sin coste) gracias a su capacidad de asimilación y autodepuración.

Los vertidos ocasionan un deterioro de intensidad variable en el medio hídrico natural. Los de tipo urbano se caracterizan por contener cantidades altas de nutrientes (en concreto fósforo y nitrógeno) que deterioran la calidad de las aguas de los ríos y producen problemas de eutrofización en los embalses. Normalmente tienen la ventaja, a efectos de su necesaria depuración previa, de que a través de las redes de saneamiento los vertidos se concentran en puntos determinados y es posible aprovechar las economías de escala.

Las características más definitorias de los efluentes industriales son su diversidad y su falta de capacidad para biodegradarse. Tal diversidad hace muy complicado el establecimiento de procesos estándar que abarquen a toda la tipología de residuos del sector. La realidad es que para muchos de los contaminantes industriales no existe una tecnología aplicable que permita su eliminación una vez diluidos. Otra característica añadida es la toxicidad de algunas sustancias.

Las actividades agrícolas, por su parte, se caracterizan por el carácter difuso de sus vertidos, que afectan muy especialmente a las aguas subterráneas a través de los residuos de abonos químicos, plaguicidas, etc. que disueltos en el agua se filtran en el terreno. Los altos costes que exigiría depurar estas aguas y restaurar la calidad de las aguas y suelos afectados, aconseja prestar una atención preferente a este problema en el futuro.

- Finalmente, también proporcionan utilidad o bienestar directamente, en forma de **disfrute estético o satisfacción espiritual a las personas** (A). Forman parte, por tanto, del ámbito de las utilidades individuales y las economías domésticas.

Es indudable que todas estas funciones apuntadas *tienen un valor económico positivo* y así son reconocidas por la sociedad; sin embargo ésta no tiene ocasión, en general, de percibir realmente los precios que seguramente tendrían que pagarse por su disfrute en un hipotético mercado de este tipo de servicios, puesto que evidentemente no existe tal mercado. De hecho, la pérdida de calidad por contaminación de las aguas supone unos evidentes costes económicos directos en cuanto que repercute en otras actividades que utilizan el recurso aguas abajo, y unos costes ambientales como consecuencia de la disminución del valor del agua usada como recurso natural y la degradación que experimenta su entorno.

Reconociendo, sin duda, que estas funciones tienen todas un valor económico positivo, el problema básico que se plantea es el de conseguir determinar esta valoración económica en términos cuantitativos, cuestión esencial a la que se han dedicado numerosos estudios y sobre la que existe muy abundante literatura (v., p.e., Pearce y Turner [1995]; Azqueta y Ferreiro [1994]; Azqueta [1997]).

Una conclusión fundamental que se deriva de las reflexiones anteriores en torno a la interacción medio ambiente-economía, y a las funciones del agua como recurso natural, es que los planteamientos lineales y abiertos (donde el medio ambiente se consideraba un elemento externo al sistema), tradicionalmente usados en los modelos económicos, tan sólo reflejan parcialmente la realidad, por cuanto ignoran el papel de los recursos naturales en la economía. La introducción del medio ambiente modifica esta visión y transforma el conjunto en un sistema cerrado, con una única fuente exterior energética relevante, que es el sol. Así, sean cuales sean los recursos usados, deben encontrarse al final en algún lugar dentro del sistema ambiental global. Todo es un insumo para todo lo demás, y todo pasa a ser endógeno e interrelacionado.

Finalmente, es oportuno en este contexto aludir al reciclaje o reutilización. Su interés en relación con los recursos hídricos ya ha sido puesto de manifiesto anteriormente, y su papel en el esquema cerrado descrito consiste esencialmente en disminuir los residuos arrojados sobre el medio ambiente y sumarse a los recursos naturales utilizados en el principio de la cadena. El aumento de reutilización y reciclaje es, en principio, deseable, pero no debe olvidarse que existen límites físicos y económicos para ello. En unos casos no es posible reciclar materiales sin incurrir en gastos irracionales; en otros, es técnicamente imposible por su gran dispersión; finalmente, otros, como los recursos energéticos, son irreciclables.

En el caso del agua, se ha insistido en los últimos años en la importancia de estas técnicas para mejorar la gestión del recurso, pero esta idea simple y genérica debe matizarse en cada caso y circunstancia concreta: *la reutilización no es un fin en sí misma,* sino un medio para alcanzar el verdadero fin, que no es otro sino el *uso racional* de los recursos naturales. Por lo general, un uso más racional del agua en un sistema concreto requerirá incrementar la reutilización, pero ésto no es siempre ni necesariamente así.

4.4.2. Dificultades de la gestión de los recursos naturales

Antes de avanzar en el análisis de los conceptos ambientales de la política del agua, es importante exponer algunas dificultades especiales que plantea su gestión (Azqueta y Ferreiro [1994]; Franco Sala [1995].

A diferencia de otros recursos económicos, estos rasgos diferenciales introducen ciertas singularidades que requieren un tratamiento específico o una preferencia sociopolítica.

4.4.2.1. Incertidumbre e irreversibilidad

Como ya se ha comentado, una de las principales dificultades a las que se enfrenta la gestión de los recursos naturales es el elevado grado de incertidumbre existente en muchos de los aspectos esenciales involucrados.

En primer lugar, existe una importante *incertidumbre científica.* No se posee un conocimiento claro de las interacciones que tienen lugar entre los diferentes elementos que conforman los ecosistemas. Tampoco se entienden por completo algunos importantes procesos naturales ni las leyes que los rigen; baste citar, por ejemplo, el papel de algunas variables en la formación del clima y sus componentes, a los que hay que añadir las recientes emisiones de gases residuales; ni la forma en que influye la cubierta vegetal en la protección de los suelos, en las características hidrológicas de las cuencas o en la formación de microclimas, ni se sabe el nivel de reservas existentes de algunos recursos naturales. La propia incertidumbre y confusión sobre el manido concepto del *caudal ecológico* y su determinación práctica es un buen indicador de esta ausencia de teorías estables y consolidadas, imprescindibles para abordar rigurosamente estos problemas.

En segundo lugar, no se conoce bien el alcance de las *relaciones entre el medio ambiente y la economía.* Por un lado, sabemos que los recursos no renovables (y aquí hay que incluir los renovables utilizados a un ritmo superior a su regeneración natural) acabarán agotándose si continúa su consumo, pero se ignora en qué medida esta reducción podrá ser compensada por el aumento de los renovables (sustitución de combustibles fósiles por energía solar, por ejemplo) o por la evolución de la tecnología. Por otro lado, cabe pensar que sería posible mantener el nivel de vida, o lo que es lo mismo los servicios que extraemos de los recursos naturales, con un menor consumo de los mismos, lo cual implica necesariamente un incremento de la eficiencia con que se utilizan basado también en una mejor tecnología.

En tercer lugar, y en el mismo orden de ideas, cabría proponer la sustitución de capital natural por otro artificial, que repusiera con creces los servicios que se producirían con los propios recursos naturales requeridos para su construcción. Sin embargo, y como ya se ha comentado, *hay funciones del medio ambiente y recursos naturales que no pueden ser reemplazados por los ingenios del hombre.* Por tanto, no puede decirse que por esta vía quepan buenas soluciones de futuro, al menos a gran escala.

En cuarto lugar, el *progreso tecnológico.* Todos los puntos anteriores dependen en alguna medida del desarrollo técnico, confiando que las innovaciones en este campo ayudarán a reducir el consumo de recursos naturales y a la vez mantener el nivel de vida. Pero la realidad es que esto es meramente un acto de fe, y se ignora a qué ritmo, de qué forma, y hasta dónde podrá llegarse por esta vía.

Finalmente, de lo que sí se tiene ya certeza es de que las *acciones antrópicas* pueden implicar en el medio natural *cambios irreversibles y a gran escala,* y - esto es muy destacable - *es la primera vez que esto sucede* en la dilatada historia de la especie humana sobre la tierra.

Hay muchos ejemplos de este tipo en las actuaciones de política hidráulica. La presencia simultánea del importante margen de información incompleta en que nos encontramos, unido a la imposibilidad de volver atrás en las equivocaciones, inducen, en definitiva, a *adoptar posturas conservadoras ante las decisiones que impliquen sustanciales y definitivas modificaciones en el medio ambiente,* y ello sin considerar los eventuales riesgos ante fenómenos catastróficos de carácter aleatorio.

4.4.2.2. El libre acceso

Los recursos naturales y en general el medio ambiente pueden ser vistos como recursos de propiedad común (no privada, ni pública, ni sin propietario) para los que en muchos casos, existe además libertad de acceso o al menos acceso no suficientemente controlado. Aunque recientemente reformulado en el contexto de las reflexiones sobre economía ambiental, el concepto es muy antiguo, existiendo ya referencias expresas a la propiedad comunal de las aguas de lluvia en las Partidas de Alfonso X. Es curioso constatar que tal propiedad comunal del aire, el mar y las aguas se extiende en las Partidas a *todas las criaturas que viven,* y no solo a la especie humana.

Hay una conciencia generalizada en el ámbito económico de que esta característica de propiedad común puede ser la responsable de la mayor parte de los abusos que actualmente se cometen contra el medio natural y de las numerosas disfunciones que se observan en la gestión de esta clase de recursos.

La explicación a este argumento radica en que no existen sistemas de precios (o de costes) que transmitan los mensajes de la escasez en que se van encontrando progresivamente los recursos naturales, a medida que se van agotando o degradando parte de las características que los hacen valiosos. Evidentemente no pueden existir precios sobre estos recursos si no se han definido bien previamente unos *derechos de propiedad* sobre el uso de los mismos.

Por tanto, y según este criterio, la causa última del deterioro medioambiental y del agotamiento de los recursos no estaría únicamente en el crecimiento o desarrollo económico, sino en la ausencia de unos mecanismos eficaces que indujesen un comportamiento racional en la utilización de unos bienes que empiezan a ser escasos. Este comportamiento está

convencionalmente asegurado en la mayor parte de los bienes cuya asignación se confía al mercado. Es lo que en el contexto económico se ha definido como *la tragedia de los recursos de propiedad común,* sobre la que existe una abundante literatura (v., p.e., Aguilera [1992], parte III).

Existen numerosos ejemplos en los que puede observarse que la búsqueda del propio interés individual no lleva a la consecución del más deseable interés público. Así pueden mencionarse los casos de numerosos acuíferos o de gran parte del dominio público hidráulico que ejerce la función de depósito natural de residuos. En todos ellos las externalidades negativas ocasionadas a los demás usuarios o al resto de la sociedad no tienen la contrapartida en términos de coste para el causante, de modo que hiciese percibir a éste los perjuicios que ocasiona con su actuación.

Se han propugnando diversas soluciones para corregir o al menos paliar estas situaciones. Unas, las más radicales, defienden la privatización de todos los recursos naturales, suponiendo que la existencia de un dueño hará velar por su mantenimiento. Otras, la mayoría, sostienen que la solución a todos estos problemas pasa por algún tipo de gestión colectiva que limite los derechos individuales de propiedad, aunque simule alguno de los mecanismos del mercado en la gestión eficiente de los recursos. Volveremos sobre estas importantes cuestiones al analizar los fundamentos económicos de las políticas del agua.

4.4.2.3. La valoración económica de los recursos naturales

El interés de valorar económicamente los activos medioambientales radica, al menos, en dos aspectos fundamentales. Por un lado, constituye un paso imprescindible para intentar identificar con alguna aproximación el nivel de actividad económica compatible con una afección al entorno natural que sea aceptable socialmente, lo cual requiere, como se vio, el cálculo de los costes externos. Por otro lado, permite evaluar y juzgar la racionalidad de actuaciones de política ambiental, cuyos costes financieros sí pueden estar perfectamente cuantificados, pero en los que los beneficios generalmente se manifiestan de forma más difusa, como mejoras de la calidad de vida, no reflejadas necesariamente en la Contabilidad Nacional.

Incluso desde el punto de vista de la preservación medioambiental, los sistemas naturales podrían tener más probabilidades de recibir protección si se dispusiese de una valoración económica de los servicios que prestan (Postel, 1997).

El problema de valorar económicamente los recursos naturales y el medio ambiente requiere tomar referencia de las distintas funciones que cumplen en el sistema económico y dista mucho de ser sencillo. En todo caso hay que dejar constancia de que necesariamente hay que utilizar un patrón común para medir las pérdidas o ganancias de utilidad, de satisfacción, de bienestar y en definitiva, las preferencias individuales o sociales.

El indicador que mejor se ajusta a los objetivos señalados es la unidad monetaria, aunque ello sea el centro de frecuentes críticas e incluso a veces sea prácticamente imposible llevarlo hasta sus últimos términos, y deba limitarse a meras aproximaciones estimativas. No obstante, ésto no significa ni mucho menos que la valoración resultante en dinero deba ser la que hace el mercado pues, de hecho, la mayor parte de los bienes y servicios ambientales no tienen mercado ni, por supuesto, precio.

En estas situaciones, las medidas de los *beneficios* obtenidos por una mejora ambiental o de las *pérdidas* por una afección al entorno tienen una complicación técnica notable y requieren ajustes sobre los parámetros usuales, pero baste señalar que, tanto en uno como en otro caso, surgen dos posibilidades: la valoración a partir de la *disposición a pagar* o la valoración a partir de la *disposición a ser compensado.* Aunque en teoría estas cantidades no deberían separarse mucho, la evidencia empírica demuestra que puede haber grandes diferencias entre ambas (siendo siempre mayor la exigencia de compensación que la otra) lo cual es fuente de algunos problemas para la realización de las evaluaciones. Este dato revela una realidad importante: el enorme valor que la sociedad da a la pérdida de algo que forma parte de su *status quo* y que considera que posee.

Aún queda por resolver cómo se llega a medir o cuantificar dichos conceptos en el curso de los activos ambientales. En primer lugar, cabría proponer que fueran obtenidos por agregación de las preferencias individuales mostradas por las distintas personas (existen varias metodologías al efecto); sin embargo esta vía acarrea no pocos inconvenientes, alguno de los cuales puede ser paliado parcialmente efectuando ciertas correcciones que tengan en cuenta la distribución previa de la renta. En segundo lugar, cabe optar por un procedimiento que revele las preferencias colectivas, las del ciudadano como miembro de un grupo social, en lugar de, como en el supuesto anterior, las del consumidor particular. En esta segunda vía se trataría de trascender el interés individual para depositar el poder de manifestar las preferencias en los órganos representantes de la sociedad. En tal caso habría una mayor garantía de que cuestiones como la equidad personal, territorial y generacional son tomadas en cuenta.

Finalmente, merece la pena señalar brevemente la naturaleza de los distintos elementos que pueden conformar el valor económico total de los bienes ambientales. Aunque no existe un acuerdo total al respecto, pueden distinguirse dos componentes principales (Pearce y Turner [1995]; Azqueta [1994]; Ferreiro [1994]):

Valor de uso. Se refiere al valor que surge como consecuencia de los posibles beneficios que genera el uso real del medio ambiente. Se obtendría de sumar los valores resultantes después de efectuar la siguiente distinción:

- **Valor de uso actual.** Derivado de la utilización directa actual por los usuarios.
- **Valor opción.** Aunque está relacionado también con el uso, en este caso, refleja la preferencia de conservar un determinado recurso natural para suministrar beneficios potenciales en el futuro, bien directamente al propio individuo, bien a través del uso que hagan otras personas, bien a sus descendientes o las generaciones futuras, denominándose en este último caso, en ocasiones, valor legado. En el caso del agua sería el valor dado a una reserva de caudales que se prevé emplear en el futuro.

Valor existencia. Esta fuente de valor es mucho más difusa y difícil de definir, y desde luego puede parecer extraña desde la perspectiva económica, puesto que no está relacionado con ningún uso humano, ni actual ni potencial del bien. En el caso del agua, sería el valor de un caudal que nadie utiliza ahora, ni va a utilizar jamás, ni se requiere ambientalmente. Pretende recoger las preocupaciones de las personas por los "derechos" y el bienestar de los seres y los bienes no humanos y reflejar las preferencias de que éstos sean respetados adecuadamente. Este concepto no es exactamente igual al de *valor intrínseco,* que reconoce un valor que reside *en* algo y que no está relacionado en absoluto con las preferencias humanas. Se trataría, en este caso, del valor de los ecosistemas en sí mismos. Esta postura, que incorpora el problema de cómo deben ser tenidos en cuenta estos derechos en la evaluación de las distintas actuaciones, es defendida por las corrientes alternativas más radicalmente conservacionistas.

4.4.2.4. El descuento del futuro

Un tema esencial al que hay que hacer frente cuando se analiza la gestión de los recursos naturales es la distribución temporal de su utilización. El problema de evaluar las diferentes alternativas requiere - como es bien sabido por el análisis económico - valorar los flujos (beneficios y costes) que previsiblemente aparecerán en el futuro, lo cual suele abordarse introduciendo una tasa de descuento que actualice dichos flujos y determine su valor presente (Azqueta y Ferreiro [1994]; Romero [1994]).

La introducción de esta tasa de descuento, que siempre es positiva, se justifica desde dos puntos de vista: por un lado, refleja el hecho de la preferencia temporal que tiene la sociedad del presente sobre el futuro; y, por otro, el coste de oportunidad marginal del capital (el rendimiento en la mejor alternativa posible). En el supuesto de proyectos de inversión que no involucran la utilización de recursos naturales esta tasa suele ser como mínimo el tipo de interés del capital, y el planteamiento descrito no plantea problemas en general.

Sin embargo, en el caso del medio ambiente y los recursos naturales la adopción de un criterio de esta naturaleza suele conducir a tasas de descuento demasiado elevadas, pudiendo llegarse a la selección o recomendación de un determinado proyecto, cuya rentabilidad se consigue a costa de sobreexplotar los actuales recursos. Ello supone sacrificar el bienestar de las generaciones futuras en favor de las presentes. El descuento parece ser, por tanto, no compatible con las ideas de mantenimiento y conservación del medio ambiente. En este sentido, la sobreexplotación de un acuífero costero (y su posterior degradación completa por intrusión marina), por ejemplo, equivaldría a sobrevalorar los beneficios presentes y a despreciar los costes que este hecho trasladaría al futuro.

En definitiva, existen numerosas críticas a la utilización de tasas de descuento, al menos en la forma que suele ser habitual. La consecuencia es que éstas deberían ser reducidas, e incluso, desde posiciones más conservacionistas, se defiende la opinión de que ésta debería ser cero. No obstante, este tipo de consideraciones también son problemáticas, ya que en la práctica no hay una única relación entre elevadas tasas de descuento y deterioro medioambiental, como simplificadamente se esgrime.

La respuesta, por tanto, a cómo afecta exactamente la elección de la tasa de descuento a las pautas generales de uso de los recursos naturales y el medio ambiente no es inmediata, y es discutible que ésta sea la mejor vía para integrar las preocupaciones ambientales en la toma de decisiones.

4.4.3. Uso racional y desarrollo sostenible

4.4.3.1. La polémica desarrollo-medio ambiente

En epígrafes anteriores se ha puesto de manifiesto la relación entre el uso del agua, su empleo económico, la degradación del medio y las especiales dificultades

teóricas para el análisis de los recursos ambientales. En los conceptos de la economía clásica, un uso productivo nulo implica una pérdida de riqueza económica y de prosperidad para los pueblos que no resulta deseable. En el extremo contrario, un uso económico-productivo extremo implica una degradación para el medio que resulta igualmente indeseable.

Con esta simplicidad planteada, la discusión sobre ambas opciones ha alcanzado en ocasiones una enorme virulencia. De una parte los *desarrollistas* argumentan la necesidad del desarrollo económico y de las actividades productivas, en el convencimiento de que debe generarse la mayor riqueza en el presente, y la confianza de que la tecnología resolverá los problemas del futuro. De otra parte, los *conservacionistas* arguyen que es imprescindible detener este desarrollo para impedir una irreversible degradación del medio que la tecnología no podrá resolver y pondrá en peligro la vida sobre el planeta.

Para cohonestar ambas posiciones surge el concepto de *desarrollo sostenible,* que se transforma en paradigma ambiental de presunta modernidad pese a haber sido ya anticipado por los fisiócratas del XVIII, que postularon la necesidad de acrecentar la producción de *riquezas renacientes* (o renovables), sin deteriorar los *bienes de fondo* (Naredo y Parra, 1993).

En los epígrafes que siguen se pasará revista a estas cuestiones y se expondrán las líneas maestras de actuación en políticas del agua, que pueden coadyuvar a superar el falso dilema y a acotar el significado de la sostenibilidad.

4.4.3.2. Efectos negativos derivados de la explotación del medio

Es obvio que la incorporación de los recursos naturales por parte del ser humano y de las actividades económicas para la producción de los bienes y servicios trae consigo en numerosas ocasiones consecuencias adicionales no deseadas, tanto sobre el propio medio natural como sobre la sociedad. En el caso del agua, la explotación del recurso supone fundamentalmente su detracción del medio natural para ser consumida o utilizada (disminución de la cantidad circulante aguas abajo), la modificación de su régimen de caudales natural (regulación), y la degradación de su calidad (contaminación). Estas manifestaciones no son necesaria e intrínsecamente negativas para el medio, pero pueden llegar a serlo dependiendo de su cuantía e incidencia relativa.

Los posibles efectos negativos del uso del agua - que desbordan con frecuencia el ámbito de los agentes afectados en primera instancia - siempre han estado presentes en mayor o menor medida, pero ha sido recientemente cuando, a raíz del agravamiento de algunos de estos efectos, ha habido una mayor toma de conciencia de los problemas y se ha advertido la necesidad de abordarlos con nuevos instrumentos y, como se verá, con perspectiva económica.

El agotamiento o degradación del medio hídrico natural se ha manifestado de múltiples formas, pero, en general, afectando a alguna de las características que distinguían o hacían valioso algún componente de este medio. Las implicaciones de este hecho revisten mayor o menor gravedad según que afecten a recursos renovables o no renovables y, dentro de cada uno de ellos, en función de la variada casuística existente (acuíferos, zonas húmedas, etc).

Una característica importante del agotamiento de los recursos hídricos españoles (compartido también por el resto de países mediterráneos, áridos y semiáridos, con fuerte vocación agraria) es la especificidad que presenta respecto a los países centroeuropeos (más industrializados). En efecto, en tanto que en éstos el riesgo viene por el lado de la calidad al no respetar la capacidad de asimilación de residuos del medio natural, en nuestro país el peligro es doble: a la pérdida de calidad se añade el riesgo provocado por la superación frecuente de la tasa de renovación natural en términos de cantidad.

4.4.3.3. Afección medioambiental socialmente aceptable

Las actividades económicas, incluso podría decirse que prácticamente todas las actividades humanas, llevan siempre aparejado, necesariamente, algún tipo de afección sobre el medio ambiente. Esta afección puede producirse en términos de contaminación o, en general, como un daño medioambiental de determinada magnitud.

Como se apuntó, existen niveles de afección o degradación ambiental que, sin llegar a las situaciones extremas de agotamiento, resultan admisibles y son aceptados socialmente.

En este sentido es importante distinguir entre el mero efecto físico producido sobre el entorno natural, que puede ser de muy diversa índole e impacto, de la reacción humana frente a este efecto físico, pues no necesariamente existe una correlación significativa entre ambos. La reacción social suele tomar como referencia la pérdida de satisfacción o bienestar percibida y se manifiesta a través de la valoración económica, entendida ésta en sentido amplio, que las personas afectadas hacen de tal situación. En este último caso, existe una afección económica y estaríamos entonces ante una

externalidad. Por tanto, la presencia de una afección física no presupone una afección económica, ni a la inversa. Antes bien, con frecuencia se dan situaciones paradójicas de reclamación ciudadana ante algún fenómeno de degradación ambiental (piénsese, por ejemplo, en las reclamaciones ante la mala calidad de las aguas de un río), y oposición a contribuir económicamente a que esta situación pueda paliarse.

Sin perjuicio de estas contradicciones, y atendiendo a la teoría económica, es común que para un nivel tecnológico dado la afección medioambiental crezca con el nivel de actividad económica, y ésta llega hasta un punto que viene determinado básicamente por los beneficios privados de los agentes productores, causantes precisamente de la afección. En este punto el beneficio privado marginal (o la diferencia entre ingresos marginales y costes marginales) se hace cero, tal y como muestra el análisis económico convencional bajo algunas condiciones simplificadoras. Sin embargo, puede suceder y de hecho sucede que este nivel de actividad no sea el más eficiente para la colectividad, puesto que no suelen estar incluidos los costes externos que ella sufre. El problema que se trata de resolver, por tanto, es qué nivel de actividad económica y en definitiva de producción y de crecimiento económico es el que ocasiona una afección medioambiental socialmente eficiente. La adición de los costes externos a los costes privados del productor refleja los costes sociales y su introducción en el análisis económico conduce a otro punto de equilibrio (aquél en el que el coste social marginal iguala al ingreso privado marginal, o en el que los beneficios privados marginales compensan los costes marginales externos), consistente con un nivel de actividad económica inferior al anterior.

Así, podría concluirse que existe un nivel eficiente (en este sentido sería el óptimo) de externalidades, esto es, un nivel de producción que genera una afección medioambiental aceptable o admisible por la sociedad. A la luz de este planteamiento, *es sumamente discutible que toda afección medioambiental deba ser eliminada.* Por esta razón y por otras que se apuntaron en los apartados anteriores, el escenario de *afección cero* no sólo es ilógico sino que, más aún, es físicamente imposible. Bien es cierto que la capacidad de asimilación del medio ambiente, hasta un determinado nivel de residuos, relaja esta afirmación en la medida que permite la existencia de actividad económica sin que el entorno sufra daños.

La determinación de este óptimo entraña no pocas dificultades en la práctica, máxime si se tiene en cuenta que se basa en ciertas hipótesis simplicadoras que dejan de cumplirse cuando aparecen, como es frecuente, las denominadas imperfecciones o fallos del mercado. Aquí simplemente apuntadas, en el análisis de los fundamentos económicos se incidirá sobre estas cuestiones específicas con mayor detalle.

4.4.3.4. Crecimiento económico, eficiencia y sostenibilidad

Como se apuntó en epígrafes previos, entre los extremos de utilización-conservación existirá algún punto o zona intermedia que proporcione la mayor utilidad común, y este punto intermedio es el correspondiente al uso racional o al desarrollo sostenible, expresiones que vienen, en este contexto, a significar lo mismo.

La discusión en torno a los límites físicos al crecimiento, el adecuado papel de las fuerzas del mercado en el proceso de desarrollo y los efectos de éste en la degradación de los recursos naturales ha constituido el eje central de los análisis en la materia durante las últimas décadas. Aunque parece haberse llegado en principio a la aceptación de que los recursos naturales son suficientes para abastecer las necesidades humanas a largo plazo, no existe acuerdo sobre la extensión y la intensidad de los usos ineficaces e irracionales de estos recursos, especialmente en ámbitos espaciales de pequeña y mediana extensión. En la actualidad el pensamiento económico y ambiental se ha reorientado en torno al problema englobado bajo el término *sostenibilidad,* al que dedicamos las reflexiones que siguen.

El crecimiento económico se interpreta hoy de modo amplio, como un instrumento necesario para poder mejorar el nivel de vida. Evidentemente, la definición precisa de este concepto es discutible, pero parece claro que debe reflejar algo más que los ingresos reales per cápita, aún reconociendo la importancia de éstos en el bienestar social. Debe incluir también otros elementos de satisfacción, entre los que sin duda están el disfrute de los servicios que proporciona el medio ambiente. La cuestión estriba en descubrir cómo se deben gestionar los recursos naturales para que puedan cumplir esta función a lo largo del tiempo.

En este sentido y aunque no es fácil acotar el concepto *desarrollo sostenible* (de hecho existen numerosas definiciones alternativas), podría entenderse como aquél que maximiza los beneficios netos del crecimiento económico, siempre que quede asegurado el mantenimiento de los servicios y la calidad de los recursos naturales para generaciones futuras.

Este planteamiento aparentemente sencillo introduce numerosos interrogantes desde la perspectiva económica. En primer lugar cabría preguntarse si este umbral no se ha superado ya en algunos aspectos; en segundo lugar, un tema crucial, la metodología utiliza-

da en economía no es capaz de garantizar plenamente que a cualquier óptimo económico se le puede asociar un equilibrio ecológico estable (los presupuestos en que se basa la economía del bienestar para la mejor asignación de los bienes no se ocupa de si la escala física de la actividad en que se sitúa el óptimo paretiano es sostenible o no). Por otro lado, tampoco se sabe mucho acerca de las preferencias de las generaciones futuras, las alternativas tecnológicas de las que dispondrán ni el coste de éstas, así como el grado de dependencia de sus niveles de bienestar respecto a algunos recursos naturales que hoy consideramos indispensables. Sea cual sea el modelo económico adoptado (libre mercado, centralista o mixto) no es posible asegurar una respuesta satisfactoria a estos problemas.

Por lo pronto, sí puede apuntarse que los expertos relacionan el crecimiento económico y la conservación de los recursos naturales de una forma compleja y en dos sentidos amplios. Según el primero, en una primera etapa y hasta un determinado nivel de desarrollo, existe una relación de complementariedad, es decir, el crecimiento sólo se puede lograr aumentando el capital natural. Según el segundo, en las siguientes fases, superado dicho nivel, parece que el crecimiento económico se produce a costa del medio ambiente, esto es, de la pérdida de alguna de sus funciones. A pesar de todo, esta intercambiabilidad sólo es posible hasta cierto punto (sí lo es para la función de disfrute estético y provisión de insumos, por ejemplo, pero no para la función de asimilación de residuos, ni evidentemente sustentación de la vida).

En todo caso, no parece muy probable que, aún suponiendo que el Estado fuese capaz de corregir todos los posibles fallos del mercado en la gestión de los recursos naturales, nuestra economía alcanzase espontáneamente la senda del crecimiento correcta.

La consideración conjunta de todas estas cuestiones en el análisis del problema parece llevar a la conclusión generalizada de que la eficiencia económica, entendida ésta como la maximización del beneficio total que se puede lograr con unos recursos escasos (o la minimización del consumo de recursos para la extracción de un determinado beneficio), es una condición necesaria pero no suficiente para garantizar la sostenibilidad; es preciso incluir además algún criterio de justicia intergeneracional, aún admitiendo el riesgo de error que ello puede suponer en la medida que suplanta la voluntad de los futuros habitantes.

Expuestas así las cosas y a expensas de incorporar las nuevas consideraciones sobre las incertidumbres, que se ponen de manifiesto más adelante, surgen dos posibles alternativas para alcanzar el desarrollo sostenible:

- Mantener constantes las existencias de capital total. Esta propuesta consiste en garantizar que cada generación deje a la siguiente una cantidad de capital (el natural más el construido por el hombre) al menos igual a la que heredó de la anterior.

- Mantener constantes las existencias de capital natural. Este supuesto desconfía de la intercambiabilidad entre capital natural y artificial y contempla la consideración conjunta de los recursos renovables y no renovables, admitiendo un cierto intercambio entre ellos, al menos parcial. Al mismo tiempo, cabría debatir si este nivel de capital natural debe ser el actual o, si por el contrario existe un nivel óptimo diferente de éste, compatible también con el objetivo de sostenibilidad.

La discusión sobre ambas alternativas se reserva para más adelante, cuando se expongan las conclusiones, pero interesa subrayar ya las dificultades subyacentes a todos estos análisis, y los problemas que plantea su aplicación práctica. Así, en el caso de los recursos hídricos, ¿hasta qué niveles de desarrollo cabe expandir los sistemas de utilización?, ¿cuáles son los umbrales de reservas ambientales deseables?, ¿hasta dónde deben concederse para su uso los recursos disponibles?

Son problemas que no tienen adecuada respuesta desde la sola perspectiva de la preservación del medio, y que requieren del concurso de la economía para poder ser eficazmente abordados, por lo que será necesario tratarlos de nuevo cuando se expongan los fundamentos económicos de las políticas del agua.

4.4.4. Impacto ambiental

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental tienen como objetivo identificar y medir o valorar, de forma sistemática, la magnitud de los impactos de un determinado proyecto previsto para, en primer lugar, determinar si el medio tiene capacidad para absorber las consecuencias de tal actuación sin un deterioro grave del mismo, y en caso afirmativo elegir las soluciones que, considerando todos los factores, sean más favorables, y acompañar al proyecto con una serie de medidas preventivas y correctoras que reduzcan en lo posible el impacto. Un punto crucial, pues, para el buen resultado del proceso es el conocimiento que se obtenga de la capacidad de acogida del medio sobre el que se actúa (como la capacidad de autodepuración en el caso de los embalses).

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental tienen su origen legal en la aprobación de la *National Environement Policy Act* (NEPA) como legislación federal de Estados Unidos en 1969, siendo consecuen-

cia de la preocupación por el descontrolado crecimiento demográfico y desarrollo económico de la época, así como de las teorías sobre el desarrollo sostenible. Con ella se modifican los procesos públicos de toma de decisión al incluir la variable medioambiental en los diferentes instrumentos de análisis, hasta ese momento estrictamente técnicos y económicos.

En 1985 la CEE publica la Directiva 85/337/CEE, relativa a la Evaluación de las Repercusiones de determinados Proyectos públicos y privados sobre el Medio Ambiente. En ella se considera que *la mejor política de medio ambiente consiste en evitar, desde el principio, la creación de contaminaciones o daños, más que combatir posteriormente sus efectos,* así como que *la autorización de los proyectos públicos y privados que puedan tener repercusiones considerables sobre el medio ambiente solo debería concederse después de una evaluación previa de los efectos importantes que dichos proyectos puedan tener sobre el medio ambiente.* En los Anexos de la Directiva se recogen los proyectos que deben someterse en todo caso a Evaluación de Impacto Ambiental (Anexo I) y los que se someterán a dicha Evaluación cuando los Estados miembros consideren que sus características así lo exijan (Anexo II).

En Marzo de 1997 la CE publica la Directiva 97/11/CE, que modifica la Directiva 85/337/CEE. Esta modificación pretende clarificar, completar y mejorar las normas relativas al procedimiento de evaluación y establece que los proyectos del Anexo I estén sujetos a una autorización previa y que su evaluación ambiental se lleve a cabo antes de otorgar dicha autorización. Al mismo tiempo completa la lista de proyectos que tienen repercusiones significativas sobre el medio ambiente y obliga a que los Estados miembros establezcan umbrales ó criterios de selección para determinar qué proyectos deberán someterse a la Evaluación de Impacto Ambiental. Introduce la exigencia de que el promotor facilite, entre otras cosas, alternativas a los proyectos para los que piense presentar una solicitud y, finalmente, refuerza las disposiciones relativas a la evaluación de las repercusiones sobre el medio ambiente en un contexto transfronterizo, de acuerdo con el Convenio firmado en Spoo (Finlandia) en Febrero de 1991. Asímismo, esta Directiva permite que los Estados miembros establezcan un procedimiento único que cumpla los requisitos de ésta y de la Directiva 96/61/CE de Septiembre de 1996, relativa a la prevención y el control integrado de la contaminación (IPPC). Esta Directiva otorga a los Estados miembros un plazo de dos años para adoptar las disposiciones normativas necesarias para incorporar sus requerimientos a los respectivos ordenamientos nacionales.

También en Marzo de 1997, la Comisión presenta al Consejo una Propuesta de Directiva 97/C 129/08, relativa a la Evaluación de los efectos de determinados Planes y Programas en el Medio Ambiente, con objeto de conseguir un elevado nivel de protección del mismo, garantizando la realización de una evaluación ambiental de determinados planes y programas y que se tengan en cuenta los resultados de la misma durante la preparación y adopción de tales planes y programas. En ella se especifica que los planes y programas a los que se refiere esta directiva son aquellos que se adopten en el proceso decisorio relativo a la ordenación territorial con el fin de establecer el marco para posteriores decisiones de autorización, con inclusión de los planes y programas estratégicos adoptados en los sectores de la energía, los residuos, los recursos hídricos, la industria (incluida la extracción de minerales), las telecomunicaciones y el turismo, así como ciertos planes y programas de infraestructuras de transporte. También quedan expresamente incluidas las modificaciones de planes y programas existentes para la gestión de recursos hídricos, entre otros. Esta propuesta de Directiva está aún pendiente de aprobación.

La transposición a la legislación estatal de la Directiva 85/337/CEE dio lugar al Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental con objeto de *introducir la variable ambiental en la toma de decisiones sobre proyectos con incidencia importante en el medio ambiente* aglutinando la regulación sectorial que de modo fragmentario existía en ese momento y en nuestro caso particular en la Ley 29/1985 de Aguas de 2 de agosto, que impone con carácter preceptivo que en la tramitación de las concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico y a la vez impliquen riesgos para el medio ambiente, será preceptiva la presentación de una evaluación de sus efectos (art. 90), por lo que completa y normaliza este importante procedimiento administrativo. También se incorpora al procedimiento una fase de información pública con la que se abre éste a la participación ciudadana. Se excluyen expresamente de su ámbito de aplicación los proyectos relacionados con la Defensa Nacional y los aprobados específicamente por una Ley del Estado. Asimismo, el Consejo de Ministros, en supuestos excepcionales y mediante acuerdo motivado, podrá excluir un proyecto determinado del trámite de evaluación de impacto.

Su aplicación será a las obras, instalaciones o actividades que se inicien a partir de los dos años de su entrada en vigor, (BOE 30/06/1986).

El RDL 1302/1986 contiene un único Anexo como relación de proyectos que deberán someterse a una

evaluación de impacto ambiental, que incluye todos los indicados en el Anexo I de la Directiva comunitaria 85/337/CEE, más algunos de los relacionados en el Anexo II de la misma. Los relacionados con el sector que nos ocupa son:

- Grandes presas
- Primeras repoblaciones, cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas.

Este agrupamiento, excluyendo el resto de proyectos del Anexo II de la Directiva mencionada, ha dado lugar al inicio de un procedimiento de infracción por parte de la CE al entender que la transposición no se realizó debidamente al excluir totalmente el resto de los proyectos contemplados en dicho Anexo. Una exposición de la regulación jurídica de la evaluación de impacto de las obras hidráulicas puede verse en Rosa Moreno (1996).

El RDL 1302/1986 se desarrolló mediante el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, siendo de aplicación a la Administración del Estado y, directa o supletoriamente, a las Comunidades Autónomas según sus respectivas competencias en materia de medio ambiente. En él se incluyen dos Anexos. El Anexo 1 define diversos conceptos técnicos y el Anexo 2 contiene especificaciones relativas a las obras, instalaciones o actividades comprendidas en el Anexo del RDL 1302/1986.

La Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, establece que se someterán a evaluación de impacto ambiental las transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal arbustiva ó arbórea y supongan riesgo potencial para las infraestructuras de interés general de la Nación y, en todo caso, cuando dichas transformaciones afecten a superficies superiores a 100 hectáreas.

Esta legislación estatal tiene el carácter de norma básica, y muchas Comunidades Autónomas han desarrollado legislación medioambiental en el ámbito de sus competencias y su desarrollo estatutario.

Actualmente, y con objeto de adecuarse a la reciente Directiva 97/11/CE, la Administración del Estado está preparando un Borrador de Anteproyecto de Ley de Evaluación de Impacto Ambiental que incluye como mayor novedad la *Evaluación Estimativa*, mediante un procedimiento simplificado, de los efectos significativos que pueden tener sobre el medio ambiente los Planes y Programas de Ordenación Territorial, antes de ser aprobados por la Autoridad competente, así como la adecuación al Convenio de Spoo en lo referente a los posibles efectos medioambientales transfronterizos. Incluye tres Anexos: el Anexo I contiene los proyectos de obras, instalaciones u otras actividades que deberán someterse a una Evaluación de Impacto Ambiental y obtener la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental; el Anexo II determina los proyectos de obras, instalaciones o cualquier otra actividad que serán sometidos previamente a una evaluación de impacto ambiental, cuando así lo decida el Órgano Ambiental, en un estudio *caso por caso.* La decisión, que debe ser motivada, se ajustará a los criterios establecidos en el Anexo III.

Conviene resaltar el interés que tiene la realización de análisis y evaluaciones ambientales de Planes y Programas, mediante lo que se ha dado en llamar evaluación medioambiental estratégica, como forma de contemplar escenarios y opciones alternativas más generales, en los que se puede tener en cuenta el factor ambiental y generar así proyectos viables ambientalmente. En caso contrario, existe el peligro de que el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicado a proyectos individuales se convierta únicamente en un instrumento de corrección de impactos, en vez de una herramienta preventiva, dada la dificultad que este método presenta para abordar las causas más profundas que originan determinados desequilibrios ambientales.

Para que desde el punto de vista operativo un proceso de esta naturaleza sea eficaz resulta conveniente que las tareas de planificación y evaluación se desarrollen con un cierto grado de simultaneidad, de forma que la evaluación no sea solo un requisito que se cumple una vez terminados los trabajos del Plan.

El marco competencial actual se establece considerando, por un lado, las competencias que sobre actuación en materia ambiental corresponden a las Comunidades Autónomas, y por otro, la correspondiente al Estado que, de manera puntual, puede ejercer dichas competencias en virtud de dos criterios: la supraterritorialidad y el interés general. Así, el artículo 5º del RDL 1302/86 dispone que *se considera órgano ambiental el que ejerza estas funciones en la Administración Pública donde resida la competencia sustantiva para la realización o autorización del proyecto.*

La pieza fundamental de los procesos de evaluación es el Estudio de Impacto Ambiental que deberá suministrar la información suficiente para fundamentar la evaluación del mismo. La finalidad de dicho Estudio es realizar una predicción sobre los efectos (impactos) ambientales que el proyecto, de realizarse tal como se propone en la alternativa considerada, puede producir, así como una valoración de los mismos.

La responsabilidad de la realización de este Estudio se atribuye al promotor del proyecto, aunque alguna

Comunidad Autónoma como Castilla y León ha establecido en su normativa un control público previo sobre la capacidad técnica de los equipos redactores de los estudios de impacto (art. 5.1 de la Ley 8/1994, de 24 de junio).

El contenido exacto del Estudio dependerá de la acción de que se trate, pero en todo caso, y como contenido mínimo obligatorio, deberá constar de las partes siguientes:

- Descripción de la actuación que se quiere llevar a cabo.
- Inventario ambiental
- Identificación y valoración de los impactos
- Propuesta de medidas protectoras y correctoras
- Programa de vigilancia ambiental
- Documento de síntesis

El procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental se desarrolla, en nuestro caso, paralelamente al de aprobación del proyecto y culmina con carácter previo al mismo, con el que participa en determinadas fases procedimentales y con el que guarda el principio de unidad de expediente.

Las diversas fases del procedimiento de Evaluación son:

- Iniciación. Comunicación al órgano ambiental de la intención de realizar el proyecto, acompañando una memoria-resumen
- Consultas previas. Del órgano ambiental a personas, organismos e instituciones.
- Elaboración y presentación del Estudio. Junto con la documentación del proyecto.
- Información Pública. Del Estudio junto con el expediente y documentos del proyecto.
- Remisión del expediente al órgano ambiental. Previa a la aprobación del proyecto.
- Declaración de impacto. Dictada por el órgano ambiental con o sin condicionado.
- Resolución de la aprobación. El órgano competente, recibida la Declaración de Impacto, resolverá el procedimiento de aprobación, incorporando al condicionado de su resolución el derivado de la Declaración de Impacto.

El procedimiento administrativo de evaluación culmina, de manera normal, con la Declaración de Impacto Ambiental: se trata de un acto previo e instrumental del procedimiento sustantivo, de naturaleza discrecional y que, por tanto, ha de ser debidamente motivado. La Declaración de Impacto Ambiental determinará, a los solos efectos ambientales, la conveniencia o no de realizar el proyecto, y en caso afirmativo, fijará las condiciones en que debe realizarse, las medidas correctoras que deben aplicarse e incluirá las prescripciones pertinentes sobre el periódico seguimiento de su adecuada puesta en práctica.

4.4.5. Indicadores ambientales

Además de las técnicas de evaluación de impactos, un instrumento de interés para la consideración de los recursos hídricos desde el punto de vista ambiental es el de los denominados *indicadores ambientales.* A diferencia de la evaluación de impactos, que se desarrolla para el proyecto o actuación concreta que se pretende analizar, los indicadores tienen un carácter continuo y permanente, se refieren a la situación general y las políticas ambientales globales, y no están específicamente relacionados con ninguna actuación concreta.

Los indicadores ambientales surgen como respuesta ante la triple necesidad de disponer de información adecuada para la toma de decisiones en política ambiental, poder hacer un seguimiento objetivo de los resultados de estas políticas, y satisfacer las necesidades de información pública, y todo ello reduciendo la gran cantidad de información disponible en un conjunto reducido y manejable de parámetros.

De este modo, los indicadores agregan la información ambiental, y la presentan de forma condensada, consiguiendo además un valor añadido vinculado con los intereses sociales sobre el medio y, consecuentemente, con la toma de decisiones políticas.

Una primera clasificación de los indicadores, conforme a los criterios de la OCDE, y que atiende a sus diferentes posibilidades de uso, es:

1. Indicadores de *integración sectorial,* que ofrecen información sobre la interrelación entre los sectores económicos y el medio ambiente, contribuyendo a integrar la política ambiental con las políticas sectoriales.
2. Indicadores de *integración económica,* que informan sobre el coste ambiental asociado a la actividad económica, y permiten la cuantificación económica de externalidades ambientales.
3. Indicadores de *evaluación,* que reflejan de forma cuantitativa la situación ambiental para las cuestiones más relevantes o de mayor interés, dentro de un marco de causalidad *presión-estado-respuesta,* que permite clasificarlos en esos tres conceptos. En efecto, la acción humana ejerce *presiones* sobre el medio y modifica el *estado* (cantidad y calidad) de los recursos naturales. La sociedad *responde* a estos cambios *con políticas* ambientales, sectoriales y económicas, generándose así un bucle hacia las actividades de presión. Estos pasos configuran el ciclo de percepción de un problema,

Código	Indicador	Cantidad	Calidad		
		(escasez)	Superf.	Subterr.	Ecológica
A1	Acuíferos contaminados por nitratos			E	
A2	Acuíferos costeros salinizados por intrusión marina	E		E	
A3	Ríos con buena calidad según índices bióticos		E		E
A4	Ríos con buena calidad según ICG		E		
A5	Embalses eutrofizados		E		
A6	Especies piscícolas amenazadas o en extinción				E
A7	Sobreexplotación de acuíferos	E			
A8	Recursos hídricos naturales por habitante	E			
A9	Intensidad de uso del agua	P			
A10	Población con tratamiento de aguas residuales		P		
A11	Gasto público en gestión de aguas residuales		R		
A12	Cauces deslindados				R

Tabla 114. Indicadores ambientales para el agua

formulación de políticas, y seguimiento y evaluación de las mismas.

Los indicadores de evaluación son los que han alcanzado en la actualidad un mayor perfeccionamiento.

En España se ha comenzado recientemente a desarrollar este tipo de técnicas, existiendo ya tanto una primera propuesta genérica de indicadores de evaluación (MIMAM, 1996b), como un conjunto específico de indicadores para el agua (MIMAM, 1998c).

El sistema español de presión-estado-respuesta se estructuró en 4 grandes áreas: atmósfera, residuos, medio urbano y recursos naturales; y ésta última se subdividió, a su vez, en otras 6 subáreas: biodiversidad, bosques, costas, medio marino, suelo y agua.

La tabla 114 muestra los indicadores propuestos para el agua, junto con los dos temas clave o preocupaciones identificadas a las que se refieren (escasez del agua y deterioro de su calidad), y el tipo de indicador (E=estado, P=presión, R=respuesta).

El cálculo de estos indicadores de evaluación del subárea agua muestra que la situación del recurso es preocupante, debido a la tendencia desfavorable de numerosos indicadores (en general, reveladores del deterioro de la calidad del agua), aunque se aprecian también avances positivos en algunos otros (como la población conectada a EDAR).

Sin perjuicio de las deficiencias de los datos estadísticos involucrados, de la simplicidad, novedad, y, en consecuencia, relativa inmadurez de estas técnicas, y de su necesaria revisión, ajuste, y perfeccionamiento continuo, debe subrayarse su indudable interés, y la conveniencia de continuar su exploración y desarrollo, trasladándolas desde el campo de las propuestas teóricas hasta su conversión en instrumentos depurados, realmente operativos en el proceso ordinario de las decisiones y políticas ambientales de los recursos hídricos.

4.4.6. Conclusiones

Una vez puestos de manifiesto algunos aspectos y técnicas de interés inherentes a la gestión de los recursos naturales, es posible esbozar someramente una propuesta de gestión del medio hídrico natural, desde el punto de vista de la sostenibilidad. Además de estas ideas globales, deberán disponerse los necesarios instrumentos económicos orientados a atacar de forma conjunta las dificultades existentes, tal y como se verá en el correspondiente epígrafe.

En primer lugar, cabe subrayar que todas las consideraciones enunciadas inducen mayoritariamente a optar por una de las dos alternativas que se comentaron (existencias constantes de capital natural o existencias constantes de capital total), orientadas a alcanzar el desarrollo sostenible. En efecto, hasta tanto no se disponga de más elementos de juicio que mejoren nuestro nivel actual de información y comprensión de los problemas, la propuesta más plausible consiste en *mantener las existencias de capital natural y, además, en su nivel actual (o en otro mejor).*

Esta propuesta implica de alguna manera renunciar a la búsqueda de un nivel óptimo, presumiblemente inferior al actual, y eso suponiendo que nos encontremos por encima de él. Hay razones para ello. En primer lugar, y a semejanza de las reflexiones que se hicieron en relación con la crisis de los objetivos económicos de la política hidráulica, es prácticamente imposible identificar tal óptimo (la multifuncionalidad de los recursos naturales, su papel clave en el sustento de la vida y los riesgos de la irreversibilidad lo

demuestran); en segundo lugar, la idea de óptimo alude a criterios de eficiencia, dejando fuera objetivos de equidad tanto dentro de la generación presente como con las futuras; por último, trabajos empíricos recientes evidencian que las personas valoran de forma mucho más alta la pérdida de algo que se posee, que una ganancia, y ello aún en términos marginales. En definitiva, el mantenimiento del medio ambiente actual es el único medio de que dispone la sociedad para asegurarse de que su bienestar no reducirá las opciones de las generaciones siguientes.

Caben varias formas de interpretar, no obstante, esta propuesta de mantener constante el nivel total de activos ambientales. Puede entenderse en términos físicos agregados, pero en tal caso surge el problema de cómo sumar cantidades de recursos cuya naturaleza es a veces muy diferente. Suponiendo que pudieran expresarse en una unidad común, como por ejemplo la monetaria (lo que requiere valorar correctamente todas las funciones que desempeñan en la economía, lo cual es tremendamente difícil), aún cabría objetar que los recursos naturales no son sustitutivos entre sí. Por el contrario si se entiende en términos no agregados, la condición puede ser demasiado restrictiva. Otra de las interpretaciones posibles podría consistir en mantener constante el flujo de servicios procedentes del medio natural.

Sea cual sea la interpretación adoptada, no está exenta de dificultades y seguramente serán las características específicas de cada caso las que aconsejen optar por una u otra solución. Sin duda se abre un amplio margen para la gestión del medio ambiente y los recursos naturales. En todo caso parecen existir menos dificultades para traducir a unas sencillas normas prácticas las condiciones de sustentabilidad de nuestros sistemas económico y ambiental (mantenimiento de los servicios y de la calidad de la dotación de recursos a lo largo del tiempo). Estas pautas de sustentabilidad serían las siguientes:

a) *Utilización de los recursos renovables a ritmos menores o iguales que su regeneración natural.* Esta condición incide sobre dos aspectos básicos:

   - La extracción de recursos para su uso como insumos en el sistema productivo, lo que exige, por ejemplo, la eliminación de la sobreexplotación incontrolada de acuíferos y el establecimiento de medidas que impidan este proceso, o el establecimiento de niveles máximos para la concesión de las aguas de un río.
   - El depósito de residuos al medio ambiente, lo que exige, por ejemplo, el control de vertidos y su acotación a niveles predeterminados.

b) *Optimización del uso de recursos no renovables, sometida a la restricción de garantizar la sustitución de dichos recursos a través del progreso tecnológico.* Esta regla también sugiere dos planos de actuación:

   - Compensar la merma de los recursos no renovables con el aumento o la incorporación de recursos renovables, lo que permitiría, por ejemplo, sobreexplotaciones puntuales controladas.
   - Reducir, merced a la mejora de la eficiencia, los requerimientos unitarios de recursos para así mantener la misma cantidad y calidad de servicios, lo que lleva consigo todo el abanico de políticas de ahorro, eficiencia de uso y conservación del recurso.

Entrando específicamente en los sistemas de utilización del agua, el mantenimiento de los actuales activos ambientales puede llevarse a cabo mediante el modelo conceptual descrito en las secciones dedicadas a los recursos hídricos naturales y disponibles. Como allí se expuso, una vez identificados los activos naturales a preservar, se *excluirían* de los recursos naturales, no entrando a formar parte del sistema de utilización del agua.

Es interesante constatar que casi todos estos criterios sugeridos por la teoría ambiental son plenamente concordantes - cuando no explícitamente asumidos - por la regulación vigente en materia de aguas. El hecho de que los resultados prácticos conseguidos disten de ser los deseables remite, una vez más, al problema de la implantación práctica de las normas mas que a las propias normas en sí mismas.

Cuestiones muy importantes, como la aquí sugerida limitación de concesiones futuras, de forma cautelar y como instrumento coadyuvante a la preservación del medio, presentan un gran calado político y socioeconómico, y pueden ser establecidas mediante los instrumentos normativos de la planificación hidrológica nacional.

4.5. LOS FUNDAMENTOS ECONÓMICOS

4.5.1. La necesidad de una aproximación económica para la preservación de los recursos naturales

Al referirnos a los fundamentos económicos de la política del agua, un principio que conviene dejar bien sentado desde el primer momento es el de la *absoluta necesidad de introducir criterios de racionalidad económica para la adecuada gestión y preservación de los recursos naturales* y, de modo muy particular, del agua.

La razón para ello es bien simple y ha sido ya expresada reiteradamente a lo largo de este documento: lo que hasta hace poco tiempo parecía ilimitado ahora aparece como escaso, y el dominio de lo escaso es el dominio natural de la economía. Esta disciplina está, pues, llamada, más allá de sesgos e intereses sectoriales, a introducir una mayor racionalidad en las discusiones del agua.

Establecido esto, es necesario precisar que razonamiento económico no debe confundirse con lo que a veces se llama *economicismo,* y menos con un economicismo que se entiende como opuesto a las preocupaciones medioambientales. Muy al contrario, la economía ha desarrollado unas técnicas de análisis y unas pautas de evaluación que superan ampliamente esta visión convencional y reduccionista de los problemas económicos, y esta visión extendida es la que se postula en este Libro. La clásica diferenciación aristotélica entre lo *crematístico* (relativo al dinero) y lo *económico* (relativo a la administración de la casa por extensión, del planeta) resulta al respecto bien clarificadora (Aguilera, 1995b).

Por otra parte, en ningún caso cabe negar la posibilidad de que consideraciones sociopolíticas puedan matizar o incluso contravenir los resultados de los análisis económicos, y las decisiones de intervención pública actúen en tal sentido, pero siempre haciéndolo con transparencia, y tras un correcto y veraz conocimiento cuantitativo de los flujos económicos involucrados y sus indicadores resultantes.

Abordaremos el estudio de los fundamentos económicos de las políticas del agua desde dos puntos de vista distintos aunque, como se explicó, íntimamente relacionados entre sí: el de la contemplación del agua como un bien económico productivo, utilizado como insumo para la actividad económica, y el de la contemplación del agua como un bien ambiental, que debe ser conservado y preservado de la degradación.

La primera perspectiva conduce directamente a la cuestión del régimen económico-financiero, costes y precios del agua, considerada como bien económico, tal y como se explicó en los epígrafes previos dedicados a la economía del agua. La segunda conduce a la cuestión de las políticas económicas ambientales y sus posibles instrumentos para la protección y mejora del medio hídrico.

4.5.2. La consideración del agua como bien económico productivo

En capítulos previos se describió con detalle la actual situación en cuanto a la incidencia económica sectorial del agua y su actual régimen jurídico económico-financiero.

De lo expuesto se dedujo con claridad una situación que, aunque tiende a mejorar en los últimos años, no puede considerarse aún plenamente satisfactoria, ni óptima desde el punto de vista de la racionalidad económica.

En efecto, como se vio, y de conformidad con la percepción social existente al respecto y comentada en los epígrafes de fundamentos sociopolíticos, la legislación vigente establece que el agua es un bien *gratuito,* como si se tratase de un recurso abundante. Sin embargo, la realidad hidrológica española no corrobora esta consideración, y la propia sociedad admite que se trata de un recurso natural escaso, al menos a nivel nacional, y ciertamente valioso.

Esta legislación tan sólo prevé exacciones destinadas, fundamentalmente, a resarcir a la Administración hidráulica de una parte de las inversiones necesarias para garantizar la disponibilidad del recurso (canon de regulación, tarifa de utilización y canon de vertido), sin tener en cuenta los demás costes de oportunidad para la sociedad, con las consiguientes pérdidas de bienestar que ello puede suponer para la colectividad y, en sentido contrario, los otros beneficios que pudieran generarse.

Lo más relevante desde el punto de vista económico es que estas exacciones se configuran a partir de las obras requeridas para disponer del agua y depurarla, pero *no guardan relación con la escasez del recurso* y por tanto no consideran su valor económico, ni toman referencia de la disposición a pagar por parte de los consumidores.

Pero esta situación, que puede ser conceptualmente admitida como modelo válido, se degrada sensiblemente cuando se producen discriminaciones, reclamaciones, proteccionismos, moratorias, y dificultades prácticas de cobro, que hacen que ni siquiera estas cantidades sean equitativamente computadas y percibidas en su totalidad por la administración hidráulica. Tales disfunciones del sistema deben ser progresivamente superadas si se desea, como parece razonable al menos a corto plazo, seguir manteniéndolo.

En definitiva, la ausencia de un sistema que traslade al usuario los costes reales que comporta la utilización del recurso, unido a los preceptos del régimen concesional, no facilita una asignación económicamente eficiente entre los demandantes que compiten por él. Las disfunciones que provoca este sistema de asignación concesional, no económica, se muestran en la dificultad de precisar términos como “demandas” (sin precio asociado, tal y como se comentó en los epígrafes des-

tinados a su análisis), "racionalidad y economía en el uso del agua", "caudal ecológico" y por tanto "excedentes", etc, fuentes de muchos de los problemas a los que se enfrenta la gestión de los recursos hídricos a la hora de definir y cuantificar sus objetivos, explicar sus políticas y precisar sus decisiones.

Además, desde el punto de vista sectorial, y tal y como se vio en la descripción de los impactos económicos, parece deseable una cierta reasignación o, al menos, reorientación de las prioridades legales a efectos del otorgamiento de las futuras concesiones. La preferencia para el regadío establecida por defecto en la Ley de Aguas - salvo disposición en contrario de los planes hidrológicos -, y heredada de la regulación anterior, resulta de dudosa racionalidad, como criterio generalizado, en la realidad socioeconómica española del momento presente, y ello sin perjuicio de las muy diversas situaciones y posibles tipificaciones de las demandas de agua, además de los usos clásicos (López-Camacho, 1993).

En síntesis, es evidente que, en la mayoría de los casos, el agua ha pasado históricamente de ser un bien libre y abundante a ser un bien escaso, susceptible de degradación, y utilizado como input en procesos económico-productivos. El sistema económico-financiero vigente no considera de forma explícita esta condición del recurso, limitándose a la recuperación de los costes de su disponibilidad. Este modelo presenta problemas y deficiencias ya comentados en otros capítulos, pero, por las razones que allí también se expusieron, parece razonable por el momento su mantenimiento, mejorándolo en aquellos aspectos puntuales que proceda.

No obstante, y sin perjuicio de esta necesidad de mejora y mantenimiento del régimen actual, es conveniente avanzar en el análisis de modelos alternativos a medio y largo plazo que se adapten mejor a la coyuntura socioeconómica del presente, que consideren de forma explícita la valoración económica del recurso, y que superen las limitaciones del modelo vigente.

4.5.3. La política económica del agua considerada como bien ambiental

Parece estar comúnmente admitido que los habituales planteamientos en que se basa la economía convencional no son capaces de satisfacer y de dar respuesta adecuada a las preocupaciones de la sociedad en relación con el tratamiento del medio ambiente y su integración en los actuales modelos de crecimiento. Así como el objetivo de la eficiencia económica (que adquiere un papel predominante y casi exclusivo en las propuestas de la economía neoclásica para asignar los recursos escasos) sí parece representar de forma conveniente el interés de la colectividad cuando se trata de bienes y servicios susceptibles de ser intercambiados en el mercado, sin embargo, en el caso de los activos medioambientales, generalmente carentes de precio, existen evidencias de que las personas incorporan otros objetivos adicionales a sus preocupaciones.

En efecto, aspectos tales como el acceso justo y equitativo a los recursos naturales, unidos a la convicción de que muchos de ellos son esenciales para la propia subsistencia (e incluso para proporcionar calidad de vida), y además no admiten sustitución, inducen a albergar serias dudas sobre la utilidad de los instrumentos clásicos de optimización en términos de costes y beneficios.

No obstante, estas cuestiones, lejos de invalidar el análisis económico tradicional para la gestión de los recursos naturales, refuerzan su papel en la medida que contribuye a mejorar la necesaria comprensión de las relaciones que tienen lugar entre el ecosistema y las actividades económicas, y permiten el desarrollo de extensiones teóricas para abordar los nuevos problemas. Sólo complementando, con metodología y rigor en el tratamiento de la información, las valiosas aportaciones de las ciencias naturales y la economía, será posible encontrar la mejor solución a un tema tan amplio y complejo como es la gestión del medio ambiente, y en particular de los recursos naturales implicados en el ciclo hidrológico, de cara a su protección y conservación. Las controversias sobre la mejor gestión de estos recursos han sido particularmente intensas en las últimas décadas, y cuestiones como la opción de lo público o lo privado, la intervención estatal, la eficacia de los mercados, etc. se encuentran en el corazón de la discusión económica sobre el agua. A su estudio dedicaremos los epígrafes que siguen.

En todo caso - huelga decirlo - la cuestión está abierta y sometida a muchas controversias, toda vez que en ella convergen visiones del mundo tan diversas en algunos casos, que es difícil sentar unas bases de partida comunes. En cualquier caso, y como ya se ha reiterado, entre la posición extrema de máxima explotación de los recursos orientada hacia el crecimiento, bajo la confianza ciega en que la innovación tecnológica mitigará la escasez de recursos a largo plazo, y la posición contraria, totalmente *ecocéntrica* y partidaria de la preservación absoluta, y entre la posición de completa liberalización y dejación de la asignación del agua a las fuerzas del mercado, y la posición de completa regulación pública y sistema administrativo rígido de asignaciones, hay lugares intermedios, de mayor utilidad general, y de mayor racionalidad práctica.

4.5.3.1. Público y privado en la gestión ambiental del agua

4.5.3.1.1. Los mercados como instrumentos de política ambiental

Una aproximación racional a la política económica del agua como recurso ambiental, y a los instrumentos de protección del entorno y lucha contra la contaminación, ha de comenzar, como en cualquier otro caso de gestión económica de un recurso, por el estudio de las posibilidades del mercado, de la viabilidad de que contaminadores y perjudicados por la contaminación lleguen a acuerdos voluntarios económicamente óptimos, y de el grado de satisfacción general de la sociedad con su medio ambiente hídrico.

Si el resultado de estos estudios indicase que es posible tal asignación de mercado y acuerdos voluntarios, y existiese una generalizada satisfacción con la situación ambiental, no sería necesario el establecimiento de ninguna intervención pública específica, y no sería necesario desarrollar ninguna política pública del agua específicamente orientada a impedir su degradación; y, de no ser así, la intervención pública estaría justificada.

Comenzaremos pues por indagar *las posibilidades del mercado* respecto de determinados bienes ambientales y con relación a la protección del entorno. Obviamente no es este Libro el lugar adecuado para desarrollar conceptos de la teoría económica de los recursos naturales, ampliamente tratados desde los años 70 en numerosos manuales y literatura especializada, pero la importancia del asunto y las controversias generadas son tales, que se ha estimado conveniente introducir, siquiera brevemente, alguno de estos conceptos y resultados de la teoría económica, especialmente relevantes en nuestro análisis de las aguas como bienes ambientales.

Así, ha de comenzarse recordando que los mercados se basan en el principio de *soberanía de los consumidores,* y funcionan a través del *sistema de precios.* Éstos precios, en mercados competitivos, y bajo determinadas condiciones, son indicadores de la escasez (lo son aún en mercados imperfectos), guían las elecciones de los consumidores, y facilitan una asignación óptima de los recursos, lo que constituye sin duda un importante conjunto de ventajas.

Sin embargo, *existe un amplio acuerdo teórico sobre el hecho de que el mercado no funciona bien respecto a determinados bienes ambientales,* y con relación a la protección del entorno. Siguiendo la exposición de Franco Sala (1995), entre los posibles motivos de este fallo cabe subrayar los siguientes.

La incidencia de las externalidades negativas

Como es bien conocido, se dice que existe una externalidad negativa, una deseconomía externa o un coste externo cuando la actividad de un agente económico provoca una pérdida de bienestar (o utilidad o satisfacción) sobre otro agente económico y, además, esta pérdida no está compensada. Ambas condiciones deben darse para poder hablar de externalidad negativa, puesto que en caso contrario (si existiese una compensación, por ejemplo), se dice que el efecto se ha internalizado.

Si bien pueden generarse externalidades negativas por decisiones que se toman sobre recursos de propiedad particular (por ejemplo, la tala de un bosque privado puede causar la erosión y contribuir al aterramiento de embalses y a incrementar las inundaciones), no es éste el supuesto que más interesa resaltar aquí, sino que centraremos la atención en el de los recursos de propiedad común.

La aparición de externalidades negativas es muy habitual en el caso de los recursos comunes y, en particular, en el dominio público hidráulico, y pueden afectar tanto a otros usuarios del mismo recurso común (generando conflictos entre ellos), como a la sociedad en su conjunto, o a todos a la vez. Baste citar, por ejemplo, las situaciones que se registran cuando se extrae agua de los acuíferos, se deteriora la calidad del agua en los ríos o se degradan los ecosistemas asociados. En este sentido, el daño medioambiental (como la contaminación) no sería más que un posible caso particular de externalidad negativa.

Las externalidades negativas pueden ser ocasionadas tanto por los productores, como por los consumidores. En el caso de los recursos hídricos se derivan frecuentes externalidades en la fase de la oferta (construcción de infraestructuras de regulación y transporte, transformaciones en regadío), y también se generan externalidades por los usuarios en el momento de la utilización de los recursos (contaminación por los vertidos al dominio público hidráulico, degradación de los ecosistemas y de los acuíferos por extracciones de agua, etc).

Desde el punto de vista de la producción, cualquier agente económico compra los recursos que utiliza (materias primas, trabajo, patentes, etc.), ocasionándole ésto unos *costes privados.* Además, en ocasiones se sirve de recursos ambientales que se degradan por su uso (p.e. vertidos a las aguas), significando esto unos *costes externos,* ya que perjudican a terceros (p.e. agricultores que riegan con las aguas contaminadas), y el contaminador no compensa por ello al perjudicado. El *coste social,* que es el coste real para la colectividad del desempeño de esta actividad, es por tanto la suma del coste privado más el coste externo.

Aunque se ha hecho referencia a las externalidades de carácter negativo, también existen externalidades de signo positivo. En todo caso, puede demostrarse que la presencia de unas y otras - la divergencia entre el coste privado y el social - genera disfunciones e induce a comportamientos, por parte de los agentes implicados, que dan lugar a distorsiones del mercado, haciendo que el punto de equilibrio no sea el óptimo socialmente, que la pérdida social reduzca el bienestar conjunto de la colectividad, y que se esté realizando una mala asignación de los recursos.

La naturaleza de bien público del agua

Los *bienes públicos puros* son aquéllos cuyo consumo tiene dos propiedades: es simultáneamente *no exclusivo* (no se puede excluir a nadie del consumo aunque no esté dispuesto a sufragar el coste, como la defensa nacional), y *no rival* (su aprovechamiento por un agente no impide la posibilidad de consumo por otros, como el alumbrado público de una calle). Los bienes públicos que reúnen sólo una de ambas características se denominan en ocasiones bienes públicos *impuros.*

Hay muchos bienes ambientales que tienen la naturaleza de bienes públicos, porque cumplen alguna de las dos condiciones, y de bienes puros, porque cumplen las dos (como por ejemplo la calidad del aire como consecuencia de la lucha contra la contaminación atmosférica). En el caso del agua considerada como recurso ambiental, algunas de sus utilidades pueden ser vistas como las de un bien público tanto no exclusivo como no rival (piénsese en la descontaminación de un río para el genérico disfrute ambiental aguas abajo), y la imposibilidad de excluir si no se paga un precio es un fallo del mercado que implicará sobreexplotación y degradación, ausencia de señales verdaderas sobre las preferencias de los demandantes del bien, y ausencia de incentivos de los productores para producir un bien que, una vez ofrecido, resulte imposible impedir su libre y gratuito acceso a todo el que lo desee.

En los casos relacionados con los bienes ambientales en los que no quepa aplicar el principio de exclusión, la intervención pública resulta inevitable.

La naturaleza de bien preferente del agua

El supuesto de los *bienes preferentes* es aquel en el que el mercado puede generar una provisión eficiente de los mismos, pero el sector público ha de intervenir por diversas razones sociales, políticas o ideológicas, incentivando u obligando el consumo. Casos de este tipo son:

a) La ignorancia o irracionalidad de los consumidores, que pueden pretender consumir menos de lo que resultaría óptimo para ellos o para la sociedad (como, por ejemplo, educación y formación).
b) Los bienes preferentes generan externalidades positivas (como el caso evidente del nivel de educación) que favorecen a toda la sociedad.
c) El suministro de bienes preferentes garantiza al menos un consumo mínimo a los ciudadanos, con independencia de sus intereses o de su renta (caso de la enseñanza pública gratuita y obligatoria).

En el caso del agua, es obvio que un suministro mínimo para las necesidades básicas del abastecimiento tiene la naturaleza de bien preferente, pues no depende del mercado, es un requerimiento del nivel de vida actual que se considera socialmente exigible, y produce una mejora de la salud pública y calidad de vida de los ciudadanos. A este ofrecimiento básico del sector público pueden después superponerse otros ofrecimientos de mercado (suministros de mayor cuantía o mejor calidad según zonas y costes, mejoras suntuarias de los entornos urbanos, etc.).

El funcionamiento del mercado en el corto plazo

Es común considerar que el *valor económico total* de un bien ambiental es la suma de los *beneficios para los usuarios* (comprendiendo el valor de consumo y el valor de actividades que no implican consumo), más el *valor de opción* para los potenciales usuarios de la generación presente (que no los utilizan ahora pero pueden hacerlo en el futuro), más los beneficios intrínsecos o *valor de existencia* para el resto del planeta y para las generaciones futuras (valor atribuido al bien en sí mismo, por su mera existencia, independiente de toda utilización particular de la actual generación).

El mercado funciona, no obstante, básicamente a corto plazo, y considera a los consumidores que están dispuestos a pagar o empezar a pagar en dicho término. En consecuencia, ignora la existencia de una demanda optativa y a las generaciones futuras, lo que implica su imperfecto funcionamiento desde el punto de vista de los recursos naturales y su aprovechamiento a lo largo del tiempo. Al infravalorarlos, favorece su degradación y sobreexplotación.

Respecto a la demanda optativa, se origina por agentes económicos que no piensan consumir en el momento presente, pero tienen intención de disponer del bien en el futuro. Un mercado de bienes ambientales actúa a corto plazo y no considera esta opción, por lo que los recursos se asignan infravalorando el medio ambiente.

Respecto a las generaciones futuras, su no consideración hace que se infravalore el bien ambiental, mien-

tras que la conservación ambiental y la utilización racional requiere criterios basados en el largo plazo. Una posible solución a este problema sería la incorporación, por la intervención pública, de un tipo de descuento social en los análisis coste-beneficio, pero esto plantea problemas e interrogantes que distan aún de estar resueltos. ¿Cual será, por ejemplo, la valoración de las generaciones futuras con respecto a las áreas vírgenes de las cuencas, a las surgencias fluviales, a los manantiales de agua potable, a los paisajes hídricos? No hay respuesta a estas cuestiones pero podemos intuir que será elevada, mucho más de lo que lo es ahora.

La irreversibilidad

La irreversibilidad física o económica (por representar costes desorbitados) de muchas actuaciones que se emprenden en relación al medio ambiente impide la adecuada valoración de estos bienes mediante el mercado, y se relaciona directamente con la intervención pública con incidencia sobre el entorno. Volveremos sobre esta cuestión más adelante, al referirnos a los objetivos de las políticas económicas públicas en relación con el medio.

La falta de un sistema de derechos de propiedad

Ya se ha explicado extensamente el proceso por el que el agua ha dejado de ser un bien abundante, un bien *libre,* para pasar a ser escaso, y por tanto *económico.* El paso de bien libre a económico lleva aparejada la transformación de su naturaleza jurídica, pasando a ser bien con un titular, con un propietario (público o privado).

Desde algunas autorizadas perspectivas, como la de Coase (1960), se ha sostenido la tesis de que la ausencia de un sistema de derechos de propiedad (sea en el sentido estricto de propiedad plena, o en el de titularidad concesional) conlleva una utilización no óptima de los bienes ambientales.

La ausencia de este sistema de derechos implica ausencia de incentivos para el ahorro y la conservación, y favorece la sobreexplotación y degradación. La ausencia de titular hace, además, que nadie en concreto reclame por las pérdidas de utilidad del bien derivadas de su deterioro: no habrá compensaciones por las externalidades de la degradación, y el mercado funcionará de forma incorrecta.

En el caso del agua, el sistema de titularidad y acceso a su uso, y la situación y problemática de los Registros, donde se inscriben estos derechos, han sido extensamente comentadas en otros epígrafes de este libro, y allí nos remitimos. La viabilidad de mejorar la asignación de los recursos mediante transacciones voluntarias, una vez bien definidos los derechos de los agentes interesados, es una cuestión de importancia central en la moderna discusión de las políticas económicas del agua, pues a ella se remiten las rigideces jurídicas concesionales y los posibles mercados y bancos del agua, cuestiones candentes y sobre las que recientemente se ha planteado en nuestro país un amplio, encendido, y no siempre riguroso debate.

4.5.3.1.2. Las negociaciones voluntarias

Como se indicó en el epígrafe precedente, una de las causas de fallos del mercado en presencia de costes externos ocasionados por la contaminación es la de la ausencia de un sistema de propiedad bien definido sobre los bienes ambientales.

En relación con esta cuestión, cabe pues plantearse el siguiente problema:

Supuesto establecido y bien operativo un sistema de derechos sobre el agua (registros, concesiones, autorizaciones, inscripciones…), y admitiendo plena capacidad negociadora para el intercambio de estos derechos entre sus titulares, ¿podría una negociación voluntaria entre estos titulares llevar a una asignación óptima del uso del agua, sin necesidad de intervención pública?

Una contribución básica a la respuesta al problema fue la proporcionada por Coase (1960), que demostró, en su famoso teorema, que en ausencia de costes de transacción y con un sistema de derechos de propiedad bien definidos, los causantes de una externalidad y los perjudicados por ella, mediante la negociación consiguen acercar el volumen de actividad contaminante y el efecto externo al nivel óptimo social (es decir, considerando beneficios privados y externalidades), llegándose, además, al mismo con independencia de quien posea inicialmente la titularidad legal de los derechos.

Según esto, en el caso, por ejemplo, de una empresa que vierte residuos a un río y una explotación agraria aguas abajo que usa el agua para riego, una negociación entre ambas conseguiría que el nivel de vertido de la empresa se situase en una magnitud socialmente óptima, y ello con independencia de que inicialmente sea la explotación agrícola la que tiene el derecho a no ser contaminada y la empresa no tenga derecho a contaminar, o inicialmente la explotación agrícola no tenga ningún derecho sobre la calidad del agua y la empresa tenga derecho a emitir sus vertidos. O, por ejemplo, en el caso de una comunidad de regantes que detrae aguas del río, aguas abajo de cuya toma se encuentra una central eléctrica. El aprovechamiento de los regantes está generando una afección aguas

abajo consistente en la merma de los caudales circulantes, que se traduce para el hidroeléctrico en un coste externo. La negociación entre ambos conseguiría que el nivel de detracción para riegos se fijase en una cuantía socialmente óptima, con independencia de si quien dispone del derecho inicial al uso del agua es el regante o el hidroeléctrico.

Este resultado, de indudable brillantez teórica, ha sido invocado en ocasiones para mantener la no necesidad de la intervención pública - cuya única actuación sería velar por el sistema de derechos - y la viabilidad de confiar a la negociación privada y al mercado la consecución de niveles óptimos de asignación de los recursos naturales. En el caso de la contaminación de las aguas, el proceso operativo teórico sería establecer por la Administración las autorizaciones de vertido, y dejar que los acuerdos privados entre los agentes económicos generen transacciones de estos derechos, que la Administración se limitaría a registrar, y que conseguirían así, empujados por el mercado, el óptimo social en cuanto al problema de la contaminación de las aguas. En el caso de la asignación de recursos, la Administración otorgaría concesiones y dejaría que las negociaciones entre los titulares transfieran los derechos, inscribiendo estas transferencias.

Pese al gran interés teórico de la propuesta, existen ciertas limitaciones que conviene exponer, y que, como veremos, implican que en la práctica las soluciones negociadas sean factibles en un reducido número de casos. Siguiendo a Franco Sala (1995), entre estas limitaciones cabe señalar las siguientes.

a) La negociación requiere que los participantes estén perfectamente definidos, lo que no siempre se cumple en las situaciones reales. Volviendo al caso de la contaminación del río, la contaminación se generará usualmente no solo por una empresa bien identificada, sino por muchos contaminadores, que pueden estar muy alejados, y los perjudicados no serán una única explotación que toma aguas del río, sino muchos usuarios que lo hacen. Sólo en el caso de que se pueda determinar con precisión quienes y en qué cuantía son los contaminadores, y quienes son los perjudicados, podrán unirse para negociar entre ellos, pues si no es así el problema de la afección a terceros podría invalidar los acuerdos conseguidos. Aunque plantea ciertas dificultades, este requisito no sería, en principio, insalvable para abordar el problema de la contaminación fluvial.

b) Los participantes en la negociación han de ser pocos, pues si no es así, los costes administrativos de coordinación llegan a ser prohibitivos; surge el problema del francotirador, que consciente de que no es posible excluirlo de disfrutar los beneficios del acuerdo, no paga para cubrir sus costes; y si todos los perjudicados no sufren las mismas externalidades, pueden surgir subgrupos o coaliciones con diferentes intereses en la negociación, lo que dificulta su buen resultado. Eludir estas dificultades en la contaminación fluvial resultaría sin duda muy difícil en la práctica.

c) Las partes negocian en un plano de igualdad, pues de no ser así, las influencias, por ejemplo, de grandes contaminadores les darían un peso negociador muy superior al de los sufridores de la externalidad (ciudadanos con escasos recursos e influencias). Esto daría lugar, mediante una ruinosa competencia, a resultados ética y ambientalmente cuestionables, y contrarios a la cohesión social.

d) Se considera que no hay costes de transacción, o son despreciables. Estos costes de transacción son los que se necesita movilizar para que la transacción voluntaria se produzca y opere el mercado (sería, por así decirlo, el coste de acceder a la negociación y al mercado). La realidad es que se requiere saber quienes son las otras partes, informar de qué se desea negociar y en qué términos, realizar contratos, comprobar mediante inspecciones que lo pactado se cumple, etc. Todo esto tiene un coste que va contra los beneficios de la negociación y pueden llegar a impedir los acuerdos voluntarios. En estos casos se justifica la intervención pública si con ésta se alcanza una solución que representa un beneficio mayor para las partes que el coste de esta acción pública.

e) Se supone que la asignación inicial de derechos es irrelevante, pero en la realidad asignar derechos sobre el medio ambiente en favor de los contaminadores no es igual que asignarlo a los perjudicados, pues ello implica, de entrada, elegir quien cobra y quien paga para llegar al equilibrio.

f) Se supone que todos los agentes actúan racionalmente buscando alcanzar su mayor beneficio económico, pero esto no sucede con todos los bienes ambientales. Las especiales condiciones del agua, históricamente impregnada de valores sociales y emocionales, son especialmente significativas a este respecto, y añaden al problema una complejidad especial, que no se da con otros recursos naturales. La realidad es que hay verdaderamente un comportamiento racional, pero guiado, además de por razones de optimización económica, también por la política, las costumbres, y las instituciones.

En definitiva, las objeciones y limitaciones de la negociación voluntaria que se han expuesto permiten concluir que la *misma solo será posible y óptima en un reducido número de los casos de contaminación que*

se dan en el mundo real. Concretamente, en el caso de la contaminación de las aguas la imprecisión de conocimiento y el gran número de agentes contaminantes y perjudicados, las desigualdades de influencia sociopolítica, o los costes de las transacciones (p.e. la vigilancia y control de los vertidos que deben organizar los perjudicados para comprobar que se cumplen las condiciones pactadas con los contaminadores) hacen que deba genéricamente desecharse esta posibilidad teórica, y se adopte el principio de la intervención pública.

En el caso de las asignaciones del recurso, son asimismo muchos los usuarios actuales y potenciales que generan y reciben externalidades de los otros usuarios; además, es evidente que no todos los usuarios tienen la misma influencia y capacidad de presión negociadora, lo que desequilibraría los posibles acuerdos; por último, tendrían que organizar entre ellos un sistema de control de caudales que vigilase el cumplimiento de las condiciones pactadas. Todo ello hace que, como en el caso de la contaminación, haya importantes desviaciones de las condiciones teóricas que justificarían rigurosamente la no intervención pública, y la necesidad de que esta intervención aparezca como manifiesta.

4.5.3.1.3. Experiencias de los mercados de aguas

Expuestas en secciones anteriores algunas de las características teóricas de los mercados y sus posibilidades de gestión de los recursos naturales, y dada la importancia que la discusión sobre los mercados del agua ha adquirido en los últimos tiempos, es oportuno mostrar sucintamente algunas experiencias de la aplicación práctica de estos mercados concretos, y sugerir en consecuencia ideas para la reflexión.

Hay que apuntar, en primer lugar, que, lejos de lo que pudiera pensarse, los mercados del agua no son un mecanismo nuevo, ni desconocido en nuestra cultura hidráulica. En España han existido y existen mercados del agua organizados y regulados desde hace siglos, con una historia y experiencias aún por conocer y asimilar en la renovada reinterpretación que ahora se está llevando a cabo (véase, p.e., Ruiz-Funes [1916]; Gil Olcina [1988]; Gil Olcina [1993]). Más aún, aunque no pueda hablarse de un mercado en el pleno sentido económico del término, el propio ordenamiento jurídico vigente en España siempre ha admitido diversas formas de transmisibilidad de derechos sobre el agua (v. p.e. Menéndez Rexach [1996] pp.139-177; Moreu Ballonga [1997]; Caro-Patón [1997] pp.324). Una síntesis de la cuestión puede verse en Embid Irujo (1996).

Asimismo, en otros países con fuentes y principios de derecho históricamente relacionados con el español, como Chile, se han llevado a cabo recientes experiencias de libre transferibilidad de derechos, cuyo estudio resulta del mayor interés en el contexto de la moderna reflexión jurídica sobre mercados de aguas (Vergara Blanco [1998], pp. 257-293, 483-513).

El origen de los modernos mercados del agua ha sido similar en todos los lugares donde se ha establecido. En estos lugares, la asignación de derechos de aguas y el registro de sus usos son el resultado de complejos procesos históricos, reflejando mudables necesidades sociales, decisiones políticas del pasado - que se ven consolidadas por distintas leyes -, y cambios en las sociedades y las instituciones. Cuando el desajuste entre aquellos patrones y las circunstancias actuales llega a cierto grado, las nuevas y cambiantes demandas sociales se ven gradualmente frustradas, y se percibe que el peso de la historia y las regulaciones del pasado se han transformado en rémoras para el presente. Además de esta rigidez jurídica, los gobiernos suelen intervenir con subsidios y otros programas que distorsionan los precios, mientras las crecientes demandas, incluidas las medioambientales, han puesto de manifiesto el valor económico del agua, y la necesidad de asignación a usos más eficientes.

En este contexto, se argumenta que el mercado puede ser el mecanismo que quiebre la herencia del pasado e introduzca racionalidad económica en la gestión del agua, siendo éste el argumento básico en su defensa.

En su contra, se dice sin embargo que un mercado de aguas no logra resolver una serie de diversos y complejos problemas de índole pública. Así, el intercambio libre de derechos privados suele tener impacto en terceros, sean otros usuarios de aguas o el medio ambiente. Además, el mecanismo de los precios no es capaz de reflejar algunos valores sociales que son cualitativos más que cuantitativos (tales como la equidad, la justicia, las tradiciones culturales, etc), por no hablar de la ineludible necesidad de un sistema riguroso de registro y acreditación de derechos.

En lugares como California, a la que es común referirse como lugar donde se han planteado estos mecanismos de forma pionera, se ha producido un número muy reducido de transacciones privadas de mercado de aguas, pese a una nueva legislación favorable, y a las facilidades de la Autoridad hidráulica, con informes casi siempre favorables a los traspasos solicitados. Además, algunos casos muy conocidos han subrayado ciertas dificultades institucionales y políticas que enfrentan el mercado del agua, quedando manifiesto que la existencia de fuertes intereses encontrados hacía insuficiente la existencia de una legislación en favor de los traspasos, y que era necesaria una fuerte intervención pública.

En años recientes, y para hacer frente a la crisis de escasez de agua en el Estado, el Gobernador ordenó la creación temporal de un *banco de aguas* administrado por el Estado, para facilitar la redistribución a los usos más valorados. Mediante el Banco de Aguas, la Administración firmaba tres tipos de contratos con vendedores voluntarios (no vendían sus derechos sino su uso durante la temporada siguiente), ofreciéndose un precio calculado para que la venta fuese más beneficiosa que su uso agrícola, pero sin permitir ganancias mayores. En el primer tipo de contrato un regante vendía sus aguas superficiales y dejaba de plantar; en el segundo vendía sus aguas superficiales y bombeaba las subterráneas para seguir regando; y en el tercero vendía las aguas que ya tenía embalsadas. Se consiguió un movimiento de agua total de más de 1.000 hm^3, del cual el 51 por 100 correspondía al primero, el 32 por 100 al segundo y el 17 por 100 al tercero.

Los representantes de las comunidades locales implicadas tendían a opinar en contra de esas transacciones, no tanto por sus efectos a corto como a largo plazo. Temían el traspaso sostenido de aguas, por cuanto la reducción de actividades agrícolas dañaría a otras empresas relacionadas y socavaría la economía de la zona. También se argumentó que, a la larga, debía haber alguna indemnización a las comunidades rurales afectadas, quizás mediante un impuesto a los traspasos. En resumen, el Banco de Aguas resultó ser una solución eficaz pero parcial e inmediata al problema coyuntural. Los efectos a terceros, tanto económicos o ambientales, eran bastante manejables en el corto plazo y el problema mayor parecía ser el impacto en las aguas subterráneas. Los efectos podrían ser mucho más graves si continuaban las transacciones a largo plazo.

La problemática ambiental es también fundamental. Los grupos ecologistas se mostraron en su momento divididos respecto al mercado del agua. Algunos argumentaban que habría que aprovecharlo como herramienta para reformar el sistema actual y reducir el predominio obsoleto de la agricultura, devolviendo las aguas a los ecosistemas, deteriorados por ciento cincuenta años de gran desarrollo económico. Pero otros sostienen que medidas de valoración económica introducirán racionalidad y eficiencia en el uso del agua, lo que a la larga beneficiará al medio ambiente.

En definitiva, debe tenerse presente que, aunque al hablar de mercados del agua, suele imaginarse una situación de libre intercambio y compraventa del recurso, gobernada por la teoría económica clásica de equilibrios entre oferta y demanda, la realidad es que, incluso en países de tradición muy liberal, la cantidad de factores jurídicos, políticos, históricos y geográficos que operan sobre los intercambios transforman el mercado del agua en un *mecanismo institucional,* de *funcionamiento* eficaz pero ciertamente restringido.

Esta es la línea en la que avanza el actual proyecto de reforma de la Ley de Aguas que, lejos de *privatizar* el agua, como se ha oído en ocasiones, busca flexibilizar los mecanismos de asignación, respetando en todo caso el fundamento de la concesión administrativa, y de la intervención y tutela administrativa del dominio público hidráulico.

4.5.3.1.4. Conclusiones

Lo expuesto en epígrafes previos muestra con claridad que, desde el más convencional análisis económico, existen distintos fallos teóricos del mercado que hacen que el empleo de este mecanismo económico para la gestión de los recursos naturales, y en concreto del agua, no proporcione necesariamente soluciones eficientes ni socialmente óptimas.

No hay, pues, razones rigurosas, fundadas en la teoría económica, que aconsejen la no intervención pública en el mundo del agua, y la actuación libre de los mercados y acuerdos voluntarios entre los agentes interesados. No está en modo alguno garantizado que con esta política se alcancen óptimos sociales (es decir, de beneficios privados más externalidades). Proponer la intervención pública no es, por tanto, una opción ideológica, sino una determinación técnicamente solvente, y que, al margen de su reciente fundamentación teórica, en la que nos hemos detenido, ha sido percibida como necesaria desde hace siglos en la historia hidráulica española.

Cabe, por supuesto, la discusión sobre el alcance que esta intervención ha de tener, y esta discusión está impregnada, desde luego, de matices ideológicos y políticos, pero aún así, puede constatarse que los aspectos y especificidades territoriales de hecho siempre han pesado en este terreno incluso más que la ideología. En efecto, la mayor o menor necesidad de intervencionismo administrativo en materia de aguas siempre ha guardado en nuestro país relación directa, no con el signo del poder gobernante, sino con la conflictividad hidráulica del territorio. No es casual, por poner un significativo ejemplo, que se reclamase y crease en 1931 la figura de un Comisario de Aguas en la cuenca del Segura, casi 30 años antes de su generalización al resto de las cuencas peninsulares, o que existiese en esta cuenca una Comisaría de Aguas con tal nombre desde 1940, 19 años antes que el resto de las cuencas (Fanlo Loras, 1996).

4.5.3.2. Instrumentos de política económica para la mejor gestión del recurso

Expuesta en epígrafes previos la necesidad de intervención pública para la mejor gestión del agua como recurso ambiental, cabe plantearse el alcance y los modos e instrumentos por los que puede ejecutarse esta intervención pública.

Como es lógico, la complejidad de las cuestiones planteadas induce a pensar que las soluciones al problema al que nos enfrentamos no pueden ser simples ni únicas, y previsiblemente cabría adoptar un variado conjunto de instrumentos que, cubriendo aspectos parciales, ayuden a acercarse al objetivo global.

La estrategia ha de orientarse, como ya se apuntó también en relación con los objetivos económicos de la política hidráulica, hacia el establecimiento de una afección ambiental socialmente aceptable -aunque no necesariamente óptima-, que no puede ser alcanzada más que por aproximaciones sucesivas a través de distintas políticas y soluciones de compromiso basadas en la racionalidad.

Entre los múltiples instrumentos de política económica para la protección y mejora del medio ambiente, y que podrían aplicarse o perfeccionarse en nuestro país, cabe apuntar, no exhaustivamente, los que a continuación se indican.

4.5.3.2.1. Utilización de incentivos económicos para la mejor asignación de los recursos

La utilización de estos instrumentos revela la aceptación de algunas ventajas del modelo de mercado para alcanzar los objetivos perseguidos, si bien se admite que la afección al medio ambiente es el reflejo de uno de sus conocidos fallos. Como en este caso no existe tal mercado, se trata de simular algunos de sus mecanismos. En función de cuánta confianza se deposite en este modelo, surgen dos grandes grupos de instrumentos:

Tributación

Una buena solución consiste en el establecimiento de un gravamen (o subvención) de la misma cuantía que los costes externos generados por la afección ambiental en el nivel de actividad económica estimado como óptimo o socialmente más eficiente. Con esta solución se consigue reducir (o aumentar) los beneficios privados en una magnitud tal que hace que el nivel de actividad, y con ello el impacto sobre el entorno, se sitúe en el punto deseado.

Una de las características importantes de este instrumento es que estimula la adopción de tecnología apropiada para reducir el grado de afección. Hasta ahora se había supuesto simplificadamente que la reacción lógica era la disminución del nivel de actividad, pero en la práctica, la decisión por una u otra alternativa depende de los condicionantes y las características específicas de los agentes económicos.

Uno de los principales ejemplos de este tipo de instrumentos es la aplicación del principio contaminador-pagador, o de *quien contamina paga,* es decir, la imputación de todos los costes ambientales al causante de la contaminación. Hay que señalar que esta aproximación al problema es objeto de críticas por quienes argumentan que podría ser entendida como una autorización a contaminar mediante un pago, sin otras consideraciones que no sean las puramente económicas. Por ello y por los todavía escasos y discutibles conocimientos sobre los verdaderos costes ambientales de la contaminación, la mayoría de las administraciones que gestionan los recursos hídricos imponen, en todo caso, unos límites o umbrales para una serie de parámetros, bien medidos en los efluentes o bien en puntos de las corrientes fluviales o de los embalses o lagos donde se realizan los vertidos.

Aunque son muchos los problemas que surgen impidiendo su aplicación generalizada, en especial los que se refieren a la cuantía del impuesto, sí presenta, en cambio, la ventaja importante de ser uno de los métodos de más bajo coste. El vigente régimen económico-financiero de los recursos hídricos, aunque también es un sistema imperativo, no se fundamenta en los criterios expuestos, en tanto en cuanto las exacciones previstas en la Ley tan solo persiguen resarcir al Estado de las inversiones efectuadas.

Establecimiento de derechos de propiedad

Como se apuntó, la utilización de este enfoque persigue corregir los fallos del mercado respecto al medio ambiente evitando al mismo tiempo un exceso de intervención estatal, pues no cabe duda de que también cabe identificar fallos administrativos o de "gobierno" (falta de control o de protección en algunos espacios naturales valiosos, por ejemplo), por medio del establecimiento claro de un sistema de derechos. Hay que matizar que aquí el derecho de propiedad debe entenderse como derecho a utilizar un recurso natural y además cuando se trata de bienes de propiedad común, como puede considerarse en el caso del agua, este derecho está generalmente otorgado por alguna institución que ostenta la representación de la colectividad.

La primera consecuencia de esta medida es que se consigue "internalizar" de alguna manera las externalidades negativas (perjuicio a la sociedad por afección

al medio ambiente) que constituían la principal fuente de preocupación. El resultado final esperado, es que tras un proceso de negociación entre los afectados, las externalidades previsibles inicialmente se reconduzcan hasta el nivel socialmente aceptable.

Como se ha explicado con detalle, la aplicación práctica de este esquema presenta no pocas dificultades y además sería recomendable para aspectos muy restringidos. No obstante, su potencia en el logro de la eficiencia y su simplicidad aparente aconsejaría que no fuera descartado a priori. En esta línea de actuación cabría inscribir, por ejemplo, la transferibilidad de derechos al uso del agua (mercados y bancos del agua), la compensación a las cuencas cedentes por parte de las cuencas receptoras en los casos de trasvases, o la transferibilidad de permisos de vertido.

4.5.3.2.2. Regulación a través de normas fijas

El establecimiento de normas fijas en relación con algún parámetro ambiental concreto y otros aspectos de tipo más general, persigue garantizar, de la forma más directa posible, el cumplimiento de los estándar que se consideran satisfactorios, en atención a criterios relacionados, bien con la salud de las personas, bien con las condiciones de conservación de los ecosistemas. El sistema necesita ser complementado con la incorporación de sanciones en el caso de incumplimiento.

El problema que plantea este tipo de regulación es que su idoneidad respecto del óptimo social no está garantizada. Para ello se requerirían dos condiciones: primera, que la penalización fuera igual al coste marginal externo que acompaña al óptimo socialmente eficiente y que además estuviese asegurada en su caso (lo cual es altamente improbable) y, segunda, que el estándar o límite fijado supusiera una afección ambiental que determinara un nivel de actividad económica coincidente con el óptimo buscado (también improbable). Presenta además el inconveniente de que no incentiva la reducción del daño ambiental por debajo de lo exigido en la norma reguladora. Desde el punto de vista económico, aún considerándose necesarias, son soluciones de mayor coste social que las incluidas en el apartado anterior.

En esta línea se encuadran disposiciones tales como la limitación de emisiones (al aire, al agua, etc), los caudales ecológicos, incluso la declaración de determinados perímetros (o ríos enteros) como espacios naturales protegidos. En todo caso, estas medidas suelen conducir a dos cuestiones importantes: la limitación cuantitativa en el uso del recurso en la medida en que hay que respetar unos requerimientos ecológicos que permitan el mantenimiento de los ecosistemas y el cumplimiento de unos niveles adecuados de calidad de las aguas en el medio natural, lo que obliga a un control sistemático de los vertidos contaminantes y a la depuración, en su caso, de los efluentes.

Una solución preliminar planteada en España consiste en respetar, en general, caudales mínimos del orden del 10% de los caudales medios para mantener la vida acuática. En la mayor parte de los ríos españoles los caudales no regulados en épocas de aguas altas y los caudales desembalsados para los restantes usos consuntivos en verano, vienen a satisfacer este requerimiento. Únicamente los ríos del litoral mediterráneo no satisfacen, en general, esta condición en sus tramos finales, sobre todo si las aportaciones naturales de los acuíferos que los alimentaban se han captado aguas arriba. No obstante, este tema requiere una mayor profundización y adaptación a cada situación específica.

4.5.3.2.3. Ejecución de proyectos con objetivos específicamente ambientales

Dentro de esta categoría se contemplan aquellos proyectos cuyo objetivo específico es, bien la restauración o reducción de la afección ambiental causada por determinadas actividades (generalmente actuaciones inversoras, públicas o privadas); bien la compensación de daños irreversibles producidas en una zona concreta. Esta *compensación* puede llevarse a cabo por medio de la regeneración de un activo ambiental similar en la misma zona o en otra zona distinta. Las actuaciones, cuyas afecciones ambientales se pretende neutralizar, deben ser consideradas conjuntamente a nivel de programa, ya que en caso contrario, con toda probabilidad se generarían sobrecostes inadmisibles.

4.5.4. Evaluación económica de proyectos hidráulicos

La evaluación económica de proyectos tiene como objetivo determinar su viabilidad desde un punto de vista estrictamente económico. En este sentido, forma parte del habitual conjunto de requisitos de viabilidad que ha de cumplir cualquier proyecto (técnica, ambiental, financiera, social o política).

La viabilidad económica se verifica si los beneficios totales que resultan de la ejecución del proyecto exceden a los que se producirían sin su realización en una cantidad superior a los costes del propio proyecto. Es decir, si la diferencia de los beneficios correspondientes a las situaciones que se alcanzarían *con* el proyecto y *sin* el proyecto es mayor que sus costes. Es importante, por tanto, recordar que este tipo de análisis no

debe basarse en la comparación de las situaciones *antes y después* del proyecto, que podría dar lugar a la consideración como resultados del proyecto de algunos efectos que podrían producirse aunque el proyecto no se ejecutase, sobrevalorando, en consecuencia, sus beneficios.

Como es evidente, la viabilidad económica se encuentra estrechamente relacionada con la viabilidad técnica, pues un proyecto incapaz de alcanzar los resultados previstos en su diseño no permitirá obtener los beneficios necesarios para su justificación económica.

También puede resultar oportuno recordar las diferencias entre la viabilidad económica y financiera. Así, un proyecto se considera viable desde un punto de vista financiero si es, simplemente, capaz de obtener los fondos necesarios para pagar su instalación y posterior operación. De esta forma, un proyecto podría ser económicamente viable y financieramente inviable si los beneficios, aunque suficientes, no fueran lo bastante concretos como para que los beneficiarios pudieran apreciar su verdadero valor, o se distribuyeran entre un número tan grande de beneficiarios que hiciera impracticable el pago, o, por cualquier circunstancia, no tuviese capacidad de atraer capital para su puesta en marcha. Por el contrario, un proyecto podría ser económicamente inviable y financieramente viable si alguien estuviera dispuesto a pagar por la consecución de objetivos no económicos. Estos ejemplos, en cierto modo extremos, puedan ilustrar las diferencias entre la evaluación económica o financiera de un proyecto.

La conveniencia de la evaluación económica en el análisis de la viabilidad de proyectos públicos es evidente. Como algunos autores han señalado, en el sector público, a diferencia del sector privado, no existen fuerzas que presionen para identificar y adoptar los métodos más baratos de llevar a cabo las funciones públicas. Como consecuencia de esta ausencia de incentivos, la asignación de fondos en el sector público puede a veces seguir las rutas de menor resistencia política momentánea, prescindiendo de evaluaciones de carácter objetivo, lo que puede dar lugar a la ejecución de proyectos económicamente inviables (James y Lee, 1971). En este contexto, el objetivo final de las técnicas de análisis coste-beneficio es conseguir que las decisiones se basen en la evaluación objetiva de los méritos de cada proyecto propuesto, permitiendo de esta forma alcanzar la mejor asignación posible de los fondos públicos.

La introducción de este tipo de criterios económicos en la toma de decisiones relativa a proyectos de carácter hidráulico es una práctica hace tiempo asumida por la Administración española, y existen algunos manuales de carácter metodológico elaborados por el antiguo Ministerio de Obras Públicas relativos a la aplicación de estos procedimientos (MOPU-SGT, 1980; MOPU-SGT-DGOH, 1980a, 1980b).

Los parámetros más frecuentemente utilizados en el análisis beneficio-coste son la *ratio beneficio-coste,* o relación entre los beneficios actualizados y los costes actualizados, los *beneficios netos,* definidos como la suma de todos los beneficios actualizados menos la suma de todos los costes actualizados, y la *tasa interna de retorno,* definida como la tasa de interés que iguala la corriente total de costes con la corriente total de beneficios. Como es sabido, estos parámetros no son consistentes en la selección del mejor proyecto, de modo que el proyecto más adecuado según uno de ellos no tiene porqué serlo necesariamente según los otros. Por otra parte, el valor de la tasa de interés o de descuento supuesta en la actualización de los costes y beneficios es extremadamente importante y puede alterar la preferencia de los dos primeros parámetros por un determinado proyecto.

En cuanto a los costes suele distinguirse la inversión, o coste de primer establecimiento, que incluye la suma de todos los gastos necesarios para completar la ejecución del proyecto, y los costes anuales, que suelen referirse a la operación y mantenimiento del proyecto.

La determinación de los beneficios atribuibles a un determinado proyecto es uno de los aspectos generalmente más complejos de su evaluación económica. En un sentido amplio, y teniendo en cuenta las numerosas –y a menudo confusas- categorizaciones existentes, los beneficios pueden clasificarse de acuerdo con dos criterios diferentes. En primer lugar puede hablarse de beneficios directos o primarios e indirectos o secundarios. Suelen considerarse como beneficios directos los resultados inmediatos del proyecto, como la producción de energía, la prevención de los daños por avenidas o el aumento de la producción agraria. Los beneficios indirectos son los que resultan del proyecto en un segundo nivel, como la mayor actividad industrial o el incremento de beneficios de todas las empresas que suministran bienes o adquieren productos de los beneficiarios directos del proyecto.

En segundo lugar se puede hablar de beneficios tangibles e intangibles. Los beneficios tangibles son aquéllos que pueden expresarse en unidades monetarias. Los beneficios intangibles, por su parte, son de difícil – cuando no imposible - valoración monetaria, como la mayor seguridad de las vidas humanas, la mejora del paisaje, el control de la contaminación o las posibilidades de recreo. Como ya se ha apuntado anteriormente, estos beneficios intangibles están adquiriendo en nuestro país una importancia cada vez mayor.

En paralelo a estos beneficios intangibles cabe hablar, por su parte, de costes intangibles, como podrían ser la destrucción de espacios naturales de gran valor paisajístico o la pérdida de algunos modos de vida de las poblaciones desplazadas como consecuencia del proyecto.

Los beneficios tangibles, directos, suelen constituir, junto con los costes del proyecto, los elementos principales del análisis beneficio-coste. Los beneficios secundarios, sin embargo, y por su propia naturaleza, son más controvertidos. En primer lugar, porque son tan difíciles de determinar que su cálculo suele parecer arbitrario y, en segundo lugar, porque puede considerarse que cualquier tipo de inversión tiene beneficios secundarios, por lo que resultan de poca utilidad en el proceso de decisión. Por estas razones, y desde el punto de vista de la inversión pública, los beneficios secundarios tienen poca relevancia en la formulación del proyecto o en su justificación económica.

En cuanto a los costes y beneficios intangibles pueden llegar a ser, como se ha señalado, muy importantes y deben ser tenidos en consideración de forma real y efectiva en el proceso de decisión. Precisamente su inadecuada consideración o su falta, simplemente, de consideración pueden dar lugar, en ocasiones, a decisiones poco acertadas. Sin embargo, no se dispone de metodologías generalmente aceptadas y suficientemente contrastadas que permitan hacer de forma correcta estas valoraciones, lo que contribuye a una indeseable falta de atención a estos efectos intangibles.

En cualquier caso, y a pesar de las limitaciones del análisis beneficio-coste y de las dificultades para su correcta aplicación en algunos casos, no cabe duda de su utilidad en el proceso de toma de decisiones sobre proyectos de inversión pública, por lo que sería deseable su práctica sistemática de un modo habitual. Un ejemplo de aplicación de estas técnicas a la calidad del agua puede verse en Azqueta (1994).

4.6. LOS FUNDAMENTOS SOCIOPOLÍTICOS

Examinada el agua en epígrafes previos como objeto de regulación jurídica, como bien económico productivo, y como recurso natural, procede apuntar ahora otra de sus importantes facetas que, en ocasiones, empequeñece y domina a las otras hasta anularlas, y es su consideración como objeto emocional y político-social.

Sin entrar en el apasionante terreno de las consideraciones antropológicas, que hacen del agua - como el fuego o la noche - un elemento mítico primario y ancestral, en el centro íntimo de la conciencia y el corazón humano, su papel como articulador social ha sido objeto, desde hace décadas, de numerosas investigaciones históricoeconómicas y sociológicas del mayor interés (véase, p.e., los estudios de Canarias, Murcia, Valencia, Aragón, Andalucía y Cataluña incluidos en Pérez Picazo y Lemeunier [1990], o los del Levante, Sureste, Andalucía y América incluidos en Romero y Giménez [1994]).

Estas investigaciones muestran con claridad un resultado concluyente y que debe retenerse, y es que el agua ha sido siempre controlada por la riqueza y por el poder (como dice el adagio, *el agua remonta el cauce hacia el dinero*), y ha jugado un papel políticamente esencial en aquellos territorios donde era más escasa.

En los párrafos que siguen se mostrará esta visión social, comunitaria, del recurso, y se apuntarán algunas importantes cuestiones laterales, relacionadas con esta percepción.

4.6.1. El agua como activo social

Una opinión frecuentemente compartida, especialmente en las regiones donde históricamente ha existido escasez de recursos, es la de que el agua es un *recurso especial.* Como elemento esencial para la calidad de vida y para asegurar el futuro, los habitantes de estas regiones siempre han percibido que el agua tiene *un valor que significa más que el mero beneficio* de la actividad agrícola, un valor que se vincula al estilo de vida, a las tradiciones, al sentimiento como colectividad articulada por profundos valores simbólicos, culturales y emocionales compartidos. Es lo que llamamos el *valor comunitario o valor social del agua.*

Cuál es el verdadero significado de este valor, y cómo se relaciona con la economía viene siendo objeto de una intensa polémica desde hace años, a la que, por su interés, nos referiremos en los siguientes epígrafes.

4.6.1.1. La polémica sobre el valor social del agua

Como se ha dicho, la polémica sobre el significado y la verdadera dimensión del valor social del agua viene produciéndose desde hace décadas, sin que parezca aún haberse llegado a un acuerdo entre las dos grandes doctrinas representativas de las dos distintas percepciones del problema.

Así, desde algunas posiciones económicas convencionales, de las que puede considerarse un paradigma el

clásico artículo de Kelso (1967), se ha argumentado que el agua es un factor de producción cuyo principal problema no es la escasez sino la ineficacia de las políticas e instituciones que le afectan, y que existe un síndrome de que *el agua es diferente,* que, equivocadamente, lleva a tratarla de forma distinta al resto de recursos naturales. Este síndrome atribuye al agua una serie de propiedades míticas, falsas, y hace que se hayan desarrollado políticas e instituciones que han perdido el contacto con la realidad económica.

En contraposición a esta tesis, otra línea de pensamiento, que podría representarse por el también clásico artículo de Brown e Ingram (1987), postula que el agua posee, en algunos territorios, un valor social y comunitario no reducible estrictamente a su valor económico, y que sin perjuicio de la siempre necesaria racionalidad económica, ésta no agota por sí misma todas las dimensiones del problema.

Como se ha dicho, ambas posiciones han sido, y siguen siendo, fuente de encendidas discusiones en la literatura académica norteamericana que se ha ocupado del análisis socioeconómico y político del agua, mientras que sólo colateralmente, y de forma ocasional, como un eco de aquélla, han generado una discusión paralela en los ámbitos de pensamiento españoles interesados por cuestiones similares.

Sin embargo, y muy curiosamente, la discusión académica norteamericana parece centrar los dos puntos de vista en dos modelos paradigmáticos que pueden asociarse a lo *anglosajón* (que representaría la orientación economicista), y a lo *hispano e indígena* (que representaría la orientación social y comunitaria).

Así, la impronta colonial española en los territorios semiáridos del suroeste estadounidense (siglos XVI al XIX) supuso el establecimiento de un sistema de derechos sobre el agua por el que se servían concesiones de tierras mediante documentos emitidos por la autoridad del Rey, y como complemento del uso de la tierra iba asociado el derecho a un uso razonable del agua. En la práctica había pocos conflictos por este uso del agua, y se resolvían por tribunales y funcionarios sobre la base de los títulos de propiedad, pero considerando también el uso anterior, la necesidad, los derechos de terceros, las prioridades públicas, las preferencias municipales, y las ideas de equidad y bien común. Así, los derechos formales de propiedad no eran básicamente divergentes de las necesidades y expectativas del pueblo. Un interesante análisis de estas instituciones hidráulicas de herencia hispánica puede verse en Rivera (1998).

Volviendo a nuestro territorio, y como se puso de manifiesto al exponer el marco fisiográfico español, nuestro país constituye verdaderamente una síntesis de diversidades y una antología de situaciones distintas y de vivos contrastes. En el contexto que ahora nos ocupa, podría sugerirse que la aludida dualidad de concepciones representadas por lo anglosajón/hispano tendría aquí un cierto paralelismo en la dualidad castellano/árabe, indicativa en lo básico de distintas situaciones de disponibilidad de recursos y, consecuentemente, de las dos diferentes concepciones jurídicas medievales que, como se vio al estudiar los antecedentes históricos normativos, imperaron en nuestro país durante siglos.

Una clásica contribución a estos análisis es la aportada por Maass y Anderson (1978) en su excelente estudio de seis comunidades de riego en Estados Unidos y España (las huertas de Valencia, Murcia y Alicante), del que se extraen sugestivas conclusiones que comentaremos más adelante.

Es curioso constatar cómo mientras en nuestro país suele invocarse a veces el modelo norteamericano (y específicamente el californiano) como paradigma del rigor científico y la correcta gestión del agua, desde aquel mundo se vuelve la mirada a la vieja herencia hispana y a las antiguas instituciones y organizaciones hidráulicas españolas. Instituciones y organizaciones tan próximas como - muy españolamente - ignoradas por el trivial propagandismo de una falsa, malentendida modernidad.

4.6.1.2. El valor simbólico y emocional del agua

Cualquiera que haya tenido ocasión de vivir los problemas del agua en zonas semiáridas, de escasez endémica y de fuerte demanda, sabe que el reparto de los caudales y la práctica de su captación y distribución están impregnados de valores emocionales, pasionales, que trascienden con mucho de su valor económico-productivo inmediato.

Acaso como un atavismo de la pobreza y hambrunas del pasado, en el que en buena parte de nuestro territorio el acceso al agua era la huida de la miseria y la garantía de acceso a los alimentos, este sentimiento ha perdurado hasta nuestros días en las zonas tradicionales de riego, y dichos populares como *el agua emborracha más que el vino o el agua es la sangre de la tierra,* lo muestran muy expresivamente. Ignorar este profundo sentimiento ha sido con frecuencia una de las causas principales de la conflictividad hidráulica.

4.6.1.3. Valor comunitario y justicia

La justicia es, como la misma agua, básica para la ordenación social. Por ello, las comunidades siempre han estado preocupadas por la justicia en la distribu-

ción del agua. De tal modo es así que, en la tradición de la ordenación hispana, criterios objetivos - como el título de propiedad o la ocupación - eran moderados por motivos subjetivos relacionados con la justicia, y los intereses de la comunidad pesaban más que los derechos del individuo.

Un excelente ejemplo de ésto es lo dispuesto por las ordenanzas de riego de Valencia, que establecen el generoso principio de que todos los agricultores tienen la obligación de *ayudar a quienes tienen mayor necesidad.*

Expresión de mecanismos de justicia distributiva y resolución de conflictos son los tradicionales jurados consuetudinarios de riegos que, en el propio seno de la comunidad, y sin el concurso de árbitros externos, dirimían con equidad y eficacia los problemas derivados de la distribución del agua.

4.6.1.4. Valor comunitario y gratuidad del agua

Entre las consecuencias o aspectos ligados al valor comunitario del recurso se encuentra el convencimiento social, ampliamente extendido, de la gratuidad del agua.

Acaso como consecuencia de la aplicación histórica de nuestro ordenamiento jurídico, o quizás debido a ese carácter que tiene de recurso indispensable para la vida, lo cierto es que esta percepción está profundamente arraigada, y se considera socialmente que el agua es y debe seguir siendo en el futuro un bien gratuito, carente de precio, entendido éste no en términos del coste necesario para su producción (que sí está reconocido), sino en términos del valor que, en tanto que bien escaso y por tanto, económico, tendría "per se" incluso en el caso de que, por ejemplo, se utilizaran caudales fluyentes.

Probablemente esta imagen de gratuidad está muy ligada a la noción de bien de uso libre, de ausencia de propiedad, que tuvo en origen, y al hecho de que posteriormente el Estado, cuando adquirió la titularidad sobre el mismo, también lo siguió considerando bajo estas mismas premisas. Incluso se ha ocupado de proporcionar gratuitamente servicios básicos (fuentes públicas, abrevaderos, etc.) y hasta tiempos muy recientes suministros de mucha mayor envergadura, corriendo a su cargo con los costes de producción.

Sin embargo ha de decirse que la Constitución Española no contiene en ninguno de sus artículos fundamento alguno que permita establecer sin género de dudas tal gratuidad. Tampoco es posible encontrar en dicha Norma ninguna disposición que se oponga a la introducción de un precio para la utilización privativa de las aguas continentales, y éste es un referente de primera magnitud que no puede soslayarse cuando se trata de definir el horizonte de la nueva política hidráulica.

Como conclusión de todo lo expuesto podría afirmarse que, con independencia del acierto o desacierto que suponga mantener estos principios de tan profunda raíz en las costumbres y la cultura de los pueblos, cualquier innovación sustancial en este campo debe, además de venir de la mano de una sólida argumentación basada en la racionalidad, ser incorporada *de una manera prudente y gradual.*

Así, y conforme a lo indicado en el epígrafe sobre las experiencias y problemas del vigente régimen económico-financiero, parece conveniente que, sin perjuicio de posibles mejoras y modificaciones puntuales, estas posibles grandes reformas estructurales se dejen para el futuro, avanzando mientras tanto en conseguir una más correcta, equitativa y rigurosa aplicación del sistema actualmente vigente.

4.6.2. El sentido territorial y las expectativas de prosperidad

Un aspecto básico del valor social del agua es el que se refiere a las expectativas comunitarias de prosperidad, o, equivalentemente, a la conciencia territorial - podríamos decir *tribal*- de su posesión y disfrute colectivo para las generaciones del futuro. Tales problemas de apropiación y territorialidad de los recursos hídricos, de tensión entre las zonas de producción y las zonas de consumo, han sido, desde siempre, una de las fuentes principales de la conflictividad hidráulica.

El asunto ha sido ampliamente estudiado en nuestro pais en diversos territorios y bajo distintas perspectivas. Algunas de las muy numerosas referencias existentes son, p.e., las de Pérez Picazo y Lemeunier [1985]; Romero y Giménez [1994]; del Moral Ituarte [1994]; Mairal et al. [1997]; Melgarejo Moreno [1997]; Mateu y Calatayud [1997]; etc. Los sucesos de Yeste, descritos por Goytisolo, ilustran atrozmente una de tantas convulsiones hidráulicas.

Es un hecho, en efecto, que al agua, tanto superficial como subterránea, se le ha otorgado siempre una especial vinculación con la tierra por la que discurría o en la que estaba almacenada, y la ruptura de esta vinculación ha sido origen de numerosos conflictos. Los derechos de los ribereños (recuérdese el origen fluvial de la palabra *rivales*), existentes en algunos países o, en un plano mucho más limitado, los derechos particulares de aprovechamiento que la legislación española otorga a los propietarios de las fincas, suponen un reconocimiento de tal vinculación. Baste

citar como ejemplos el caso de las aguas pluviales que discurran por ellas, y las aguas estancadas, dentro de sus linderos, o el caso de los manantiales y aguas subterráneas cuando el volumen total no supere ciertos caudales.

Incluso en los frecuentes casos en que se daba una total separación del agua y la tierra también se daba esta sutil vinculación, pues la zona de aplicación de los recursos no era cualquiera indiscriminada, sino que se encontraba ceñida a los ámbitos locales o comarcales en que operaban los intercambios y subastas.

Esta sensación de cierto *dominio* sobre los recursos naturales que configuran el propio territorio ha ido evolucionando con el paso del tiempo. A partir de una concepción inicial básicamente localista de dicha vinculación, se ha ido ampliando su ámbito espacial a medida que se asentaba la conciencia del uso que los habitantes de los tramos inferiores de los ríos hacen de las aguas sobrantes en los tramos superiores, y se iba consolidando la estructuración político-administrativa del territorio y su percepción popular a escalas cada vez mayores.

Así, y por poner un ejemplo, el conflicto del año 1567 entre los molineros de Aguilar de la Frontera y los hortelanos de Monturque, debido a que el riego de las huertas consumía las aguas del río, sin permitir que funcionasen los molinos harineros por falta de agua para moverlos (Al-Mudayna, 1991, pág. 353), no hace sino anticipar, lejano y pequeño, el reciente contencioso de los productores hidroeléctricos del río Júcar contra los regantes de La Mancha. Separados más de cuatro siglos, ambos arquetípicos conflictos son virtualmente idénticos, aunque sus escalas espaciales son, obviamente, bien distintas.

Desde épocas muy remotas ha sido frecuente el transporte artificial del agua de los ríos o manantiales para su uso, bien en abastecimiento de poblaciones, bien en riegos. Los caudales transportados y las distancias y desniveles superados han ido creciendo conforme mejoraba el nivel técnico de la sociedad, de modo que progresivamente se han ido extendiendo los territorios susceptibles de recibir agua de zonas alejadas de sus cursos naturales. El desarrollo de las norias de elevación y de los dispositivos de bombeo ha sido crucial en este sentido.

Este uso compartido de las aguas de un mismo río y en sentido más general de las aguas de una misma cuenca vertiente va poco a poco ayudando a forjar y a hacer aceptar el concepto de cuenca hidrográfica como unidad de explotación. Hoy día, a nadie sorprende que el agua sea utilizada en lugares muy alejados de su lugar de procedencia - es lo más común - y que la conexión se produzca sin que únicamente se aproveche el carácter fluyente del agua por razón de la gravedad.

Estas actuaciones, en cuanto que suponían desviar artificialmente las aguas desde unos territorios a otros, han sido con frecuencia motivo de conflictos entre los habitantes de los lugares donde se tomaba el agua y los habitantes que las recibían, y ello aunque estuviesen o no en la misma subcuenca hidrográfica.

Una situación diferente surge cuando se plantea la transferencia de agua entre grandes cuencas distintas, no porque los intereses contrapuestos, los impactos ambientales, o los problemas técnicos a resolver sean muy distintos, sino porque la eliminación de una barrera física culturalmente asumida despierta una oposición que tiene un fuerte carácter emocional, simbólico, y unido al sentimiento de colectividad sociopolítica.

Así, es principalmente la posibilidad de realizar trasvases de agua entre cuencas distintas lo que ha puesto sobre el tapete la gran discusión de los desequilibrios territoriales en relación con la disponibilidad y utilización del agua. En este punto debe señalarse que, en el plano económico y territorial, las consideraciones que cabría efectuar en este caso no difieren conceptualmente de aquéllas que surgen cuando se trata de seleccionar opciones que enfrentan a los habitantes de las partes altas de una cuenca con los de las partes bajas, usuarios todos ellos de los recursos de unas mismas corrientes fluviales. Socialmente y culturalmente, sin embargo, la realidad es más compleja y nos muestra que existen barreras difíciles de salvar que no pueden ser obviadas.

La importancia del debate sociopolítico obliga a tomar en consideración, además de los efectos económicos que las transferencias de agua entre cuencas podrían producir, la propia noción de equidad, la obligación moral y constitucional de los poderes públicos de propiciar un equilibrio entre las regiones. La descripción de este panorama se completa cuando se tienen en cuenta las implicaciones que se derivan de la organización territorial del Estado nacida de la Constitución de 1978 y las competencias de las CCAA en materia de ordenación y gestión, tanto de la actividad económica como de los recursos naturales y el medio ambiente, en el ámbito de su territorio.

La legítima capacidad sociopolítica de estos entes territoriales para hacer valer sus intereses, cuando se trata de transferir recursos hidráulicos que pasan por su espacio administrativo a otro distinto, está fuera de toda duda. Más allá de otras consideraciones económicas, se trataría del propio valor de existencia del recurso. Entre las opciones que cabe considerar está

la posibilidad de admitir compensaciones territoriales por las transferencias de recursos hídricos. Se trata de un asunto de gran importancia, no regulado jurídicamente, y que debe analizarse en el contexto de las condiciones y régimen económico de las transferencias de agua, que serán planteadas en el próximo capítulo.

4.6.3. La naturaleza de la solidaridad hidráulica

Con frecuencia se ha invocado el principio de la *solidaridad* para detraer recursos hídricos de unas zonas, presuntamente abundantes, en favor de otras, presuntamente desfavorecidas.

La realidad es que, sin entrar en otras consideraciones, y pese a su proclamación constitucional, la solidaridad es un valor de naturaleza individual, no colectivo, y que cuando se expresa colectivamente no es sino la agregación de valores individualizados y personales. No es exigible a un territorio que sea solidario con otro, es deseable que sus ciudadanos lo sean, pues si es así, el tono moral de la sociedad permitirá plantear los problemas redistributivos - y en general cualesquiera otros - de forma responsable, madura y constructiva.

Siendo claro que éstas son las genéricas condiciones sociales deseables, la enseñanza de la historia es al respecto bien ilustrativa: en territorios de escasez jamás fue la solidaridad un motor de las aguas. Antes bien, la historia hidráulica de estos territorios no es sino la de una permanente confrontación por el dominio del recurso, por el poder y la influencia que éste proporcionaba.

Las asociaciones, los grupos, los agentes que, como se ha comentado, mostraron de forma explícita los valores sociales y comunitarios del agua, e hicieron de ésta un elemento de equidad y de cohesión social, siempre lo fueron a la pequeña escala de las comunidades tradicionales, de las huertas, de, casi, la *vecindad.* ¿Cómo comparar esta situación con la dimensión de los actuales aprovechamientos hídricos, en los que pueden darse grandes explotaciones alejadas cientos de kilómetros del origen de sus recursos, con efectos que traspasan fronteras internacionales, y con los desplazamientos masivos que la moderna tecnología de transporte y distribución del agua ha hecho posible?

Como ya se ha sugerido, indagar en mecanismos de compensación interterritorial podría ser, por el momento, la más eficaz vía para superar - supuesto que ello sea posible - los problemas de escala planteados, y para reconducir la discusión de la justicia hidráulica a un lugar donde puedan formularse acuerdos equitativos, consensos sociopolíticos, convergencia de intereses.

4.7. LOS FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Examinadas en secciones anteriores distintas perspectivas (jurídica, económica, ambiental, sociopolítica…) sobre la política del agua, que conjuntamente aportan nuevas reflexiones y aproximaciones para esta política en el futuro inmediato, se expondrán ahora algunas cuestiones de tipo tecnológico que, como las otras, también contribuyen a perfilar las políticas del agua del futuro.

4.7.1. La aproximación tradicional y perspectivas de futuro

Como ya se ha expuesto, la administración del agua en España se ha apoyado tradicionalmente en la gestión de la oferta, entendida ésta como un incremento de la disponibilidad del recurso hídrico mediante la construcción de infraestructuras hidráulicas de regulación y suministro. Este enfoque respondía a un supuesto de un crecimiento continuo de la demanda, partiendo de una oferta natural muy reducida.

Sin embargo, un comportamiento más racional en términos económicos y más respetuoso con el medio ambiente, no se basa necesariamente en un incremento continuado de dichas disponibilidades sino que debe propiciar una reducción del consumo mediante una utilización más eficiente del agua. Aparece así la idea de una gestión integrada de la oferta y la demanda, dónde mediante un uso del recurso económicamente eficiente y ambientalmente aceptable, pueda garantizarse el suministro de las distintas demandas.

No debiera plantearse, por tanto, el falso debate entre conservación del agua y nuevas infraestructuras, puesto que las realizaciones de nuevas infraestructuras de suministro y las actuaciones de gestión y conservación del agua requerirán ser consideradas de forma coordinada y conjunta en el marco de la hoy denominada ingeniería medioambiental.

De esta forma, los fundamentos técnicos de la nueva política del agua requerirán nuevas concepciones científicas y técnicas caracterizada por su carácter multidisciplinar y por su necesaria adaptación a las nuevas particularidades del medio que vayan siendo conocidas y cuantificadas. Así considerada, la ingeniería medioambiental supone un paso más en la evolución de los planteamientos clásicos para integrar en

la propia concepción de las actuaciones (fases de estudio previo o anteproyecto) los aspectos medioambientales.

4.7.2. Las posibles medidas y actuaciones

4.7.2.1. La gestión de la demanda

Los avances en el conocimiento y en la gestión de los recursos hídricos han puesto de manifiesto la necesidad de aprovechar más eficientemente los recursos disponibles, en coordinación con el incremento de los mismos con nuevas fuentes de recursos (regulación superficial, extracciones de acuíferos y trasvases) cuando sea necesario.

La necesidad de una gestión eficiente de los recursos tiene su origen en la gravedad de los problemas de escasez de agua en países desarrollados, donde no es admisible el despilfarro en el consumo de agua, el deterioro de la calidad, el impacto en los ecosistemas, etc.

El concepto de ahorro de agua se engloba en la actualidad en uno más amplio de *conservación del agua,* que incorpora todas aquellas técnicas que tienen por objeto el ahorro de agua o la mejor gestión de los recursos, tales como las actuaciones de modernización y rehabilitación de redes, tarifación volumétrica, equipamientos sanitarios de bajo consumo, desarrollo educativo e información pública, reutilización de aguas residuales, reciclado, cultivos y jardinería con menos exigencia de agua, etc.

La gestión de la demanda se centra, por tanto, en las formas de utilización y consumo del agua, en las herramientas para promover un uso más eficiente del recurso, y en las repercusiones socioeconómicas y ambientales de dicha eficiencia.

4.7.2.1.1. Demandas urbanas

Las diversas actividades que cabe contemplar en un programa de conservación del agua de abastecimiento de poblaciones se pueden articular en forma de programas sectoriales, que pueden ser clasificados en cinco grupos:

- Programas de infraestructuras: persiguen la puesta a punto del sistema básico de distribución para reducir las pérdidas y posibilitar el control del consumo que realizan los diversos usuarios (reparación de redes, eliminación de fugas e instalación de contadores individuales).
- Programas de ahorro: persiguen una reducción del consumo mediante programas de concienciación ciudadana y programas de tarifación.
- Programas de eficiencia: persiguen una reducción del consumo mediante la introducción de modificaciones técnicas sobre las instalaciones (mejora de la eficiencia en el equipamiento hidráulico y sanitario doméstico interior, diseño de jardines, públicos y privados, orientado a minimizar el consumo de agua).
- Programas de sustitución: fomentan la sustitución de la utilización de agua potable de la red por aguas de otra procedencia, reutilización fundamentalmente.
- Programas de gestión: incluyen ordenanzas municipales en materia de eficiencia hidráulica, recargos o descuentos en las cuotas de enganche, incentivos y descuentos comerciales, auditorías hidráulicas, préstamos y subvenciones.

Normalmente, los programas de conservación y gestión de la demanda incorporan varios de los programas sectoriales anteriores estructurados mediante un enfoque integrado (Estevan [1997]; Villarroya Aldea [1998]).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que muchas de estas acciones no tienen un elevado grado de aceptación social. Aunque puede apelarse a argumentos ambientales, que tienen, al menos nominalmente, mucho atractivo para la opinión pública, en definitiva se trata de restringir el uso de un bien (generalmente de bajo precio) y con ello sacrificar en cierta medida la comodidad o hábitos del usuario. Por otra parte, no debe olvidarse que el margen para el ahorro disminuye muy notablemente con el nivel de dotación.

Una de las fuentes más importantes de ahorro es la reducción de las pérdidas que se producen en las redes, fundamentalmente en las más antiguas. El volumen de agua para uso urbano no registrada en España, en el que se incluyen los usos públicos y las pérdidas en tratamiento y distribución, se sitúa en un valor medio del 28%, con oscilaciones desde poco más de un 10% hasta algún caso excepcional en que se alcanza el 50%. Estas cifras ponen de manifiesto la conveniencia de efectuar mediciones de las aguas dedicadas a usos públicos y diferenciar la proporción real de pérdidas. Existe, sin embargo, un límite técnico y económico para las pérdidas que algunos especialistas sitúan entre el 10 y el 15%.

Otra posible forma de conseguir ahorros de agua consiste en la utilización de equipamientos domésticos (cisternas, cabezales de ducha y grifos) de menor consumo de agua. Sin embargo, es posible que para su implantación no sea suficiente con incentivos económicos o campañas de información, por lo que podría establecerse la homologación de este tipo de instalaciones en el marco de una estrategia de ahorro regular.

Las restricciones en el riego de jardines tampoco pueden constituir una medida de ahorro permanente. Sin embargo, la práctica del *paisajismo xerofítico* que está empezando a implantarse en algunos países presenta interesantes perspectivas.

Hasta el momento presente, de todas las acciones posibles, la única que parece generalizada en nuestro país es la evolución de las tarifas hacia una estructura en bloques de precios crecientes. Sin embargo, existen una serie de aspectos, como la parte fija de la factura que se debe abonar independientemente del consumo facturado, que restan efectividad a esta medida. En un reciente informe divulgativo (OCU, 1997) realizado a partir de una encuesta sobre las tarifas de agua en 51 grandes municipios españoles, se dice que en trece ciudades esta parte fija se establece en forma de un *consumo mínimo* que, si bien en unas ciudades se trata de un límite razonable (60 m^3/año), en otras podría resultar excesivo y se convierte en un elemento desfavorable para el ahorro. Es el caso de Santander, con 160 m^3, o Melilla y Soria, con 120 m^3. En el citado informe también se dice que en algunas ciudades alcanza tal importancia el peso de los conceptos ajenos al servicio de abastecimiento y saneamiento que llegan a suponer más de la mitad de la facturación. Deberían excluirse estos conceptos evitando que la factura del agua se utilice como un instrumento recaudatorio para otros fines.

Con carácter general, las técnicas de ahorro en los abastecimientos pueden ayudar a mitigar situaciones locales y tienen un valor, sobre todo, pedagógico y de concienciación, pero su resultado global no resulta muy relevante en el contexto nacional de utilización de los recursos hídricos. Esto es así debido al escaso porcentaje (13%) que la demanda urbana representa frente a la demanda total. Un ahorro en la demanda urbana del 15%, alcanzable de acuerdo con las técnicas puestas en marcha durante las últimas sequías, representaría tan sólo un ahorro del 2% de la demanda total. Estas cifras son aún más reducidas si se tiene en cuenta el consumo real y se admite que el retorno urbano es del orden del 80%.

4.7.2.1.2. Demandas agrarias

Ya se ha aludido extensamente a estas cuestiones en capítulos previos, por lo que procedemos ahora a una breve síntesis de conceptos técnicos para orientar la posible gestión de la demanda agraria.

El supuesto inicial básico es que las medidas y acciones que se establezcan en relación a los usos agrarios han de estar inspiradas en los objetivos que, en relación con la utilización de los recursos hídricos, se atribuyen a la agricultura sostenible: la conservación del agua, la preservación del medio ambiente (de creciente importancia), la viabilidad económica y la aceptación social (FAO[1991]; Jímenez Díaz y Lamo de Espinosa [1998]). En esta línea la orientación actual de la Política Agraria Común sugiere una cierta redefinición del papel de la agricultura, según la cual los agricultores deberán producir alimentos preservando el medio ambiente Esto puede conducir a que se produzcan cambios en los cultivos, en las superficies en regadío, etc.

En la gestión de la demanda de riego, principal uso agrario, considerando el recorrido del agua en el marco convencional de una zona de riego y su área de influencia, desde su detracción del medio natural hasta su retorno a él, cabe diferenciar los siguientes tramos:

- Red de canales y acequias principales
- Red secundaria de acequias de distribución
- Conducciones parcelarias, parcelas regadas y azarbes parcelarios
- Red secundaria de desagüe
- Colectores generales

La gestión de la red de canales y acequias principales y de los colectores generales corresponde al Organismo de cuenca y la de la red secundaria de acequias de distribución y desagües a la Comunidad de Regantes, mientras que la gestión a nivel parcelario corresponde a los usuarios de riego. El manejo compartido y alternativo del agua durante amplios periodos de tiempo y largos recorridos suscita, en primer término, la ejecución de acciones concretas destinadas a lograr, por una parte, el nivel de coordinación exigible entre el Organismo de cuenca, la Comunidad de Regantes y los usuarios, responsables parciales de la gestión global de cada unidad, y por otra que el Organismo de cuenca transfiera a la Comunidad de Regantes, si aún no lo ha hecho, las responsabilidades inherentes a las funciones y obligaciones que de acuerdo con la legislación les corresponden, en el momento y forma que se determinen.

Por lo que se refiere a la gestión de la demanda en relación con el uso y manejo del agua, la comparación entre la situación de algunas zonas de riego de alta productividad y limitados recursos hídricos con las condiciones medias de los regadíos nacionales muestra un amplio margen de mejora.

En este sentido cabe diferenciar dos tipos de actuaciones: las relacionadas con actividades que son comunes a las entidades responsables de la distribución y el control del agua de riego en *alta* (Organismo de cuenca) y en *baja* (Comunidad de Regantes), y las que corresponden a los regantes como usuarios directos.

Entre las medidas y acciones relacionadas con las actividades comunes a las entidades citadas, se incluyen las destinadas a promover:

- El conocimiento adecuado, por parte de cada entidad, de los volúmenes y caudales brutos que realmente se requieren para satisfacer la demanda que se le haya solicitado; lo que implica disponer de una evaluación de las pérdidas producidas en los tramos de red que tienen a su cargo
- La ejecución oportuna de las reparaciones y trabajos de conservación y mejora en la infraestructura de su responsabilidad
- La sistematización de la información disponible, y en su caso la elaboración de la información complementaria precisa, sobre posibles actuaciones coordinadas de modernización de infraestructuras, para, de acuerdo con la evaluación multicriterio de cada una de ellas, establecer el oportuno orden de prioridad en su realización e impulsar su ejecución.

En cuanto a actuaciones relacionadas con las actividades de los regantes se incluyen las destinadas a promover:

- El adecuado conocimiento de las fechas y volúmenes de riego y la evaluación de los métodos de aplicación utilizados, potenciando para ello los correspondientes servicios de información y extensión
- La formulación de propuestas de mejora y modernización de los métodos de aplicación, la evaluación de estas propuestas y, si corresponde, su ejecución.

En los nuevos regadíos, la gestión de la demanda debería plantearse tomando como referencia la de los regadíos productivos limitados en recursos hídricos, caracterizada por el ajustado control y buen aprovechamiento hídrico.

Estas medidas y acciones son, en general, recogidas en los Planes de cuenca, donde se definen las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío, incluyendo los métodos de riego más adecuados para los distintos tipos de climas, tierras y cultivos, las dotaciones de aguas necesarias, las condiciones de drenaje o las de reutilización de aguas para riego. Una síntesis de medidas previstas para la modernización de regadíos en el marco de la planificación hidrológica es la ofrecida por Saura (1995).

Para lograr la racional utilización de los recursos naturales algunas medidas concretas de gestión de la demanda que se establecen son: la mejora de las instalaciones de regulación y control de las redes principales automatizando su funcionamiento, la construcción de depósitos de almacenamiento en las márgenes de los canales principales, la mejora de las conducciones, instalación de elementos de medida y control, el incremento de la disponibilidad de equipos de conservación, la reducción de los gastos de conservación y explotación de la infraestructura, la transferencia a las comunidades de regantes, si es el caso, de las competencias en la gestión y mantenimiento de las redes, la mejora o sustitución de métodos de riego, la modernización de las estructuras agrarias de modo que se incremente el tamaño de las explotaciones y se fomente el cooperativismo, el promover la investigación aplicada y la realización de estudios específicos sobre modernización y mejora de regadíos, etc.

Un buen ejemplo de adopción de algunas de estas medidas, y de alta tecnificación de un regadío tradicional con escasez endémica, es el proporcionado por el Plan de Modernización de los Riegos de Mula, en el que se han introducido singulares innovaciones tecnológicas y de gestión (del Amor et al., 1998). Las experiencias de Almería (v., p.e., López-Gálvez y Losada, 1997) son también ilustradoras de estos esfuerzos de mejora e innovación.

Por otra parte, debe también indicarse que, tal y como muestran recientes estudios en zonas regables de nuestro país (Sumpsi et al. [1998]; Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España [1999]), algunas medidas tradicionalmente consideradas como de gestión de la demanda de riegos, como las políticas tarifarias, no necesariamente consiguen efectos de reducción de consumo, y pueden, por contra, introducir gravosas deseconomías en el sector.

Generalmente en cada Plan de cuenca se incluye una relación de zonas en las que se propone la realización de actuaciones de modernización y mejora. En los Planes en los que se especifica la extensión de estas zonas, su superficie total es de unos 1,2 Mha, lo que representa del orden del 50% de la superficie actualmente regada en dichos Planes, y da una idea de la importancia que la optimización en el uso de agua tiene en la actualidad. Esto sin perjuicio de que corresponda al Plan Nacional de Regadíos en cada momento vigente definir la actividad de la Administración General del Estado en materia de modernización y mejora de regadíos, tal y como se explicó con detalle en su correspondiente epígrafe.

En el marco de los estudios previos para el Plan Nacional de Regadíos se han realizado evaluaciones de los posibles ahorros en las zonas regables del país, pero no se dispone de estimaciones precisas de lo que la modernización y mejora de los regadíos españoles puede suponer globalmente en cuanto a ahorro en las demandas total y consuntiva de agua, a la escala de los sistemas de explotación. La modernización suele producir ahorro, pero va a producir también una reducción

de los retornos aguas abajo, cuyos efectos sobre el medio ambiente y sobre terceros deben ser tenidos en cuenta en el análisis de tales sistemas de utilización.

Además, y como ya se ha sugerido, algunos autores han mostrado que no todos los programas de modernización conducen necesariamente a un ahorro de agua (Playán et al., 1999).

Cabe decir finalmente que no se abordan en este apartado cuestiones tales como las concesiones y el régimen económico, y las referentes a la estructura parcelaria de las explotaciones agrarias que, estando todas ellas relacionadas con la gestión de la demanda, son objeto de tratamiento específico en otros capítulos de este Libro.

4.7.2.1.3. Demandas industriales y energéticas

En el RAPAPH se dice que en los usos energéticos e industriales, los Planes hidrológicos de cuenca tendrán en cuenta, además de las demandas existentes y previsibles, los cambios posibles resultantes de la aplicación de nuevas tecnologías, así como las posibilidades de reutilización de las aguas dentro del propio proceso industrial.

En casi todas las industrias el ahorro de agua tiene como consecuencia deseable la disminución de los vertidos, que a menudo constituyen un problema importante. En general, el primer paso para reducir los efectos de los vertidos industriales en las aguas receptoras y plantas de tratamiento es reducir su volumen.

Los programas de conservación que se pueden aplicar son semejantes a los de abastecimientos urbanos, con programas sectoriales de infraestructuras (puesta a punto del sistema de distribución para reducir las pérdidas), de ahorro (con programas de concienciación y tarifación), de eficiencia (mejora de la eficiencia en el equipamiento hidráulico), de sustitución (reutilización de aguas regeneradas urbanas y, sobre todo, reciclaje del agua en las mismas instalaciones) y de gestión (normativas en materia de eficiencia hidráulica, recargos o descuentos en el precio del agua, auditorías o inspecciones hidráulicas, préstamos y subvenciones).

Destacan, por su efectividad, la reutilización (empleo de aguas residuales depuradas) y, sobre todo, el reciclaje (empleo del mismo agua varias veces dentro de la industria) en conjunción con la racionalización del proceso productivo.

Conseguir modificaciones en industrias existentes siempre será más complicado que exigir unas determinadas condiciones a las industrias de nueva implantación, por lo que es en estos casos donde se debe hacer una mayor presión.

El progresivo aumento del coste del agua ha sido la causa de la revisión de los procesos productivos de los grandes consumidores, con el fin de reducir la demanda por unidad de producto obtenido. Asimismo, el reciclado de las aguas de proceso se ha desarrollado lo suficiente como para poder afirmar que ha sido la solución que en muchos casos ha permitido satisfacer la demanda creciente originada por el rápido desarrollo industrial en los últimos años.

Las experiencias actuales sobre ahorro de agua en industrias se concentran en sectores de la actividad industrial que son grandes consumidores y, dentro de los mismos, en operaciones tales como refrigeración, lavado y transporte de materiales. Los ahorros en consumo que permite el reciclado son muy notables, como se muestra, a título de ejemplo, en la tabla 115 (datos del Seminario sobre Aguas Residuales Industriales. Universitat Politécnica de Catalunya. Barcelona, junio 1991), que ofrece valores promedio de ahorro para algunos sectores industriales.

Al igual que sucede con las posibilidades de ahorro del abastecimiento urbano, la repercusión del ahorro en usos industriales sobre la demanda total nacional es reducida, si bien puede ser muy significativa en lo relativo a calidad.

4.7.2.2. El incremento de la oferta

El incremento de la oferta se entiende como el proceso de localización, desarrollo y explotación de nuevas fuentes de agua.

4.7.2.2.1. El incremento de la regulación superficial

La opción tradicional para aumentar las disponibilidades hídricas de una cuenca ha sido la construcción de

Sector industrial	Porcentaje de ahorro
Siderurgia	94%
Química básica	70%
Refino	80%
Fertilizantes	76%
Papel	85%

Tabla 115. Ahorros en la demanda industrial debidos al reciclado

embalses de regulación. Esta opción sigue siendo de importancia para el desarrollo hidráulico de algunos territorios del país, pero es obvio que, pese a las eficaces e imaginativas soluciones que se han venido arbitrando para aumentar esta regulación (Altadill Torné [1995]), su utilidad marginal es cada vez menor y sus costes mayores, por lo que no cabe considerar un masivo y generalizado incremento de la regulación fluvial como una opción solvente y de futuro en la política del agua de nuestro país.

Con objeto de acotar estas posibilidades máximas de incremento de la regulación superficial, los Planes Hidrológicos de cuenca han recogido listados de embalses históricamente identificados en sus ámbitos territoriales.

No se dispone de una estimación reciente, global y homogénea de lo que la construcción de esos embalses podría suponer en cuanto al aumento del recurso disponible en cada ámbito, aunque, como es obvio, el rendimiento marginal de cada nuevo embalse es cada vez menor.

En algunos trabajos (Martín Mendiluce, 1996b), se han recogido anteriores estimaciones de la capacidad potencial de embalse en la península, cifrándola en unos 76.700 hm^3, lo que, con todas las salvedades propias de este tipo de determinaciones, constituiría el máximo absoluto teórico alcanzable. Alcanzar este potencial supondría incrementar la capacidad actual (unos 56.000 hm^3) en torno al 35%. Según estos trabajos, los recursos disponibles quedarían incrementados en torno a un 20%, con una disminución del rendimiento de la regulación, que pasaría a ser de 0,60 frente al 0,90 de los años 70.

Puede afirmarse que los embalses previstos en los Planes constituyen un catálogo de posibilidades con una falta, relativamente generalizada, de verificación de su viabilidad. Ello quiere decir que la ejecución futura de tales infraestructuras sólo podría llevarse a cabo tras una justificación técnica, ambiental, económica, financiera y social de su viabilidad, de la que muchas actuaciones parecen carecer por el momento. En este sentido, las relaciones de embalses incluidos en los Planes deben interpretarse en general como marcos de actuación, como catálogos en los que seleccionar las futuras actuaciones concretas, pero cuya ejecución deberá supeditarse, en cada caso, al cumplimiento de los necesarios requisitos de viabilidad ambiental, y adaptarse al ritmo de las posibilidades de financiación.

4.7.2.2.2. El incremento de la utilización de las aguas subterráneas y el uso conjunto

Las aguas subterráneas suministran en la actualidad una porción importante de las demandas consuntivas en España, estimándose la cifra de extracciones en aproximadamente 5.500 hm^3/año.

La integración de recursos subterráneos y superficiales en esquemas de aprovechamiento conjunto puede ser, como se vio en el capítulo de los recursos hídricos, una muy interesante alternativa para el incremento de las disponibilidades y mejora de garantías. Ciertos condicionantes naturales, económicos, así como la infraestructura hidráulica ya existente, limitan no obstante las posibilidades efectivas de aplicación del uso conjunto a determinados esquemas de explotación de recursos.

Así, en MIMAM (1998b) se han seleccionado 27 esquemas en los que se integran 70 unidades hidrogeológicas junto a 71 embalses y 16 grandes infraestructuras de conducción. Se han definido y valorado los estudios y análisis de sistemas necesarios para determinar el incremento de recursos obtenibles en cada uno de estos 27 esquemas y la viabilidad de la integración de ambos tipos de recursos, tanto en el aspecto económico como en el de gestión y organización por parte de los usuarios. Hasta tanto dichos estudios

Tabla 116. Posibles recursos adicionales por ámbitos de planificación en los 27 esquemas de uso conjunto identificados

Ámbito de planificación	Recursos adics. (hm^3/año)
Norte II	20 – 25
Duero	40 – 80
Tajo	No significativo
Guadiana	No significativo
Guadalquivir	50 – 80
Sur	60 – 90
Segura	No significativo
Júcar	90 – 120
Ebro	20 – 30
Total	280 - 425

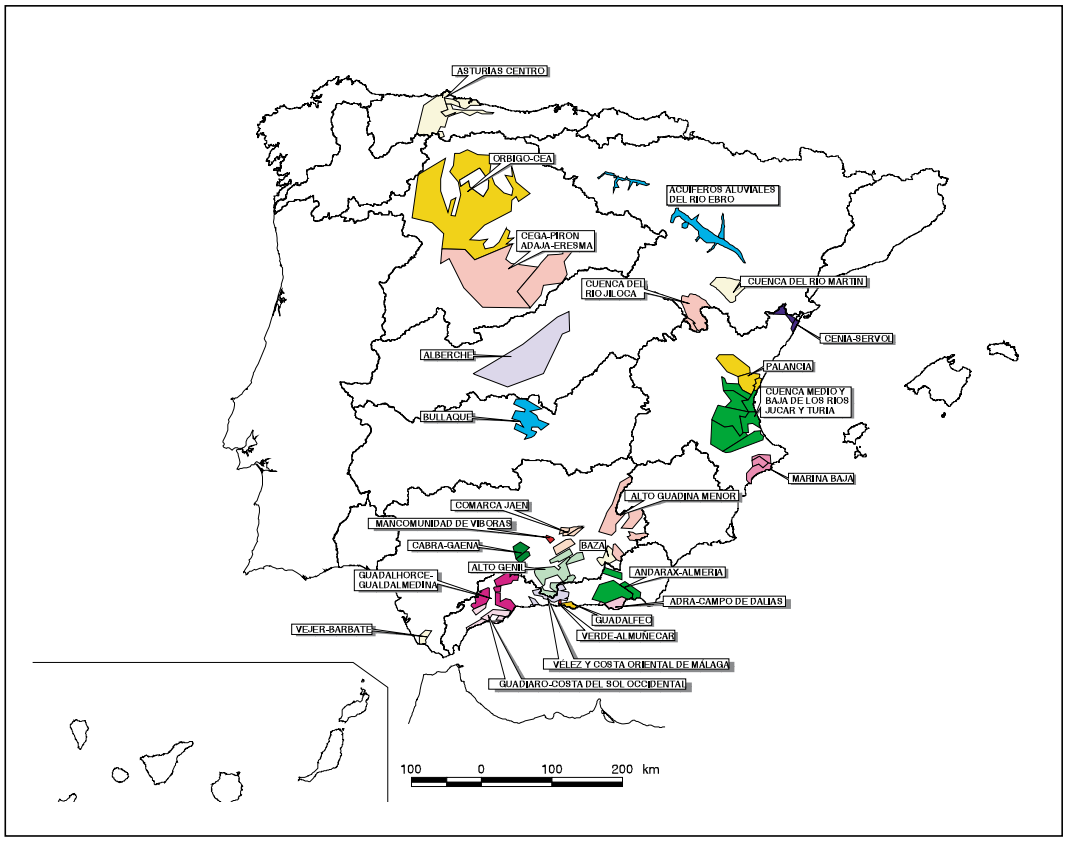


Figura 369. Mapa de los esquemas de uso conjunto identificados

hayan sido concluidos, pueden avanzarse unas cifras preliminares que se ofrecen con objeto de centrar el orden de magnitud de los recursos adicionales obtenibles en cada cuenca mediante la implantación de los esquemas de uso conjunto (Tabla 116).

En la figura 369 se muestra la situación geográfica de los esquemas seleccionados y las unidades hidrogeológicas que incluyen.

Por otra parte, con objeto de tener una primera idea siquiera teórica y meramente indicativa del posible aumento máximo en la explotación sostenible de las aguas subterráneas, en la tabla adjunta –de elaboración propia a partir de Planes de cuenca, Libro Blanco de las Aguas Subterráneas y modelo de simulación empleado en este Libro– se muestra una estimación de los incrementos potenciales de esas extracciones en las unidades hidrogeológicas peninsulares explotadas en la actualidad, teniendo en cuenta su recarga natural por infiltración de la lluvia y su explotación. La recarga natural por infiltración de la lluvia no es conceptualmente equivalente a los recursos renovables de una unidad hidrogeológica, pero proporciona una primera estimación de estos recursos.

Se han considerado dos hipótesis, las derivadas de asumir, o no, que parte de esas extracciones se utilizan para reducir los problemas de sobreexplotación. En la primera hipótesis el límite superior sería la recarga natural en cada ámbito de planificación, mientras que en la segunda sería mayor al no considerar la sobreexplotación. Las estimaciones serían mayores si se considerasen extracciones en otros acuíferos no explotados en la actualidad.

Como se observa en la tabla 117, y sin perjuicio del ya indicado carácter simplificado y teórico de esta aproximación, los incrementos potenciales más importantes en la explotación de las aguas subterráneas corresponden a las cuencas del Norte, Duero, Tajo, Guadalquivir y, en menor medida, las Cuencas Internas de Cataluña.

En el caso del Ebro el incremento global resultante es nulo, dado el escaso número de unidades explotadas, que además tienen unas extracciones mayores que la recarga natural por lluvia. Si se tuviesen en cuenta también los retornos de riego y las transferencias desde otras unidades los incrementos potenciales se elevarían hasta 400 hm^3/año.

Aunque en las dos hipótesis consideradas el incremento potencial de la explotación para toda la península es mayor que el uso actual, si se consideran sólo las cuencas que presentan globalmente mayores problemas de escasez de agua (Guadiana I, Sur, Segura y Júcar) ese incremento se reduce al 5% y 53%, respectivamente, siendo la primera cifra la que corresponde a la hipótesis más realista, y viniendo a mostrar, en definitiva, el prác-

Ámbito de Planificación	Recarga natural (hm^3/año)	Bombeo actual (hm^3/año)	Incremento de bombeo en unidades hidrogeológicas en explotación (considerando sobreexplotación)	Incremento de bombeo en unidades hidrogeológicas en explotación (sin considerar sobreexplotación)	Porcentaje de incremento de bombeo respecto al bombeo actual (considerando sobreexplotación)	Porcentaje de incremento de bombeo respecto al bombeo actual (sin considerar sobreexplotación)
Norte I	2.745	-	-	-	-	-
Norte II	5.077	19	983	983	5.173	5.173
Norte III	894	33	320	320	970	970
Duero	3.000	371	2.293	2.293	618	618
Tajo	2.393	164	450	450	274	274
Guadiana I	687	738	0	250	0	34
Guadiana II	63	76	0	7	0	9
Guadalquivir	2.343	434	1.376	1.406	317	324
Sur	680	420	0	190	0	45
Segura	588	478	46	405	10	85
Júcar	2.492	1.425	117	783	8	55
Ebro	4.614	167	0	0	0	0
C.I.Cataluña	909	424	393	650	93	153
Galicia Costa	2.234	-	-	-	-	-
Península	28.719	4.748	5.978	7.738	120	163

Tabla 117. Incremento teórico máximo posible en la explotación de las aguas subterráneas

tico agotamiento de las posibilidades de incremento de disponibilidades hídricas en estas cuencas mediante la intensificación del uso de las aguas subterráneas. Antes bien, será necesario en muchos casos reducir los bombeos actuales y reordenar las extracciones existentes para alcanzar una situación de explotación sostenible.

Aunque cabe alguna matización considerando las unidades no explotadas y la simplificación del modelo, debe notarse que estos volúmenes ofrecidos son una estimación de los *máximos absolutos teóricos posibles,* ya que en su cálculo se han ignorado posibles surgencias naturales ya reguladas por embalses aguas abajo, y se ha admitido que pueden suprimirse todas las surgencias naturales mediante su regulación por bombeos sustitutivos, lo que resulta obviamente inadmisible desde una perspectiva ambiental. De hecho, si estas surgencias estuviesen vinculadas a humedales o espacios naturales de interés, el incremento de explotación podría llegar a ser virtualmente nulo, con independencia del balance de recarga.

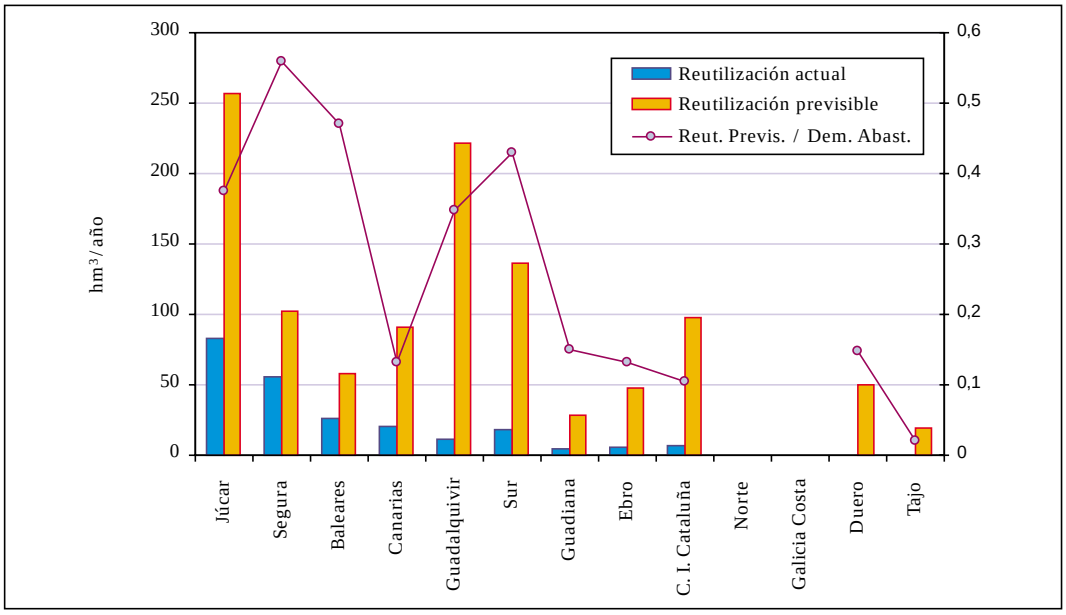


Figura 370. Volúmenes de reutilización actuales y previsibles a largo plazo en las distintas cuencas

Los incrementos potenciales en la explotación de las aguas subterráneas producirían, en cualquier caso, una disminución del mismo orden, aunque desfasada en el tiempo, de las aportaciones de la red fluvial. Este desfase temporal y su adecuada programación es, como ya se ha indicado en otros apartados de este Libro, la clave de la utilización conjunta de las aguas superficiales y subterráneas.

4.7.2.2.3. El incremento de la reutilización

La potencialidad de la reutilización es alta, ya que, según las previsiones de los Planes Hidrológicos, permitiría alcanzar en su segundo horizonte volúmenes de agua regenerada cercanos a los 1.100 hm^3/año. Su distribución según cuencas hidrográficas sería, previsiblemente, la indicada en la figura 370, si bien los pronósticos sobre esta evolución están sujetos a importantes incertidumbres y varían según la fuente de procedencia de los datos. La figura muestra también la relación entre volúmenes de reutilización y de abastecimiento, lo que permite apreciar las diferencias relativas entre cuencas. Tasas del orden del 50% del suministro de abastecimiento pueden considerarse muy altas, e indicativas de un gran aprovechamiento de estos recursos.

En algunas cuencas, como el Sur o Júcar, la reutilización previsible puede llegar a representar un porcentaje muy significativo de los recursos disponibles.

Para que estos volúmenes indicados anteriormente sean susceptibles de ser regenerados, y lleguen efectivamente a ser incorporados al sistema de utilización, debe existir una normativa de ámbito estatal que regule las condiciones básicas para la reutilización directa de las aguas residuales regeneradas, así como la adopción de incentivos financieros para el establecimiento de programas de sustitución -en usos que no requieran una calidad elevada- de aguas potables de las redes municipales, por aguas residuales regeneradas.

4.7.2.2.4. El incremento de la desalación

El principal factor limitante para el empleo de la desalación es casi exclusivamente económico. Hoy todavía podemos decir que el coste de la desalación de agua de mar marca el umbral al que se puede obtener el recurso en las zonas costeras, lo que influirá de forma decisiva en el estudio de las diversas alternativas que se planteen para resolver los déficit existentes.

Dicho lo anterior, también hay que añadir que, como se expuso con detalle en su correspondiente epígrafe, el coste del agua desalada viene reduciéndose de forma muy importante en los últimos años, como consecuencia básicamente de la reducción del coste energético (principal componente del coste del agua desalada) y de las mejoras tecnológicas y el desarrollo de mercados. Cualquiera que sea la tecnología de desalación que se emplee, los costes de la energía suponen siempre entre el 50 y el 75% de los costes reales de explotación, por lo que el posible aumento de la desalación está muy directamente vinculado con el coste de la energía, que, como se vio, tiende a ser estable o ir a la baja en los últimos años.

Asimismo, la rebaja del coste del agua desalada no solo facilitará su expansión, sino que puede servir de

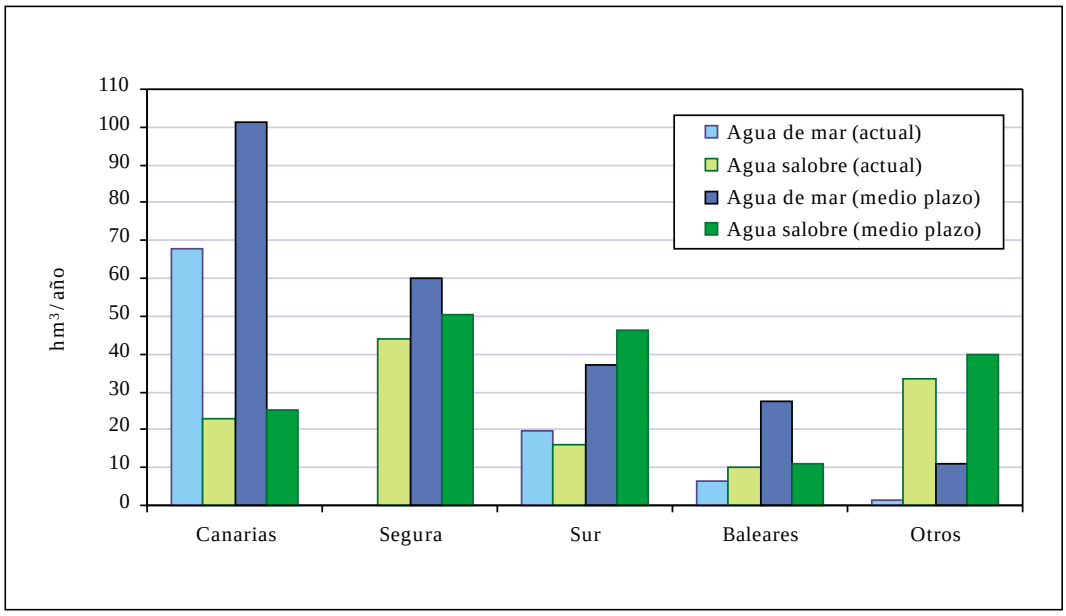


Figura 371. Volúmenes de desalación actuales y previsibles a corto y medio plazo en distintos ámbitos de planificación

catalizador para dar un importante salto tecnológico en el desarrollo de estos procesos.

En nuestro país, la previsión de incremento de la desalación a corto y medio plazo, contando con las obras actualmente en fase de construcción y aquellas de próxima ejecución, elevaría en más de 400 hm^3/año la cifra actualmente producida, tal y como muestra el gráfico de la Figura 371.

No obstante, si las recientes tendencias detectadas continúan en los próximos años, es posible que estas previsiones puedan incluso verse sobrepasadas.

En cualquier caso, y pese a estas favorables perspectivas, ha de reiterarse lo ya dicho anteriormente en cuanto a la muy alta dependencia del coste de producción con relación al precio de la energía. Esta circunstancia sugiere una cierta prudencia ante la eventual posibilidad de una generación masiva de estas aguas, y aconseja estratégicamente plantear opciones alternativas de forma que el sistema global de suministro tenga una menor dependencia energética.

4.7.2.2.5. La alternativa de trasvases intercuencas

Las alternativas de incremento de la oferta (nuevos embalses de regulación, incremento en la explotación de acuíferos, aprovechamiento conjunto de aguas superficiales y subterráneas, reutilización, desalación, etc) y gestión de la demanda (programas de reducción de pérdidas en las infraestructuras, ahorro, eficiencia, sustitución o gestión) se establecen a la escala de la planificación hidrológica de cuenca. Cuando agotadas todas estas alternativas no se pueden satisfacer las demandas de agua de la cuenca, la única alternativa que queda consiste en recurrir a aportes externos de otras cuencas. Con el ordenamiento jurídico actual, estas transferencias deben plantearse y resolverse en un escalón superior a los Planes de cuenca, como es la planificación hidrológica nacional, aprobándose por Ley.

En España los trasvases intercuencas se han venido planteando históricamente como una necesidad, con antecedentes que se remontan a siglos. De las transferencias actualmente existentes, la más importante corresponde a la del Tajo-Segura, que trasvasa aguas de la cuenca alta del Tajo a las cuencas del Guadiana, Sur, Segura y Júcar.

El más reciente y significativo antecedente histórico se produce en abril de 1993, fecha en que se publicó el Borrador de Memoria y Anteproyecto de Ley de Plan Hidrológico Nacional (MOPT, 1993b). En él se establecía un complejo entramado de trasvases intercuencas (más de 10 transferencias significativas) que se vino en denominar *la interconexión general* de las cuencas (Cimadevilla y Herreras, 1993).

Estas transferencias sumaban un total de 3.768 hm^3/año, que se repartían en 1.347 hm^3/año entre las vertientes Atlántica y Mediterránea, 1.855 hm^3/año dentro de la vertiente Mediterránea y 386 hm^3/año dentro de la vertiente atlántica. La transferencia mas importante tenía lugar entre el Ebro, Júcar y Segura con 1380 hm^3/año. Le seguía la del Norte-Duero-Tajo al Sureste, con 630 hm^3/año y la del Ebro al Pirineo Oriental, con 475 hm^3/año. En el informe, de carácter consultivo, que el Consejo Nacional del Agua elevó al Gobierno de la Nación, se propuso que estas transferencias fueran ligeramente reducidas.

Por otra parte, ha de mencionarse la existencia de recientes iniciativas tendentes a la creación de redes hidráulicas internacionales, de ámbito transeuropeo. La Resolución del Parlamento Europeo de 28 de enero de 1998 apunta en esta dirección.

Un trasvase de tal naturaleza, que aportase recursos a España procedentes de otro país - como el recientemente propuesto desde el Ródano al área de Barcelona -, no sería jurídicamente una transferencia intercuencas en el sentido de la Ley de Aguas española, por lo que, en consecuencia, no tendría que ser objeto de la Ley del Plan Hidrológico Nacional. Su regulación jurídica se llevaría a cabo mediante un Convenio Internacional, sin perjuicio de que su estudio técnico-económico-ambiental caiga plenamente en el ámbito de análisis de la planificación hidrológica.

4.7.3. Las mejoras en los procedimientos y metodologías

En esta sección se hará referencia a algunos de los instrumentos técnicos ya desarrollados cuya utilización generalizada en la práctica ordinaria puede suponer mejoras en el conocimiento y gestión de los recursos hídricos. Hay que señalar el importante papel que las nuevas tecnologías de la información, en campos hoy emergentes, deberán jugar en el próximo futuro (Cuena, 1996).

4.7.3.1. Las bases de datos de agua

No es necesario resaltar la enorme importancia que tiene el disponer de bases de datos del agua, a escala nacional, que cubran los tres aspectos fundamentales de la planificación hidrológica: recursos, demandas y sistemas de explotación.

El conocimiento de los recursos hídricos es el aspecto mejor recogido en bases de datos de ámbito nacional, debido a la existencia de redes de medida específicas.

De hecho, las bases de datos más importantes se corresponden con las redes de medida descritas en otros apartados de este Libro.

El Instituto Nacional de Meteorología (INM) dispone de una base de datos meteorológicos que recoge y organiza el flujo de información proveniente de los Centros Territoriales, donde se reúnen los datos registrados en las estaciones meteorológicas (precipitaciones, temperaturas, humedad atmosférica, viento, etc). También disponen de datos auxiliares, como efemérides (valores extremos de las series), inventario de documentos climatológicos, colaboradores y tablas de control (clasificación de nubes, meteoros, municipios, etc.). Todos estos datos están disponibles mediante el pago de una cuota de entrega en la Subdirección General de Atención al Usuario del INM.

En el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX se encuentra la base de datos HIDRO (Quintas, 1996), perteneciente a la DGOHCA, que reúne datos hidrológicos de aguas superficiales continentales de la red de estaciones de aforo en ríos y canales y en los embalses. Los datos provienen de las Comisarías de Aguas de las Confederaciones Hidrográficas y se recopilan en el CEDEX para su tratamiento, validación y publicación en los Anuarios de Aforos, así como para su difusión en soporte magnético.

El Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE) ha desarrollado la base de datos AGUAS donde reúne datos recogidos en campo para la realización de los Planes de Investigación de Aguas Subterráneas y Gestión y Conservación de Acuíferos y de Abastecimiento a Núcleos Urbanos, realizados por el Instituto. El punto de partida de la Base de Datos AGUAS es el inventario de puntos acuíferos donde se recogen datos geográfico-administrativos, técnicos e hidrogeológicos. Asociados a estos puntos acuíferos, se dispone de series temporales de datos sobre piezometría, hidrometría, intrusión marina y análisis químicos. Los datos pueden obtenerse mediante el pago de una cuota de entrega.

En la Subdirección General de Tratamiento y Control de Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente se dispone de las bases de datos de calidad de aguas superficiales obtenidas de la redes COCA, COAS, ICTIOFAUNA y RADIOLOGICA, fundidas en 1993 en la red ICA. Se trata de datos físico-químicos de más de 800 estaciones de medida en los principales ríos españoles.

Asimismo, la Subdirección General de Planificación Hidrológica elabora y mantiene unos Boletines hidrológicos periódicos, actualizados semanalmente, que se encuentran en Internet (en la dirección del Ministerio de Medio Ambiente) a disposición pública.

En lo concerniente a los consumos, al no existir redes de medida específicas, no es posible disponer de bases de datos completos y continuos a escala nacional. En el Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005 (MAPA, 1996) se proponía la creación de la Red de Evaluación de las Necesidades de Agua de Regadío (RENAR) que suministraría datos básicos de la demanda hídrica de los cultivos, dotaciones, etc., lo que permitiría efectuar un seguimiento de los consumos de agua. Tampoco se dispone de bases de datos sistemáticos a escala nacional de demandas urbanas e industriales.

De los elementos que constituyen los sistemas de explotación, cabe citar la base de datos del Inventario de Presas, que se actualiza periódicamente, y en la que se recogen las principales características de todos las presas construidas en España.

También existen muchas otras bases de datos sobre el agua o relacionadas, en otros organismos, como por ejemplo el Centro Nacional de Información Geográfica del IGN. En este centro se puede disponer de información cartográfica georreferenciada espacialmente, como la Base Cartográfica Nacional a escala 1:200.000 denominada BCN200 o el CORINNE LAND COVER sobre usos de suelo.

A pesar de la gran cantidad de información hidrológica disponible en bases de datos, existe bastante unanimidad en que el panorama actual de la información sobre el agua en España no es el que sería deseable. Las bases de datos hidrológicas se hallan diseminadas, con escasa coordinación, en distintos organismos, cubriendo parcialmente las necesidades, y sin la necesaria homogeneidad en cuanto a contenidos y formatos. En la actualidad es muy difícil para el usuario, incluso para organismos especializados, acceder a todas las informaciones que pueden ser de interés sobre el agua.

Se comprende, por tanto, la necesidad de establecer criterios y procedimientos para mejorar la situación actual, entre los que cabe citar los siguientes:

- Definición del tipo o tipos de bases de datos que se desean. Una decisión a tomar es si debe existir una única base de datos que recoja toda la información sobre el agua, si se debe ir hacia un sistema distribuido de bases de datos, donde se especifique con claridad quien es el responsable de la información y como se organizan, relacionan y coordinan las bases de datos existentes, o si se establecen sistemas intermedios entre los anteriores.
- Clarificación, y en su caso, establecimiento de los mecanismos de captura, recopilación, almacenamiento y gestión de una determinada información sobre el agua. Es importante seleccionar que tipo

de información registrada en las redes de medida es almacenada en base de datos y con que frecuencia se hace.

- Establecimiento de directrices para actualizar un determinado tipo de información hidrológica e indicación del organismo responsable de ello.
- Grado de accesibilidad a la información por los distintos niveles de usuarios y definición de los costes de la información. En la actualidad estos son muy dispares, y dependen del organismo que tiene la información. En algunos casos no se refieren solo a los costes de entrega.
- Establecimiento de procedimientos ágiles de acceso a la información en función del nivel de usuario. Determinado tipo de información seleccionada debe ser de fácil consulta y estar accesible en soporte digital y en Internet. La ya comentada iniciativa de los Boletines Hidrológicos resulta un buen ejemplo en este sentido.
- Necesidad de incorporar las bases de datos sobre agua en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), de modo que la información se encuentre georreferenciada en el espacio y sea posible realizar consultas y análisis espaciales sencillos con facilidad.

En el marco de los trabajos que se han efectuado para la elaboración de este Libro se ha realizado un esfuerzo importante para recopilar toda la información disponible relativa a los recursos hídricos (tanto en cantidad como en calidad), demandas y sistemas de explotación. Esta información ha sido objeto de un tratamiento de homogeneización en un mismo sistema, aunando en el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX la información alfanumérica y la gráfica mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica.

4.7.3.2. Los modelos de simulación y optimización

Es evidente la necesidad de que progresivamente se vayan implantando procedimientos tecnológicos modernos y homogéneos (modelos matemáticos de simulación de aportaciones, de simulación y optimización de los sistemas de explotación de recursos, de proyección de demandas, etc) que, considerando todos los elementos intervinientes, permitan abordar las tareas de análisis de los sistemas hídricos de forma común y rigurosa.

Seguidamente se describen algunas de éstas técnicas básicas, de fundamental importancia para la planificación hidrológica.

4.7.3.2.1. La simulación de aportaciones en régimen natural

Según el RAPAPH los Planes de cuenca deben contener, en la medida que sea posible, los datos estadísticos que muestren la evolución del régimen natural de los flujos, almacenamientos y calidades del agua a lo largo del año hidrológico, las interrelaciones de las magnitudes consideradas, especialmente entre las aguas superficiales y subterráneas y entre las precipitaciones y las aportaciones de los ríos, o recarga de acuíferos.

En los Planes de cuenca las aportaciones naturales se han obtenido mediante procedimientos muy diversos, lo que ha dado lugar a una gran heterogeneidad en la fiabilidad de los resultados. Con carácter general, no se establecen con claridad las relaciones entre precipitaciones, recarga a los acuíferos y aportaciones en los ríos. Por otra parte, la información empleada corresponde a periodos distintos, que, en general, y dada la fecha de elaboración, no comprenden los datos de los años hidrológicos de esta década, por lo que no se ha considerado, al menos en toda su magnitud, el efecto de la última sequía. En definitiva, no siempre se han abordado de forma integrada y sistemática para todas las cuencas los distintos procesos que constituyen el ciclo hidrológico y, en concreto, las interrelaciones entre aguas superficiales y subterráneas.

Como claramente se comprende, este panorama debe mejorar en sucesivas revisiones de los Planes, y para ello habrá que utilizar modelos de simulación que permitan evaluar homogénea y rigurosamente estas variables y sus interrelaciones. A lo largo de los últimos años, se han desarrollado distintos modelos cuyo objetivo principal ha sido simular series de aportaciones naturales de las cuencas a partir de información meteorológica y de las características de las cuencas. Las características que debe reunir un modelo de este tipo para ser utilizado en la evaluación de recursos naturales de una cuenca hidrográfica son las siguientes:

- Debe simular las componentes principales del ciclo hidrológico: precipitación, evapotranspiración, contenido de humedad en el suelo, escorrentía superficial, recarga al acuífero, almacenamiento en el acuífero y escorrentía subterránea.
- Es conveniente que sea distribuido, para así poder considerar la distribución espacial de las variables y parámetros.
- Los parámetros del modelo deben poder estimarse, o al menos, caracterizarse a partir de las características físicas de las cuencas (usos de suelo, edafología, litología, etc)

- La escala mínima temporal de simulación debe ser la mensual.
- Debe simular series temporales de aportaciones en cualquier punto de la red fluvial y recargas en los acuíferos.

En este Libro se ha utilizado un modelo de simulación de aportaciones que reúne estas características, y que se describió en capítulos anteriores al exponer la evaluación de los recursos hídricos. Es un modelo hidrológico conceptual y distribuido, que simula, en régimen natural, aportaciones mensuales en cualquier punto de la red fluvial, y recargas a las acuíferos. Compara los datos simulados con los históricos de las estaciones de aforo de control, permitiendo así su calibración. El modelo se ha utilizado para realizar una nueva y exhaustiva evaluación de los recursos naturales en el territorio peninsular español en un período común en todas las cuencas, el comprendido entre los años hidrológicos 1940/41 a 1995/96.

4.7.3.2.2. La simulación y optimización de los sistemas de explotación

El estudio de un sistema de explotación de recursos debe contener la definición y características de los recursos hídricos disponibles, de acuerdo con las normas de utilización del agua consideradas, la determinación de los elementos de la infraestructura precisa y las directrices fundamentales para su explotación, los recursos naturales no utilizados en el sistema y, en su caso, los procedentes de ámbitos territoriales externos al Plan.

Dos tipos de modelos suelen utilizarse para el estudio de los sistemas de explotación de recursos hídricos, los de simulación y los de optimización. El objetivo de los primeros es simular con todo detalle el funcionamiento del sistema con unas reglas de gestión dadas, mientras que el de los de optimización es encontrar la gestión óptima del sistema y, calcular los flujos y almacenamientos de agua en tal situación.

Los elementos conceptuales básicos que debe contemplar un modelo de optimización de los sistemas de explotación de recursos son:

- Nudos sin capacidad de almacenamiento.- Estos son útiles para incluir uniones de ríos, puntos donde tiene lugar una incorporación hidrológica, puntos de derivación, y puntos de toma.
- Nudos con capacidad de almacenamiento.- Estos son utilizados para incorporar embalses.
- Canales.- Permiten incluir canales naturales (tramos de río), así como canales y acequias y trasvases entre cuencas.
- Demandas.- Se debe poder definir la demanda mensual y una prioridad para cada demanda.
- Entradas hidrológicas.- Corresponden a las aportaciones naturales que entran en el sistema. Estas suelen obtenerse con los modelos de simulación de aportaciones naturales mencionados con anterioridad.
- Retornos.- Deben contemplar el retorno de los excesos de las derivaciones que no son consumidos por las demandas en cuestión, y que vuelven al sistema superficial para su posterior aprovechamiento aguas abajo
- Acuíferos.- En general este tipo de modelos no suelen considerar explícitamente las aguas subterráneas, aunque están embebidas en las aportaciones y existen mecanismos simplificados que permiten evaluar correctamente su efecto.

Por su parte, los modelos de simulación requieren una representación más detallada del sistema de recursos hídricos que los modelos de optimización. Utilizan más tipos de elementos, y sus características físicas deben describirse con un mayor detalle. También se les deben suministrar las reglas de operación para cada elemento y para el sistema como un todo.

La gran cantidad de datos que este tipo de modelos precisa hace que el proceso de la entrada de datos sea muy laborioso. La importancia de una interfaz gráfica que incluya la base de datos es mayor que en el caso de los modelos de optimización, con el fin de facilitar el trabajo y evitar errores.

Los elementos conceptuales básicos que debe contemplar un modelo de simulación de los sistemas de explotación de recursos son:

- Nudos sin capacidad de almacenamiento.- Deben permitir incluir uniones de río así como entradas hidrológicas, derivaciones y tomas.
- Nudos con capacidad de almacenamiento.- Necesarios para incorporar embalses superficiales.
- Canales.- Deben ser capaces de incorporar distintos tipos de canales: a) sin pérdida ni conexión con el acuífero; b) con pérdidas por infiltración que van a parar a un acuífero; c) con conexión hidráulica con un acuífero. Dependiendo de los niveles piezométricos, el acuífero puede detraer caudales del río o viceversa.
- Demandas consuntivas.- Deben poder incluir datos mensuales de demandas en zonas regadas, municipales e industriales. Deberían ser capaces de considerar diferentes eficiencias de riego y la posibili-

dad de retornos superficiales a distintos puntos del sistema.

- Centrales hidroeléctricas (demandas no consuntivas).- Hacen uso del agua pero no consumen ninguna cantidad significativa.
- Acuíferos.- Las aguas subterráneas deben poder ser incluidas de forma explícita y mediante modelación distribuida.
- Otros tipos de elementos como retornos, instalaciones de recarga artificial, o instalaciones adicionales de bombeos.

En un modelo de este tipo, además de las características físicas de los componentes deben especificarse las reglas de operación para elementos individuales, así como para el sistema. Esto puede realizarse mediante dispositivos como: las curvas objetivo de volumen y zonificación de embalse, las relaciones interembalses, los caudales mínimos objetivo para canales, los suministros objetivo para zonas de demanda, los caudales objetivo de turbinado para centrales hidroeléctricas, las relaciones entre demandas, las relaciones entre canales, dadas por prioridades, o las relaciones entre elementos.

Para la elaboración de este Libro, y como preparación para los análisis de la planificación nacional, se han utilizado extensamente ambos tipos de modelos (optimización y simulación), conforme a las implementaciones algorítmicas y desarrollos llevados a cabo en la Universidad Politécnica de Valencia (Andreu, 1992; Andreu et al., 1992; Andreu et al., 1995; Andreu et al. 1994), implementaciones que constituyen el actual estado del arte en estas tecnologías.

5. LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

Examinados en capítulos anteriores la situación actual, los problemas existentes y previsibles, y los rasgos y posibilidades para la política del agua del próximo futuro, procede considerar ahora el principal instrumento técnico-jurídico mediante el que se expresa esta política del agua, y que no es otro que el de la planificación hidrológica.

Ciertamente que, como se ha reiterado, la planificación hidrológica no es una técnica nueva ni el único instrumento por el que se expresan estas políticas, pero la actual regulación jurídica de que ha sido objeto ha subrayado su carácter básico y preeminente, y ha otorgado a estas figuras una naturaleza normativa y una relevancia formal de la que, hasta el momento, habían carecido.

5.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL PROCESO PLANIFICADOR

Aunque la *planificación* entendida como *racionalización* es tan antigua como el propio aprovechamiento del agua, los primeros intentos sistemáticos de formulación y anticipación de un problema hídrico, de análisis de alternativas, y de propuestas de actuación, se remiten en nuestro país a la segunda mitad del siglo XIX.

De esa época datan Planes como el de Gómez Ortega, Lizárraga y Churruca (1866), de defensas del Júcar, o el de García y Gaztelu (1886), de defensas del Segura, y en ella se desarrollan los primeros *Reconocimientos hidrológicos,* fundamentales trabajos pioneros en la sistematización de datos de las cuencas, cartografía fluvial e incipiente planificación hidráulica, llevados a cabo por las divisiones hidrológicas del Ministerio de Fomento (Mateu Bellés [1995] pp.69-105; MAPA-MAP-MOPU [1988] vol 1, pp 53-56).

Posteriormente, ya a comienzos del siglo XX, se formulan los primeros Planes de Obras, comenzando por el de Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1902 y sus sucesivas actualizaciones de 1906, 1909, 1916 y 1922, y siguiendo, de forma continuada en el tiempo, por el Plan de Obras Hidráulicas de 1933, el Plan General de Obras Públicas de 1940 y sus sucesivas adaptaciones, el Primero y Segundo Planes de Desarrollo Económico y Social de los años 60 y 70, …

Así pues, continuidad histórica en la formulación de Planes, que se han mantenido en España a lo largo de muchos años, y en momentos económicos, políticos y sociales muy distintos.

En los epígrafes siguientes se repasarán brevemente algunos hitos significativos de esta evolución histórica.

5.1.1. El Plan Gasset o de 1902 y sus epígonos

Sin entrar en los antecedentes del XIX, y como ya se explicó, en los albores del siglo XX política hidráulica no significaba otra cosa para España que política agraria, y, dada la importancia que el sector agrícola ha tenido en la economía española, política económica. Esta es una de las ideas centrales, definitorias, que subyacen en la concepción del modelo tradicional, tal y como se expuso anteriormente.

Las ideas de Costa son, en parte, recogidas por el Gobierno al aprobar el Plan General de Canales de Riego y Pantanos, o plan Gasset, de 1902, primera propuesta sistemática de actuaciones hidráulicas a escala nacional (Ortega Cantero, 1995).

Aparte de las críticas técnicas, financieras etc. que se le puedan hacer, el principal defecto de dicho Plan, y de toda la política hidráulica de la época, es la ausencia de un concepto integrador de planificación hidrológica que relacione entre sí las diferentes necesidades existentes y las actuaciones necesarias para satisfacerlas, razón por la cual el citado Plan Gasset ha sido calificado con frecuencia como una mera lista de pantanos y canales, sin relaciones entre ellos, en el que faltan embalses reguladores, aprovechamiento hidroeléctricos y otros elementos importantes de la gestión del agua.

Esta crítica, que se origina por el propio Lorenzo Pardo en su Plan de 1933, debe, no obstante, ser muy matizada, tal y como revela el estudio de las posteriores realizaciones, y la controversia que se desarrolló en los ambientes técnicos de la época.

5.1.2. El Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933

El progresivo incremento de la regulación de los cursos fluviales y de los aprovechamientos, tanto para riegos, como para abastecimientos e incluso producción hidroeléctrica, conduce a unos planteamientos de cada vez mayor racionalidad e integración en las actuaciones relacionadas con los recursos hídricos. Una muestra de este nuevo enfoque es la creación, en 1926, de la Confederación Hidrográfica Sindical del Ebro, uno de cuyos principales objetivos es obtener el mejor aprovechamiento de las aguas de manera que se rentabilice la *potencialidad económica* de los territorios hidrográficos. Sin duda, la implantación del concepto de cuenca vertiente como unidad fundamental para desarrollar la gestión en sentido lato del recurso hídrico constituye un intento de aproximación integral al planteamiento de los problemas.

Ya no se trata de actuar de forma descoordinada, sino de favorecer la convivencia equilibrada de los diferen-

tes intereses sectoriales como son el riego, la producción hidroeléctrica, el abastecimiento o incluso el transporte fluvial, convergentes todos ellos en el aprovechamiento de las aguas. Asimismo, la regulación cada vez mayor de los ríos, especialmente a través de actuaciones promovidas por el Estado, aconseja buscar fórmulas de conciliación entre los intereses estatales y particulares, de los cuales un claro ejemplo es la organización inicial de las Confederaciones Hidrográficas, que se componen de una Asamblea (con representantes del Estado, de los aprovechamientos y de algunos organismos como Cámaras, Bancos, etc), una Junta de Gobierno, nombrada por aquella, y dos comités ejecutivos.

Un significativo avance en esta tendencia hacia el aprovechamiento integral del agua se produce en la década de los años treinta con el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, elaborado por Manuel Lorenzo Pardo, con la colaboración de Clemente Sáenz, Angel Arrué y Joaquín Ximénez de Embún. En este fundamental Plan - sobre el que se han realizado muy numerosos estudios y exégesis (v, p.e., Ortega Cantero [1992]; MOPTMA [1993]; Romero González [1995]) - se hace un planteamiento razonablemente conjunto y vertebrado de los problemas hidrológicos nacionales, pero que se basa en las cuencas hidrográficas con objeto de huir de tentaciones homogeneizadoras. Además, toma en consideración no sólo las cuestiones exclusivamente hidrológicas, sino también otras de tipo geográfico, climático, económico, etc. Estos planteamientos son posibles porque hay ya disponibles datos y estudios mucho más exactos y completos de los que se tenían a principio de siglo, tanto por la labor desarrollada por los servicios técnicos del propio Ministerio, como por la realización de algunos excelentes trabajos monográficos sobre geología, hidrología, etc. lo que permite conocer mucho mejor las aportaciones, demandas etc. de los ríos españoles.

Las conclusiones que Lorenzo Pardo, responsable de la redacción del Plan, obtiene del análisis de los datos es que en España existe una realidad geográfica y económica marcada por dos desequilibrios de signo contrario. El primer desequilibrio es hidrológico y consiste en la fuerte desigualdad de los volúmenes de agua disponibles en las zonas atlántica y mediterránea. El segundo indica que es precisamente la zona mediterránea, la que tiene menos agua, la que ofrece mejores posibilidades para el regadío, principal objetivo económico que subyace en sus consideraciones.

El corolario lógico que extraen los redactores del Plan, consecuencia del objetivo de maximización de la renta nacional que persigue el mismo, es que, dado el déficit hídrico que padece la zona mediterránea y la mayor productividad potencial de sus regadíos, la solución consiste en transportar el agua desde las cuencas atlánticas a las mediterráneas para su uso en estas últimas, mediante obras planificadas y ejecutadas por el Estado como máximo representante del interés general.

Por otro lado, en el Plan de 1933 se considera, en la misma línea seguida al crear la Confederación Hidrográfica Sindical del Ebro, que la superación de la etapa de aprovechamiento desordenado de los ríos requiere que en cada cuenca *se conjuguen los intereses públicos y privados* aplicando criterios de racionalidad; ello dio origen a crear las restantes Confederaciones Hidrográficas inspirándose en el modelo administrativo definido al crear la del Ebro pero adaptándose, por otro lado, a las singularidades propias de cada territorio. Quedan así sentadas las bases para resolver la necesidad que se acrecienta en la medida en que, conseguido el objetivo de interesar materialmente al Estado en las obras hidráulicas, y siendo ya una realidad emergente la industria hidroeléctrica, es mayor la posibilidad de la aparición de situaciones de conflicto de intereses. Estos conflictos se concentran especialmente en los usos de las aguas superficiales para riego, que siguen teniendo carácter prioritario como forma de estímulo al aumento de la producción, pero también en los aprovechamientos para producción eléctrica, que adquieren ya un segundo y muy importante papel.

5.1.3. El Plan de Obras Públicas de 1940

Después de la guerra civil, se aprobó el Plan General de Obras Públicas de Alfonso Peña Boeuf, en el que se cita explícitamente, en lo que a obras hidráulicas se refiere, lo previsto y estudiado en el Plan de Lorenzo Pardo. Pero la situación económica y social de la España de 1940 volvió a recomendar acciones de carácter social con prioridad sobre lo económico. Es decir, el Estado invierte en obras hidráulicas aún a sabiendas de las dificultades que los futuros usuarios del agua regulada van a tener para colaborar no ya en su financiación, sino ni siquiera en cubrir los gastos de operación y mantenimiento.

Como se indicó al analizar la crisis del modelo tradicional, los incrementos de producción agrícola estaban justificados de antemano y eran absorbidos por el consumo interior de la nación. Al igual que en la época más cercana a Costa, se pensó que regar era doblemente rentable: primero desde el punto de vista social, pero también, sin ninguna duda ni necesidad de análisis, desde el punto de vista económico.

5.1.4. Los Planes de Desarrollo económico y social

A partir de los años cuarenta, y muy especialmente en las décadas de los cincuenta y sesenta, se produce, como se vio con toda claridad en el correspondiente epígrafe, un fuerte desarrollo en la construcción de obras hidráulicas, especialmente embalses y pozos, como consecuencia, por una parte, de la atención preferente del Estado a las obras de regulación para regadíos y, por otra, al fuerte incremento experimentado por los aprovechamientos hidroeléctricos, bajo la iniciativa privada.

La política hidráulica sigue participando en alguna medida de las ideas regeneracionistas y siendo básicamente un instrumento de política agraria; en la inmediata posguerra, con el objeto de aumentar la productividad y conseguir el abastecimiento nacional y, a partir de 1960, para diversificar la producción agraria y equilibrar la balanza comercial. Es en los 70 cuando tal concepción comienza realmente a cuestionarse.

Como consecuencia de estas múltiples causas, el agua pasa a ser más un recurso regulado que un recurso natural, de modo que cuando a mitad de la década de los años sesenta se redacta el II Plan de Desarrollo, se plantea como necesidad el *aprovechamiento integral* de los recursos porque se considera que España ha entrado ya en una fase de madurez hídrica (fase que teóricamente se alcanza cuando las demandas superan aproximadamente el 50% de los recursos naturales).

En síntesis, la década de los setenta comienza a proyectar con claridad las señales de la crisis del modelo tradicional de política hidráulica, que ya se han comentado en otro capítulo de este Libro, en particular, en lo que se refería a la prioridad dada hasta entonces al fomento del regadío mediante la realización de obras hidráulicas financiadas por el Estado.

Frente a las prácticas llevadas a cabo en la etapa de desarrollo inmediatamente anterior en la que se había dado un fuerte impulso a las obras públicas, pero sin que realmente las mismas obedecieran a ningún plan de obras hidráulicas, se abrió paso de nuevo la idea de ordenar las actuaciones del Estado con criterios de planificación tales como la rentabilidad económico-social, la aportación al coste por los beneficiarios, la capacidad de adaptación a cambios, etc. (Martín Mendiluce [1993] pp.333-369).

Estos criterios, que ya empezaban a incorporar las nuevas ideas que sobre planificación hidrológica se estaban extendiendo por los principales países desarrollados, presuponían una disminución del desarrollo indiscriminado de las obras hidráulicas (presas y canales) en los planes hidrológicos, a diferencia de lo que había ocurrido en los planes anteriores que se habían aprobado o intentado aprobar en España a lo largo de este siglo, y en los cuales este tipo de actuaciones siempre eran un elemento fundamental, que se justificaba con suma facilidad desde el punto de vista social y económico.

5.1.5. Los planes para zonas específicas y planes de aprovechamientos

Además de los Planes nacionales, que contemplaban determinaciones generales para todo el territorio español, se desarrollaron también distintos *planes hidrológicos* específicos, cuya aplicación se concibió para una parte concreta del territorio. Es el caso de los Planes de Almería o Tarragona, que, con ámbito provincial, dieron lugar a distintas actuaciones en aquellos ámbitos.

5.1.6. El Decreto de 1979, el Avance-80 y los estudios previos

Estos Documentos tienen una importancia singular en el reciente proceso planificador. Puesto que son relativamente desconocidos, y constituyen el verdadero antecedente inmediato de la actual situación, que es en buena medida su heredera, merece la pena que se expongan con algún detalle.

En efecto, han existido numerosas formas técnico-jurídicas, desde hace muchos años, que apuntan a la consideración general del uso de las aguas como una actividad susceptible de ser planificada, pero el antecedente más significativo, inmediato y similar en su concepto a la planificación actual es el Real Decreto 3029/1979 de 7 de diciembre, por el que se regulaba la realización de *estudios previos para la planificación hidrológica,* considerada como un instrumento cardinal de la nueva política hidráulica.

De acuerdo con este Decreto, tales estudios previos debían incluir el inventario de recursos hidráulicos con las disponibilidades actuales y futuras, tanto cuantitativas como cualitativas, las previsiones para la utilización de estas disponibilidades, la evolución previsible de las demandas hídricas, la ordenación de los recursos para satisfacerlas, y las obras mas idóneas para conseguir esta satisfacción. También se debían estudiar las medidas administrativas necesarias para su desarrollo y el orden de prioridad en la ejecución de las obras de infraestructura.

Este Real Decreto, breve en extensión pero de gran importancia durante su vigencia, extendió por vez pri-

mera la regulación del aprovechamiento de las aguas a todo el territorio nacional, y estableció que este aprovechamiento integral s*e sujetará a Planes Hidrológicos,* aún cuando no se fijó la estructura y contenidos de tales futuros planes, sino solo de los mencionados estudios previos.

En desarrollo del R.D., y a fin de dirigir la elaboración de los planes y coordinar la intervención de los distintos Departamentos ministeriales, se estableció en su día una normativa simple que institucionalizaba dichos estudios en el quehacer administrativo, y arbitraba las medidas de coordinación imprescindibles, medidas que se plasmaron en la creación de la Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica, único y superior órgano rector en la realización de los estudios previos, presidida por el Ministro de Obras Públicas y Urbanismo, e inicialmente constituida por los Departamentos ministeriales de Obras Públicas y Urbanismo, Industria y Energía, Agricultura y Pesca, Sanidad y Seguridad Social, Administración Territorial y Transporte, Turismo y Comunicaciones, siendo secretario de la misma el Director General de Obras Hidráulicas. Su composición sería modificada por el Real Decreto 2383/81, de 20 de agosto.

En la primera reunión de dicha Comisión, celebrada el 21 de Febrero de 1980, y con el objetivo de hacer más operativo su funcionamiento, se tomó el acuerdo de constituir el Grupo de Trabajo de Coordinación y Normas, bajo la presidencia del Director General de Obras Hidráulicas, y con una secretaría permanente, encomendada al Centro de Estudios Hidrográficos.

En la segunda reunión de la Comisión de Planificación Hidrológica, celebrada el 12 de Junio de 1980, se aprobó la propuesta de contenido de los Planes Hidrológicos, formulada por el Grupo de Trabajo de Coordinación y Normas, y la de organización para su ejecución, mediante la creación de Grupos de Trabajo Regionales, uno por cada cuenca que, presididos por los Directores de las Confederaciones Hidrográficas, debían ocuparse de la redacción de los planes específicos de cada cuenca. Tanto en el Grupo de Coordinación y Normas como en los regionales, estaban representados los diferentes Organismos que, pertenecientes a los Departamentos Ministeriales mencionados, tenían relación con los recursos hidráulicos. Finalmente, el Plan Hidrológico Nacional debía surgir como una integración de los diferentes Planes Hidrológicos de cada cuenca.

El mencionado Grupo de Coordinación y Normas acordó la solicitud a los grupos regionales de un primer anticipo del Plan, a realizar dentro de 1980, aunque, finalmente, la escasez de tiempo motivó su entrega ya bien entrado 1981. En cumplimiento de esta solicitud se redactaron en cada cuenca unos documentos conocidos como *AVANCE-80,* que pueden considerarse, en la terminología actual, un primer esbozo y antecedente de la Documentación Básica para el Plan Hidrológico.

Estos documentos fueron reunidos, sintetizados y editados conjuntamente en un volumen por la Comisión Interministerial (MOPU-CIPH [1980?]).

Una vez terminado el Avance-80, como una recopilación y síntesis de los datos y trabajos existentes en aquel momento, y buscando la mayor homogeneidad posible en el desarrollo y redacción de los diferentes trabajos futuros, previos al Plan propiamente dicho, la Secretaría General del Plan Hidrológico difundió unas directrices básicas mediante el documento de trabajo denominado *Términos de Referencia* (también conocido como *la Instructa*), donde, además del índice de los estudios a realizar, se incluyeron sugerencias y comentarios a todos los aspectos que debían ser tenidos en cuenta en la elaboración del Plan.

A partir de estas recomendaciones y condicionantes establecidos en la Instructa, y teniendo en cuenta las particularidades propias de su ámbito territorial, cada Grupo de Trabajo Regional se encargó, con las asesorías que se consideraron oportunas, de la elaboración de los mencionados *estudios previos,* que constituyeron en buena medida las bases técnicas e informativas de cuanto después se ha ido realizando en materia planificadora.

5.1.7. La planificación hidrológica a partir de la Ley de Aguas de 1985

Tras la disponibilidad del Avance-80, y estando en curso de elaboración los estudios previos de las distintas cuencas, se produce el hecho fundamental de la elaboración y aprobación de la Ley de Aguas de 1985, en cuyo Preámbulo se califica la planificación hidrológica como *imprescindible,* y en cuyo articulado se dedica un Título completo a definir los contenidos, forma de aprobación, etc. de las dos figuras de planificación sobre el que debe descansar todo el esquema: los Planes Hidrológicos de cuenca y el Plan Hidrológico Nacional.

La Ley diseña un proceso de planificación hidrológica en el que se combinan unos elementos de coordinación que se reservan al Plan Hidrológico Nacional y al Gobierno, que aprobará los Planes Hidrológicos de cuenca en los términos que estime procedentes en función del interés general, y unos elementos de autonomía territorial y descentralización que se concretan en que los Planes Hidrológicos de cuenca son elaborados

por las Confederaciones Hidrográficas, y elevados al Gobierno para su aprobación por los Consejos del Agua de cada Organismo de cuenca.

Estos órganos se conciben como los elementos que han de articular la participación de los otros Departamentos Ministeriales relacionados con el agua, de los distintos usuarios, y de las Administraciones de las Comunidades Autónomas de la cuenca. Merece la pena señalar aquí el contenido del Artículo 1.3 de la mencionada Ley: *Corresponde al Estado, en todo caso y en los términos que se establecen en esta Ley, la planificación hidrológica a la que deberá someterse toda actuación sobre el dominio público hidráulico.*

Nuevos aspectos destacados en los objetivos de la planificación hidrológica, tal como en la Ley de 1985 se definen, son la protección de la calidad del agua, la moderación de la demanda y el respeto al medio ambiente.

En secciones posteriores se expondrán con detalle los distintos avatares, la situación actual, y los resultados de este proceso.

5.1.8. Síntesis de tipologías históricas del proceso planificador

Como síntesis de lo expuesto en los epígrafes previos, y en un intento de abstracción y sistematización de las distintas figuras históricas enunciadas, las actuaciones administrativas llevadas a cabo en España en relación con la disponibilidad y utilización de los recursos hídricos, y que se podrían amparar bajo la denominación de "planes", pueden clasificarse en cuatro categorías básicas, remontándose en el tiempo a comienzos del presente siglo.

Una primera la constituirían lo que podríamos denominar Planes de Obras, y que, usualmente, constituían meros catálogos de obras hidráulicas, estudiadas con los criterios técnicos de la época, hoy poco rigurosos, sin evaluación económica, y sin coordinación entre sí ni con los presupuestos oficiales, por lo que muchas no llegaron a realizarse.

Se ha dicho frecuentemente, repitiendo las palabras de Lorenzo Pardo, que no puede considerarse que tales planes constituyesen una verdadera política hidráulica en sentido moderno, sino una mera catalogación física, de ubicación de infraestructuras posibles. Como ya se apuntó, tal aserto puede ser muy matizado.

Son ejemplos de esta categoría el Plan de Canales y Pantanos (1902), el plan de Obras Hidráulicas (1909), o el Plan de Fomento de la Riqueza Nacional (1919), a los que nos referiremos más detenidamente al analizar la situación y circunstancias concretas en la cuenca del Segura.

La segunda categoría, que podría denominarse como de **Planes de Aprovechamientos,** surge con la creación de las Confederaciones Hidrográficas, entre cuyas misiones fundacionales figura la de la *formación de planes de aprovechamiento general de las aguas de sus cuencas.*

Estos planes se refieren siempre a usos agrarios del agua, pareciendo pretender el desarrollo económico de las zonas afectadas mediante el regadío. La sustancia de estos planes es la fijación de los usos de un determinado caudal de aguas públicas, y la ordenación de su aprovechamiento.

Son ejemplos de este concepto los ya mencionados Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, que se concibe como un plan técnico-económico, no exclusivamente hidráulico, y que incorporaba estudios agroeconómicos, o el Plan General de Obras Públicas de Peña Boeuf, de 1940, que ha regulado, junto con los Planes de Desarrollo, la construcción de las obras hidráulicas hasta hace pocos años, o, ceñidos al ámbito de una sola cuenca, el plan de aprovechamiento del río Segura formulado en el Decreto de 25 de abril de 1953, que evaluaba las disponibilidades futuras de recursos y las asignaba a las distintas zonas regables. Los Planes de Desarrollo constituyen una generalización de estos conceptos a todo el territorio nacional.

Una tercera categoría, ya aludida, podría enmarcarse bajo la denominación de **Planes Hidrológicos para zonas específicas,** que, dictados para identificar y resolver problemas en zonas muy concretas, y usualmente deficitarias o casi deficitarias, tienen por sustancia el inventario de los usos actuales del agua, junto con la previsión de demandas y disponibilidades futuras, buscándose la adecuación futura entre las demandas y los recursos, y no la adscripción de un caudal para un uso como en los planes de aprovechamientos.

Son ejemplos de esto el *Plan General Hidrológico del Bajo Ebro,* establecido por Orden de 28 agosto de 1970; la Ley de 30 de junio del 69, que preveía la formación de un *estudio regional de recursos hidráulicos totales* para las Baleares, *que ha de servir de base para la adopción de medidas encaminadas a su utilización óptima para hacer frente a la demanda actual y futura de los diferentes usos consuntivos del agua;* o la Ley de 3 de marzo de 1980 sobre *Actuaciones urgentes en la provincia de Almería,* que contemplaba en su art. 3 la *redacción del Plan Hidrológico Integral de la provincia de Almería.*

La cuarta y última categoría sería la reservada a los **Planes Hidrológicos en el sentido de la nueva Ley**

de Aguas, que ahora nos ocupan, y que constituyen un verdadero hito, por su amplitud, rigor y carácter omnicomprensivo, en la historia de los planes hidráulicos en España.

En efecto, y avanzando ideas, por vez primera y a diferencia de los planteamientos anteriores, la Planificación Hidrológica se extiende, de forma global y unitaria, a todo el territorio nacional, y se armoniza con el resto de planificaciones sectoriales y con la Planificación económica general de forma expresa.

Asimismo, el desarrollo del regadío deja de ser preocupación prioritaria, introduciéndose, con otra perspectiva histórica, los objetivos de aumentar la disponibilidad de agua, proteger su calidad y racionalizar sus usos en armonía con el medio ambiente. La política de estricto fomento se sustituye por otra que atiende a la calidad de vida y a la corrección de desequilibrios sectoriales y territoriales.

Por otra parte, la planificación se estructura jerárquicamente en Planes de cuenca y Plan nacional, que es un instrumento básico para la definición de la política hidráulica del Estado.

A diferencia de los anteriores los nuevos Planes no se limitan a un horizonte temporal determinado, sino que son permanentes en el tiempo, y en proceso de revisión y actualización continua, introduciéndose por vez primera la participación de los usuarios en el proceso planificador, a través de los Consejos del Agua de las Confederaciones Hidrográficas.

Por último, cabe reseñar que los nuevos Planes adquieren la mayor relevancia normativa, pues a partir de ellos se configuran los demás ordenamientos sobre el Dominio Público Hidráulico (concesiones, autorizaciones, vertidos, infraestructuras básicas, etc.).

Es destacable el hecho de que con el nuevo aparato legislativo, la actividad de la planificación hidrológica se extiende desde una concepción puramente tecnológica (procedimientos matemáticos para la racionalización de los sistemas de utilización del agua), y pasa a ser, por vez primera, un mandato de la Ley y una técnica administrativa reglada, en clara sintonía y anticipación, además, con las nuevas orientaciones propuestas por la Directiva Marco europea respecto a los denominados planes de gestión de las cuencas hidrográficas.

5.2. RÉGIMEN JURÍDICO DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

En los últimos años se ha asistido a un extenso análisis doctrinal sobre el fundamento, alcance, naturaleza y régimen jurídico de la planificación hidrológica, y algunos problemas colaterales asociados.

Dada la fundamental importancia de este asunto, origen incluso de encendidas polémicas doctrinales, en las siguientes secciones se expondrán someramente, y de forma no sistemática ni exhaustiva, algunas ideas básicas y criterios para la reflexión. Exposiciones sistemáticas sobre el régimen jurídico de la planificación hidrológica pueden verse en Embid Irujo (1991) u Ortiz de Tena (1994).

5.2.1. La necesidad de planificación administrativa

Evidentemente, la necesidad de *planificación administrativa* se da en todos los órdenes en los que la Administración actúa, por ser la forma más común de regularse ésta y establecer los mecanismos de coordinación y control en caso de conflictos, y por servir como instrumento de garantía de los administrados, que saben en qué marco se mueven y que derechos y fórmulas de participación les otorga la Administración en sus diferentes personalidades jurídicas.

El principio de la Carta Europea del Agua de 1968 de que *para una adecuada Administración del agua es preciso que las autoridades competentes establezcan el correspondiente Plan,* ha sido fielmente reflejado en la Ley de Aguas de 1985, que en su art. 1.3 señala que toda actuación sobre el dominio público hidráulico está sometida a la Planificación Hidrológica.

Por tanto, a partir de 1985 la intervención administrativa en materia de aguas debe canalizarse a través de o sin contradicción con los Planes Hidrológicos.

Cabe preguntarse si desde la introducción de la Ley de Aguas de 1985 ha cambiado la posición de la Administración y el grado de intervencionismo administrativo en el sector respecto al sistema anterior. Parece que la introducción de la técnica planificadora en sí denota una mayor intervención de la Administración, aunque dependerá también del contenido de los planes, del carácter interno y externo que los mismos posean, de la fuerza vinculante que a ellos se otorgue, de su efectiva realización y ejecución, y, en definitiva, del mayor o menor grado de aplicación de la Ley.

Además, al aumentar la escasez del recurso, se acrecienta paralelamente la necesidad de intervención pública en la distribución del mismo. La planificación conlleva la intervención pública previa al otorgamiento de los aprovechamientos, pues el Estado evalúa los requerimientos ambientales, los condicionantes geopolíticos, y las posibilidades de aprovechamiento, y se

anticipa así a la iniciativa particular precisando cuantitativamente los posibles usos del agua, y velando por la coordinación de los intereses territoriales y sectoriales. Sólo en la medida en que estos criterios de actuación son respetados, pueden los particulares ser acreedores al uso de las aguas.

Sin embargo, la planificación, a la vez que constriñe, aporta una dosis de certeza, de garantía para los administrados, al permitirles conocer las medidas y los comportamientos que la Administración se compromete a llevar a cabo. Los particulares son también llamados a actuar y colaborar, aunque ahora desde su posición y título de concesionarios.

Pero, además en materia hidráulica se requiere si cabe con más urgencia una planificación administrativa, y ello debido a la multiplicidad de usos y de políticas implicadas en el recurso hidráulico, que, no se debe olvidar, está definido legalmente como bien de dominio público estatal, razón por la que la planificación es un instrumento de seguridad pública para los ciudadanos respecto a lo que la Administración puede o no puede hacer respecto al recurso cuya titularidad le corresponde.

Puede verse así la planificación hidrológica, no como un instrumento de intervención administrativa y reorientación económica en un sector de actividad previamente sujeto a la libre iniciativa de los ciudadanos, sino, por el contrario, como un instrumento para la autolimitación de la Administración en sus previos poderes, en principio ilimitados, sobre un bien de titularidad pública. La planificación hidrológica es, en definitiva, un instrumento de seguridad jurídica para los administrados, al circunscribir el ámbito posible de la discrecionalidad administrativa.

5.2.2. Fundamentos constitucionales de la actividad planificadora

En una primera aproximación al texto constitucional no se encuentra ninguna referencia explícita a la planificación hidrológica, ni siquiera a la demanialidad del recurso hídrico. Tan sólo en los artículos 149.1.22. y 148.1.10 se especifica la distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas en materia hidráulica.

Sin embargo, en los principios recogidos por la Constitución de 1978, y con la doble adjetivación de un Estado social y democrático de Derecho, y un Estado descentralizado de las Autonomías, sí podemos encontrar diversos fundamentos para la actividad planificadora que conviene, siquiera someramente, reseñar.

1.- El proceso de planificación supone la *racionalización* en la gestión de un recurso escaso - en la etapa de madurez hídrica en que nos encontramos - lo que implica la intervención previa del Estado que define los usos sociales más eficientes del recurso (dicho de otra forma, las prioridades de uso). La relativa abundancia del recurso en las primeras etapas históricas hacía innecesaria la intervención pública, o en el caso de que esta se produjese era sólo de control o autorización de usos fijados por particulares.

El reconocimiento implícito de la planificación viene recogido en el art. 149.1.22 al utilizar la palabra "recurso", pues económicamente significa la escasez de un bien, que, además es un bien colectivo que debe emplearse en el uso económico-social alternativo de mayor utilidad.

2.- Aunque la Constitución no establece un modelo específico de planificación, ni alude a ella, sí que puede entenderse implícita la planificación en el término "ordenación" empleado en el art. 149.1.22, como un proceso de gestión eficaz y racional de un recurso escaso, por parte de los poderes públicos, concretamente al establecer las competencias exclusivas del Estado.

Sin embargo, parte de la doctrina alega que aunque la planificación hidráulica suponga ordenación, esta puede llevarse a cabo por otros medios distintos de los planes. Pero de lo que no cabe duda es de que en la mente del legislador constituyente se otorgaba cierta importancia a la planificación, racionalización, ordenación o definición de usos del agua.

3.- Dado que el art. 149.1.22. otorga la facultad de *ordenación, legislación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos* al Estado, cabe preguntarse por la restricción de dicha posibilidad de planificación a las Comunidades Autónomas y otros entes públicos.

El Estado descentralizado diseñado por la Constitución supone que el Estado debe integrar la diversidad de competencias y Administraciones afectadas en un sistema o conjunto unitario y operativo, reconociéndose así el principio de coordinación entre el Estado y las Comunidades Autónomas, sustentado por la jurisprudencia del Tribunal Constitucional (STC 45/1991, de 28 de febrero; STC 104/1988, de 8 de junio; STC 18/1982, de 4 de mayo; STC 227/1988, de 29 de noviembre).

Además, implícitamente podemos en el art. 128 de la Constitución dedicado a la reserva dominical, hallar alguna respuesta, dado que ésta se extiende a todo el sector público: Estado, sus Organismos Autónomos y las empresas públicas.

Dicha reserva dominical se puede entender, según la doctrina, tanto desde un punto de vista de titularidad, como de reserva en sí de determinados volúmenes de aguas públicas. En el primer caso sería la facultad excepcional que se otorga al sector público para explotar por sí bienes de dominio público, como el agua, reconocida dicha demanialidad en la Ley de Aguas de 1985.

En el segundo, cuando reserva se entiende como caudal de aguas públicas, y aunque no reconocido por la mayoría de la doctrina, supondría otorgar al sector público, bien el Estado, sus Organismos Autónomos o sus empresas públicas, una cierta facultad de planificación de esas reservas o una determinación racional de priorización de aprovechamientos de dichos caudales.

4.- En el texto constitucional específicamente se habla de la planificación económica general en el art. 131, y en cuyo marco algunos autores circunscriben a la planificación hidrológica, como planificación sectorial directamente implicada en la planificación económica general, debido a las consecuencias económico-sociales estructurantes del desarrollo de las distintas regiones que en ella se dibuja.

Además, la Constitución en su art. 149.1.13. habla de la competencia del Estado para establecer las bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica, habilitando al Estado para fijar no sólo dichas bases de la ordenación de la economía en general, sino de sectores económicos concretos, como puede ser el hidráulico. Esta interpretación ha sido reconocida por la jurisprudencia del Tribunal Constitucional, ampliando el contenido del art. 131 a una planificación dirigida a concretos sectores económicos.

Las reflexiones que se formularon al estudiar la crisis de los objetivos económicos de la política hidráulica tradicional arrojan alguna luz sobre esta fundamental cuestión, y permiten construir una interpretación razonable sobre la naturaleza, no económica en el sentido constitucional, de la planificación hidrológica.

5.2.3. Las competencias en materia de planificación hidrológica

La integración de las actuaciones en la materia de recursos hidráulicos se configura bajo el criterio de la planificación hidrológica. A esta cuestión ha dedicado la STC 227/88 en particular su FJ 20, del que cabe extraer los siguiente pronunciamientos:

- *El agua constituye un recurso de vital importancia, imprescindible además para la realización de múltiples actividades económicas. Por esta razón, la ordenación de los recursos hidráulicos, donde quiera que se hallen, no puede sustraerse a las competencias que el Estado ha de ejercer para establecer las bases y la coordinación de la planificación general de la actividad económica, en virtud de lo dispuesto en el art. 149.1.13. de la Constitución. Esta competencia no atrae hacia el Estado toda la actividad planificadora, sino solo la de fijación de las bases y la de coordinación de la planificación que recaiga sobre objetos o ámbitos ajenos a la competencia estatal, en cuanto que afecte de manera directa a la ordenación de la actividad económica.*

- Las competencias de las Comunidades Autónomas para elaborar y revisar los planes hidrológicos de cuencas intracomunitarias *deben ejercerse con observancia de las prescripciones establecidas en los arts. 38 a 44 de la ley, en comunicación con la Administración del Estado (art. 16.1 c)), en coordinación con las diferentes planificaciones que les afecten (art. 38.4) y con sujeción a la aprobación final de los planes por el Gobierno (art. 38.6) (...) la aprobación exigida por el precepto legal impugnado no configura un supuesto de control sobre el ejercicio de una competencia propia y exclusiva de las Comunidades Autónomas. Los planes hidrológicos de cuenca, cuyo contenido regula el art. 40 y que tienen carácter vinculante según el art. 38.3, comprenden una serie de disposiciones relativas a la protección y aprovechamiento de los recursos hidráulicos (prioridad y compatibilidad de usos, medio ambiente, ordenación del territorio, agricultura y montes, infraestructura, aprovechamientos energéticos, protección civil, etc.), que inciden en la actividad de diferentes Administraciones Públicas, la de las Comunidades Autónomas, en primer lugar, pero también las del Estado y otros Entes territoriales e institucionales, siendo patente tanto su directa relación con la ordenación general de la actividad económica como la obligación de respetarlas que a todas ellas incumbe. Por ello, si hubiera de admitirse que cada Administración puede realizar las actividades de su competencia en régimen de estricta separación, la planificación hidrológica se haría imposible.*

  De donde se sigue que en materia de política hidráulica se acentúa la necesidad de una específica coordinación entre las diferentes Administraciones interesadas; coordinación que (...) persigue la integración de la diversidad de las partes o subsistemas en el conjunto o sistema, evitando contradicciones o reduciendo disfunciones que, de subsistir, impedirían o dificultarían, respectivamente, la realidad misma del sistema y que, por lo mismo, debe ser entendida como la fijación de medios y

sistemas de relación que hagan posible la información recíproca, la homogeneidad técnica en determinados aspectos y la acción conjunta de las autoridades (...) estatales y comunitarias en el ejercicio de sus respectivas competencias (...) en este caso el acto de aprobación que contempla el art. 38.6 de la Ley de Aguas es materialmente una actividad de coordinación, ya que a través del mismo se integran en un solo sistema ordenado las acciones emprendidas por diversas entidades u órganos, de suerte que es la determinación definitiva y unitaria del Plan lo que posibilita la acción homogénea de todos ellos en relación con un mismo recurso. Por lo demás, no es dudoso que la regulación del precepto impugnado no trata de suplantar la voluntad planificadora de la Comunidad Autónoma por la del Estado, sino que pretende sólo integrar aquélla en el conjunto superior de la política hidráulica general, evitando las disfunciones que pudieran producirse

- *Por el contrario, la previsión final del art. 39.2 de una actuación subsidiaria del Gobierno, en caso de falta de propuesta de Planes hidrológicos de cuenca, no puede alcanzar a las Comunidades Autónomas que sean competentes para formular dicha propuesta, ya que se trata de una forma de control sustitutivo que no ha sido previsto por la Constitución en las relaciones ordinarias entre el Estado y las Comunidades Autónomas.*

La planificación hidrológica se estructura a partir de la definición de dos instrumentos:

- El Plan Hidrológico Nacional.
- Los Planes Hidrológicos de cuenca.

Respecto de estos últimos, la distribución de competencias da lugar a la existencia de los Planes Hidrológicos de Cuenca:

- Correspondientes a la competencia estatal cuando afecten a las cuencas intercomunitarias.
- Correspondientes a la competencia autonómica cuando afecten a las cuencas intracomunitarias.

La aprobación de los Planes Hidrológicos de Cuenca correspondientes a las Comunidades Autónomas corresponde al Gobierno, según determina la propia Ley de Aguas.

La aprobación del Plan Hidrológico Nacional se efectúa mediante Ley.

5.2.4. Las relaciones de las Administraciones Públicas. Principios generales

Las interrelaciones competenciales que confluyen sobre la materia *aguas* considerada en sí misma como una materia competencial en la que la Constitución lleva a cabo una distribución de competencias tanto a partir del criterio territorial (recursos) como del criterio del interés (aprovechamientos hidráulicos) y que da lugar a la asunción de competencias por parte de las Comunidades Autónomas y a la atribución al Estado de las suyas propias, justificarían por sí mismas la necesidad de una actuación ordenada no sólo desde el propio título competencial sino presidida por los principios que deben inspirar y estar presentes en las relaciones entre Administraciones.

Pero si además tenemos en cuenta los restantes títulos competenciales que están también confluyendo en relación con esta competencia, y que están atribuidos a una u otra instancia, estatal o autonómica, en función del nivel de competencia reservada al Estado o asumida por las Comunidades Autónomas, se hace ya no sólo conveniente sino necesario que las actuaciones de ambas instancias, estatal y autonómica, estén estrechamente vinculadas a estos principios.

Dentro del respeto a sus *respectivas competencias* los principios esenciales contenidos en el artículo 2º de la Ley 30/92 pueden sin duda facilitar el respectivo ejercicio.

Por otra parte, los criterios derivados de la jurisprudencia del Tribunal Constitucional al referirse al principio de cooperación como un elemento que, aun no formulado constitucionalmente, es de esencia misma de nuestro modelo de Estado serían especialmente de aplicación a este ámbito competencial.

El principio de cooperación aplicado como un elemento complementario de la *planificación hidrológica* permitiría integrar de manera más eficaz los contenidos de la planificación hidrológica. No se trataría en este caso de una renuncia o de una invasión de competencias de una u otra instancia, sino de una aplicación de las técnicas de cooperación a la propia *planificación.*

Desde el ámbito de la cooperación se podrían abordar también actuaciones que desde el ámbito de sus competencias específicas cada una de las Comunidades Autónomas pudiera llevar a cabo y que pudieran tener relación con la competencia *aguas.*

De la misma manera determinadas previsiones que, incluidas en los respectivos Planes -Nacional o de cuencas, intercomunitarias o intracomunitarias- exigieran o requirieran la intervención de otra Administración, podrían ser asumidas por la Administración que resultara competente para su desarrollo y ejecución sin ser cuestionadas desde una hipotética *invasión de competencias.*

5.2.5. Cooperación y planificación conjunta. Financiación

La planificación conjunta, reflejada especialmente a través de la técnica de los Planes Nacionales, constituye una técnica o procedimiento de actuación que en la materia de *aguas* resulta de especial interés.

A través de la planificación conjunta se pueden instrumentar las actuaciones territoriales que las diferentes Administraciones vayan a realizar en un marco común o general que sirva de agregación de los intereses específicos de cada territorio en un interés común o general.

La ejecución de infraestructuras hidráulicas, la construcción de infraestructuras de aprovechamientos hidráulicos, la planificación de actuaciones de manera complementaria por parte de las diferentes Administraciones permitiría no sólo un mejor aprovechamiento del propio recurso *agua* sino de los esfuerzos económicos y financieros que se lleven a cabo.

En cuanto a la financiación, habría que tener en cuenta, de una parte, las reglas del sistema de financiación autonómica y, de otra, los principios de cofinanciación o financiación a través de Planes Nacionales.

La financiación de las Comunidades Autónomas en relación con las competencias asumidas parte de la financiación que éstas reciben a través del proceso de traspaso de servicios en concepto de *coste efectivo del servicio.*

La metodología establecida para evaluar este coste efectivo determina qué componentes de gasto forman parte o no de dicho coste efectivo. Así, frente a un principio inicial en el que la inversión nueva no formaba parte del coste del servicio, a partir de 1995 esta inversión sí que ha pasado a formar parte del coste efectivo de los servicios asumidos.

Sin embargo, no se incluyen en la valoración del coste del servicio, en general, las dotaciones correspondientes a los Capítulos IV y VII, que corresponden al concepto de *subvenciones.*

Estas reglas han dado lugar a lo largo del proceso de traspaso de servicios al tratamiento correspondiente de los traspasos que se han efectuado a las Comunidades Autónomas en los epígrafes correspondientes tanto a la materia *recursos y aprovechamientos hidráulicos* como a la materia *obras hidráulicas de abastecimiento, encauzamiento o saneamiento.*

Por otra parte, el traspaso de servicios en la materia de *recursos y aprovechamientos hidráulicos* está vinculado a la existencia de la correspondiente *cuenca intracomunitaria* en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma. Esta situación, derivada de las condiciones geográficas, se traduce en que si bien todas las Comunidades Autónomas disponen de título competencial, no todas ejercen efectivamente la competencia al no existir en todas cuencas intracomunitarias.

5.2.6. Planificación Hidrológica y Ley de Aguas. La dualidad de Ley y Plan

Como ya se ha apuntado, el concepto planificador aplicado a la administración de las aguas es muy antiguo y arraigado en la tradición española. Fue preocupación constante del legislador de 1866, aunque finalmente no apareció de forma expresa en el texto de la Ley, y pueden citarse multitud de precedentes de planes hidrológicos, desde luego con muy distintos alcances y perspectivas, al menos desde el siglo pasado. La verdadera novedad del momento presente no es por tanto, como se ha dicho, la expresa consideración de esta técnica, sino la regulación legal de que ha sido objeto y que, por sus características peculiares, constituye un hito sin precedentes en la historia del Derecho de Aguas en España.

Así, la Ley de Aguas de 1985, recogiendo antecedentes de borradores previos, desarrollando extensamente sus conceptos, e introduciendo nuevas ideas técnicas y jurídicas, ha concebido como instrumento central para la ordenación de las aguas la figura de los Planes Hidrológicos, a los que, según el texto legal, *deberá someterse toda actuación sobre el dominio público hidráulico.* A ellos se remiten numerosas determinaciones generales y aspectos tan fundamentales para los particulares como son, entre otros, el orden de preferencia de los aprovechamientos, el régimen de las concesiones, la protección de la calidad de las aguas…

Los Planes cumplen, de este modo, *una doble misión:* completar, desarrollar y actualizar las previsiones genéricas de la Ley, y concretar en cada espacio territorial las determinaciones generales que la Ley establece. En cierto modo, los Planes aproximan al territorio la regulación legal en un fenómeno que ha sido calificado por algunos autores como de *territorialización* del Derecho de Aguas. Así, la Ley trata muy diversas cuestiones pero podría decirse que su aplicación no se produce directamente, sino a través del filtro de los Planes Hidrológicos, que concretan en cada cuenca el marco general de actuaciones previsto, y suponen una especie de incrustación intermedia entre la norma legal y su ejecución singular, adaptada a las peculiaridades de cada cuenca hidrográfica (Menéndez Rexach y Díaz Lema, 1986).

Incluso son numerosas las llamadas a los Planes desde normas reglamentarias, que no pueden real-

mente considerarse como desarrollo ni están ordenadas por la Ley, y que, estrictamente, constituyen una suerte de traslación del legislador al Gobierno, y de éste al planificador. Puede discutirse sobre la pertinencia de tales remisiones, o sobre el alcance que debieran tener, y que algunas opiniones doctrinales consideran excesivo, pero no cabe discusión alguna sobre la pertinencia de la figura de la planificación hidrológica como marco global, flexible y revisable, que regule la actuación de los poderes públicos sobre las aguas, y que explicite y soporte, en última instancia, lo que no es otra cosa sino el principio filosófico y constitucional de *racionalidad* en el uso de los recursos naturales.

En definitiva, y es una idea fundamental que conviene subrayar, el desarrollo y aplicación de la Ley no pueden ser entendidos sin el complemento de los Planes Hidrológicos. La ausencia de Plan no podría suplirse con medidas reglamentarias paralelas. Sería, en sí misma, un completo fracaso de la construcción prevista por la Ley, que conduciría inevitablemente a la necesidad de su derogación.

5.2.7. Relaciones de la Planificación Hidrológica con otros instrumentos de planificación, y en particular con el Plan Nacional de Regadíos

Los Planes Hidrológicos de cuenca tienen determinadas relaciones teóricas con otros Planes y actuaciones de la propia Administración Central del Estado y de otras Administraciones Públicas. En particular, pueden incidir en, o ser afectados por los Planes ordenadores del territorio y de los usos del suelo que aprueben Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales. También es necesario aclarar su relación con Planes Sectoriales reguladores de determinadas actividades empresariales vinculadas muy estrechamente al uso del agua y, de forma muy singular, con el Plan Nacional de Regadíos, por cuanto su relación con el Plan Energético Nacional no genera duda alguna al ser este último - a diferencia de el de Regadíos - un Plan regulado por Ley en cuanto a su contenido y alcance.

Las consideraciones que se contienen a continuación sobre el Plan Nacional de Regadíos se fundamentan en el actualmente vigente, Horizonte 2005, que fue aprobado por el Consejo de Ministros el 26 de febrero de 1996, cumpliendo el mandato del Pleno del Congreso de los Diputados mediante Moción 173/69, aprobada el 21 de febrero de 1995, que instaba al Gobierno a remitir al Congreso de los Diputados, junto con el Plan Hidrológico Nacional, un Plan Agrario de Regadíos. Esta Moción reiteraba el contenido de la Moción 173/31, de fecha 22 de marzo de 1994.

Es necesario comenzar aclarando que el Plan Nacional de Regadíos, tal y como se aprobó por el Consejo de Ministros en febrero de 1996, *no es una nueva fuente del derecho,* sino un conjunto de previsiones y orientaciones aprobadas por el Gobierno, cuya eficacia jurídica pende por completo de su adecuado desarrollo por los cauces previstos en la legislación agraria.

En efecto, tras examinar los aspectos materiales y formales más importantes del mismo, cabe concluir que el Plan Nacional de Regadíos *no es una disposición de carácter general entendida como fuente de normatividad jurídica.*

Ciertamente, a diferencia de otros sectores de la actividad administrativa, en los que los planes aprobados se insertan como *normas en el ordenamiento jurídico a través de la técnica de la remisión normativa* - es el caso de los planes urbanísticos o hidrológicos respecto de los que la Ley del Suelo o la de Aguas efectúan un reenvío legislativo atribuyendo a estos planes un carácter complementario de aquéllas y cuya eficacia les viene conferida por la Ley que los autoriza y ordena la estructura a que deben ajustarse- el denominado Plan Nacional de Regadíos (en adelante PNR) no encuentra cobertura normativa expresa alguna: no existe disposición legal ni reglamentaria que establezca el procedimiento de elaboración, el contenido o, en fin, la eficacia jurídica que quepa atribuir al mismo.

Además, a la misma conclusión se llega a la vista del contenido del PNR, que *no regula conductas de futuro* estableciendo obligaciones y derechos en cuanto a su objeto material, *ni se configura como parámetro de la legalidad* de la actuación de la Administración o de los particulares, ni, en fin, parece dotado de una *vigencia indefinida* propia de toda norma jurídica, limitándose su horizonte temporal al año 2005, sin que exista ningún mecanismo normativo de seguimiento o revisión. A mayor abundamiento, ni siquiera el lenguaje utilizado en el texto es el propio de las normas jurídicas, definiéndose el Plan como mero *...instrumento de consolidación del sistema agroalimentario español y factor básico para un uso eficiente de los recursos hídricos y de equilibrio interterritorial...*

En conclusión, cabe afirmar que el PNR responde jurídicamente al concepto de *decisión gubernativa,* comprensiva de las principales orientaciones programáticas en la materia, *de indudable valor político, pero sin vinculación jurídica inmediata en tanto no cuente con el adecuado desarrollo a través de los instrumentos previstos en la legislación agraria.*

Esta afirmación no encuentra excepción en la concreta materia de *transformación de regadíos;* sin ánimo de ser exhaustivos y ciñéndonos exclusiva-

mente a la legislación estatal en la materia (Texto Refundido de la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, aprobado por Decreto 12-1-1973), la transformación económica y social de las zonas regables debe efectuarse siguiendo el complejo procedimiento ordenado en los artículos 92 y siguientes del citado texto legal, que se inicia con el Decreto que aprueba la Declaración de interés general de la Nación de la transformación de la zona, seguida de la aprobación de los Planes de Transformación, *los cuales afectarán desde luego directamente a los bienes y derechos de los particulares* (F.D.II de la STS 10-11-1994, RJ 1994/8418).

Pues bien, a la vista de la falta de vinculación jurídica inmediata del PNR, debe entenderse que sus previsiones en materia de transformación de zonas regables no pueden desenvolverse al margen del procedimiento que acabamos de comentar: Los Planes Generales de Transformación actualmente en vigor seguirán produciendo los efectos que les atribuye la legislación agraria en tanto no se adecuen, en debida forma, al PNR (que por sí solo no tiene fuerza jurídica para modificar aquéllos). Del mismo modo, las nuevas previsiones del PNR en materia de transformación en regadíos, sólo desplegarán eficacia jurídica inmediata en la medida en que se concreten en los distintos trámites del procedimiento legalmente ordenado por el Texto Refundido del 73.

Conforme a los anteriores criterios, la línea de distinción entre la eficacia propia de los Planes Hidrológicos de cuenca y la específica del Plan Nacional de regadíos, es clara: los Planes de cuenca cumplen la función que les atribuye la Ley de Aguas y, en particular, en lo que a regadíos se refiere, la de garantizar en la planificación del recurso, las concesiones existentes y las reservas para usos futuros, sin adoptar decisión propia alguna respecto a la promoción de nuevos regadíos, pues su eficacia jurídica en esta materia se agota en la reserva de agua, dato básico e imprescindible para cualquier decisión sobre promoción de regadíos, pero no suficiente.

Si existe agua, según las previsiones de la planificación hidrológica, corresponderá la decisión de promoción de nuevos regadíos, a quienes, conforme al ordenamiento jurídico, pueden adoptar la iniciativa promotora, es decir, a las Administraciones con competencia en la materia -la Central del Estado o las de las Comunidades Autónomas con competencias transferidas- o a los propios agricultores, en el ejercicio del Derecho Constitucional de libre empresa, dentro de las determinaciones del Derecho Agrario. El Plan Nacional de Regadíos, como documento programático del Gobierno de la Nación, simplemente acotará la iniciativa de la Administración Central del Estado, en la materia.

En cuanto a su coordinación, según el máximo intérprete de la Constitución la coordinación debe entenderse como *...la fijación de medios y sistemas de relación que hagan posible la información recíproca, la homogeneidad técnica en determinados aspectos y la acción conjunta de las autoridades estatales y comunitarias en el ejercicio de sus respectivas competencias...* definición que, obviamente, resulta aplicable a las relaciones entre órganos de la misma Administración estatal que ejercen competencias distintas. Particularmente, *...la coordinación de los planes hidrológicos de cuenca que corresponde elaborar a la Administración del Estado o a Organismos de ella dependientes con las diferentes planificaciones que les afecten ha de realizarse primordialmente a través del procedimiento de elaboración de aquéllos, como dispone el artículo 38.4 de la propia Ley de Aguas...* (STC 227/88, f.j. 20).

Así pues, y como acabamos de ver, el principio de coordinación, en materia de planificación hidrológica, tiene un carácter fundamentalmente instrumental sin que tenga per se un contenido material que implique la prevalencia de unos instrumentos de planificación frente a otros.

Dicho de otro modo, siguiendo la doctrina constitucional puede afirmarse que la coordinación reclamada por el artículo 38.4 de la Ley de Aguas se logra -en el estado actual de la cuestión se ha logrado ya- *siguiendo el cauce formal de elaboración de los Planes* que prevé la presencia de los representantes de los diversos sectores administrativos con incidencia en la materia en el Consejo del Agua de cada Organismo de cuenca (art. 18 LA) y culmina, podemos añadir, con el propio acto de aprobación por el Gobierno.

Las eventuales discrepancias entre el contenido de los Planes de cuenca y el resto de planificación sectorial -que no pueden reconducirse a la infracción del tantas veces citado principio de coordinación del artículo 38.4 de la Ley de Aguas - deberían resolverse, en su caso, atendiendo a otros principios legales como son el respeto al ejercicio de las competencias propias o al contenido y eficacia jurídica de cada uno de los planes contrastados.

En este sentido y en relación a la planificación agrícola, muy brevemente podemos concluir que, si bien las normas de los planes de cuenca "...sobre mejoras y transformaciones en regadío que aseguren el mejor aprovechamiento de recursos hidráulicos y terrenos disponibles" (contenido necesario, ex artículo 40f) de la Ley de Aguas) se han de limitar a conseguir "...el

logro de un mejor o más racional aprovechamiento de las aguas continentales, como recursos económico esencial y no se extiendan a otras prescripciones sobre política agrícola... (F.J. 20 STC 227/1988), no es menos cierto que las prescripciones sobre política agrícola y en concreto, sobre transformación de zonas regables que habría de tener en cuenta la planificación hidrológica son las que se hayan materializado en planes agrícolas vigentes y con eficacia jurídica directa (v.gr. Planes Generales de Transformación de zonas regables) que han de primar frente a orientaciones políticas, del máximo valor desde luego, pero inoponibles en derecho a las transformaciones en regadío acordadas a través de los procedimientos y formas que establece la legislación agraria.

5.2.8. Situación de conflicto entre Planes de las Administraciones. El principio de coordinación

Sin perjuicio de lo dicho anteriormente de forma específica en relación con la coordinación de la planificación hidrológica con la planificación de regadíos, y entrando en el terreno de las competencias entre Administración central y autonómica, la planificación hidrológica tiene intrínsecamente, y con independencia del ámbito territorial de la misma, un marcado carácter *concurrente* desde la perspectiva de la distribución competencial. Dicha concurrencia no sólo emana del reparto constitucionalmente establecido en relación a la materia hidráulica, art. 149.1.22 y 148.1.10 de la Constitución, sino también de una serie de títulos competenciales habilitantes, tanto en favor del Estado como de las Comunidades Autónomas, en materias conexas con los recursos hidráulicos (ordenación del territorio, bases del régimen energético, protección del medio ambiente, montes, régimen jurídico de las Administraciones Públicas, obras públicas, concesiones administrativas, pesca fluvial, etc.).

Si existiesen conflictos entre los distintos planes, la nonata LOAPA (Ley Orgánica de Armonización del Proceso Autonómico), declarada inconstitucional, preveía el sometimiento de la cuestión al Consejo regulado en el art. 131 de la Constitución. El Tribunal Constitucional declaró que las funciones de órgano de participación en la planificación económica típicas del Consejo no encajaban con la competencia atribuida por la LOAPA, y, además, porque con ello se estaba creando un mecanismo de resolución de conflictos no previsto constitucionalmente. Esta vía quedó pues descartada.

En caso de que el conflicto fuese entre distintas Administraciones planificadoras, las divergencias pueden tener un carácter administrativo, o constitucional si están en litigio competencias derivadas de la Constitución. El Tribunal Constitucional es el llamado a resolver estos conflictos de competencia; pero, además, deben establecerse mecanismos adicionales entre la Administración estatal y la autonómica con esta finalidad. En definitiva, vendrían a ser una continuación de la necesaria coordinación de ambas esferas administrativas. Coordinación que reiteradamente el Tribunal Constitucional viene considerando imprescindible para el buen funcionamiento del Estado de las Autonomías (STC, 5 de agosto de 1983).

En relación con la necesidad de colaboración, Embid Irujo ha señalado, muy atinadamente, la relevancia *de un hilo inmanente en la legislación de aguas que da un sentido importante,… capital, a la presencia de las Comunidades Autónomas en el ordenamiento jurídico de las aguas.* Como manifestaciones concretas de este principio de colaboración se alude a la representación autonómica en los órganos de administración y de planificación de los Organismos de cuenca (Junta de Gobierno y Consejo del Agua de cada Confederación Hidrográfica), así como, fundamentalmente, a su participación en el Consejo Nacional del Agua, encargado de informar sobre los planes hidrológicos. El citado autor ha destacado que *las potencialidades de esta participación institucional son inmensas y, desde luego, una de las garantías fundamentales para el funcionamiento correcto no sólo de la ordenada utilización de las aguas - tanto intracomunitarias como intercomunitarias -, como del mismo uso del territorio contemplado éste desde perspectivas sectoriales.*

Por tanto, la intervención de las Comunidades Autónomas en la elaboración de los instrumentos de planificación que afecten a sus legítimos intereses económicos no puede reducirse a ser el simple resultado de un trámite formal de audiencia o de mera información, ya que el pleno sentido del principio de colaboración administrativa implica que la participación de las Comunidades Autónomas debe ser capaz de poder condicionar de forma sustantiva el contenido de los proyectos de planificación que sean elaborados por el Gobierno.

Así el Tribunal Constitucional ha afirmado que, en los Planes de cuenca, la coordinación que exige la Constitución se realiza mediante un doble mecanismo: *La integración de voluntades y actividades afectadas en el procedimiento de elaboración del plan, que corresponde llevar a cabo a las Comunidades Autónomas...y un acto posterior de aprobación por el Gobierno mediante el cual se coordina la decisión de las peculiares exigencias de la política hidráulica.*

Por otra parte, y en la línea de favorecer y potenciar los mecanismos cooperativos, podría valorarse la

constitución de una Conferencia Sectorial del Agua, como órgano en el que pueda instrumentarse el adecuado tratamiento de las cuestiones expuestas, tanto en lo relativo a articulación de las competencias estatales y autonómicas en los distintos ámbitos materiales, como en la profundización de los mecanismos de cooperación y de la puesta en práctica de los instrumentos de planificación conjunta.

5.2.9. La prelación temporal entre los Planes Hidrológicos de Cuenca y el Plan Hidrológico Nacional

Como es bien sabido, la planificación hidrológica se configura legalmente a un doble nivel: los Planes hidrológicos de cuenca (inter o intracomunitarios), con el ámbito territorial circunscrito a una cuenca o cuencas, y el Plan Hidrológico Nacional, de ámbito global, y de cuya primacía o superioridad con respecto a los Planes de cuenca no se puede dudar.

La articulación de estos dos diferentes niveles es el principal problema que se plantea. En primer lugar, la Ley no impone plazo alguno para la elaboración de los Planes y, en segundo lugar, guarda silencio sobre la prioridad en el tiempo de un tipo de plan sobre otro.

Este problema de la prelación temporal de los Planes de cuenca o del Plan Nacional dio lugar en los pasados años a un amplio e intenso debate doctrinal y político-social. Finalmente, la moción aprobada en el Senado, el 28 de septiembre de 1994, en el marco del debate sobre El Estado de las Autonomías pareció haber solucionado el problema, al postular la prioridad temporal de los Planes Hidrológicos de cuenca sobre el Plan Hidrológico Nacional.

Este mismo criterio de dar primacía temporal a los Planes Hidrológicos de cuenca, respecto al Plan Hidrológico Nacional, ha sido reiteradamente mantenido por ambas Cámaras del Parlamento de la Nación, en sucesivas resoluciones. Así, la Proposición no de Ley 162/97, aprobada por el Congreso de los Diputados el 8 de abril de 1997 y las Mociones números 44 y 45, del Pleno del Senado, aprobadas el 14 de marzo de 1997 como consecuencia del Debate sobre el estado de las autonomías.

No obstante, el hecho de que políticamente se haya tomado una decisión concreta, y el problema haya sido ya superado por los hechos al haberse aprobado ya los Planes de cuenca, no es óbice para que introduzcamos aquí alguna reflexión al respecto.

En efecto, un sector de la doctrina (Menéndez Rexach y Díaz Lema [1986] p.675; Bermejo Vera [1995] pp.23, 33, 124, 147; Martín Rebollo [1993] pp.181-182), consideró que debían ser previos los Planes Hidrológicos de cuenca frente al Nacional, primando la localización del recurso frente a criterios de eficiencia, racionalidad o interés general. Resumiendo esta posición, Martín Rebollo ha afirmado el condicionamiento que para la adopción de los trasvases suponen las previsiones de los Planes Hidrológicos de cuenca, Planes que *desde este punto de vista, aparecen como previos al propio Plan Nacional para verificar algunos de los condicionantes legales de las citadas transferencias. Es cierto que la proposición contraria también es seguramente cierta. Que hay una interrelación e interdependencia que hace que ambos tipos de Planes se condicionen mutuamente y que, por ello mismo, no resulta siempre posible esperar a la existencia de todos los Planes de cuenca para elaborar el Plan Hidrológico Nacional. Pero, con todo, y aunque no sea una condición jurídicamente exigible, es más, a mi parecer, lo que condicionan los Planes de cuenca al Plan Nacional que a la inversa y por eso mismo sería al menos deseable que la elaboración de éste se haga a la vista de los estudios avanzados de los Planes de cuenca, aunque no sea necesario esperar a su terminación.*

Por otra parte, otro sector doctrinal (González Pérez [1991] pp.37-39; Embid Irujo [1993] pp. 49-59) consideró que no era necesaria la prelación de los Planes de cuenca, y se podía aprobar primero el Plan Nacional, estableciendo el marco general de coordinación al que los de cuenca habrían de someterse, y evitando así posibles heterogeneidades y disfunciones. Los datos y determinaciones de los Planes de cuenca, aún en fase de borradores, podrían ser conocidos por el Plan Nacional, garantizando así su necesaria interrelación. Ésta era, de hecho, la posición mantenida oficialmente cuando en abril 1993 se desarrolló y presentó un Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional sin estar aún concluidos los Planes de cuenca.

Como se ha dicho, este debate ha sido superado por los hechos, pero debe dejarse apuntado que se trataba, en buena medida, de una discusión puramente teórica, nominal, que solo puede preocupar - y relativamente - si se concibe la planificación hidrológica como una operación de necesaria confrontación y hostilidad, bien entre las Comunidades Autónomas y el Gobierno o bien de éstas entre sí. La experiencia histórica demuestra reiteradamente que no es por la vía jurídico-contenciosa como se han resuelto - verdaderamente *resuelto* - los grandes conflictos hidráulicos. Planes de cuenca incompatibles con una ordenación nacional de las aguas, o Plan Nacional ignorante de las decisiones de los planes de cuenca, serían en todo caso, y sin perjuicio de su jerarquía normativa y de los pronunciamientos judiciales, sencillamente inviables.

Si la planificación se concibe como una operación de Estado, integral, unitaria, cuya ejecución a dos niveles es meramente operacional e instrumental, y que ha de obedecer - operando cada uno de estos niveles en su propia esfera de competencia - a la armónica y razonable defensa de los intereses públicos generales, el problema de la prelación temporal se disuelve, y carece por completo de relevancia práctica.

5.3. HISTORIA Y SITUACIÓN DE LOS PLANES HIDROLÓGICOS DE CUENCA

5.3.1. El proceso de elaboración de los Planes. Experiencias y consecuencias

El relativamente largo proceso de elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca, previstos en la Ley de Aguas de 1985 y no disponibles materialmente en su globalidad hasta 1997, doce años después, lleva a preguntarse, en primera instancia, sobre las razones de tan prolongada dilación. Es evidente que, sin perjuicio de que reglamentariamente sería inadmisible, tales plazos no pueden repetirse en el futuro si se desea que los Planes Hidrológicos sean instrumentos verdaderamente flexibles y eficaces, por lo que procede reflexionar sobre este problema y sugerir alguna medida que coadyuve a su solución.

Conforme al artículo 99 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (RAPAPH), la elaboración de los Planes Hidrológicos de las cuencas intercomunitarias se ha desarrollado en dos etapas. En la primera etapa se establecieron las directrices de los Planes y en la segunda se procedió a redactar los Planes propiamente dichos.

En la etapa de establecimiento de directrices se comenzó por la elaboración de la Documentación Básica de cada Plan, seleccionando, extractando y sistematizando los datos fundamentales de los estudios y trabajos realizados por los Departamentos ministeriales y por las otras Administraciones públicas con participación en el Consejo del Agua de cada cuenca. La Documentación Básica de todos los Planes intercomunitarios se terminó de elaborar y se editó en el mes de diciembre de 1988. Posteriormente, el MOPU publicó varias ediciones de síntesis de esta documentación (MOPU-DGOH [1990]).

Simultáneamente, los Organismos de cuenca procedieron a redactar los proyectos de directrices del Plan, que debían contener, por una parte, la descripción y valoración de las situaciones y problemas hidrológicos más importantes de la cuenca relacionados con el agua y, por otra, la correspondiente propuesta de directrices. Estos proyectos se remitieron a los Departamentos ministeriales y a las Comunidades Autónomas con participación en el Consejo del Agua de la cuenca correspondiente para la presentación de las propuestas o sugerencias que considerasen oportunas. Al mismo tiempo, los proyectos se pusieron a disposición de las Entidades y particulares que desearan consultarlos, para su conocimiento y la formulación, en su caso, de observaciones y sugerencias.

Una vez ultimadas estas consultas, verdaderamente largas, prolijas y laboriosas, las correspondientes Comisiones de Planificación de los Consejos del Agua de las cuencas, a la vista del proyecto de directrices y del informe sobre las propuestas y sugerencias presentadas, aprobaron las directrices de los Planes Hidrológicos de cuenca en las fechas mostradas en la tabla 118.

Propuesta de Plan Hidrológico	Fecha en que la Comisión de Planificación del Consejo del Agua aprobó las Directrices
01 Norte I	24 de Junio de 1993
01 Norte II	8 de Julio de 1993
01 Norte III	21 de Julio de 1993
02 Duero	10 de Noviembre de 1993
03 Tajo	30 de Julio de 1993
04 Guadiana I	23 de Noviembre de 1993
04 Guadiana II	23 de Noviembre de 1993
05 Guadalquivir	
Guadalquivir	7 de Octubre de 1993
Guadalete-Barbate	7 de Octubre de 1993
06 Sur	9 de Noviembre de 1993 (J. Gob.)
07 Segura	28 de Enero de 1994
08 Júcar	31 de Enero de 1994
09 Ebro	30 de Noviembre de 1993
Cuencas Internas de Cataluña	21 de Diciembre de 1992 (C.E.P.H.)

Tabla 118. Fechas de aprobación de las Directrices de los distintos Planes Hidrológicos de cuenca

Ha de hacerse constar que en el caso de la Confederación Hidrográfica del Sur, no constituida en Organismo de cuenca conforme a la nueva legislación, no existe Consejo del Agua, y las funciones de este Órgano han venido siendo desempeñadas por la Junta de Gobierno. Asimismo, en el caso de las Cuencas Internas de Cataluña, de naturaleza intracomunitaria, no ha de seguirse el proceso general de elaboración del Plan, y la etapa de directrices se podría asimilar al establecimiento de criterios para la actualización y puesta al día del Plan, que llevó a cabo la Comisión de Estudio del Plan Hidrológico, creada en 1992 por resolución del Parlamento de Cataluña.

Con la aprobación de las directrices por las Comisiones de Planificación u órganos similares, finalizó la primera etapa y comenzó la elaboración de los Planes hidrológicos propiamente dichos. Para ello, los Organismos de cuenca redactaron la correspondiente propuesta de Plan, de acuerdo con las directrices aprobadas, y tras un largo proceso de discusión y debate en el seno de las Comisiones de Planificación.

Estas propuestas aprobadas por las Comisiones se remitieron a los Consejos del Agua u órganos equivalentes correspondientes, que les prestaron su conformidad en las fechas mostradas (Tabla 119).

Finalmente, el 14 de octubre de 1997 el Ministerio de Medio Ambiente, conforme a lo dispuesto en el art. 104 RAPAPH, remitió al Consejo Nacional del Agua las propuestas de los Planes Hidrológicos de cuenca para la emisión del Informe preceptivo previsto en el art. 18 de la Ley de Aguas, Informe muy relevante que, como se verá, fue emitido por el Pleno del Consejo Nacional del Agua el 27 de abril de 1998.

Esta breve cronología pone de manifiesto que la elaboración de los Planes ha constituido un proceso lento, complejo y sumamente laborioso. Desde la publicación de la Documentación Básica (diciembre de 1988) hasta la remisión de las propuestas al Consejo Nacional del Agua (octubre de 1997) han transcurrido casi nueve años, periodo de tiempo que, curiosamente, resulta superior al establecido en el artículo 110 RAPAPH para la obligatoria revisión completa del Plan (ocho años desde la fecha de su aprobación), es decir, aún no habían sido aprobados los Planes cuando, razonablemente, ya se debería haber procedido a su primera revisión.

Cabe interpretar que existen tres causas fundamentales para tal dilatación del proceso de elaboración de los Planes.

En primer lugar, su propio contenido, amplio, ambicioso y de naturaleza muy heterogénea, con la inclusión obligatoria de inventarios, determinaciones técnicas, normas, directrices, criterios de actuación, datos estadísticos, etc. La necesidad de iniciar el proceso planificador partiendo de datos muy heterogéneos, dispersos y no mecanizados, y recopilados en su momento con otras ópticas, supuso la realización de un esfuerzo inicial de acumulación informativa muy considerable que, lógicamente, no volverá a plantearse en lo sucesivo con igual intensidad. Además, esta complejidad técnica no se ha visto generalmente apoyada por una estructura administrativa multidisciplinar y suficientemente dotada de medios.

En segundo lugar, una relativa inexperiencia en la preparación de Planes de estas características. En efecto, si bien en España existe una extensa tradición en planificación hidrológica, los Planes realizados hasta la

Tabla 119. Fechas de conformidad de los Planes Hidrológicos de cuenca por los correspondientes Consejos del Agua

Propuesta de Plan Hidrológico	Fecha en que el Consejo del Agua de la cuenca dio su conformidad a la propuesta de Plan
01 Norte I	29 de Junio de 1994
01 Norte II	29 de Junio de 1994
01 Norte III	29 de Junio de 1994
02 Duero	2 de Marzo de 1995
03 Tajo	18 de Abril de 1997
04 Guadiana I	11 de Abril de 1995
04 Guadiana II	11 de Abril de 1995
05 Guadalquivir	
Guadalquivir	5 de Abril de 1995
Guadalete-Barbate	14 de Julio de 1995
06 Sur	8 de Junio de 1995 (J. Gob.)
07 Segura	8 de Julio de 1997
08 Júcar	6 de Agosto de 1997
09 Ebro	15 de Febrero de 1996
Cuencas Internas de Cataluña	31 de Enero de 1994 (Comisión de Gobierno de la Junta de Aguas)

fecha se concebían, en general, como documentos fundamentalmente técnicos, y con un alcance sectorial mucho más reducido. Los actuales Planes, sin olvidar los complejos aspectos técnicos en los que deben basarse, se conciben ahora como verdaderos instrumentos jurídico-administrativos, lo que supone un planteamiento radicalmente nuevo, que ha requerido un periodo de maduración y adaptación, y que, probablemente, aún no ha sido totalmente asimilado. Prueba de esta afirmación es la forma final que adoptan los documentos normativos de los Planes entregados, que, aun redactados de forma articulada, presentan deficiencias como textos jurídicos. La ausencia de patrones experimentados y de Plan Hidrológico Nacional coordinador ha contribuido, sin duda, a esta situación.

En tercer lugar, otra razón para el retraso de su elaboración puede ser la de un procedimiento formal acaso excesivamente prolijo y complicado que, en aras a una mayor regulación e intervención, ha sacrificado en alguna medida la agilidad del trámite. Naturalmente que las necesarias garantías de coordinación y participación pública en cuestión tan importante como los Planes Hidrológicos requiere de un cierto proceso de garantías formales que no puede ni debe eludirse, pero acaso convenga, a la luz de la experiencia reciente, simplificarlo en el futuro, como aconsejó el Consejo Nacional del Agua en su Informe sobre los Planes de Cuenca. También cabe indicar que el procedimiento de revisión no parece que deba ser idéntico al de la primera elaboración, puesto que las condiciones de partida son sensiblemente distintas.

Así, y a título de ejemplo, es dudoso que deban materialmente redactarse unas nuevas Documentaciones Básicas, pues la actualización de los datos que las constituyen debe llevarse a cabo por las Oficinas de Planificación de forma permanente, y podría ser suficiente con una mera homogeneización formal y publicación de esos datos. Además, buena parte de tales estadísticas pueden recabarse y elaborarse de forma global a escala nacional, simplificándose el trabajo para los Organismos de cuenca y ganándose en homogeneidad.

En relación con lo expuesto es interesante constatar que toda la regulación del procedimiento de elaboración, aprobación y revisión de los Planes es reglamentaria, y la Ley de Aguas no contiene determinación alguna a este respecto más allá de la remisión a reglamentos. En el Acuerdo de aprobación de los Planes de cuenca, el Consejo de Ministros ha decidido, efectivamente, revisar esta regulación.

Por otra parte, la excesiva prolongación del periodo de elaboración de los Planes ha tenido ciertas consecuencias prácticas que es preciso hacer constar. Así, la mayor parte de sus determinaciones técnicas se basan en datos y estadísticas recopilados en la Documentación Básica y los estudios previos, lo que, dado el tiempo transcurrido desde esta recopilación, lleva a pensar que ciertas estimaciones pudieran resultar obsoletas. En este mismo sentido, la situación que algunos Planes consideran como actual se debe interpretar estrictamente como la situación existente al elaborar el Plan que, por las razones apuntadas, puede estar descrita y valorada mediante datos recabados hace nueve o diez años.

Por otra parte, este lapso de tiempo ha dado lugar a que algunas actuaciones planteadas en los Planes ya hayan sido ejecutadas o puestas en marcha, y a que otras pudieran haber quedado definitivamente desechadas, sin que esta verificación puntual se haya podido llevar a cabo.

También debe tenerse presente este desfase temporal al interpretar la valoración económica de las actuaciones previstas en los Planes, que no representarían el coste actual, sino el correspondiente al año de su elaboración. Tampoco sería correcto establecer comparaciones directas del coste de las actuaciones entre los diferentes Planes al no haber sido elaborados todos ellos en el mismo momento.

Todo ello conduce a sugerir la conveniencia de una homogeneización temporal de forma que en el futuro no se produzcan distorsiones como las apuntadas.

Asimismo, durante el proceso de elaboración de los Planes se llevaron a cabo distintas iniciativas conducentes a conseguir una cierta homogeneización y sistematización de los trabajos de planificación hidrológica. El entonces Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo elaboró interesantes Documentos sobre objetivos, recomendaciones y normas en relación con las distintas políticas sectoriales, para su consideración por los Planes Hidrológicos de cuenca.

De igual forma, en 1992, y haciendo uso de la posibilidad prevista en el artículo 88 RAPAPH, se publicaron unas Instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias, aprobadas mediante Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de 24 de Septiembre de 1992.

Estas Instrucciones contienen disposiciones de carácter general, como las relativas a los horizontes de los Planes, y otras específicas, organizadas en diversos capítulos referentes al inventario de recursos hidráulicos, usos y demandas existentes y previsibles, asignación y reserva de recursos, calidad de las aguas, mejoras y transformaciones en regadío, perímetros de pro-

tección, planes hidrológico-forestales y de conservación de suelos, sobreexplotación, salinización y protección de acuíferos, aprovechamientos energéticos y situaciones hidrológicas extremas.

Además de criterios generales, la Orden de 1992 incluye recomendaciones concretas sobre dotaciones para abastecimiento de poblaciones, dotaciones netas para los tipos de cultivos más representativos en cada cuenca y para los diferentes sectores industriales, niveles de garantía y retornos para los usos urbano, agrícola e industrial, etc.

5.3.2. La situación de ausencia de Plan. Experiencias y consecuencias

Además de los diversos problemas apuntados en el epígrafe anterior, y refiriéndonos ahora únicamente a las consecuencias jurídicas del retraso en la aprobación de los Planes, cabe apuntar que, dada la ya comentada interrelación de la Ley y los Planes, se ha producido durante años una situación de vacío en muchas determinaciones básicas que ha hecho precaria, en cierto modo, la propia aplicación y vigencia de la Ley.

Dejando a salvo los excepcionales supuestos en los que la ausencia de Plan estaba expresamente contemplada (como el criterio para el otorgamiento de concesiones previsto en la D.T. 6ª LA), la Ley no dispone de un régimen general de ordenamiento jurídico en ausencia de Plan Hidrológico, por lo que esta dificultad se ha obviado a menudo introduciendo en las resoluciones administrativas la condición de precariedad y provisionalidad, en tanto en cuanto no se aprobasen dichos Planes, y a resultas de lo que finalmente estableciesen. Es evidente que las Confederaciones Hidrográficas no podían continuar por más tiempo en este estado de inseguridad jurídica sin graves dificultades y perjuicios.

El recurso a la compatibilidad previa con los borradores de Plan permitió a la Administración hidráulica una cierta orientación en sus actuaciones de conformidad con los borradores, pero la debilidad de este procedimiento es evidente en tanto en cuanto tales borradores no adquiriesen vigencia firme, únicamente alcanzable mediante su aprobación por el Gobierno.

El resultado práctico de esta situación ha sido, como ya se ha indicado, una cierta precariedad en la actuación administrativa, unida a una suerte de acumulación y remisión hacia el futuro de muchas determinaciones de la Administración hidráulica, cuya eficacia material quedaba de este modo debilitada y postergada.

A que esto se admitiese por los poderes públicos y por los usuarios contribuyó, en buena medida, la grave sequía que se vino padeciendo durante años. Esta sequía generó, con mayor o menor fundamento, una conciencia de excepcionalidad hidráulica y discrecionalidad generalizada que, soportada por sucesivos Decretos de emergencia, y acaso soportable en aquellas circunstancias, debe, en condiciones de relativa normalidad, ser definitivamente desterrada.

Por otra parte, es imprescindible, además del marco de medidas concretas que los Planes pueden establecer (concesiones, reservas, dotaciones, eficiencias, objetivos de calidad, etc.), contar con escenarios realistas para las posibilidades de satisfacción de las demandas futuras, no solo en las diferentes subcuencas, sino también al nivel global del ámbito de cada Plan. Estos escenarios constituyen un dato de partida de necesaria consideración para la planificación nacional.

En definitiva, y en las circunstancias actuales, podría afirmarse que la situación de ausencia de Plan no podía prolongarse por más tiempo sin que se hubiese producido una profunda quiebra en el régimen jurídico-administrativo de las aguas en España, y una precariedad e inseguridad jurídica en todo incompatibles con el ordenado ejercicio del Derecho y con el normal desarrollo de las actividades relacionadas con los recursos hídricos.

Se requería, pues, o bien la aprobación inmediata de los Planes, en las condiciones en que se estimase oportuno por el Gobierno proceder a esta aprobación, o bien proceder a una urgente y radical revisión de la Ley de Aguas, construyendo un modelo de ordenación sustancialmente distinto al que ahora se tiene.

En esta complicada situación, el procedimiento continuó con el preceptivo informe del Consejo Nacional del Agua, que, ponderando las múltiples circunstancias concurrentes, llegó a elaborar un denso y fundamental Documento que desbloqueó la situación, permitiendo continuar el proceso planificador. A este importante proceso de informe se dedican los epígrafes que siguen.

5.3.3. El proceso de informe de los Planes por el Consejo Nacional del Agua

Culminado, conforme a lo descrito en epígrafes anteriores, el proceso de redacción de las propuestas de Planes Hidrológicos de cuenca por los distintos Organismos responsables de su elaboración, habiéndose prestado conformidad a tales propuestas por los Consejos del Agua de las cuencas intercomunitarias u Órganos de planificación de las cuencas intracomunitarias correspondientes, y percibiéndose positiva y mayoritariamente la necesidad de su aprobación, la continuación del procedimiento reglamentariamente pre-

visto para la aprobación de los Planes Hidrológicos requería de dictamen por el Consejo Nacional del Agua.

Así, y conforme a este procedimiento, las propuestas de los Planes fueron enviadas por los Organismos de cuenca al Ministerio de Medio Ambiente, que, con carácter previo a su elevación al Gobierno, las remitió al Consejo Nacional del Agua para su informe preceptivo.

Dada la importancia histórica que ha tenido - primera aprobación de planes hidrológicos -, seguidamente se exponen el proceso seguido y las principales conclusiones y recomendaciones expresadas por el Consejo mediante este Documento.

5.3.3.1. La elaboración del informe

Como se comentó, el 14 de octubre de 1997, y tras un largo periodo de inactividad, tuvo lugar la primera reunión del Pleno del Consejo Nacional del Agua, renovado en su composición conforme a los Decretos publicados y cambios organizativos tanto de la Administración Central como Autonómica. En esta sesión se procedió a la elección de los miembros de la Comisión Permanente, y se estableció el procedimiento de elaboración de los informes sobre los Planes Hidrológicos de cuenca (y del Anteproyecto de Ley de Reforma de la Ley de Aguas), encomendando la elaboración de un borrador a la Comisión Permanente.

Los días 6 y 19 de noviembre de 1997, y 31 de marzo de 1998, tuvieron lugar sendas sesiones de esta Comisión, en las que se discutieron y perfeccionaron tres sucesivas versiones del Informe, llegándose finalmente, en la última sesión, a la aceptación de un texto final que alcanzó un acuerdo amplísimamente mayoritario (19 votos a favor, 2 en contra y ninguna abstención).

El Informe así aprobado por la Comisión Permanente se llevó al Pleno del Consejo Nacional del Agua el día 27 de abril de 1998, en el que se aprobó por muy amplia mayoría (71 votos a favor, 14 en contra, y ninguna abstención) el texto elaborado por la Permanente, sin más modificación que el añadido, a propuesta del MAPA, de un Anexo con las superficies de transformación previstas por el vigente Plan Nacional de Regadíos 2005.

Finalmente, este Informe del Consejo Nacional del Agua sobre los Planes Hidrológicos de cuenca, junto con los 14 votos particulares recibidos al respecto, fueron remitidos al Gobierno para su consideración y efectos oportunos.

Expuesto brevemente el proceso cronológico que se siguió, ha de constatarse que, así como está regulado el funcionamiento del Consejo y su procedimiento de actuación para la elaboración material del Informe sobre los Planes de cuenca, no existía normativa ni antecedente alguno que orientase sobre cuál habría de ser su contenido y alcance.

Dado el carácter consultivo del Órgano que lo elabora, la trascendencia y complejidad de la materia sobre la que se dictamina, su absoluta novedad y ausencia de precedentes, y la relevancia del destinatario final del Informe, que es el Gobierno de la Nación, se estimó la conveniencia de llevar a cabo un especial esfuerzo de reflexión que, yendo más allá de la mera descripción y síntesis de la problemática de los Planes que se informaban, introdujera consideraciones de mayor calado sobre la propia naturaleza de los mismos, y fundamentase los criterios básicos, técnicos y jurídicos, bajo los que habría de continuarse el proceso planificador.

Seguidamente se resumen las principales determinaciones del Informe en cuanto a los contenidos y condiciones de aprobación de los Planes examinados.

5.3.3.2. Las principales conclusiones

En el campo de la descripción y análisis de los Planes, se pusieron de manifiesto distintas cuestiones puntuales que debían ser consideradas por el Gobierno en su acto aprobatorio. Así, y a título de ejemplos, la necesaria unicidad del Plan Hidrológico del Guadalquivir pese a disponer de dos documentos separados para la cuenca del Guadalquivir y para las de Guadalete-Barbate; el hecho de que los Planes recibidos no constituyen la totalidad de los reglamentariamente previstos aun cuando sí se contemplan todos los de las cuencas intercomunitarias; la necesidad de clarificación de algunos límites de ámbitos territoriales; la recomendación al Gobierno para que, en ejercicio de su potestad reglamentaria, revise y perfeccione la regulación del procedimiento de elaboración y aprobación de los Planes; el escaso cumplimiento de las instrucciones de coordinación técnica, con su negativo efecto de heterogeneidad de tratamientos, y la necesidad de homogeneización de criterios en el futuro; la recomendación sobre poligonales de unidades hidrogeológicas; la necesidad de homogeneización formal; la supeditación al Plan Nacional de Regadíos y al Plan Hidrológico Nacional en sus respectivas esferas de actuación y eficacia, etc.

Por otra parte, se puso de manifiesto que esta heterogeneidad material tenía también su correlato en la heterogeneidad jurídica de los Planes, pues éstos incluyen diversas técnicas jurídicas (actos administrativos, determinaciones con carácter de norma vincu-

lante, orientaciones para la actuación interna de la Administración, contenidos documentales y estadísticos carentes de efectos jurídicos, catálogos de posibles actuaciones que acotan la discrecionalidad administrativa, etc.) que configuran conjuntamente una categoría muy compleja y peculiar.

El Consejo dejó constancia de que, a pesar de toda esta complejidad y dificultades técnicas, los Planes que se informaban habían dado cumplimiento general, con diferente grado de detalle y profundidad, a lo establecido en la Ley de Aguas, al menos en sus contenidos básicos, e incorporaban, desde luego con distinta penetración y alcance, las determinaciones exigidas por la Ley. En definitiva, su heterogeneidad no había impedido el cumplimiento de lo previsto en la Ley, no encontrándose, pues, razones de peso que impidiesen al Gobierno proceder a su aprobación. El Consejo Nacional del Agua sugirió al Gobierno, inequívocamente, actuar en tal sentido.

Por otra parte, el análisis de las relaciones jurídicas de la planificación hidrológica con la Ley de Aguas puso de manifiesto que, como se vio en secciones previas, el desarrollo y aplicación de la Ley no pueden ser entendidos sin el complemento de los Planes Hidrológicos. La ausencia de Plan no puede suplirse con medidas reglamentarias paralelas. Sería, en sí misma, un completo fracaso de la construcción prevista por la Ley, que conduciría inevitablemente a la necesidad de su derogación y radical replanteamiento.

Además, se subrayó que, como ya se ha apuntado, la situación de ausencia de Planes inducía una provisionalidad en fundamentales determinaciones de la Administración hidráulica, que no podía prolongarse por más tiempo sin que se produjese una profunda quiebra en el régimen jurídico-administrativo de las aguas en España, y una precariedad e inseguridad jurídica en todo incompatibles con el ordenado ejercicio del Derecho y con el normal desarrollo de las actividades relacionadas con los recursos hídricos. La discrecionalidad de la Administración hidráulica había de quedar constreñida al marco y significado que el ordenamiento le asigna, y no podía, en ningún caso, proyectarse a determinaciones que la Ley, de forma expresa, ha reservado a los Planes Hidrológicos. La constatación de deficiencias en los Planes examinados, perfectamente esperables dada su complejidad técnica y la ausencia de referentes previos y de praxis jurídico-administrativa, no debía en modo alguno, y por razones tanto jurídicas como de oportunidad, paralizar el gran proceso iniciado.

En síntesis, y por las diversas y concurrentes razones expuestas, el Consejo Nacional del Agua insistió en que era necesario proceder, o bien a la aprobación inmediata de los Planes, en las condiciones en que se estimase oportuno por el Gobierno proceder a esta aprobación, o bien a iniciar una urgente y radical revisión de la Ley de Aguas, construyendo un modelo de ordenación sustancialmente distinto al que ahora se tiene. La recomendación del Consejo Nacional del Agua al Gobierno se inclinó, con toda contundencia, y sin reserva alguna, por la primera de ambas opciones.

Establecido esto, se apuntó que, como ya se había indicado y se constataba en la descripción de estructura y contenidos de los Planes, las determinaciones exigidas por la Ley no necesariamente se encontraban reunidas en un documento único de los Planes examinados (Normativa), sino que con frecuencia aparecían dispersas en varios textos distintos (Memoria, Anejos, Documentación Básica, …). No se contaba, pues, en general, con una colección de Normativas susceptibles de su exclusiva aprobación y directa publicación oficial, pues, sin perjuicio de algunos problemas de reiteración reglamentaria y remisiones a futuro, que podrían salvarse con un mero ejercicio formal de nueva redacción, podrían quedar sin incorporar determinaciones que, estando disponibles, se encontraban en otras partes del conjunto documental.

Esta situación general de significativa interrelación entre el conjunto de documentos aportados, y ausencia de textos jurídicamente elaborados, sistemáticos, y susceptibles de aprobación y publicación directa, llevó, a juicio del Consejo, a la necesidad, no solo teórica sino también práctica, de contemplación global de todo el Plan Hidrológico como una unidad, y recomendó su aprobación unitaria como tal conjunto de documentos interrelacionados.

Tal contemplación y aprobación unitaria no debía, sin embargo, confundirse con la posible consideración normativa de una parte de las determinaciones de los Planes, y que cabe asimilar a las prescripciones con contenidos normativos vinculantes establecidos en el art. 40 LA. Hay que diferenciar, pues, contenido obligatorio (art. 40) con contenido normativo, pero esta diferenciación sería en la práctica, con toda probabilidad, compleja de precisar.

Por otra parte, la opción de publicación íntegra de todos los documentos integrados en cada Plan, que, en principio podría sugerirse para obviar las dificultades antedichas, resultaba claramente desaconsejable, por lo que, descartada su posibilidad, el Consejo Nacional del Agua sugirió al Gobierno que, sin perjuicio de que debía procederse con urgencia a la aprobación global de los Planes, y de que, por supuesto, se facilitase a cualquier interesado el libre acceso a la documentación que los integra y el derecho a obtener copias de

esta documentación, procediera a publicar, en Boletín Oficial, un texto sistemático en el que se extraigan, de entre la documentación disponible de cada Plan, sus contenidos normativos, sin perjuicio de aquellas especificidades que conviniese incorporar en cada caso.

Ha de entenderse que tal texto refundido tendría el carácter de una ordenación sistemática de determinaciones ya existentes, y, por tanto, inicialmente no podría, en ningún caso, reelaborar ni modificar las propuestas aprobadas por los Organismos de cuenca, salvo decisión expresa del Gobierno en su acto aprobatorio. Para mayor seguridad en este sentido, el Consejo Nacional del Agua sugirió que, con carácter previo a su publicación oficial, se informase por el correspondiente Consejo del Agua, u órgano equivalente, de cada Organismo de cuenca, e incluso, finalmente, por el propio Consejo Nacional del Agua.

Se concluía afirmando que, a juicio del Consejo Nacional del Agua, con los mecanismos de aprobación y publicación que se recomendaban se daría adecuado cumplimiento a las exigencias legales y se podría proceder, una vez aprobados los Planes de cuenca, a continuar de inmediato con el decisivo proceso de la Planificación Nacional.

5.3.4. El proceso de aprobación de los Planes por el Gobierno

Llegado el momento de la aprobación de los Planes, y conocido por Gobierno el Informe sobre estos Planes, procedía culminar el largo proceso recorrido. En las siguientes secciones se apuntan las condiciones y circunstancias jurídicas de esta aprobación, y la conclusión del proceso en agosto de 1998.

5.3.4.1. Las condiciones jurídicas de la aprobación

En cuanto a la aprobación de los Planes Hidrológicos de cuenca, las únicas determinaciones existentes son el art. 38.5 LA, por el que *El Gobierno aprobará los Planes Hidrológicos de cuenca en los términos que estime procedentes en función del interés general, sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado siguiente,* apartado 38.6 que establece que *Los Planes Hidrológicos de cuenca que hayan sido elaborados o revisados al amparo de lo dispuesto en el artículo 16* [o intracomunitarios, según la terminología introducida en el Reglamento, en este caso Cuencas Internas de Cataluña], *serán aprobados si se ajustan a las prescripciones de los artículos 38.1* [objetivos generales de la planificación hidrológica] y 40 [contenido obligatorio de los Planes Hidrológicos de cuenca], *no afectan a los recursos de otras cuencas y, en su caso, se acomodan a las determinaciones del Plan Hidrológico Nacional.*

Así pues, en el caso de Planes intercomunitarios existe una referencia expresa que faculta al Gobierno para que, en su acto aprobatorio, introduzca modificaciones en las propuestas enviadas por los Consejos del Agua de las cuencas. Es claro que tales posibles modificaciones no pueden ser indiscriminadas, sino que han de ser motivadas y atendiendo al fundamento del interés general.

En el caso intracomunitario, la aprobación es cuasi reglada si se dan las condiciones antedichas, suficientemente amplias como para que, en general, y más en estos momentos en los que no existe aún Plan Hidrológico Nacional vigente cuyas determinaciones pudieran contravenirse, no se haya planteado ninguna dificultad específica.

5.3.4.2. La culminación del proceso

Tras los avatares descritos, concluido el Informe del Consejo, y consideradas las condiciones jurídicas de la aprobación, el Consejo de Ministros acordó aprobar los Planes Hidrológicos de cuenca mediante el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio (BOE num. 191, de 11 de agosto).

Finalmente, y en desarrollo de las disposiciones de este Decreto, entre agosto y septiembre de 1999 se publicaban en Boletín Oficial sucesivas Órdenes con los textos normativos de los diferentes Planes Hidrológicos.

Con ello se culminaba un proceso planificador que ha supuesto más de una década de trabajos, y en un clima de alto consenso entre los usuarios y Administraciones implicadas.

5.4. HISTORIA Y SITUACIÓN DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

Descrita la compleja historia y situación de los Planes de cuenca, procede plantear ahora una exposición similar en relación al Plan Hidrológico Nacional. Para ello se expondrá, en primer lugar, el proceso seguido con el único intento firme de Plan Nacional realizado hasta ahora (el de abril de 1993), concluyendo con una somera exposición de la actual coyuntura.

5.4.1. El Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional de 1993

En desarrollo de lo dispuesto en la Ley de Aguas y en el R.D. 927/1988 por el que se aprueba el Reglamento

de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes elaboró un Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional que, integrado por una Memoria y un Texto articulado, se hicieron públicos en el mes de abril de 1993 (MOPT, 1993b).

Además de muchas otras cuestiones que se abordaban en esos documentos, un diagnóstico fundamental sobre los principales problemas que en materia de aguas había en España centraba tales problemas en los déficit actuales o previsibles a corto plazo que sufrían algunas cuencas, en especial las mediterráneas, como consecuencia del continuo crecimiento de la demanda (Baltanás, 1993). La principal solución propuesta a este problema era un sistema generalizado de transferencias de aguas (la *interconexión general*) desde aquellas cuencas que disponen de recursos no utilizados hacia las cuencas que sufren escasez.

Este planteamiento produjo fuertes controversias, en parte debido al propio rechazo que cualquier trasvase origina y, en parte, debido a la generalización de las interconexiones y a los relativamente elevados volúmenes de agua que, según los cálculos realizados, se tenían que trasvasar.

Esto no significa que el PHN no contuviese otras líneas de actuación destinadas a cumplir, entre otros, los objetivos de la planificación hidrológica, pero, en general, se trataba de temas sobre los que existía un relativo acuerdo, y las discusiones se circunscribían al mayor o menor énfasis que había que darles, por lo que no tuvieron tanto protagonismo público. Por ejemplo, la importante cuestión de los recursos no convencionales (ahorro, reutilización, desalación, etc) (Segura, 1996).

Por otra parte, el texto articulado introducía, sin serias razones jurídicas y con una técnica que fue muy criticada por la doctrina, numerosas modificaciones a la propia Ley de Aguas, con lo que se propiciaba la perversa situación de que una ley instrumental modificaba la ley básica que la ordena (v., p.e., Bermejo Vera [1995]; Martín-Retortillo [1997].

Pese a todo, el debate se centró sobre aspectos relacionados con los balances hidrológicos, y prueba de ello es que el Consejo Nacional del Agua, en la fase de informe del borrador de PHN, solicitó que se estudiase con más detalle la implantación de las 600.000 ha de regadíos previstos, o que se hiciese un análisis y ajuste del incremento de las demandas en el futuro. Cuestiones como las de ordenación del territorio fueron estudiadas por la doctrina (v. p.e. Sánchez Morón, 1993), pero fueron completamente ignoradas en la discusión pública.

Este proceso se vio sustancialmente afectado por un Acuerdo del Pleno del Congreso de los Diputados de 22 de marzo de 1994 en el que se exigía, entre otras cosas, que el PHN fuera acompañado de un Plan Agrario de regadíos, de un Plan Nacional sobre Medidas Aplicables para el Ahorro y la Reutilización de Aguas en sus diversos usos, que el MOPTMA estableciera un Plan Director de Depuración y Saneamiento de Aguas, y que en los documentos del PHN se incluyera la previsión y condiciones de las transferencias de recursos hídricos entre diferentes cuencas, el establecimiento de diversas alternativas para los trasvases propuestos, la financiación del PHN, y algunas otras cuestiones.

Algunas de estas exigencias no sólo significaban la necesidad de nuevos plazos para realizar los trabajos solicitados, sino que, en casos como el Plan Agrario de Regadíos, podían afectar a un factor básico en el cálculo de las demandas de agua previstas para el futuro. Es obvio que esto ponía en cuestión aspectos muy importantes del PHN, puesto que una de las decisiones centrales del mismo era el sistema de transferencias generalizadas de recursos entre cuencas, y que sin acuerdo sobre la cuantificación de demandas futuras de cada cuenca, resultaba muy difícil avanzar eficazmente hacia su cierre y aprobación.

Por otra parte, se produjo el rechazo al Documento de los representantes de los usuarios en el Consejo Nacional del Agua, lo que constituyó un fortísimo obstáculo para las posibilidades de que saliera realmente adelante, aún contando con una muy amplia mayoría aritmética del órgano consultivo.

Otro hecho que contribuyó definitivamente, junto con el rechazo de los usuarios, a retrasar la tramitación del PHN, fue el Acuerdo del Pleno del Senado de 28 de septiembre de 1994, por el que se instaba al Gobierno para que la aprobación de los Planes Hidrológicos de cuenca se hiciera con anterioridad a la del Plan Nacional. Ya se ha comentado anteriormente esta cuestión jurídica de la prelación temporal, por lo que nos limitaremos a dejar constancia de la misma, indicando que fue, sin duda, otro elemento decisivo para que, aún cuando se continuase trabajando técnicamente en la Dirección General de Obras Hidráulicas, en aquel año de 1994 se produjese definitivamente la paralización burocrática y el bloqueo sociopolítico del proceso de la planificación hidráulica en España, que se reiniciaría algún tiempo después con la conclusión de los Planes de cuenca que faltaban, y la aprobación formal de todos por Decreto del Consejo de Ministros.

Es interesante subrayar que este agotamiento del proceso se produjo tanto por decisiones parlamentarias

como, muy señaladamente, por el aludido rechazo de los usuarios en el Consejo Nacional del Agua. El que las votaciones fuesen aritméticamente favorables a la Administración - como previsiblemente sucederá en la mayoría de los casos dada la composición del Órgano- no solo no significó que pudiese seguirse adelante sin mayores incidencias, sino que, muy al contrario, produjo en la práctica el bloqueo social de todo el proceso. Ello no hace sino mostrar, con toda claridad, la fundamental importancia de la participación de los interesados, y la imperiosa necesidad, para la viabilidad sociopolítica de la planificación hidrológica, de establecer - sobre bases técnicas firmes y transparentes- los necesarios acuerdos y consensos mayoritarios entre las partes involucradas.

5.4.2. La situación actual. Algunos criterios básicos

Cuando, en un futuro próximo, comience a debatirse el nuevo Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional, podrá contarse con la disponibilidad de todos los Planes Hidrológicos de cuenca aprobados, al menos los de las cuencas intercomunitarias y alguno de las intracomunitarias. Por tanto, no será necesario un Plan Nacional concebido al modo de lo que de hecho son los Planes Hidrológicos de cuenca pero, esta vez, de ámbito territorial superior. Ese planteamiento supondría hacer inútil la planificación de cuenca, reiterarla o revisarla al margen del procedimiento legal para tal revisión.

Como es bien sabido, el Plan Hidrológico Nacional es conceptualmente distinto en sus contenidos, estructura, partes integrantes y forma de elaboración y aprobación, a los Planes Hidrológicos de cuenca. El Plan Hidrológico Nacional no es un Plan Hidrológico de cuenca de ámbito nacional. En efecto, en tanto que los Planes Hidrológicos de cuenca, sin perjuicio de sus determinaciones normativas expresas, definen en buena medida el marco de actuación de la Administración Central en negativo (el límite de la discrecionalidad, o lo que no se puede hacer), el Plan Hidrológico Nacional lo hace en positivo, lo que se debe hacer en todo caso.

Es importante comprender que, como se ha indicado en otras partes de este Libro, no debe confundirse el Plan Hidrológico Nacional con el conjunto de medidas necesarias para arbitrar una política del agua para los albores del siglo XXI. El Plan Hidrológico Nacional debe necesariamente formar parte -como pieza esencial- del diseño de esta nueva política del agua, cuyos fundamentos conceptuales se han explicado en capítulos anteriores del presente Libro, pero la política del agua va desde luego más allá de los contenidos que ha de tener el Plan Hidrológico Nacional, y no se agota en éste.

En particular, es importante, como ya se ha indicado en relación con el Plan del 93, no confundir el Plan Hidrológico Nacional con una revisión de la Legislación de Aguas, por cuanto es la propia Ley de Aguas la que acota, con precisión, en su art. 43.1, los contenidos preceptivos de este Plan. Sólo si resultase instrumentalmente imprescindible para la eficacia operativa de los contenidos normativos que el propio Plan modificara en algún aspecto la vigente Ley de Aguas, procedería incluir tal modificación en la ley del Plan.

Conforme a los criterios básicos expuestos, se ofrecen a continuación, como elementos para el conveniente debate social, los contenidos que, a juicio del Ministerio de Medio Ambiente, deben incorporarse al Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional. Se da así cumplimiento a uno de los objetivos básicos del presente Libro Blanco, que es promover un debate social, lo más amplio y fundado posible, sobre el Plan Hidrológico Nacional, buscando el mayor consenso previo que sea factible al respecto.

5.5. LOS CONTENIDOS DEL PROYECTO DE LEY DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

Circunscribiéndonos al criterio expuesto más arriba, de limitar las normas del Plan Hidrológico Nacional a lo previsto expresamente en la Ley de Aguas, y no introducir otras materias distintas de las prescritas, el contenido del Plan Hidrológico Nacional debe ser, en todo caso, el siguiente (art. 43.1 LA):

a) Las medidas necesarias para la coordinación de los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca.

b) La solución para las posibles alternativas que aquéllos ofrezcan.

c) La previsión y las condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca.

d) Las modificaciones que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos existentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos.

En los epígrafes subsiguientes se formula una propuesta inicial del contenido a dar al Plan Hidrológico Nacional en relación con todas y cada una de estas materias.

5.5.1. Medidas necesarias para la coordinación de los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca

La Ley de Aguas no prevé que el Plan Hidrológico Nacional coordine los Planes Hidrológicos de cuenca en el sentido de que los modifique para hacerlos coherentes u homogéneos, sino que exige al Plan Hidrológico Nacional que adopte las *medidas* necesarias para que haya coordinación. Se trata, en consecuencia, de que el Plan Hidrológico Nacional regule, con su superior rango de ley, aquellas cuestiones - propias de una ley - que en los Planes Hidrológicos de cuenca o no están tratadas, o lo están de forma insuficiente o con soluciones incoherentes entre sí, siempre que afecten a materias que, por aplicación del principio de interés general, exijan soluciones homogéneas a nivel nacional. No toda incongruencia o diferencia de criterio entre los Planes Hidrológicos de cuenca debe ser coordinada por el Plan Hidrológico Nacional, sino sólo aquellas cuestiones en que se identifique una razón de interés general para que se dicte una medida de coordinación por la Ley.

La constatación de que los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca dan soluciones distintas a problemas conceptualmente similares, no debe interpretarse sin más como necesidad de que el Plan Hidrológico Nacional los *coordine.* El legislador ha optado por un modelo de planificación plural y descentralizada en su origen, ámbito y ejecución, que sólo debe corregirse - medidas de coordinación por el Plan Hidrológico Nacional - cuando se identifique una razón de interés general nacional para ello, o cuando la opción de algún Plan Hidrológico de cuenca sea claramente rechazable por la misma razón de oposición a un interés general nacional.

El propio Real Decreto al que se incorpora el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de cuenca, el 24 de julio de 1998, (BOE de 11 de agosto de 1998) identifica, sin carácter limitativo, al menos tres ámbitos en los que procede que el Plan Hidrológico Nacional adopte medidas de coordinación. Estos ámbitos son los siguientes:

a) Establecimiento de un sistema de explotación único en cada Plan, en el que queden incluidos los sistemas parciales, de forma simplificada.

b) Identificación y delimitación de las unidades hidrogeológicas compartidas entre dos o más cuencas.

c) Metodología para homogeneizar los procedimientos y técnicas a aplicar, para fijar las demandas consolidadas y los balances de recursos y demandas.

Seguidamente se pasará revista a cada una de estas cuestiones.

Establecimiento de un sistema de explotación único en cada Plan

Respecto al primero de los temas indicados, el sistema de utilización de los recursos hidráulicos, elaborado con motivo de la preparación del presente Libro Blanco, y que se explica con detalle en otros capítulos, proporciona una metodología de procedimiento y un instrumento tecnológico que podría permitir al Plan Hidrológico Nacional establecer unas normas comunes para la construcción de un sistema de explotación único en el ámbito territorial de cada Plan, en el que queden incluidos, de forma simplificada, pero más clarificadora para una percepción global, los sistemas parciales que cada Plan de cuenca contempla.

A este respecto, debe tenerse en cuenta que los Planes Hidrológicos de cuenca deben incluir un inventario de los recursos hidráulicos, que se refiera tanto a los recursos naturales como a los disponibles resultantes de los distintos sistemas de explotación considerados. La realidad es que los diversos procesos que constituyen el ciclo hidrológico, en particular las interrelaciones entre aguas superficiales y subterráneas, así como el enfoque conjunto de los aspectos de cantidad y calidad, no siempre han sido observados de forma integrada y sistemática para todas las cuencas. Todo ello impide disponer de una visión general certera de los recursos hidráulicos españoles en un ámbito territorial superior al de cuenca hidrográfica.

En concreto, en lo que se refiere a los recursos naturales, esta cuestión atañe a las relaciones entre precipitaciones y recarga de acuíferos (incluyendo la propia definición de éstos) y aportaciones a los ríos, donde la metodología utilizada para su estimación ha sido muy diversa, empezando por el propio periodo considerado para la obtención de las series históricas.

En relación con los recursos disponibles, resultantes de incorporar las infraestructuras hidráulicas bajo unas determinadas normas de explotación para satisfacer las demandas en el horizonte temporal considerado, también ha sido diagnosticada la necesidad de armonizar lo previsto por los Planes en esta materia. Cabe señalar, por ejemplo, que los horizontes temporales adoptados no han sido los mismos. Finalmente llama la atención que no exista información completa sobre la titularidad de las aguas y por tanto sobre el recurso.

Sin entrar en más detalles, basta indicar que el sistema de utilización descrito en este Libro, permite sistematizar tan complejas e importantes cuestiones, con una metodología única, sistemática y rigurosa, uno de cuyos resultados será la modelización de los datos básicos de los sistemas de explotación aportados por los Planes.

Identificación y delimitación de las Unidades Hidrogeológicas compartidas

Respecto al segundo de los temas susceptible de medidas de coordinación conforme al citado Acuerdo del Consejo de Ministros, resulta imprescindible que el Plan Hidrológico Nacional revise y defina, con el mayor rigor posible, las Unidades Hidrogeológicas compartidas, situadas en los ámbitos territoriales de dos o más Planes de cuenca, así como la asignación de los recursos a cada una de ellas. Esta necesidad dimana de la constatación de que, diversos Planes han identificado de forma distinta las Unidades Hidrogeológicas compartidas, sus límites y recursos asignados.

Fijación de demandas consolidadas y balances de recursos, con criterios homogéneos

Una correcta estimación de las demandas actuales y una buena previsión de las futuras en los horizontes de la planificación hidrológica son vitales para la elaboración de los balances hidráulicos y, en definitiva, para el planteamiento de las propuestas del PHN. Sin duda son temas no exentos de dificultades que los Planes de cuenca han resuelto con mayor o menor fortuna pero, en cualquier caso, de una forma muy heterogénea.

El PHN debe plantearse abordar esta cuestión necesariamente, y para un buen tratamiento de la misma convendría contemplar la armonización de, al menos, los siguientes aspectos:

- Una formulación homogénea de las demandas actuales al menos en los usos de abastecimiento a poblaciones, agrarios, energéticos e industriales. Asimismo convendría unificar criterios sobre los retornos según los usos, de manera que se pudieran establecer los balances de todas las cuencas con una metodología y precisión comparable.

- En lo que se refiere a las previsiones para el futuro, y en el caso del abastecimiento a poblaciones, cabría exigir un tratamiento uniforme para los niveles de garantía del suministro, las condiciones de calidad exigibles y, desde luego, unas proyecciones demográficas comunes. En todo caso el PHN es una magnífica ocasión para sentar unas bases que subordinen la colaboración del Estado en obras de abastecimiento a pactos con Comunidades Autónomas y Ayuntamientos que contemplen temas como el traslado a los usuarios a través de una correcta tarifación, modernización de infraestructuras (disminución de fugas y mejora de redes) y, en general, políticas de ahorro.

- Respecto a los usos agrarios, además de las observaciones comunes de carácter general recogidas en el párrafo anterior (garantía, retornos, etc.), la actuación de la Administración General del Estado se acomodará a lo previsto en el Plan Nacional de Regadíos. En consecuencia, las demandas previsibles vendrán condicionadas por este ajuste y por lo tanto la programación de las inversiones correspondientes.

  También podría establecerse con carácter general que la Ley del 11 no se aplique como cobertura para que el Estado financie al 100% todas las obras.

- Sobre las demandas industriales, debería definirse claramente si, salvo los suministros para industrias de poco consumo situadas en los núcleos de población y conectadas a la red municipal, están incluidos todos los industriales o sólo los de producción de energía eléctrica, básicamente refrigeración de centrales térmicas o nucleares.

- Podría aprovecharse la elaboración del PHN para incluir, bajo un planteamiento integral, el criterio de utilizar con fines hidroeléctricos presas de embalse o canales construidos total o parcialmente con fondos del Estado o propios de los Organismos de cuenca. Al mismo tiempo deberían explicitarse las condiciones, especialmente económicas, de tales aprovechamientos.

- Por último, en los Planes de cuenca es frecuente la utilización indistinta de los términos *demandas y necesidades* para referirse al consumo de agua, bien en la actualidad, bien la esperable en el futuro. Aunque este concepto parece disociado en todos los casos de cualquier relación con el coste que los usuarios perciben por la utilización del recurso, sería aconsejable corregir esta consideración en el PHN de cara a una predicción más rigurosa y fiable de la demanda futura.

Protección del entorno natural

Según especifica el propio Acuerdo del Consejo de Ministros de aprobación de los Planes de cuenca, hay que llamar la atención sobre la consideración que algunos Planes hacen de las necesidades ambientales, incluyéndolas como un uso más. En rigor, y como se ha propuesto en este Libro, estos requerimientos constituyen verdaderas restricciones sobre la utilización tradicional de los recursos naturales, de manera que suponen una limitación de los recursos disponibles para las actividades demandantes. Así debiera estar considerado en el análisis que hiciera el PHN, al que cabe exigir una gran aportación conceptual en este campo. Además de la preservación del medio hídrico en términos de flujo (los denominados caudales ecológicos) se deberán incorporar también requerimientos sobre otros parámetros, tales como volúmenes en

períodos más o menos amplios, niveles, características físico-químicas del agua etc., de manera que los objetivos perseguidos pudieran tener una mayor garantía de éxito. Incluso cabe establecer la necesidad de elaborar normas de explotación de los embalses con criterios medioambientales, compatibles con sus otras funcionalidades.

A partir de la intensificación del análisis en esta materia, debería profundizarse más en la cuantificación y valoración de los impactos ambientales esperables de los proyectos de inversión propuestos. Solo así será posible realizar comparaciones ente alternativas y finalmente poder seleccionar una de ellas con criterios más específicamente medioambientales, basados en las EIA.

Parece razonable que en el Plan Hidrológico Nacional se estudie la conveniencia de plantear medidas de coordinación respecto, al menos, de las siguientes materias:

- Perímetros de protección y medidas para la conservación y recuperación del recurso y entorno afectados. Aquí se incluyen los referidos en el artículo 82 RAPAPH (dentro de los cuales se prohibe el ejercicio de actividades que pudieran constituir un peligro de contaminación o degradación del dominio público hidráulico), los de los artículos 172 y 173 (perímetros de protección de acuíferos cuya finalidad es la protección de captaciones de agua para abastecimiento a poblaciones o de zonas de especial interés ecológico, paisajístico, cultural o económico) y otros de carácter facultativo.

  La insuficiente atención, así como la diversidad de criterios y de detalle seguido por los Planes en este punto aconseja que el PHN clarifique estas cuestiones bajo una política global de mayor alcance, dada la materia de que se trata. Por otro lado, no pueden obviarse los problemas competenciales involucrados y la necesidad de una eficaz cooperación entre Administraciones, cuestiones que podrían encontrar en el PHN el mejor marco para converger en estos complejos y novedosos temas. Incluso, se podría intentar integrar estos espacios protegidos con las declaraciones de otros espacios naturales y tratar de sistematizar la clasificación de estas diferentes zonas así como sus condiciones de protección.

- Planes hidrológicos-forestales y de conservación de suelos. La importancia que las actuaciones de conservación de suelos y de protección hidrológico-forestal tienen para la gestión de los recursos hídricos es evidente. No solamente por el efecto que tienen sobre el control de la erosión y por consiguiente sobre la pérdida de capacidad de los embalses por aterramiento (que necesitan un recurso natural no renovable como es la cerrada), sino por el elevado valor ambiental que tienen en general las partes altas de las cuencas, donde principalmente se localizan estas actuaciones.

  Como en el caso anterior, esta es una materia que requiere coordinación entre Administraciones, particularmente entre la Central y la Autonómica, las cuales en ocasiones también tienen sus propias planificaciones al respecto. La integración de estas cuestiones en el PHN permitiría aunar esfuerzos en este sentido y sentar las bases para unos criterios convergentes en el medio plazo.

- Protección y recarga de acuíferos. En relación con la sobreexplotación de acuíferos, sería necesario señalar con claridad las situaciones en las que el fenómeno físico está ya presente y en coherencia, intentar, reflejar este hecho mediante la oportuna declaración de sobreexplotación en sentido administrativo. En este caso habría que distinguir entre la declaración provisional y definitiva. Especial atención merecerían los acuíferos costeros y el refuerzo de su protección frente a la intrusión salina.

  Dada la heterogeneidad en el tratamiento y el escaso cumplimiento que algunos planes tienen en relación con el compromiso de establecimiento de Normas para el otorgamiento de autorizaciones de investigación o concesiones en cada unidad hidrogeológica, cabría recomendar que el PHN sentara algunas bases comunes en todas estas cuestiones tan cruciales.

Infraestructuras básicas

Podría ser conveniente que el Plan Hidrológico Nacional estableciese unas mínimas normas sobre la ejecución, por parte del Estado, de infraestructuras hidráulicas conforme a criterios de cofinanciación por los usuarios y el resto de las Administraciones interesadas.

Asimismo, el Plan Hidrológico Nacional podría establecer criterios, procedimientos y plazos para la transferencia a las Administraciones Locales y a las Comunidades de Regantes, de aquellas infraestructuras que actualmente posee y explota la Administración Central del Estado, sin razón jurídica alguna para ello.

Ambos tipos de normas homogeneizarían la actuación en esta materia de la Administración Central del Estado en los ámbitos territoriales de los distintos Planes Hidrológicos de cuenca, contribuyendo así a una mayor justicia y racionalidad en el gasto público.

En materia de infraestructuras, también parece conveniente que el Plan Hidrológico Nacional prevea una

distribución por Programas del gasto público asociado a las obras hidráulicas, de forma que, a partir del año 2000 comiencen a dedicarse al mantenimiento y explotación, los recursos económicos necesarios, dado el importante Parque de Obras Hidráulicas que tiene España. Se trataría de establecer una proporción razonable entre el gasto para la creación de nuevas infraestructuras y el gasto para el mantenimiento de las existentes, huyendo de las históricas indefinición y eventualidad que han caracterizado este asunto.

Situaciones hidrológicas extremas

La gestión de las situaciones hidrológicas extremas requeriría un tratamiento más profundo que el efectuado por los Planes Hidrológicos de cuenca, y ello por varias razones. Primero porque se necesitan aclarar algunas importantes cuestiones conceptuales y metodológicas sobre la materia, y, segundo, por la concurrencia competencial y las responsabilidades mutuas de las distintas Administraciones.

La falta de homogeneidad y de planteamiento general tanto en lo que se refiere a la prevención y protección frente a avenidas e inundaciones, como a las situaciones de sequía, induce a recomendar que el PHN aporte *doctrina* y soluciones novedosas basadas en la gestión de estas situaciones.

En otro capítulo de este Libro, al tratar estas situaciones hidrológicas extremas, se contienen análisis y sugerencias que pueden ser de gran utilidad para definir los contenidos futuros, al respecto, del Plan Hidrológico Nacional.

5.5.2. Solución para las posibles alternativas que ofrezcan los Planes Hidrológicos de cuenca

No se ha identificado, tras un detallado análisis de cada uno de los Planes de cuenca, que resulte de aplicación lo previsto en el art. 43.1.b) de la Ley de Aguas, por cuanto ningún Plan Hidrológico de cuenca plantea hipótesis alternativas distintas de las referidas a las posibles transferencias de recursos externos, materia que por imperativo del art. 43.1.c de la misma Ley, debe ser tratada específicamente en otro apartado.

En concreto, los Planes que prevén como posibles alternativas las aportaciones de recursos externos son el del Ebro, el del Júcar, el del Guadalquivir, el del Guadiana I, el del Sur y el del Segura.

5.5.3. Previsión y condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca

La Ley obliga al Plan Hidrológico Nacional en relación con los *trasvases, a preverlos* (o rechazarlos) y a establecer sus *condiciones,* debiendo entenderse por tales las condiciones jurídicas, socioeconómicas, ambientales, y técnicas. A este respecto, procede hacer tres tipos de consideraciones:

Lo primero que hay que hacer en esta materia es aclarar el propio concepto, pues el término *trasvase* no aparece en la Ley. Hablaremos de un trasvase para referirnos estrictamente a lo que indica el 43.1.c, es decir, una *transferencia de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca.* Cualquier interconexión de ríos que no cumpla esta condición, no es un *trasvase* y no es, por tanto, materia reservada por la Ley al Plan Hidrológico Nacional.

En segundo término, y en lo que se refiere a las *previsiones,* parece oportuno rechazar expresamente a corto y medio plazo la opción de interconexión general de todas las cuencas, por técnicamente injustificada, extremadamente onerosa, y ambientalmente discutible. Por el contrario, debe remitirse el análisis a las opciones *a priori* más justificadas, conforme a los análisis territoriales y a los resultados del sistema de utilización propuesto en el presente Libro, que identifican con objetividad las situaciones de escasez crónica por cuencas. La decisión deberá tomarse tras efectuar este análisis en un triple plano, si bien todos ellos están de alguna manera relacionados.

El primer plano atañe al *balance entre costes y beneficios,* en un sentido amplio. Un trasvase en sí mismo no es, en principio, deseable por cuanto rompe el fundamento de unidad de cuenca que inspira toda nuestra legislación. Sólo se puede optar por su realización si existen poderosas razones de orden nacional que lo aconsejen. Estas razones deberán ser proporcionales a la importancia del trasvase (en afección ambiental, inversión, distancia de transporte, territorios afectados, etc.). La necesidad de justificar cualquier obra hidráulica - por su coste e incidencia medioambiental - se hace especialmente exigente en el caso de los trasvases.

La condición de balance positivo exige que las razones de orden social y económico que justifiquen el trasvase no sean coyunturales o de incierto futuro. Con los datos disponibles, deben ser razones estructurales que respondan a tendencias acreditadas en el tiempo pasado y con futuro razonablemente cierto. En caso de duda o necesidad puramente coyuntural, no procede plantearse la conveniencia de un trasvase. Obviamente, debe suponerse la necesidad de EIA positiva y racionalidad económica de la inversión, vía precio a pagar por el agua trasvasada en el lugar de destino.

El segundo plano concierne a las *finalidades.* Así, podría avanzarse que un trasvase sólo estaría justificado en los siguientes casos:

- Para abastecimiento, si no existen otras alternativas y el crecimiento demográfico de la zona receptora está acreditado como constante y existen razones objetivas para pensar que continuará en el futuro.
- Para regadío y usos agrarios, se puede justificar un trasvase si se trata de una agricultura modélica en el ahorro, con técnicas modernas, no dependiente de subvenciones y regulaciones de carácter transitorio, y con capacidad propia para copar mercados por características específicas distintas de la disponibilidad de agua y con precios competitivos al margen del sistema actual de subvenciones (cambiante y coyuntural).
- Para necesidades ecológicas, se puede justificar un trasvase como medio para un reequilibrio que solucione problemas de sobreexplotación, especialmente en aguas subterráneas, cuando no sea resoluble con técnicas menos agresivas.

El tercer plano se refiere a un tema más difuso aunque importante, cual es la perspectiva de *ordenación del territorio.* Cuando una zona con déficit estructural de agua vea estrangulado o amenazado su futuro desarrollo económico y social por la incertidumbre de suministro de agua, el trasvase resultará más admisible. Máxime si esa zona acredita tendencias demográficas, turísticas, agrícolas, etc., de crecimiento en el pasado y de perspectivas halagüeñas de futuro.

Teniendo en cuenta estos tres planos de análisis, el presente Libro Blanco considera razonable debatir al menos la conveniencia de avanzar en el estudio de las posibles transferencias a que se hace referencia en siguientes apartados.

Por último, en lo que respecta a las *condiciones* para los trasvases, estas deben basarse en la óptica de que aunque, en efecto, el agua es un bien de dominio público estatal, esta proclamación jurídica no puede, ni debe, anular una realidad social, histórica, psicológica y política, a la que ya nos hemos referido en capítulos anteriores como el *valor social o comunitario* del agua. Es claro, indudable, que los pueblos ribereños algo tienen que ver con el agua que discurre ante sus ojos.

Por tanto la decisión sobre posibles trasvases debe tener en cuenta, tanto las necesidades de la cuenca receptora, como los de la cuenca cedente, en un contexto integrador y no exclusivista. No es social ni políticamente posible, decidir un trasvase pensando sólo que en la cuenca cedente hay agua y en la receptora falta agua. Hacer un trasvase implica un proyecto común, un plan de desarrollo conjunto de las zonas cedentes y cesionarias, de forma que las cesionarias vean garantizado su futuro gracias al agua trasvasada y las cedentes no puedan objetivamente ver amenazado su futuro porque el agua que necesitan para ellas va a otras zonas.

La regulación que se contenga en el Plan Hidrológico Nacional respecto a trasvases no puede ser una mera aprobación de obras a realizar, pues, de seguirse esa técnica, se estaría ocultando que la viabilidad definitiva de las correspondientes infraestructuras va a depender de unos Estudios de Impacto Ambiental, unos Análisis Económico-Financieros, y el cumplimiento de una serie de condiciones para el desarrollo y ordenación, tanto de la cuenca cedente como de la cuenca cesionaria, que la propia Ley del Plan Hidrológico Nacional no puede ni adelantar, ni garantizar.

Así pues, el Plan Hidrológico Nacional, en esta materia, debe autorizar los trasvases que se pueden realizar, así como las infraestructuras necesarias para ello, pero fijando, a la vez, las condiciones que deben cumplirse para la ejecución de las correspondientes obras y transferencias, condiciones que han de referirse, al menos, a los siguientes parámetros:

- Existencia de recursos excedentarios en la cuenca cedente (viabilidad técnico-hidrológica).
- Evaluación ambiental, conforme a su legislación reguladora (viabilidad ambiental).
- Régimen económico-financiero de las obras (viabilidad económica).
- Compensaciones y garantías para las cuencas cedentes, en términos de inversión pública, regulación, participación en la economía del trasvase, etc. (viabilidad social). Hay que decir, al respecto que, como se comprobó al estudiar los regímenes económicos de los trasvases existentes, el concepto de compensación no es ninguna novedad en nuestro ordenamiento, pues *todos los trasvases realizados hasta ahora las han contemplado* de una u otra forma.

De esta forma, el Plan Hidrológico Nacional acotará el ámbito de los posibles trasvases a realizar en España, y definirá las condiciones que deben cumplirse para la materialización de las obras.

5.5.4. Modificaciones que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos preexistentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos

El art. 43.1.d. de la Ley de Aguas se refiere, como contenido del Plan Hidrológico Nacional, a *las modi-*

ficaciones de uso que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos existentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos.

Por su parte, el art. 94 del RAPAPH modifica ligeramente lo anterior diciendo que en la redacción del Plan Hidrológico Nacional *se concretarán las modificaciones que, de acuerdo con la planificación del uso del recurso afecten a aprovechamientos existentes para abastecimiento de poblaciones o regadío.*

Sin perjuicio de algunas dudas de interpretación que pudieran plantear, estas disposiciones pueden en todo caso entenderse como complementarias de lo establecido en los tres apartados anteriores del mismo art. 43.1 LA, en el sentido de que ordenan el cumplimiento concreto de lo que resulte de estos apartados en cuanto a las modificaciones de usos preexistentes.

En efecto, cabe considerar que la planificación nacional, a través precisamente de lo establecido en los tres apartados antes comentados, y que preceden a este (medidas para la coordinación de los PHC, solución de posibles alternativas que aquéllos ofrezcan, y previsión y condiciones de las transferencias de recursos), viene a establecer una planificación del uso del recurso que resulta obligatoria, y que puede dar lugar a modificaciones del uso del recurso que afecten a los aprovechamientos ya existentes, destacando expresamente los de abastecimiento de poblaciones y regadíos. Es en este sentido que el apartado d) vendría a ser complementario de los anteriores, pues su razón de ser sería precisamente el ordenar el cumplimiento concreto de lo que resultase de dichos tres apartados en orden a las modificaciones de los usos preexistentes.

Asimismo, la mayoría de la doctrina ha destacado la relación entre este apartado d) del art. 43.1 de la LA, y el 51.3 de la misma Ley, referido a la extinción del derecho al uso privativo de las aguas, y conforme al cual, "cuando el destino dado a las aguas concedidas fuese el riego o el abastecimiento de población, el titular de la concesión podrá obtener una nueva con el mismo uso y destino para las aguas, debiendo formular la solicitud en el trámite de audiencia previa en el expediente de declaración de extinción o durante los últimos cinco años de vigencia de aquélla. En caso de producirse la solicitud, y *siempre que a ello no se opusiera el Plan Hidrológico Nacional,* el Organismo de cuenca tramitará el expediente excluyendo el trámite de proyectos en competencia".

Como puede verse, ambos preceptos se refieren al abastecimiento de población y a regadíos, y en ambos se supedita la modificación o la continuidad del uso a lo previsto en el PHN.

En cuanto al abastecimiento de poblaciones se considera obvio este trato preferencial porque se trata del uso prioritario y que ha de ser necesariamente continuado. Sin embargo, puede que tenga sentido la modificación prevista en el art. 43.1.d. en un sentido positivo, por ejemplo cuando, con motivo de un trasvase, pueda disponerse de un agua de mejor calidad que la que se esté utilizando para abastecer a una zona o a una ciudad.

Respecto del regadío, también se considera que la continuidad del mismo tiene pleno sentido, pues las tierras de riego están, en principio, llamadas a continuar siéndolo por plazo indefinido. Se recuerda que, como se apuntó al tratar la figura concesional, en la Ley de Aguas de 1879 las concesiones para riego eran perpetuas, y que fue la Ley del Patrimonio del Estado de 1964 la que estableció el plazo concesional máximo de 99 años, rebajado a 75 por la LA de 1985. La cuestión de si esta reducción de plazos podía suponer una ablación de derechos se planteó en la STC 227/1988 (Fundamento 11), resolviéndose en el sentido de que la limitación temporal de los aprovechamientos perpetuos no es una privación de derechos sino *una nueva regulación de los mismos que no incide en su contenido esencial.* Lo cierto es que, con la fórmula de art. 51.3, las concesiones para regadío pueden ser consideradas prácticamente perpetuas, y, para el caso de que no convenga que lo sean, es para lo que este apartado d) del art. 43.1 LA prevé posibles modificaciones en la planificación del uso del recurso, modificaciones a las que quedaría sujeta la norma del art. 51.3 de la misma Ley, favorecedora de los regadíos.

De este modo, parece que se encuentra un sentido general al 43.1.d LA: *en principio, y salvo otras circunstancias específicas que deban considerarse, en las concesiones para abastecimiento de población y regadíos se puede obtener una nueva concesión con el mismo uso y destino, a menos que el PHN haya establecido otra cosa distinta.*

Expuestas estas consideraciones conceptuales e interpretativas, hay que indicar que no se ha identificado ningún supuesto en que resulte conveniente que la planificación nacional modifique la planificación existente para abastecimientos o regadíos, por lo que, en principio, el Plan Hidrológico Nacional no incorporará ninguna norma específica, salvo que en el debate social, previo a la aprobación del Proyecto de Plan, surja alguna recomendación fundada al respecto.

5.5.5. Otros posibles contenidos del Plan Hidrológico Nacional

Dado que en estos momentos existen ya en España una serie de trasvases regulados cada uno por la legis-

lación específica que se dictó cuando las obras se aprobaron, cabría considerar la posibilidad de que el Plan Hidrológico Nacional homogeneice la legislación sobre trasvases, sustituyendo con unas reglas comunes, - sin perjuicio de las adaptaciones singulares que procedan - las leyes singulares, hoy en vigor, que regulan cada trasvase existente. En particular, y como ya se ha indicado, podría ser conveniente que el Plan Hidrológico Nacional estudie el establecimiento de unos criterios comunes sobre el régimen económico de los distintos trasvases existentes y futuros, aunque la complejidad y dificultades hicieran finalmente desaconsejable tal unificación.

Por otra parte, el Plan Hidrológico Nacional sólo debiera modificar la Ley de Aguas si se aprecia que ello es imprescindible en algún aspecto puntual para la eficacia de las medidas incorporadas al propio Plan.

5.6. LOS POSIBLES TRASVASES A APROBAR POR EL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

5.6.1. Introducción

La decisión sobre los trasvases es probablemente la más delicada y potencialmente conflictiva, en términos políticos y sociales, de las medidas que debe incorporar el Plan Hidrológico Nacional. Cualquier opción sobre un nuevo trasvase a poner en marcha supone en última instancia, como cualquier otra gran actuación pública, una decisión de estricto contenido político, pero ello no quita que, para ser razonable y no arbitraria, tal juicio político de oportunidad deba basarse en un riguroso análisis, lo más objetivo y contrastado posible, de los datos reales, que aconsejan o desaconsejan el trasvase en sí mismo, así como la decisión sobre las áreas de origen de las aguas, y las demandas a atender con las que sean objeto de transferencia entre territorios de Planes Hidrológicos distintos.

A tal efecto, el planteamiento de este Libro Blanco no es el de prejuzgar criterios, ni adoptar la decisión política abstracta sobre si debe haber trasvases o no, ni la concreta de, en su caso, cuáles deben hacerse. Este Libro Blanco pretende dar los elementos de juicio más objetivos posibles para fundar en los hechos y en la razón, la decisión política que en su día se adopte, y permitir un previo debate social sobre esta explicación de hechos y razones, a fin de ilustrar, con las conclusiones de tal debate, al Gobierno y al Parlamento, que al final son los que deben decidir aprobando, respectivamente, el Anteproyecto de Ley de Plan Hidrológico Nacional el primero, y la Ley, a continuación, el segundo.

5.6.2. Balances hídricos. Déficit y superávit en los ámbitos territoriales de planificación

En anteriores capítulos se ha explicado el sistema de análisis cartográfico y de utilización del agua elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente como trabajo de base para el presente Libro Blanco, con el objeto de determinar el balance territorial entre recursos y necesidades, e identificar en primera instancia las posibles descompensaciones y desequilibrios. En aquellos apartados se describió en detalle la metodología utilizada sobre la base de las operaciones de modelación cartográfica necesarias para obtener una representación espacial general del actual sistema de utilización del agua, y de un modelo matemático de optimización de la gestión de recursos hídricos que, contemplando los resultados agregados del modelo cartográfico, e incorporando datos detallados de infraestructuras y gestión, permite evaluar con detalle el comportamiento de los sistemas y afinar su dimensionamiento.

Con los citados instrumentos de trabajo se procedió a calcular los mapas de recursos potenciales y de demandas, en base a las hipótesis que se describen en aquellos epígrafes.

En este proceso se reservó, de forma cautelar y para todo el territorio, un volumen del 20% de los recursos naturales totales, destinado a la satisfacción de requerimientos ambientales y a cubrir, de forma prudencial, posibles incertidumbres en las estimaciones de los recursos futuros. Este volumen reservado (más de 20.000 hm^3/año) queda, pues, excluido del sistema de utilización productiva del agua, por lo que no se hace intervenir en los balances, que se llevan a cabo considerando únicamente el recurso potencial restante. De igual forma, se comprobó el cumplimiento satisfactorio de las restricciones geopolíticas en los ríos hispano-portugueses.

Por otra parte, los balances realizados lo son, obviamente, de volúmenes físicos de agua en términos de su consumo, por lo que se refieren a la existencia material de recursos y no consideran las posibles limitaciones concesionales no consuntivas existentes. Estas limitaciones deberán analizarse en fases posteriores, en el contexto de las condiciones técnico-económicas de las posibles transferencias futuras.

Con los mapas finalmente resultantes ha sido posible construir, tras la correspondiente agregación territorial por sistemas de explotación y ámbitos de planificación, los mapas que identifican aquellos sistemas y territorios de Planes que son estructuralmente deficitarios o que presentan un superávit.

Para valorar con precisión esta identificación de sistemas con déficit, debe tenerse en cuenta que el balance

agregado por sistemas de explotación se ha realizado presuponiendo la completa utilización de los recursos potenciales generados en todo el territorio del sistema, como si se dispusiese de todas las infraestructuras necesarias y con óptimas condiciones de calidad del recurso, añadiendo, además, los recursos procedentes de la desalación de agua de mar y las transferencias actualmente vigentes realizadas desde otros sistemas, junto con el máximo grado de reutilización, directa e indirecta, de los recursos, incluyendo la utilización de todas las aguas subterráneas salobres renovables existentes, e incluyendo las reducciones de consumo derivadas del ahorro. En términos matemáticos, este supuesto podría identificarse con una *cota máxima absoluta del posible aprovechamiento de los recursos actuales* en los sistemas deficitarios.

Ello implica que los territorios que se definen a continuación como deficitarios son aquéllos que resultan ser tales *aún en la hipótesis teórica extrema de aprovechamiento exhaustivo, ahorro, regulación absoluta de todos los recursos existentes, y optimización de la gestión del sistema.*

Dicho de otra forma, los sistemas que aquí se identifican como deficitarios lo son *de forma estructural,* sean cuáles sean las infraestructuras de que se les dote y aunque se optimice la política de uso y ahorro al máximo teóricamente posible y teniendo en cuenta las demandas actualmente existentes. Es decir, se trata de territorios que sólo pueden ver resueltos sus problemas actuales -no ya futuros- de insuficiencia de recursos, mediante transferencias procedentes de otros ámbitos.

En cuanto a los sistemas que se definen como excedentarios, este juicio significa que sus recursos son globalmente superiores a las necesidades consuntivas, lo cual no implica que, en su ámbito territorial, no puedan plantearse problemas puntuales de suministro. Estos problemas pueden existir por insuficiencia de infraestructuras o problemas de calidad, pero no por insuficiencia de recursos.

De todos modos, debe tenerse en cuenta que este juicio sobre el carácter excedentario se refiere a la situación de usos actuales en los sistemas con superávit, por lo que, cualquier decisión sobre transferencia de recursos deberá también tener en cuenta los usos potenciales o futuros que puedan aparecer y, en consecuencia, matizar el carácter excedentario del sistema de que se trate.

Para tener en cuenta esta circunstancia, se han llevado a cabo unos nuevos balances en los que se han supuesto las demandas máximas a largo plazo contempladas en los planes hidrológicos. De esta forma, los sistemas que, aún en este supuesto, resultan excedentarios, no verían en ningún caso limitadas las previsiones y expectativas de crecimiento futuro recogidas en su planificación hidrológica.

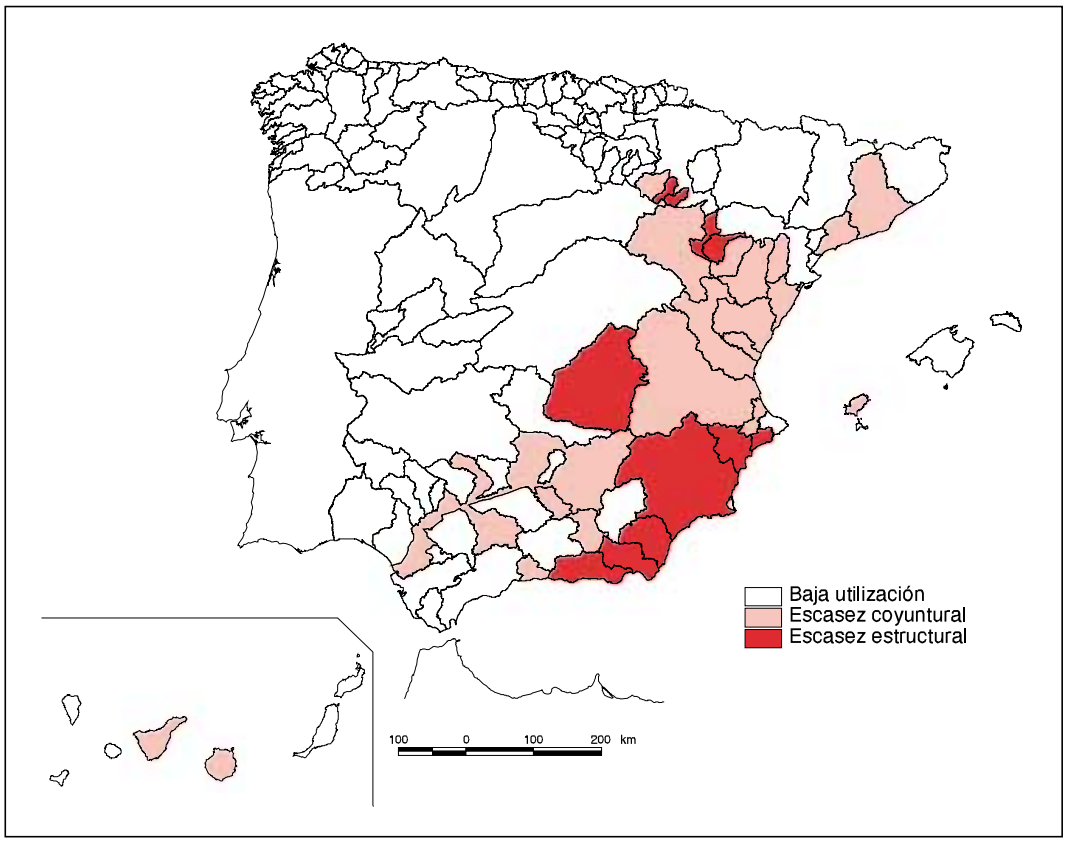


Figura 372. Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos

Por simetría con lo dicho anteriormente para los sistemas deficitarios, este supuesto podría identificarse, en términos matemáticos, con una *cota mínima absoluta del posible excedente actual* y futuro en los sistemas excedentarios.

El procedimiento seguido marca, pues, de forma rigurosa, una horquilla que permite identificar las necesidades y posibilidades de transferencia. Se asegura, por una parte, que estas necesidades no obedecen a expectativas de futuro y no pueden satisfacerse de otra forma, y, por otra parte, que las posibilidades de transferencias no merman, en ningún caso, todas las previsiones de crecimiento a largo plazo contempladas por la planificación hidrológica de las cuencas.

Tras esta identificación territorial cartográfica previa de las zonas, la obtención de resultados cuantitativos y conclusiones definitivas sobre las transferencias requiere de un análisis técnico minucioso, que deberá llevarse a cabo mediante los ya descritos modelos matemáticos de gestión de los sistemas hidráulicos, considerando la variabilidad de las demandas, regulaciones existentes, infraestructuras, retornos, restricciones ambientales, irregularidad hidrológica, etc. Como es obvio, tal labor de detalle queda fuera del alcance de este Libro Blanco, y su culminación, junto con la ponderación conjunta de otros aspectos económicos y ambientales, debe corresponder al propio Plan Hidrológico Nacional.

5.6.3. Identificación de los sistemas con déficit

En el mapa de la figura 372 se muestra la situación de los sistemas de explotación que resultan deficitarios, con carácter estructural, es decir, aquéllos en que el recurso potencial (incluyendo desalación, reutilización directa e indirecta, y las transferencias actualmente vigentes) es sistemáticamente inferior al nivel de consumo actual que se pretende alcanzar. También se identifican los sistemas con riesgo de sufrir una escasez coyuntural y que podrían tener problemas de suministro por insuficiencia ocasional de recursos en circunstancias hidrológicas particularmente adversas.

En el mapa de la figura 373 se representa la misma información anterior, pero agregada ahora por ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos.

En la figura 374 se identifican los déficit existentes, por sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos.

Agregando, como antes, los balances existentes por los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos, se obtiene la figura 375.

Del estudio y análisis del conjunto de estas figuras se deduce, nítidamente, que:

- El único Plan Hidrológico cuyo territorio es estructuralmente deficitario, sea cual sea la óptica de

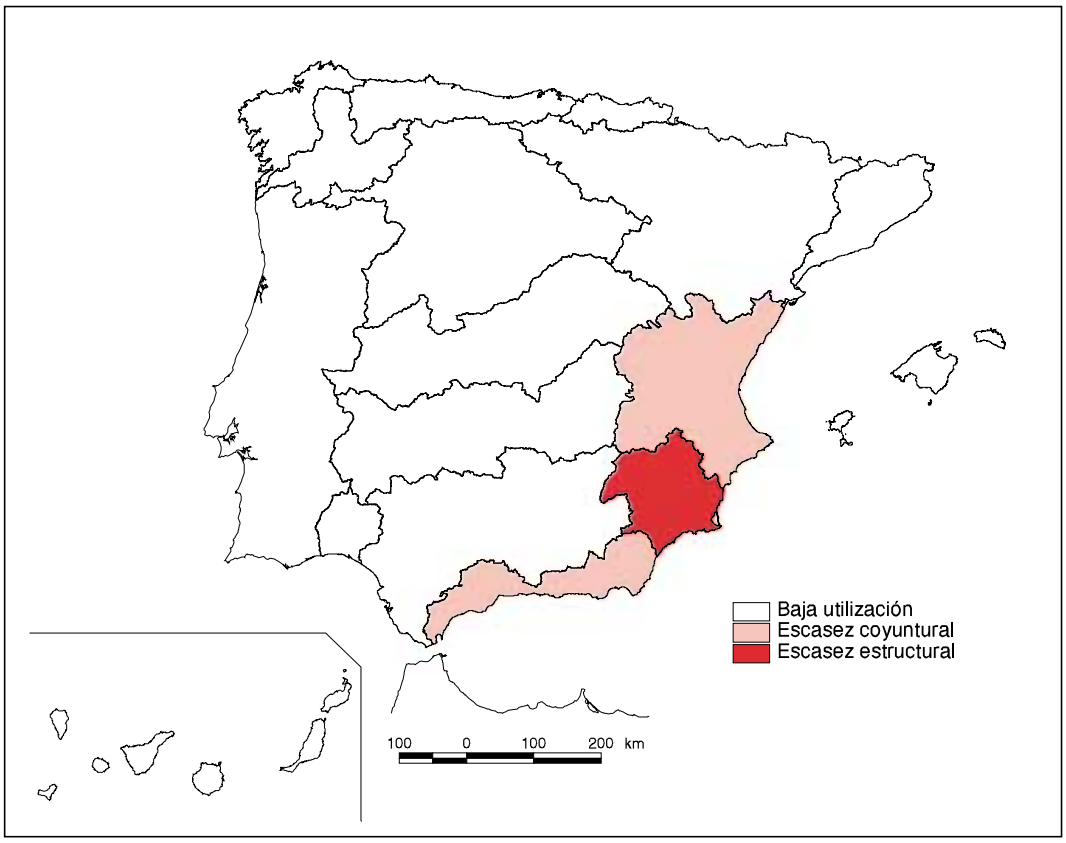


Figura 373. Mapa de riesgo de escasez en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

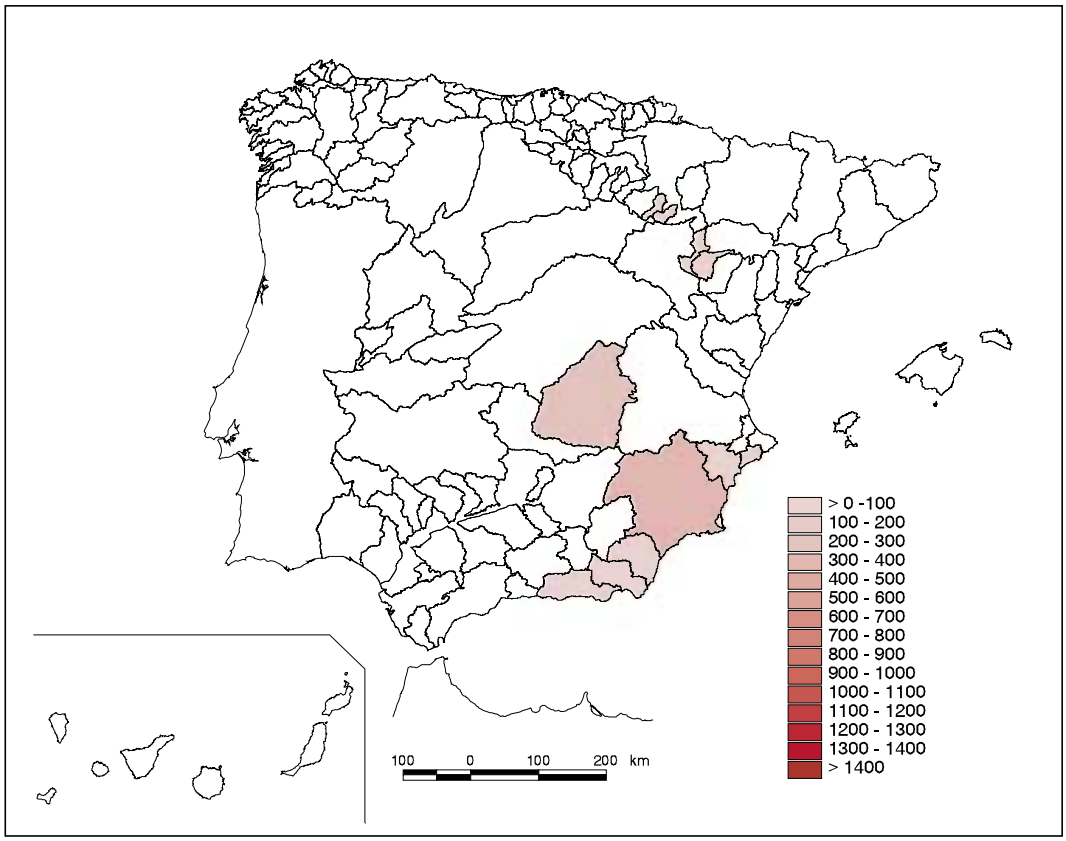


Figura 374. Mapa de déficit (hm³/año) en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos

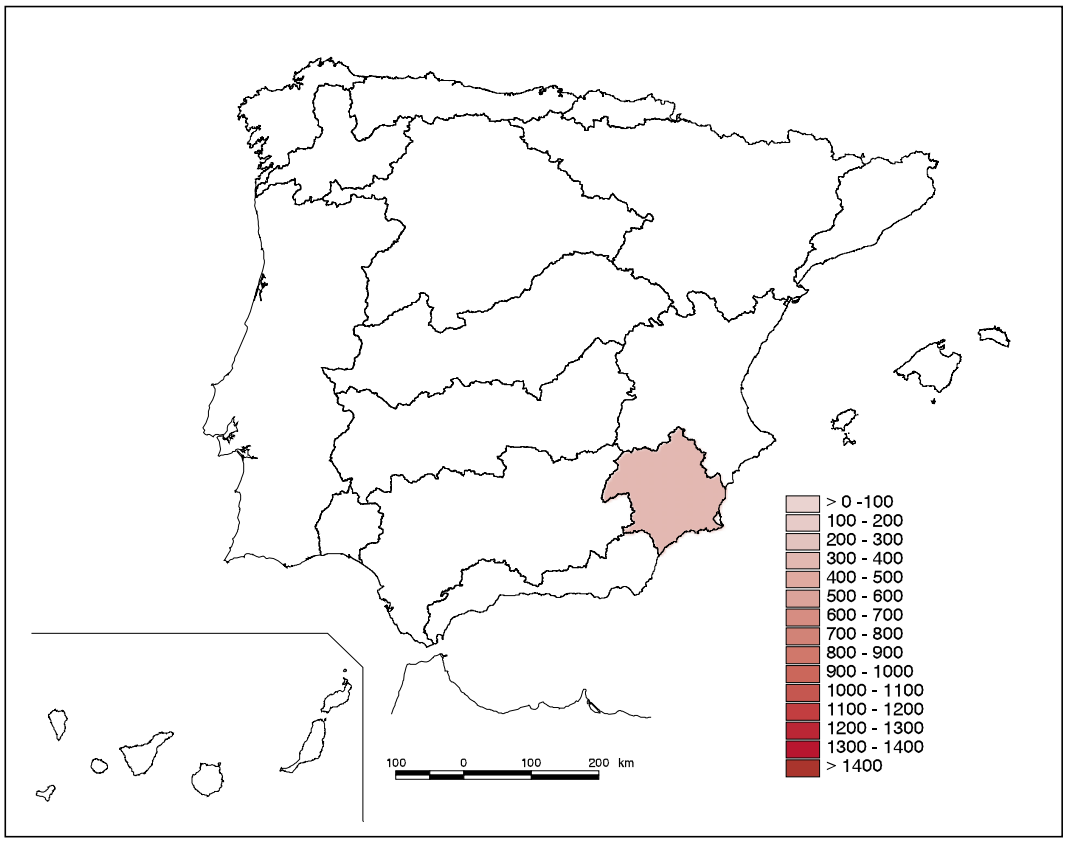


Figura 375. Mapa de déficit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

análisis, es el correspondiente al Plan Hidrológico del Segura.

- En las cuencas del Guadiana, Sur, Júcar y Ebro, existen sistemas de explotación que se encuentran en situación de escasez estructural, aunque no lo esté el conjunto del territorio del Plan Hidrológico correspondiente.
- En el territorio de los Planes de cuenca del Guadalquivir, Sur, Júcar, Ebro, Cuencas Internas de Cataluña, Baleares y Canarias existen algunos sistemas de explotación en situación de escasez coyuntural.

Ante esta situación, cabe formular las siguientes observaciones:

- Los sistemas de explotación identificados como de déficit estructural en la cuenca del Guadiana, del Sur, del Segura, y del Júcar, sólo podrían ver superado eficazmente este déficit mediante aportaciones externas, procedentes de los territorios de otros Planes Hidrológicos o del mar.

  a) En el caso del Júcar, todos sus sistemas de explotación - excepto uno - están sometidos a riesgo de escasez coyuntural, lo que dificultaría la posibilidad de reequilibrios internos, máxime teniendo en cuenta la situación global de escasez coyuntural de su Plan Hidrológico. Igual sucede en el caso del Sur.

  b) En el caso del Segura, donde se ha definido un único sistema de explotación, coincidente con el ámbito de su Plan Hidrológico, solo se puede superar su déficit incrementando las aportaciones externas que actualmente recibe.

  c) En el caso del Guadiana, la ubicación en cabecera de un sistema fuertemente deficitario requeriría, en la práctica, una transferencia externa.

- Los sistemas de explotación identificados como de déficit estructural en la cuenca del Ebro tienen carácter local, y podrían, en principio, ser corregidos mediante actuaciones en el propio ámbito de su Plan Hidrológico. Además, existen situaciones de escasez coyuntural que podrían recibir el mismo tratamiento en el futuro.
- Existe un área geográfica en el Sureste claramente identificada como estructuralmente deficitaria, y es la constituida por los sistemas meridionales del Júcar, el Segura, y los sistemas orientales del Sur. La evidente unidad geográfica que conforman estos territorios sugiere una unidad de tratamiento en las posibles soluciones que se arbitren.
- Si se juzgase necesario eliminar el riesgo de escasez coyuntural, los sistemas de explotación que se hallan en esta situación en las cuencas del Guadalquivir y Cataluña, deben ser estudiados respecto a si es posible superar esa situación de escasez mediante transferencias internas de su Plan Hidrológico, o mediante recursos del exterior.

5.6.4. Identificación de los sistemas con superávit

En el mapa de la figura 376 se refleja el superávit existente en los distintos sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos.

En la figura 377, se da, como antes, la misma información, pero agregada ahora por ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos.

Del conjunto de estas figuras se deduce, nítidamente, que:

- Por sistemas de explotación, resultan claramente excedentarios la mayor parte de los sistemas del Norte I y del Norte II, en el Duero el sistema Esla-Valderaduey, el macrosistema de la cabecera y curso medio del Tajo, y una parte importante de los sistemas de la margen izquierda del Ebro.
- Por ámbitos de planificación hidrológica, resulta claramente excedentaria la mayor parte de la cornisa cantábrica (Norte I, Norte II y Galicia-Costa), el Duero, y el Ebro. Resulta también globalmente excedentario, aunque en menor medida, el Tajo.

En síntesis, puede afirmarse que, teniendo en cuenta la ubicación relativa de los sistemas de explotación a que nos estamos refiriendo, la cuenca del Ebro y el macrosistema de la cabecera y curso medio del Tajo se presentan, por su ubicación geográfica y el superávit existente, como susceptibles de ser estudiados inicialmente como posibles áreas de origen para transferencia de recursos hacia los sistemas deficitarios. Duero y Norte presentan claras posibilidades desde el punto de vista de sus recursos, pero con mayores dificultades geográficas por su ubicación relativa respecto a las áreas deficitarias.

Repitiendo, como se indicó, los cálculos anteriores, pero con las demandas futuras previstas a largo plazo en los Planes Hidrológicos, se obtienen los mapas de las figuras 378 y 379, que confirman básicamente los resultados anteriormente apuntados, y permiten afirmar la robustez de las conclusiones obtenidas.

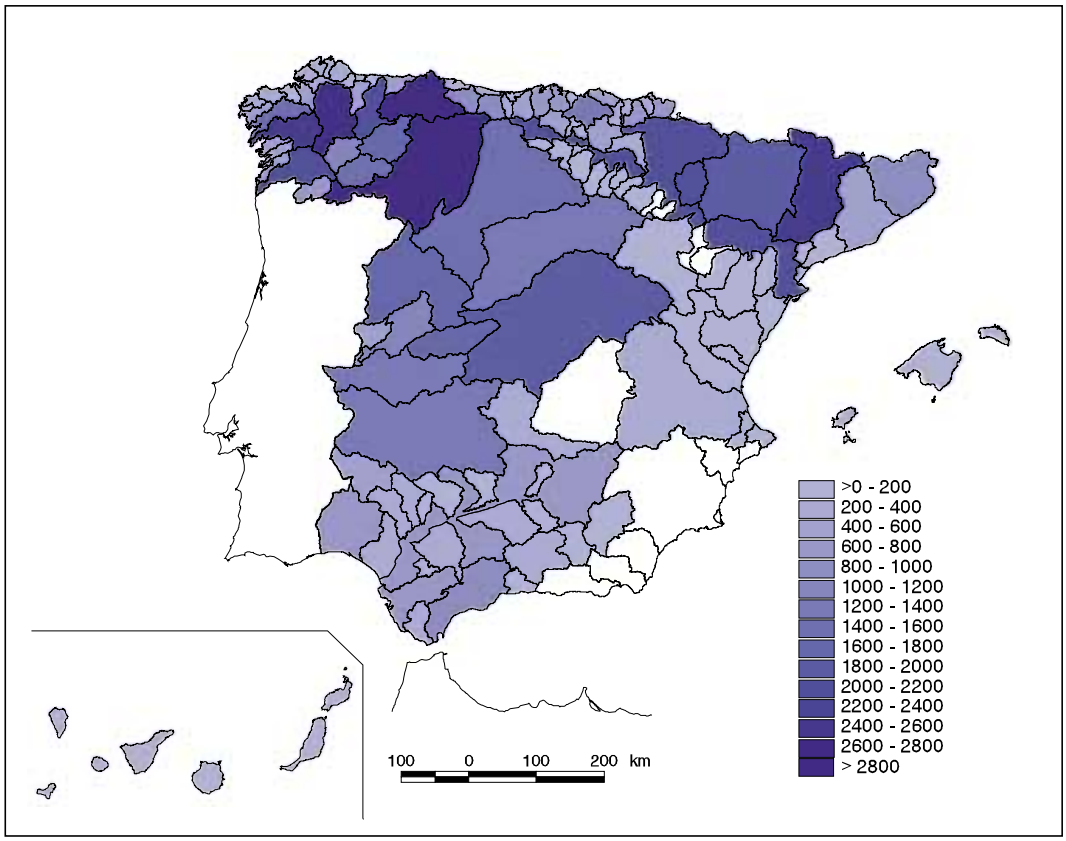


Figura 376. Mapa de superávit (hm³/año) en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos

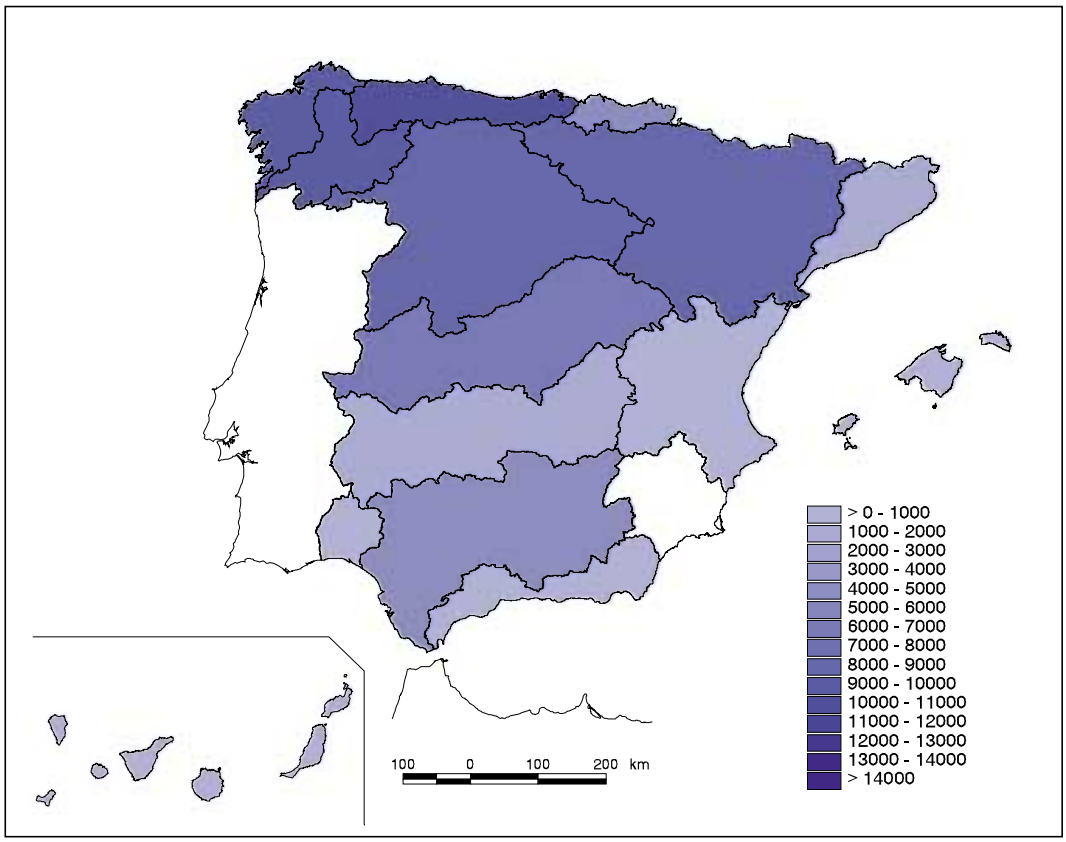


Figura 377. Mapa de superávit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos

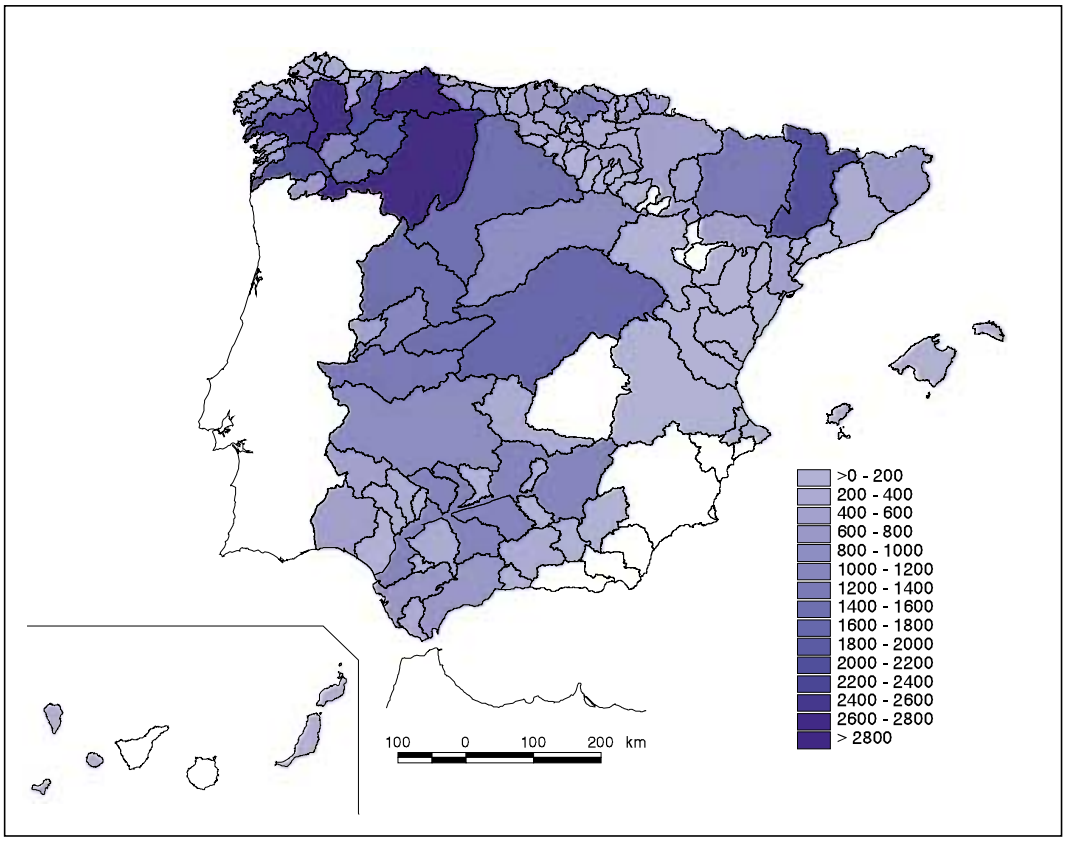


Figura 378. Mapa de superávit (hm³/año) en los sistemas de explotación considerando las demandas máximas previstas en los Planes Hidrológicos de cuenca para el segundo horizonte

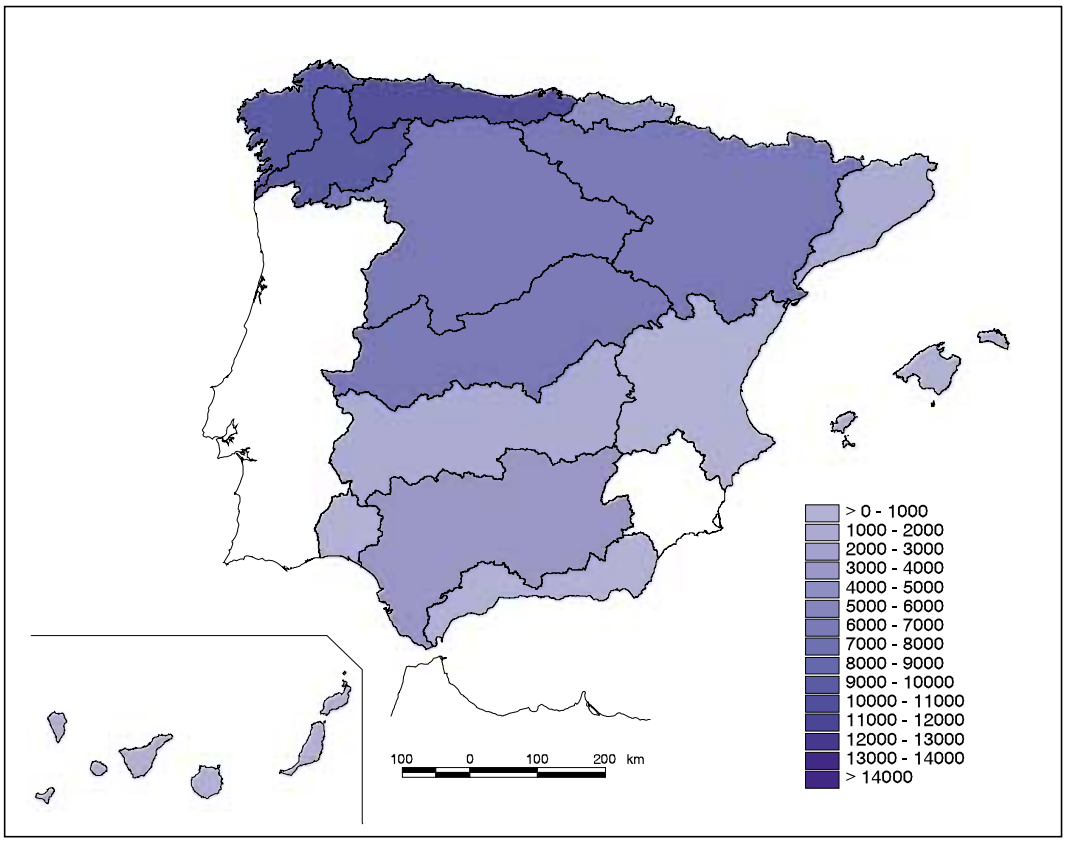


Figura 379. Mapa de superávit (hm³/año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos de cuenca considerando las demandas máximas previstas en ellos para el segundo horizonte

5.6.5. Los posibles trasvases

Del análisis realizado en los apartados anteriores, se deduce con claridad, desde un punto de vista estrictamente hidrológico, cuáles son las áreas del territorio peninsular respecto a las que resulta en principio razonable estudiar la viabilidad y conveniencia de posibles trasvases, tanto en cuanto a sistemas cedentes, como en cuanto a sistemas receptores. Ello no excluye, como es obvio, que pueda plantearse y analizarse cualquier otra opción.

El planteamiento hecho circunscribe el debate sobre trasvases en el Plan Hidrológico Nacional, a los supuestos en que *a priori* parezca razonable estudiar la conveniencia de que, políticamente, se apueste por esta solución para lograr un equilibrio hídrico en clave de futuro y sobre hipótesis racionales.

No está de más recordar lo que ya se indicó anteriormente sobre los distintos parámetros que deben ser tenidos en cuenta para decidir, en materia de trasvases, sobre su conveniencia o no. Los datos hidrológicos, los balances hídricos, son elementos imprescindible para que este debate sea racional, pero no son desde luego el único dato a tener en cuenta para una decisión política que ha de tener mucho que ver también con la política económica, agraria, las tendencias del desarrollo industrial, demográfico, de inversión y empleo, las afecciones positivas y negativas sobre el medio, los costes de las transferencias y los mecanismos para su imputación, y, en última instancia, con una visión global de ordenación del territorio, a medio y largo plazo, en el conjunto de España.

La decisión sobre posibles trasvases no puede ser, en ningún caso, un empeño unilateral de la Administración Hidráulica, sino que debe ser el fruto de un compromiso esforzado de los actores sociales y las Administraciones Públicas implicadas, que deben hacer suyos los proyectos que se definan como razonables, comprometiéndose activamente para sacarlos adelante, tanto en lo que se refiere a hacer presentes ante la opinión pública las ventajas e inconvenientes de tales soluciones, como en el diseño, preparación y financiación de las obras correspondientes.

A la Administración Hidráulica del Estado le corresponde una labor básica en la definición del problema, la identificación de las soluciones y, en último término, la validación política y normativa, para su aprobación, pero no es función de tal Administración definir una solución de gabinete y, de forma voluntarista, imponerla por vía legal ante la opinión pública y política si para ello no cuenta, con carácter previo y concomitante, con el apoyo activo, en todos los ámbitos, por parte de los sectores afectados y beneficiarios potenciales.

El debate social sobre el texto del presente Libro Blanco y, en particular, sobre esta materia, debe servir también para pulsar hasta qué punto existe esa mayoría social activamente comprometida con las posibles transferencias de recursos, y para perfilar las opciones y fundamentos que, sobre esta crucial cuestión, el propio Libro está ofreciendo.

5.7. OTRAS PROPUESTAS PARA UNA NUEVA POLÍTICA DEL AGUA

Además de lo expuesto en secciones anteriores, seguidamente se pasa revista a un conjunto de importantes cuestiones y propuestas relacionadas con la política del agua, tanto desde el punto de vista de plantear nuevas perspectivas conceptuales, como de mostrar deficiencias significativas y posibles mejoras que coadyuven a su superación.

5.7.1. Las limitaciones del Plan y la necesidad de otros instrumentos

Cuando se aborda la tarea de dar solución a los problemas que actualmente aquejan a los recursos hídricos españoles, surge de inmediato la figura del Plan Hidrológico Nacional. Sin embargo, pasar de una selección e identificación de las cuestiones más relevantes a la definición de los contenidos de este Plan no es una operación tan sencilla como a primera vista puede parecer: primero, porque la Ley del Plan no es el instrumento apto para resolver todos los problemas que se han comentado, dado que no todos ellos exigen norma con rango jurídico de Ley; y segundo, porque el alcance y los contenidos de dicha Ley del Plan están en gran parte predeterminados por la propia Ley de Aguas.

En este sentido, la primera observación que cabe formular es que, como se apuntó, el Plan Hidrológico Nacional no debe utilizarse para reformar, sin más, la Ley de Aguas. Si, como así ha sido diagnosticado, ésta debe ser reformada para resolver alguno de los problemas señalados, habrá que proceder en consecuencia, pero sin desnaturalizar los contenidos previstos para la Ley del Plan por la propia Ley de Aguas. No debe caerse en el viciado mecanismo de las Leyes de Presupuestos, que modifican la Ley General Presupuestaria que las regula.

Al mismo tiempo, hay que señalar que los tiempos en que se creía que con disponer algo en una ley publicada en el Boletín Oficial del Estado era suficiente para que la realidad se acomodase a la norma, han pasado. Normas ignorantes de los hábitos, circunstancias e

inquietudes sociales difícilmente resultarán eficaces, y las que han mostrado una mayor calidad y perduración son aquellas que, como la de Aguas de 1879, recogió las sensibilidades, usos y costumbres del momento, y elaboró un cuerpo sistemático riguroso y enraizado con aquella realidad.

La existencia de muchas leyes que pretenden regularlo todo de manera exhaustiva ha provocado, no ya la juridificación de la realidad, sino el desprestigio de la ley y fenómenos generales de incumplimiento social ante la impotencia de la Administración y los Tribunales y Juzgados. En efecto, a lo largo de los últimos años, se ha legislado a menudo con grandes proclamaciones teóricas, mientras que la realidad de las cosas ha seguido por sus fueros, inalterada por las normas que pretendían transformarla.

Por estas razones el Plan Hidrológico Nacional no debe contener mandatos no normativos, no generadores de derechos y obligaciones. Los preceptos mayestáticos pero inútiles *(se estudiará…, se hará un Plan…, se preverán normas de…)* no deben figurar en su texto. A la ley, lo que es de la ley, y a la gestión administrativa y la política del gasto, lo que es de éstas. El elenco de problemas reseñados exige de la Administración planes, actuaciones, gasto público, pero eso no es contenido del Plan Hidrológico Nacional, porque no es materia propia de Ley.

Por otro lado, a lo largo de este Libro Blanco se han ido aportando razones que inducen a afirmar que el Plan Hidrológico Nacional no debe ser un Plan de Obras Públicas, aunque la planificación hidrológica haya sido históricamente, en buena medida, una planificación de obras. Y no lo debe ser porque, como ya se ha puesto de manifiesto las obras, ni son ya, ni serán en el futuro, un pilar esencial de la política del agua, toda vez que no es ahí donde se encuentra la solución a los principales problemas del futuro inmediato. Además, es absurdo vincular por Ley un mandato de realización de obras hidráulicas, cuando la viabilidad de éstas la determinarán "ex post" la EIA y los análisis económico-financieros, a la par que permitiría catálogos legales de eficacia jurídica nula, degradándose la Ley.

Este criterio es coherente con el contenido de los Planes Hidrológicos de cuenca que ya recogen la identificación de las infraestructuras básicas necesarias con criterio muy amplio; en la misma línea se orienta la reforma del artículo 44 de la Ley de Aguas en curso. La excepción son los transferencias de recursos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca que, por expreso mandato del art. 43.1.c) de la Ley de Aguas, sí deberán ser previstos en la Ley del Plan Hidrológico Nacional.

En definitiva, las soluciones que se proponen desde la nueva política del agua no pueden reducirse a un solo instrumento, habida cuenta de la diversidad existente en los orígenes de los problemas detectados y en los múltiples planos bajo los que caben ser abordados. En este contexto, el Plan Hidrológico Nacional es una pieza básica de la política hidráulica española, pero no es toda la política hidráulica. Esta necesita, a corto plazo, apoyarse en otros pilares, los principales de los cuales se comentan a continuación.

5.7.2. La provisión de los servicios de agua. Una responsabilidad compartida respecto a las competencias de las distintas Administraciones Territoriales

Habitualmente, los usuarios y en general los ciudadanos que utilizan los distintos servicios del agua tienen una percepción global, tanto del propio servicio (muy influida por sus características finales) como del proceso que conduce a la oferta del mismo. Sin embargo, lo cierto es que estos servicios son posibles, en general, merced a la intervención de diversos agentes, públicos en gran parte, que cubren etapas intermedias, algunas de las cuales sin una relación inmediata o evidente con el servicio final.

Por la razón expuesta es de gran interés dejar constancia de este hecho, no solamente para reconocimiento de la labor realizada por dichos agentes, sino fundamentalmente para intentar perfeccionar el funcionamiento del modelo consagrado por el régimen jurídico vigente en esta materia y potenciar el carácter participativo que en él se recoge. Una descripción del régimen jurídico del abastecimiento a poblaciones, junto con algunas apreciaciones y sugerencias para su mejora, puede verse en Delgado Piqueras (1998).

Sin duda, la eficacia de los recursos financieros implicados, la racionalidad de las actuaciones desarrolladas en este campo, en términos de respeto al medio ambiente, y en definitiva la calidad de los servicios se verán incrementadas en la medida en que la coordinación de todas las Administraciones Públicas intervinientes, entre sí y con el sector privado, sea una realidad.

En los epígrafes siguientes se centra la atención en los aspectos cuantitativos del abastecimiento de agua a poblaciones, por ser el uso más importante en la medida que afecta a las necesidades básicas de las personas, y se describe brevemente el marco competencial de las Administraciones Públicas territoriales en la materia.

El abastecimiento de agua a poblaciones constituye, sin duda, el primer y principal uso del agua, dado el carácter que ésta tiene como recurso básico para la

vida. Este hecho explica el alto grado de preocupación que suscita entre las distintas Administraciones Públicas territoriales. Probablemente sea también la causa de que, tanto en la legislación como en la ejecución diaria de la actividad administrativa, se produzcan situaciones en las que las Administraciones confluyen superponiéndose parcialmente, entrecruzándose y hasta confundiéndose.

La cuestión es compleja, por cuanto que las competencias en materia de abastecimientos de agua distan mucho de quedar perfecta y nítidamente definidas. En cualquier caso, del examen atento del profuso régimen jurídico del Estado, de las Comunidades Autónomas y de las Entidades Locales (Municipios y Provincias), cabe establecer claramente tres niveles de responsabilidad administrativa en la materia:

El Estado. El protagonismo del Estado en la provisión de todos los servicios, entre ellos los de abastecimiento, es evidente, teniendo en cuenta que el artículo 2 de la Ley de Aguas, en concordancia con el artículo 132 de la Constitución, otorga a las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas renovables, el carácter de dominio público hidráulico del Estado.

Al amparo de sus competencias exclusivas, de acuerdo con los artículos 131 y 149.1. 13ª, 22ª y 24ª de la Constitución, al Estado le corresponde asegurar la disponibilidad del recurso "en alta", con el nivel de garantía necesario, cuando dicho recurso tenga su origen en las cuencas intercomunitarias. A tal fin, planifica el recurso hídrico de forma global, ordenando en el tiempo y en el espacio los caudales disponibles, los usos del agua, las demandas y los consumos, con criterios de racionalización y optimización. Asume la competencia sobre la programación, aprobación, ejecución y explotación de las obras hidráulicas de interés general del Estado y las de carácter supracomunitario, infraestructuras que serán necesarias para instrumentar su acción integral. Ejerce, por último y en el mismo ámbito, la competencia sobre la concesión del recurso.

El Estado, de acuerdo con lo expuesto, tiene la obligación de poner a disposición de cada Comunidad Autónoma, en un punto de su territorio, los caudales hídricos necesarios para satisfacer las diferentes necesidades, con especial prioridad las de abastecimiento. A partir de la conexión en este punto, las Comunidades Autónomas asumen su nivel de responsabilidad consistente básicamente en la distribución "en alta" del recurso. Sólo por razones de interés general (previa declaración en tal sentido) o por el mero hecho de tratarse de obras que afecten a más de una Comunidad Autónoma podrá el Estado excederse de las funciones expresadas.

Sin perjuicio de lo anterior y en cumplimiento del principio de cooperación entre las distintas Administraciones Públicas, el Estado puede y debe colaborar con las Comunidades Autónomas y Coorporaciones Locales, ayudando económica y técnicamente a dichas Administraciones territoriales en su responsabilidad sobre el servicio de abastecimiento de agua "en alta" y "en baja", vía convenios sobre la materia, pero siempre respetando el ámbito competencial de éstas. Por otro lado el Estado otorga, en aplicación del Programa de Cooperación Económica Local del Estado y con participación de los Fondos Estructurales de la Unión Europea, diversas subvenciones de capital dirigidas a los Ayuntamientos para el abastecimiento de agua.

La responsabilidad estatal sobre las infraestructuras hidráulicas precisas para cumplir con dicho cometido se ajustará en todo caso a las necesidades y previsiones de la planificación hidrológica (Plan Hidrológico Nacional y Planes Hidrológicos de cuenca).

Las Comunidades Autónomas. Las Comunidades Autónomas al amparo de sus competencias exclusivas en ordenación del territorio, obras públicas de interés autonómico y proyectos, construcción y explotación de aprovechamientos hidráulicos, canales y regadío de su interés (art. 148.1.3ª , 4ª y 10ª de la Constitución) pueden y deben programar, proyectar, aprobar y ejecutar en su caso, los aprovechamientos hidráulicos, entre ellos los de abastecimientos de agua, y demás obras hidráulicas que se realicen en su territorio, cuando tales actuaciones sean de su propio interés autonómico y su ejecución no afecte a otra Comunidad, salvo que se refieran a obras que tengan la calificación legal de interés general, circunstancia en la que prevalecerá la competencia estatal sobre la autonómica.

Debe entenderse, que las actuaciones aludidas son las destinadas a proveer los servicios de aducción o traída de aguas, que consisten de un lado en la realización de las obras de captación y embalse en su caso, es decir, las instalaciones que permitan, dentro de su territorio, conectar con el recurso facilitado por el Estado en el punto de suministro fijado por éste (en caso de cuencas intercomunitarias) y de otro, las de traslado del recurso, a través de las adecuadas canalizaciones y bombeo, en su caso, hasta las redes de distribución de ámbito supramunicipal o en su defecto municipales. A partir de este punto, debe ser observado el respeto al núcleo mínimo de la autonomía local en la materia.

En cualquier caso, el aprovechamiento de las aguas, si se nutre de caudales procedentes de cuencas intercomunitarias, exigirá el previo otorgamiento de concesión sobre el recurso, que como ya se ha dicho corresponde al Estado.

Asimismo, las Comunidades Autónomas deben ejercer otros dos importantes tipos de funciones en particular: el otorgamiento, en su caso, de auxilios económicos a favor de las Corporaciones Locales para la realización de obras municipales de abastecimiento de aguas y saneamiento y asumir la responsabilidad sobre obras de su interés en materia de encauzamientos y defensa de márgenes en áreas urbanas.

Además de las competencias anteriores, que deberán entenderse ejercidas con carácter mínimo, las Comunidades Autónomas pueden legislar, planificar, programar, proyectar, aprobar, ejecutar y explotar los aprovechamientos hidráulicos con destino, entre otros usos al abastecimiento de aguas; incluso establecer tributos propios como instrumento específico para hacer frente al coste de las citadas obras. Claro está, que bajo las mismas condiciones y en el mismo ámbito territorial señalado anteriormente. Además de coordinar el servicio municipal de abastecimiento de agua y autorizar las tarifas correspondientes, también puede intervenir sobre la distribución del agua "en baja" o domiciliaria en cuanto que las mismas se incardinen en un instrumento de planificación autonómico.

Las obras de responsabilidad autonómica, siguiendo los diversos precedentes legales ya existentes (Cataluña, Madrid, Asturias, Galicia, y en menor medida Canarias, Baleares, Comunidad Valenciana y Navarra), pueden consistir, bien en una red básica encuadrada dentro de las obras de infraestructura general (normalmente cuando afectan a una cuenca intracomunitaria), bien en una red primaria o suministro "en alta", para permitir la conexión con la red secundaria o de distribución "en baja" (de responsabilidad municipal o supramunicial). Obviamente habrá de ser respetada la oportuna competencia concesional sobre el recurso.

Es importante señalar que estas actuaciones de responsabilidad autonómica constituyen una clara ejecución de la ordenación del territorio, que compete en exclusiva a las Comunidades Autónomas y en cuyo campo se inscriben.

La competencia autonómica sobre obras hidráulicas, de acuerdo con el art. 148.1.10ª de la Constitución, puede extenderse también a las cuencas intercomunitarias, siempre que sean de interés autonómico y no ostente el carácter de interés general del Estado (caso del Canal de Isabel II). Esta situación exige la permanente coordinación entre la Administración hidráulica autonómica y el correspondiente Organismo de Cuenca, así como también entre las distintas planificaciones que afectan al territorio y a la ordenación de los recursos hídricos.

Las Entidades Locales. De acuerdo con lo dispuesto en la Ley 7/1985 de Bases de Régimen Local, corresponde, en todo caso, a todos los **Municipios,** por sí o asociados, la prestación, como servicio mínimo, del abastecimiento domiciliario de agua potable (art. 26.1.a); si bien pueden solicitar de la Comunidad Autónoma respectiva la dispensa de tal obligación (art. 26.2) cuando a los Municipios, por sus características peculiares, esta función resulte de imposible o muy difícil cumplimiento. En tal caso, debe entenderse que será la Comunidad Autónoma la que proveerá dichos servicios por el procedimiento que estime oportuno.

Cabe interpretar que la responsabilidad municipal consiste en la prestación del servicio de distribución de agua "en baja", mediante la conexión con la red primaria o básica de ámbito supramunicipal, bien a través de depósitos o acometidas generales o, en su defecto, captando el recurso directamente de acuíferos, la elevación si fuera necesario, por grupos de presión y su reparto mediante una red secundaria de tuberías y demás canalizaciones domiciliarias municipales hasta las acometidas particulares.

Sin perjuicio de estas funciones de carácter mínimo, la actuación municipal en la materia puede implicar además la planificación de las redes secundarias de distribución; la redacción de los proyectos, construcción, explotación y mantenimiento de las infraestructuras de suministro "en baja" e instalaciones asimiladas; la organización del servicio, su control y gestión del mismo (para la prestación en régimen de monopolio, se requiere la aprobación del órgano de Gobierno de la Comunidad Autónoma); la potabilización de las aguas mediante tratamiento secundario y la potestad de aprobación tarifaria. En definitiva, un conjunto de actuaciones susceptibles de encuadrarse bajo el concepto de gestión integrada (González Antón [1997]).

Las **Provincias,** a través de las Diputaciones u otras Corporaciones, deben ejercer las funciones de coordinación de los servicios municipales para garantizar la prestación integral y adecuada del suministro de agua, así como de asistencia y cooperación. Las Diputaciones Provinciales podrán también (por delegación autonómica) planificar, programar, ejecutar y en su caso explotar la red "en alta"; y al mismo tiempo la realización de obras de infraestructura "en baja" de acuerdo con el Plan Provincial de cooperación a las obras y servicios.

Finalmente las Entidades Locales podrán también asumir las facultades que les otorgue la legislación sectorial, estatal y autonómica, mediante delegación, lo que se podrá instrumentar en general por la vía del convenio interadministrativo.

Conclusiones. En esencia, de lo expuesto puede afirmarse, en primer lugar, que el marco competencial que asiste al Estado en la materia difiere de forma significativa del ejercicio real que de dichas competencias realiza el Estado. En efecto, la verificación práctica del marco competencial autonómico en abastecimiento de agua, permite comprobar que la desconcentración funcional operada no se ha traducido en una eficaz asunción de obligaciones por parte de las Comunidades Autónomas, que se han limitado a realizar básicamente funciones de auxilio o coordinación sobre las Corporaciones Locales.

De esta forma, el Estado, a través de la utilización generalizada de la competencia sobre obras de interés general, en muchos casos desvirtuándola de su propio contexto, ha asumido un protagonismo excesivo acometiendo en los últimos años buena parte de las nuevas instalaciones de infraestructura "en alta" de la mayoría de las Comunidades, abordando así las instalaciones de captación transporte y tratamiento de ámbito supramunicipal que son responsabilidad inequívoca de aquellas, cuestión ésta que debe tenerse en cuenta si se desea que, de forma efectiva, las Comunidades Autónomas asuman en el futuro sus verdaderas competencias en la materia.

La excepción al ejercicio competencial anterior cabe encontrarla en muy pocas Comunidades Autónomas que han asumido con bastante plenitud el ejercicio de las competencias que les reconoce el bloque de la constitucionalidad sobre esta materia (Cataluña, Madrid, Asturias, Galicia, y en menor medida Canarias, Baleares, Comunidad Valenciana y Navarra).

En cualquier caso, incluso en estas Comunidades Autónomas, la intervención estatal en la materia todavía no se restringe a su estricto ámbito competencial porque, sin perjuicio de los mecanismos de colaboración vía convenio, tal como se hace con el resto de las Comunidades, en ocasiones, y por razones diversas, se siguen realizando obras de abastecimiento "en alta" que, aunque se acometan amparándose en la declaración de obras de interés general, podrían ser abordadas perfectamente desde la óptica del interés autonómico y por tanto serían de exclusiva competencia autonómica.

El cumplimiento de las obligaciones municipales previstas en la legislación básica estatal, puede reputarse, en términos generales de satisfactoria, sin perjuicio de los graves problemas actuales de sequía (que se han transformado en muchos aspectos en estructurales) y salvo las contadas excepciones de inexistencia de abastecimiento que, todavía hoy, se producen en pequeños municipios y en entidades locales menores. Esta situación, en general favorable, se debe, tanto al significativo esfuerzo estatal de los últimos años, mediante las distintas formas de actuación (obras de interés general, antigua financiación de acuerdo con la legislación de auxilios, nuevos mecanismos de ayuda, etc), como gracias a la significativa intervención, en este apartado, de la práctica totalidad de las Comunidades Autónomas.

Como se ha indicado, la experiencia histórica demuestra que el Estado, sin ningún criterio lógico, ni al albur de improvisaciones por influencias políticas cambiantes, realiza unos u otros tipo de obras al margen de que sean de su competencia o no, provocando importantes discriminaciones entre unos territorios y otros y rompiendo la lógica funcional del gasto público.

Deberán establecerse mecanismos para evitar que se pervierta un uso fraudulento de la fórmula legal de la declaración de determinadas obras como de interés general, para así trasladar la responsabilidad económica de su realización, desde la Administración Territorial, realmente competente, a la Administración General del Estado, y para promover mecanismos de cofinanciación entre la Administración realmente competente y la del Estado, cuando de verdad existen razones de interés general para que esta última impulse obras que, en principio, no son de su competencia.

A la vez debe constatarse que el Estado gestiona, administra y mantiene, un elevado número de infraestructuras hidráulicas, vinculadas a abastecimientos que no son de su competencia. Deberán promoverse los procedimientos administrativos adecuados para que estas infraestructuras se transfieran a la Administración competente, conforme a la legislación aplicable.

5.7.3. La participación privada en la financiación de infraestructuras

La incorporación del sector privado a la financiación de infraestructuras hidráulicas, que viene dándose en España desde hace siglos y con muy diversas modalidades organizativas (v., p.e., Bernabé Gil, 1996, pp. 67-88; o López Gómez, 1998, pp.121), constituye también un elemento importante en la nueva orientación de la política del agua. Y es así por diversas razones, entre las cuales no es precisamente la más importante aunque, sea la más inmediata, el que contribuya a generar recursos financieros en un contexto en que los recursos presupuestarios están y estarán sometidos en el futuro próximo, a fuertes restricciones.

En efecto, los instrumentos de financiación extrapresupuestaria diseñados en la Ley 13/1996, a los que ya se ha aludido en los apartados correspondientes de

este Libro Blanco, muestran su principal valor cuando se observa el efecto que cabe esperar de ellos en relación con la eficiencia de los recursos financieros aplicados.

Puede asegurarse que ninguna iniciativa que reporte beneficios a algún sector quedará cercenada, aunque no cuente con la atención y el respaldo económico de la Administración hidráulica. Sólo hace falta para ello que formule la correspondiente solicitud ante el Órgano competente en los términos que se fijan. El procedimiento establecido permite garantizar al mismo tiempo la correcta conjugación del interés particular y el interés general.

Por último, la aplicación de estos mecanismos conducirá también, necesariamente, a una notable mejora de la relación existente entre el gasto en infraestructuras hidráulicas y su contribución al producto nacional.

El compromiso histórico de los presupuestos estatales en la creación de infraestructuras para regadíos ya no tiene razón de ser, al menos con carácter general, en el contexto de una agricultura abierta progresivamente a la competencia de otros mercados transnacionales y cuando las competencias en materia de regadíos corresponden a las Comunidades Autónomas con el carácter de exclusivas. Al igual que se ha dicho más arriba respecto a los abastecimientos, será necesario promover, con carácter general, la iniciativa y participación de los propios regantes en la financiación de las infraestructuras hidráulicas que necesiten o reclamen, sin perjuicio de que el Estado pueda prestar su apoyo cuando concurran, aunque sea parcialmente, razones de interés general.

De la misma forma que sucedía, según se indicó más arriba, en determinadas infraestructuras de abastecimientos, el Estado mantiene y explota infraestructuras de regadío que debieran estar transferidas a las correspondientes Comunidades de Regantes y que están en manos del Estado sólo por razones históricas, hoy carentes de toda vigencia. Procede, en consecuencia, poner en marcha el proceso administrativo de transferencia de estas infraestructuras a los propios regantes, librando así a los Presupuestos del Estado de una carga económica que no existe razón para mantener.

5.7.4. Una reforma de la Administración Hidráulica

Ni una atinada legislación de aguas, ni una perfecta planificación hidrológica, ni una abundancia de recursos presupuestarios, ni ningún otro instrumento regulador o normativo puede desplegar plenamente su eficacia sin unas capacidades reales y suficientes de la Administración hidráulica. La reforma de la Administración pasa así a ocupar un lugar central en cualquier reflexión de calado sobre las políticas del agua del próximo futuro.

La Administración hidráulica necesita adaptarse a los nuevos planteamientos y ello, no cabe duda, implicará introducir ciertas modificaciones, tanto en los Órganos de la Administración Central (Ministerio de Medio Ambiente) como en los Organismos Autónomos que de ella dependen (fundamentalmente las Confederaciones Hidrográficas).

En el primer caso, es preciso redefinir la estructura orgánica de la Administración, conforme a la necesidad de dar respuestas adecuadas a los nuevos retos competenciales a los que se enfrenta el recientemente creado Ministerio de Medio Ambiente, en el que el agua no es más que uno de sus elementos, si bien de importancia muy singular por el papel vertebrador que la red hidrográfica juega dentro del patrimonio natural. La estructura actual de las Unidades administrativas que gestionan el agua no contempla esta dimensión medioambiental del agua en la medida que sería deseable; ni por otro lado cuenta con suficientes efectivos humanos especializados en la áreas adecuadas para poder materializar los objetivos señalados dentro de esta nueva orientación.

En el segundo caso, la conveniencia de reformar los Organismos de cuenca arranca de las graves dificultades administrativas de éstos para cumplir sus actuales funciones - cualitativamente distintas y cuantitativamente ampliadas tras la Ley de Aguas de 1985 - sin que se haya producido cambio significativo alguno en sus estructuras organizativas y en sus efectivos humanos.

Vale la pena asimismo recordar que el fin primordial, consistente en efectuar una gestión del agua desde el punto de vista de la tutela del dominio público hidráulico, ha podido quedar ensombrecido por la decisión de reunir bajo una sola autoridad las competencias de las antiguas Comisarías de Aguas y las de las Confederaciones Hidrográficas, y que frente a opiniones claramente favorables a esta unificación, se han alzado otras contrarias, que advierten de los riesgos del nuevo modelo organizativo. El asunto es complejo, ha sido muy debatido doctrinalmente, y merece aquí alguna breve consideración.

Las Confederaciones Hidrográficas, dicho de forma simplificada, tenían por misión fundamental dar apoyo técnico en la redacción de proyectos y en la ejecución y explotación de las obras pagadas total o parcialmente por el Estado, que casi con exclusividad tenían por finalidad el desarrollo del regadío, al amparo de la Ley de 7 julio de 1911. Esta actividad, llevada a cabo por las antiguas Confederaciones con

acierto y diligencia, no es en definitiva sino un caso particular de titular que adquiere el derecho al uso privativo del agua, igual que el concesionario de un sistema de abastecimiento de agua o un aprovechamiento hidroeléctrico. Por contra, las Comisarías de Aguas no eran sino órganos periféricos de la Administración Central del Estado, y, como tales, depositarias de la autoridad hidráulica, la tutela del dominio público, y el control técnico y administrativo de los aprovechamientos (v., p.e., Fanlo Loras [1996]).

La oposición existente entre la finalidad de ambos órganos administrativos (el fomento de las obras y su explotación, frente al control del uso del agua), y la no integración sino *mera yuxtaposición* en que consistió su unificación, ha podido tener en ocasiones un desenlace no siempre positivo para la adecuada gestión y conservación del dominio público hidráulico y los valores ambientales por él soportados. Siguiendo la fomentista tradición histórica, la función promotora de obras acabó dificultando e imponiéndose en el Ministerio de Obras Públicas (y en consecuencia, en las nuevas Confederaciones Hidrográficas), a la función administrativa de vigilancia y control del dominio público, siempre históricamente relegada a un segundo plano.

Como anécdotas ilustrativas de este sesgo histórico cabe mostrar la consideración de puestos de segunda que, ya en el pasado siglo, tenían los destinos en las Divisiones Hidrológicas (responsables de los aforos, itinerarios, cartografía de aprovechamientos, etc.), frente a la mayor valoración de los puestos dedicados a construir infraestructuras, con mayor prestigio corporativo y social (Mateu Bellés [1995] p.92); o la escasísima dotación de medios de las antiguas Comisarías de Aguas frente a las Confederaciones Hidrográficas; o las diferencias de remuneración de funcionarios de Obras Hidráulicas según se ocupasen de proyectos, obras y presupuestos, con mayores complementos que los dedicados al estudio, vigilancia y protección del dominio público. La expresividad de los tres ejemplos elude la necesidad de cualquier comentario.

Por otra parte, y sobre todo, debe considerarse que las funciones públicas de policía de aguas atribuídas a las Comisarías tienen un carácter indeclinable, que no puede ser objeto de discusión o transacciones en ningún Órgano colegiado, Junta de Gobierno, Asamblea, o Consejo del Agua de la Confederación Hidrográfica. La solución de una dualidad o diferenciación intraorgánica es de dudosa eficacia práctica al haber unificado en su Presidente todas las funciones ejecutivas del Organismo.

Además de estas cuestiones organizativas, resulta imprescindible, a cortísimo plazo, realizar un análisis de los procedimientos internos de la Administración hidráulica, para acotar aquellos trámites en los que resulta óptimo otorgar la más plena autonomía a los Organismos de cuenca, y aquellos otros en que está justificada la intervención de los Órganos centrales del Ministerio de Medio Ambiente, por aportar algún valor añadido a la resolución definitiva. No es difícil suponer que una parte de los mecanismos de supervisión y control respecto a los Organismos de cuenca que hoy día conserva en su manos la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, son reminiscencias históricas sin justificación objetiva actual, que pueden perfectamente desaparecer en beneficio de la necesaria autonomía de las Confederaciones, de la simplificación de los procedimientos administrativos, y de la eficacia global de la Administración del agua. Volveremos sobre esta crucial cuestión de la eficacia al referirnos a los problemas de la contratación pública.

La reforma de la Administración hidráulica debe hacerse también desde la óptica de interiorizar el hecho, reiteradamente explicado en este Libro, de que ésta ya no va a ser en el futuro ni prioritaria, ni esencialmente, una Administración promotora de obras. La época histórica en la cual se concentraban en las plantillas de la Administración hidráulica los mejores expertos en la obra hidráulica del país ha pasado, y probablemente ha llegado el momento de que la Administración renuncie a la pretensión de ser la autora y directora de los proyectos, para pasar a convertirse en un cliente que define sus necesidades y contrata lo necesario para la satisfacción de las mismas, a otras empresas, sin necesidad de contar ella misma con una grande y numerosa estructura técnica, lógica y necesaria cuando era realmente la autora y promotora de sus propios proyectos. Ello implicará la necesidad de que estas empresas asuman plenamente la responsabilidad derivada de sus trabajos, y los particulares la de la calidad de sus proyectos y la veracidad de sus datos. La Administración deberá, por el contrario, incrementar su preocupación por el control del recurso, las condiciones ambientales, el mantenimiento del patrimonio hidráulico existente, la calidad técnica y el análisis económico de sus actuaciones.

Como se explicó al hablar de los fundamentos económicos y la crisis del modelo tradicional, hoy no se concibe invertir dinero público en obras hidráulicas sin analizar previa y adecuadamente los costes y beneficios de todo tipo que ello conlleva. Será necesario elaborar una normativa dotada de carácter administrativo que deberá aplicarse a los proyectos de inversión pública. A inspirar esta reforma debe contribuir, tam-

bién, el surgimiento de los nuevos mecanismos financieros de colaboración entre la Administración hidráulica y los usuarios, para la financiación de la obra pública, a que nos hemos referido en otras partes de este Libro.

5.7.5. Una reforma de los procedimientos de control y registro de derechos

Mención singular merece la situación actual del registro de derechos al uso privativo de las aguas, cuyo desarrollo histórico, logros, deficiencias y fallos se han comentado con detalle en anteriores capítulos de este Libro, y cuyas manifestaciones más significativas son:

- La ausencia de un Registro unificado de derechos, pues el histórico existente en la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, se sustituye, a partir de 1985, por los Registros propios de cada Confederación, sin que se haya hecho efectivo el procedimiento de duplicación previsto reglamentariamente.
- La incapacidad demostrada para dar cumplimiento efectivo a las Disposiciones Transitorias de la vigente Ley de Aguas en materia de aguas subterráneas.
- La no inscripción de los derechos adquiridos por prescripción.
- La ausencia de inscripción de concesiones para gran parte del abastecimiento y del regadío del Estado.
- La indefinición real de situaciones inscritas, por insuficiencia de especificaciones en la inscripción.

Como ya se ha reiterado, una correcta gestión del recurso hídrico es incompatible con esta situación de indefinición de derechos e imperfección en los registros de los derechos existentes. La aprobación de los Planes Hidrológicos de cuenca es una ocasión histórica para intentar avanzar en esta materia, a cuyo efecto parece imprescindible replantearse el sistema administrativo de Registro vinculado a las Comisarías de Aguas hoy existentes.

Quizá, atribuir la llevanza del registro de derechos al uso del agua a los Cuerpos especializados en los registros de derechos, de probada y aquilatada eficacia en otros ámbitos del ordenamiento jurídico (Registros de la Propiedad o Mercantiles, por ejemplo), podría ser una opción para superar una situación histórica, acreditadamente ineficiente, si bien se plantearían complejos problemas de coordinación que resulta imprescindible resolver. Otro posible enfoque del problema, que también debe estudiarse, es el que, considerando el carácter *complementario* de ambos registros, se centraría en analizar las posibilidades de su interrelación, y emprender, en el seno de la Administración hidráulica, las actuaciones y reformas jurídico-administrativas necesarias para hacerla efectiva.

5.7.6. Una reforma de los procedimientos de tramitación contractual

Una circunstancia que contribuye significativamente a la ineficiencia del sistema de gestión de la Administración pública del agua es la relativa a los procedimientos administrativos de la contratación de obras y estudios técnicos. Es obvio que toda actuación de la Administración ha de someterse a los irrenunciables principios generales de transparencia, publicidad, igualdad de oportunidades y control público, pero los procedimientos reglados mediante los que se materializan estos principios generales pueden dar lugar a una distorsión tal que, confundiendo los instrumentos con los fines, se pervierta el sistema y no se alcance el verdadero objetivo perseguido, que no es otro sino el del mejor *servicio a los intereses generales.*

La ineficiencia del sistema administrativo español, y el proceso de *huida del derecho administrativo* a que ha dado lugar, han sido reconocidos y estudiados desde antiguo, llegando a merecer una valoración doctrinal muy negativa (v., p.e., Nieto [1996]; Martín-Retortillo [1996]; García de Enterría [1997]; Ariño et al. [1997]).

Para comprender las razones de esta ineficiencia, en el aspecto concreto de la contratación administrativa, es ilustrativo pasar revista a la serie de actuaciones requeridas para la formalización ordinaria de los contratos de consultoría y asistencia técnica, y los contratos de obras (ambos comprendidos en la Ley 13/1995, de 18 de Mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas). Difícilmente puede imaginarse una Administración Hidráulica ágil y efectiva si estos habituales, simples y rutinarios procedimientos de gasto público no son, igualmente, ágiles y efectivos.

Para las *consultorías y asistencias técnicas,* desde el momento en que se detecta una carencia o necesidad de estudio de alguna cuestión específica es necesario, en primer lugar, la solicitud de autorización para la redacción del correspondiente Pliego de Bases, lo que conlleva la apertura del expediente y la asignación de su identificación; tras ello se requiere el otorgamiento de la autorización para la redacción del Pliego de Bases; una vez recibida, se procede a la redacción del Pliego de Bases y a la remisión del mismo para su aprobación y posterior tramitación; una vez recibido se procede a la aprobación técnica del Pliego de Bases, a lo que seguirá la tramitación económica del expe-

diente, con la aprobación del gasto correspondiente y del pliego de cláusulas administrativas particulares que haya de regir para el contrato; tras ello, se procederá a la licitación del contrato, normalmente mediante la modalidad de concurso y por los procedimientos abierto o restringido; en el caso de concurso, informe y selección de las ofertas, aplicando unos criterios que, al tratar de objetivar lo que es necesariamente subjetivo, introducen artificiales rigideces que distorsionan el resultado de la selección; una vez licitado se llevará a cabo la adjudicación del contrato, a lo que seguirá la formalización del mismo, tras lo que comienza la ejecución del estudio previsto.

Los plazos requeridos por cada una de estas fases, y la experiencia de funcionamiento de los mecanismos que intervienen en el proceso, hacen que toda esta tramitación, en el supuesto de evolucionar satisfactoriamente y no existir ninguna incidencia intermedia que la retrase, viene a tener una duración media de *entre uno y dos años.* Ello significa, sencillamente, que desde que se *detecta una necesidad* de estudio de algún problema, hasta que puede *comenzarse* a estudiarlo, pasa de uno a dos años, y ello suponiendo que todo evoluciona sin incidencias singulares ni retrasos.

Aunque estos plazos no sean críticos para determinadas actuaciones, en otros casos implicarán que el problema que se pretende estudiar será otro cuando comience su estudio, las condiciones serán diferentes, las prioridades habrán cambiado y, en definitiva, se habrá dificultado -cuando no imposibilitado- una eficaz y rápida respuesta administrativa ante las mudables circunstancias y problemas del mundo del agua, sometido a cada vez más urgencias y veloces mutaciones.

En cuanto a los *contratos de obras,* comprenden asimismo las siguientes actuaciones: solicitud de autorización para la redacción del correspondiente Proyecto, lo que conlleva la apertura del expediente y la asignación de su identificación; otorgamiento de la autorización para la redacción del Proyecto; redacción del Proyecto (bien directamente por los propios servicios de la Administración o bien, más frecuentemente, mediante la formalización del correspondiente contrato de consultoría y asistencia) y remisión del mismo para su aprobación y posterior tramitación; aprobación técnica del Proyecto y autorización para someterle al trámite de información pública, así como la remisión del mismo para la declaración de impacto ambiental (en el caso de que por la naturaleza de las obras ello sea legalmente exigible); aprobación del expediente de información pública practicado sobre el Proyecto y aprobación definitiva de éste (habiendo tenido en cuenta, en su caso, las prescripciones señaladas en la declaración de impacto ambiental); tramitación económica del expediente, con la aprobación del gasto correspondiente y del pliego de cláusulas administrativas particulares que haya de regir para el contrato; licitación del contrato, normalmente mediante las modalidades de subasta o concurso, y en ambos casos por los procedimientos abierto o restringido; adjudicación del contrato y formalización del mismo, proceso tras el que puede comenzarse a ejecutar la obra.

Toda esta tramitación, en el supuesto de no existir incidencias intermedias que la retrasen (como puede ser la muy frecuente necesidad de expropiación de terrenos, con sus procesos paralelos), viene a tener una duración media de *entre tres y cinco años,* según la menor o mayor importancia de la propia obra y la complejidad de la tramitación que se precise desarrollar según su naturaleza.

En definitiva, y como ya se ha apuntado, las indicadas tramitaciones y procesos burocrático-administrativos hacen que el largo período de tiempo que transcurre desde que se plantea la necesidad de la realización de un estudio o de la ejecución de unas obras, hasta que se formaliza el contrato que permite llevarlas a efecto, da lugar con frecuencia a que hayan variado, por el propio transcurso del tiempo, algunos de los supuestos o circunstancias contemplados o existentes inicialmente, lo que obliga a introducir modificaciones, a veces substanciales, durante el desarrollo del contrato, con la consiguiente demora para su terminación e incremento de coste en la mayoría de los casos. Otras veces, los resultados que se obtienen del estudio contratado, aunque tengan validez en sí mismos, no resultan ya de aplicación total y plena eficacia para la finalidad con la que se concibió su necesidad. Aunque menos acusado que en el caso de los estudios, la tardanza en la contratación de cierto tipo de obras también da lugar a que éstas no hayan podido cumplir en su momento el cometido para el que fueron previstas, aunque sí lo puedan cumplir de cara al futuro.

Como consecuencia de lo expuesto, y en aras de una más eficaz gestión pública en materia de aguas, se desprende la necesidad de adoptar medidas que, sin perjuicio de las necesarias garantías públicas, permitan simplificar drásticamente el procedimiento y reducir el tiempo de duración de la actual tramitación administrativa. Además de la realización de una adecuada, flexible y rigurosa programación que priorice las actuaciones a contratar, en concordancia con su tipología y características, y la cuantía de los créditos anuales disponibles, se requiere que las distintas instancias que ineludiblemente comprende la tramitación

administrativa se desarrollen sin demoras injustificadas, y que los diferentes documentos y fases que la integran se elaboren con la adecuada calidad al fin que se pretende.

Los procedimientos de control e intervención deben asimismo orientarse a la mejor consecución de los mismos fines de servicio público, en el entendimiento de que estos fines deben ser sustancialmente coincidentes con los de los órganos controlados. Así, un mejor y más eficaz mecanismo de control es aquel que consigue que los objetivos del órgano controlado (que son en definitiva los del Gobierno) se cumplan con la mayor eficiencia y sujeción a las normas, y no el que, con una equivocada concepción de su función, no coadyuva al mejor y más riguroso cumplimiento de tales objetivos.

5.7.7. Una reforma de la Ley de Aguas

A tenor de todo lo expuesto, no puede caber duda de la necesidad de una reforma de la legislación de aguas. De una parte, las nuevas exigencias que se derivan de la apuesta que la sociedad ha hecho por el desarrollo sostenible en relación con las actividades vinculadas a este recurso natural básico que es el agua, exige determinadas adaptaciones de la norma legal vigente. De otra, algunos de los defectos puestos de manifiesto en este Libro aconsejan, para ser superados, determinadas modificaciones de la Ley de 1985, que resulta parcialmente obsoleta o insuficiente.

Los aspectos que básicamente podrían ser objeto de reforma son, al menos, los siguientes:

- Contemplar nuevas realidades como la desalación o la reutilización.

- Regular las obras hidráulicas como clase específica de las obras públicas, llenando así una laguna legal hoy existente que genera inseguridad jurídica.

- Corregir las principales deficiencias de gestión y utilización de los recursos hídricos, resaltando la dimensión medioambiental de éstos, e introduciendo nuevos conceptos, como el de buen estado ecológico, o el de la preservación ambiental como restricción de los sistemas de explotación.

- Facilitar la aplicación real del régimen económico-financiero de la vigente Ley asegurando que no se producen situaciones generalizadas de incumplimiento, y mejorando la regulación en aquellos aspectos puntuales que se estime procedente.

- Introducir transparencia en el sistema a través de mediciones de consumos y regulación de los derechos de información a fin de promover una política de ahorro que resulta inexcusable hoy día.

- Instaurar mecanismos efectivos para evitar los vertidos contaminantes a las aguas continentales, a fin de lograr instrumentos operativos para lograr una regularización de los vertidos existentes, superando una situación en que es más rentable contaminar que legalizar el vertido.

- La promoción de las funciones y competencias de las Comunidades de usuarios de aguas subterráneas y a la flexibilización de las rigideces del régimen concesional actual, para permitir acomodarlo a situaciones cambiantes a un ritmo al que no se acomoda el del procedimiento de revisión concesional.

- Dar entrada a una colaboración efectiva entre la Administración Estatal del Agua y las Comunidades Autónomas, en un contexto constitucional y estatutario en que la actuación en paralelo de ambas instancias no responde a la lógica del servicio a los intereses generales.

- Reforzar las competencias de los órganos participativos de las Confederaciones Hidrográficas.

- Adecuar los sistemas de adquisición de derechos privativos al uso del agua a la situación actual de un recurso escaso cuyas nuevas demandas no pueden ser atendidas ilimitadamente como presuponía el sistema concesional, siendo necesario arbitrar mecanismos de transferencia entre usuarios, para optimizar socialmente los usos existentes.

Atendiendo a estos aspectos, con la reciente aprobación de la Ley 46/1999, de 13 de diciembre, por la que se modifica la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, se ha dado un paso adelante en el perfeccionamiento de nuestro ordenamiento sobre la materia, de forma que, sin alterar sustantivamente la legislación preexistente, se procura dar una mejor respuesta a sus insuficiencias, a las complejas y mudables circunstancias del momento presente, y a la necesidad de otorgar la máxima protección a dicho recurso natural, como bien ambiental de primer orden.

6. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

AEAS. Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento

APROMA. Asociación de Profesionales del Medio Ambiente

ATS. Acueducto Tajo-Segura

CCS. Consorcio de Compensación de Seguros

CDWR. California Department of Water Resources. State of California.

CE. Comisión Europea

CEDEX. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

CEH. Centro de Estudios Hidrográficos

CIMNE. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería

CIPH. Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica

CNAE. Código Nacional de Actividades Empresariales

COAS. Control Oficial de Abastecimientos

COCA. Control Oficial de la Calidad del Agua

CSN. Consejo de Seguridad Nuclear

CYII. Canal de Isabel II

CH. Confederación Hidrográfica

DGC. Dirección General de Carreteras

DGCN. Dirección General de Conservación de la Naturaleza

DGMA. Dirección General de Medio Ambiente

DGOH. Dirección General de Obras Hidráulicas

DGOHCA. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas

EDAR. Estación Depuradora de Aguas Residuales

EEA. European Environmental Agency (Agencia Ambiental Europea)

EMASESA. Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A.

ERHIN. Estudio de los Recursos Hídricos procedentes de la Innivación

EWRA. European Water Resources Association

FAO. Food and Agriculture Organization (Organización para la Alimentación y la Agricultura)

FEDER. Fondo Europeo de Desarrollo Regional

GEI. Gases de Efecto Invernadero

IFIM. Instream Flow Incremental Metodology

INE. Instituto Nacional de Estadística

INM. Instituto Nacional de Meteorología

IPCC. Intergovernmental Panel Climatic Change (Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático)

ITGE. Instituto Tecnológico y Geominero de España

LA. Ley de Aguas

LIC. Lugar de Interés Comunitario

MCGA. Modelos de Circulación General Atmosférica

MCT. Mancomunidad de Canales del Taibilla

MIMAM. Ministerio de Medio Ambiente

MINER. Ministerio de Industria y Energía

MOP. Ministerio de Obras Públicas

MOPT. Ministerio de Obras Públicas y Transportes

MOPTMA. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente

MOPU. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

MSC. Ministerio de Sanidad y Consumo

OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OM. Orden Ministerial

OMM. Organización Meteorológica Mundial

OSPARCOM. Oslo Paris Commission (Comisión Oslo Paris)

PG. Presidencia del Gobierno

PHABSIM. Physical Habitat Simulation

PIAM. Plan Integral de Aguas de Madrid

PNOH. Plan Nacional de Obras Hidráulicas

PNSD. Plan Nacional de Saneamiento y Depuración

POMAL. Programa Operativo de Medio Ambiente Local

RAPAPH. Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica

RDPH. Reglamento del Dominio Público Hidráulico

Red ICA. Red Integrada de la Calidad de las Aguas

ROEA. Red Oficial de Estaciones de Aforo

SAICA. Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas

SAIH. Sistema Automático de Información Hidrológica

SEO. Sociedad Española de Ornitología

SGOP. Servicio Geológico de Obras Públicas

UE. Unión Europea

UIMP. Universidad Internacional Menéndez Pelayo

UNESA. Unidad Eléctrica, S.A.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

USDA. United States Department of Agriculture

ZEPA. Zona de Espacial Protección de las Aves

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEAS, *Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España (1996). V Encuesta Nacional de Abastecimiento, Saneamiento y Depuración.* Publ. AEAS, 1998.

AGBAR (Sociedad General de Aguas de Barcelona), *Simposium La economía del Agua,* Barcelona, mayo 1993.

Aguilera, F., (coord.) *Economía del agua.* MAPA, serie Estudios, nº 69. Madrid, 1992. (2ª ed. 1996).

Aguilera, F., (ed.). *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional. Textos de S.V. Ciriacy-Wantrup y K.W. Kapp.* Colección Economía y Naturaleza, num. 2. Fundación Argentaria. Madrid, 1995a.

Aguilera, F., El agua como activo económico, social y ambiental. *El campo,* num.132. Servicio de Estudios del BBV. Bilbao, 1995b.

Alba Tercedor, J., y A. Sánchez Ortega, Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética,* num.4, pp.51-56, 1988.

Albacete, M. y M. Peña. Consideraciones sobre algunos aspectos económicos de la ordenación y las disponibilidades de agua para riego, incl. en *Agua y futuro en la Región de Murcia.* M. Senent y F. Cabezas (eds.). Asamblea Regional de Murcia, 1995.

Alcaín Martínez, E., *El aprovechamiento privado del agua y su protección jurídica.* José María Bosch Editor. Barcelona, 1994.

Aldana, A.L., F. Estrada y F. Cabezas. Modelación hidrológica y de la gestión hidráulica en el sistema automático de información hidrológica: modelos PLU y CREM. *Ingeniería Civil,* nº 104. pp. 81-88, 1996.

Almagro Gorbea, A., La Mina de Daroca, en *La Ciudad. Recorrido por su Historia.* pp. 153. ed. Grupo FCC. 1998.

Al-Mudayna, (Asociación cultural de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Complutense). *Historia de los Regadíos en España (...a.*C.-1931). Ed. MAPA, 1991.

Altadill Torné, A., Five solutions for increasing availability of regulated water in a hydrographic basin, incl.en *Reservoirs in River Basin Development.* pp. 97-106. Balkema, Rotterdam, 1995.

Álvarez Rico, M., R. Fernández Ordóñez, A.J. Alcaraz Calvo, *Cánones de regulación y tarifas de riego motivados por obras hidráulicas.* Impr. Lago. Madrid, 1981.

Andreu, J. *Modelo OPTIGES de Optimización de la Gestión de Esquemas de Recursos Hídricos.* Manual del Usuario. Serv. Publ. Universidad Politécnica. Valencia. 1992.

Andreu, J.; J. Capilla, E. Sanchis y S. Sánchez. *AQUATOOL: Sistema Soporte de Decisión para la Planificación de Recursos Hídricos. Manual del Usuario.* Serv. Publ. Universidad Politécnica. Valencia. 1995.

Andreu, J.; J. Capilla, F. Cabezas. Los sistemas soporte de decisión en la planificación y gestión racionales de los recursos hídricos. *Ingeniería del Agua,* Vol.1, num.2, 1994.

Andreu, J.; J. Capilla, J. Ferrer. *Modelo SIMGES de Simulación de la Gestión de Recursos Hídricos, Incluyendo Utilización Conjunta. Manual del Usuario.* Serv. Publ. Universidad Politécnica. Valencia. 1992.

APROMA, *I Congreso sobre Caudales Ecológicos,* Museo de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña, Tarrassa, 1999.

Aragonés Beltrán, J.M., *Las aguas subterráneas en el Plan Hidrológico de la cuenca del Júcar. incl. en Las aguas subterráneas en las cuencas del Ebro, Júcar e Internas de Cataluña y su papel en la planificación hidrológica.* Actas de las Jornadas celebradas en Lleida (AIH–GE). pp. 177-184. Febrero de 1996.

Aragonès, M., El projecte de reutilització d'aigua per al reg agrícola en el Camp de Tarragona, incl. en *Jornadas Técnicas. La gestión del agua regenerada.* (R. Mujeriego y Ll. Sala eds.) pp. 85-96. Consorcio de la Costa Brava. Palamós, jun. 1998.

Arenillas, M. y C. Sáenz. *Los ríos.* Guía Física de España. Alianza Editorial. Madrid. 1987.

Ariño, G., J.M. de la Cuétara, J.L. Martínez López-Muñiz, *El nuevo servicio público.* Ed. Marcial Pons. Madrid, 1997.

Arrojo, P. y E. Bernal, El regadío en el valle del Ebro, incl. en *La gestión del agua de riego.* J.López Gálvez y J.M. Naredo (eds). Colección Economía y Naturaleza, nº 8. pp.139-182. Fundación Argentaria. Madrid, 1997.

Avilés, J., M. Toro, R. Peña, Indicators of Aquatic Ecosystems Quality in Spain. *Euraqua Technical Review,* 4. 1997.

Azqueta, D. y A. Ferreiro (eds.), *Análisis económico y gestión de recursos naturales.* Alianza Economía. Madrid. 1994.

Azqueta, D., Aplicación del análisis coste-beneficio a modificaciones de la calidad del agua, incl. en *Análisis económico y gestión de recursos naturales.* D. Azqueta y A. Ferreiro (eds). Alianza Economía, 1994.

Azqueta, D., *Valoración económica de la calidad ambiental.* McGraw-Hill. Madrid. 1997.

Baltanás, A., El Plan Hidrológico Nacional. Presentación. *Revista de Obras Públicas,* num. 3321 pp. 7-18, mayo 1993.

Barceló, L., R. Compés, J.M. García Álvarez-Coque, C. Tió, *Organización Económica de la Agricultura Española,* Fundación Alfonso Martín Escudero, 1995.

Barcelona Llop, J., *La Utilización del Dominio Público por la Administración: Las Reservas Dominiales.* Ed. Aranzadi. Pamplona, 1996.

Barciela, C., La colonización agraria en España (1939-1951), Incl. en *Agua y modo de producción,* M.T. Pérez Picazo y G. Lemeunier (eds.), Editorial Crítica, Barcelona, 1990.

Barriendos, M., B. Gómez, J.C. Peña, Series meteorológicas instrumentales antiguas de Madrid y Barcelona (1780-1860). Características documentales y de observación, incl. en *Avances en Climatología Histórica en España.,* J. Martín-Vide (ed). Oikos-Tau. Barcelona, 1997.

Bartolomé, J.L., El agua, dominio público jurídico y bien público económico. incl. en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas.* pp. 595-605. Zaragoza, sep. 1998.

Baumann, D.D, J.J. Boland, W.Michael Hanemann. *Urban water demand management and planning.* McGraw-Hill, 1998.

Becerril, E., *La regulación de los ríos,* Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid 1959.

Benito, G., M.J. Machado, y A. Pérez-González, Respuesta de las inundaciones al Cambio Climático: Datos del último milenio, incl. en: JJ. Ibáñez, B.L. Valero Garcés y C. Machado (eds.). *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación.* pp. 203-219. Geoforma Ediciones, 1997.

Bentabol, H. *Las aguas de España y Portugal.* Est.Tip. de la Vda. e hijos de M. Tello. Madrid. 1900. Ed. facsímil publicada por el Instituto Tecnológico Geominero de España, con presentación de C. Caride de Liñán. 1995.

Bermejo Vera, J. (director), *Constitución y planificación hidrológica.* Cuadernos Civitas, 1995.

Bernabé Gil, D., Política Hidráulica en la España de los Austrias, incluido en Cuatro *Siglos de Técnica Hidráulica en Tierras Alicantinas.* Edit. A. Alberola, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert. Diputación Provincial de Alicante. 1996.

Bielza de Ory, V., Estado actual de la demografía histórica de Aragón desde 1850 hasta la actualidad, incl. en *Demografía histórica en España.* V. Pérez Moreda y David-Sven Reher (eds.), Ediciones El Arquero. Textos Universitarios. Madrid, 1988.

Bocanegra, E. y E. Custodio. Utilización de acuíferos costeros para abastecimiento. *Ingeniería del agua,* Vol 1, nº4, pp.49-78. 1994.

Bolea Foradada, J.A., *Los riegos de Aragón.* Ed. Grupo Parlamentario Aragonés Regionalista de las Cortes de Aragón. 2ª ed., 1986.

Brown, L., H. Ingram, El valor comunitario del agua: Consecuencias para los pobres de las zonas rurales del sudoeste (1987), incl. en F. Aguilera (coord.), *Economía del Agua,* 1992.

Bru Ronda, C. y J.M. Santafé Martínez, eds. *Agua y Espacios de Ocio.* Fundación Caja del Mediterráneo. Universidad de Alicante. 1995.

Budyko, M.I. y L.I. Zubenok. The determination of evaporation from the land surface. Izv. Akad, Nauk SSSR, Ser. Geogr. No. 6, 3-17. 1961.

Bustamante, A., y S. González, *Guía Metodológica para la Elaboración del Catálogo de Inundaciones Históricas,* Dirección General de Protección Civil. Madrid, marzo 1997.

Caballer V., y N.Guadalajara. *Valoración económica del agua de riego.* Ed. Mundi-Prensa. 1998.

Cabezas, F., *Trasvases intercuencas y regulación conjunta. El caso Tajo-Segura.* XIV Jornadas Regionales Europeas de la ICID. La Manga (Murcia), mayo 1986.

Cabezas, F., Consideración de los recursos hidrogeológicos y no convencionales en el Plan Hidrológico de la cuenca del Segura. Antecedentes históricos. Incl. en *Recursos hidrogeológicos y recursos hidráulicos no convencionales,* Seminario de la UIMP de Santander. MOPTMA, 1994.

Cabezas, F., *Informe sobre los pozos de sequía,* Confederación Hidrográfica del Segura, Curso sobre las sequías en España. CEDEX, 1995.

Cabezas, F., y J. Yagüe, Use of the S.A.I.H. for flood management in dams, incl. en *Dam Safety.* L.Berga (ed.), pp.1253-1260. Balkema, Rotterdam, 1998.

Cabildo Insular de Gran Canaria, *Las aguas del 2000. Plan Hidrológico de Gran Canaria, 1995.*

Cabrera, E., V. Espert y P.A. López, El suministro de agua potable en épocas de sequía. El caso de España. Incl en *Gestión de sequías en abastecimientos urbanos.* Editado por E. Cabrera y J. García Serra, pp. 3-26, publ. Universidad Politécnica de Valencia, 1998.

Cabrera, E., y J. García-Serra, *Problemática de los abastecimientos urbanos. Necesidad de su modernización,* publ. Universidad Politécnica de Valencia, 1997.

Calvo Charro, M., *El régimen jurídico de los humedales.* Instituto Pascual Madoz. Universidad Carlos III de Madrid-Boletín Oficial del Estado. Madrid, 1995.

Candela, L. y M. Varela (eds), *La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas.* CIMNE. Barcelona, 1993.

Caride de Liñán, C., Evolución histórica de la política hidráulica española respecto a las aguas subterráneas. Incl. en *Política Hidráulica,* Seminario de la UIMP de Santander. MOPT, 1992.

Carles, J., L. Avellá, y M. García, Precios, costos y uso del agua en el regadío mediterráneo. incl. en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas.* pp. 231-256. Zaragoza, sep. 1998.

CARM-INUA. *Ramblas Costeras de la Región de Murcia. Hidrología e Inundabilidad.* Consejería de Política Territorial y Obras Públicas-Instituto Universitario del Agua (M.Albacete, F.Cabezas, J.T.P.Caris, F.Estrada, M.Senent). Murcia, 1992.

Caro-Patón, I., *El derecho a regar. Entre la planificación hidrológica y el mercado del agua.* Marcial Pons, col. Monografías Jurídicas, 1997.

CCS. *El Consorcio de Compensación de Seguros y la cobertura de los riesgos catastróficos en España.* Madrid, 1998.

CCS. *Las catástrofes naturales y su cobertura aseguradora. Un estudio comparativo.* Madrid, 1999.

CDWR, *California Water Plan Update,* Bulletin 160-98, Sacramento CA, 1998.

CE. *Groundwater And River Resources Action Programme on European Scale* (GRAPES). Contract ENV4-CT95-0186. First Annual Report, Febr, 1997.

CEDEX. *Ordenación de zonas inundables.* Madrid, diciembre 1991.

CEDEX. *Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Duero.* Madrid, 1992.

CEDEX. *Estudio de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular.* Madrid, 1994.

CEDEX. *Las sequías en España.* Madrid, 1995.

CEDEX. *Delimitación y síntesis de características de las unidades hidrogeológicas en España según los Planes Hidrológicos de cuenca.* Madrid, 1998a.

CEDEX. *Estudio sobre el impacto potencial del cambio climático en los recursos hídricos y demandas de agua de riego en determinadas regiones de España.* Madrid, 1998b.

CEDEX. *Análisis comparativo de caudales naturales y caudales registrados con caudales ambientales determinados según la metodología Physical Habitat Simulation,* Madrid, 1998d.

CEDEX. *Curso sobre contaminación de suelos y aguas subterráneas.* Madrid, 1998e.

CEDEX. *Metodología de cálculo de regímenes de caudales de mantenimiento.* Madrid, 1998c.

CEH, *Inventario de Recursos Hidráulicos,* Madrid, 1971.

Cimadevilla, C. y J.A. Herreras, Las transferencias de recursos en el Anteproyecto del Plan Hidrológico nacional. *Revista de Obras Públicas,* num. 3321, pp.45-63, mayo 1993.

Ciriacy-Wantrup, S. V., Economía del agua: relaciones con el Derecho y la Política (1967), incl. en F.Aguilera (coord.), *Economía del Agua,* 1992.

Coase, R., El problema del coste social (1960), incl. en *La empresa, el mercado y la ley.* Alianza Editorial, 1994.

COM(97)49 COM(97)614 COM(98)76 final. *Propuesta modificada de Directiva del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.* Bruselas, marzo 1999.

Consejo Nacional del Agua. *Informe sobre los Planes Hidrológicos de cuenca.* MIMAM. Madrid. 1998.

COP7 Ramsar. *Resoluciones de la Convención.* San José de Costa Rica. 1999.

Costa, J., Misión social de los Riegos en España (1880). incl. en *Política Hidráulica.* Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 1975.

Couchoud, R., y R. Sánchez Ferlosio. *Hidrología histórica del Segura.* Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 1965.

Cubillo, F., C. Casado y V. Castillo, *Caudales ecológicos.* Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 1990.

Cuena, J., El futuro de las tecnologías de gestión del agua: el papel de los sistemas inteligentes en línea, *Jornada Técnica sobre Sistemas de Información y Control en la Gestión del Agua.* Iberdrola Instituo Tecnológico, 1996.

Custodio, E. *Recarga artificial de acuíferos.* Boletín de Informaciones y Estudios num. 45. Servicio Geológico. MOPU, 1986.

Custodio, E., Papel, utilización y gestión de los acuíferos litorales españoles entre el Cap de Creus y Alacant (Alicante). *Las aguas subterráneas en las cuencas del Ebro, Júcar e Internas de Cataluña y su papel en la planificación hidrológica.* Actas de las Jornadas celebradas en Lleida (AIH–GE). pp. 177-184. Febrero de 1996.

CYII. *Manual de Gestión de Sequías.* 2 vols. Canal de Isabel II. Madrid, 1996.

Chapa, A., *La construcción de los saltos del Duero 1903-1970. Historia de una epopeya colectiva.* Ed. Universidad de Navarra, 1999.

CHD, *Jornada sobre caudales ecológicos y caudales de mantenimiento.* Conferencia Regional del Agua. Ed. Confederación Hidrográfica del Duero. Valladolid, 1997.

CHG, *Control de urgencia del régimen de explotación del recurso hidráulico de los acuíferos de la Mancha Occidental y del Campo de Montiel. Año 1996.* TT. MM. varios (Albacete, Ciudad Real y Cuenca). Informe resumen del acuífero de la Mancha Occidental. 1997.

Chow, V.T., D.R. Maidment, L.W. Mays. *Applied Hydrology.* McGraw-Hill. 1988.

del Amor, F., J. Gómez y M.I. Sánchez, *Modernización de los regadíos tradicionales de Mula.* Comunidad de Regantes pantano La Cierva. Cajamurcia, 1998.

del Moral Ituarte, L., Elementos para una teoría de los conflictos territoriales sobre el agua. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,* num. 18. 1er semestre, 1994.

del Saz, S. *Aguas subterráneas, aguas públicas (El nuevo derecho de aguas).* Marcial Pons, col. Monografías Jurídicas, 1990.

Delgado Piqueras, F., *Derecho de aguas y medio ambiente,* Ed. Tecnos, 1992.

Delgado Piqueras, F., El abastecimiento a poblaciones en la Ley de Aguas. Análisis para una posible reforma. *Revista de Administración Pública,* num. 145, enero-abril 1998.

DGOHCA. *Preservación de los acuíferos de interés estratégico.* Madrid, 1997.

DGPT, (Dirección General de Planificación Territorial. MOPTMA), Recursos hídricos y marco territorial, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales,* Vol. III, Num.105, otoño 1995a.

DGPT, (Dirección General de Planificación Territorial. MOPTMA), El regadío español: evolución reciente, competitividad y perspectivas en el contexto europeo y mundial, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales,* Vol. III, Num.105, otoño 1995b.

Díaz Cassou, P., *Topografía, Geología, Climatología de la Huerta de Murcia.* 1900-1924?. Ed. facsímil librerías París-Valencia. Valencia, 1993.

Díaz-Marta, M., *Las obras hidráulicas en España.* Ed. doce calles. Fundación Puente Barcas, 1997.

Doadrio, I., B. Elvira, Y. Bernat, *Peces Continentales Españoles. Inventario y clasificación de zonas fluviales.* Colección Técnica. ICONA, MAPA. 1991.

Docampo Pérez, L. y B. García de Bikuña, The Basque method for determining instream flows in Northern Spain, *Rivers,* n.4, v.4, pp. 292-311, 1995.

Dolz, J., M. Gómez, y J. Nieto, El Ebro en el Delta. *Revista de Obras Públicas,* num.3368. pp.7-14, sep. 1997.

Dueñas, C. El Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) y su aplicación a la Protección Civil. incl. en *Jornadas sobre el SAIH en la gestión hídrica.* Confederación Hidrográfica del Ebro. DGOH. MOPTMA. Zaragoza, 3 al 7 Abril 1995.

EEA. *The Dobris Assessment.* EEA. Denmark. 1995.
EEA. *Surface Water Quantity Monitoring.* Topic Report 3, Inland Waters. Agencia Europea de Medio Ambiente. Copenhague (Dinamarca). 1996a.

EEA. *Requirements for Water Monitoring.* Topic Report 1, Inland Waters. Agencia Europea de Medio Ambiente. Copenhague (Dinamarca). 1996b.

EEA. *Groundwater (quantity and quality) monitoring in Europe.* Agencia Europea de Medio Ambiente. Copenhague (Dinamarca). 1996c.

EEA. *Surface Water Quality Monitoring.* Topic Report 2. Agencia Europea de Medio Ambiente. Copenhague (Dinamarca). 1996d.

EEA. *Water Demand in the European Union.* Contribution from the European topic Centre on Inland Waters (European Environment Agency) to RIVM´s DG XI study on priorities. CEDEX. Madrid, marzo 1998.

Elvira, B., G. Nicola, A. Almodóvar, I. Doadrio, A. Perdices, J.C. Velasco, *Impacto de las obras hidráulicas en la ictiofauna y análisis de viabilidad de algunas medidas correctoras.* ICONA. Madrid, 1995.

Elvira, B., G.G. Nicola, A. Almodóvar, *Sistemas de paso para peces en presas.* Monografías CEDEX, 1998.

EMASESA. *Crónica de una sequía 1992-1995.* (con una introd. de M. Palancar). Sevilla, 1997a.

EMASESA. *El final de la sequía 1996-1997.* Sevilla, 1997b.

EMASESA. *Manual de sequía.* Sevilla, 1998.

Embid Irujo, A. *La Planificación hidrológica: régimen jurídico.* Tecnos. Madrid, 1991.

Embid Irujo, A. (Director). *El Plan Hidrológico Nacional.* Civitas. Madrid, 1993.

Embid Irujo, A. (Director). *La calidad de las aguas.* Civitas. Madrid, 1994.

Embid Irujo, A. (Director). *Las obras hidráulicas.* Civitas. Madrid, 1995.

Embid Irujo, A. (Director). *Precios y mercados del agua.* Civitas. Madrid, 1996.

Embid Irujo, A. (Director). *Gestión del agua y medio ambiente.* Civitas. Madrid, 1997.

Embid Irujo, A., Condicionamientos jurídicos de una política de precios del agua, incl. en A. Embid Irujo (Director), *Precios y Mercados del Agua.* Civitas. Madrid, 1996.

Erhard-Cassegrain, A. y J. Margat. *Introduction à l'économie générale de l'eau.* Masson. París. 1983.

Erruz, J., Reasignaciones, concesiones sucesivas y aprovechamientos compartidos, incl. en *La gestión del agua de riego.* J.López Gálvez y J.M. Naredo (eds). Colección Economía y Naturaleza, nº 8. pp. 203-232, Fundación Argentaria. Madrid, 1997.

Escobar Gómez, G., Ordenación del territorio y planificación hidrológica, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales,* Vol. III, Num.106, invierno 1995.

Estevan, A., Las nuevas técnicas de gestión integral de la demanda eléctrica y su aplicación a la economía del agua, incl. en *La economía del agua en España.* J.M. Naredo (ed). Colección Economía y Naturaleza, nº 7. pp. 103-120, Fundación Argentaria. Madrid, 1997.

Estrada, F., *Garantía en los sistemas de explotación de los recursos hidráulicos.* Monografías CEDEX, Madrid, 1994.

Estrela, T. y J.R. Témez, *Planning criteria for flood areas in Spain.* Proc. XXV IAHR Congress. Tokyo. Japon, aug-sep. 1993.

Estrela, T. y L. Quintas. El modelo de flujo bidimensional GISPLANA., *Ingeniería Civil,* nº 104. pp.13-21, Madrid, 1996a.

Estrela, T. y L. Quintas. El sistema integrado de modelización precipitación-aportación SIMPA., *Ingeniería Civil,* nº 104. pp.43-52, Madrid, 1996b.

Estrela, T., M. Ferrer y L. Ardiles. Estimación of precipitation-runoff regional laws and runoff maps in Spain using a Geographical Information System. International Hydrological Programme (IHP). UNESCO FRIEND AMHY. Thessaloniki, Greece. 1995.

EWRA. *Water Resources Management under Drought or Water Shortage Conditions.* Nicos X. Tsiourtis (ed.) Balkema. Rotterdam, 1995.

Fanlo Loras, A., La evolución del derecho comunitario europeo sobre el agua, incl. en A. Embid Irujo (Director), *El nuevo derecho de aguas: las obras hidráulicas y su financiación.* Civitas. Madrid, 1998.

Fanlo Loras, A., *Las Confederaciones Hidrográficas y otras Administraciones Hidráulicas.* Ed. Civitas. Madrid, 1996.

FAO. *Programa de acción internacional sobre el agua y el desarrollo agrícola sostenible.* 1991.

Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España, *Impacto de la política de precios del agua en las zonas regables y su influencia en la renta y el empleo agrario.* Madrid, 1999.

Ferreiro, A., Valoración económica del agua, incl. en *Análisis económico y gestión de recursos naturales.* D. Azqueta y A. Ferreiro (eds). Alianza Economía, 1994.

Ferrer, F.J. y L. Ardiles, Análisis estadístico de las series anuales de máximas lluvias diarias en España. *Ingeniería Civil* 1994 (95), pp 87-100, 1994.

Font Tullot, I., *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas.* Ed. Instituto Nacional de Meteorología, MTTC. Madrid, 1988.

Franco Fernández, F.J., *Un modelo alternativo de trasvase: El Real Canal de Carlos III.* Ed. del autor, Murcia. 1999.

Franco Sala, L. *Política económica del medio ambiente.* Cedecs Editorial. Barcelona, 1995.

Fuertes Marcuello, J., El tunel o mina de Daroca, obra hidráulica del siglo XVI. *Revista de Obras Públicas,* pp. 253-261, abril 1987.

Gallego Anabitarte, A., A. Menéndez Rexach, y J.M. Díaz Lema, *El Derecho de Aguas en España,* A., 2 vols. Ed. MOPU, 1986.

Garcés, A., Aspectos prácticos de la planificación y de la gestión institucional del agua. La gestión privada de intereses públicos, incl. en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas.* pp. 649-656. Zaragoza, sep. 1998.

García de Bikuña, B., Problemática de la determinación de caudales ecológicos y de su aplicación: sistema RECE, incl. en *Conferencia Regional del Agua. Jornada sobre caudales ecológicos y caudales de mantenimiento,* pp.79-87, Ed. Confederación Hidrográfica del Duero. Valladolid, 1997.

García de Enterría, E., *Democracia, Jueces y Control de la Administración.* 3ª ed. ampliada. Civitas. Madrid, 1997.

García de Jalón, D., Regímenes de caudales ecológicos o de compensación: el método IFIM o del APU, incl. en *Conferencia Regional del Agua. Jornada sobre caudales ecológicos y caudales de mantenimiento,* pp. 9-23, Ed. Confederación Hidrográfica del Duero. Valladolid, 1997.

García de Jalón, D., y M. González del Tánago, *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la cuenca del Duero.* Monografías del ICONA. MAPA, 1986.

García Sanz, B., *La sociedad rural ante el siglo XXI,* serie Estudios, MAPA, 1996.

García, R., y L. Gaztelu. *Proyecto de Obras de Defensa contra las inundaciones en el Valle del Segura.* 1886.

Garrido Colmenero, A., *La economía del agua: Métodos de evaluación económica del uso del agua en la agricultura. Teorías y trabajos empíricos*. MAPA. Serie Recopilaciones Bibliográficas. Madrid, 1995.

Garrote, L., I. C. Rodríguez, F. Estrada, Una evaluación de la capacidad de regulación de las cuencas de la España peninsular. *VI Jornadas Españolas de Presas*. Vol.2, pp.645-656. Málaga, 1999.

Gaviria, M., y E. Grilló, vol. recopilatorio *Zaragoza contra Aragón.* Los Libros de la Frontera. Col. Realidad Geográfica. Barcelona, 1974.

Generalitat de Catalunya. *Pla Director del delta de l'Ebre.* Departament de Política Territorial y Obres Públiques. 1996.

Generalitat de Catalunya. *Memòria econòmica de l´avantprojecte de Llei d'ordenació i gestió de l'aigua.* Departament de Medi Ambient. 1999.

Generalitat Valenciana. *Delimitación del riesgo de inundación a escala regional en la Comunidad Valenciana.* COPUT. Serie de Cartografía Temática, num. 1, F. Francés, Valencia, 1997.

Gil Olcina, A., Evolución de los grandes regadíos deficitarios del sureste peninsular, incl. en *Demanda y Economía del Agua en España,* ed. A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante. CAM-Diputación de Alicante. 1988.

Gil Olcina, A., *La propiedad de las aguas perennes en el sureste ibérico.* Publ. de la Universidad de Alicante, 1993.

Gil Olcina, A., Desequilibrio de Recursos Hídricos y Planteamiento de Trasvases en Territorio Valenciano, incl. en *Planificación Hidráulica en España.* Ed. de A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Fundación Caja del Mediterráneo. 1995.

Gil Olcina, A., y A. Morales Gil (coords.), *Hitos históricos de los regadíos españoles,* Serie Estudios, MAPA, 1992.

Gobierno Vasco, *Red de vigilancia de la calidad de las aguas y del estado ambiental de los ríos de la Comunidad Autónoma del País Vasco,* Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, Vitoria, 1995.

Gómez Ortega, J., F. Lizárraga, E. de Churruca, *Estudio de las Inundaciones del Júcar de 1864,* informe fechado en 1866. Ed. facsímil de la Confederación Hidrográfica del Júcar. 1988.

González Bernáldez, F., *Ecología y paisaje,* Editorial Blume, Madrid. 1981.

González Bernáldez, F., *Los paisajes del agua: terminología popular de los humedales,* J.M. Reyero, Madrid. 1992.

González del Tánago, M., Las riberas, elementos clave del paisaje y en la gestión del agua. incl. en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas.* pp. 395-407. Zaragoza, sep. 1998.

González Pérez, J., El Plan Hidrológico Nacional. *Revista de Administración Pública,* num. 126, sept-dic 1991.

González Pérez, J., J. Toledo, C. Arrieta, *Comentarios a la Ley de Aguas.* Civitas. Madrid, 1987.

González Tascón, I., Caps. 1-7 de *Felipe II. Los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II.* Edit. Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Aniversarios de Felipe II y Carlos V. Madrid, 1998.

González Tascón, I., Ciencia y Técnica Hidráulicas en la España del Quinientos, incluido en *Cuatro Siglos de Técnica Hidráulica en Tierras Alicantinas.* Edit. A. Alberola, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert. Diputación Provincial de Alicante. 1996.

González-Antón, C., *Los Servicios Públicos Locales del Agua. Régimen Jurídico de su Gestión Integrada.* Publs. de la Universidad de León, 1997.

Gundermann, H., An estimate of the future demand for water in a region. Forecasting techniques, incl. en AGBAR *Simposium La economía del Agua,* 1993.

Heras Moreno, G., Planificación hidrológica y caudales ecológicos, incl. en A. Embid Irujo (Director), *La calidad de las aguas.* Civitas. Madrid, 1994.

Heras, R. Experiencias en problemas de regulación de caudales y máximas crecidas, en ONU (1977) *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua.* 1977.

Hérin, R., Agua, espacio y modos de producción en el Mediterráneo. Incl. en *Agua y modo de producción.* M.T. Pérez Picazo y G. Lemeunier, eds. Editorial Crítica, Barcelona, 1990.

Hernández-Pacheco, E., Fisiografía del solar hispano. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2 vols. Madrid, 1956.

Hervás, J.L. *Aguas de Murcia: su evolución como empresa mixta.* XVII Jornadas Técnicas y Asamblea General. AEAS. Murcia. 1996.

Ibáñez, C., N. Prat, A. Canicio, A. Curcó. *El delta del Ebro, un sistema amenazado.* Bakeaz. Bilbao. 1999.

IIE-ITGE-UNESA, *El agua en España,* Instituto de la Ingeniería de España, Madrid, 1991.

IME. *El agua como elemento integrador de España,* Fundación IME (Instituto para la Modernización de España). Madrid, 1998.

INE. *Proyección de la población española para el periodo 1980-2010.* 2 vols. Madrid. 1988.

INE. *Proyección de la población española. Cifras provisionales.* Publicaciones electrónicas. Madrid. 1994.

INE. *Anuario estadístico 1995.* Madrid, 1995a.

INE. *Proyecciones de la población de España, calculadas a partir del Censo de población de 1995.* Madrid, 1995b.

INE. *Estadísticas Ambientales. Precios del Agua.* Madrid. Septiembre 1998.

INM. *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación en España.* MIMAM, serie monografías, 1996.

IPCC, *Cambio Climático 1995. 2ª Evaluación.* Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 1995.

ITGE, *Las Aguas Subterráneas en España. Estudio de síntesis.* Madrid, 1989.

ITGE, *Medida y evaluación de las extracciones de agua subterránea.* (Ballester, Fernández y López Geta, eds.), Madrid, 1999.

James, L.D. y R.R. Lee, *Economics of Water Resources Planning,* McGraw Hill, 1971.

Jaquenod, S., *El Derecho Ambiental y sus Principios Rectores,* MOPU-DGMA. Madrid, 1989.

Jiliberto, R. y A. Merino, Sobre la situación de las Comunidades de Regantes, incl. en *La gestión del agua de riego.* J.López Gálvez y J.M. Naredo (eds). Colección Economía y Naturaleza, nº 8. Fundación Argentaria. Madrid, 1997.

Jiménez Díaz, R.M., y J. Lamo de Espinosa (coords.), *Agricultura sostenible.* Ed. Mundi-Prensa, 1998.

Jové Vintró, J.L., Financiación de las grandes infraestructuras del ciclo integral del agua, incl. en AGBAR *Simposium La economía del Agua,* 1993.

Kelso, M., (1967) El síndrome de "el agua es diferente", o ¿qué está pasando con la industria del agua?, incl. en F.Aguilera (coord.), *Economía del Agua,* 1992.

Krinner, W., A. García Cantón, F. Estrada, Method for estimating efficiency in spanish irrigation systems, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering,* ASCE vol.120, num 5, pp.979-986, sep-oct 1994.

Labajo, A. Posibles efectos del Cambio Climático de origen antrópico sobre el régimen de precipitaciones en la Península Ibérica. Incl. en *Los Recursos Hídricos en los Países Mediterráneos.* pp. 337-355. 2ª Conferencia Internacional de Hidrología Mediterránea. Iberdrola Instituto Tecnológico. Valencia, 1996.

Linés Escardó, A., *Cambios en el sistema climático.* Ed. Instituto Nacional de Meteorología, MTTC. Madrid, 1990.

López Bosch, L. El abastecimiento de agua a las comarcas de Tarragona, incl. en *El agua en Catalunya.* L. Berga (ed.). Barcelona. 1995.

López García, J.A., I. de Juana Garciaecheverría, F.J. del Río Gil, La reutilización integral de las aguas residuales urbanas en Vitoria, incl. en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas.* pp. 151-169. Zaragoza, sep. 1998.

López Geta, J.A. y J.M. Murillo. Recarga Artificial de Acuíferos. Experiencias Realizadas por el Instituto Tecnológico Geominero de España. *XI Congreso Latinoamericano de Geología.* Caracas (Venezuela). 1995.

López Gómez, A., *La Navegación por el Tajo. El Reconocimiento de Carducci en 1641 y Otros Proyectos*. Real Academia de la Historia. Madrid. 1998.

López-Camacho, B., Método simplificado de gestión de acuíferos para una integración en sistemas de explotación conjunta. *IV Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica.* Zaragoza, 1981.

López-Camacho, B., La gestión del agua, incl. en Naredo, J.M., y F. Parra (comps.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales.* Siglo XXI. Madrid, 1993.

Lopez-Gálvez, J., y A. Losada, Uso del agua de riego en Almería, incl. en *La economía del agua en España.* J.M. Naredo (ed). Colección Economía y Naturaleza, nº 7. pp. 143-176, Fundación Argentaria. Madrid, 1997.

López-Galvez, J., y J.M. Naredo (eds.), *La gestión del agua de riego.* Colección Economía y Naturaleza, nº 8. Fundación Argentaria. Madrid, 1997.

Lorenzo Pardo, M., El Ebro y Zaragoza (1920), incl. en *La Conquista del Ebro,* pp. 103-127, Editorial y Fotograbado Heraldo de Aragón, Zaragoza, 1931.

Lorenzo Pardo, M., Política hidráulica (1924), incl. en *La Conquista del Ebro,* pp. 25-46, Editorial y Fotograbado Heraldo de Aragón, Zaragoza, 1931.

Llamas, M.R., *El Agua en España: Problemas Principales y Posibles Soluciones.* Papeles del Instituto de Economía y Mercado, nº 2. FAES. Madrid, 1994.

Llamas, M.R., Las aguas subterráneas en España. *El campo,* num.132. Servicio de Estudios del BBV. Bilbao, 1995b.

Maass, A., M.M. Hufschmidt, R. Dorfman, H.A. Thomas jr., S.A. Marglin, G.M. Fair, *Design of Water-Resource Systems. New Techniques for Relating Economic Objectives, Engineering Analysis, and Governmental Planning.* Harvard University Press, Cambridge, MA, 1962.

Maass, A., y R.L. Anderson. *…And the Desert Shall Rejoice. Conflict, Growth, and Justice in Arid Environments*. The MIT Press, Cambridge. 1978.

Maestre Rosa, J., *Comunidades de Regantes. Concepto, Naturaleza Jurídica y Regulación positiva.* Ed. Bosch, Barcelona, 1969.

Mairal, G., J.A. Bergua; E. Puyal, *Agua, tierra, riesgo y supervivencia*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 1997.

Maluquer de Motes, J., La despatrimonialización del agua: movilización de un recurso natural fundamental. Incl. en *Historia agraria de la España contemporánea.* A. García Sanz y R. Garrabou (eds.) Editorial Crítica, Barcelona, 1985.

Maluquer de Motes, J., Las técnicas hidráulicas y la gestión del agua en la especialización industrial de Cataluña. Su evolución a largo plazo. Incl. en *Agua y modo de producción.* M.T. Pérez Picazo y G. Lemeunier (eds.) Editorial Crítica, Barcelona, 1990.

Mandelbrot, B.B. y J.R. Wallis, Noah, Joseph and operational hydrology. *Water Resources Research,* vol. 4, pp. 909-920. 1968.

MAPA, *Anuario de Estadística Agraria.* Madrid, 1991.

MAPA, *Plan Nacional de Regadíos. Horizonte* 2005. Madrid, febrero 1996.

MAPA, *Anuario de Estadística Agraria.* Madrid, 1997.

MAPA, *Plan Nacional de Regadíos. Horizonte-2008.* Borrador de marzo de 1998.MAPA-ICONA. *Mapa de estados erosivos.* Madrid, 1994.

MAPA-MAP-MOPU, *Historia y Evolución de la Colonización Agraria en España.* 4 vols. Madrid, 1988.

Marco, J.B., El agua como factor de estrangulamiento de la economía en las Comunidades Valenciana y Murciana, *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales,* Vol. III, Num.105, otoño 1995.

Marchena Gómez, M., Agua y turismo en la Andalucía mediterránea, incl. en *Demanda y Economía del Agua en España,* ed. A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante. CAM-Diputación de Alicante. 1988.

Margalef, R., D. Planas, J. Armengol, A. Vidal, N. Prat, A. Guiset, J. Toja, M. Estrada, *Limnología de los embalses españoles.* MOP-DGOH, 1976.

Margalef, R., Diversidad de especies en las comunidades naturales, *Pub. Inst. Biol. Apl.,* 6, pp. 59-72, Barcelona, 1951.

Margalef, R., *Ecología.* Planeta, 1981.

Margat, J. *The overexploitation of aquifers.* Selected Papers AIH. Ed. Heiser. Hannover, (Alemania) 1992.

Mariño, F.J., Aplicación de la metodología IFIM para la determinación del caudal ecológico en una minicentral hidroeléctrica, incl. en *Conferencia Regional del Agua. Jornada sobre caudales ecológicos y caudales de mantenimiento,* pp. 73-77, Ed. Confederación Hidrográfica del Duero. Valladolid, 1997.

Martín Gaite, C., *El Conde de Guadalhorce. Su época y su labor.* Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 1983.

Martín Mateo, R., *Derecho Ambiental.* Ed. IEAL. Madrid, 1997.

Martín Mendiluce, J.M., Evolución histórica de los conceptos y de la práctica de la planificación hidrológica, incl. en *Conceptos y métodos para la planificación hidrológica.* J. Andreu (ed.). CIMNE, Barcelona, 1993.

Martín Mendiluce, J.M., Un posible escenario del futuro de los regadíos españoles, *Ingeniería Civil,* num.103, 1996a.

Martín Mendiluce, J.M., Los embalses en España. Su necesidad y trascendencia económica. *Revista de Obras Públicas,* num.3354 pp.7-24, mayo, 1996b.

Martín Mendiluce, J.M., y J.M. Gil Egea, La infraestructura hidráulica española. Consideraciones sobre su desarrollo en los próximos años (1990-2010), incl. en *Las infraestructuras en España: carencias y soluciones.* Publicaciones del Instituto de Estudios Económicos. Madrid, 1990.

Martín Rebollo, L., Las transferencias de recursos hidráulicos en el Anteproyecto de Ley de Plan Hidrológico Nacional, incl. en A. Embid Irujo, *El Plan Hidrológico Nacional.* Civitas. Madrid, 1993.

Martínez Gil, F.J., Historia de la hidrogeología española. Incl. en *Recursos Hidrogeológicos y Recursos Hidráulicos no Convencionales.* Seminario de la UIMP de Santander, pp. 41-87. MOPTMA, 1994.

Martínez Gil, F.J., *La nueva cultura del agua en España.* Ed. Bakeaz. Bilbao, 1997.

Martínez, F., Los centros de Investigación. *Revista de Obras Públicas,* num. 3388, pp.208-214, jun. 1999.

Martín-Retortillo, S., Competencias constitucionales y autonómicas en materia de aguas. *Revista de Administración Pública,* num. 128. Madrid, 1992.

Martín-Retortillo, S., *El derecho civil en la génesis del derecho administrativo y de sus instituciones.* Civitas. Madrid, 1996.

Martín-Retortillo, S., *Derecho de Aguas.* Civitas. Madrid, 1997.

Martín-Retortillo, S., L. Martín Rebollo, J. Bermejo Vera, L. Martín-Retortillo, *Aspectos jurídicos del trasvase del Ebro,* Caja de Ahorros de La Inmaculada, Zaragoza, 1975.

Marzo, F., Reutilización del agua en la Costa del Sol Occidental, incl. en *Jornadas Técnicas. La gestión del agua regenerada.* (R. Mujeriego y Ll. Sala, eds.) pp. 75-84. Consorcio de la Costa Brava. Palamós, jun. 1998.

Más Hernández, J. La ictiofauna continental de la cuenca del río Segura. Evolución histórica y estado actual. *Anls. Biol.* Publs. de la Universidad de Murcia (Biol. Amb.2), 8, 3-17. 1986.

Matés Barco, J.M., *La conquista del agua. Historia económica del abastecimiento urbano.* Publ. Universidad de Jaén, 1999.

Mateu Bellés, J., Planificación Hidráulica de las Divisiones Hidrológicas (1865-1899), incluido en *Planificación Hidráulica en España.* Ed. de A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Fundación Caja del Mediterráneo. 1995.

Mateu, E. y S. Calatayud. Control del agua y conflictividad social en la expansión del regadío: la Acequia Real del Júcar. *Áreas,* num. 17, pp.51-77. 1997.

MCT, *Canales del Taibilla. 50 años creando futuro.* Publ. MIMAM, 1995.

MCT, *La gestión del servicio.* (sucesivas Memorias anuales). Publ. MIMAM, 1998.

Melgarejo Moreno, J., *La intervención del Estado en la cuenca del Segura, 1926-1986.* Institut de Cultura Juan Gil-Albert. Diputació Provincial d´Alacant. Colecc. Textos Universitaris. 1995.

Melgarejo Moreno, J., El trasvase Tajo-Segura en el centro de la tormenta política de la transición. *Áreas,* num. 17, pp.129-145. 1997.

Méndez Gutiérrez del Valle, R., *Las Actividades Industriales,* col. Geografía de España, ed. Síntesis, 1990.

Menéndez Rexach, A., Reflexiones sobre un mercado de derechos de aguas en el ordenamiento jurídico español. Incluido en A. Embid, ed. *Precios y Mercados del Agua* [1996].

Menéndez Rexach, A., y J.M. Díaz Lema, La Ley de Aguas de agosto de 1985: Análisis Institucional. Vol. I, parte tercera de *El Derecho de Aguas en España,* A. Gallego Anabitarte, A. Menéndez Rexach, y J.M. Díaz Lema. Ed. MOPU, 1986.

Menéndez, M., Management and prevention of crisis situations: Floods, Droughts and Institutional Aspects in Spain. *Third Technical Review of Euraqua.* Coblenza, 1997.

MIMAM. *Estado actual de la calidad y la contaminación de las unidades hidrogeológicas. Propuestas de actuación.* DGOHCA 1996a.

MIMAM. *Indicadores ambientales. Una propuesta para España.* Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 1996b.

MIMAM. *Catálogo de acuíferos con problemas de sobreexplotación o salinización.* DGOHCA-ITGE. 1997a.

MIMAM. *Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura.* Dirección General de Obras Hidráulicas, Madrid, noviembre 1997b.

MIMAM. *Programa de ordenación de acuíferos sobreexplotados / salinizados. Formulación de estudios y actuaciones.* DGOHCA-ITGE. 1998a.

MIMAM. *Integración de los acuíferos en los sistemas de explotación.* DGOHCA-ITGE. 1998b.

MIMAM. *Sistema español de indicadores ambientales: subáreas de agua y suelo.* Madrid, 1998c.

MIMAM. *Terceras Jornadas sobre Suelos Contaminados.* Madrid, 1998d.

MIMAM. *Segunda Comunicación Nacional de España. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* Madrid, 1998e.

MIMAM. *Compilación de actuaciones de emergencia por sequía relativas a aguas subterráneas en las cuencas hidrográficas del Guadiana, Guadalquivir, Sur, Júcar y Ebro.* 3 vols. Madrid, 1999.

Ministerio de Sanidad y Consumo. *Calidad de las aguas de baño en España. Año 1997.* Serie de Informes Tecnicos, nº11. Madrid. 1997.

MOP. *Informe sobre el Aprovechamiento Integral del Ebro.* Madrid, 1974.

MOP-CEH. *Datos físicos de las corrientes clasificadas por el CEH.* Madrid. 1965.

MOP-CEH. *Clasificación decimal de los ríos.* Madrid. 1966.

MOP-CEH. *Anteproyecto General de aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del Centro y Sureste de España.* auts. J.M. Martín Mendiluce y J.M. Pliego. Madrid, 1967.

MOP-DGOH. *Estadística sobre embalses y producción de energía hidroeléctrica,* Madrid, (varios años).

MOPT. *Las inundaciones en España. Informe General.* 1983.

MOPT. *Estudio de las zonas húmedas de la España peninsular.* Inventario y tipificación. Madrid, 1991.

MOPT. *Atlas Nacional de España. Secc.2, Grupo 7. Edafología.* 1992a.

MOPT. *La nieve en las cordilleras españolas. Programa ERHIN.* DGOH, 1992b.

MOPT. *Delimitación y síntesis de las características de las unidades hidrogeológicas intercuencas,* 1993a.

MOPT. *Plan Hidrológico Nacional. Memoria y Anteproyecto de Ley* (2 vols), abril 1993b.

MOPTMA. *Mapa de zonas regadas. Origen del agua.* DGOH. 1987.

MOPTMA. *Plan Nacional de Obras Hidráulicas.* Manuel Lorenzo Pardo (1933). Edición Comentada (varios autores). 2 vols. Madrid, 1993a.

MOPTMA. *Inventario de Recursos de Aguas Subterráneas en España.* CE., 1993b.

MOPTMA. Instalación, Mantenimiento y Operación de Redes Oficiales de Control de Aguas Subterráneas. Piezometría, Hidrometría y Calidad. DGOH-DGCA. 1993c.

MOPTMA. *Estudio de la situación actual y programación de actuaciones futuras en el ámbito de las aguas subterráneas en España.* DGOH, Madrid, 1995a.

MOPTMA. *Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados (1995-2005).* Madrid, 1995b.

MOPTMA. *Programa Nacional sobre el Clima.* Borrador. Comisión Nacional del Clima. 1995c.

MOPTMA. *Proyectos de apoyo técnico a los planes hidrológicos de cuenca en aspectos relacionados con zonas húmedas.* Madrid, 1995d.

MOPTMA. *Lagos y humedales de España,* 1996a.

MOPTMA. *Las cuentas del agua.* Madrid, 1996b.

MOPTMA-CHE. *Jornadas sobre el SAIH en la gestión hídrica.* Dirección General de Obras Hidráulicas-Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza, abril 1995.

MOPTMA-MINER. *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas.* DGOH-DGCA-ITGE. Madrid, 1995.

MOPTMA-MINER-UPC. *Inventario de Recursos de Agua Subterránea en España, 1ª fase. Coberturas temáticas.* Madrid, 1993.

MOPU. *La nieve en el Pirineo español.* DGOH. 1988.

MOPU-CIPH, *Planificación hidrológica nacional* (Avance 80), sin fecha, 1980?.

MOPU-DGC, *Instrucción 5.2 IC Drenaje superficial.* Madrid, 1990.

MOPU-DGOH. *Plan Hidrológico. Síntesis de la Documentación Básica.* Madrid, 1990.

MOPU-DGOH-CEH, *El agua en España.* Madrid, septiembre 1980.

MOPU-SGT. *Metodología general para la evaluación de proyectos de inversión pública.* Madrid, 1980.

MOPU-SGT-DGOH. *Metodología para la evaluación de proyectos de inversión en regadíos.* Madrid, 1980a.

MOPU-SGT-DGOH. *Metodología para la evaluación de proyectos de inversión en defensas contra las avenidas y en encauzamientos.* Madrid, 1980b.

Mora Alonso-Muñoyerro, J., Criteria for the determination of a regimen of minimum sreamflows in regulated rivers- The Spanish situation, incl.en *Reservoirs in River Basin Development.* pp. 321-331. Balkema, Rotterdam, 1995.

Morales Gil, A. *Aspectos geográficos de la agricultura de ciclo manipulado en España.* Ed. Universidad de Alicante. 1997.

Morales Gil, A., Trasvases de recursos hídricos en España, incl. en *Demanda y Economía del Agua en España,* ed. A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante. CAM-Diputación de Alicante. 1988.

Moreu Ballonga, J.L., *El nuevo régimen jurídico de las aguas subterráneas.* Publ. Universidad de Zaragoza, 1990.

Moreu Ballonga, J.L., Los trasvases de recursos hidráulicos entre cuencas y el caso particular de los trasvases del Ebro. *Revista Jurídica de*

Navarra, nº 15. Homenaje al profesor Sancho Rebullida, enero-junio 1993.

Moreu Ballonga, J.L., *Aguas Públicas y Aguas Privadas.* Ed. Bosch, Barcelona, 1996.

Moreu Ballonga, J.L., Sobre la conveniente reforma de la Ley de Aguas. Observaciones al borrador de proyecto de ley de mayo de 1997. *Revista Aragonesa de Administración Pública,* nº 11. 1997.

MSC, *Calidad de las Aguas de Baño en España.* Año 1997. Serie de Informes Técnicos. Madrid, 1998.

Mujeriego, R., La reutilización planificada del agua: elemento básico de la gestión de los recursos hidráulicos. Incl. en *Recursos Hidrogeológicos y Recursos Hidráulicos no Convencionales.* Seminario de la UIMP de Santander, pp. 237-260. MOPTMA, 1994.

Munné, A., A. Solà, N. Prat, QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua,* num. 175. pp. 42-47. 1998.

Muñoz Bravo, J., Historical evolution of an ingenious hydraulic structure, incl.en *Reservoirs in River Basin Development.* pp.185-195. Balkema, Rotterdam, 1995.

Muñoz, C. y O. Robert, Caudales mínimos de mantenimiento. Aplicación práctica en la provincia de León, incl. en *Conferencia Regional del Agua. Jornada sobre caudales ecológicos y caudales de mantenimiento,* pp. 31-45, Ed. Confederación Hidrográfica del Duero. Valladolid, 1997.

Naredo, J.M., *La Evolución de la Agricultura en España (1940-1990).* reed. en Biblioteca de Bolsillo. Universidad de Granada, 1996.

Naredo, J.M., y F. Parra (comps.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales.* Siglo XXI. Madrid, 1993.

National Research Council (NRC), *Opportunities in the Hydrologic Sciences.* National Academic Press. Washington D.C. 1991.

Nieto García, A., *La ´nueva´ organización del desgobierno,* 2ª ed. Ariel. Madrid, 1996.

Nieto Llobet, A., El proyecto LINDE. *El campo,* num.132. Servicio de Estudios del BBV. Bilbao, 1995.

OCDE, *Eutrophication of Water: Monitoring, Assessment and Control.* Paris, 1982.

OCU. El agua del grifo. rev. *OCU-Compra Maestra,* num 198, feb. 1997.

Olivera, A., y A. Abellán. Las características de la población, Cap. 8 de R.Puyol (ed), *Dinámica de la población en España. Cambios demográficos en el último cuarto del siglo XX.* Ed. Síntesis. Madrid. 1997.

OMM. *Guide to hydrological practices.* Volume I. Data acquisition and processing. nº 168. Ginebra, 1981.

OMM. *Water Resources Assessment.* Ginebra, 1991.

ONU. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua.* Mar del Plata. Argentina. Marzo 1977. Contribs. españolas en Num. especial de la Revista de Obras Públicas, 3144. abril, 1977.

Ortega Cantero, N., El Plan Nacional de Obras Hidráulicas, incl. en *Hitos históricos de los regadíos españoles.* A. Gil Olcina y A. Morales Gil (coords.), serie Estudios, MAPA, 1992.

Ortega Cantero, N., El Plan General de Canales de Riego y Pantanos de 1902, incluido en *Planificación Hidráulica en España.* Ed. de A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Fundación Caja del Mediterráneo. 1995.

Ortiz de Tena, M.C., *Planificación Hidrológica.* Marcial Pons. Madrid, 1994.

Palau, A., Los mal llamados caudales ecológicos. Bases para una propuesta de cálculo. Revista OP, num. 28(2), pp. 84-95. 1994.

Pearce, D.W., y R.K. Turner, *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente,* Colegio de Economistas de Madrid-Celeste ediciones, 1995.

Pedrero, A. Las redes de medida en Hidrología. *Hidrología Mediterránea. Los Recursos Hídricos en los países mediterráneos.* Seminario Permanente Ciencia y Tecnología del Agua. Iberdrola Instituto Tecnológico. pp 75-79. Valencia, 1996.

Pérez Crespo, A. *Responsabilidad Patrimonial de la Administración Pública y del Estado Legislador: Especial Referencia al Trasvase Tajo-Segura.* Real Academia de Legislación y Jurisprudencia de Murcia. 1996.

Pérez de Oliva, F., *Razonamiento sobre la navegación del Guadalquivir.* (1524). Edición crítica y anotada por G. George Peale. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, 1987.

Pérez Pérez, E., *Propiedad, Comunidad y Finca Registral.* Ed. Colegio de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España. Centro de Estudios Registrales. Madrid, 1995.

Pérez Pérez, E., Marco legislativo a la gestión del agua de riego. Incl en *La gestión del agua de riego.* J.López Gálvez y J.M. Naredo (eds). Colección Economía y Naturaleza, nº 8. pp. 293-355, Fundación Argentaria. Madrid, 1997.

Pérez Pérez, E., *La propiedad del agua.* Ed. Marcial Pons. Madrid. 1998.Pérez Pérez, E., y A. Reverte Navarro, *Comentarios al Código Civil y Compilaciones Forales, Tomo V, vol. 3º. Arts. 407 a 427 del Código Civil y Ley de Aguas.* Editorial Revista de Derecho Privado. Madrid, 1991.

Pérez Picazo, M.T., y G. Lemeunier, *El Proceso de Modernización de la Region Murciana (siglos XVI-XIX).* Editora Regional de Murcia. 1984.

Pérez Picazo, M.T., y G. Lemeunier, Agua y Coyuntura Económica. Las Transformaciones de los Regadíos Murcianos (1450-1926). *Geocrítica* num. 58. Universidad de Barcelona. 1985.

Pérez Picazo, M.T., y G. Lemeunier, eds., *Agua y modo de producción.* Editorial Crítica, Barcelona, 1990.

Pérez-Díaz, V., J. Mezo y B. Álvarez-Miranda, *Política y economía del agua en España.* Ed. Círculo de Empresarios. Madrid, 1996.

PG. *II Plan de Desarrollo Económico y Social. Recursos hidráulicos,* Madrid, 1967.

Plata Bedmar, A., *Composición isotópica de las precipitaciones y aguas subterráneas de la Península Ibérica.* Monografías CEDEX. 1994.

Playán, E., J.M. Faci, J. Cavero, F. Dechmi y S. Lecina, Casos de estudio: ahorro de agua en los regadíos de Aragón, incl. en *Nuevas fuentes de suministro de agua.* 5ª Conferencia Internacional del Seminario Permanente Ciencia y Tecnología del Agua. Iberdrola Instituto Tecnológico. Valencia, 1999.

Postel, S., *El último oasis. Cómo afrontar la escasez de agua.* Ed. Apóstrofe. Barcelona, 1993.

Postel, S., *Reparto del agua. Seguridad alimentaria, salud de los ecosistemas y nueva política de la escasez.* Cuadernos Worldwatch. Bakeaz, Bilbao, 1997.

Prat, N., El agua en los ecosistemas. *El campo,* num.132. Servicio de Estudios del BBV. Bilbao, 1995.

Prat, N., Estado ecológico de los ecosistemas acuáticos en España, incl. en *Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas.* pp. 45-62. Zaragoza, sep. 1998.

Puigdefábregas, J., Erosión y desertificación en España. *El campo,* num.132. Servicio de Estudios del BBV. Bilbao, 1995.

Puyol, R. (editor). *Dinámica de la población en España. Cambios demográficos en el último cuarto del siglo XX.* Editorial Síntesis. Madrid. 1997.

Quintana Petrus, J.M., *Derecho de Aguas,* 2ª ed. Bosch, 1992.

Quintas, L. La base de datos hidrológicos HIDRO del CEDEX. *Ingeniería Civil,* num. 104. pp.117-126. Madrid, 1996.

Reed, W.J. Una introducción a la economía de los recursos naturales y su modelización, incl. en *Análisis económico y gestión de recursos naturales.* D. Azqueta y A. Ferreiro (eds). Alianza Economía, 1994.

Reisner, M., *Cadillac Desert. The American West and Its Disappearing Water,* Penguin Books, 1986.

Rico, A., J. Olcina, V. Paños, y C. Baños, *Depuración, desalación y reutilización de aguas en España.* Oikos-Tau, Barcelona, 1998.

Rivera, J.A., *Acequia culture. Water, land, & community in the southwest.* University of New México Press, Alburquerque, NM, 1998.

Rodríguez Osuna, J., *Población y territorio en España.* Ed. Espasa-Calpe. Madrid, 1985.

Rodríguez-Iturbe, I., Dinámica no-lineal de la humedad del suelo en la relación entre clima e hidrología. *Ingeniería Civil,* num. 82. pp. 15-22. Madrid, 1991.

Romero González, J., El Plan Nacional de Obras Hidráulicas. Precedentes y Condicionantes, incluido en *Planificación Hidráulica en España.* Ed. de A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Fundación Caja del Mediterráneo. 1995.

Romero, C., *Economía de los recursos ambientales y naturales.* Alianza Economía. Madrid. 1994.

Romero, J., y C. Giménez (eds), *Regadíos y estructuras de poder.* Instituto de Cultura Juan Gil-Albert. Diputación Provincial de Alicante. 1994.

ROP, El Delta del Ebro, *Revista de Obras Públicas,* num. monográfico 3368, sep. 1997.

Rosa Moreno, J., Evaluación de impacto ambiental de las obras hidráulicas, incl. en A. Embid Irujo (Director), *Gestión del agua y medio ambiente.* Civitas. Madrid, 1996.

Rosenzweig, C., y D. Hillel, *Climate Change and the Global Harvest.* Oxford University Press. 1998.

Ruíz, J.M., *Modelo distribuido para la evaluación de recursos hídricos.* Monografías CEDEX, Madrid, 1999.

Ruiz-Funes García, M., *Derecho Consuetudinario y Economía Popular de la Provincia de Murcia.* 1916. Reimpres. Academia Alfonso X el Sabio, Murcia, 1983.

Sáenz Lorite, M. *Geografía agraria. Introducción a los paisajes rurales.* Ed. Síntesis. Madrid, 1990.

Sáenz, C., Sustrato histórico de los usos del agua en España. incl. en *Política Hidráulica,* MOPT, 1992.

Sahuquillo Herráiz, A., Posibilidades del uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas en la planificación hidráulica. *Las aguas subterráneas en las cuencas del Ebro, Júcar e Internas de Cataluña y su papel en la planificación hidrológica.* Asociación Internacional de Hidrogeológos–Grupo Español. Actas de las Jornadas de Lleida, 1996.

Sala, Ll. y M. Serra, Experiència pràctica y situació actual de la reutilització de l'aigua en el Consorci de la Costa Brava, incl. en *Jornadas Técnicas. La gestión del agua regenerada.* (R. Mujeriego y Ll. Sala eds.) pp. 15-27. Consorcio de la Costa Brava. Palamós, jun. 1998.

Sánchez Blanco, A., Usuarios e intereses generales en l Ley de Aguas de 985. La dinámica entre un modelo de producción agrario y el equilibrio intersectorial y los intereses generales. *REDA,* num. 45, pp.25-44, 1985.

Sánchez González, A. Evaluación de la demanda, incl. en *Conceptos y métodos para la planificación hidrológica.* J. Andreu (ed.). CIMNE, Barcelona, 1993.

Sánchez González, A. Problemas actuales y potenciales: recursos y explotación. *Jornadas sobre el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas.* Organizadas por el Club del Agua Subterránea. Madrid, 1995.

Sánchez López, J.L. La sequía y los abastecimientos urbanos. Incluido en el volumen *Las sequías en España.* CEDEX. Madrid. 1995.

Sánchez Morón, M., Ordenación del territorio, urbanismo y medio ambiente en el anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional. *Revista de Administración Pública,* num. 131, pp.35-60. mayo-agosto 1993.

Sánchez-Mata, D., y V. de la Fuente, *Las riberas de agua dulce.* Unidades Temáticas Ambientales. MOPU, 1986.

Sanz Pérez, E., La regulación de los manantiales y su incidencia en España. *Boletín Geológico y Minero,* T. XCVIII-VI, 1987.

Sanz Pérez, E., Los manantiales de España: clasificación según caudales y litologías y estimación de sus aportaciones. *Boletín Geológico y Minero,* Vol. 106-1, 1995.

Sanz Pérez, E., Captaciones y uso del agua para abastecimiento público en la zona rural de España. *Revista de Obras Públicas,* num. 3345. Julio-Agosto 1995.

Sanz Pérez, E., *El karst del sur y oeste del Moncayo.* Tesis doctoral. Boletín de Información y Estudios del Servicio Geológico nº 47. 159 páginas, 1987.

Sanz, F.J. y A. Martínez, Utilización de la inventariación fluvial en la aplicación de la metodología IFIM, incl. en *I Congreso sobre Caudales Ecológicos,* APROMA, Tarrassa, 1999.

Saura, J., La modernización de regadíos. *El campo,* num.132. Servicio de Estudios del BBV. Bilbao, 1995.

Segura, R., Consideraciones sobre los recursos hídricos no convencionales en el PHN. incl. en *Economía y racionalización de los usos del agua.* pp. 211-218. Seminario de la UIMP de Santander. MOPT, 1996.

Senent Alonso, M., *La recarga artificial de acuíferos.* Tesis Doctoral. E.T.S. de Ingenieros de Minas. Madrid. 1985.

SEO/BirdLife, *Ríos de vida. El estado de conservación de las riberas fluviales en España.* (C.Ibero), Madrid, 1996.

SEO/BirdLife, *Plan Delta XXI. Directrices para la conservación y el desarrollo sostenible en el Delta del Ebro.* (C.Ibáñez y cols.), Tarragona, 1997.

Serrano Sanz, J.M., E. Bandrés, M.D. Gadea, y J. Sanau, *Desigualdades Territoriales en la Economía Sumergida.* Confederación Regional de Empresarios de Aragón. Zaragoza, 1998.

SGOP-UPV, *Utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas,* coord M. Varela, dir. A. Sahuquillo. Madrid, 1983.

Solís, C., *Los Caminos del Agua. El Origen de las Fuentes y los Ríos.* Biblioteca Mondadori, 1990.

Sumpsi, J.M., A. Garrido, M. Blanco, C. Varela, y E. Iglesias, *Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura.* MAPA-Mundiprensa, Madrid, 1998.

Tamames, R. y A. Rueda, *Estructura Económica de España,* (23ª edición) Alianza Universidad Textos-Banco Urquijo, 1997.

Tello, B., y F. López Bermúdez. *Los lagos.* Guía Física de España. Alianza Editorial. Madrid. 1988.

Thót, J., Mapping and interpretation of field phenomena for groundwater reconnaissance in a prairie environment, *Bulletin International Association of Scientific Hydrology,* 9, 20-68. Canadá, 1966.

Tió, C., La Política Agraria Común y los nuevos regadíos. *Revista de Estudios Agrosociales,* num.1-1997.

Tomlin, C. Dana., *Geographic Information Systems and Cartographic modeling.* Prentice Hall, 1990.

Torobin, M., Tools for source water protection: Regulation and Incentives, actas del *Source Water Protection Symposium,* San Francisco (USA), oct 1998.

UNESA. *Comparación de los precios de la electricidad en los países de la Unión Europea.* Madrid. 1998b.

UNESA. *Memoria Estadística Eléctrica 1997.* Madrid, 1998a.

UNESCO. *Carte de la repartition mondiale des régions arides.* Paris. 1979.

USACE (U.S. Army Corps of Engineers), Federal Perspective for Flood-Damage-Reduction Studies. Cap.27 de *Water Resources Handbook,* L.W. Mays, McGraw Hill, 1996.

USDA. *Soil Classification. A comprehensive system. 7th approximation.* Soil Conservation Service, Soil Surbvey Staff. 1960.

USDA. *Supplement to soil classification system (7th approximation).* Soil Conservation Service, Soil Surbvey Staff. 1967.

Valero de Palma, J., La opinión del usuario del agua, incl. en *Economía y racionalización de los usos del agua.* Seminario de la UIMP de Santander. MOPT, 1996.

Vallarino, E. *Tratado Básico de Presas.* Colección SEINOR, num. 11. Colegio de I.C.C.P.-Servicio de publicaciones de la ETSICCP. Universidad Politécnica de Madrid. 1991.

Vallee, B.L. *El alcohol en el mundo occidental.* Investigación y Ciencia, 263 (56-61), agosto 1998.

Varela, M., Gestión de recursos hídricos y desarrollo sostenible. APHR. *2º Congresso da Água em Portugal.* Lisboa, abril 1994.

Velarde, J., *Hacia otra economía española.* Ed. Espasa, Madrid, 1996.

Velarde, J., La habitación del Barba Azul español. *Época,* 1998.

Vera Rebollo, F., Los recursos hídricos como factor condicionante del desarrollo turístico en el litoral alicantino, incl. en *Demanda y Economía del Agua en España,* ed. A. Gil Olcina y A. Morales Gil. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante. CAM-Diputación de Alicante. 1988.

Vergara Blanco, A., *Derecho de Aguas,* 2 vols., Editorial Jurídica de Chile, Santiago, 1998.

Vilar, P., Presentación del libro *Agua y modo de producción,* M.T. Pérez Picazo y G. Lemeunier (eds.), Editorial Crítica, Barcelona, 1990.

Villalba Sánchez, J. Sequía. Afección al sector eléctrico. Incluido en CEDEX (1995) *Curso sobre Las sequías en España.* Madrid. 1995.

Villarroya Aldea, C., *La delimitación del dominio público hidráulico y de sus zonas inundables. El proyecto LINDE.* Madrid, 1997.

Villarroya Aldea, C., Sistema de gestión de la demanda del agua de usos urbanos. Aplicación en Alicante. *XVIII Jornadas de la AEAS.* Alicante, 1998.

Vinuesa, J., El crecimiento de la población y los desequilibrios en la distribución espacial, Cap. 7 de R.Puyol (ed), *Dinámica de la población en España. Cambios demográficos en el último cuarto del siglo XX.* Ed. Síntesis. Madrid. 1997.

Viñuales, V., Zaragoza, ciudad ahorradora de agua. *Tecnoambiente,* nº 79, pp. 51-53, ene/feb. 1998.

Zamora, F., El futuro de la población española, Cap. 9 de R.Puyol (ed), *Dinámica de la población en España. Cambios demográficos en el último cuarto del siglo XX.* Ed. Síntesis. Madrid. 1997.