

# **RESUMEN EJECUTIVO**

## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO TOCOMA**

### **1 INTRODUCCION**

El presente documento representa el Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma, el cual ha sido elaborado en cumplimiento de lo estipulado en el Decreto N° 1257, publicado en la Gaceta Oficial N° 35496 Extraordinario de fecha 25 de abril de 1996, referido a las “Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente“. El contenido del EIA del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma ha sido desarrollado en concordancia con el documento de Términos de Referencia del citado proyecto, aprobado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN) en el Oficio N° 77-01-45-601/98 de fecha 23 de julio de 1998.

El desarrollo hidroeléctrico del Bajo Caroní encomendado a CVG EDELCA hace más de 30 años implica la construcción y operación de cuatro grandes embalses en escalera a lo largo de los últimos 200 kilómetros del río Caroní: Guri, Tocoma, Caruachi y Macagua.

Actualmente operan las centrales hidroeléctricas Guri y Macagua, mientras la Presa Caruachi se encuentra en proceso de construcción y cuando se finalice el Proyecto Hidroeléctrico Tocoma, serán concluidas las obras de infraestructura asociadas al desarrollo hidroeléctrico del Bajo Caroní. Tocoma estará ubicada en un tramo de aproximadamente 22 km aguas abajo de Guri, entre las presas Caruachi y Guri.

El EIA del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma contiene una descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades con efectos potenciales sobre el ambiente. Presenta la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, que abarca los medios físico, biótico y socio-económico. Se realiza además un análisis de la sensibilidad natural del área, la identificación, evaluación y descripción de impactos potenciales que generará el proyecto, así como la proposición de medidas con criterios ambientales con el fin de corregir, prevenir o minimizar los impactos identificados.

Finalmente, en el estudio se desarrolla el Programa de Seguimiento Ambiental y los Lineamientos del Plan de Supervisión Ambiental, ambos elaborados tanto para la etapa de construcción como para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. Adicionalmente, se incluyen anexos cartográficos y otros documentos que sustentan el estudio.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 Objetivos del Proyecto

El aprovechamiento integral del potencial hidroeléctrico del Bajo Caroní ha sido encomendado a la empresa CVG Electrificación del Caroní, C.A. (CVG EDELCA), y se completará con la construcción del Complejo Hidroeléctrico Tocoma el cual una vez culminado, será capaz de generar 2160 Mw de energía eléctrica, que se incorporarán al Sistema Interconectado Nacional.

El Complejo Hidroeléctrico Tocoma, conjuntamente con los complejos hidroeléctricos Guri, Caruachi y Macagua, integrará el sistema de suministro de energía hidroeléctrica más importante de Venezuela, supliendo las necesidades de energía eléctrica de la industria regional y del resto del país.

### 2.2 Justificación del Proyecto

Entre las razones por las que se justifica el proyecto Hidroeléctrico Tocoma están:

- ✓ Elemento dinamizador de la economía regional y nacional
- ✓ A corto plazo la construcción de las obras genera una gran cantidad de empleos directos e indirectos
- ✓ A mediano y largo plazo este complejo hidroeléctrico en unión a Guri, Caruachi y Macagua, garantiza un suministro seguro de energía eléctrica para la zona.
- ✓ La seguridad de abastecimiento de energía eléctrica es un factor primordial para la instalación y ampliación de industrias en la región de Guayana.

A escala nacional, el Complejo Hidroeléctrico del Bajo Caroní genera aproximadamente el 72% de la electricidad consumida actualmente en el país. Los desarrollos hidráulicos permiten diversificar la oferta energética del país, brindan flexibilidad operacional al Sistema Interconectado Nacional y permiten la industrialización de los hidrocarburos fósiles ahorrados de la generación de energía termoeléctrica.

### 2.3 Localización del Proyecto

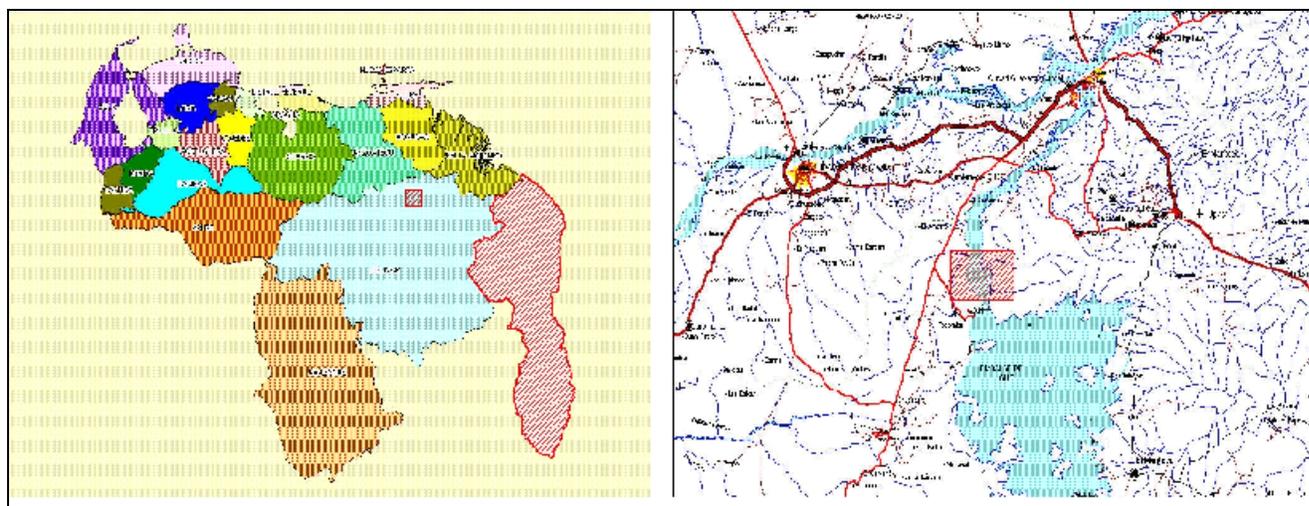
El proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma se ubica en el sector sur-oriental de Venezuela, en el noreste del estado Bolívar, aproximadamente a 18 km aguas abajo de la represa Raúl Leoni, en la desembocadura del río Claro en el río Caroní y al sur del embalse Caruachi.

El área de influencia del proyecto incluye parte de los municipios Piar, Caroní, Heres, Raúl Leoni. El Proyecto se localiza entre los paralelos 7°21'53" y 8°11'00" latitud norte y los meridianos 63°24'27" y 62°29'50" longitud oeste.

Hidrográficamente, el proyecto está limitado al oeste por las divisorias de la cuenca del río Claro; al este por el río Cunaguaro; al norte por el conjunto de microcuencas del sector más bajo del río Caroní que drenan al embalse Caruachi y al sur por las microcuencas que drenan al embalse Guri.

En la Figura 1, se presenta la ubicación del proyecto del Complejo Hidroeléctrico Tocoma a escala nacional y regional.

**Figura 1. Localización del Complejo Hidroeléctrico Tocoma**



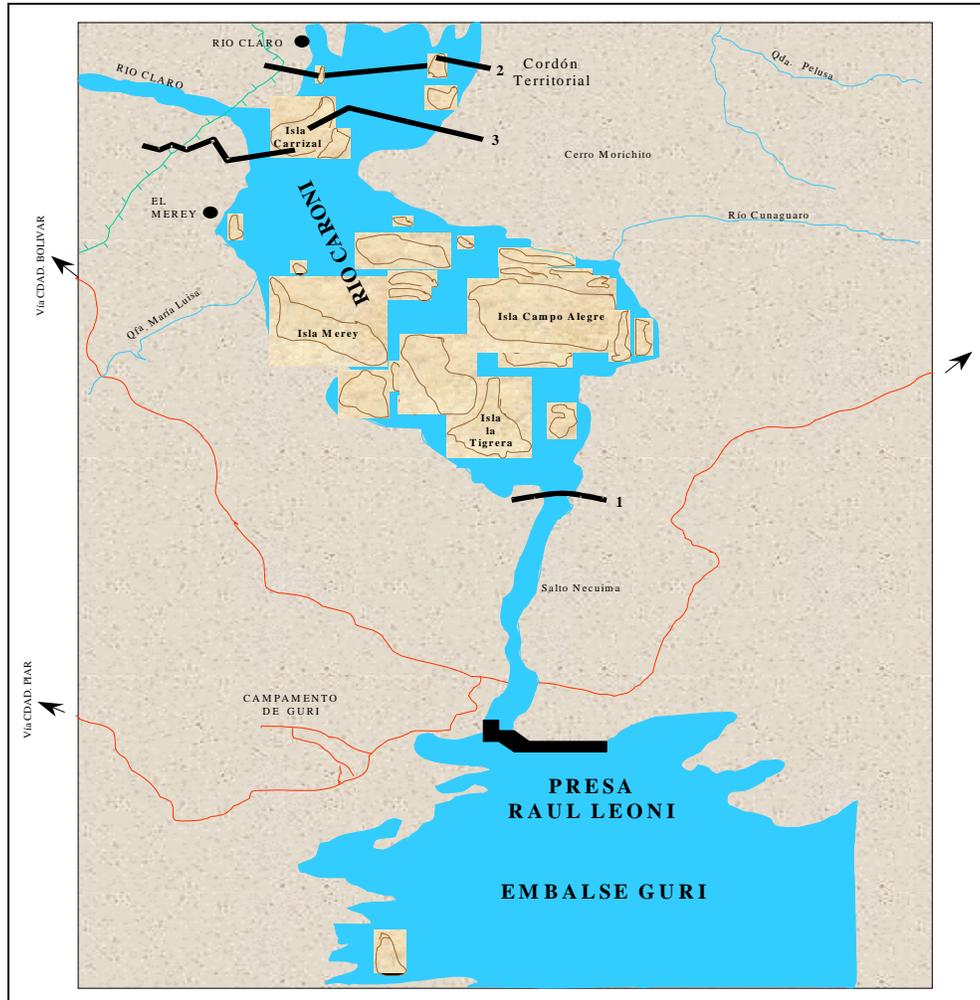
Fuente: AmbioConsult, C.A.

## 2.4 Análisis de Alternativas

Para la ubicación de la presa Tocoma se evaluó un tramo del río de aproximadamente 22 km, ubicado entre Caruachi y Guri. Fueron identificados tres sitios posibles de presa, denominados Tocoma, Terecay y Claro, los cuales fueron evaluados de acuerdo a sus características físicas, factibilidad del acceso, viabilidad y costo del cauce provisional, así como viabilidad ambiental.

La Figura 2 muestra la ubicación de cada sitio en el área evaluada.

**Figura 2. Alternativas de Ubicación Planteadas**



Fuente: EDELCA, 1998

De acuerdo al análisis realizado, la alternativa N° 3: Sitio Terecay fue la seleccionada y consiste en la ubicación del sitio de presa antes de la desembocadura del río Claro en el río Caroní, con el estribo derecho en la cordillera Terecay cruzando el río, apoyándose en varias islas, mientras que el estribo izquierdo está ubicado sobre las colinas de pendientes suaves de la margen izquierda del Caroní.

En resumen, el sitio Terecay, fue seleccionado en razón de poseer el mejor balance desde el punto de vista ambiental, económico y de viabilidad técnica. La afectación de recursos naturales puede ser controlada en forma efectiva durante la construcción, tiene relativamente baja

## RESUMEN EJECUTIVO

afectación de infraestructura por la inundación del embalse, y permite la conservación de la vegetación riparia del río Claro.

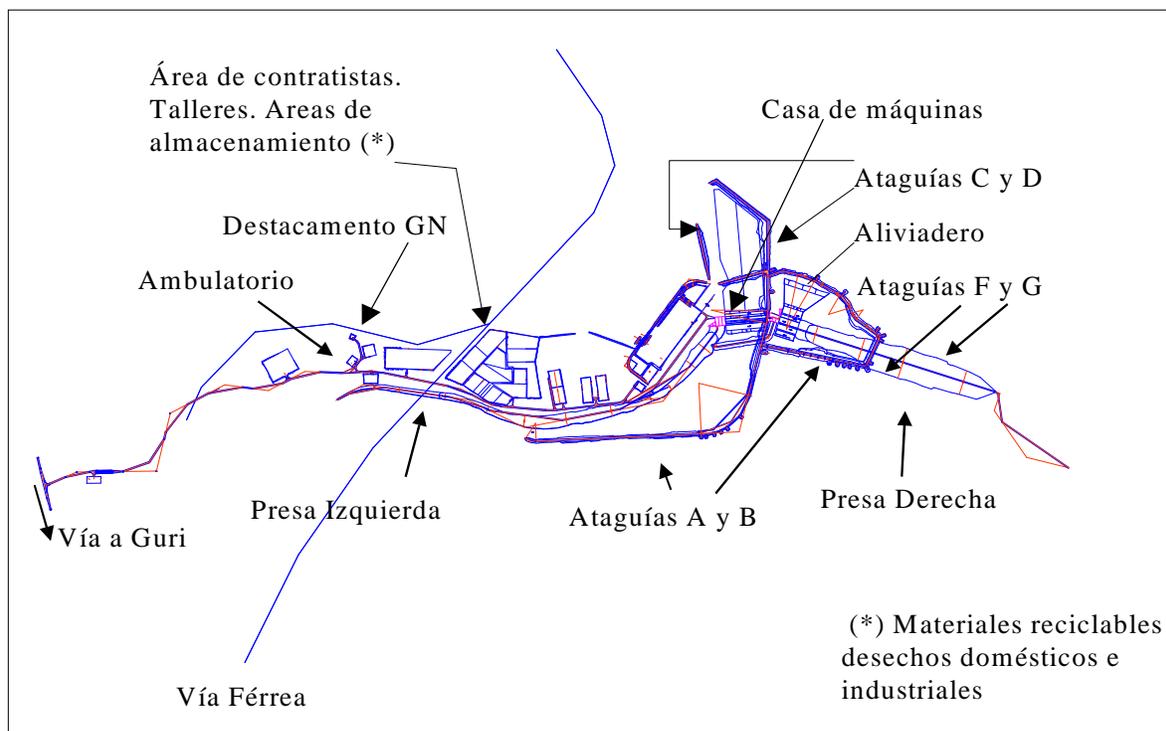
En el EIA del proyecto se explican todas las ventajas que comprende esta selección.

### 2.5 Componentes del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma

El proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma está integrado por una serie de estructuras que permitirán represar las aguas del río Caroní para conducir las a través de turbinas generadoras ubicadas en la casa de máquinas con la finalidad de generar energía eléctrica.

La Figura 3, muestra la ubicación relativa de los componentes más importantes del proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma, mientras que en el Cuadro 1, se presenta el resumen de las características más importantes.

**Figura 3. Ubicación de los Componentes Principales del Proyecto.**



Fuente: EDELCA, 1998

**Cuadro 1. Resumen del Proyecto.**

Componente del Proyecto	Parámetro	Valor	
Embalse	Nivel Máximo Infrecuente	129,50 msnm	
	Nivel Mínimo de Operación	125,75 msnm	
	Nivel Normal de Operación	128 msnm	
	Area a Nivel Normal	85km <sup>2</sup>	
	Volumen a Nivel Normal	1.655 millones m <sup>3</sup>	
	Creciente Máxima Probable	30.000 m <sup>3</sup> /seg	
Presas de Concreto	Elevación	131,00 msnm	
Transición: Izquierda, Intermedia, Derecha	Altura máxima desde la fundación	65 m	
	Longitud total	287,5 m	
	Volumen de Concreto	300.000m <sup>3</sup>	
Aliviadero	Longitud	175,86m	
	Tipo de Compuertas (de superficie)	Radiales	
	Elevación	107,30 msnm	
	Tamaño de compuertas	15,24 x 21,66m	
	Capacidad Máxima	30.000 m <sup>3</sup> /seg	
	Ductos de fondo (para desvío del río)	18 de 5,50 x 9,00m	
	Elevación Tope	131 msnm	
	Volumen de Concreto	250.000m <sup>3</sup>	
	Casa de Máquinas integrada a la Estructura de Toma y Nave de Montaje	Longitud	450m
		Número de Unidades	12
Volumen de Concreto		1,14 millones m <sup>3</sup>	
Presa Derecha	Longitud de la cresta	1.800m	
	Elevación	132 msnm	
	Ancho de la cresta	8,00m	
	Altura máxima desde la fundación	80 m	
	Volumen de Relleno	8 millones m <sup>3</sup>	
Presa Izquierda	Longitud de la cresta	3.800m	
	Elevación	132 msnm	
	Ancho de la cresta	8,00m	
	Altura máxima desde la fundación	50 m	
	Volumen de Relleno	5,2 millones m <sup>3</sup>	
Turbinas	Número	12	
	Tipo	Kaplan	
	Caída neta	35,30 m	
	Potencia	180 MW	
	Capacidad	196 MVA	
	Velocidad	94,74 rpm	
	Voltaje nominal	13,8 kV	
Generadores	Número	12	
	Tipo	Paraguas	
	Capacidad Nominal por Unidad	220 MVA	
	Voltaje Nominal	13,8 Kv	

RESUMEN EJECUTIVO

Componente del Proyecto	Parámetro	Valor
	Número de Fases	3
	Factor de Potencia	0.85
Transformadores	Número	6
	Capacidad Nominal	220/220/440 MVA
	Voltaje Nominal	13,2/13,2/400 Kv

Fuente: EDELCA, 2000.

El material requerido para la obra consiste básicamente de roca, arcilla y granzón. Para su obtención se han dispuesto canteras y áreas de préstamo ubicadas en el sitio de construcción. En el Cuadro 2, se identifica el tipo de material y la cantidad disponible en cada uno de estos sitios.

**Cuadro 2. Resumen de Material Disponible en el Área.**

Area	Tipo de Material	Cantidad Disponible (m <sup>3</sup> )
Préstamo N°1	S	420.000
Préstamo N°2	S	1.026.200
Préstamo N°4	S	200.000
Préstamo N°5	S	4.870.000
Area de Contratistas	S	500.000
Alcabala. Guardia y Polvorín	S	12.000
Contratista 104(31) y Edificio de Inspección	S	10.000
Fundación Presa Izquierda	S	480.000
Préstamo N°3	G	128.700
Préstamo N°6	G	42.000
Cantera N°1	R	140.000
Cantera N°2	R	275.000
Cantera N°3	R	3.937.500
Cantera N°4	R	1.500.000
Cantera N°5	R	1.005.000
Area de Contratistas	R	80.000
Subestación, primario y ataguía planta	R	47.000
Carretera de acceso	R	10.000
Casa de Máquinas	R	1.950.000
Aliviadero + Pozo + Trampa de Sedimentos	R	1.000.000
Presa de Transición Izquierda	R	10.000
Presa de Transición Derecha	R	8.000
Canal de descarga	R	1.990.000
<b>TOTAL</b>	S	<b>7.518.200</b>
	G	<b>170.700</b>
	R	<b>11.952.500</b>

Fuente: EDELCA, 2000.

**Leyenda:**

## RESUMEN EJECUTIVO

---

S = arcilla

R = roca

G = granzón

Los sitios de préstamo y de canteras han sido seleccionados de forma tal que no serán visibles una vez que la presa se encuentre en operación, con la excepción de la cantera N° 1.

- *Zonas de disposición de desechos.* Para la disposición de los desechos de la obra, el contratista conjuntamente con EDELCA, establecerá las áreas durante la ejecución de la obra en las cuales se depositarán los desechos. Se prevé que los escombros sean dispuestos en un área dentro de la zona de inundación de la represa, a seleccionar en función de sus condiciones adecuadas de seguridad ambiental y laboral. En esta zona se descargarán todos aquellos desechos no peligrosos y voluminosos tales como escombros, suelo excesivamente húmedo, roca descompuesta, pedazos de cabillas, madera y material de embalaje que no represente peligro alguno al ambiente.

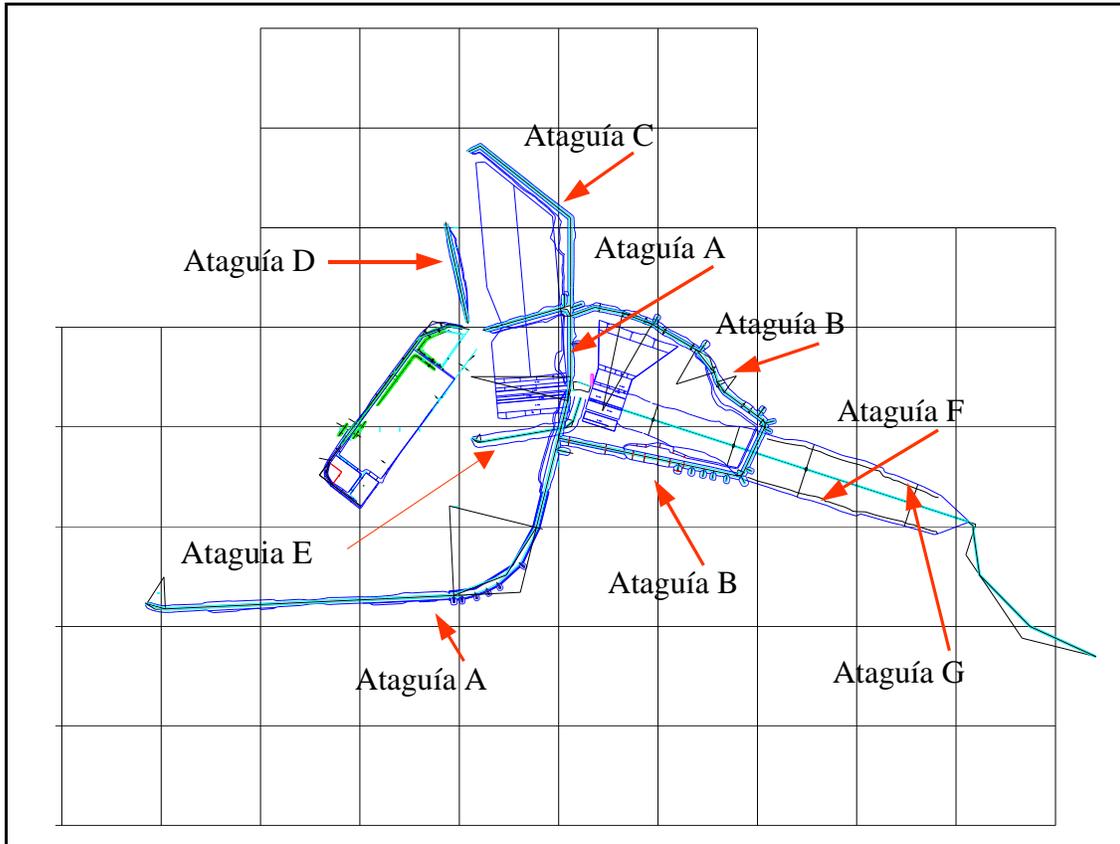
Adicional a esta área, cada contratista está obligado a designar una zona dentro de su ámbito de responsabilidad para la disposición de desechos domésticos, así como para el manejo y almacenaje de los desechos industriales tales como pilas y baterías gastadas, aceites usados y aquellos otros que se encuentran establecidos en el Decreto 2635. Esta zona será autorizada por EDELCA y se ubicará dentro del área general de uso de los contratistas. EDELCA ha establecido que cada contratista que estará efectuando labores será el responsable por el manejo, almacenaje y disposición de los desechos domésticos generados en su área.

- *Ataguías:* Con la finalidad de cerrar el paso del río Caroní al río Claro y encauzarlo hacia el área donde estará ubicado el aliviadero, se construirá una ataguía o dique temporal (Ataguía A), con una cota máxima de 101 msnm. La Ataguía A cerrará el paso del agua entre la margen izquierda del río Caroní, la isla Carrizal y la isla la Pollera. La finalidad de esta ataguía es permitir el inicio de obras en la zona donde estará la casa de máquinas. Posteriormente se hará la Ataguía B, con lo cual se podrá achicar el área donde estará ubicado el aliviadero e iniciar obras en esta área.

Previo al represamiento final, se harán las ataguías C y D, las cuales permitirán concluir la excavación del canal de descarga. Posteriormente se construirá la Ataguía E (opcional, si se requiere) y se iniciará el ensamblaje de turbinas y generadores en la casa de máquinas.

Las últimas Ataguías son la F y G, las cuales crearán el represamiento final del río Caroní y permitirán la construcción de la presa derecha. La ubicación de las ataguías se muestra en la Figura 4.

**Figura 4. Ubicación de las Ataguías.**



Fuente: EDELCA, 1998.

Por otra parte, para la construcción y operación del Complejo Hidroeléctrico Tocoma hacen falta construcciones secundarias en las cuales operarán las subcontratistas y la Guardia Nacional, entre las más importantes están las siguientes:

- Vías de acceso al sitio de construcción
- Alcabala, destacamento de la guardia y polvorín.
- Planta de construcción,
- Subestación eléctrica
- Talleres, parques de materiales y oficinas.

## RESUMEN EJECUTIVO

### 2.6 Etapas del Proyecto

En forma general se pueden establecer ocho etapas del proyecto desde el punto de vista de las obras civiles, las cuales están descritas detalladamente en el EIA del proyecto, estas etapas son:

- ✓ Etapa 1: Construcción de la Ataguía A.
- ✓ Etapa 2: Construcción de la Ataguía B.
- ✓ Etapa 3: Construcción de las ataguías C y D.
- ✓ Etapa 4: Construcción de la presa izquierda.
- ✓ Etapa 5: Construcción de las ataguías E, F y G.
- ✓ Etapa 6: Culminación de la presa izquierda.
- ✓ Etapa 7: Culminación de la presa derecha.
- ✓ Etapa 8: Puesta en marcha.

### 2.7 Relación del Proyecto con Otros Proyectos en el Area

El Proyecto del Complejo Hidroeléctrico Tocoma está íntimamente ligado al de los otros tres complejos hidroeléctricos del Bajo Caroní, y está inmerso dentro de los planes de desarrollo de Guayana impulsados por C.V.G.

El desarrollo hidroeléctrico del Bajo Caroní le fue encomendado a CVG - EDELCA hace más de 30 años, e implica la operación de cuatro presas grandes, Guri, Tocoma, Caruachi y Macagua, ubicadas consecutivamente a lo largo de los últimos 100 km del río. Estas cuatro represas formarán una escalera de más de 250 m de desnivel entre todas sus etapas.

### 2.8 Insumos y Servicios Requeridos

En el Cuadro 3 a continuación, se presentan los insumos requeridos para la ejecución del proyecto.

**Cuadro 3. Insumos del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma.**

Material	Origen	Cantidad Requerida
Material Impermeable	En el sitio	7.518.200 m <sup>3</sup>
Enrocamiento	En el sitio	11.952.500 m <sup>3</sup>
Granzón Natural	En el sitio	170.700 m <sup>3</sup>
Concreto	El cemento provendrá de centros cementeros	1.620.000 m <sup>3</sup>
Masivo		447.000 m <sup>3</sup>
Estructural		1.215.000 m <sup>3</sup>
Acero	Pto. Ordaz	67.000 Ton
Combustible	Pto Ordaz, Ciudad Bolívar	N/F
Lubricantes	Pto Ordaz, Ciudad Bolívar	N/F
Agua	En el sitio	N/F

N/F: No hay información disponible hasta la fecha.

Fuente: EDELCA, 2000.

## RESUMEN EJECUTIVO

---

### 2.9 Fuentes Potenciales de Generación de Contaminantes al Ambiente

De acuerdo a las actividades a ser efectuadas, se han identificado como procesos generadores de contaminantes los siguientes:

- Construcción de vías de acceso y aperturas de picas
- Movimiento de tierra asociados al uso de canteras y áreas de préstamo
- Movimiento de tierra asociado a la excavación principal, canal de alivio y la casa de máquinas.
- Construcción de ataguías y presas
- Preparación y vaciado de concreto para las estructuras de la casa de máquinas, presa izquierda, canal principal y aliviadero.
- Instalación de equipos y compuertas

Los principales efectos sobre el ambiente son la generación de emisiones de material particulado asociado a los movimientos de tierra, voladuras y al paso de la maquinaria pesada por áreas descubiertas. En el caso de la afectación a los cuerpos de agua, por el arrastre de sedimentos asociados al movimiento de tierra, achique de las áreas inundadas, así como por la descarga de efluentes tratados en las áreas donde existan actividades administrativas del proyecto.

Como potencial contaminación a los suelos, se encuentra la generación de desechos domésticos e industriales. Entre los desechos industriales se encuentran aceites y lubricantes usados, cauchos, baterías y pilas gastadas, material de embalaje, encofrados gastados y escombros.

### 2.10 Medidas Ambientales

EDELCA ha contemplado la variable ambiental como parte del diseño del proyecto hidroeléctrico. Entre las consideraciones ambientales están:

- Ubicación de las áreas de préstamo y canteras dentro del área de inundación de la represa, de manera tal que una vez que ésta alcance su nivel normal de operación estas áreas se encuentren inundadas.
- Se incluyó una trampa de sedimentos anterior al aliviadero.
- Se designarán áreas específicas de almacenamiento de materiales y desechos dentro del área de contratistas. Los desechos serán extraídos del área para su disposición en sitios adecuados y los materiales aprovechables por terceros serán negociados.

## RESUMEN EJECUTIVO

---

- EDELCA será responsable de las actividades del Proyecto Tocoma y conjuntamente con los contratistas velará por el adecuado manejo y disposición de desechos generados, incluyendo los de índole doméstica.
- Por otra parte, EDELCA designará sectores dentro del área de inundación, para la disposición de material no peligroso como escombros, pedazos de cabillas y acero, maderas, material de embalaje y materiales no aptos para los rellenos, cumpliendo con el Decreto 2216 Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos, G.O N° 4418 Ext. del 27/4/92.
- Como parte del aprovechamiento del recurso afectado, EDELCA considera el uso de parte del material forestal generado por la deforestación en las áreas a ser intervenidas, previa autorización del M.A.R.N.

### 2.11 Aspectos Económicos del Proyecto

El Complejo Hidroeléctrico de Tocoma, según las estimaciones del Departamento de Especificaciones y Estimaciones de Costos de C.V.G. EDELCA, requiere de una inversión total de 1.200 millones de US\$ a lo largo de 14 años. Expresados estos en dólares equivalentes a 1996 y con una paridad cambiaria de 475,50 Bs./US\$.

La inversión anual alcanza su máximo en el año 2005, cuando se invertirán 207 millones de US\$, sin considerar imprevistos.

### 2.12 Cronograma de Ejecución

La construcción del proyecto durará 13 años, entre su fase inicial y la última obra necesaria. Comenzando por la carretera de acceso y culminando con la puesta en marcha de la última turbina con su generador.

En el Cuadro 4 se muestra la duración de cada una de las Etapas del Proyecto.

### 2.13 Generación de Empleo

La construcción del Complejo Hidroeléctrico Tocoma requiere personal técnico y obrero, especializado y no especializado, para su consecución. Se estima un requerimiento mínimo de 750 personas trabajando, en las fases iniciales y finales, con un máximo de 3.000 personas trabajando en la fase de vaciado de concreto.

Durante la operación de la presa Tocoma, se estima una fuerza de trabajo de unas cien (100) personas entre personal técnico y administrativo.

RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 4. Cronograma Tentativo del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma.**

			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Descripción</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>															
Perforaciones exploratorias	Sep-00	Abr-01	////	////													
Carretera de Acceso, Ataguías A,B,C y D (Etapas 1, 2 y 3)	Abr-01	May-03		////	////	////	////										
Excavación Casa de Máquinas (Etapa 1)	May-03	May-08			////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Presa de Enrocamiento Izquierda (Etapa 4)	May-03	May-08			////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Construcción Casa de Máquinas, Aliviaderos y Presas de Concreto (Etapas 2 a 6)	Sep-04	Dic-10					////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Ataguías E Y F, Presa enrocamiento derecha (Etapas 5,6 y 7)	Abr-08	Abr-10									////	////	////	////	////	////	////
Instalación de Turbinas, Generadores, Transformadores	Mar-05	Mar-12						////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Instalación de Equipos en Aliviadero	Ene-06	Feb-08						////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Instalación de Equipos para Compuertas de Toma	Ene-06	Sep-09						////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Compuertas de Tubos de Aspiración	Ene-08	Sep-10								////	////	////	////	////	////	////	////
Equipos electromecánicos Misceláneos	Ene-07	Sep-11							////	////	////	////	////	////	////	////	////
Primera Operación Comercial	Abr-11	Abr-11															//

Fuente: EDELCA, 2000

## RESUMEN EJECUTIVO

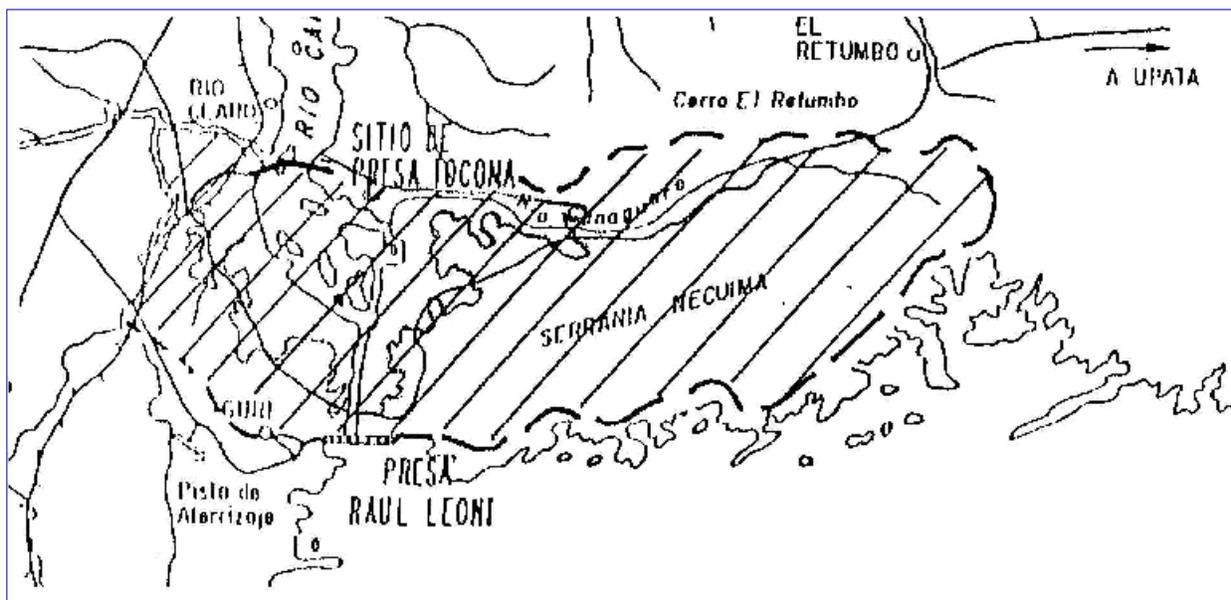
### 3 CARACTERIZACION AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### 3.1 Area de Influencia del Proyecto

Para realizar la caracterización ambiental, en primer lugar se definieron dos (2) áreas de influencia del proyecto, una directa que coincide con el área de inundación de la represa bajo la cota 128m, y una indirecta que coincide aproximadamente con la cuenca que drena hacia la represa Tocoma y está enmarcada dentro del ámbito espacial señalado a continuación:

- Lado izquierdo del río Caroní: incluye el área delimitada por la margen sur del río Claro hasta su confluencia con el río Tocoma, y a partir de allí, al sur hasta la confluencia de éste con el río Tocomita, siguiendo la delimitación por la divisoria de aguas del Cerro María Luisa hasta su cierre, al oeste del sitio de Presa Raul Leoni.
- Lado derecho del río Caroní: incluye la divisoria de aguas de la Serranía Quiribay, siguiendo las correspondientes a los ríos Cunaguaro, Retumbo, Guaricoto y Quebrada Pelusa, continuando luego por la divisoria de aguas del Cerro Morichito hasta el cierre con el Caroní, aguas abajo del sitio de Presa Tocoma. En la Figura 5, se presenta la delimitación del área de influencia del proyecto.

**Figura 5. Area de Influencia del Proyecto.**



Fuente: EDELCA, 2000.

RESUMEN EJECUTIVO

### 3.2 Caracterización del Medio Físico-Biótico

#### 3.2.1 Clima

La descripción del clima específico del área de influencia del proyecto se basó en el análisis de los registros de la estación climatológica Guri-Las Babas, la cual fue considerada como patrón.

En general, la distribución de la precipitación en el área presenta un valor máximo en el año, que normalmente se registra en el mes de julio con promedio de 222 mm y el mínimo valor se presenta en marzo con valor promedio cercano a 23 mm. El promedio de la precipitación es de 1303 mm anuales.

Las temperaturas en el área son de aproximadamente 26,3 °C para la media anual, 31°C la máxima media anual y 21,2°C la mínima media anual. La variación anual de la humedad relativa media es de aproximadamente 78 %.

La insolación presenta un promedio anual aproximadamente de 225 horas de sol al año y la radiación media un promedio anual de aproximadamente 10.987 cal/cm<sup>2</sup>.

Anualmente la evaporación alcanza valores de 2.614 mm aproximadamente. La velocidad del viento es en promedio 3.3 m/s y la dirección prevaleciente es ESE entre los meses de abril y noviembre y ENE entre los meses diciembre y abril.

#### 3.2.2 Hidrografía e hidrología

La distancia que recorre el río Caroní entre las presas de Guri y Caruachi es de aproximadamente de 59 km con dirección predominante sur – norte. En este tramo, el río Caroní se caracteriza por presentar numerosos raudales e islas, y una marcada sinuosidad de riberas como respuesta a la geología fallada y plegada que le otorga al Caroní, un carácter de río encajado.

La descripción hidrográfica presentada en el EIA, abarca las características generales de la red de drenaje, colectores principales y parámetros físicos más importante de las subcuencas involucradas en el área de estudio. Un resumen de estas características se incluye en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Características Generales de las Subcuencas.**

CAUCE PRINCIPAL	Superficie (Ha)	Longitud	Naciente (m.n.s.m)	Desembocadura (m.s.n.m)	Desnivel (m)	Pendiente Media (m/km)	Orientación Predominante
Río Cunaguaro	23.933	36	280	120	160	4.4	E-O
Qda. El Merey	9.716	18	240	125	115	9.6	S-N, E-O
Qda. María Luisa	1.937	11	278	195	183	16.6	S-NE
Qda. Guarapo	2.518	8	198	120	78	9.7	S-NE

Fuente: C.V.G Técnica Minera, C.A., 1.996.

## RESUMEN EJECUTIVO

---

Los datos de caudal del río Caroní tomados de la estación Caroní-Guri ubicada antes de la presa, con un período de registro de 48 años (1950-1998), se pueden considerar muy aproximados a lo que se espera en el sitio de presa de Tocoma debido a la corta distancia entre ambas presas. El valor promedio anual del caudal es  $4.814 \text{ m}^3/\text{s}$ , con una desviación estándar de  $705 \text{ m}^3/\text{s}$ , siendo el caudal máximo promedio de  $6.260 \text{ m}^3/\text{s}$ , con un caudal pico de  $12.771 \text{ m}^3/\text{s}$  en el mes de julio. El mínimo promedio es de  $3.514 \text{ m}^3/\text{s}$ , apreciándose un caudal mínimo mensual de  $215,6 \text{ m}^3/\text{s}$  en el mes de marzo.

Es importante destacar que un gasto promedio de  $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$  y un tiempo de renovación de aproximadamente 8 días, como lo indica estudios realizados por EDELCA, favorecerá a las zonas lénticas del futuro embalse Tocoma para el desarrollo de la ictiofauna dependiendo de la cantidad de nutrientes en el agua.

### 3.2.3 *Limnología*

#### ✓ Parámetros Físico-químicos

El complejo fluvial Caroní-Paragua, como hoya hidrográfica, conforma uno de los sistemas de aguas “negras” más grandes del Neotrópico ( $95.000 \text{ Km}^2$ ). Estas aguas se caracterizan por poseer una abundancia de sustancias húmicas y fúlvicas, lo que constituye una condición natural de los tributarios del río Orinoco por su margen derecha.

La interposición de las represas Guri y Macagua en el río Caroní, ha introducido modificaciones en características naturales del río Caroní, al transformarlo de un cuerpo de agua lótico (río) a uno léntico (lago) en dos tramos de su recorrido. Los embalses se comportan limnológicamente como “lagos”, que propician procesos hidrodinámicos propios y modifican la movilidad, cantidad y dinámica de las sustancias presentes en las aguas.

La temperatura muestra una tendencia al calentamiento conforme las aguas del río Caroní fluyen hacia el Orinoco. Los reportes señalan que el represamiento en Guri crea un efecto de calentamiento de las aguas, aguas abajo del mismo; asimismo, siendo un embalse de gran profundidad, en éste pueden hallarse variaciones en la columna de agua y estratificación térmica en ciertas épocas del año.

Los niveles de oxígeno disuelto son elevados en general en los cauces de los ríos Caroní y Paragua. Una vez que las aguas llegan al sitio de represamiento en Guri, siendo un embalse de gran tamaño (32 m prof. prom., 180 m prof. máxima), se hace propicia una dinámica diferente con patrones temporales y espaciales complejos de variación de oxígeno en el agua.

Las aguas del sector exhiben baja transparencia, lo que se atribuye principalmente a la absorción de luz por la gran cantidad de sustancias disueltas y coloidales limno-húmicas que proporcionan el color natural de estas aguas.

## RESUMEN EJECUTIVO

---

En general, las concentraciones de sólidos suspendidos en los ríos Caroní-Paragua y en el embalse Guri son bajas. Los aportes de la cuenca Caroní-Paragua, en vista de la naturaleza petrológica y el origen precámbrico de sus suelos, contribuye con una cantidad relativamente pequeña o moderada de sólidos suspendidos inorgánicos y la fracción orgánica de los sólidos suspendidos, proviene del acarreo del material de las extensas superficies de la cuenca, cubiertas por bosques, y no de la producción orgánica autóctona de los ríos, que es muy baja (Weibezahn, 1994).

Las aguas del sistema Caroní-Paragua son ácidas, condiciones que se mantienen en el río Caroní hasta su desembocadura en el Orinoco. La presencia de sustancias húmicas y fúlvicas, contribuye a aumentar la concentración de hidrogeniones. Los valores de conductividad indican un bajo contenido de electrolitos en los afluentes principales. Esto es característico de los ríos tropicales de aguas negras de las cuencas del Orinoco y del Amazonas y es el responsable de la baja conductividad registrada en las aguas (Weibezahn, op.cit.).

### ✓ Parámetros Biológicos

Las características de la comunidad biológica están íntimamente relacionadas con las condiciones físicas, químicas e hidrológicas del cuerpo de agua. En este sentido, las características limnológicas mencionadas hacen de las aguas del río Caroní, ambientes acuáticos pobres en nutrientes, diversidad y cantidad de organismos acuáticos, comportándose como ambientes oligotróficos típicos. De hecho, la producción primaria en el sistema Caroní-Paragua es muy baja, lo cual se relaciona con la baja concentración de nutrientes y pobre penetración de luz (González, 1987; Weibezahn, op.cit.).

Respecto a Guri, estas bajas concentraciones de nutrientes y baja producción primaria indican que desde el punto de vista trófico, el embalse se mantiene también como un cuerpo de agua oligotrófico. Se prevé que estas condiciones limnológicas se mantendrán en el futuro embalse Tocoma, determinando una biota poco abundante en dicho cuerpo de agua.

### ✓ Bioacumulación en Guri y el Bajo Caroní

El mercurio es el contaminante tóxico principal presente en el Sistema Guri-Paragua. La información existente sobre los niveles de mercurio en la biota del río Caroní sugiere que Guri es un sistema importante receptor de mercurio ya sea transportado por las aguas del río Caroní, o los aportes derivados de los suelos y vegetación inundados así como los procesos ulteriores de metilación. El consumo de peces, particularmente de los extraídos de este reservorio, parece representar un riesgo acumulativo para la población, aspecto éste que ameritará un seguimiento aguas abajo una vez se conformen los embalses de Tocoma y Caruachi.

RESUMEN EJECUTIVO

### 3.2.4 Geología, geomorfología y suelos

La descripción de las variables geología, geomorfología, suelos y capacidad de uso en la región donde se ubica el proyecto, fue realizada en base a la información suministrada por EDELCA. Las unidades geológicas descritas para el área son el resultado del mapa de geología del estudio de CVG-TECMIN (1996) “Caracterización de los Recursos Físico-Naturales y Aspectos Socio-Económicos del Area de Influencia de los Futuros Embalses de los Desarrollos Hidroeléctricos de Macagua, Caruachi y Tocoma, en el Bajo Caroní”, que abarca la cuenca tributaria del futuro embalse Tocoma, ubicada en el Complejo Imataca. La caracterización geomorfológica de la cuenca tributaria del futuro embalse Tocoma ha sido elaborada con base al levantamiento de reciente data realizado por CVG-TECMIN (op.cit.) a escala 1:100.000 en el área del Bajo Caroní. Se contó a además, con una verificación de campo para validar la información analizada.

La descripción de los suelos de la cuenca tributaria y el área de influencia inmediata del embalse de Tocoma está basada en el estudio realizado por CVG TECMIN (op.cit.) que se fundamenta en la clasificación taxonómica de Soil Survey Staff (1992; citado en CVG TECMIN, op.cit.) y por el trabajo de CVG-EDELCA (1997) “Estudio de Uso Actual del Espacio en el Bajo Caroní”, que permitió describir el área según la capacidad de uso de la tierra.

En el Cuadro 6 se presenta un resumen de las principales características de estas variables.

**Cuadro 6. Resumen de las Variables Geología, Geomorfología, Suelos y Capacidad de Uso en el Área del Proyecto.**

GEOLOGÍA UNIDADES LITOLÓGICAS	GEOMORFOLOGÍA		SUELOS	CAPACIDAD DE USO	
	PAISAJES	RELIEVES	ASOCIACIÓN DE SUBGRUPOS	CLASES	SUBCLASES
PE-CF Unidad de formaciones de hierro (cuarcitas ferruginosas).	Montaña	Crestas - Vigas	Lithic Ustorthents y Typic Kanhaplustults	VIII	VIII, S,T,E
		Filas	Lithic Ustorthents y Typic Kanhaplustults	VII	VII, S,E
PE-Im <sub>1</sub> Unidad de gneises, granulitas y charckitas.	Lomerío	Lomas	Ustic Kandihumults, Rhodic Kandiestults, Lithic Kanhaplustults, Rhodic Kanhaplustults, Typic Kanhaplustults, Lithic Kanhaplustults, Udic Kanhaplustults, Typic Kandiestults y Kanhaplic Haplustults	VI	VI,S,E
		Domos	No presentan desarrollo pedogenético	----	----
		Vallecitos	Typic Kandiaquults y Typic Kandiestults	VIII	VIII,D,S
PE-Im <sub>1</sub> Unidad de gneises, granulitas y charckitas.	Peniplanicie	Colinas	Typic Kandiestults y Typic Kanhaplustults	IV V+ VII VI+ VIII	IV,S,C V,S,E VI,S,E
	Montaña, Lomerío y Peniplanicie	Glacis	Typic Kandiestults y Typic Kanhaplustults	IV	IV,S,C
Q. Unidad de Sedimentos recientes.	Peniplanicie Planicie	Lanura de Inundación	Typic Kandiaquults y Typic Kandiestults	VI VIII	VI,D,S VIII,D,S

Fuente: EDELCA, 2000.

### 3.2.5 Vegetación

Según Huber (1995) la vegetación de la zona del proyecto Tocomá es propia de un clima tropófilo macrotérmico, consistente de bosques no inundables, bajos a medios que alternan con sabanas arbustivas y bosques ribereños en las orillas del río Caroní y las islas. La pronunciada estación seca en el área del Bajo Caroní, produce un complejo mosaico de bosques caducifolios y semisiempreverdes, estos últimos presentes en zonas montañosas y otros sitios con una mayor capacidad de retención de agua.

La descripción de la vegetación en el área de influencia del proyecto está basada en el estudio CVG – TECMIN (1996) a escala 1:100.000, sobre la caracterización de la vegetación de la zona de Macagua, Tocomá y Caruachi, con apoyo de imágenes de satélite Landsat del año 90, ortofotomapas del área a escala 1:10.000 del año 1975, además se complementó con un vuelo en helicóptero sobre la zona. Como resultado de esta caracterización se elaboraron un mapa a escala 1:100.000 que abarca la cuenca tributaria (área de influencia indirecta) y un mapa a escala 1:25.000 del área de inundación (área de influencia directa).

La vegetación en el área de influencia del proyecto es variada y ha estado sometida a un fuerte proceso de intervención y de sucesión. La intervención antrópica más común es la pecuaria, existen también otras modalidades relacionadas con la agricultura, la explotación forestal, de carbón y minería.

En el complejo mosaico de distribución de los bosques en el área del vaso, dominan los bosques medios y bajos. Con relación a su cobertura y composición, se puede asegurar que ello depende fundamentalmente del grado de intervención antrópica a que han sido sometidas estas comunidades. La presencia de especies de valor comercial en estos bosques, está representada por un conjunto de maderas "duras" y "finas" para fabricación de vigas, tablas, tablonés, machihembrado, durmientes; chapillas decorativas, etc. Entre estas especies se encuentran: *Cordia alliodora* (pardillo), *Peltogyne* sp. (zapatero), *Protium* sp. (caraño), *Hymenaca courbaril* (algarrobo), *Tabebuia chrysantha* (araguaney) y *Copaifera officinalis* (aceite), entre otros. Así mismo, existen especies de maderas duras para la obtención de carbón vegetal, algunas de estas especies son: *Acacia glomerosa* (yiguire), *Casearia sylvestris* (tortolito), *Apeiba echinata* (cabeza de negro) y *Genipa americana* (carutillo) (CVG-TECMIN, 1996).

Las unidades de vegetación identificadas en el área de inundación de la presa se identifican en el Cuadro 7, donde además se indica la superficie ocupada por cada unidad y el porcentaje correspondiente con respecto al área total a inundar.

**Cuadro 7. Unidades de Vegetación Identificadas en el Área de Inundación de la Presa.**

Formación vegetal	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
<b>Vegetación herbácea</b>		
Sabana con elementos leñosos	2.301,16	34,36
Sabana con elementos leñosos/Arbustal	78,47	1,17
Sabana con elementos leñosos/Bosque bajo medio	6,57	0,10
Sabana sin elementos leñosos o sabana rala	283,72	4,24
Sabana rala/Arbustal	610,76	9,12
Sabana rala/Herbazal inundable	252,37	3,77
Sabana rala/Matorral	7,31	0,11
Sabana rala/Sabana con elementos leñosos	221,55	3,31
Herbazal Inundable	5,59	0,08
<b>Sub-total</b>	<b>3.767,50</b>	<b>56,26</b>
<b>Vegetación arbustiva</b>		
Arbustal	127,73	1,91
Arbustal/Bosque bajo ralo	7,32	0,11
Matorral	57,76	0,86
Matorral/Bosque bajo ralo	3,5	0,05
Matorral/Sabana rala	4,28	0,06
<b>Sub-total</b>	<b>200,59</b>	<b>3,00</b>
<b>Vegetación boscosa</b>		
Bosques ribereños bajos y medios de cobertura media a densa	629,82	9,41
Bosque bajo medio	430,77	6,43
Bosque bajo medio/Matorral	122,21	1,82
Bosque bajo ralo	69,62	1,04
Bosque bajo ralo/Arbustal	75,56	1,13
Bosque bajo ralo/Bosque bajo medio	98,01	1,46
Bosque bajo ralo/Matorral	230,36	3,44
Bosque bajo ralo/Sabana sin elementos leñosos o sabana rala	2,70	0,04
Bosque bajo ralo/Sabana con elementos leñosos	42,47	0,63
Bosque de galería	425,55	6,35
Bosque medio medio	365,07	5,45
Bosque medio denso	138,03	2,06
Bosque medio ralo/Matorral	51,48	0,77
Bosque bajo denso	46,71	0,70
<b>Sub-total</b>	<b>2728,36</b>	<b>40,74</b>
<b>Total</b>	<b>6.696,45</b>	<b>100,00</b>

Fuente: EDELCA, 2000. Datos basados en S. I. G. de mapa a escala 1:25.000

## RESUMEN EJECUTIVO

### 3.2.6 Fauna silvestre

La fauna silvestre representativa del área de Tocoma incluye 167 especies, distribuidas en 46 mamíferos, 66 aves, 39 reptiles y 16 anfibios. La mayoría de las especies son propias de vegetación de sabana, matorrales o ambientes altamente intervenidos y son comunes en otros lugares del país. Tres especies están incluidas en la lista de especies en peligro de extinción a nivel nacional, según el Decreto N° 1.486 del 11-9-1996, G.O. N° 36.062 del 10-10-1996, a saber: *Spheotos venaticus* (perro de monte), *Leopardus pardalis* (cunaguaro) y *L. tigrinus* (tigrillo); estas especies, además de *Myrmecophaga tridactyla* (oso palmero) y *Tapirus terrestris* (danto), son consideradas vulnerables de acuerdo con el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez y Rojas-Suárez, 1995).

El Cuadro 8 muestra una agrupación de especies por categoría principal de hábitat y el número de especies consideradas vulnerables o con protección especial a nivel nacional.

**Cuadro 8. Número de Especies por Tipo de Hábitat y de Estatus Especial.**

Categoría		Nº Especies	Nº Especies Estatus Especial (1)
Especies asociadas exclusivamente a bosques	ANFIBIOS	5	--
	REPTILES	16	1
	AVES	22	3
	MAMIFEROS	23	12
Especies de sabanas o arbustales, o que alternan con el bosque	ANFIBIOS	--	--
	REPTILES	12	1
	AVES	10	2
	MAMIFEROS	5	3
Especies de ambientes intervenidos, o que alternan con otros hábitats	ANFIBIOS	11	--
	REPTILES	11	--
	AVES	34	1
	MAMIFEROS	18	3
<b>TOTAL</b>	ANFIBIOS	16	--
	REPTILES	39	2
	AVES	66	6
	MAMIFEROS	46	18
	<b>Total</b>	167	26

Estatus Especial (1): especies vulnerables, en veda o en peligro de extinción.

Fuente: EDELCA, 2000.

La cacería en el área de Tocoma ha ejercido una elevada presión sobre este recurso por mucho tiempo y ha incidido decisivamente en los bajos niveles poblacionales actuales para varias de las especies animales. Por otra parte, la zona se caracteriza por una elevada intervención de las

## RESUMEN EJECUTIVO

---

formaciones vegetales naturales que ha contribuido a la merma de algunas poblaciones animales sensibles, especialmente mamíferos.

### 3.2.7 *Ictiofauna*

Los estudios ictiológicos del río Caroní en la parte alta de la cuenca, indican que se han registrado hasta el momento unas 50 especies; de éstas, solamente 14 (28%) son comunes con el Bajo Caroní. A su vez, se ha determinado una mayor similitud entre la composición de especies del Bajo Caroní y la del Bajo Orinoco, ya que muchas de las especies realizan migraciones anuales al inicio de la época seca. Sin embargo, este fenómeno anual se ha visto impedido por la presencia de las represas Guri y Macagua (Lasso y col., 1989, 1990).

### 3.2.8 *Pesquería*

La construcción de represas para la generación de energía eléctrica ha tenido efectos secundarios positivos, mejorando en algunos casos, el potencial pesquero del río intervenido. Ríos caudalosos, poco fértiles y de plano inundable estrecho, suelen tener baja potencialidad pesquera. Se ha determinado que el establecimiento de un ambiente léntico promueve la acumulación de sedimentos, lo cual aunado a la inundación de terrenos de vegetación variada, representa grandes aportes orgánicos alóctonos que se incorporan al lago, mejorando las condiciones de la vida acuática y elevando el potencial pesquero del embalse.

Actualmente, en el embalse Guri se realizan con tendencia creciente, pesquerías tanto de carácter comercial como deportivo y de subsistencia, aunque aún a una escala pequeña en relación con la magnitud del recurso. No obstante, aguas abajo de Guri, en la sección del Caroní que constituirá la represa Tocoma, la actividad pesquera es realizada por los pobladores de sus riberas y se puede considerar actualmente de subsistencia a pequeña escala.

### 3.2.9 *Medio socioeconómico*

La descripción del medio socioeconómico se orientó a identificar las características sociales y económicas más resaltantes del área de estudio, con el fin de determinar los posibles impactos que puedan generar las acciones del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma y así mismo proponer las medidas, asociadas a estos impactos.

Los municipios Raúl Leoni y Piar, lugar donde se implantará el Proyecto Hidroeléctrico Tocoma se caracterizan por una baja concentración de población, si se considera que el porcentaje de población con respecto a la entidad no llega al 11%, la cual se ubica en las capitales municipales de Uputa y Ciudad Piar respectivamente.

## RESUMEN EJECUTIVO

---

La población del municipio Piar representa el 8,25 % con respecto al Estado Bolívar, y está concentrada en centros poblados como Upata (capital de municipio), El Palmar, El Pao y el Manteco, poblaciones mayores de 2.500 habitantes, a diferencia del municipio Raúl Leoni que representa el 2,36% de la población del estado.

Sin embargo, en el municipio Raúl Leoni es donde se concentra la mayor parte de la población ubicada dentro de los límites de la cuenca tributaria al embalse Tocomá, en la cual se localiza el Campamento de Guri, con 4.511 habitantes (OCEI, 1990).

La importancia de esta subregión está relacionada con el desarrollo industrial localizado en Ciudad Guayana, que ha permitido revalorizar los recursos minerales e hídricos de la región, a través del aprovechamiento del alto potencial hidroeléctrico del Bajo Caroní, contribuyendo con más del 70% de la energía eléctrica que alimenta al sistema interconectado nacional, y al abastecimiento del complejo industrial de Guayana, también por ser asiento de importantes industrias básicas: SIDOR, VENALUM, C.V.G.-BAUXILUM, ALCASA, FERROMINERA ORINOCO, entre otras.

Por las características poblacionales y económicas de la subregión, los servicios tanto puntuales (salud, educacional, seguridad, bancarios) como de redes (electricidad, teléfonos, gas, acueducto) se concentran en los dos grandes centros poblados del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana.

En el área de inundación no existen centros poblados de importancia, la escasa población presente en el ámbito se asienta en su mayoría en la margen izquierda del río Caroní, en el sector El Merey – Las Lajas. Conforme a datos aportados por CVG – EDELCA, dicho sector para 1988 era ocupado por apenas 65 habitantes distribuidos en pequeños caseríos, con una mayor concentración hacia el sector El Merey y La Laguna, con 47 habitantes dedicados a la actividad minera, ubicándose los 18 habitantes restantes en los sitios denominados El Hato, Los Tomateros y Juasjuillal, dedicados a la agricultura. En dicho sector se concentra la actividad agrícola de subsistencia que ocupa apenas 11 ha sobre unidades de huertas familiares. Asimismo, se estima que la actividad minera desarrollada en El Merey con el uso de balsas chupadoras, ocupa 191 ha. Actualmente, se mantienen vigentes los contratos de las concesiones mineras Alfa 1, 2 y 3 que ocupan 1.500 ha, además de Delta A y B con una superficie de 800 ha, ubicadas en las márgenes y lecho del río Caroní, correspondientes a una superficie total de 2.300 ha. La actividad minera y la agricultura de subsistencia constituyen las actividades económicas más relevantes del sector.

En la actualidad en el sector El Merey sólo habitan 49 personas cuya presencia está fundamentada en la explotación de los yacimientos auríferos y diamantíferos, los cuales son los recursos potenciales del área y cuya explotación se ve favorecida por las vías de acceso que permiten el enlace con Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana. No obstante vale agregar que el chequeo de campo (noviembre 1998), permitió visualizar la presencia de tan sólo cuatro adultos y

## RESUMEN EJECUTIVO

---

tres infantes, siendo dos adultos los dedicados a la actividad minera y sin ningún vínculo con la actividad agrícola. Con las características aquí mencionadas el sector El Merey – Las Lajas se considera como una población flotante, que se mantiene ocupada de lunes a viernes y se desplaza hacia sus residencias fijas, principalmente hacia Ciudad Guayana y Ciudad Bolívar, los fines de semana.

#### **4 SENSIBILIDAD AMBIENTAL**

El análisis de sensibilidad representa una caracterización de las variables ambientales en función de la vulnerabilidad (sensibilidad natural) que dicha variable presenta. En dicho análisis se consideran inicialmente todas las variables tanto física, biótica y socioeconómica involucradas, para luego hacer una selección de aquellas más susceptibles ambientalmente, tomando en cuenta las actividades del proyecto.

La metodología seleccionada para realizar este análisis fue el de superposición de mapas, el cual permitió el análisis integral de las variables en el área de influencia inmediata más una franja de un kilómetro. El proceso implicó el análisis multivariante para lograr una sectorización definitiva con asignación de niveles de sensibilidad y de esta manera se conformó el mapa síntesis de sensibilidad ambiental a escala 1:100.000.

Para el área analizada, se obtuvieron dieciséis sectores, de los cuales, once corresponden al sistema terrestre y cinco al sistema acuático. Los resultados se presentan en el Cuadro 9.

RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 9. Resumen del Análisis de Sensibilidad**

SISTEMA TERRESTRE		
1	Localización: margen izquierda del río Caroní, abarcando el tramo medio de la quebrada María Luisa. Descripción: relieve de colinas con pendientes suavemente inclinadas, entre 8 y 16%; suelos Clase V y VI de baja fertilidad natural; potencial morfodinámico moderado; sabanas con o sin elementos leñosos, en algunos casos asociados con bosques de galería; presencia del tendido eléctrico y de la vía férrea; baja presencia humana	Poco Sensible
2	Localización: sector este del área de estudio, hacia la margen derecha del río Caroní, entre el río Cunaguaro y la serranía Necuima. Descripción: relieve de colinas y domos, pendientes suavemente inclinadas entre 8 y 16% y domos aislados entre 30 y 60%; suelos Clase VII y VIII, potencial morfodinámico moderado; sabanas con o sin elementos leñosos y bosques ribereños en pequeña extensión en las márgenes del Caroní; poca intervención.	Poco Sensible
3	Localización: sector este del área de estudio, hacia la margen derecha del río Caroní, próximo a la desembocadura de la quebrada Merey. Descripción: relieve de colinas, pendientes suavemente inclinadas entre 8 y 16%; suelos Clase V y VI; potencial morfodinámico moderado; bosques semi-siempreverdes; poca intervención.	Medianamente Sensible
4	Localización: isla Campo Alegre. Descripción: relieve de colinas suavemente inclinadas con pendientes entre 8 y 16%, suelos Clase VII y VIII; potencial morfodinámico moderado; predominio de sabanas con o sin elementos leñosos, franja angosta de bosques ribereños en los bordes de la isla; baja presencia humana.	Poco Sensible
5	Localización: sector que engloba la mayoría de las islas del río Caroní, exceptuando la isla Campo Alegre. Descripción: relieve de lomas y colinas suavemente inclinadas con pendientes entre 0-16%, suelos Clase IV; bosques caducifolios; baja intervención humana.	Medianamente Sensible
6	Localización: margen izquierda del río Caroní, desde el sitio de presa Tocoma hasta el sur del área de estudio. Descripción: llanura de inundación, conformada por materiales no consolidados, topografía plana, con pendientes entre 0 y 4%, así como lomas, filas y glacis inclinadas con pendientes de hasta 30%; suelos IV; potencial morfodinámico moderado a alto; sabanas con o sin elementos leñosos y bosques ribereños en pequeña extensión en las márgenes del Caroní; área intervenida por la presencia de centros poblados de baja densidad poblacional (caserío El Merey –Las Lajas).	Medianamente Sensible
7	Localización: margen izquierda del río Caroní, al sureste del sector El Merey-Las Lajas. Descripción: relieve de colinas con pendientes suavemente inclinadas, entre 8 y 16%; suelos Clase V y VI; morfodinámico alto; Sabanas con o sin elementos leñosos y bosques semicaducifolios. Corredor de servicio del tendido eléctrico.	Poco Sensible
8	Localización: margen izquierda del río Caroní, próximo a quebrada El Guarapo. Descripción: relieve de colinas con pendientes suavemente inclinadas, entre 8 y 16%; suelos Clase V y VI; potencial morfodinámico moderado; Sabanas	Poco Sensible

## RESUMEN EJECUTIVO

	con o sin elementos leñosos y bosques caducifolios; Baja intervención humana.	
9	Localización: margen izquierda del río Caroní, a lo largo del Cañón Necuima. Descripción: relieve de lomas inclinadas, con pendientes elevadas entre 16 y 30%; suelos Clase V y VI; bosques caducifolios y en menor extensión sabanas con o sin elementos leñosos, así como bosques ribereños en las márgenes del Caroní; baja intervención humana.	Poco Sensible
10	Localización: margen derecha del Caroní, a lo largo del río Cunaguaro. Descripción: topografía plana, pendientes suaves entre 0 y 4%, potencial morfodinámico de bajo a alto; suelos Clase IV; sabanas con o sin elementos leñosos; baja intervención humana, actividad pecuaria extensiva.	Medianamente Sensible
11	Localización: margen derecha del Caroní, sector de filas al norte del valle del río Cunaguaro, incluyendo el Cerro Morichito. Descripción: piedemonte del Cerro Morichito y de las filas alineadas al este del mismo, con topografías inclinadas a escarpadas, pendientes fuertes entre 16 y 30%; suelos Clase IV potencial morfodinámico alto; bosques caducifolios; baja intervención humana.	Poco Sensible
<b>SISTEMA ACUATICO</b>		
12	Localización: adyacencias de la isla Carrizal. Descripción: área de raudales y saltos con flujo de corriente importante; comunidades biológicas susceptibles a las alteraciones hidráulicas y limnológicas.	Muy Sensible
13	Localización: sector de río ensanchado entre las islas de Carrizal y Merey. Descripción: área de corriente moderada; comunidades biológicas susceptibles a las alteraciones hidráulicas y limnológicas.	Muy Sensible
14	Localización: sector que abarca la mayoría de las islas, incluyendo las islas Campo Alegre y La Tigrera, además parte del Cañón Necuima. Descripción: área de raudales y saltos con flujo de corriente importante; con comunidades biológicas susceptibles a las alteraciones hidráulicas y limnológicas.	Muy Sensible
15	Localización: sector adyacente a la margen izquierda del río Caroní, entre isla Merey y el Cañón Necuima. Descripción: ambientes lagunares con bajo flujo de corrientes, con comunidades biológicas susceptibles a las alteraciones hidráulicas y limnológicas.	Medianamente Sensible
16	Localización: Cañón Necuima. Descripción: área de raudales y saltos con flujo de corriente importante, con comunidades biológicas susceptibles a las alteraciones hidráulicas y limnológicas.	Muy Sensible

## 5 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS

Los impactos se identificaron sobre la base de la descripción del proyecto, las características del área en cuanto a sus componentes físico-naturales y socioeconómicos, así como del análisis de sensibilidad ambiental realizado.

La metodología para la identificación y evaluación de impactos utilizada en el proyecto comprendió el desarrollo secuencial de una serie de actividades, donde participaron los profesionales que conformaron el equipo de trabajo. En primer lugar, se analizaron todas las actividades del proyecto con potencialidad de afectar los distintos medios y se identificaron los impactos para cada etapa del proyecto (construcción, llenado y operación del embalse).

Los impactos ambientales identificados fueron objeto de una calificación sobre la base de criterios tales como: intensidad, duración, extensión, probabilidad y recuperabilidad. Posteriormente mediante un sistema de pesos se calculó el valor del impacto o índice de importancia del impacto para cada etapa del proyecto.

El llenado y operación de la presa tienen efectos duraderos e irreversibles principalmente sobre la vegetación, fauna y sobre aspectos socioeconómicos tales como cambio en los valores escénicos y cambios en el uso de la tierra. La inundación del área del vaso de la presa origina los efectos señalados como la pérdida de suelos y de vegetación, lo cual produce los efectos terminales de migración, muerte de fauna y de pérdida de suelos agrológicos.

El resumen de impactos identificados y evaluados se presentan el Cuadro 10.

RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 10. Calificación de los Impactos Potenciales del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma.**

Código	Nombre del Impacto	Etapa del Proyecto		
		Construcción	Llenado	Operación y Mantenimiento
<b>IMPACTOS FÍSICO-NATURALES</b>				
<b>Vegetación</b>				
IFN-1A	Alteración de la vegetación	2.00		3.20
IFN-1B	Pérdida de la vegetación por efecto del llenado del embalse		3.50	
<b>Fauna</b>				
IFN-2A	Migración o muerte de la fauna terrestre por afectación de hábitats	2.05	2.40	2.50
IFN-2B	Afectación de la fauna silvestre e ictiofauna por cacería	2.20		
IFN-2C	Alteración de hábitats para la ictiofauna	1.25	2.40	2.20
<b>Aguas superficiales</b>				
IFN-3A	Modificación en la carga de sedimentos en el río Caroní	2.00	1.15	1.15
IFN-3B	Contaminación de las aguas por vertidos de efluentes y desechos industriales y domésticos	1.45		1.15
IFN-3C	Otras alteraciones limnológicas		2,15	2.45
IFN-3D	Alteración del régimen del río Caroní	3.00	3.65	
<b>Aire</b>				
IFN-4A	Alteración de la calidad del aire	1.85		
<b>Fisiografía y Suelos</b>				
IFN-5A	Activación de procesos erosivos	2.55		1.00
IFN-5B	Pérdida del recurso suelo	3.05	3.50	
IFN-5C	Contaminación de los suelos	1.25		
IFN-5D	Modificación de la topografía	3.50		

RESUMEN EJECUTIVO

Código	Nombre del Impacto	Etapa del Proyecto		
		Construcción	Llenado	Operación y Mantenimiento
<b>IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS</b>				
ISE-1A	Afectación de actividades económicas	1.80	2.75	
ISE-1B	Afectación de la Infraestructura Vial	1.15	1.15	
ISE-1C	Riesgo de afectación al tendido eléctrico		1.00	
ISE-1D	Afectación de la salud y seguridad de los trabajadores	1.25	1.25	1.25
ISE-1E	Riesgo de aparición de actividades asociadas a la economía informal	1.00		
ISE-F	Afectación del Asentamiento Minero El Merey-Las Lajas.	1.00	1.00	
ISE-1G	Modificación de los recursos escénicos	3.50	3.50	

## 6 PROPOSICION DE MEDIDAS

El proceso de identificación, descripción, evaluación y jerarquización de los impactos negativos, llevó a la formulación de un conjunto de medidas ambientales cuyo fin es el de prevenir, corregir, mitigar o compensar los impactos negativos identificados, así como verificar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

La formulación de las medidas ambientales tiene como objeto alcanzar el desenvolvimiento armónico del proyecto, mediante la minimización de los efectos negativos sobre el ambiente. Las medidas formuladas, resultado del análisis realizado como parte del presente EIA, pueden corresponder a uno o más impactos, y de manera similar cada impacto puede ser objeto de una o más medidas.

En los Cuadros 11, 12 y 13 a continuación se indican las medidas asociadas a cada impacto identificado y una breve descripción de ellas .

**Cuadro 11. Resumen de Medidas Ambientales. Medio Físico – Natural.**

Medida		Impactos asociados	Descripción de la medida
MFN-1	Recuperación de la vegetación.	IFN-1A Alteración de la vegetación.	Hacer un diagnóstico de la superficie y tipo de vegetación a ser afectada a lo largo de la vía de desvío del ferrocarril. Restringir al máximo el área y vegetación a afectar en la vía de desvío del ferrocarril y sitios de préstamos, canteras y picas fuera del área de inundación. Remover todos los desechos de construcción en las áreas a recuperar. En zonas de sabana, proceder con la siembra de gramíneas naturales o de pastos introducidos. En caso de afectación de vegetación arbórea, implementar repoblación forestal preferiblemente con las plántulas de las especies a ser afectadas, previo tratamiento del suelo.
MFN-2	Estudio de los bosques a ser afectados por la inundación.	IFN-1B Pérdida de la vegetación.	Realizar un estudio florístico y fisionómico de los bosques a ser afectados, previo al llenado del embalse para evaluar la pérdida que ocurrirá de este recurso y posterior al llenado, como seguimiento a los efectos de la inundación

## RESUMEN EJECUTIVO

Medida		Impactos asociados	Descripción de la medida
MFN-3A	Generación de información básica: Estudio de línea base faunística y de hábitats.	IFN-2A Migración o muerte de la fauna terrestre por afectación de hábitats.	Esta medida persigue establecer una línea base de este recurso previo a la inundación y definir estudios orientados a llevar un seguimiento durante la operación del embalse, que sienten las bases para la toma de decisiones sobre el recurso; se incluye: Realización de un inventario de fauna silvestre, establecimiento de relaciones tróficas y oferta de recursos para la misma. Determinación de la capacidad de carga de las islas después de la inundación y la posibilidad de utilizarlas para liberación de ejemplares de fauna rescatados. Mantener estimados de abundancia y dinámica poblacional luego del llenado, especialmente en las islas. Evaluar permanentemente la intensidad y efectos de la extracción de fauna cinegética.
MFN-3B	Rescate de fauna silvestre.	IFN-2A Migración o muerte de la fauna terrestre por afectación de hábitats.	Está referida a un rescate selectivo de ejemplares (de alto valor biológico, movilidad limitada o de utilidad biomédica), presentes en el área a ser inundada, tomando como base la información generada en la línea base faunística; se orientará fundamentalmente a los sectores de bosques y las islas.
MFN-4	Control de los niveles de ruido en equipos y maquinarias.	IFN-2A Migración o muerte de la fauna terrestre por afectación de hábitats.	Dar cumplimiento con lo establecido en el Decreto N° 2.217. Los vehículos de transporte de materiales y personal deberán estar provistos de silenciadores y los equipos fijos deberán estar protegidos con materiales acústicos absorbentes.
MFN-5	Programa de seguimiento de la comunidad íctica.	IFN-2C Alteración del hábitats de la ictiofauna.	Realizar un estudio sobre la composición de especies, morfometría, abundancia, estado reproductivo, hábitos alimentarios, hábitats y pesquería, durante la etapa de operación. Este estudio proporcionará información básica y permitirá planificar actividades pesqueras de subsistencia, deportivas y comerciales en el embalse Tocoma.
MFN-6	Control de erosión y obras de drenaje.	IFN-3A Modificación en la carga de sedimentos. IFN-3D Alteración del patrón de drenaje. IFN-5A Activación de procesos erosivos. IFN-5B Pérdida del recurso suelo. IFN-5D Modificación de la topografía.	En las labores de construcción, se procederá de acuerdo al Decreto N° 2.212 Para la conformación de terrazas, se establecerá un ancho máximo de 2 a 3 m por 1,5 a 2 m de altura. Para taludes de hasta 5 m, hacer cortes de ½:1; de 5 a 10 m, cortes de ¾:1; de 10 a 15 m, cortes ¾:1 a mitad de altura y 1:1 en la parte superior; mayores de 15 m, cortes de ¾:1 a mitad de altura y 1:1 en la parte superior. En el tope del terrazo hacer un dren de corona y protección con fajinas y plantas autóctonas. Evitar la acumulación de materiales granulares sujeros a arrastre. Controlar la erosión eólica humidificando los suelos durante la construcción.
MFN-7	Programa de mediciones de aguas superficiales.	IFN-3A Modificación en la carga de sedimentos. IFN-3B Contaminación por vertidos de efluentes. IFN-3C Otras alteraciones limnológicas.	Consistirá en evaluar la calidad del agua en sitios representativos del embalse Tocoma y aguas abajo del canal de descarga, basados en el Decreto 883. Tomar en cuenta parámetros que pudieran ser influidos por las actividades en la cuenca (p.e. mercurio) y otros indicadores de la productividad del nuevo sistema (fito y zooplancton, productividad primaria).

RESUMEN EJECUTIVO

Medida		Impactos asociados	Descripción de la medida
MFN-8	Control para emisiones de partículas.	IFN-4A Alteración de la calidad del aire.	Las emisiones de humo, polvo o de otro tipo, provenientes de fuentes fijas y móviles, se regularán por el Decreto N° 638, y el Decreto N° 2.673. Requerir de las contratistas la óptima condición de maquinarias y equipos. Humidificar los suelos para el control de emisión de partículas.

**Cuadro 12. Resumen de Medidas Ambientales. Medio Socioeconómico.**

Medida		Impactos asociados	Descripción de la medida
MSE-1	Cumplimiento de Normas de Seguridad de Tránsito Terrestre y Adecuación de Señalización Vial.	ISE-1B Afectación de la infraestructura vial.	Comprenderá la inducción del personal de las contratistas, basada en la Ley de Tránsito Terrestre y en las Normas de Seguridad de CVG-EDELCA, la cual incluirá: manejo defensivo y preventivo, mantenimiento, velocidad máxima y procedimientos en caso de emergencia. Estudiar las condiciones de la vialidad e instalación de señalización en coordinación con el MTC. Reforzar el puesto de la Guardia Nacional del km. 70.
MSE-2	Construcción de un tramo de la línea férrea	ISE-1B, Afectación de la estructura vial.	Construcción de un nuevo tramo de vía férrea en un sector a la izquierda del río Caroní sobre la cota 128, con una longitud de 7,6 km, utilizando el material desmantelado del tramo a ser afectado por el embalse Caruachi.
MSE-3	Adecuación de la vialidad local afectada	ISE-1B, Afectación de la infraestructura vial.	Sobreelevación de un tramo vial de 1,4 km correspondiente a la vía que conduce al Complejo Hidroeléctrico Raul Leoni a ser afectado. Realización en la mencionada vía de dos desvíos hacia zonas no inundables, tomando en cuenta el Decreto N° 2.212.
MSE-4	Adecuación del tendido eléctrico.	ISE-1C Riesgo de afectación al tendido eléctrico.	EDELCA maneja varias alternativas, a saber: Replanteo del tendido sobre la cota 128. Levantamiento de encofrados en las torres. No realizar acciones, dada la poca posibilidad de afectación de las torres por corrosión. Esta medida está actualmente en evaluación por la Gerencia de Proyectos de EDELCA.
MSE-5	Protección de la salud y seguridad de los trabajadores	ISE-1D Afectación de la salud y seguridad de los trabajadores.	Se realizará basados en la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, el Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Decreto 1.290) y las normas COVENIN relacionadas. Implantar el uso obligatorio de protectores respiratorios y anteojos de seguridad. Rotar el personal en las áreas de mayor exposición al polvo. Implantar el uso obligatorio de protectores auditivos. Rotar el personal en las áreas de mayor exposición al ruido y vibraciones. Elaborar un programa de higiene y seguridad industrial. Elaborar manuales de procedimientos para casos de emergencia. Educar y entrenar a los trabajadores para la prevención de accidentes laborales. Habilitar áreas especiales para la conservación y consumo de alimentos. Habilitar áreas de descanso e instalaciones sanitarias. Asegurar el buen manejo y disposición de las aguas domésticas. Disponer de equipos de primeros auxilios y transporte de lesionados. Cumplir con medidas de seguridad en cuanto a identificación, iluminación y señalización de vías en sitios de préstamos y canteras.
MSE-6	Programa de compensación dirigido a la población afectada por el proyecto.	ISE-1F, Afectación del asentamiento minero El Merrey – Las Lajas	Actualización del Censo de Población y Vivienda. Inventario y avalúo de las estructuras afectadas. Indemnización por concepto de bienhechurías a los pobladores de El Merrey-Las Lajas.

RESUMEN EJECUTIVO

**Cuadro 13. Resumen de Medidas Ambientales. Medidas Generales.**

Medida		Impactos asociados	Descripción de la medida
MG-1	Programa de control y protección del área de influencia.	IFN-2B Afectación de la fauna por cacería. IFN-5B Pérdida del recurso suelo. ISE-1A, Afectación de las actividades económicas. ISE-1E, Riesgo de aparición de actividades asociadas a la economía informal.	Implica la realización de inspecciones periódicas en el área de influencia directa e indirecta del embalse, en coordinación con el MARN-Profauna y Guardia Nacional, pobladores locales, etc, con el fin de verificar y tomar las medidas necesarias y oportunas referente a: presencia de mineros ilegales; expansión agrícola; ocupaciones ilegales; focos de incendios forestales; extracción indiscriminada de animales; disposición inadecuada de desechos domésticos y de construcción.
MG-2	Programa de información.	IFN-2B Afectación de la fauna por cacería. ISE-1A, Afectación de las actividades económicas. ISE-1G, Modificación de los recursos escénicos.	Este programa estará dirigido a informar (mediante medios impresos, internet, etc.) sobre diversos tópicos, entre ellos: la importancia del proyecto a nivel nacional e internacional; el plan de protección y conservación del área tributaria del embalse Tocoma; los usos permitidos del embalse una vez éstos sean definidos; los momentos en que se afectará la vialidad por transporte pesado; el lapso de llenado para prevenir la afectación a terceros; la presencia de vigilancia en el área, entre otros aspectos de interés.
MG-3	Programa de Educación Ambiental.	IFN-2B Afectación de la fauna por cacería. ISE-1A, Afectación de las actividades económicas. ISE-1G, Modificación de los recursos escénicos.	Estará dirigido al personal de las contratistas, previo al inicio de las obras, con miras a inculcar el respeto hacia los recursos naturales. Se destacarán aspectos tales como: la riqueza natural del área, el valor de los recursos, la fauna bajo protección especial, ambientes de interés ecológico y marco legal que protege a los recursos. Este programa podrá extenderse a las comunidades locales, considerando la posibilidad de promover en ellas la participación en el cuidado y toma de decisiones de manejo de los recursos. Emitir una circular para el personal de la obra, en la cual quede expresamente prohibido la extracción y tráfico de ejemplares de la fauna silvestre local.
MG-4	Programa de manejo de desechos sólidos y efluentes domésticos e industriales.	IFN-1, Alteración de la vegetación. IFN-3A, Modificación en la carga de sedimentos. INF-3B, Contaminación por vertido de efluentes. INF-3C, Otras alteraciones limnológicas. INF-5B, Pérdida del recurso suelo. INF-5C, Contaminación de los suelos.	Persigue garantizar la adecuada manipulación, envasado, transporte, almacenamiento temporal, tratamiento y disposición final de desechos, basados en los Decretos 883, 2.635, 2.289, 2.216, las Normas COVENIN 2.239 y las normas y procedimientos de protección ambiental para las contratistas de EDELCA. El manejo de los efluentes domésticos, se hará en concordancia con el Decreto 883. El contratista podrá escoger entre varias opciones: baño químico portátil, pozo séptico o planta de tratamiento compacta. Para efluentes industriales, se implementarán sistemas de recolección de efluentes contaminados con trampas de aceite y tratamiento a escoger por la contratista, de acuerdo con las normas y procedimientos de EDELCA. El manejo y almacenamiento de los desechos industriales peligrosos, se hará de acuerdo al Decreto 2.635, 2.289 y las Normas COVENIN 2.239. La instalación de tanques de combustible y depósitos de aceites, lubricantes, gasoil, etc. se hará de acuerdo a las mencionadas normas COVENIN. El acceso a las áreas de depósito de desechos peligrosos será controlado, con registros de entrada y salida e inspecciones periódicas para la detección de envases deteriorados y fugas. Los aceites minerales usados serán envasados en tambores; los envases vacíos se reutilizarán, compactarán o se entregarán a recuperadores autorizados; las baterías se entregarán a recuperadores autorizados o se drenará y neutralizará su contenido y reciclará o entregará a recuperadores autorizados. Con respecto a los desechos sólidos no peligrosos (desechos metálicos, madera, etc.), su manejo se realizará de acuerdo al Decreto 2.216. Estos desechos en lo posible se reciclarán o venderán. Los escombros serán dispuestos en un área dentro de la zona de inundación de la represa con condiciones adecuadas de seguridad ambiental y laboral. los desechos domésticos serán dispuestos en bolsas plásticas y en caso de no existir un sistema cercano de disposición para éstos, se habilitará un relleno tipo trinchera.

Fuente: EDELCA, 2000.

## **7 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y LINEAMIENTOS DEL PLAN DE SUPERVISION AMBIENTAL**

El programa de seguimiento ambiental y los lineamientos del plan de supervisión ambiental fueron elaborados en base a los criterios establecidos en el Decreto 1.257 del MARN G.O. N° 35.946 del 13/03/96, “Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente”. Estos permitirán realizar un seguimiento a las variables ambientales más representativas, a las medidas ambientales y actividades a ser desarrolladas durante la construcción, llenado y operación del Complejo Hidroeléctrico Tocoma.

Las variables ambientales que serán medidas para detectar el desarrollo de los impactos generados por el proyecto son: aguas superficiales, suelo, vegetación y fauna. Para ello, se evaluarán una serie de parámetros específicos para cada variable ambiental, los cuales al ser comparados con la caracterización inicial o la línea base y la normativa ambiental, permitirán establecer la magnitud del cambio de la variable afectada y la efectividad de las medidas implementadas. En los Cuadro 14 y 15 se presentan el resumen del programa de seguimiento y su respectivo cronograma.

**Cuadro 14. Resumen del Programa de Seguimiento Ambiental del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma**

MONITOREO		FASE DEL PROYECTO	UBICACIÓN	PARÁMETROS	FRECUENCIA	
Monitoreo limnológico y de la calidad de las aguas superficiales		Previo a Construcción Operación	Tres (3) en el eje longitudinal del embalse a cuatro (4) profundidades. Tres (3) puntos de muestreo a 500 m de la descarga del embalse.	pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, color, turbiedad, sólidos totales, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, nutrientes (nitritos/nitratos), fósforo total, amoníaco, DQO, DBO, aceites, grasas, coliformes totales y fecales, dureza total expresada como CaCO <sub>3</sub> , potasio, calcio, sodio, magnesio, sulfatos, bicarbonato, cloruros, hierro, mercurio, fenoles, clorofila a, fitoplancton, zooplancton.	Trimestral	
Monitoreo de efluentes domésticos e industriales		Construcción y Operación	Descarga de los sistemas de tratamiento	DBO, DQO, Sólidos totales suspendidos, sólidos totales disueltos, pH, aceites y grasas animales y vegetales, coliformes fecales y totales.	Trimestral	
Monitoreo de niveles de mercurio	Acumulación en tejidos de peces	Previo a Construcción Operación	Area del futuro embalse. En el embalse	Contenido de mercurio en músculos de peces.	Anual por 4 años	
	Acumulación en sedimentos		En los mismos puntos de monitoreo de calidad de agua	Apariencia, color, granulometría, pH, nitritos/nitratos, fósforo total, nitrógeno amoniacal, mercurio total, carbono orgánico total, selenio.	Semestral	
Monitoreo de vegetación	Estudio de los bosques a ser afectados por la inundación	Previo a Construcción, Construcción y Operación	Bosques ubicados en las islas y ribereños	Caracterización florística y fisionómica (área basal, especies y número de individuos por especie, forma de vida, cobertura, fenología, posición sociológica, regeneración natural e indicadores de valor de importancia).	Mínimo 2 veces en 1 año (sequía/lluvia) para cada bosque bajo estudio	
	Inventario forestal	Previo a Construcción, Construcción y Operación	Áreas a ser afectadas por pérdida de vegetación	Caracterización florística, fisionómica y potencial (área basal, especie, número de individuos por especie, densidad, calidad del fuste, altura promedio de los troncos, volumen de madera y porcentaje de material de descuento).	A definir en función de convenios	
	Monitoreo de áreas afectadas por la eliminación de vegetación	Áreas de evaluación de recuperación natural	Construcción y Operación	Franjas contiguas al desvío de la vía del ferrocarril	Especie, abundancia, color, talla, regeneración natural, posición sociológica, etc.	Trimestral en construcción
				Franjas contiguas al desvío de la vía de acceso a Guri		
	Plantaciones (recuperación inducida)		Sitios de préstamos, canteras y picas (fuera del área de inundación)	% de supervivencia.	Semestral en Operación	
Monitoreo de fauna	Estudios de línea base	Previo a Construcción, Construcción Operación	Área del embalse, Todas las islas del río Caroní, Bosques entre ellos: Cerro María Luisa y Morichito, Serranía Necuima.	Riqueza, abundancia poblacional, medidas morfométricas y otras en función del inventario específico.	A definir en función de convenios	
				Otras Líneas de Estudio		A determinar en función del estudio.
	Monitoreo de Fauna Silvestre		Abundancia y dinámica poblacional.	Anual por 10 años		
	Monitoreo de la comunidad íctica	Operación	En el embalse	Riqueza, abundancia, datos biológicos, hábitos alimentarios, uso del hábitat, censo pesquero.	Semestral por 4 años	
Monitoreo de procesos erosivos		Construcción	Áreas donde existan actividades de construcción. Islas y zonas marginales del embalse	Características del suelo, topografía, tendencia a la degradación o estabilización, magnitud del área afectada, causas de afectación, cobertura vegetal.	Trimestral en construcción Anual durante 3 años, con reconsideración de la frecuencia según evolución de la estabilización del sistema	

**Cuadro 15. Cronograma del Programa de Seguimiento Ambiental del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Observaciones			
	m	j	o	d	m	j	o	d	m	j	o	d	m	j	o	d	
<b>ETAPAS DEL PROYECTO</b>																	
Perforaciones exploratorias																	
Carretera de acceso, Ataguías A,B,C Y D (Etapas 1,2 y 3)																	
Excavación Casa de Máquinas (Etapa 1)																	
Presa de enrocamiento izquierda (Etapa 4)																	
Construcción Casa de Máquinas, Aliviaderos y presas de concreto																	
Ataguías E y F, presa de enrocamiento derecha (Etapas 5, 6 y 7)																	
Instalación de Turbinas, Generadores, Transformadores																	
Instalación de Equipos en Aliviaderos																	
Instalación de Equipos para compuertas de tomas																	
Compuertas de tubos de aspiración																	
Equipos electromecánicos misceláneos																	
Primera operación comercial																	
<b>PROGRAMA DE SEGUIMIENTO</b>																	
Monitoreo limnológico y de la calidad de las aguas superficiales																	
Monitoreo de efluentes domésticos e industriales																	
Monitoreo de niveles de mercurio																	
Acumulación en tejidos de peces																	
Acumulación en sedimentos																	
Monitoreo de vegetación																	
Estudio de los bosques																	
Inventario forestal																	
Monitoreo de áreas afectadas por la eliminación de vegetación																	
Áreas de evaluación de recuperación natural																	
Plantaciones (recuperación inducida)																	
Monitoreo de fauna																	
Estudios de línea base																	
Inventario de la Fauna Silvestre																	
Otras Líneas de Estudio																	
Monitoreo de la fauna silvestre																	
Monitoreo de la comunidad íctica																	
Monitoreo de procesos erosivos																	

## RESUMEN EJECUTIVO

---

El plan de Supervisión Ambiental, estará basado en el Capítulo I: De la Supervisión Ambiental, en el Título IV del Decreto N° 1.257, donde se establecen los objetivos y acciones a ser contemplados por el Plan de Supervisión Ambiental, el cual en todos los casos debe garantizar:

- La atención permanente a las actividades a ser efectuadas en el área del futuro Complejo Hidroeléctrico Tocoma.
- El estricto cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos por CVG – EDELCA para los Contratistas.
- La identificación de impactos no señalados en el EIA del Proyecto, mediante la implementación de un sistema de detección y análisis de fallas ambientales, a objeto de diseñar las medidas requeridas para su corrección o mitigación.
- La adecuada asignación de responsabilidades para la ejecución y coordinación del PSA.
- La identificación de los entes responsables de:
  - ◆ Supervisión de los ejecutores de las obras de ingeniería.
  - ◆ Formulación de las normas y procedimientos que garanticen la calidad ambiental.
  - ◆ Ejecución de las obras de ingeniería propuestas como medidas.
  - ◆ Cumplir con el cronograma de ejecución de las actividades.
- La asistencia técnica y entrenamiento dirigidas al personal técnico y obrero de CVG – EDELCA y de las empresas contratistas.

CVG- EDELCA a través de la Gerencia de Gestión Ambiental, será la responsable del cumplimiento de las normas ambientales, así como del mantenimiento de un flujo de comunicación e información permanente entre la supervisión ambiental y la contratistas, a fin de lograr los acuerdos necesarios que permitan implementar todas las medidas ambientales propuestas en el EIA, así como las normas y procedimientos ambientales establecidos por la empresa para el desarrollo del proyecto.

Es importante señalar que para la ejecución del Plan de Supervisión Ambiental (PSA) se contará con la debida asignación de recursos dentro del presupuesto de inversión del proyecto, que permita el adecuado financiamiento de las acciones de supervisión, incluyendo las contrataciones requeridas en pro de su efectivo cumplimiento.

La propuesta de la supervisión ambiental se presenta en el Cuadro 16 y los detalles del plan de supervisión ambiental se entrega al MARN en un documento aparte.

**Cuadro 16. Propuesta de Supervisión Ambiental.**

Medida	Impacto Asociado	Carácter de la medida	Duración	UBICACIÓN ESPACIAL		Fase de Aplicación	Frecuencia	Responsable
<b>MEDIO FISICO - NATURAL</b>								
MFN-1	Recuperación de la vegetación	IFN-1A	Control	Temporal	Franjas contiguas al desvío de la vía del ferrocarril. Sitios de préstamos, canteras y picas, localizados fuera del área de inundación.	Construcción operación	Mensual	CVG – EDELCA Contratista
MFN-2	Estudio de los bosques a ser afectados por la inundación	IFN-1B	Mitigante	Temporal	Los bosques ubicados en las islas y ribereños	Construcción Operación	Quincenal	CVG – EDELCA Contratista especializada
MFN-3A	Generación de Información Básica. Estudio de Línea Base faunística y de hábitats	IFN-2A	Preventiva y Control	Temporal	Zona de influencia directa (área de llenado del embalse Tocoma). Todas las islas actuales del tramo del río Caroní a ser afectado por la inundación. Sector de bosque, particularmente: a) los ribereños, b) al suroeste del área de llenado, cerca del Cerro María Luisa, c) los bosques medios de la Serranía Nekuima d) el bosque que cubre el glacis del Cerro Morichito, situado en el límite noreste del área de inundación.	Construcción Operación	Quincenal	CVG – EDELCA Contratista especializada
MFN-3B	Rescate de Fauna Silvestre	IFN-2A.	Mitigante	Temporal	Sectores de bosques y las islas, en donde existan: • Especies de alto valor biológico o que se sospeche de esta condición. • Especies vulnerables por su movilidad limitada e incapacidad de trasladarse en ambientes inundados. • Especies susceptibles de utilización para fines biomédicos (serpientes venenosas, cachicamos)	el final del período de construcción y los días previos al llenado del embalse,	Quincenal	CVG – EDELCA Contratista especializada
MFN-4	Control de los niveles de ruido en equipos y maquinarias	IFN-2A	Preventiva	Temporal	En los sitios de ubicación de maquinarias y equipos	Construcción	Mensual	CVG – EDELCA Contratista
MFN-5	Programa de seguimiento de la comunidad íctica	IFN-2C	Mitigante	Temporal	Dentro del embalse	Operación	Semestral	CVG – EDELCA Contratista especializada
MFN-6	Control de erosión y obras de drenaje	IFN-3A, 3D IFN-5A, 5B, 5D	Mitigante	Temporal	Sitios de conformación de terrazas Sitios de drenajes Sitios de movimientos de tierra Vías de acceso Terraplenes y escombreras	Construcción Operación	Quincenal	CVG – EDELCA Contratista
MFN-7	Programa de mediciones de aguas superficiales	IFN-3A, 3B, 3C	Control	Permanente	Tres (3) estaciones sobre el eje longitudinal del embalse, desde la cola hasta el canal de descarga Tres (3) puntos de muestreo aguas abajo del canal de descarga.	Operación	Trimestral	CVG – EDELCA Contratista

RESUMEN EJECUTIVO

Medida	Impacto Asociado	Carácter de la medida	Duración	UBICACIÓN ESPACIAL		Fase de Aplicación	Frecuencia	Responsable
MFN-8	Control para emisiones de partículas	IFN-4A	Mitigante	Temporal	En las áreas de movimiento de tierra	Construcción	Semanal	CVG – EDELCA
<b>MEDIO SOCIOECONOMICO</b>								
MSE-1	Cumplimiento de Normas de Seguridad de Tránsito Terrestre y Adecuación de Señalización Vial.	ISE-1B	Preventiva	Temporal	Vialidad Interna Vías de acceso al área del proyecto	Construcción	Semanal	CVG - EDELCA
MSE-2	Construcción de un tramo de la línea férrea	ISE-1C	Correctiva	Permanente	Sobre la cota 128, paralelo al tramo inundarse	Antes de la inundación	Semanal	CVG – EDELCA
MSE-3	Adecuación de la vialidad local afectada	ISE-1D	Correctiva	Permanente	Vía de acceso al Guri	Antes de la inundación	Semanal	CVG – EDELCA
MSE-4	Adecuación del Tendido Eléctrico	ISE-1E	Correctiva	Permanente	El tramo del tendido eléctrico de la línea Guri-Ciudad Guayana que será afectado por la inundación	Antes de la inundación	Semanal	CVG – EDELCA
MSE-5	Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores		Preventiva	Permanente	Todas las áreas donde se encuentre personal laborando	Construcción	Mensual	CVG – EDELCA
MSE-6	Programa de compensación dirigido a la población afectada por el proyecto	ISE-1H	Mitigante	Permanente	Poblado minero El Merey – Las Lajas	Construcción	Quincenal	CVG - EDELCA
<b>GENERALES</b>								
MG-1	Programa de control y protección del área de Influencia	IFN-2B, 5B ISE-1A, 1E	Preventiva	Permanente	En toda la cuenca y el área de influencia directa	Construcción Llenado Operación	Semestral	CVG – EDELCA MARN, Profauna Guardia Nacional
MG - 2	Programa de Información	IFN-2B ISE-1A, 1G y 1H	Preventivo	Permanente	En el área de influencia local y regional	Construcción Llenado Operación	Mensual	CVG – EDELCA
MG - 3	Programa de educación ambiental	IFN-2B ISE-1A, 1G y 1H	Preventivo	Permanente	Area de influencia subregional	Construcción Llenado Operación	Bimestral	CVG - EDELCA
MG - 4	Programa de manejo de desechos sólidos y efluentes domésticos e industriales	IFN-1, 3A, 3B, 3C, 5B, 5C	Preventivo Control	Permanente	Sitios de permanencia de personal Areas de mantenimiento de maquinarias y equipos Areas de almacenamiento de materiales	Construcción	Mensual	CVG – EDELCA Contratista
						Operación	Semestral	

## INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION .....	1
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
2.1	Objetivos del Proyecto.....	2
2.2	Justificación del Proyecto.....	2
2.3	Localización del Proyecto .....	2
2.4	Análisis de Alternativas.....	3
2.5	Componentes del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma .....	5
2.6	Etapas del Proyecto .....	10
2.7	Relación del Proyecto con Otros Proyectos en el Area .....	10
2.8	Insumos y Servicios Requeridos.....	10
2.9	Fuentes Potenciales de Generación de Contaminantes al Ambiente .....	11
2.10	Medidas Ambientales .....	11
2.11	Aspectos Económicos del Proyecto.....	12
2.12	Cronograma de Ejecución .....	12
2.13	Generación de Empleo.....	12
3	CARACTERIZACION AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	14
3.1	Area de Influencia del Proyecto .....	14
3.2	Caracterización del Medio Físico-Biótico.....	15
3.2.1	Clima.....	15
3.2.2	Hidrografía e hidrología.....	15
3.2.3	Limnología .....	16
3.2.4	Geología, geomorfología y suelos.....	18
3.2.5	Vegetación .....	19
3.2.6	Fauna silvestre.....	21
3.2.7	Ictiofauna .....	22
3.2.8	Pesquería.....	22
3.2.9	Medio socioeconómico. ....	22

## RESUMEN EJECUTIVO

---

4	SENSIBILIDAD AMBIENTAL .....	25
5	IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS .....	28
6	PROPOSICION DE MEDIDAS .....	31
7	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y LINEAMIENTOS DEL PLAN DE SUPERVISION AMBIENTAL .....	36

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Resumen del Proyecto. ....	6
Cuadro 2.	Resumen de Material Disponible en el Área. ....	7
Cuadro 3.	Insumos del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma. ....	10
Cuadro 4.	Cronograma Tentativo del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma. ....	13
Cuadro 5.	Características Generales de las Subcuencas. ....	15
Cuadro 6.	Resumen de las Variables Geología, Geomorfología, Suelos y Capacidad de Uso en el Área del Proyecto. ....	18
Cuadro 7.	Unidades de Vegetación Identificadas en el Área de Inundación de la Presa. ....	20
Cuadro 8.	Número de Especies por Tipo de Hábitat y de Estatus Especial. ....	21
Cuadro 9.	Resumen del Análisis de Sensibilidad .....	26
Cuadro 10.	Calificación de los Impactos Potenciales del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma. ....	29
Cuadro 11.	Resumen de Medidas Ambientales. Medio Físico – Natural .....	31
Cuadro 12.	Resumen de Medidas Ambientales. Medio Socioeconómico .....	34
Cuadro 13.	Resumen de Medidas Ambientales. Medidas Generales. ....	35
Cuadro 14.	Resumen del Programa de Seguimiento Ambiental del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma .....	37
Cuadro 15.	Cronograma del Programa de Seguimiento Ambiental del Proyecto Complejo Hidroeléctrico Tocoma .....	38
Cuadro 16.	Propuesta de Supervisión Ambiental .....	37

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Complejo Hidroeléctrico Tocoma .....	3
Figura 2. Alternativas de Ubicación Planteadas .....	4
Figura 3. Ubicación de los Componentes Principales del Proyecto. ....	5
Figura 4. Ubicación de las Ataguías. ....	9
Figura 5. Area de Influencia del Proyecto. ....	14