



RESUMEN EJECUTIVO

1. GENERALIDADES

El río Cauca, a partir de su nacimiento, en el extremo sur-occidental del país, a unos 4.200 msnm, se dirige hacia el norte, entre las cordilleras Central y Occidental, manteniéndose sensiblemente paralelo a la costa Colombiana sobre el mar Pacífico, para desembocar, luego de un recorrido de unos 1.290 km y a los 90 msnm, en el río Magdalena, el principal río del país que, a su vez, hace parte de la vertiente Atlántica.

El Proyecto Hidroeléctrico Ituango, propuesto sobre este río, hace parte de la cadena de proyectos identificados para aprovechar el potencial hidroeléctrico del río Cauca en su tramo medio, conocido como Cañón del Cauca.

EL proyecto aprovecha un caudal de unos 1.000 m³/s, alcanzado por el río Cauca luego de un recorrido de unos 900 km a lo largo de los cuales drena un área aproximada de 37.820 km².

Las obras principales del proyecto están localizadas en ambos márgenes del río Cauca entre las desembocaduras del río San Andrés y el río Ituango, ubicada al norte del Departamento de Antioquia, a 170 Km por carretera de Medellín, unos 8 km abajo del denominado Puente de Pescadero, sobre el río Cauca, en donde cruza la carretera que comunica la capital con el Municipio de Ituango.

Si bien las obras principales del Proyecto comprometen de manera directa únicamente terrenos de los municipios de Ituango, Toledo y Briceño, la cuenca inmediata del embalse incluye además terrenos de los municipios de Peque y Buriticá, por la margen izquierda, y de Sabanalarga y Liborina, por la margen derecha, e inundará completamente los poblados de Orobajo (Sabalarga) y Barbacoas (Peque). La zona corresponde a un cañón profundo, estrecho y escarpado; caracterizado por su escasa productividad agrícola o ganadera y su baja densidad poblacional.

La infraestructura vial de la zona es deficiente, y está constituida por la vía que conecta a Ituango con la carretera Troncal que une a Medellín con la Costa Atlántica, y por la que comunica a Sabanalarga con la vía que une a Medellín con Santa Fe de Antioquia.

La empresa dueña del proyecto es la Sociedad Promotora de la Hidroeléctrica Pescadero Ituango (LA HIDROELÉCTRICA), creada en junio de 1998, sociedad que está conformada por las siguientes entidades principales (accionistas mayoritarios):

- Gobernación de Antioquia
- Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
- ISAGEN S.A. E.S.P.
- Instituto para el Desarrollo del Departamento de Antioquia - IDEA.
- Asociación Colombiana de ingenieros constructores – ACIC

En agosto de 1998, la Sociedad Promotora de la Hidroeléctrica Pescadero Ituango encargó a la firma INTEGRAL S.A. la actualización de los estudios de factibilidad para



redefinir el proyecto optimizando el aprovechamiento del recurso hídrico, el entorno ambiental y socioeconómico en su área de influencia, con una rentabilidad atractiva para posibles inversionistas.

Y finalmente en agosto de 2006, se contrató la complementación de la factibilidad del proyecto a la luz de las nuevas condiciones económicas y de desarrollo de este tipo de proyectos en el país.

Para el desarrollo de los diseños de las obras del proyecto se dispuso de cartografía básica de planchas topográficas a escala 1:10.000, 1:5.000 y 1:2.000, con énfasis en las zonas de presa, vías de acceso y embalse, las cuales fueron complementadas con la adquisición de 5 imágenes SPOT (diciembre de 2005 y enero 2006). Para la elaboración de los mapas temáticos ambientales del proyecto se utilizó la cartografía básica IGAC en escala 1:25.000 ajustada en algunos aspectos con base en las planchas cartográficas de otras escalas y las imágenes de satélite

1.1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

A continuación se presenta, de manera resumida, el contenido de los distintos capítulos que constituyen el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (PHI):

- Resumen Ejecutivo. Síntesis de los aspectos relevantes del estudio en lo relacionado con la evaluación ambiental del proyecto.
- Capítulo 1. Generalidades. Presenta el contenido de los capítulos, la composición del grupo de profesionales que participó en la realización del estudio, así como las metodologías general y específica aplicadas y el marco normativo considerado.
- Capítulo 2. Descripción del Proyecto. Presenta los criterios y el estado actual de los estudios de factibilidad del proyecto, así como las características físicas principales de las obras y las actividades más relevantes en términos de su influencia sobre el medio ambiente.
- Capítulo 3. Caracterización del Medio Físico. Según las principales características del medio físico en cuanto a geología, geomorfología, tectónica, hidrología, calidad y usos del agua, clima, calidad del aire y niveles de ruido, tipos de suelos, unidades de usos del suelo, usos potenciales y conflictos de uso, etc.
- Capítulo 4. Caracterización del Medio Biótico. En términos de los principales atributos de la Fauna Terrestre (reptiles, anfibios, peces, aves y mamíferos) y de la Flora (estado actual y composición), etc.
- Capítulo 5. Caracterización del Medio Social. En sus aspectos Socioculturales, Sociodemográficos (población, dinámica poblacional, etc.), Económicos (actividades económicas y sectores productivos, empleo, infraestructura de comunicación afectada), Político - Organizativo (autoridades, instituciones, ONG'S, líderes, medios de comunicación, etc.).
- Capítulo 6. Zonificación ambiental. En este capítulo se presenta la metodología y el análisis de los resultados de la zonificación ambiental y de manejo de la zona de estudio del proyecto.



- Capítulo 7. Demanda de recursos naturales. En este capítulo se realiza una evaluación de los recursos naturales requeridos por el proyecto-
- Capítulo 8. Identificación y evaluación de Impactos ambientales. En este capítulo se presenta la identificación y evaluación de Impactos ambientales del proyecto, teniendo en cuenta las distintas actividades del proyecto y los elementos ambientales considerados, así como los criterios de sensibilidad para la calificación de los posibles impactos.
- Capítulo 9. Plan de Manejo Ambiental. En este capítulo se plantean los programas y proyectos necesarios para atender los diferentes impactos identificados, y una estimación de los costos asociados y su respectivo cronograma de ejecución.
- Capítulo 10. Plan de Monitoreo y Seguimiento. Se presentan en este capítulo los programas de seguimiento y monitoreo que deben acometerse durante las fases de preconstrucción, construcción y operación del proyecto.
- Capítulo 11. Plan de Contingencias. Se presentan en este capítulo el Plan de contingencias en el que se desarrolla un análisis de amenazas, vulnerabilidad y riesgos y se establecen los planes, programas y proyectos asociados a la atención de las emergencias.
- Capítulo 12. Bibliografía. Se presenta toda la bibliografía consultada y utilizada para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

1.2. TRÁMITES AMBIENTALES EFECTUADOS

Entre los trámites realizados por LA HIDROELÉCTRICA ante la autoridad ambiental competente se tienen:

- Inscripción del Proyecto ante el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial el 29 de diciembre de 1999.
- El Ministerio, mediante Auto 186 del 27 de abril de 2000, envió factura de cobro por los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.
- El Ministerio, mediante Auto 187 del 27 de abril de 2000, acusó conocimiento del trámite y abrió el expediente respectivo.
- El Ministerio, mediante Auto 432 del 6 de junio de 2001, exoneró a LA HIDROELÉCTRICA de la elaboración y presentación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas y emitió los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.
- El Ministerio del Interior, mediante oficio enviado a LA HIDROELÉCTRICA, indicó que no se tienen comunidades negras asentadas en la zona del proyecto, pero si la existencia de un bajo porcentaje de pobladores afro descendientes.



2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto comprende una presa de enrocado localizada unos 600 m arriba de la desembocadura del río Ituango al río Cauca, con obras para descargas de fondo e intermedia y un vertedero en canal abierto para evacuación de crecientes, obras ubicadas sobre la margen derecha del río. También sobre la margen derecha, se localizan las obras para generación que comprenden ocho captaciones sumergidas conectadas a las conducciones a presión que alimentan los ocho grupos turbina – generador de eje vertical, que se alojan en la caverna de casa de máquinas, conectados por galerías de barras a ocho bancos de transformadores monofásicos situados en la caverna de transformadores. El agua turbinada llega a dos cavernas independientes que actúan como almenaras de aguas abajo, de donde se desprenden cuatro túneles de descarga mediante los cuales el caudal es devuelto al río Cauca.

El esquema, la disposición y los diseños de factibilidad adoptados para el proyecto, tienen en cuenta la posibilidad de que éste se realice en dos etapas.

2.1. PRESA Y OBRAS ANEXAS

2.1.1. Presa

La presa, del tipo de enrocado con núcleo de tierra (ECD), tiene una altura es de 220 m, con corona de 12 m de ancho y de 500 m de longitud, a la cota 430. La impermeabilidad del lleno de roca se logra mediante un núcleo de tierra con taludes 0,4H:1V en el lado de aguas abajo y 0,08H:1V en el lado de aguas arriba. Entre el núcleo de tierra y el lleno de roca se ha dispuesto, en la cara de aguas arriba, una zona de transición de 10 m de espesor, conformada por material con un tamaño máximo de 0,20 m y, en la cara de aguas abajo, una transición compuesta por dos filtros de 4 m de espesor, uno de arena y otro de cascajo.

2.1.2. Ataguía

Para la desviación del río Cauca, se ha dispuesto la construcción de una ataguía de 52 m de altura con corona en la cota 262; el desvío se hará a través de dos túneles, dimensionados conjuntamente con la ataguía, con el criterio de que permitan evacuar una creciente con un caudal de 4.700 m³/s correspondiente a un período de retorno de 50 años, sin que la ataguía sea desbordada. La ataguía será de concreto compactado con rodillo (CCR), incorporada a la presa.

La preataguía para la desviación del río tendrá 30 m de altura y corona en la cota 240; estará conformada por roca y suelo. La preataguía se diseñó con el criterio de que no sea sobrepasada al evacuar por los túneles de desviación la creciente con un período de retorno de 2,33 años.

El volumen total de la presa (incluyendo la ataguía y la contraataguía que están incorporadas a ésta) es de aproximadamente 16.300.000 m³.



2.1.3. Vertedero

El vertedero de crecientes será en canal abierto, con un ancho variable entre 100 m en el azud de control y 60 m en el deflector, en una longitud de aproximadamente 495 m y con una pendiente de aproximadamente el 20%.

El vertedero se ha diseñado para evacuar la creciete máxima probable, cuyo caudal de entrada es de 25.300 m³/s y de salida de 23.250 m³/s. Es controlado por cinco compuertas radiales de 16 m de ancho y 21,50 m de altura, separadas por pilas de 5 m de ancho.

2.1.4. Obras de desviación y descarga de fondo

2.1.4.1. Desviación

La desviación del río Cauca se hará mediante dos túneles paralelos emplazados en la margen derecha, que tienen una sección hidráulica de 14 m de ancho, hastiales verticales de 7 m de altura y bóveda de 7 m de radio, con capacidad de evacuar una creciete con un caudal pico máximo de 4.700 m³/s, que corresponde a la creciete con un período de retorno de 50 años, sin sobrepasar la ataguía. Las longitudes aproximadas de los dos túneles son 811 m y 1.065 m, respectivamente.

La estructura de entrada de cada uno de los túneles cuenta con una pila central, de modo que cada túnel se cerrará mediante dos compuertas deslizantes de 7 m de ancho y 14 m de altura, las cuales permitirán la construcción de los tapones de concreto para el cierre definitivo de los mismos.

2.1.4.2. Descargas de fondo e intermedia

Con el fin de mantener permanentemente en el río Cauca, durante el llenado del embalse, un caudal por lo menos igual al mínimo registrado, se ha previsto la construcción de obras de descarga que garanticen la evacuación de unos 300 m³/s.

La descarga de fondo tendrá dos compuertas planas de 3 m de ancho y 3,90 m de altura, operadas desde una cámara construida aguas arriba del sitio en donde se taponará el túnel de desviación No. 1. La descarga intermedia estará constituida por un túnel de 8 m de ancho, hastiales verticales de 4 m de altura y bóveda semicircular de 4 m de radio, con una longitud de 783 m aproximadamente. A la altura del eje de la presa se construirá un domo desde donde se controlarán dos compuertas radiales de operación y dos compuertas planas de mantenimiento, con dimensiones de 3 m de ancho y 3,90 m de altura.

2.1.5. Fuentes de materiales y zonas de depósito

2.1.5.1. Materiales para la presa

Para la obtención de los materiales que conforman las distintas zonas consideradas en el diseño del lleno de la presa, se ha previsto utilizar las fuentes que se presentan en la siguiente Tabla.



Zona	Área	Límites
Zona de préstamo N° 1	1'930 000 m ²	1'279 600 a 1'281 200 N y 1'153 600 a 1'155 500 E
Zona de préstamo N° 2	1'820 000 m ²	1'277 900 a 1'279 300 N y 1'156 800 a 1'158 200 E
Zona de préstamo N° 3	1'570 000 m ²	1'268 600 a 1'271 800 N y 1'155 200 a 1'157 200 E
Zona de préstamo N° 4	1'570 000 m ²	1'278 000 a 1'279 100 N y 1'153 100 a 1'155 300 N

Las canteras identificadas con los números 1, 2 y 4 son para suelos finos granulares, que se utilizará para el núcleo, y el préstamo 3 son los aluviales del río San Andrés para materiales gruesos granulares, los cuales se utilizarán para los filtros de la presa:

2.1.5.2. Zonas de depósito de materiales

Los depósitos de materiales que se utilizarán durante la construcción del proyecto Hidroeléctrico Ituango se presentan en la siguiente Tabla.

Depósito	Vía	Abscisa	Capacidad (m ³)
1	Vía Existente	A 1.5 km de la entrada a los campamentos	500.000
2	Vía Sustitutiva entre El Valle y la Presa	km 1+000	1.500.000
3	Vía Existente	A 3 km de la entrada a los campamentos	3.000.000
4	Vía Sustitutiva entre Ituango y la Presa	km 3+500	200.000
5	Vía Sustitutiva entre Ituango y la Presa	km 5+400	150.000

La distribución del material sobrante se hará de la siguiente manera:

- Vías de acceso a campamentos se dirigen al depósito 1.
- Vía sustitutiva entre el km 0+550 y km 3+500 se dirigen al depósito 4.
- Vía sustitutiva entre el km 3+500 y km 5+400 se dirigen al depósito 5.
- Vía sustitutiva entre El Valle y la Presa y vía sustitutiva entre los km5+400 y km 8+350, se dirigen al depósito 3.
- Vías acceso al portal del túnel de desviación, aguas arriba, se dirigen al depósito 2.
- Vía de acceso a la casa de máquinas y la vía de acceso al portal del túnel de desviación, aguas abajo, se dirigen a uno de los depósitos destinado para las obras principales, con el fin de optimizar las distancias de acarreo de materiales.

2.2. OBRAS DE GENERACIÓN

2.2.1. Obras de captación

2.2.1.1. Plazoleta de las estructuras de captación

La plazoleta de las captaciones tiene un ancho de 226 m y la geometría de sus taludes consiste en cortes verticales de 15 m de altura, con bermas de 7,5 m de ancho hasta la cota 460 msnm; de este nivel hacia arriba se continúa con cortes de 15 m de altura y bermas de 11,25 m de ancho, para alcanzar una pendiente promedio de 0,75 H:1,0 V; de la cota 520 msnm en adelante, se realizan cortes en suelo con pendiente 0,75 H:1,0 V, con bermas de 11,25 m cada 15 m. La carretera sustitutiva San Andrés – Ituango, que pasa por la corona de la presa, cruza el talud de la plazoleta sobre la cota 430 msnm, por lo que esta berma tendrá un ancho de 12 m.



2.2.1.2. Estructuras de captación

Las obras de captación están conformadas por dos bloques de estructuras sumergidas, separadas e idénticas, cada uno de los cuales tiene cuatro bocatomas independientes de aducción frontal, con rejas coladeras fijas. Igualmente hacen parte de la captación, ocho pozos de compuertas, uno por conducción, localizados bajo una galería subterránea a la cota 430 msnm, desde la cual se operan las compuertas sobre los túneles superiores de conducción, que permiten el cierre del sistema bajo presiones equilibradas.

2.2.1.3. Galería y pozos de compuertas

La longitud de la galería es de 226,1 m, el ancho de 12,5 m y su altura de 16,15 m, medidos a la corona de la bóveda del techo que tiene un radio de 7,8 m; las paredes son verticales, con una altura de 13 m desde el piso. El desplazamiento del pórtico grúa a lo largo de la galería para operar la compuerta de cierre de cualquiera de los pozos, se hará sobre un par de rieles espaciados 8,25 m entre ejes, situados de modo que se facilite un corredor peatonal libre de la influencia del pórtico.

2.2.2. Obras de conducción

2.2.2.1. Conducciones

Cada conducción (ocho en total) está compuesta por el túnel superior de 144,4 m de longitud y 10% de pendiente, el pozo de presión vertical de 151,4 m de profundidad incluyendo los codos verticales de 16,5 m de radio y, finalmente, el túnel inferior que es horizontal con una longitud de 63,5 m, lo cual representa una longitud efectiva por conducción de 359,3 m.

El túnel superior y el pozo de presión tienen sección hidráulica circular con diámetro de 6,6 m y velocidad de 5,0 m/s, revestida en concreto reforzado con un espesor de 0,7 m. Por su parte, el túnel inferior tiene sección hidráulica circular revestida en lámina metálica embebida en concreto de 0,7 m de espesor; su diámetro es de 5,2 m.

2.2.3. Casa de máquinas, caverna de transformadores y obras anexas

El esquema de las obras de la central comprende la caverna principal de la casa de máquinas donde se ubican ocho unidades, de 300 MW de potencia nominal cada una, y una capacidad instalada total de 2.400 MW, con turbinas tipo Francis y generadores sincrónicos de eje vertical, los equipos auxiliares electromecánicos, equipos de control, la sala de montaje, oficinas. Aguas arriba de ésta se localiza la caverna de transformadores que aloja un banco de tres transformadores monofásicos por grupo y, aguas abajo las cavernas de las almenaras, una para cada cuatro unidades, que junto con los túneles de descarga conforman las obras de descarga

El acceso a la casa de máquinas se hace mediante un túnel vehicular de doble vía, que llega a la sala de montaje dispuesta en su zona central. Para la excavación de las cavernas, se dispondrá de túneles de construcción superiores e inferiores, los cuales se derivarán del túnel de acceso.



2.2.3.1. Caverna principal

La caverna principal tiene 240,1 m de longitud total, 21 m de ancho y 46,35 m de altura. En la primera etapa se construirá la sala de montaje y la parte correspondiente a los grupos generadores 1 a 4, con sus obras relacionadas, y un espacio adicional para adecuación de la protección de las obras y equipos, durante la construcción de la segunda etapa.

2.2.3.2. Caverna de transformadores, galerías de barras y acceso y sala de control

La caverna de transformadores está situada 30 m aguas arriba de la caverna principal, con un ancho de 16 m y una altura de 18,6 m, medidos a la corona de la bóveda del techo que tiene un radio de 10 m. Su longitud total es de 200,8 m, de los cuales se construirían 140 m en la primera etapa.

2.2.3.3. Almenaras

Las dos cavernas de las almenaras son independientes e iguales y están separadas de la caverna de la casa de máquinas por un bloque de roca de 30 m de espesor y separadas entre sí 40,6 m. Sus dimensiones son de 18 m de ancho, 48,3 m de altura medidos a la corona de la bóveda, y 100 m de longitud. En cada almenara confluyen cuatro túneles de aspiración de las unidades, cuya altura en el empalme es de 8 m. De cada almenara salen dos túneles de descarga, correspondientes a cuatro unidades generadoras.

2.2.3.4. Túnel y pozo de cables

Los cables de potencia salen desde la caverna de transformadores a través de un túnel horizontal, hasta la plazoleta excavada en la superficie, donde se encuentra la subestación encapsulada a 500 kV. El túnel parte del costado aguas arriba de la caverna de transformadores, y tiene una longitud de 69,35 m.

El pozo inclinado, de una longitud real de 368,25 m, se inicia en la cota 227,1 msnm y llega a la cota 498,6 msnm, donde empalma con un cárcamo en concreto dispuesto en el sentido longitudinal de la subestación superficial

La sección, tanto del túnel como del pozo de salida de cables, es en forma de herradura de 4 m de ancho y 5 m de altura, con paredes verticales y bóveda con radio de 2,5 m.

2.2.3.5. Túnel de acceso a la casa de máquinas

Tiene una longitud total de 943,0 m con tres tramos rectos y dos curvas horizontales. El trazado vertical incluye dos tramos horizontales cortos, a nivel de la plazoleta y de la sala de montaje, y un tramo intermedio principal de 887,6 m con pendiente del 10,5%.

La sección de excavación del túnel es en herradura con paredes verticales, de 7,5 m de ancho y 6 m de altura; el radio de la bóveda es de 4,2 m.

2.2.3.6. Túneles de construcción

Los túneles de construcción se plantean teniendo en cuenta que el proyecto podría ser ejecutado en dos etapas. Se utilizan dos túneles superiores, uno de ellos en la primera



etapa y otro en la segunda, y un túnel inferior. Parten del túnel de acceso a casa de máquinas, y llegan a las culatas de las tres cavernas. El túnel inferior se utiliza también para construir los pozos de presión y los túneles inferiores de las conducciones.

La sección de los túneles es en herradura, de paredes verticales, de 5 m de ancho y 5 m de altura con 3,13 m de radio de la bóveda. El tramo de túnel inferior hasta los codos de los pozos de presión, tiene dimensiones mayores, de 6,60 m de ancho y de altura total.

2.2.4. Obras de descarga

De cada almenara se desprenden dos túneles de descarga, uno por cada dos unidades generadoras. Cada uno de los cuatro túneles de descarga, dos por cada almenara, evacúa un caudal de 337,50 m³/s, correspondiente al caudal turbinado por dos unidades generadoras cuando la central está trabajando a plena carga

2.3. EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS

2.3.1. Turbinas

De acuerdo con el salto bruto y caudal de diseño definidos, el proyecto constará de ocho turbinas Francis de eje vertical, con capacidad para procesar un caudal total de 1.350 m³/s.

Las características principales de la turbina son: caudal: 168,8 m³/s; salto neto de diseño: 197,3 m; velocidad sincrónica: 180 min⁻¹; potencia nominal: 306,8 MW y velocidad específica: 134,8 min⁻¹.

2.3.2. Equipos eléctricos

El Proyecto comprende ocho unidades, configuradas en un esquema que posiblemente se desarrollará en dos etapas, cada una de cuatro unidades.

Cada unidad consiste en un grupo Generador - Banco de transformadores monofásicos, conectados entre sí con barras aisladas. Desde el lado de alta tensión de los transformadores, se tendrá la conexión con cables aislados en XLPE para 500 kV, instalados a través de un túnel de cables, hacia una subestación encapsulada en SF6, localizada en la plazoleta del túnel de salida de cables que será la subestación del STN.

Como resultado del estudio de conexión, se recomienda la salida de cinco circuitos de 500 kV, que son:

- Dos hacia la subestación Cerromatoso.
- Dos hacia la subestación Porce III.
- Uno hacia la subestación San Carlos.

En la siguiente Tabla se presentan las características generales de la subestación del proyecto Hidroeléctrico Ituango a 500kV

Tipo	Encapsulada
Aislamiento	SF6
Número de diámetros	7
Número de circuitos de generación	8



Número de circuitos de líneas	5
Espacio previsto para ampliación	Para 2 líneas adicionales (un diámetro mas y espacio para pórticos, reactores y edificio de control)
Voltaje nominal	500 kV, rms
Voltaje máximo	550 kV, rms
Frecuencia nominal	60 Hz
Nivel básico de aislamiento	1 550 kV, pico
Corriente de cortocircuito	40 kA
Corriente nominal de barras	3 500 A, rms

2.4. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

2.4.1. Vías de acceso

Para el acceso a la zona del Proyecto se cuenta con la carretera que comunica a Medellín con el Municipio de Ituango. Esta utiliza un tramo de la Troncal Occidental (Medellín-Cartagena), hasta los Llanos de Cuivá, en donde se desprende un ramal que pasa inicialmente por el Municipio de San Andrés de Cuerquia y luego por el corregimiento de El Valle, para más adelante cruzar el río Cauca, en el sitio Pescadero, y dirigirse finalmente a Ituango. Los tramos de esta carretera próximos al río serán inundados por el embalse, por lo que será necesario construir una vía sustitutiva.

Además del corto tramo de la vía San Andrés – Ituango que debe ser sustituido por efectos de su inundación durante la fase de operación del proyecto, se deben construir accesos a algunas zonas específicas, para lo cual se plantean ocho vías nuevas, las cuales, de acuerdo con sus respectivos propósitos, se han catalogado dentro de los siguientes grupos:

- **Vías Principales.** Comprende las vías El Valle – Presa, margen izquierda del río Cauca, y Pescadero- Presa, margen derecha, que sirven de sustitución al tramo de la vía intermunicipal existente entre San Andrés de Cuerquia e Ituango que se verá inundado por el embalse; incluye, también, la variante vial para rodear el municipio de San Andrés de Cuerquia.
- **Vías Secundarias.** Son las vías necesarias en el proceso de construcción de las obras principales y en la etapa de operación de la Hidroeléctrica. Corresponde a las vías de acceso a casa de máquinas, a la subestación de 500 kV y a los campamentos en donde se alojará el personal vinculado a la construcción del Proyecto.
- **Vías Terciarias.** Son las vías necesarias para el proceso constructivo, a saber: las vías de acceso a los portales de aguas arriba y de aguas abajo de los túneles de desviación y a la salida de los túneles de descarga de la central.

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de los volúmenes de explanación en m³ y la longitud de cada una de las vías.

Carretera	Longitud (m)	Volumen (m ³)	
		Corte	Relleno
Vía sustitutiva entre el valle y la presa	12.530	1.172.000	11.000
Vía sustitutiva entre pescadero y la presa	8.360	763.000	4.000



Vía de acceso a la casa de maquinas	5.730	603.000	11.000
Ramal de acceso a la subestación	800	70.000	0
Vía de acceso a la entrada del túnel de desviación	3.520	340.000	5.000
Vía de acceso a la salida del túnel de desviación	2.300	353.000	13.000
Vía 1 de los campamentos	1.530	78.000	2.000
Vía 2 de los campamentos	780	53.000	0
Explanación para edificaciones	-	549.000	312.000
TOTALES	35.550	3.981.000	358.000

2.4.2. Campamentos

Se estima que en su punto máximo, el contratista tendrá en la zona, vinculadas a la ejecución del proyecto unas 5.000 personas, y 300 por parte del propietario y de la interventoría.

La zona de campamentos para el personal de la HIDROELÉCTRICA está situada al costado izquierdo del río San Andrés, cerca de la desembocadura de la quebrada Tacuí, al lado de la carretera actual entre El Valle e Ituango, y contigua al sitio donde comienza la vía sustitutiva. Esta zona ofrece unas aceptables condiciones en cuanto a pendientes del terreno, fuentes de agua y posibilidades de disposición de aguas residuales.

2.4.3. Energía para construcción

La energía para construcción será proporcionada mediante una línea de transmisión de energía, a 110 kV, entre la subestación Yarumal de Empresas Públicas de Medellín y la subestación de construcción localizada en el sitio de la obra.

2.5. DESARROLLO POR ETAPAS

El desarrollo del Proyecto en dos etapas de igual capacidad de generación, con un desfase temporal entre tres y cinco años, permite que se difieran inversiones asociadas a la construcción de algunas obras civiles y la compra de la mitad de los equipos electromecánicos de generación, por un monto cercano al 25% del total de las inversiones requeridas por el proyecto.

Las obras civiles y los equipos de las dos etapas de construcción del proyecto consisten fundamentalmente en los siguientes trabajos:

- Etapa I
 - La totalidad de la infraestructura del proyecto.
 - La totalidad de la presa y obras anexas.
 - La totalidad de las obras de captación, consistentes en la plazoleta, las ocho estructuras de captación, la galería de compuertas y los ocho pozos de compuertas y sus correspondientes compuertas.
 - La totalidad de las obras de las cuatro conducciones iniciales y parte de las cuatro restantes. De estas últimas se ejecutarían las excavaciones y revestimiento en concreto de los túneles superiores y de los pozos de presión.
 - La totalidad de las obras del túnel de acceso a la casa de máquinas.



- La totalidad de los túneles de construcción superior e inferior de primera etapa.
- La caverna principal, en una longitud de 136 m que corresponde a las primeras cuatro unidades, a la sala de montaje y a un tramo adicional de 20 m.
- La caverna de transformadores, en una longitud de 130 m que corresponde al sector asociado a la primera etapa de la caverna principal y un tramo adicional de 20 m.
- La almenara N° 1, asociada a las primeras cuatro unidades y el pozo de aireación correspondiente.
- La plazoleta de salida de los túneles de descarga, los túneles de descarga Nos 1 y 2 y el canal de salida, asociado a las primeras cuatro unidades.
- Los equipos electromecánicos asociados a las primeras cuatro unidades.
- La totalidad del pozo de salida de cables y la plazoleta de la subestación.
- La totalidad del túnel de aireación y de evacuación de la caverna principal y de la caverna de transformadores.
- Etapa II
 - -Los ramales de construcción del túnel inferior para segunda etapa.
 - Los tramos faltantes de la caverna principal y de la caverna de transformadores.
 - La almenara N° 2 y el pozo de aireación correspondiente.
 - Las obras faltantes de las conducciones.
 - Los equipos electromecánicos asociados a las cuatro unidades adicionales.
 - Los túneles de descarga Nos 3 y 4 y los correspondientes canales de transición de salida, asociados a las cuatro unidades adicionales.

3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO

3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

En relación con la geología regional, en la zona del embalse afloran rocas metamórficas de edad Paleozoico como gneisses y esquistos, las cuales hacen parte del Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central (Restrepo – Toussaint, 1982; CORANTIOQUIA, 2001); secuencias ofiolíticas desmembradas incluyendo dunitas, gabros y diabasas del Cretáceo; granitoides sintectónicos; rocas sedimentarias terrígenas del Terciario, y una gran cantidad de depósitos no consolidados del Cuaternario.

La tectónica regional está dominada fundamentalmente por el sistema de fallas Cauca-Romeral, y algunos de sus sistemas asociados como las fallas de Sabanalarga y de Santa Rita. La evolución de estas estructuras es compleja, con papeles importantes en periodos orogénicos de principio y fin del Terciario, hasta la conformación definitiva del paisaje actual en el Plioceno.

Las principales unidades litológicas encontradas en zona del embalse, de acuerdo con su origen y en orden de antigüedad:



- Rocas Metamórficas del Paleozoico. Corresponden a unidades originadas durante eventos tectono-metamórficos durante el Paleozoico en la Cordillera Central. Tienen un origen netamente regional y variaciones de metamorfismo desde grado muy alto hasta medio, reunidas en el denominado Grupo Valdivia (Restrepo, 1986).
- Rocas Igneas del Cretáceo. Dentro de este grupo de unidades se tienen intrusivos sintectónicos, rocas básicas de las secuencias ofiolíticas y diabasas de volcanismo marino.
- Rocas Sedimentarias del Terciario (Ts). Comprende Depósitos no consolidados del Cuaternario (Terrazas aluviales, luviones Recientes y depósitos aluviotorrenciales, Depósitos de flujos, Depósitos Coluviales)

La Tectónica Regional involucra un conjunto de fallas entre las cuales se cuentan: Falla Cauca W., Falla Sucre, Alineamiento Quebrada Juan García, Falla Sabanalarga, Falla Barbacoas, Falla El Guásimo, Falla Orobajo, Falla Ituango, Fallas Santa Rita, Falla La Volcanera y Falla Espiritu Santo.

En relación con la geomorfología del cañón del Cauca se identifican las siguientes macrounidades, cada una de las cuales se subdivide en varias unidades: Macrounidad Alta Incisión (AI), Macrounidad vertientes bajas margen Oeste (VBO), Macrounidad vertientes bajas margen Este (VBE), Macrounidad vertiente media margen Este (VME), Macrounidad Fondo (F) y movimientos en masa (Deslizamiento del Guásimo, Deslizamiento El Llano, Deslizamiento de Playa Negra, Deslizamientos del río San Andrés parte baja y Deslizamientos cerca del sitio de presa Ituango).

3.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA DE LOS SITIOS DE OBRA

El cañón del Río Cauca en el sector de las obras se caracteriza por su estrechez y sus vertientes empinadas, describiendo un valle de sección típica en “V”, ligeramente asimétrica, con su flanco derecho más empinado que el izquierdo, rasgo directamente relacionado con la disposición de las estructuras de foliación de las rocas metamórficas en que se encuentran entallado. El Río Cauca transcurre por el fondo del cañón con un gradiente aproximado de $0,025^\circ$ y una amplitud media de 50 m, inicialmente con una dirección $N10^\circ E$, que se transforma gradualmente en $N70^\circ E$, especialmente a partir de la desembocadura del Río Ituango.

En relación con la geología de la zona, las obras serán construidas en su totalidad sobre paragneisses cuarzo feldespático, localmente de textura esquistosa, cubiertos en ocasiones por coluviones en las vertientes y por aluviones, terrazas y pequeños abanicos en el fondo del cañón.

En la zona cercana a las obras se han identificado las siguientes estructuras a nivel de fallas: falla Ticuitá, falla Tocayo y falla Los Mellizos.

La principal característica estructural del macizo rocoso la constituye los planos de debilidad generados por la foliación, de tendencia general $N10^\circ-30^\circ E$ / $10^\circ-25^\circ SE$, aunque ocasionalmente y por procesos puntuales tales como plegamiento, el buzamiento de esta estructura se ve invertida. Esta estructura, además de ser el principal sistema de diaclasas, ha permitido la liberación de esfuerzos que se han traducido en zonas de cizalla paralelas a los mismos.



Un segundo sistema de discontinuidades lo constituyen diaclasas con dirección paralela a la foliación, pero de buzamientos subverticales, siempre convergiendo hacia el Río Cauca. Este sistema define las paredes del cañón y controla el cauce del río.

Un tercer sistema de diaclasas presenta orientación N30°–50°W con buzamientos entre 75 y 90 grados tanto al NE como al SW. Este sistema define las paredes del río Ituango y conjugada con otras estructuras aporta al desarrollo de geoformas en el área de la presa.

3.3. SUELOS Y PAISAJE

Para el estudio de los suelos en el área de influencia del proyecto se establecieron las siguientes categorías fisiográficas, considerando la escala del estudio: Provincia fisiográfica, Región Climática, Provincia Climática, Gran Paisaje y Paisaje.

Las asociaciones de suelos se consideraron como unidades de mapeo básicas para la caracterización del área de estudio. En ellas se incluyen dos o más clases de suelos, correspondientes a diferentes unidades taxonómicas y son las siguientes: Asociación Ituango (IT), Asociación Raudal (RV), Calderas (CL), Santa Bárbara (SB), oncordia (CN), Gemelos (GA), Tuntuna (TG) y Tarazá (TR).

El mapa de zonificación ecológica se desarrolló a partir de los mapas de clima, geomorfología y usos del suelo, dándole mayor importancia a la matriz predominante, es decir, el tipo de uso del suelo predominante. Mediante álgebra de mapas se delimitaron ocho paisajes con sus usos respectivos, es decir, para cada unidad de paisaje se hizo una cuantificación de las áreas en hectáreas de cada una de las coberturas vegetales o usos:

- PAISAJE Z1. Patrón de la vegetación en un Paisaje de Colinas y superficies aluviales en clima cálido seco a muy seco.
- PAISAJE Z2. Patrón de la vegetación en un Paisaje de Montaña y Planicie del Río Cauca en un clima Cálido Húmedo.
- PAISAJE Z3. Patrón espacial de la vegetación en un paisaje ubicado en las Estribaciones de la Cordillera, Cañón del Río Cauca en clima Cálido Seco (Z3),
- PAISAJE Z4. Patrón espacial de la vegetación en un paisaje de Vertientes de la Cordillera, conformadas por rocas ígneas en clima Templado Húmedo a Muy Húmedo.
- PAISAJE Z5. Patrón espacial de la vegetación en un paisaje de Vertientes de Cordillera, conformado por rocas metamórficas en clima Templado Húmedo a muy Húmedo.
- PAISAJE Z6. Patrón espacial de la vegetación en un paisaje de de Vertientes de Cordillera, con rocas metamórficas en clima Frío muy Húmedo.
- PAISAJE Z7. Patrón espacial de la vegetación en un paisaje de Colinas en un clima Frío muy Húmedo
- PAISAJE Z8. Patrón espacial de la vegetación en un localizado en las Estribaciones de la Cordillera, Cañón del Río Cauca, en clima Cálido Húmedo.



3.4. HIDROLOGÍA

Para el estudio hidrológico se consideraron los caudales y niveles en el río Cauca, con base en registros de las estaciones hidrométricas La Virginia, La Pintada, Puente Iglesias, Bolombolo, Cañafisto, Pescadero, Valdivia, Apaví, La Coquera, Margento y Las Flores ubicadas a lo largo del río Cauca. Se decidió utilizar como periodo de análisis los registros de caudales diarios existentes o complementados desde el año de 1984 al año 2000, lo que representa 17 años continuos de información, los cuales permiten caracterizar el comportamiento hidrológico del río y evaluar el impacto del proyecto sobre el régimen de caudales.

De los resultados obtenidos en el análisis de caudales, se puede analizar y concluir lo siguiente:

- Al comparar los caudales característicos, se observa que para el caso de los valores medios y mínimos existe un incremento a medida que la cuenca de drenaje se hace más grande, situación que no ocurre con los caudales máximos, esto debido a los desbordamientos que presenta el río en épocas de creciente que atenúan los caudales pico por efecto del amortiguamiento natural que genera la anegación de zonas inundables o de desbordamiento del cauce principal. Este fenómeno se ve mucho más acentuado al comparar los registros de las estaciones La Coquera y Margento (localizadas aguas arriba y aguas abajo de Caucasia, respectivamente), donde la media de los caudales picos alcanza a disminuir por el efecto del amortiguamiento.
- Los caudales medios anuales del río Cauca son un fiel reflejo de los fenómenos de La Niña y El Niño en Colombia; es así como se aprecia que en la década de los ochenta y noventa, el año de mayor caudal medio corresponde a 1999, mientras que el más seco fue el año 1992, correspondientes a los años Niña y Niño más fuertes en los últimos años.
- A nivel mensual se observan dos temporadas de caudales altos y bajos en el Río Cauca. Las mayores sequías se dan en los primeros meses del año y el veranillo se observa en el mes de agosto. Las épocas de creciente están repartidas entre los meses de mayo - junio y octubre – noviembre.

La variación del caudal y niveles medios diarios de un día a otro es un índice que permite establecer la tasa de aumento o decrecimiento de estos parámetros con el fin de tener información que permita evaluar posibles impactos generados por la operación del proyecto.

En el caso de la cuenca del río Cauca, por tratarse de una cuenca tan extensa con hidrógrafas tan amplias, las variaciones intradiarias no son relevantes y por tanto la tasa de fluctuación de caudales y niveles se puede analizar a partir de los registros promedios diarios. En consecuencia, para calcular la variación de caudales o niveles se parte de las diferencias entre dos días consecutivos del caudal medios diarios, utilizando como información básica las series depuradas de las distintas estaciones.

Es claro que por la estabilidad hidrológica, en épocas de estiaje las variaciones de caudal o nivel son menores que en temporadas de lluvias, por lo que para evaluar este fenómeno de variaciones se llevaron a cabo análisis clasificando la información en rangos de caudales.



A partir del análisis de las variaciones de caudal y nivel en cada una de las estaciones del IDEAM, se puede concluir lo siguiente:

- Las variaciones de caudal de un día a otro aumentan hacia aguas abajo; sin embargo, el efecto de la variación de nivel es contrario presentando mayores variaciones aguas arriba.
- Para un caudal menor o igual a la mitad del caudal máximo turbinable [$1.350 \text{ m}^3/\text{s}$], es decir que el caudal es menor a $675 \text{ m}^3/\text{s}$, la variación de caudales de un día a otro, con una probabilidad de ocurrencia del 10%, es del $53 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que corresponde más o menos un diez por ciento del caudal del río en dichos momentos.
- Para cuando se presentan caudales mayores al caudal máximo turbinable ($1.350 \text{ m}^3/\text{s}$), la variación de caudal para el 10% de probabilidad de ocurrencia será del orden del 20 % ($259/1350$).

De acuerdo con los análisis de la serie de caudales diarios y sus variaciones día a día, se establece que el Proyecto hidroeléctrico Ituango debe operar con una restricción ambiental que impida modificar de manera drástica los caudales del río, con el fin de evitar fluctuaciones en los niveles del río Cauca, aguas abajo del sitio de presa, que perjudiquen la navegabilidad, explotación de minería o material del río, las migraciones de peces, las percepciones que maneja la comunidad sobre el comportamiento del río, y en general, todos aquellos factores que pueden ser alterados con la operación del proyecto.

En tal sentido se establece una regla de operación del embalse en la cual debe garantizarse que en un mismo día (o lapso de 24 horas) la fluctuación del caudal del río debe restringirse en función del caudal medio del río Cauca en ese día, de la siguiente manera:

- Para un caudal medio del río igual al caudal máximo turbinable ($Q=1.350 \text{ m}^3/\text{s}$), la restricción está en no generar variaciones de caudal mayores al 25 %, esto quiere decir que en este caso, a lo sumo, se podría descargar como mínimo un caudal de $1.181 \text{ m}^3/\text{s}$, bien sea generando energía o utilizando el vertedero. El hecho es que no se puede disminuir el caudal por debajo de este valor. En el caso de vertimientos de caudal por los vertederos esta restricción no aplicaría, siempre y cuando se esté descargando caudales equivalentes al caudal que entra al embalse y no excedentes de almacenamiento.
- Cuando el caudal medio del río Cauca equivalga a la mitad del caudal máximo turbinable (equivalente a $675 \text{ m}^3/\text{s}$), la restricción en la variación de caudal descargado a lo largo del día debe ser del 12,5 %, o sea la mitad de la restricción dada para el caudal de $1.350 \text{ m}^3/\text{s}$, con la fluctuación del caudal máximo y mínimo que debe salir del embalse debe estar entre 717 y $633 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

En concordancia con lo anterior, puede concluirse que en épocas de estiaje el caudal descargado por el embalse debe ser muy similar al que entra al mismo.



3.5. CALIDAD DEL AGUA Y AIRE

3.5.1. Calidad del agua

Para la caracterización de la calidad del agua de la zona de estudio del proyecto, se seleccionaron seis estaciones sobre el río Cauca y once estaciones en tributarios del río Cauca, incluyendo una pequeña quebrada afluente del río San Andrés.

Resumiendo los resultados encontrados en índices se encuentra que de acuerdo con el índice de calidad NFS-WQI, para catorce de los afluentes estudiados tuvo clasificación media, el Río Cauca sector Liborina, y el Río Cauca sitio de presa se clasifican como de calidad mala, el factor más determinante en dicho resultado fue la baja concentración de oxígeno disuelto en el agua, debido a que el muestreo se realizó aproximadamente 50 metros aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Niquía (San Pedro) y aguas abajo de la desembocadura del río Ituango, los cuales son receptores de las aguas negras del municipio de Sabanalarga e Ituango, respectivamente. La quebrada Barbuda presentó una clasificación buena.

Los afluentes del río Cauca se clasifican como de calidad alta, lo cual implica que las fuentes son aptas para uso potable con filtración y desinfección y para riego sin restricción, y calidad media con lo cual requieren procesos convencionales y uso para riego restringido; la contradicción que se aprecia con el análisis realizado respecto al Decreto 1594 de 1984 se presenta porque el parámetro que restringe los usos según el decreto es el pH, parámetro que en este índice no se considera.

El índice de Langelier considera los parámetros de pH, dureza cálcica, alcalinidad y sólidos disueltos. El Río Cauca en el Puente de Occidente y la quebrada Tacui presentaron carácter corrosivo debido principalmente a la influencia del pH; estos dos cuerpos de agua son los únicos que presentan un pH neutro para la quebrada Tacui (7,06) y con tendencia ácida para el Puente de Occidente (6,22); el valor de pH está directamente relacionado con la alcalinidad y la dureza y de este depende la presencia de las sustancias en el agua.

Para complementar el tema de calidad del agua, se realizó su caracterización hidrobiológica, con base en el perifiton y el bentos, como indicadores. De acuerdo con los análisis realizados se puede decir que la mayoría de los registros se correspondieron a un rango óptimo en términos de calidad, indicando que son aguas libres de poluciones o contaminación de algún tipo, sin embargo, las estaciones ubicadas en los sitios Rodas, Honda y Pená parecen presentar, según la cantidad de organismos, escenarios ecológicos favorables para el desarrollo masivo de algas, lo cual también podría estar relacionado con presencia de polución en las fuentes ya que los valores se encuentran muy por encima de los valores comunes de aguas naturales libres de contaminación.

Además de acuerdo con el índice de diversidad de Shannon y del índice de calidad BMWP, las corrientes de la zona de estudio presentan aguas limpias a medianamente contaminadas, a excepción de las estaciones de río Cauca-Sabanalarga y río Cauca-Puente de Occidente, las cuales presentan aguas muy contaminadas. La mejor calidad de agua en el área de estudio se encuentra en la Quebrada Tacui, donde se registra la mayor riqueza, y consecuentemente el más alto índice de diversidad, seguida por el Río



Peque. En contraste, y como era de esperar, la equidad presenta valores más altos en estaciones con baja diversidad.

3.5.2. Calidad de aire y ruido

Durante el desarrollo del estudio se realizaron muestreos de calidad de aire durante diez días continuos en tres sitios: las cabeceras municipales de San Andrés de Cuerquia y de Toledo, y en el corregimiento de El Valle, los niveles de material particulado total se encuentran por debajo de los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con excepción de San Andrés de Cuerquia, lo cual puede deberse al material particulado producido por el tránsito vehicular de las vías adyacentes, las cuales se encuentran sin pavimentar.

Además en esos mismos puntos, y en otro localizado en la vía que conduce de El Valle al municipio de Ituango, se realizaron dos mediciones de ruido. Se encontró que en todos los puntos, en horario NOCTURNO están por encima de lo establecido en la norma (45 dBA). En horario DIURNO, el único punto donde se sobrepasa la norma es en el localizado en la vía al municipio de Ituango.

4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

4.1. ECOSISTEMAS TERRESTRES

4.1.1. Flora

El área de estudio presenta predominantemente, dos zonas de vida: el Bosque Seco Tropical (Bs-T) a lo largo del cañón del río Cauca en el tramo del embalse, y una zona de Bosque Húmedo Tropical (Bh-T), con su área de transición, en las parte altas de las vertientes y en la zona de presa y obras principales.

Las coberturas vegetales más frecuentes son los Pastos, Rastrojos bajos, Rastrojos altos, Bosques secundarios, aunque el trazado de la línea de transmisión presenta también coberturas de Bosques de Roble, plantaciones forestales, Pastos manejados, Pastos naturales o no manejados y Cultivos.

Cobertura en ZI Directa	Área en cada Zona de vida			Total	
	bh-T	bs-T	bmh-MB	Ha	%
Banco de arena	32,3	-	-	32,3	0,40
Bosque secundario	763,8	805,7	11,9	1581,4	19,73
Cultivo de café	-	-	0,1	0,1	0,00
Actividad agrícola	7,4	0,2	-	7,6	0,09
Pasto enmalezado	127,3	73,2	-	200,5	2,50
Plantación forestal	-	-	0,3	0,3	0,00
Pasto manejado	2,7	0,1	7,9	10,7	0,13
Pasto natural	380,4	1.449,2	2,6	1832,2	22,86
Rastrojo alto	1.192,5	1.826,9	1,6	3021	37,69
Rastrojo bajo	230,3	1.024,0	1,0	1255,3	15,66
Suelo desnudo	2,0	70,2	-	72,2	0,90
Construcciones	-	1,0	-	1	0,01
Subtotal por zona de vida	2.738,7	5.250,5	25,4		
TOTAL	8.014,6	8.014,6	100,00		



En relación con la composición de la vegetación, se registró un total de 164 especies de plantas, pertenecientes a 82 familias en la zona de bosque húmedo tropical, siendo las familias más representativas Rubiaceae, Caesalpinaceae, Fabaceae, Moraceae y Euphorbiaceae.

En el bosque seco tropical se registraron 136 especies de 73 familias. En rastrojo bajo las familias más representativas fueron las Euphorbiaceae, sobresaliendo la especie arbustiva *Phyllanthus botrianthus* (huesito colorado) por su alta frecuencia y abundancia; y la familia Rubiaceae, cuya especie predominante es *Psychotria microdon*.

En general, en las tres coberturas se observó menor número de especies y familias en el Bs-T que en el Bh-T, siendo más notoria la diferencia en el bosque secundario.

De las especies identificadas en la zona de influencia directa del proyecto, dos de ellas se encuentran incluidas en la lista roja: la palma barbasco (*Cryosophylla kalbreyeri*), catalogada como “en peligro (EN)” (Calderón et al., 2005), y el Caracolí (*Anacardium excelsum*), catalogada como Vulnerable (VU) (IAvH, 2002), que está representada principalmente por árboles adultos, la cual se encuentra en los bosques de ambas zonas de vida.

Entre las especies que presentan medidas de protección por la legislación Colombiana, CORANTIOQUIA ha establecido restricciones para el aprovechamiento de *Hymenaea courbaril* (algarrobo) y de *Astronium graveolens* (diomato), de acuerdo con el artículo 2 de la Resolución 3138/2000 y Blandón & Buitrago (2001). Sin embargo, dentro del área de influencia del proyecto no se encuentran especies que puedan considerarse como endémicas de la zona.

Adicionalmente, es importante anotar que el proyecto se encuentra localizado lejos de áreas protegidas que hagan parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, siendo el más cercano el Parque Nacional Natural de Paramillo, parte de cuyo territorio pertenece al municipio de Ituango pero no hace parte de la cuenca aportante al Río Cauca.

4.1.2. Fauna

4.1.2.1. Aves

Se registraron en total 129 especies de aves, pertenecientes a 37 familias; el listado de especies incluyó 8 especies migratorias y 4 especies con problemas de conservación. La mayoría de los registros (103 especies) fueron determinados mediante avistamientos directos dentro del área de estudio y se capturaron 23 especies; de manera indirecta, los registros auditivos y entrevistas complementaron satisfactoriamente el listado de especies.

Son, en su mayoría, especies generalistas en cuanto a sus requerimientos básicos, y pueden adaptarse y resistir a la fragmentación, encontrándose fácilmente tanto en sitios perturbados como en sitios relativamente conservados.

En el presente estudio se encontraron dos especies endémicas, *Ortalis colombiana* y *Habia gutturalis*, las cuales están incluidas en el Libro rojo de Aves de Colombia (2002) consideradas dentro de alguna categoría de peligro de extinción. *Habia gutturalis* hace

parte de la categoría “Casi amenazadas (NT)” cuyos hábitats están siendo destruidos en forma acelerada, y *Ortalis columbiana*, aunque se encuentra en “Bajo riesgo (LR)”, es una especie muy perseguida por los cazadores de la región para el consumo humano.

4.1.2.2. Mamíferos

De las 68 especies de mamíferos registrados en la zona de estudio, 24 se encuentran en problemas de conservación, lo que equivale al 35,3% de las especies registradas.

En la zona de vida del Bosque Húmedo Tropical (bh-T) se registraron 61 especies de mamíferos y 420 individuos. En la zona de vida del Bosque Seco Tropical (bs-T) se registraron 30 especies de mamíferos y 106 individuos.

Las especies de mamíferos que presentaron mayor Abundancia Relativa (%AR) fueron: *Saguinus oedipus* (tití león), 7,6%; *Cebus capucinus* (mico cariblanco), 7,6%; *Phyllostomus discolor* (murciélago), 7,4%; *Sciurus granatensis* (ardilla alazana), 7,0%; *Aotus lemurinus* (mico de noche, marteja), 4,8%; y *Nasua nasua* (cusumbo), 4,8%.

Los valores indicados del índice de Shannon-Wiener y de riqueza de Margalef, para las zonas de vida estudiadas pueden considerarse altos para el trópico (3,4 y 3,07; 0,9 y 6,2, para Bh-T y Bs-T, respectivamente). La zona de vida del bosque húmedo tropical (Bh-T) presenta los mayores valores, debido a que este tipo de bosque ofrece mejores áreas de refugio, mas ofertas de alimento, sitios de anidación que el bosque seco tropical (Bs-T).

4.1.2.3. Anfibios y Reptiles

Se registraron siete especies de anfibios agrupadas en el orden Anura, comprendidas en cinco familias y seis géneros. Las especies de anfibios más abundantes en las dos zonas de vida, fueron *Dendrobates truncatus* y *Colostethus pratti*, siendo la primera dominante en el Bh-T y la segunda en el Bs-T. Estas especies se caracterizan por un extenso rango de distribución, por tener grandes poblaciones, preferencias de hábitat amplias y por ser resistentes al efecto de fragmentación. En la totalidad del área del proyecto no se encontró ningún anfibio endémico de la región en cuanto al estatus de conservación.

En los muestreos de la clase Reptilia se observaron 19 especies, agrupadas en 18 géneros y siete familias del orden Squamata. Las especies que presentaron mayor abundancia relativa en el bh-T fueron *Cnemidophorus lemniscatus* y *Basiliscus galeritus*. Durante el estudio, en el bs-T, se presentó una alta abundancia relativa de *Cnemidophorus lemniscatus* y *Gonatodes albogularis*, las cuales se caracterizan por amplias preferencias, que incluyen hábitats en diferente estado de conservación.

La comunidad de reptiles en las dos zonas de vida consta de siete especies. En cuanto a la equitatividad, se puede decir que ambas poseen el mismo patrón, ya que presentan una o dos especies dominantes. Dentro de las especies registradas para los dos tipos de bosques muestreados, se cuentan *Cnemidophorus lemniscatus*, *Ameiva ameiva* y *Gonatodes albogularis*.

Entre las especies observadas en el área de estudio, no se encontró ninguna que presentara endemismo.



4.2. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

En relación con las comunidades acuáticas más importantes, puede afirmarse que la asociación de especies de peces a lo largo del río Cauca presenta diferencias dependiendo del tramo de la cuenca. En cada uno de los sectores de la cuenca (Alta, media y baja) hay especies dominantes típicas de cada uno de ellos. Esta separación resulta de la barrera parcial que representa, para la migración de peces, la conformación geológica del cauce en la cuenca media y de las características geomorfológicas de cada uno de los sectores de la cuenca.

Estas variaciones podrían relacionarse con las diferencias fenotípicas entre las poblaciones de *Prochilodus magdalenae* (especie migratoria) de los tres sectores de la cuenca; sin embargo, no hay diferencia significativa en las secuencias genéticas. Al parecer, el movimiento de individuos de especies migratorias desde la cuenca baja hacia la media y alta y, la deriva de embriones y larvas desde la cuenca alta y media hacia aguas abajo ha evitado la separación genética de las poblaciones.

La comunidad de peces en la cuenca del río Cauca presenta actualmente diversas amenazas, como: (a) pérdida de ambientes cenagosos, tanto en la cuenca alta como en la baja, como resultado de la construcción de diques de regulación para controlar el ingreso del río, el avance de la frontera agropecuaria, reducción en la profundidad por el aporte de sedimentos del Río Cauca y la descarga de residuos, (b) contaminación del río por la descarga de aguas residuales provenientes de las industrias del Valle del Cauca, (c) sobrepesca, (d) introducción de especies exóticas que afectan la sobrevivencia de especies nativas y cambian la trama trófica, (e) pérdida de áreas de desove y rutas de migración de las especies migratorias en la cuenca alta debido a la construcción de la presa del embalse de Salvajina.

5. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIAL

5.1. DEMOGRAFÍA Y CALIDAD DE VIDA

El Área de estudio del Proyecto se localiza en la Zona Noroccidente del Departamento de Antioquia y comprende los municipios de Ituango, San Andrés de Cuerquia, Toledo, Yarumal, Briceño, Peque, Buriticá, Sabanalarga, Liborina y Olaya con una población total, según el censo de 2005, de 156.418 habitantes.

En la región se ha presentado incremento en la tasa de natalidad, no obstante catalogarse entre baja y moderada. Otro aspecto importante lo representa la disminución de edad de la madre, que en la zona de estudio muestran una tendencia creciente, situación que en el departamento y en los municipios se constituye en una problemática de tipo social.

En relación con la mortalidad, las cifras evidencian como principales causas de muerte, las enfermedades isquémicas del corazón, las muertes violentas, las enfermedades crónicas respiratorias y las enfermedades hipertensivas. Este comportamiento muestra cómo la enfermedad coronaria sigue siendo importante, y sobre todo en grupos de edad superiores a los 40 años.

Sobre el total de desplazamiento en Antioquia, el 18% lo aportan las subregiones Norte y Occidente, siendo el mayor receptor de población Ituango, donde la llegada de personas hacia la cabecera urbana se hace por parte de habitantes del mismo municipio. En los



casos de expulsión, son significativos los índices registrados en los municipios de Ituango, Buriticá y Briceño.

Los municipios de Briceño, Buriticá, Ituango, Peque y Sabanalarga presentan deficiencias sobre todo en los niveles secundaria y media, y los demás municipios tienen alta cobertura educativa, destacándose los municipios de San Andrés de Cuerquia y Yarumal con los mejores indicadores.

Otro indicador de la calidad de vida de la población es el de cobertura en salud, cuyo déficit oscila entre el 40 y 65%. Se encuentra que entre los niños de 1 a 4 años, las primeras causas de consulta externa son las infecciones respiratorias agudas, la enfermedad diarreica aguda.

Las condiciones de suministro y operación de servicios de acueducto, alcantarillado y disposición de residuos en cada uno de los municipios, presentan condiciones inadecuadas en la prestación de los mismos, destacándose que en su gran mayoría, las acciones deberán estar enfocadas a mejorar la calidad de agua para el consumo humano y en general el saneamiento básico.

De otra parte, la baja proporción de recursos humanos se refleja en las condiciones de salud de la población. En síntesis, las condiciones de la Salud a nivel regional y local reflejan una alta vulnerabilidad de la población.

Son muy relevantes los datos que muestran un porcentaje mayor del 50% de hogares con necesidades Básicas Insatisfechas o niveles de pobreza, aspecto que refleja el desarrollo social de los municipios, las cargas fiscales de éstos y por consiguiente, la baja capacidad de inversión social.

Al considerar estas dos variables, resalta la vulnerabilidad de los municipios que hacen parte del área de estudio, la cual se expresa en las altas demandas en materia de infraestructura, servicios públicos y sociales (salud, educación y vivienda). Así, a un bajo nivel de desarrollo municipal por la baja capacidad para asumir las cargas fiscales y tributarias, se asocia una exigua inversión social.

Es alarmante el porcentaje de población que vive en condiciones de miseria en los municipios de Peque, con casi el 90% de su población, seguido por el municipio de Buriticá, con el 83,8%. Para municipios como Liborina y Yarumal, la población en estas condiciones es inferior, representado en un 30,7% para el primero y 38,7% el segundo, pero de igual forma su población en condición de pobreza, se considera alta, especialmente para el caso de Liborina con más del 60%.

Es importante considerar el total de viviendas desocupadas que se registran en los municipios que conforman el área de estudio: entre el 10% y el 14% de las viviendas se encuentran deshabitadas, motivado por situaciones de conflicto, que ha obligado a las familias a abandonar temporal o definitivamente sus viviendas. Las cosechas estacionales de productos como el café, obligan también a que parte de mano de obra se desplace en la región, pues representa ésta una de las alternativas importantes de ingreso.

Otra variable muestra que el 41,3% de las viviendas se catalogan en estratos 0 y 1, lo cual corrobora el alto déficit de vivienda. Vale la pena anotar el avance en algunos municipios como Toledo, en el cual se desarrolla un programa de mejoramiento de



vivienda que ha incidido eficazmente en elevar la calidad de vida de un porcentaje considerable de familias.

Sobre el total de viviendas ocupadas, la cobertura de todos los servicios (exceptuando telefonía) en la zona de estudio alcanza el 48,8%, con un porcentaje alto en el municipio de Yarumal, superior al promedio del Departamento. La cobertura más baja la registran en su orden los municipios de Sabanalarga (21,9%), Buriticá (24,7%), Peque (27,5%) y Toledo 28,3%

El mayor déficit en el servicio de disposición de aguas residuales está en el área rural, ya que la mayoría de las viviendas carecen de sistemas de pozos sépticos y de tazas sanitarias, utilizando en muchas de ellas colectores rudimentarios individuales, disponiendo las aguas residuales a campo abierto o en las quebradas, constituyéndose en un factor de riesgo para la salud de la población.

La población total de las veredas que conforman el área de estudio local es de 9.046 personas, que representa el 1,9% de la población del área de estudio regional. En el total de esta población no se encuentran incluidas las localidades consideradas de El Valle, Orobajo y Barbacoas, que se analizan posteriormente de manera detallada.

Esta población de las veredas está distribuida en 1.995 viviendas, lo que arroja un promedio de 4,5 personas por vivienda. El 0,5% de las viviendas son temporales, teniendo en cuenta que se da el desplazamiento de familias por razones de trabajo.

Aunque se encuentran viviendas con distinto tipo de materiales o su combinación, en términos generales tienen bajas especificaciones constructivas, predominando las viviendas con piso de cemento, paredes en tapia o bahareque y techos de zinc.

Las localidades rurales cuentan sólo con escuela de básica primaria y en algunos casos con la básica secundaria o SAT. Los equipamientos disponen de cancha, la cual supe las necesidades de espacio recreativo para la población de la localidad y las instalaciones se constituyen en el lugar de reuniones y eventos comunitarios.

Solamente las veredas con más cercanía a las cabeceras municipales disponen de un espacio recreativo. Las demás localidades utilizan como cancha un lote en tierra o espacios residuales.

Del total de habitantes, el 20,5% corresponde a población escolarizada y solo cuatro veredas cuentan con nivel de secundaria. Por lo general un docente atiende la básica primaria (modalidad de escuela nueva) y también el SAT.

Los servicios de salud son atendidos en la gran mayoría en las cabeceras municipales, hasta donde debe desplazarse la población. Un 45% de la población dispone de un Puesto de Salud en su localidad. No obstante, ello no implica la permanencia de la atención, dado que en la gran mayoría no se dispone de personal de manera permanente. Estas instalaciones son utilizadas para atender las brigadas de salud, con una periodicidad que varía entre dos y seis meses.

El suministro de servicios es deficiente; el 72% de las viviendas cuentan con suministro de agua hasta la vivienda; el 76,6% dispone de la conexión por tubería, el 14% a través de mangueras y el 4,4% por red. Aproximadamente un 14% de las viviendas no cuentan con



electrificación y la descarga de aguas residuales tampoco tiene total cobertura. En algunas veredas se cuenta parcialmente con pozos sépticos en las viviendas

Además de las veredas analizadas anteriormente, existen tres localidades que se verán afectadas directamente por el proyecto: Orobajo (municipio de Sabanalarga) y Barbacoas (municipio de Peque) que deberán ser relocalizadas porque se encuentran en áreas de inundación del embalse; y el corregimiento de El Valle (municipio de Toledo), que es el centro poblado más cercano a las obras principales, el cual recibirá todo el impacto de la afluencia de personal para la construcción de las obras.

El total de población en estas tres localidades es de 361, de los cuales el 41% corresponde al Corregimiento El Valle, el 22,2% a la Vereda Orobajo, el 31% al Corregimiento de Barbacoas y el 5% a la población dispersa localizada en las márgenes del río Cauca. El total de personas que se encuentran en la zona del embalse es de 210 a la fecha del censo realizado durante en el desarrollo del estudio, y un total de 49 familias distribuidas en 47 viviendas. De esa población, Orobajo representa el 38,1%, Barbacoas el 53,4 y la población dispersa el 8,5%.

La tasa de escolaridad global es de 48%, con una tasa específica mayor en el Valle (80%); y en Orobajo y Barbacoas este índice es del 54%. Parte de esta población apoya con fuerza de trabajo la economía familiar. Con relación al nivel educativo alcanzado por la población, es significativo el dato de personas sin ningún nivel educativo, que sumada a las que tienen primaria incompleta, se puede deducir hipotéticamente que el 70,2% de los pobladores del área de estudio puntual del Proyecto presentan analfabetismo potencial.

Entre las problemáticas identificadas por los pobladores en relación con la vivienda y los servicios complementarios a ésta se destacan:

- El Valle. Malas condiciones de la vivienda, falta mejoramiento de vivienda, acueducto en mal estado, alcantarillado en mal estado, necesidad de agua potable y energía deficiente.
- Orobajo. La localidad está muy lejos para obtener servicios, las vías de acceso están en mal estado y hay una mala calidad de la vivienda.
- Corregimiento de Barbacoas. Falta de electrificación, deficiente acueducto, viviendas de mala calidad.

5.2. DIMENSIÓN ECONÓMICA

Las principales actividades económicas en el área de estudio son:

- Minería. La historia económica de la región, guarda estrecha relación con los procesos de ocupación y las condiciones del medio natural y particularmente con las variables determinantes: Topografía y clima, que unidos a un proceso de ocupación sin direccionamiento, usó y abusó de los recursos naturales, sin medir consecuencias, hasta los niveles que hoy presentan. No pocos avances colonizadores se fundamentaron en pos de minerales preciosos, particularmente oro, que en los siglos pasados fueron de importancia. Hoy en día, estos recursos son de bajo interés en la región.



- Agropecuario. La actividad productiva permanente se configuró por la aparición de la cultura cafetera presente en estos municipios, y coadyuvó al establecimiento de cultivos soporte para estas economías campesinas, con cultivos de caña panelera, frijol, maíz, plátano y frutales, a más de crecimiento de pastizales para incursionar en ganadería de carácter extensiva. Los cultivos con mayor área plantada son café: 8.634 ha, maíz: 2.817 ha, frijol arbustivo: 2.480 ha, y caña panelera 1.033 ha.

Se resalta los cambios que se han venido presentando en el municipio de Briceño, donde antes de la crisis cafetera del año 2000, había 500 hectáreas sembradas con la fruta, las cuales fueron plantadas, después de la crisis, con cultivos de coca, las cuales siguieron en aumento, hasta llegar a un estimado de 1.500 ha en el año 2006.

Con recursos propios, la administración de Briceño ha tratado de capacitar a los labriegos en otras alternativas de producción, como maracuyá, lulo y otros árboles frutales. En este momento tienen cinco hectáreas demostrativas, dos en lulo y dos en maracuyá, y otra más en mora

- Turismo. En el área de estudio esta actividad es importante, particularmente para algunos municipios de la subregión occidente. Si bien son un destino turístico, principalmente para los habitantes del valle de Aburrá, no han dinamizado el desarrollo del sector acorde a sus potencialidades, toda vez que no ha obedecido a un proceso planificado para un crecimiento ordenado.

Es indudable que toda la subregión occidental tiene potencialidades para desarrollar otras formas de turismo como el histórico, el ecológico y el etnológico, por factores biofísicos, etnohistóricos y socio-económicos, y en general, por poseer grandes atractivos y riquezas naturales, arquitectónicas, paisajísticas y arqueológicas, entre otras, en prácticamente todos los municipios de la Subregión.

Del análisis de asentamientos, se destaca como: Briceño, San Andrés de Cuerquia, Toledo, Buriticá, Liborina, Olaya, Peque y Sabanalarga, están en el nivel más bajo de la Jerarquía, catalogados como poblaciones "Unidad Urbana Básicas", esto es, que atienden un entorno rural poco dinámico y solo cumplen funciones de auto abastecimiento, comercio y servicios elementales, en general Insuficientes. Los "Centros Locales Principales" con funciones económicas comerciales de apoyo a centros de nivel superior y servicios básicos, está representado por Ituango y Yarumal se catalogan como "Centro de Relevo Principal", con funciones económicas con énfasis en lo agropecuario, servicios administrativos, comerciales y sociales, y cumple funciones de apoyo a sectores supra municipales.

Lo anterior sirve para señalar que no es una zona totalmente homogénea, y cómo los municipios con alternativas turísticas y disponibilidad de tierras más aptas para agricultura y el comercio, encuentran nichos de posicionamiento más acordes para enfrentar el desarrollo.

Las tendencias económicas se pueden sintetizar de la siguiente manera:

- Zona de inundación. Improductiva, salvo pequeña minería en Barbacoas, Orobojo y agricultura de subsistencia que mantiene la escasa población residente.



- Zona Contigua al embalse. Zona improductiva, despoblada, con tendencia a la desertización. Escenario caracterizado por un balance general de empobrecimiento del patrimonio ambiental.
- Zona resto del municipio:
 - Se mantendrán o empeorarán las condiciones de agro producción
 - Deterioro creciente de los recursos naturales renovables y no renovables.
 - Aumento de la tasa de desempleo.
 - Baja dinámica municipal.
 - Dificultad en comercialización de productos agropecuarios.
 - Alta incidencia de grupos armados.

Los sistemas de producción son muy similares en las localidades de Orobajo, Barbacoas y El Valle. Se caracterizan por ser intensivas en mano de obra y la nula utilización de fertilizantes y biocidas en actividades agrícolas, bajas o inexistentes prácticas de sanidad animal y la no utilización de químicos en el beneficio del oro. La pesca es artesanal de subsistencia.

La minería, actividad económica de la mayor relevancia en los corregimientos de Barbacoas y Orobajo, es de tipo artesanal bajo el sistema de barequeo. Se realiza en grupos de dos o tres personas, generalmente de la misma familia nucleada.

En El Valle, la venta de fuerza de trabajo familiar es la principal fuente de ingreso, aunque también existen las actividades comerciales, la producción de la huerta familiar o la minería. Un fenómeno muy común en esta localidad son las remesas que envían miembros de la familia desde otros municipios, muchos de los cuales emigraron por problemas de orden público y ya han logrado estabilidad económica.

5.3. DIMENSIÓN CULTURAL

De acuerdo con la actual propuesta de regionalización para el departamento de Antioquia, el área de estudio se inscribe dentro de las subregiones Occidente (Santa Fe de Antioquia, San Jerónimo, Sopetrán, Olaya, Liborina, Sabanalarga, Buriticá y Peque) y Norte (Ituango, Toledo, San Andrés de Cuerquia, Briceño, Yarumal y Valdivia). No obstante podría decirse que la unidad geográfica denominada cañón del río Cauca, localizada entre las cordilleras central y occidental, en su conjunto y para efectos del análisis en cuestión, podría configurar una única región, que en diferentes momentos participó de una misma dinámica histórica, de apropiación y ocupación del territorio, con algunas variaciones locales.

El modelo básico de la historia del poblamiento en el cañón del río Cauca desde comienzos del siglo XVI, se mantuvo como en otras provincias del virreinato: un proceso inicial de reconocimiento de las provincias étnicas para su repartimiento; institución de la figura de la encomienda con la consiguiente apropiación de tierras e indios, con consecuencias catastróficas en cuanto a la desaparición de los grupos étnicos; proceso de reducción de pueblos indios a tierras de resguardo; eliminación de los pueblos de



indios y finalmente, erección de parroquias como principales mecanismos de control político administrativa.

A la llegada de los españoles, un extenso territorio a lo largo del cañón del Cauca estaba ocupado por la “provincia” Nutabe, que se diferenciaba de los demás grupos asentados en la región del occidente y el bajo río Cauca por su organización social y política, sus actividades económicas y su forma de vestir. Integraban un conjunto de sociedades cacicales, integrados bajo una misma lengua, pero de carácter independiente y comandados por señores principales; cada cacicazgo era autónomo en la explotación de los recursos de su entorno, y en la toma de decisiones frente al establecimiento de alianzas para la guerra y el comercio.

Los Nutabe estaban conformados por una confederación de jefaturas que ocupaba la margen derecha del río Cauca sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central, en las cuencas de los ríos San Andrés y Espíritu Santo y las quebradas Santa María y Valdivia, y sobre la vertiente oriental de la Cordillera Occidental, donde dominaron el territorio comprendido entre los ríos Ituango y Tarazá .

Vivían nucleados en pequeños poblados, a lo largo de las cuencas de ríos y quebradas, con centros donde se concentraba el poder político, económico y militar, como el que encontraron los españoles en el valle del río San Andrés, lugar en el cual se reportaron las poblaciones más numerosas.

La organización social y política de estos grupos estuvo definida por la apropiación y explotación del espacio donde habitaron, de tal manera que cada cacicazgo ocupó de modo particular, la cuenca de un afluente del río Cauca: el de Cuerquia, se localizó en el valle del río San Andrés; el de Taqueburí en los valles del río Espíritu Santo y quebrada Valdivia; el del cacique Omagá, los valles de los ríos Siritabé e Ituango; y el del gran cacique Mestá, que ocupaba una de las cuchillas vertientes a la quebrada Santa María, en la Cordillera Central.

Eran agricultores, mineros, artesanos, orfebres, pescadores y guerreros. Cultivaban maíz, varias especies de frijol, arracacha, ahuyama, aguacate, yuca, batatas, ñames, chontaduros, guamos, guanábanas, algodón y árboles; domesticaban curíes y perros mudos, hilaban algodón y tejían.

La minería del oro en los numerosos depósitos aluviales del río Cauca y sus afluentes, constituyó una actividad económica bastante significativa entre los Nutabe; el parecer el cacicazgo de Taqueburí, localizado en la cuenca baja del río Espíritu Santo, se especializó en la explotación del oro.

Por sus características particulares, este recurso debía integrarse a redes comerciales de largo alcance, que se extendían a través de los corredores naturales de los ríos Cauca, Sinú, San Jorge, Nechí y Magdalena, y por las que además circulaban sal, algodón y mantas.

La diversidad ambiental derivada de las particularidades fisiográficas del cañón del río Cauca, ha permitido una ocupación simultánea de diferentes nichos ecológicos, en ambas márgenes del río, en las cordilleras occidental y central, con el emplazamiento de asentamientos humanos localizados en sitios estratégicos para facilitar la obtención de los recursos disponibles. Este territorio construido sobre una unidad de paisaje de laderas de



pendientes fuertes y cañadas profundas, es reconocido por sus pobladores como el “cañón”, o como el espacio habitado por la “gente más aindiada” del occidente y norte antioqueños .

El modelo de distribución de la población en el cañón, se expresa en una pauta de ocupación constituida por caseríos ribereños o en antiguas terrazas del río Cauca, con orientación minera y pesquera, como en el caso de los asentamientos de Angelina (Buriticá), Barbacoas (Peque), Orobajo (Sabanalarga), y en menor grado El Valle (Toledo), y asentamientos dispersos sobre las vertientes y tierras altas, articulados en torno a la explotación de recursos agrícolas, como Membrillal, La Aurora, Nohavá y Remartín en Sabanalarga; La Honda y Rodas en Liborina, Lomitas y Boca de Peque en el municipio de Peque; Guacharaquero y San Juan de Rodas en Ituango, Brugo y El Moral en Toledo; Los Naranjos y Tabacal en Buriticá.

Dentro de este amplio contexto geográfico, el río Cauca es el principal eje articulador del territorio, y parte integral de la vida de sus habitantes, dado que no solo constituye la fuente primordial de los recursos básicos para la subsistencia de los asentamientos ribereños, como oro, pesca, madera, y otros materiales que arrastra y que son aprovechados para la construcción de las viviendas, sino que también es el principal elemento ordenador del territorio.

5.4. SUBCOMPONENTE ARQUEOLÓGICO

Durante la fase de campo de la prospección arqueológica del proyecto hidroeléctrico Ituango, se identificaron alrededor de 109 sitios con características favorables para su ocupación en la época prehispánica, de los cuales 57 se definieron como sitios arqueológicos ya que se encontró en ellos evidencias culturales antiguas, como material cerámico y lítico, estructuras en piedra y evidencias de guaquería, entre otras. Los demás sitios reseñados presentan un alto potencial de haber sido ocupados, pero no presentaron evidencias o no se encontraron evidencias en las unidades de muestreo.

En algunos de estos sitios y en sectores identificados durante el recorrido del área de estudio del proyecto, se registraron estructuras en piedra consistentes en muros, construidos a partir de la superposición de rocas sin uso de aglutinante; estos muros fueron construidos, al parecer, para distintos propósitos: algunos “acompañan” o delimitan caminos, otros fueron usados como contención de terrazas, posiblemente de cultivos, y en un tercer conjunto de muros corresponde a la disposición a manera de vallados, delimitando lotes, formando “corrales” o en hileras a orillas de quebradas.

La distribución de los sitios arqueológicos en el área del proyecto es la siguiente: 19 en el flanco occidental de la cordillera Central, seis en el flanco oriental de la cordillera Occidental, cinco en el valle medio del río Cauca y 27 en el cañón del río Cauca. La distribución de los sitios arqueológicos por municipio es: 12 sitios localizados en el municipio de Briceño, 31 en Sabanalarga, cinco en Peque, uno en Toledo, cuatro en Buriticá y los municipios de Ituango y Liborina presentaron cada uno dos sitios arqueológicos.



6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

El objetivo de la zonificación ambiental es aplicar criterios basados en aspectos de interés ambiental que permita identificar “áreas homogéneas” por su mayor vulnerabilidad frente a factores generalmente de origen antrópico, que puedan inducir o agravar situaciones o estados indeseables del entorno natural y/o humano, teniendo como base las condiciones actuales del mismo.

Dichos estados indeseables o desfavorables pueden estar relacionados con la generación de situaciones de riesgo que amenacen la integridad física de la población, o también pueden hacer referencia a limitaciones en el uso de un recurso natural o de un ecosistema que provee bienes y servicios ambientales, debido a la introducción de factores contaminantes o a la inducción de condiciones de deterioro por una explotación excesiva. En cualquiera de los casos, la permanencia de la ocupación y el uso del territorio se ve amenazada, en el corto o el mediano plazo.

Para el proyecto hidroeléctrico Ituango, se realizó una Zonificación para cada uno de los elementos que componen el Medio Físico, Biótico y Social, y al integrar los aspectos considerados, se propone descartar la presencia en la zona de áreas de exclusión si se tiene en cuenta que, desde el punto de vista biofísico, los sitios que serán afectados por el proyecto no contienen territorios de características ambientales excepcionales como áreas de manejo especial (Parques naturales, reservas, santuarios, etc.) ni contienen hábitats de especies endémicas; y que desde lo social tampoco existen allí comunidades que por sus atributos culturales o históricos deban preservarse de cualquier grado de intervención.

De acuerdo con esto, el área de estudio puede ser intervenida en su totalidad, diferenciándose, espacialmente, en dos zonas cuyos municipios contienen municipios con características socioeconómicas e institucionales particulares, a saber:

- Los municipios de Briceño, Buriticá, Ituango, Peque, Sabanalarga y (en menor grado) Liborina, comparten en la realidad, factores de aislamiento geográfico, necesidades básicas insatisfechas y desarrollo municipal, principalmente, que son desventajas frente a las intervenciones del proyecto, a pesar de que se hallan en entornos territoriales de mayor calidad paisajística.
- Comparativamente, municipios como Yarumal, Olaya y San Andrés de Cuerquia, a pesar de contener zonas que son biofísicamente más sensibles (Robledales en Yarumal y Bosque seco tropical en Olaya), exhiben, frente al proyecto, una mayor capacidad institucional y social, para asimilar las demandas del proyecto.

Teniendo en consideración que el entorno ambiental natural del área del proyecto (salvo las mencionadas zonas de Robles, en Yarumal, y el enclave seco, en inmediaciones de Olaya y Liborina) no presenta condiciones amenazantes que hagan prever situaciones complejas de carácter ambiental, se decidió asignarle un mayor peso a la sensibilidad social en la definición de las áreas de intervención sin restricciones, dando como resultado la zonificación que se presenta en la siguiente Tabla



Sensibilidad Alta (no se presentan en la zona)	<p>Áreas de exclusión. (No pueden intervenir porque presentan Áreas bajo régimen especial como Parques Naturales)</p>				
Sensibilidad Media-Alta (Briceño, Buriticá, Ituango, Peque)				<p>Áreas de intervención con restricciones. (Pueden intervenir con algunas restricciones teniendo en cuenta manejos especiales)</p>	
Sensibilidad Media (Liborina, Sabanalarga)					
Sensibilidad Media-Baja (Olaya, San Andrés de Cuerquia)				<p>Áreas de intervención sin restricciones. (Pueden intervenir con manejo socio-ambiental)</p>	
Sensibilidad Baja (Yarumal)					
Zonificación Social Zonificación Biofísica	Sensibilidad Baja (unidades Z1-Z2-Z3)	Sensibilidad Media (unidades Z4-Z5)	Sensibilidad Alta (no se presentan en la zona)		

7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

De la evaluación semicuantitativa realizada, se puede concluir lo siguiente:



- De los 27 impactos evaluados, tres de los cuales son positivos, trece pertenecen al Medio Social, ocho al Biótico y seis al Medio Física.
- De los impactos negativos, cuatro obtuvieron una calificación de Muy Significativos, todos del Medio Social, los cuales podrán ser mitigados con un adecuado plan de manejo.
- Con calificación de Significativa quedaron nueve impactos, cuatro de los cuales están relacionados con los cambios de cobertura que se presentarán en la zona de influencia del proyecto, lo cual podrá ser mitigado con un adecuado programa de reforestación. Otro efecto del Medio Biótico que obtuvo esta calificación, está relacionado con los cambios en las estructuras de las comunidades y de los biotopos presentes en el Río Cauca, las cuales cambiarán por la presencia del embalse y de la presa, cambio que no puede evitarse ni mitigarse, que se corresponde con el impacto del Medio Físico que obtuvo esa calificación (cambios en la calidad del agua del embalse).
- El impacto en el Medio Social con calificación Significativa corresponde a la afectación de los yacimientos arqueológicos, los cuales podrán ser mitigados y compensados.
- Ocho impactos obtuvieron una calificación de Medianamente Significativa, tres en el Medio Físico (contaminación del aire, contaminación de corrientes superficiales y subterráneas y cambios en la dinámica fluvial del Río Cauca), tres en el Medio Biótico (proliferación de vectores de enfermedades, Muerte y desplazamiento de especies faunísticas y Aumento de la presión sobre los recursos naturales) y dos en el Medio Social (Transformación de los sistemas culturales de la población afectada indirectamente y Generación de expectativas), los cuales podrán ser mitigados, con excepción de la dinámica fluvial cuyo efecto es irreversible, pero que, de acuerdo con la modelación realizada y la política de operación impuesta, no variará el comportamiento histórico del río.
- De los trece impactos del Medio Social, tres son positivos, alcanzando dos de ellos una calificación de Muy significativo (Generación de empleo y Modificación de las finanzas de los municipios), lo que muestra los beneficios que la construcción y operación del proyecto genera en una zona que actualmente se encuentra deprimida económicamente, y en la cual no hay fuentes de empleo, además que el aumento en los ingresos de los municipios que hacen parte de la cuenca y de las corporaciones autónomas regionales con jurisdicción en ella, les permitirá a estas instituciones desarrollar proyectos para la recuperación ambiental y de saneamiento básico. Estos dineros, en algunos de estos entes, modificarán completamente sus presupuestos.

El surgimiento de actores sociales y fortalecimiento de organizaciones sociales, el tercer impacto positivo, obtuvo una calificación Poco significativo, por las condiciones de participación existentes en la zona, poca gestión y el manejo de bajos perfiles, condicionados por la presencia de conflicto armado. Se presenta una participación instrumentalizada a través de las distintas instituciones del estado para legitimar procesos y por lo difícil de mantener una activa participación de las comunidades en estos procesos.



Para potencializar estos tres efectos positivos, se formularán los planes de manejo, para así evitar que en un momento dado, se convierten en problemas para la zona, y para el proyecto.

- En el Medio Físico, los impactos más importantes están relacionados con los efectos que se presentarán en la calidad del agua del embalse y en la modificación del paisaje.
- El impacto más importante en el Medio biótico es el Cambio en la cobertura vegetal, que obtuvo una calificación de 7,4 (Significativo) y que tiene mucha relación con otros tres impactos: Pérdida o fragmentación de hábitat (6,4, Significativo), Muerte y desplazamiento de especies faunísticas (4,7, Medianamente Significativo) y Aumento de la presión por los recursos naturales (4,9, Medianamente Significativo). Estos cuatro impactos se podrán mitigar mediante el Programa de manejo de la vegetación, a ejecutar en la zona del proyecto.
- El efecto relacionado con la posible afectación de la migración de los peces reofílicos, obtuvo una calificación de importancia de medianamente significativo (4,7), de acuerdo con los resultados del estudio íctico realizado. Se debe tener en cuenta que este impacto no puede ser prevenido, y que tendrá que ser compensado.
- Para el Medio Social, los mayores impactos negativos están relacionados con el desplazamiento involuntario de población y afectación de sus condiciones de vida (calificación de importancia, 9,3, Muy Significativa) y Afluencia de población foránea con expectativas de empleo (calificación de importancia, 9,3, Muy Significativa). Los dos, muy relacionados con otro dos impactos, Transformación de los sistemas de culturales de la población afectada directamente, el cual obtuvo un valor de 8,4, y Alteración de la economía regional, con una calificación de 9,3 clasificándolos como impactos Muy Significativo. Todos estos impactos serán mitigados con un programa del Plan de Manejo Ambiental.
- Otro impacto muy importante en el Medio Social, y que está en relación directa con la afluencia de personal foráneo, es el Incremento en la demanda de servicios públicos y sociales (8,6), para el cual se formulará un programa en el Plan de Manejo, para mitigar los efectos que se generen en estos servicios de los municipios de la zona de influencia del proyecto.
- Un impacto que deberá ser manejado con una estrategia de prevención para evitar el surgimiento de problemas durante la construcción y operación del proyecto es la Generación de expectativas (calificación de importancia 5,0, Medianamente Significativa), para el cual se tiene previsto un adecuado programa de información y de contratación de personal.
- En cuanto a las alteraciones de los yacimientos arqueológicos, el impacto obtuvo una calificación de 5,9 (Medianamente Significativa), las cuales serán mitigadas con la ejecución del programa de rescate y monitoreo arqueológico.

Además, los modelos desarrollados para definir cuál será la calidad del agua del embalse y los efectos en el río, aguas abajo de la presa, mostraron que el embalse será eutrófico, y que, con base en la política de operación impuesta al proyecto, el río continuará con un comportamiento normal a través del tiempo.



8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En la siguiente Tabla se presenta el resumen del Plan de Manejo Ambiental, el cual tiene un costo total de \$ 236.073.815.166 (USD\$ 109.547.014) de los cuales \$ 126.724.308.500 (USD\$ 58.804.784) se ocasionarán en la etapa de construcción. Estos dos valores incluyen el Plan de Monitoreo y el Plan de Contingencia.

PROGRAMA/Proyecto	Impactos a manejar	Costos Construcción		Costos Operación	
		(\$)	USD(\$)*	(\$)	USD(\$)
SUPERVISIÓN AMBIENTAL		Costos incluidos dentro de la Interventoría			
GESTIÓN AMBIENTAL		6.612.147.639	3.068.282		
PROGRAMA DE MANEJO DE ZONAS DE OBRAS					
Proyecto de manejo de fuentes fijas	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del aire 	115.698.540	53.688		
Proyecto de manejo y disposición de materiales y zonas de botadero	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas Contaminación del aire. Modificación de las propiedades físicas y químicas de los suelos Cambios en la cobertura vegetal 	Costos incluidos dentro de la obra civil			
Proyecto de manejo de residuos líquidos	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la calidad de las aguas del embalse Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas Proliferación de vectores de enfermedades 	Costos incluidos dentro de la obra civil			
Proyecto de Manejo y disposición de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas. Contaminación del aire. Cambios en la calidad de las aguas del embalse Modificación del paisaje. Proliferación de vectores de enfermedades. 	3.786.055.743	1.756.870		
Proyecto de Desmantelamiento y abandono	<ul style="list-style-type: none"> Modificación del paisaje Cambios en la cobertura vegetal Modificación de las propiedades físicas y químicas de los suelos 	222.700.000	103.341		
Proyecto de mitigación de impactos por tránsito vehicular	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del aire 	725.375.911	336.601		



PROGRAMA/Proyecto	Impactos a manejar	Costos Construcción		Costos Operación	
		(\$)	USD(\$)*	(\$)	USD(\$)
Proyecto de manejo de canteras	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas. Contaminación del aire. Modificación de las propiedades físicas y químicas de los suelos Modificación del paisaje 	Costos incluidos dentro de la obra civil			
Proyecto de conservación y restauración de la estabilidad geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas Modificación de las propiedades físicas y químicas del suelo Cambios en la calidad de las aguas del embalse Cambios en la dinámica fluvial del río Cauca 	Costos incluidos dentro de la obra civil			
PROGRAMA DE MANEJO DEL EMBALSE					
Proyecto de Llenado del embalse	<ul style="list-style-type: none"> Muerte y desplazamiento de especies faunísticas Transformación de ambientes lóticos a lénticos Modificación del paisaje 	Este proyecto no tiene costos asociados			
Proyecto de Operación del embalse	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la calidad de las aguas del embalse Cambios en la dinámica fluvial del río Cauca Muerte y desplazamiento de especies faunísticas Transformación de ambientes lóticos a lénticos Cambios en la estructura del biotopo y en las comunidades bénticas Alteración de la economía regional. Cambio en la abundancia de las especies que conforman la comunidad de peces en la cuenca del río Cauca 	Este proyecto no tiene costos asociados			
Proyecto de remoción de macrófitas	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la calidad de las aguas del embalse Proliferación de vectores de enfermedades Transformación de ambientes lóticos a lénticos Cambios en la estructura del biotopo y en las comunidades bénticas Modificación del paisaje 			13.407.500.000	6.221.578



PROGRAMA/Proyecto	Impactos a manejar	Costos Construcción		Costos Operación	
		(\$)	USD(\$)*	(\$)	USD(\$)
Proyecto de control de residuos flotantes	<ul style="list-style-type: none"> • Proliferación de vectores de enfermedades. • Cambios en la calidad de las aguas del embalse • Cambios en la estructura del biotopo y en las comunidades bénticas • Transformación de ambientes lóticos a lénticos • Modificación del paisaje. 			13.407.500.000	6.221.578
PROGRAMA DE MANEJO DE HÁBITATS Y ORGANISMOS					
Proyecto de rescate de la fauna terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Muerte y desplazamiento de especies faunísticas 	711.740.000	330.273		
Proyecto de protección y conservación de hábitats terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de cobertura vegetal • Pérdida o fragmentación de hábitat. • Muerte y desplazamiento de especies faunísticas. • Aumento de la presión por los recursos naturales. 	9.948.966.667	4.616.690	63.894.366.667	29.649.358
Proyecto de rescate de peces durante el llenado del embalse	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la abundancia de las especies que conforman la comunidad de peces en la cuenca del río Cauca. • Cambios en la estructura del biotopo y en las comunidades bénticas • Alteración de la economía regional. 	33.530.000	15.559		
Proyecto de repoblamiento con individuos de especies de peces migratorios en la cuenca media y baja del río Cauca	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la abundancia de las especies que conforman la comunidad de peces en la cuenca del río Cauca. • Cambios en la estructura del biotopo y en las comunidades bénticas • Alteración de la economía regional. 			1.322.400.000	613.642
PROGRAMA DE MANEJO DE VEGETACIÓN					
Proyecto de Remoción de biomasa y de aprovechamiento forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la calidad de las aguas del embalse • Cambios en la dinámica fluvial del río Cauca • Cambios en la cobertura vegetal 	4.986.420.000	2.313.883		



PROGRAMA/Proyecto		Impactos a manejar	Costos Construcción		Costos Operación	
			(\$)	USD(\$)*	(\$)	USD(\$)
Proyecto de Establecimiento de viveros transitorios	de	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la cobertura vegetal Pérdida o fragmentación de hábitat Aumento de la presión por los recursos naturales 	2.567.600.000	1.191.462	287.400.000	133.364
Proyecto de Recuperación germoplasma	de	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la cobertura vegetal Pérdida o fragmentación de hábitat Aumento de la presión por los recursos naturales 	444.400.000	204.362	48.800.000	22.645
Proyecto de Reforestación	de	<ul style="list-style-type: none"> Modificación del paisaje Cambios en la cobertura vegetal Pérdida o fragmentación de hábitat Muerte y desplazamiento de especies faunísticas Aumento de la presión por los recursos naturales 	8.151.480	3.782.589	905.720.000	420.288
Proyecto de Manejo de suelos y revegetalización	de	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas Modificación de las propiedades físicas y químicas de los suelos. Modificación del paisaje Cambios en la cobertura vegetal. 	44.542.500.000	20.669.374		
PROGRAMA PARA EL MANEJO DEL MEDIO SOCIAL						
Proyectos de Apoyo		Estos proyectos atienden todos los impactos que genera	2.565.000.000	1.282.135	198.000.000	91.879
Proyecto para la indemnización y restablecimiento de las condiciones de vida		<ul style="list-style-type: none"> Transformación de los sistemas culturales de la población afectada directamente. Transformación de los sistemas culturales de la población afectada indirectamente Desplazamiento involuntario de población y afectación de las condiciones de vida. Alteración de la economía regional 	14.702.500.000	6.822.506		
Proyecto para la generación de empleo		<ul style="list-style-type: none"> Afluencia de población foránea Alteración de la economía regional Generación de empleo 	1.000.000.000	464.037		



PROGRAMA/Proyecto	Impactos a manejar	Costos Construcción		Costos Operación	
		(\$)	USD(\$)*	(\$)	USD(\$)
Proyecto para el fortalecimiento institucional y apoyo a la gestión local	<ul style="list-style-type: none"> Afluencia de población foránea Incremento en la demanda de servicios públicos y sociales Alteración de la economía regional Generación de empleo Modificación de las finanzas de los municipios y de las autoridades ambientales 	12.706.000.000	5.896.056		
Proyecto de arqueología preventiva	<ul style="list-style-type: none"> Afectación sobre los yacimientos arqueológicos identificados. 	953.040.000	442.246		
Metodología para la selección de proyectos de inversión del 1%		300.000.000	139.211		
Evaluación Expost		1.395.000.000	647.332	279.000.000	129.466
Plan de Monitoreo		6.741.870.000	3.128.478	15.598.820.000	7.238.432
Plan de Contingencia		3.516.284.000	1.631.686		
Total		126.724.308.500	58.804.784	109.349.506.667	50.742.230

Nota: * Dólar= \$ 2.155

9. PLAN DE MONITOREO

Mediante el Plan de Monitoreo y Seguimiento se busca analizar la eficiencia y eficacia de los programas planteados en el Plan de Manejo Ambiental, lo que permitirá, si se requiere, ajustarlos a las nuevas condiciones que se vayan presentando durante la construcción de las obras, para alcanzar los objetivos definidos en cada uno de los programas y proyectos diseñados.

Para ello se diseñaron programas de monitoreo para los Medios Físicos, Bióticos y Sociales que permitan evaluar los resultados de los planes presentados en el capítulo 9, que se resumen en la siguiente Tabla.



Proyecto del Plan de Manejo Ambiental	Proyecto del Plan de Monitoreo y Seguimiento
Proyecto de manejo de fuentes fijas	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire
Proyecto de manejo y disposición de materiales y zonas de botadero	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales Proyecto de monitoreo y seguimiento para el agua residual Proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango
Proyecto de manejo de residuos líquidos	Proyecto de monitoreo y seguimiento para el agua residual Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
Proyecto de Manejo y disposición de residuos sólidos	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales Proyecto de monitoreo del componente social
Proyecto de Desmantelamiento y abandono	Proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango
Proyecto de mitigación de impactos por tránsito vehicular	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire
Proyecto de manejo de canteras	Proyecto de monitoreo y seguimiento para calidad del aire Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
Proyecto de conservación y restauración de la estabilidad geotécnica	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales
Proyecto de Operación del embalse	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales Proyecto de monitoreo para el seguimiento de comunidades bénticas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango
Proyecto de remoción de macrófitas	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales Proyecto de monitoreo para el seguimiento de comunidades bénticas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango
Proyecto de control de residuos flotantes	Proyecto de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales Proyecto de monitoreo para el seguimiento de comunidades bénticas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Ituango
Proyecto de rescate de la fauna terrestre	Proyecto de monitoreo de hábitats Proyecto de seguimiento y conservación de la Guacamaya verde oscura Proyecto de monitoreo de la fauna vertebrada terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango
Proyecto de protección y conservación de hábitats terrestres	
Proyecto de repoblamiento con individuos de especies de peces migratorios en la cuenca media y baja del río Cauca	Proyecto de Monitoreo a la asociación de especies ícticas localizadas aguas abajo del proyecto Hidroeléctrico Ituango Proyecto de Monitoreo a la actividad pesquera aguas abajo del proyecto Hidroeléctrico Ituango Proyecto de seguimiento a la actividad reproductiva de las especies migratorias en la cuenca baja del Río Cauca
Proyecto de Reforestación	Proyecto de monitoreo de hábitats
Proyectos de Apoyo	Proyecto de monitoreo del Medio social
Proyecto para el reasentamiento y el restablecimiento de las condiciones de vida	Proyecto de monitoreo del Medio social
Proyecto para el fortalecimiento institucional y apoyo a la gestión local	Proyecto de monitoreo del Medio social
Proyecto para la generación de empleo	Proyecto de monitoreo del Medio social
Proyecto de arqueología preventiva	Proyecto de monitoreo del Medio social

El costo total del proyecto de monitoreo es de \$ 22.340.690.000 (USD\$ 10.366.910), distribuidos de la siguiente manera:



Etapa de construcción: \$ 6.741.870.000 (USD\$ 3.128.478)

Etapa de operación: \$ 15.598.820.000 (USD\$ 7.328.432)

10. PLAN DE CONTINGENCIA

El análisis de riesgo para el proyecto hidroeléctrico Ituango se elabora frente a la incertidumbre de ocurrencia de desastres originados en las condiciones naturales presentes en la zona del proyecto o por situaciones de orden social, con el fin de:

- Identificar y analizar los riesgos naturales y antrópicos que puedan afectar el área de influencia del Proyecto y el Proyecto mismo.
- Clasificar, dimensionar y evaluar la ocurrencia de los riesgos identificados, estableciendo cuáles son atribuibles al Proyecto, cuáles son agravados por su ejecución y cuáles sin vinculación al Proyecto deberán ser atendidos por el mismo.

A partir de los resultados obtenidos de la jerarquización del riesgo y del análisis de los mismos se puede concluir lo siguiente:

- Las amenazas que generan riesgos máximos a todos los componentes ambientales considerados en el estudio (geosférico, biótico, hídrico y socioeconómico) y al proyecto como tal, son: las alteraciones del orden público, los Incendios forestales, los accidentes operacionales y el cese de actividades. Para estos riesgos, la amenaza o la probabilidad de ocurrencia del evento es considerada probable, dadas las condiciones naturales y sociales de la zona y la naturaleza de las actividades que se requieren realizar durante la construcción y operación del proyecto, que son en algunos casos peligrosos. Asimismo, la vulnerabilidad o respuesta del medio al evento considerado fue calificada como graves.
- Las amenazas que dan lugar a riesgos mínimo son los movimientos sísmicos inducidos por el embalse y la subsidencia o hundimiento, para los cuales se califica como remota o improbable para la amenaza y leve o insignificante para la vulnerabilidad. Estas amenazas pueden ser controladas o minimizadas desde el diseño y la construcción de la presa y los túneles de desviación, acceso a casa de maquinas y descarga. Es importante resaltar que para asignación de la calificación de la amenaza del evento de subsidencia se tuvo en cuenta la calidad del macizo rocoso.
- Los riesgos falla de la presa y fallas operativas o estructurales en el vertedero, fueron calificados con una vulnerabilidad catastrófica, por las consecuencias que se pueden generar aguas abajo de la zona de ubicación de las obras principales en el evento de que ocurran, pero la probabilidad de que ocurran es considerada como Improbable o casi nulas (dados los sistemas de control y medidas asumidas durante los diseños y construcción de las obras y los sistemas de alarma que se implementarán durante su operación) y por tanto el riesgo dio como aceptable, contrario a la categoría que se le dio con respecto a las medidas de manejo que se consideran como inaceptable pues el riesgo se debe minimizar mediante previsiones desde el diseño, la construcción y operación del proyecto.
- El resto de las amenazas dan lugar a riesgos de tipo medio en diferentes niveles dependiendo de la vulnerabilidad y calificación de las mismas.