



1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

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; en este tramo, en un recorrido de aproximadamente 425 km, el río desciende unos 800 m.

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 (Ver plano PI-PHI-EAM-CB-LG-LOC).

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 (Sabanalarga) 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.

En investigaciones y estudios realizados entre 1971 y 1974, se evaluaron varias alternativas de cadenas o "cascadas" de proyectos para el aprovechamiento de la caída, seleccionándose la conformada, además del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, por los proyectos de Cañafisto, Farallones y Xarrapa, hacia aguas arriba, y por Apaví, hacia aguas abajo. Entre todos, el Proyecto de Ituango se destacó por presentar las características más atractivas, dadas las condiciones físicas del sitio en el que se han de implantar las obras, las características de la zona ocupada por el embalse, los impactos de carácter ambiental y las posibilidades que puede ofrecer para el desarrollo de una región social y económicamente deprimida.

Entre marzo de 1979 y junio de 1983, Interconexión Eléctrica - ISA contrató con Integral S.A. el Estudio de factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Ituango con el objeto de determinar la localización ideal, características y dimensiones básicas de las obras



principales del proyecto, y elaborar un programa aproximado para la fase de construcción. Como resultado de dicho estudio, se concibió un esquema formado por una presa de enrocado, de 247 m de altura, localizada aguas abajo del puente de Pescadero, con una capacidad instalada de 3.560 MW y una energía media anual de 17.460 GWh; la ejecución de este proyecto, que fue incluido en los diferentes planes de expansión del sector eléctrico, fue postergada debido a su alta complejidad y a la inexistencia de un mercado local para el consumo de la energía que generaría.

En 1995, y como parte del proceso de división del propietario de los estudios en dos empresas, ISAGEN, encargada de la generación, e ISA, encargada de la transmisión, la primera conservó los estudios que en 1982 se habían realizado sobre el proyecto Ituango.

En junio de 1998 fue creada la Sociedad Promotora de la Hidroeléctrica Pescadero Ituango (LA HIDROELÉCTRICA) como la entidad encargada de impulsar lo que se llamó en su momento la etapa de Actualización de los Estudios de Factibilidad del proyecto y de definir la viabilidad de su construcción en las actuales condiciones del país y del mercado de la energía. Esta sociedad 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.
- Empresa Antioqueña de Energía S.A. E.S.P. - EADE
- 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.

A continuación se relaciona de manera detallada los estudios previos realizados para este proyecto.

1.1.1 Desarrollo Hidroeléctrico del Cauca Medio

En 1969, la firma Integral Ltda. presentó el “Memorando Preliminar sobre Capacidad Potencial y Posibilidades de Desarrollo Escalonado del Desarrollo Hidroeléctrico del Cauca Medio”, compuesto por 15 páginas donde se hace comentarios referentes a:



Entre los proyectos identificados se encontraba Ituango, estableciendo dos posibles sitios para el Proyecto. Uno situado a 200 m aguas abajo del puente de Pescadero y el otro a unos 6 km aguas abajo del sitio anterior.

1.1.2 Evaluación del Potencial Hidroeléctrico del Cauca Medio

Entre 1971 y 1974, la firma Integral Ltda. elaboró para ISA la Evaluación del Potencial Hidroeléctrico del Cauca Medio – Alternativas para su Desarrollo. Los estudios se ejecutaron entre La Virginia y Tarazá, estudiando ocho sitios para el desarrollo de centrales hidroeléctrica, que luego del análisis de las diversas alternativas de desarrollo se concluyó que la más conveniente era la integrada por los proyectos presentados en la Tabla 1.1

Tabla 1.1. Proyectos Hidroeléctricos del Cauca Medio

PROYECTO	ALTURA PRESA (m)	CAPACIDAD INSTALADA (MW)
Xarrapa - Farallones	66 - 219	330 - 2.120
Cañafisto	110	1.600
Ituango	241	3.860
Apaví	120	1.920
TOTAL		9.830

Además, se identificó el aprovechamiento del río Nechí mediante una desviación al río Cauca, permitiendo instalar 750 MW.

El alcance de los trabajos comprendió estudios en las áreas de hidrología, cartografía, geología y suelos sismología, uso de la tierra, navegación, inundaciones estudios físicos de las áreas afectadas, análisis hidrológicos, esquemas de obras, estimación del orden de costo de los diferentes proyectos, obras complementarias y transmisión.

Para el desarrollo del potencial hidroeléctrico entre Santa Fe de Antioquia e Ituango, se identificaron dos posibles sitios para la construcción de los proyectos, denominados Carqueta e Ituango, permitiendo desarrollar tres proyectos así: Carqueta e Ituango bajo o Ituango Alto, que excluye a los dos anteriores.

Después de los análisis energéticos, de costo, entre otros aspectos, se encontró que el proyecto más ventajoso era Ituango Alto, ubicado a unos 1.200 m aguas arriba de la desembocadura del río Ituango al Cauca.

El proyecto consistía en una presa de 241 m de altura del tipo de gravedad curva con vertedero sobre la misma presa. La central sería subterránea en la margen derecha, con una capacidad instalada de 3.860 MW.

1.1.3 Proyecto Hidroeléctrico Ituango

Entre 1979 y 1981, Integral Ltda elaboró para ISA los estudios de Factibilidad del Proyecto como continuación del trabajo hecho durante la Evaluación del Potencial Hidroeléctrico del Cauca Medio.

El trabajo tuvo por objeto la ejecución de los estudios e investigaciones requeridas para determinar la factibilidad técnica del Proyecto Ituango.



En los estudios, el alcance comprendió la realización de los trabajos requeridos para determinar la localización, características y dimensiones básicas de las obras principales que conformaban el Proyecto, a un nivel tal que los esquemas y diseños que se proponen permitan elaborar programas de construcción y presupuestos con un grado de precisión adecuado.

Los trabajos e investigaciones comprendieron las siguientes actividades:

- Hidrología y sedimentos: Recolección, análisis y revisión de los caudales medios para el análisis de potencia y energía, el estudio y determinación de las crecientes para diseño de las estructuras, los estimativos sobre el aporte de sedimentos al embalse y estudios preliminares de degradación aguas abajo de la presa.
- Geodesia y topografía: Establecimiento de una red de puntos de control, restitución aerofotogramétrica de algunas zonas requeridas para el Proyecto, ejecución de levantamientos topográficos detallados de apoyo y localización de perforaciones y accidentes geológicos.
- Geología, geotecnia y materiales de construcción: Mapeo geológico detallado mediante levantamientos de superficie en las áreas donde están ubicadas las obras principales del Proyecto Hidroeléctrico Ituango y algunas obras complementarias como carreteras y los campamentos; ejecución y análisis de 3.500 m de perforaciones con taladro de diamante en el área de las obras principales; ejecución de galerías exploratorias en el sitio de la presa y la central; ordenación y análisis de toda la información disponible para conocer en detalle la geología del sitio y las características geotécnicas de los macizos rocosos donde se construirán las obras y exploración y ejecución de ensayos de laboratorio y de campo sobre los depósitos de materiales más significativos para la obra.
- Sismología: Investigación de las características sismológicas de la región y de la probable actividad de las principales fallas que afectan las obras, mediante levantamientos de superficie, reconocimientos aéreos, operación y análisis de una red microsismográfica; datación de formaciones geológicas y revisión y análisis de los terremotos históricos relacionados con el Proyecto.
- Geomorfología: Se realizó un estudio geomorfológico de la zona del embalse para identificar las principales fuentes de erosión y producción de sedimentos y considerar la posibilidad de deslizamientos hacia el embalse o que pudieran afectar las obras.
- Estudio de energía: Con base en los estudios de potencia y energía se terminó la capacidad instalada del Proyecto, la energía generada y las posibles etapas de desarrollo.
- Estudio de alternativas: Se analizó las alternativas de localización de la presa, central, vertedero y otras obras, así como las características fundamentales de las estructuras; evaluación de las características y costos aproximados de las alternativas y selección de la que se consideró más favorable para los esquemas definitivos de las obras principales del Proyecto.
- Esquemas de las obras principales: De acuerdo con la alternativa seleccionada para el Proyecto se efectuaron diseños preliminares de las diferentes estructuras y se



predimensionaron los equipos requeridos para la central y otras obras. Los diseños se adelantaron hasta el grado de detalle adecuado para obtener la localización, características y dimensiones básicas de las principales obras y equipos.

- Estudio de infraestructura: Se realizó un estudio sobre las rutas alternativas para transportar los principales equipos electromecánicos al sitio y selección de la más económica, determinado los pesos y las dimensiones máximas permisibles y de las modificaciones requeridas en la infraestructura existente. Además, se analizó y diseño preliminarmente las principales obras complementarias del proyecto, especialmente las carreteras de acceso y sustitutivas, puentes y poblaciones de servicio.
- Aspectos socioeconómicos: Se realizaron investigaciones y estudios socioeconómicos para identificar los principales impactos del Proyecto y formular recomendaciones específicas sobre los programas que deben emprender en este campo.
- Evaluación Ambiental: Se realizaron estudios para identificar y evaluar los principales impactos ambientales del Proyecto en la zona directamente afectada por las obras y el embalse, con recomendaciones sobre las investigaciones adicionales que deben continuarse.
- Costos y programa de construcción: Se estimó el costo de las obras principales y complementarias a nivel de precios vigentes en el tercer semestre de 1981, con margen adecuado para imprevistos e ingeniería y administración, preparando el programa de construcción de las obras del Proyecto.

1.1.4 Revisión de la factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Ituango

En 1998, LA HIDROELÉCTRICA contrató con Integral S.A. y AGRA Monenco la revisión y actualización e los estudios de factibilidad realizados para el proyecto entre 1979 y 1982, teniendo por objeto la determinación de su viabilidad como proyecto de inversión, y la definición de sus características fundamentales dentro de criterios y parámetros que concilien el aprovechamiento del recurso hidráulico del río Cauca en el sitio de Pescadero, con el entorno socioeconómico y ambiental de su área de influencia y con una rentabilidad adecuada para los inversionistas que lo desarrollen y operen.

En cumplimiento de tales objetivos, el estudio comprendió dos etapas claramente diferenciadas así:

- **Primera etapa:** Recopilación de la información existente sobre el proyecto; estudios energéticos; análisis de un amplio conjunto de alternativas posibles de desarrollar en el sitio, combinando características relevantes como altura y tipo de presa, capacidad instalada y disposición de las obras; elaboración de esquemas; determinación de costos, tiempos de construcción y características ambientales y socioeconómicas, y análisis del mercado energético. Las alternativas analizadas fueron evaluadas y comparadas, utilizando técnicas de análisis multiobjetivo, con el fin de definir y seleccionar el proyecto óptimo, dando consideración a los siguientes objetivos: Económico (mayor relación beneficio/costo, menor costo de generación y mayor valor presente de los beneficios), Ambiental (menores impactos), Desarrollo regional (potencialidades para la región) y Tecnológico (ventajas técnicas y constructivas).



- **Segunda Etapa:** Determinado el proyecto óptimo y acogido por LA HIDROELÉCTRICA, se procedió con la etapa siguiente, que comprendió la realización de los diseños a nivel de factibilidad de las distintas partes y obras del Proyecto seleccionado, la elaboración del programa de construcción, preparación de estimativos de costo y elaboración preliminar de planes de financiación y estructuración del proyecto.

En el desarrollo de las citadas etapas, se realizaron actividades en los siguientes campos:

- Hidrología y sedimentos: Con base en la información hidrológica y de sedimentos disponible en el IDEAM se completó y actualizó la información existente de registros en estaciones de medición; se revisaron las curvas de calibración de caudales y se actualizaron los estudios de frecuencia de caudales máximos registrados y los estimativos de transporte de sedimentos en el sitio de presa.
- Geología: Teniendo en cuenta los estudios geológicos y geomorfológicos realizados para Ituango y para otros proyectos en la zona, se revisó la determinación y delimitación de las unidades litológicas y geomorfológicas, y las características más significativas de los terrenos y se efectuaron reconocimientos de campo en los sitios de las obras, con el fin de ajustar la información resultante de las actividades anteriores.
- Geotecnia y materiales de construcción: Se revisaron bajo la visión de metodologías disponibles para análisis más modernos, los análisis efectuados en el pasado, y se hacen recomendaciones para las etapas siguientes del proyecto.
- Sismología: Se hizo la evaluación de los riesgos sísmicos, de manera que se pueda reducir la incertidumbre sobre los parámetros y sismofuentes más importantes de la zona y obtener información confiable para el diseño.
- Evaluación ambiental preliminar: Se recopiló y analizó la información existente, y se complementó con trabajo de campo, para realizar una evaluación de los aspectos físicos, bióticos y antrópicos de la región. Se hizo una caracterización ambiental general del proyecto y una evaluación de impactos y medidas de manejo ambiental, para lo cual se identificaron los impactos positivos y negativos y se definieron y jerarquizaron las medidas de manejo ambiental.
- Infraestructura: Revisión de la información sobre vías, puentes y áreas requeridas para el personal que se vincule a la construcción y operación del proyecto.
- Estudios de optimización de generación: Se identificaron distintas alternativas de generación técnicamente viables y para cada una de ellas se realizó el predimensionamiento, la evaluación de sus costos y tiempos de construcción, la simulación de la operación y la evaluación energética, todo lo cual permitió, utilizando técnicas de análisis multiobjetivo, definir y recomendar a LA HIDROELÉCTRICA la alternativa técnica y económicamente óptima.
- Diseños a nivel de factibilidad: Evaluada y acogida por LA HIDROELÉCTRICA la recomendación del proyecto, se procedió a la definición de los diseños a nivel de factibilidad de las obras que conforman el proyecto, a saber, presa, obras para desviación, captaciones, conducciones, casa de máquinas, equipos mecánicos y equipos eléctricos, y obras complementarias.

- Presupuestos, programas, viabilidad económica y financiera del proyecto seleccionado: Se prepararon estimativos de costos, programas de construcción y desembolsos, y análisis preliminares sobre la estructuración y financiación requeridas para la ejecución del Proyecto.

1.1.5 Estudio de Restricciones Ambientales

En 2004, LA HIDROELÉCTRICA contrató con Integral S.A. la elaboración del Estudio de Restricciones Ambientales, con el objeto de determinar el efecto del proyecto sobre los ecosistemas de humedales aguas abajo del sitio de presa, y los posibles efectos sobre las especies ícticas del río Cauca y las alternativas de manejo.

El estudio se centró en el análisis del río Cauca y su cuenca de drenaje entre el sitio de presa del futuro proyecto, hasta la confluencia con el río Nechí, y los cuerpos humedales asociado a este tramo, de los que se identificaron nueve complejos cenagosos: río Man, Cataca, La Ilusión, La Estrella, Palanca, El Aguacate, Palomar, Margento y Hoyo Grande, mencionados en dirección del flujo del río Cauca.

En el estudio se revisó la información secundaria; se levantó información de campo; se determinó de la línea base; se describieron los dos escenarios (con y sin proyecto); se conformó un panel de expertos para evaluar los posibles impactos del proyecto en estas dos variables y se definieron los lineamientos del Plan de Manejo Ambiental asociado, entre los que se destacan:

- Levantamiento de la línea base de los aspectos físicos asociados a los complejos cenagosos.
- Determinación del caudal de descarga y el período óptimo del llenado del embalse.
- Levantamiento de la línea base de la dinámica fluvial del río Cauca.
- Determinación de población de *Prochilodus magdalenae* y *Salminus affinis* mediante marcado genético en la cuenca baja del río Cauca.
- Determinación de áreas de desove de las comunidades ícticas de importancia comercial.
- Monitoreo de las comunidades ícticas de la cuenca baja del río Cauca.

1.1.6 Complementación de la factibilidad

En abril de 2006 esta misma sociedad contrató con el CONSORCIO INTEGRAL la elaboración de los estudios de complementación de la factibilidad del proyecto hidroeléctrico y la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, los cuales se desarrollaron en las siguientes etapas:

1.1.6.1 Estudio de Alternativas

De acuerdo con los términos de referencia del contrato, con base en la información disponible y estudios básicos complementarios, se debía presentar una propuesta sobre los tipos de presa a comparar (debido a que las condiciones de costos y tecnológicos han cambiado desde la decisión del tipo de presa estudiado previamente), tomando en consideración las condiciones geológicas y sismológicas de la zona, para que la sociedad



seleccionara los dos (2) tipos de presa, que serían utilizados para plantear alternativas en los dos (2) ejes en consideración (muy cerca el uno de otro).

En general se establecieron condiciones restrictivas al planteamiento de alternativas, tales como que la altura de presa estaría limitada a aquella que no cause impactos negativos a la infraestructura y a las tierras de la zona de Paso Real y por las condiciones técnicas para cada tipo de presa (limitaciones tecnológicas o constructivas). Además, que las alternativas planteadas no debían involucrar la alteración e intervención del río Ituango.

Seleccionados los tipos a considerar, las alternativas de localización y la altura máxima admisible de la presa, se incluyeron análisis de las alternativas de casa de máquinas superficial y subterránea.

Una vez definidas las combinaciones de tipo y eje de presa, y de localización de la casa de máquinas, se plantearon 3 ó 4 alturas de presa hasta la máxima admisible, y un rango de capacidades instaladas para cada una. A cada combinación resultante, con criterios conservativos, se le calcularon las cantidades de obra, el cronograma y los costos de inversión que reflejaran todos los valores asociados, la mayor o menor complejidad de las obras y los mayores o menores costos ambientales; los ingresos y costos operativos se estimaron mediante simulaciones a nivel diario, tales que permitieron obtener la energía firme y secundaria de cada una de las combinaciones.

Una vez obtenidos y valorados los parámetros para la optimización, se procedió a seleccionar la mejor alternativa, utilizando criterios financieros, la cual continuó al paso siguiente de los estudios que contempla el diseño a nivel de factibilidad del proyecto seleccionado.

1.1.6.2 Diseño al Nivel de Factibilidad del Proyecto Seleccionado

Definida y seleccionada la mejor alternativa de desarrollo, se procedió a realizar los diseños a nivel de factibilidad de las diferentes obras del proyecto resultante del estudio de alternativas, tales como: las obras complementarias, compuestas por las vías de acceso, la energía para construcción y sus subestaciones asociadas, los campamentos, la subestación para la conexión al Sistema de Transmisión Nacional (STN).

1.1.6.3 Estudio de Impacto Ambiental

Paralelo a los dos estudios anteriores, se elaboró el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, de acuerdo con el auto 432 del 6 de junio de 2001 del Ministerio del Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT) y los términos de referencia ETER-210 del MAVDT, donde se evaluaron las obras necesarias para el desarrollo de éste, así como su influencia en el medio con lo cual se pudo diseñar el Plan de Manejo Ambiental.

1.2 CONTENIDO DEL DOCUMENTO

A continuación se presenta, de manera resumida, el contenido de los distintos capítulos que constituyen el presente 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

1.3 INFORMACIÓN BÁSICA DISPONIBLE

1.3.1 Cartografía básica

1.3.2 Cartografía para diseño de obras

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.

Se contó con 20 planchas en escala 1:10.000, elaboradas en 1974 por Ingeniería Fotogramétrica Ltda., con origen en el punto de coordenadas geodésicas 4° 35' 56,57" latitud norte y 77° 04' 51,30" longitud oeste de Greenwich, en el cual se tomaron las coordenadas planas: Norte 1.000.000 m y Este 1.000.000 m. Esta topografía cubre la zona del embalse, de los campamentos, del depósito del río San Andrés, de las carreteras El Valle – Presa y río Ituango – Vía a Ituango y la subestación de llegada de la energía para construcción.

En escala 1:5.000, se contó con 21 planchas elaboradas en 1981 por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con origen en el punto de coordenadas geográficas 7° 08' 09,344" latitud norte y 75° 39' 44,507" longitud oeste de Greenwich, en el cual se tomaron las coordenadas planas de Gauss: Norte 1.280.787,96 m y Este 1.156.719,42 m. Esta topografía cubre la zona de la vía Puerto Valdivia – río Ituango, hasta la cota 500 por la margen izquierda del río Cauca, y hasta la cota 250 por la margen derecha.

En escala 1:2.000, se contó con 8 planchas elaboradas en 1974 por Ingeniería Fotogramétrica Ltda., con origen en el punto de coordenadas geodésicas 7° 08' 09,344" latitud norte y 75° 39' 44,507" longitud oeste de Greenwich, en el cual se tomaron las coordenadas planas de Gauss: Norte 1.280.787,96 m y Este 1.156.719,42 m. Esta topografía cubre la zona de la presa y obras anexas.

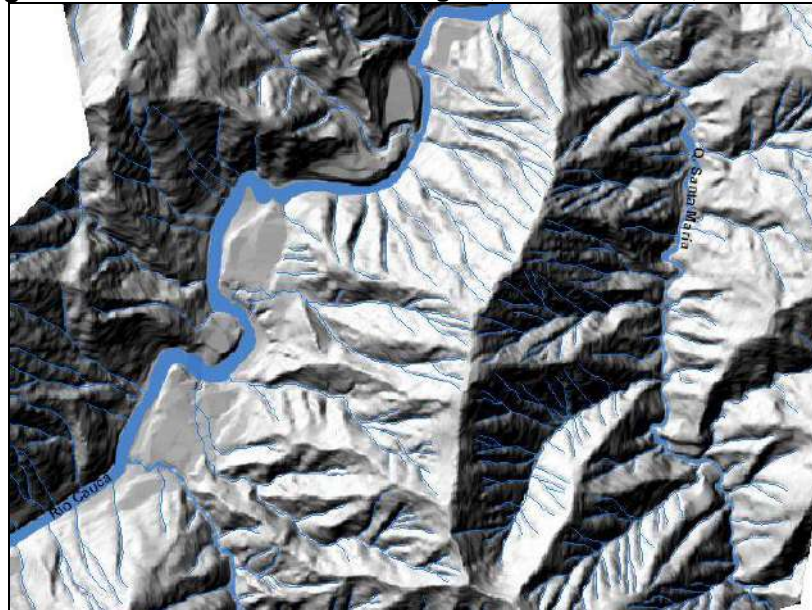
1.3.3 Cartografía para presentación de los mapas temáticos del Estudio de Impacto Ambiental

La cartografía base (altimetría y planimetría) del área de estudio para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), fue tomada de la información cartográfica disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en escala 1:25.000 para diferentes fechas de toma de fotografías aéreas y de edición de los planos respectivos.

A esta cartografía, para los mapas temáticos, se le han realizado los ajustes pertinentes, como edición de elementos geográficos, empalme de planchas, elevación de curvas de nivel con su altura correspondiente, proyección al sistema de coordenadas necesario, organización de tablas de atributos, etc.

A partir de las diferentes cartografías disponibles, se generaron Modelos Digitales de Elevación que han servido de apoyo para los estudios geológicos y de arqueología, como el que se presenta en la Figura 1.1.

Figura 1.1. Modelo de Elevación Digital, escala 1:10000, zona de embalse



- **Sistema de Coordenadas**

La cartografía a escala 1:25.000 y 1:10.000, se encuentran bajo el sistema de coordenadas *Transversa de Mercator* con origen oeste, y en la Tabla 1.2 se describen los parámetros.

Tabla 1.2. Parámetros Sistema de Coordenadas Transversa de Mercator

<i>Colombia West Zone</i>	
Proyección	<i>Transverse_Mercator o Gauss_Krüger</i>
Parámetros	
Falso_Este	1000000.00000
Falso_Norte	1000000.00000
Meridiano_Central	-77.080917
Factor_de_Escala	1.000000
Latitud_de_Origen	4.599047
Unidad Lineal	Meter (1.000000)
Sistema Coordenadas Geográficas	
Nombre	GCS_Bogota
Unidad Angular	Degree (0.017453292519943299) Greenwich
Meridiano	(0.000000000000000)
Datum	D_Bogota
Esferoide	International_1924
Eje Semimayor	6378388.0000000000000
Eje Semimenor	6356911.9461279465000

Para la cartografía a escala 1:2.000 y 1:5.000, se tomó la decisión de conservar el sistema *Gauss_Kruger* con coordenadas locales, con la cual fue realizada la restitución en el año 1974, para así evitar errores de precisión en los diseños de las obras (véase Tabla 1.3).



Tabla 1.3. Parámetros Sistema de Coordenadas Gauss_Krüger

<i>Gauss_Krüger</i>	
Proyección	<i>Gauss_Krüger</i>
Parámetros	
Falso_Este	1156719.420000
Falso_Norte	1280787.960000
Meridiano_Central	-75.662363
Factor_de_Escala	1.000000
Latitud_de_Origen	7.135929
Unidad Lineal	Meter (1.000000)
Sistema Coordenadas Geográficas	
Nombre	GCS_Bogota
Unidad Angular	Degree (0.017453292519943295) Greenwich
Meridiano	(0.0000000000000000)
Datum	D_Bogota
Esferoide	International_1924
Eje Semimayor	6378388.00000000000000
Eje Semimenor	6356911.9461279465000

1.3.4 Imágenes de satélite

Para el desarrollo de los estudios ambientales fueron adquiridas 5 imágenes SPOT con las características que se enuncian en la Tabla 1.4

Tabla 1.4. Características de las imágenes utilizadas

K	J	Fecha	Hora	Resolución	Angulo	Max. Cobertura nubes
641	336	01/19/2006	15:35:32	10 m color	+08.3	25%
642	336	11/28/2005	15:38:13	10 m color	+12.2	10%
642	337	11/28/2005	15:38:22	10 m color	+12.2	10%
643	335	05/04/2005	15:41:27	10 m color	+12.6	25%
643	334	07/06/2005	15:28:54	10 m color	-12	25%

De la Figura 1.2 a la Figura 1.6 se presenta una vista previa de dichas imágenes y la información detallada de éstas.

Estas imágenes fueron unidas, corregidas y ortorrectificadas con base en la cartografía básica a escala 1:25.000 disponible, utilizando para ello 141 puntos de control, con énfasis en las zonas las obras principales y el futuro embalse, alcanzando un buen nivel de precisión cartográfico.

1.3.5 Visitas de reconocimiento

Las visitas de reconocimiento y trabajo de campo al sector del proyecto para los aspectos biofísicos se realizaron entre julio y octubre de 2006. Para los aspectos sociales, incluidos los trabajos del proceso de información y consulta a las comunidades, se llevó a cabo de manera intermitente entre los meses de junio de 2006 a agosto de 2007.

Figura 1.2. Escena Completa N° 56413360601191538322J0

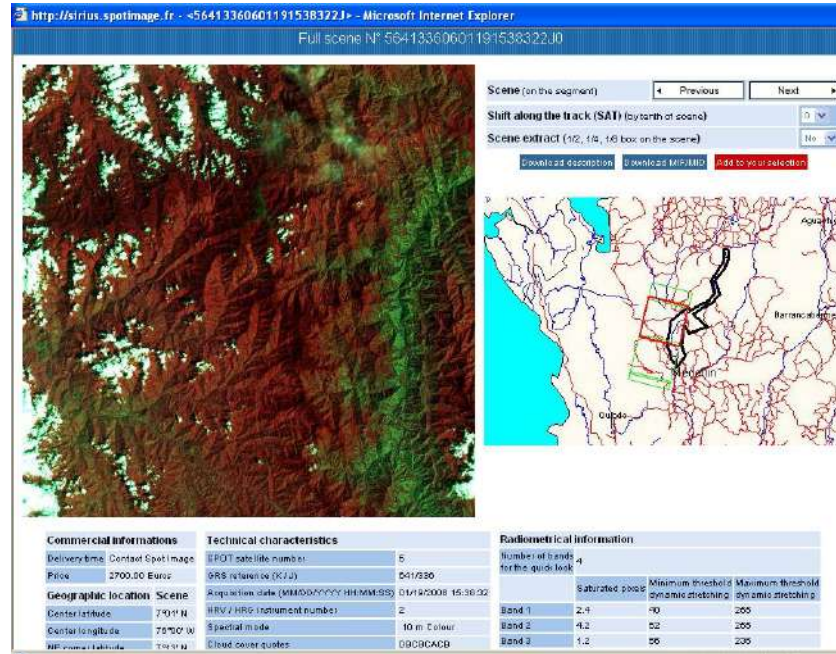


Figura 1.3. Escena Completa N° 56423360511281538131J0

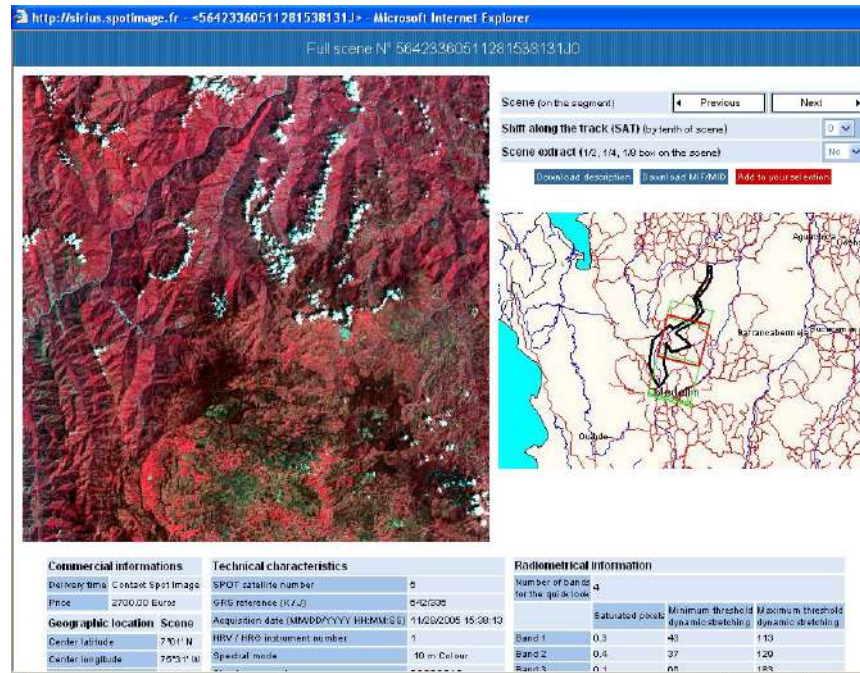


Figura 1.4. Escena Completa N° 56423370511281538221J0

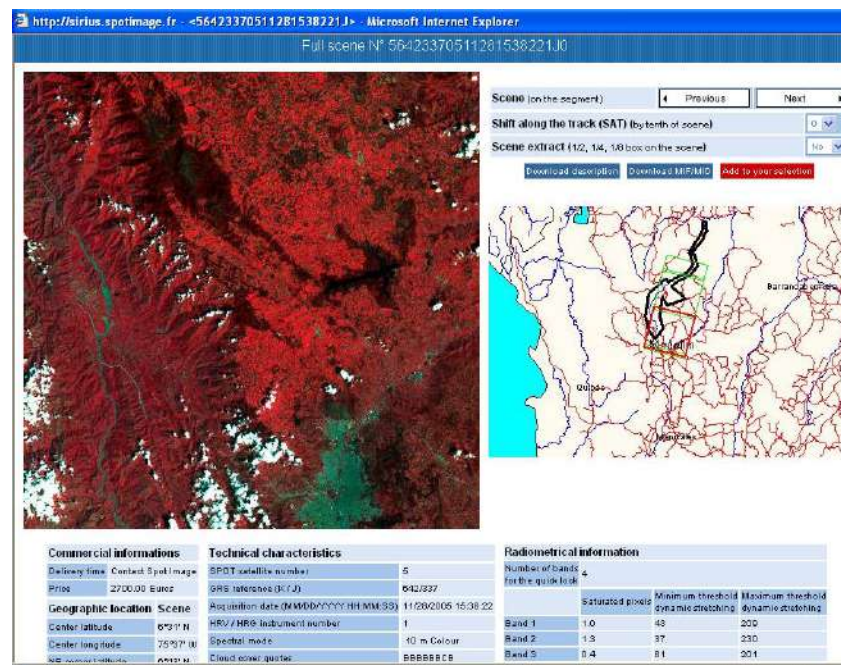


Figura 1.5. Escena Completa N° 56433350505041541271J0

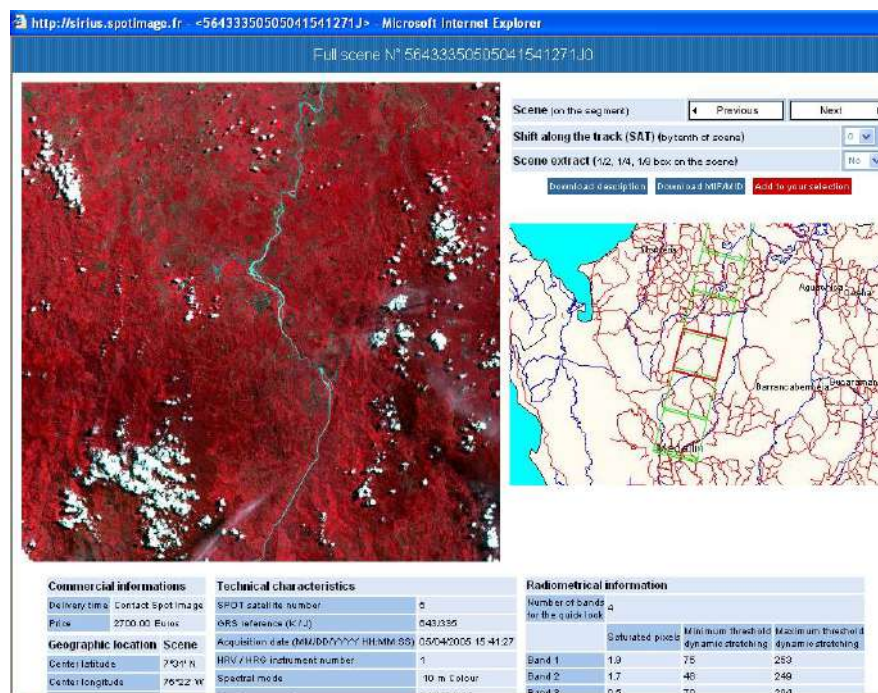
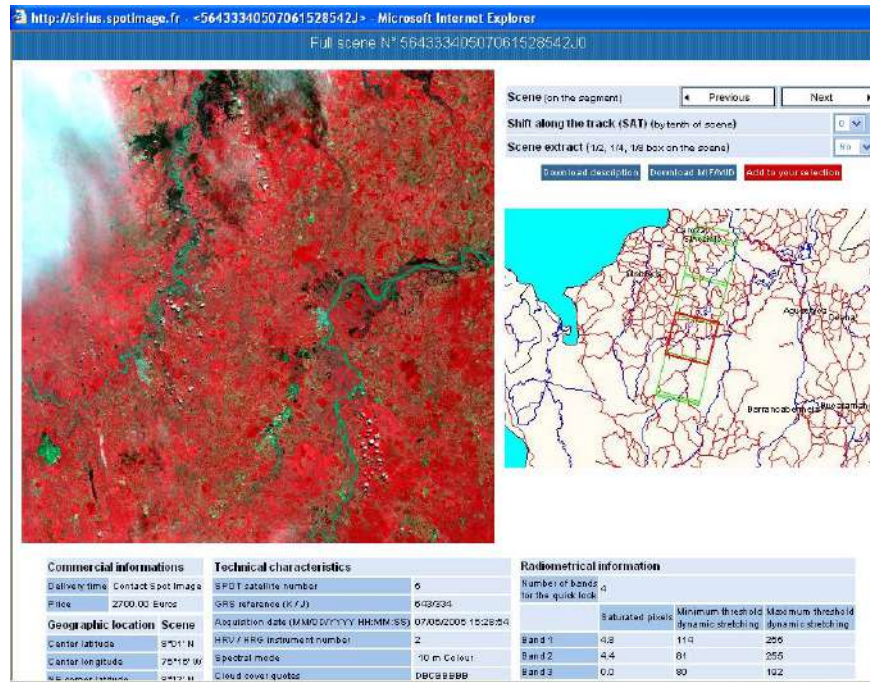


Figura 1.6. Escena Completa N° 56433340507061528542J0



1.4 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.



1.5 MARCO NORMATIVO

La elaboración del plan de manejo ambiental con sus respectivos programas, se hizo ajustada a la legislación ambiental vigente en Colombia. En la Tabla 1.5 se citan algunas de las leyes, decretos códigos y resoluciones que fueron tenidos en cuenta.

Además se consideraron los métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad del Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt y la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del IDEAM.



Tabla 1.5. Legislación ambiental aplicable al proyecto

Tipo de norma	Norma	Descripción
Aplicación General	Constitución Nacional	Mecanismos e instrumentos de cumplimiento nacional.
	Ley 99 de 1993	Ley marco en materia ambiental, Crea el Ministerio del Medio Ambiente entre otros.
	Decreto 2811 de 1974	Menciona los factores que deterioran el ambiente, la contaminación del aire, agua, suelo o de los demás recursos renovables, entendiéndose por contaminación la alteración del medio ambiente por la actividad humana.
Aire	RAS – 2000 o Resolución 1096 del 17 de noviembre de 2000	Por medio de la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico.
	Decreto 1220 de 2005	Sobre licencias ambientales.
	Manual de Señalización de 2005	Dispositivos para la regulación del tránsito.
	Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
	Resolución 601 de 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Agua	Decreto 948 de 1995	Reglamenta las emisiones de contaminantes producidos por fuentes móviles, criterios ambientales de calidad de los combustibles para uso en motores de combustión interna de vehículos automotores.
	Decreto 02 de 1982	Establece entre otras, las normas de calidad del aire y sus métodos de medición y las normas especiales de emisión de partículas para algunas fuentes fijas artificiales
	Decreto 475 de 1998	Criterios Agua potable.
	Decreto 1594 de 1984	Establece los criterios de calidad de agua según los contaminantes y también las normas para vertimientos a un cuerpo de agua.
	Decreto 2857 de 1981	Estipula el manejo de cuencas.
	Decreto 77 de 1986	Le asigna al municipio las funciones de proveer el servicio de acueducto, además de vigilar las acciones para construir los sistemas de tratamiento de las aguas servidas del alcantarillado público.
	Decreto 1541 de 1978	Establece los procedimientos para poder utilizar los recursos hídricos
Suelo	Decreto 1729 de 2002	Mediante la cual se definen los pasos para el Ordenamiento y manejo de una cuenca hidrográfica
	Ley 388 de 1997	Ordenamiento territorial: en cumplimiento de esta ley, los municipios colombianos desarrollaron los planes o esquemas de ordenamiento, como el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal.
	Ley 09 de 1989	El reglamento de usos del suelo resulta de la identificación de la aptitud de usos y de los deterioros ambientales de la zona.



Tabla 1.5. Legislación ambiental aplicable al proyecto (Continuación)

Tipo de norma	Norma	Descripción
Residuos Sólidos	Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
	Decreto 838 de 2005 Decreto 1140 de 2003	Mediante el cual se establecen nuevas normas para la disposición final de residuos Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación con el tema de unidades de almacenamiento y se dictan otras disposiciones.
	Resolución No 541 de 1994	Concerniente a cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, concretos, agregados sueltos de la construcción, capa orgánica, suelo y subsuelo de la excavación.
Residuos Peligrosos	Decreto 2676 de 2000	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
	Decreto 1446/05 Decreto 1609 de 2002	Manejo de combustibles. Mediante el cual se establecen los requerimientos para el transporte de sustancias peligrosas
	Decreto 4741	Mediante el cual se establecen criterios para el manejo y disposición de residuos peligrosos
Fauna	Decreto 1608 de 1978	Reglamenta el Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente en materia de fauna silvestre
	Decreto 1681 de 1978, ley 13 de 1990 y decreto 2256 de 1991	Contenida la reglamentación de los recursos hidrobiológicos, que cubre, entre otros, la protección y el fomento de los recursos hidrobiológicos.
	Ley 13 de 1990 o Estatuto general de pesca	Establece que el Instituto de Pesca y Acuicultura (INPA) entra a coordinar las funciones del INDERENA en el manejo de áreas acuáticas y en lo referente a la explotación de los recursos hidrobiológicos.
	Ley 84 de 1989	Estatuto nacional de protección a los animales, entre sus disposiciones se encuentra la de desarrollar medidas efectivas para la preservación de la fauna silvestre.
Flora Social	Decreto 1791 de 1996	Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
	Decreto 2591 de 1991	Reglamentación de la tutela
	Ley 121 de 1991	Territorios Indígenas
	Ley 143 de 1994	Régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad.
	Ley 472 de 1998	Acciones populares
	Ley 134 de 1994	Protección y aplicación de los derechos "mecanismos de participación ciudadana"
	Ley 70 de 1993	Derecho de las minorías negras



1.6 GRUPO EVALUADOR

El grupo de profesionales que participó en la recopilación, análisis y complementación de la información, así como en la evaluación de los posibles efectos ambientales y las medidas de manejo, estuvo compuesto por las siguientes personas:

Nombre	Profesión	Cargo
Darío Ceballos B.	Ing. Civil	Director del proyecto
Juan Carlos Vásquez S.	Ing. Civil / Esp. Ing. Amb.	Director del EIA
Rodrigo J. Vélez O.	Ing. Civil / Msc. Rec. Hcos	Coordinador EIA
Hernán D. Bolaños	Ing. Civil	Aspectos físicos
Oscar A. Vargas	Ing. Civil / Esp. Ing. Amb.	Aspectos físicos
Patricia Elena Brand A.	Ing. Civil / Geóloga	Aspectos físicos
Elvira María Aguilar	Agrónoma	Aspectos físicos
Clara Inés Vásquez B.	Ing. Ambiental	Aspectos físicos
Gabriel J. Lacouture	Ing. Civil	Aspectos físicos
Heber Escobar	Ing. Civil	Aspectos físicos
Edicson Pulgarín	Ing. Civil	Aspectos físicos
Gloria M. Naranjo R.	Ing. Forestal / Msc. Bosques	Aspectos bióticos
Luz Adriana Ramírez	Biología	Aspectos bióticos
Snedý Hernández	Biología	Aspectos bióticos
Cesar Augusto Velásquez R.	Biología	Aspectos bióticos
Carlos A. Cuartas	Biología	Aspectos bióticos
Luz M. Martínez	Biología	Aspectos bióticos
David Córdoba T.	Ing. Forestal	Aspectos bióticos
Diana Maria López A.	Ing. Forestal	Aspectos bióticos
Luz Fernanda Jiménez	Biología / Dr. Biología	Aspectos bióticos
Alexandra Arango	Biología	Aspectos bióticos
Lina M. Hinestroza	Biología	Aspectos bióticos
Elba M. Londoño C.	Sociología	Aspectos sociales
Oscar Darío Monsalve Salazar	Antropología	Aspectos sociales
Mary Luz Alzate	Politólogo	Aspectos sociales
Iván Darío Pineda	Economía	Aspectos sociales
Clara Angela Sierra A.	Epidemiología	Aspectos sociales
Cenia M. Gómez	Antropología	Aspectos sociales
Silvia Elena Botero	Antropología	Aspectos Arqueológicos
Diana M. Muñoz	Antropología	Aspectos Arqueológicos

1.7 METODOLOGÍA

Los aspectos metodológicos desarrollados a lo largo del estudio se presentan en cada uno de los numerales y capítulos que conforman este estudio.



1.	GENERALIDADES	1.1
1.1	ANTECEDENTES	1.1
1.1.1	Desarrollo Hidroeléctrico del Cauca Medio	1.2
1.1.2	Evaluación del Potencial Hidroeléctrico del Cauca Medio.....	1.3
1.1.3	Proyecto Hidroeléctrico Ituango.....	1.3
1.1.4	Revisión de la factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Ituango	1.5
1.1.5	Estudio de Restricciones Ambientales.....	1.7
1.1.6	Complementación de la factibilidad	1.7
1.1.6.1	<i>Estudio de Alternativas</i>	<i>1.7</i>
1.1.6.2	<i>Diseño al Nivel de Factibilidad del Proyecto Seleccionado.....</i>	<i>1.8</i>
1.1.6.3	<i>Estudio de Impacto Ambiental.....</i>	<i>1.8</i>
1.2	CONTENIDO DEL DOCUMENTO	1.8
1.3	INFORMACIÓN BÁSICA DISPONIBLE	1.10
1.3.1	Cartografía básica	1.10
1.3.2	Cartografía para diseño de obras	1.10
1.3.3	Cartografía para presentación de los mapas temáticos del Estudio de Impacto Ambiental	1.10
1.3.4	Imágenes de satélite.....	1.12
1.3.5	Visitas de reconocimiento	1.12
1.4	TRÁMITES AMBIENTALES EFECTUADOS	1.15
1.5	MARCO NORMATIVO.....	1.16
1.6	GRUPO EVALUADOR	1.19
1.7	METODOLOGÍA.....	1.19
	Figura 1.1. Modelo de Elevación Digital, escala 1:10000, zona de embalse	1.11
	Figura 1.2. Escena Completa N° 56413360601191538322J0	1.13
	Figura 1.3. Escena Completa N° 56423360511281538131J0	1.13
	Figura 1.4. Escena Completa N° 56423370511281538221J0	1.14
	Figura 1.5. Escena Completa N° 56433350505041541271J0	1.14
	Figura 1.6. Escena Completa N° 56433340507061528542J0	1.15



Tabla 1.1. Proyectos Hidroeléctricos del Cauca Medio	1.3
Tabla 1.2. Parámetros Sistema de Coordenadas Transversa de Mercator	1.11
Tabla 1.3. Parámetros Sistema de Coordenadas Gauss_Krüger.....	1.12
Tabla 1.4. Características de las imágenes utilizadas.....	1.12
Tabla 1.5. Legislación ambiental aplicable al proyecto	1.17