
**PROYECTO HIDROELÉCTRICO SANTIAGO (PHS) CON UNA
POTENCIA DE 3600 MW**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEFINITIVO (EIAD)

RESUMEN EJECUTIVO

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVO.....	1
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEFINITIVO	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	2
3.1 Contenido del EIAD.....	3
3.2 Estructura y síntesis del Informe del EIAD	3
4. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	5
5. DEFINICION DEL AREA REFERENCIAL O ÁREA DE ESTUDIO.....	5
6. LÍNEA BASE AMBIENTAL	7
6.1 Caracterización y diagnóstico del Área 3: Área de aporte hidrológico	7
6.1.1 Caracterización ambiental	8
6.1.2 Diagnóstico ambiental	11
6.2 Caracterización y diagnóstico del Área 2: Área de entorno inmediato a las obras.....	13
6.2.1 Caracterización social	14
6.2.2 Diagnóstico social comparativo cantonal.....	14
6.3 Caracterización y diagnóstico del Área 1: Área de emplazamiento de obras.....	15
6.3.1 Componente Físico	16
6.3.2 Componente biótico	22
6.3.3 Componente socioeconómico y cultural	28
6.3.4 Arqueología.....	30
6.3.5 Valoración ambiental.....	30
7. DESCRIPCION DEL PROYECTO	31
8. ANALISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	36
9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	37
9.1 Metodología	37
9.2 Resumen de impactos ambientales.....	38
10. ANALISIS DE RIESGOS	41
11. DETERMINACION DEL AREA DE INFLUENCIA O GESTION.....	42
11.1 Área de Influencia	42
11.2 Áreas Sensibles.....	48

11.2.1	Sensibilidad física y de amenazas o peligros naturales	48
11.2.2	Áreas de sensibilidad biótica	50
11.2.3	Áreas de sensibilidad social y económica.....	50
11.2.4	Sensibilidad arqueológica.....	51
12.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	51
12.1	Objetivo general del PMA.....	51
12.2	Etapas de aplicación del PMA	51
12.3	Estructura y contenido del PMA	51
12.4	PMA Etapa de Construcción.....	54
12.5	PMA Etapa de Operación.....	56
12.6	PMA Etapa de Retiro.....	58
12.7	Costos globales del PMA	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valoración de los indicadores socio económicos cantonales.	15
Tabla 2: Impactos. Etapa de construcción	38
Tabla 3: Impactos. Etapa de operación	39
Tabla 4: Impactos. Etapa de retiro	40
Tabla 5: Clasificación de los impactos potenciales por etapa.	41
Tabla 6: Cotas NAME, NAMO y NAMINO del aprovechamiento PHS	44
Tabla 7: Estructura del PMA. Etapa de construcción	54
Tabla 8: Estructura del PMA. Etapa de operación	56
Tabla 9: Estructura del PMA. Etapa de retiro	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área referencial del Proyecto Hidroeléctrico Santiago PHS	6
Figura 2: Área de Estudio 3: Área de aporte hidrológico	7
Figura 3: Área 2, Área de entorno inmediato a las obras del proyecto	13
Figura 4: Área de estudio 1: Área de emplazamiento de obras.....	16
Figura 5: Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Santiago.....	32
Figura 6: Esquema general de obras.....	33
Figura 7: Ubicación de los aprovechamientos para las 4 alternativas	36
Figura 8: Área de Influencia Directa. Etapa de Construcción	43
Figura 9: Área de Influencia Directa Etapa de operación.	45
Figura 10: Área de influencia indirecta Construcción.	46
Figura 11: Área de desarrollo del proyecto estratégico (ADPE)	47
Figura 12: Área de Influencia Indirecta (AIIR). Etapa de Operación.....	48

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVO

En el Ecuador, el 86% de la capacidad instalada en centrales hidroeléctricas se concentra en seis centrales: Paute (1.100 MW); San Francisco (230 MW); Marcel Laniado (213 MW); Mazar (160 MW); Agoyán (156 MW); y, Pucará (73 MW)¹. La tendencia de crecimiento de la demanda de electricidad se halla en el 5 al 7,5% anual² por lo que ha existido la necesidad de compra de energía a Perú y Colombia.

Por lo anterior, el Estado Ecuatoriano inició los procesos para la construcción de nuevas centrales hidráulicas y en este contexto se enmarca el Proyecto Hidroeléctrico Río Zamora-Santiago (PHRZS).

En enero del 2008, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER), firman un Convenio de Cooperación Institucional para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, y en marzo del 2012, se firma el contrato entre la CELEC EP y la CFE para realizar los Estudios de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Río Zamora – Santiago (PHRZS), en los que se identificó 4 sitios potenciales para aprovechamiento hidroenergético, tres ubicados en el río Zamora (Sitios: G9, G10 y G11) y uno en el río Santiago (Sitio: G8), los mismos que son evaluados bajo 4 alternativas de aprovechamiento:

- Alternativa de aprovechamiento 1. G9 (NAMO 725 msnm)–G8 (NAMO 448 msnm)
- Alternativa de aprovechamiento 2. G10 (NAMO 725 msnm)–G9 (NAMO 578 msnm)- G8 (NAMO 448 msnm)
- Alternativa de aprovechamiento 3. G9 (NAMO 653 msnm) - G8 (NAMO 448 msnm)
- Alternativa de aprovechamiento 4. G11 (NAMO 685 msnm) con conducción por margen izquierda – G8 (NAMO 448 msnm)

Considerando los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, la Prefactibilidad del PHRZS determinó que la alternativa de sistema hidroeléctrico más factible, desde la perspectiva de esquema de aprovechamiento integral, es la **Alternativa 3 G9 (NAMO 653 msnm) - G8 (NAMO 448 msnm)**, considerándose en una primera etapa la construcción del aprovechamiento G8, denominado **PH Santiago con una potencia de 3.600 MW**.

En cumplimiento al Art. 20 de la Ley de Gestión Ambiental y al Art. 18 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, la CELEC EP requiere obtener la **licencia ambiental** para el PH Santiago, por lo cual debe presentar a la Autoridad Ambiental competente el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.

Se identificó a la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr) conforme lo establece el Acuerdo No. 006 Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Libro VI, TÍTULO I del Sistema Único de Manejo Ambiental SUMA. CAPÍTULO III DE LA COMPETENCIA DE LAS AUTORIDADES AMBIENTALES. Para el efecto, el Certificado de Intersección con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado y Zonas Intangibles, señala que el PH Santiago, NO INTERSECTA con las áreas antes señaladas; y por ende, a la fecha de inicio de los estudios, el 25 de abril del 2014, el proyecto se halla bajo la competencia del CONELEC, entidad que debería aprobar los estudios para la posterior otorgación de la licencia ambiental por parte del MAE.

En base a lo anterior, CELEC EP, mediante Oficio No. CELEC-EP-HPA-2014-0692-OFI de 09-06-2014, remitió al CONELEC, los TERMINOS DE REFERENCIA para el EIA del PHS -mismo que según el Catálogo de Categorización Ambiental Nacional –CCAN- (Acuerdo 006-MAE) se enmarca dentro de la Categoría IV. Los TDRs fueron aprobados en comunicación No CONELEC-CNRSE-

¹ Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, Plan Maestro de Electrificación 2012-2020, 2012

² Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, Plan Maestro de Electrificación 2009-2020, 2009

2014-0369-O del 15-09-2014, dándose así la viabilidad para la ejecución de dichos estudios, los mismos que se iniciaron en el mes de abril del 2014.

De acuerdo a la Resolución Ministerial No. 197 de 27 de marzo de 2015, emitida por el Ministerio del Ambiente, se comunica al CONELEC que: "En cumplimiento con la disposición transitoria tercera de la Ley Orgánica de Servicio Público de Electricidad, una vez cumplido el plazo de 180 días a partir del 16 de enero del 2015, se revoca definitivamente la Resolución Ministerial No. 271 del 06 de mayo de 2014, publicada en el Registro Oficial No. 439 del 03 de mayo del 2011, mediante la cual se otorgó la renovación de la acreditación y el derecho a utilizar el sello del Sistema Único de Manejo Ambiental a CONELEC", y por tanto en aplicación de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE), publicada en Registro Oficial No. 418 de 16 de enero de 2015, el proceso de licenciamiento ambiental es reasumido por el Ministerio del Ambiente.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEFINITIVO

2.1 Objetivo General

Realizar el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Santiago con una potencia de 3600 MW, a fin de que la autoridad ambiental proceda con su revisión, aprobación y otorgamiento de la Licencia Ambiental correspondiente.

2.2 Objetivos Específicos

Para el cumplimiento del objetivo general, se procede a:

- Describir, caracterizar y analizar el medio físico, biótico y sociocultural, en el cual se desarrollará las actividades del proyecto.
- Incluir la información de los recursos naturales que van a ser utilizados, aprovechados o afectados durante el diseño, construcción y retiro del proyecto.
- Identificar, dimensionar y evaluar los impactos, positivos y negativos, que serán generados por el proyecto.
- Definir las áreas de influencia del proyecto, directa e indirecta, con criterios debidamente sustentados y basados en el esquema del proyecto.
- Diseñar el Plan de Manejo Ambiental con sus respectivas medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación, a fin de garantizar la óptima gestión socio-ambiental del proyecto.
- Diseñar los procedimientos para el seguimiento y control ambiental, que permitan evaluar el comportamiento, eficiencia y eficacia del Plan de Manejo Ambiental (PMA), en las etapas de construcción, operación y retiro del proyecto.
- Establecer los costos, esquemas, requisitos de personal así como los de servicios necesarios de soporte para la implementación del PMA.
- Disponer del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD), que permita su aprobación y otorgamiento de la Licencia Ambiental por parte de la Autoridad Ambiental.
- Facilitar la participación ciudadana en los momentos y términos establecidos en la normativa ambiental vigente.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO

El Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) es estructurado y se desarrolla según los requerimientos establecidos en los siguientes documentos normativos:

- Guía General de Elaboración de Términos de Referencia para Estudios de Impacto Ambiental. Acuerdo Ministerial No 006, REFORMA AL TITULO I y IV del LIBRO VI del TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA.
- Guías para Estudios de Impacto Ambiental Definitivo para Centrales Hidroeléctricas y Manual de Procedimientos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en el Sector Eléctrico (CONELEC, 2005);

3.1 Contenido del EIAD

El formato básico seguido para estructurar el documento del EIAD del PH Santiago y acorde a lo dispuesto en el Acuerdo MAE No. 006 para los Proyectos Categoría IV es el siguiente:

- Resumen Ejecutivo
- Índice
- Ficha técnica
- Siglas y abreviaturas.
- Introducción
- Objetivos y alcances del estudio de impacto ambiental
- Marco legal e institucional.
- Definición del área referencial.
- Línea base.
- Descripción del proyecto.
- Análisis de alternativas y justificación ambiental de la alternativa seleccionada.
- Evaluación de impactos ambientales.
- Análisis de riesgos.
- Determinación del área de influencia o de gestión
- Plan de Manejo Ambiental.
- Glosario de Términos.
- Referencias o Bibliografía.
- Firma de responsabilidad.
- Anexos.

3.2 Estructura y síntesis del Informe del EIAD

La Memoria Técnica del EIAD del PHS se halla estructurada en las siguientes partes:

Resumen ejecutivo: es una síntesis que privilegia la comprensión amplia de los resultados obtenidos en el estudio y la información más relevante del mismo.

Índice: corresponde a un Índice de Contenido. Presenta de manera ordenada los temas y subtemas tratados en el EIAD –con su respectiva numeración de página- y de acuerdo a la organización que exige la normativa vigente.

Ficha Técnica: contiene los Datos Generales del EIAD: Nombre del proyecto, Proponente del proyecto, representante legal, nombre de la empresa consultora y del grupo consultor.

Siglas y abreviaturas: sección en la que todas las siglas y abreviaturas utilizadas en el estudio quedan claramente definidas y descritas.

Introducción: incluye aspectos que hacen referencia a la presentación del estudio: antecedentes y justificativos, estudios anteriores, objetivos del proyecto, datos generales y esquema metodológico.

Marco legal e institucional: comprende: i) el análisis del marco legal ambiental: normas, leyes, reglamentos, etc, a nivel local, seccional, sectorial y nacional e internacional, a las que se sujetará el promotor del proyecto; y, ii) el marco administrativo-institucional en el que se enmarca el EIAD y las

actividades del Promotor, durante el ciclo de vida del proyecto.

Definición del área referencial: se definen los límites del área de estudio del proyecto, en donde se desarrolla el levantamiento de información de línea base requerida en la evaluación ambiental del PHS.

Línea base: este capítulo detalla los parámetros representativos que describen la calidad del ambiente en el área de estudio. La línea base ambiental presenta dos componentes:

- i) CARACTERIZACION AMBIENTAL DE LAS AREAS DE ESTUDIO, que comprende:
 - a) La descripción del medio físico: climatología, geología, geomorfología, suelos, uso actual del suelo, hidrología superficial, calidad del agua, paisaje natural, calidad del aire, ruido; b) la descripción del medio biótico: ecosistemas terrestres y acuáticos, fauna y flora silvestres; c) la descripción del medio socioeconómico y cultural: poblaciones existentes, densidad, vivienda, demografía, servicios, infraestructura, producción, turismo, etc., d) arqueología; e) Inventario forestal y valoración económica por remoción de la cobertura vegetal; f) Identificación de sitios contaminados o fuentes de contaminación; y, g) Identificación, análisis y valoración de bienes y servicios ambientales.
- ii) DIAGNOSTICO SOCIO-AMBIENTAL, describe la problemática de los medios físico, biótico, social y económico en el área de estudio.

Descripción del proyecto: se describe la ubicación geográfica del proyecto (coordenadas UTM, jurisdicción político administrativo); las actividades durante la construcción y operación, obras e instalaciones temporales y permanentes, maquinaria, insumos requeridos en la construcción y operación, servicios e infraestructura requeridos, procesos operativos, caudales utilizados, energía producida, etc.

Análisis de alternativas y justificación ambiental de la alternativa seleccionada: en base a la información del EIAP del PHRZS (2014), se describe el proceso de selección de la alternativa ambientalmente viable para el diseño del proyecto, el mismo que se basa en la aplicación de criterios ambientales a las 4 alternativas de aprovechamiento definidas en la etapa de Prefactibilidad.

Evaluación de impactos ambientales: este capítulo destaca los resultados de la identificación, calificación, valoración y categorización de los potenciales impactos ambientales que se prevé generará el proyecto en sus etapas de construcción, operación y retiro, y sobre los medios físico (aire, agua, suelo y paisaje), biótico (vegetación y fauna) y antrópico (socioeconómicos, cultural, antropológico).

Análisis de riesgos: se describe los riesgos, tanto del proyecto al ambiente como del ambiente al proyecto, y cuyos resultados permiten estructurar el Plan de Contingencias. De esta manera se identifican: a) Los peligros y amenazas naturales y la infraestructura del proyecto vulnerable a dichos eventos (riesgos del ambiente al proyecto), y; b) Los riesgos del proyecto al ambiente reflejados en los principales impactos o eventos que la infraestructura proyectada representa al ambiente.

Determinación del área de influencia o de gestión: en base a los criterios que se establecen en el Acuerdo Ministerial MAE No 006 y en el Reglamento Ambiental del sector eléctrico, complementadas por los generados por los diversos especialistas ambientales, se procede a definir y delimitar: i) el área de influencia o de gestión (Áreas de Influencia Directa e Indirecta); y, ii) las Areas Sensibles.

Plan de manejo ambiental (PMA): este capítulo presenta la estructura y diseño del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el PHS. Se definen las principales acciones y actividades en cada uno de los programas, los cuales son desarrollados a nivel de diseño y se lo aplica a las etapas de: construcción, operación y retiro.

Glosario de términos: comprende las principales definiciones que son utilizadas en la memoria técnica del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo.

Referencias o bibliografía: se incluye las referencias bibliográficas, primarias y secundarias, utilizadas para darle el soporte teórico al EIAD.

Firma de responsabilidad: se incluye la firma de responsabilidad del representante legal de la compañía promotora del proyecto, responsable del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo y de los Especialistas Ambientales ejecutores del EIAD.

Anexos: el informe del EIAD se complementa con los siguientes documentos:

- Documentos habilitantes para el EIAD
- Información cartográfica básica y temática en formato digital (sistemas de información geográfica Arc-View y Arc-Gis 9.2 y analógico, con coordenadas UTM WGS84.
- Registro fotográfico
- Textos complementarios a la línea base
- Registros de monitoreos y determinaciones de laboratorio realizados

4. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Se realiza el análisis de la legislación ambiental ecuatoriana vigente al año 2015 que comprende la Constitución del Ecuador, leyes, reglamentos, normas técnicas, tanto de la legislación del sector eléctrico, ambiental y de gestión pública, que configuran la base legal que regula el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) y además los procesos de construcción de infraestructura y operación del Proyecto Hidroeléctrico Santiago.

Se realiza un análisis de las ordenanzas ambientales locales para determinar la base legal existente en los Gobiernos Autónomos Descentralizados GADs. Se incluye el análisis de la normativa referente a Pueblos Indígenas, Zonas de Frontera y Participación Ciudadana.

En una segunda parte, se analiza la Institucionalidad relevante con el Proyecto tanto en el Sector Eléctrico como en el ámbito ambiental.

En una tercera parte, se examina el marco legal internacional y nacional relevante para realizar expropiaciones y reasentamientos.

5. DEFINICION DEL AREA REFERENCIAL O ÁREA DE ESTUDIO

El área referencial (área de estudio) se la define según los criterios establecidos en el Acuerdo Ministerial 006-MAE y los propuestos por el exCONELEC (Guía 2005), y comprende:

- **Área de estudio 1. Área de emplazamiento de obras:** área a ser afectada por las obras temporales y permanentes del PHS, el área inundada por el embalse y una franja ribereña necesaria para la protección y operación de los mismos, e incluye la parte situada aguas abajo de la presa. Comprende el cauce y márgenes superiores de los ríos Zamora, Paute, Negro, Upano, Namangoza y Santiago).
- **Área de estudio 2. Área de entorno inmediato a las obras del proyecto:** abarca a los cantones que formarían parte del área de influencia de desarrollo de proyectos estratégicos que son: Morona, Sucúa, Logroño, Santiago, Limón Indanza y Tiwintza
- **Área de estudio 3. Área de aporte hidrológico:** comprende toda la cuenca hidrográfica aguas arriba del sitio de captación del PHS, por tener influencia con la cantidad y calidad del agua que llega a las tomas o al embalse.

Su distribución espacial general se la visualiza en la Figura 1.

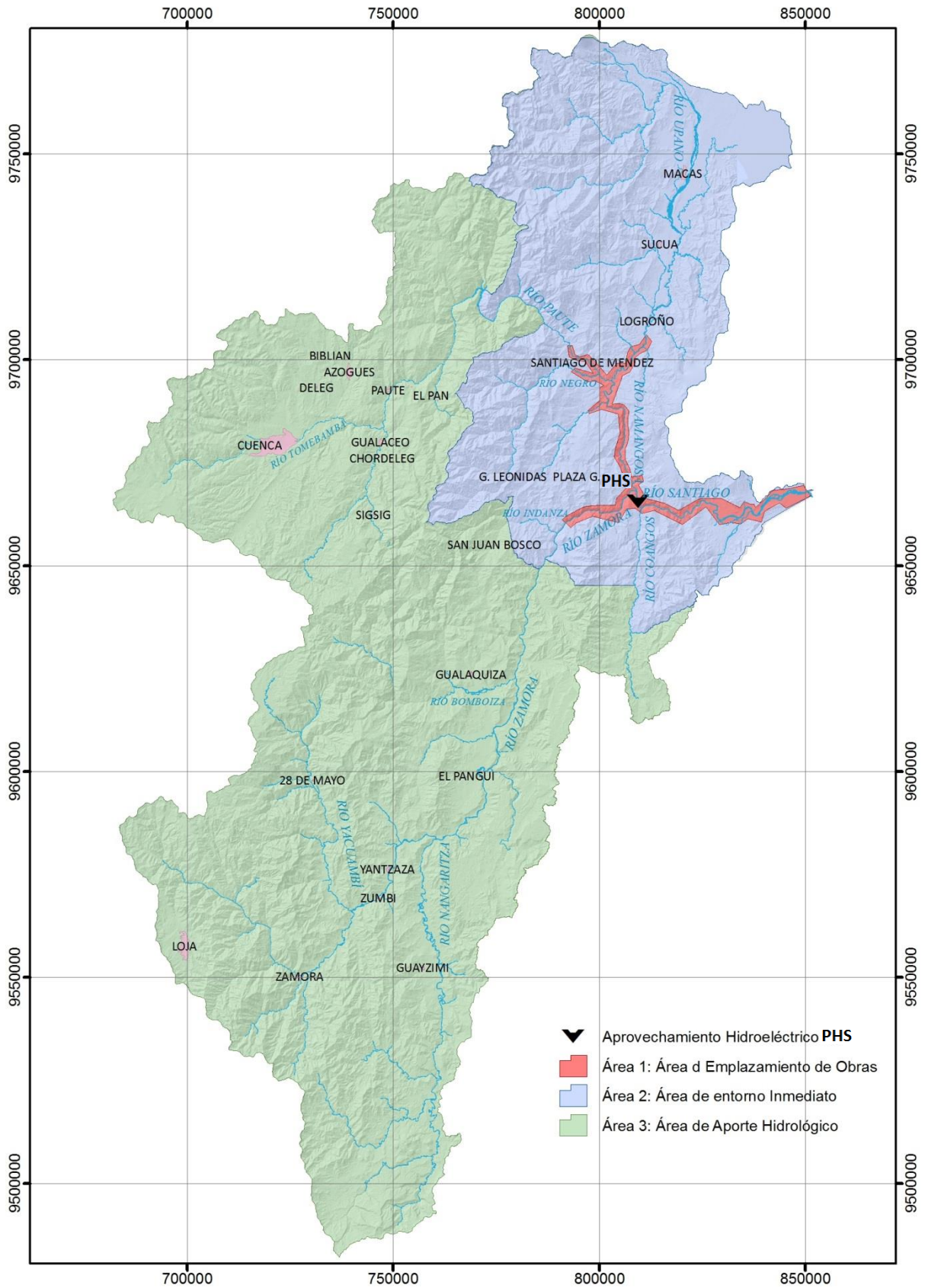


Figura 1: Área referencial del Proyecto Hidroeléctrico Santiago PHS

Fuente: ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC Cía. Ltda.

6. LÍNEA BASE AMBIENTAL

6.1 Caracterización y diagnóstico del Área 3: Área de aporte hidrológico

El Área 3 comprende toda la cuenca de aporte hídrico del PHS, que de acuerdo a la delimitación hidrográfica Nivel 5 del SENAGUA 2011, abarca el sistema hidrográfico del río Santiago. Comprende una superficie de 378,64 km². Figura 2

La caracterización y diagnóstico ambiental del Área 3, tiene como objetivo generar información sobre la problemática y conflictividad socio-ambiental relacionada con la producción y generación hídrica (cantidad y calidad del agua) que a futuro puede incidir en la sustentabilidad y sostenibilidad del PH Santiago.

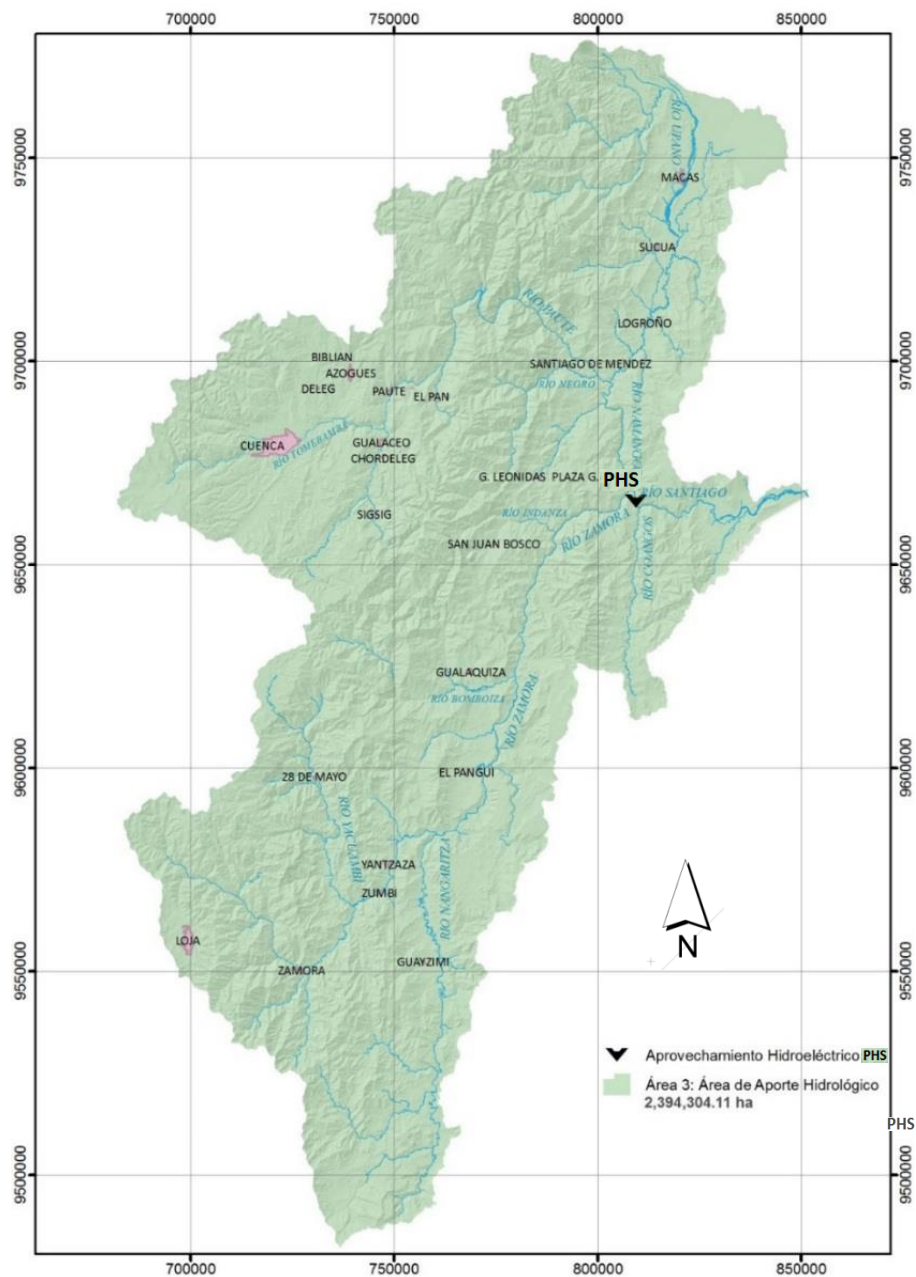


Figura 2: Área de Estudio 3: Área de aporte hidrológico

Fuente: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda. / Elaborado por: CFE- ACOTECNIC Cía. Ltda.

6.1.1 Caracterización ambiental

Cuencas y subcuencas hidrográficas: el Área 3 está conformada por la cuenca del río Santiago, la que a su vez incluye las subcuencas de los ríos Namangoza y Zamora y la intercuenca del río Santiago. Aguas abajo del punto de implantación del PHS, se encuentran subcuencas menores del río Santiago y la subcuenca del río Coangos.

La cuenca del río Santiago se localiza en la región suroriental de la República de Ecuador, entre los paralelos 2° 00' y 4° 42' S y los meridianos 79° 22' y 77° 48' W. Limita al norte con las cuencas de los ríos Pastaza y Guayas, al noreste con la cuenca del río Morona, al sur con la cuenca del Mayo, al suroeste con la cuenca del río Chira, al oeste con las cuencas de los ríos Cañar, Balao, Gala, Jubones y al este con el límite internacional de Perú. La cuenca se halla emplazada en las provincias de Morona Santiago (47 %), Zamora Chinchipe (30 %), Azuay (15 %), Cañar (4 %), Loja (2 %) y Chimborazo (2 %). Los principales centros urbanos son Loja, Cuenca, Gualaceo, Paute, Gualaquiza, Sucúa y Macas.

Clima: las condiciones climatológicas de la cuenca son muy variables. Presenta cinco tipos de clima: nival, ecuatorial de alta montaña, ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, tropical megatérmico húmedo y megatérmico lluvioso. El 50 % de la superficie de la cuenca se halla por sobre la cota 2300 msnm y el 90 % de la superficie se encuentra por arriba de la cota 1600 msnm, lo cual indica que se trata de una cuenca de montaña de respuesta hidrológica muy rápida, además de que se trata de una cuenca en equilibrio a sedimentaria.

La precipitación media anual oscila entre 430 a 2900 mm; es de menor intensidad en las partes altas y aumenta hacia la parte media y baja de la cuenca. La velocidad media del viento es 2.17 m/s con dirección predominante hacia el oriente. La temperatura media en la cuenca varía con la altitud con temperaturas medias alrededor de 7 °C en las partes altas hasta los 24 °C en las partes inferiores de la cuenca. La evapotranspiración medida oscila entre 800 a 1900 mm, con mayores pérdidas en la cuenca alta y media, disminuyendo conforme avanza hacia el río Santiago; los valores teóricos van de 700 a 1200 mm con mayores pérdidas en la cuenca media cerca de la confluencia de los ríos Zamora y Namangoza, disminuyendo en la cuenca alta y baja.

Geodinámica y erosión: mediante el método de Mora-Vahrson se obtiene la zonificación de la cuenca en relación a la amenaza geodinámica que destaca lo siguiente: las áreas con amenaza Alta están concentradas al noroeste de la cuenca (zona de Cañar–Azuay) con una superficie de 832,9 km² (3,5%), las amenazas Moderadas con una superficie de 19.647,5 km² (82%) y la amenaza Baja ocupa 3.488,6 km² (14,6%).

Cobertura vegetal y uso del suelo: en el Área 3 se identifica una significativa superficie que aún mantiene la vegetación natural, aunque en diverso estado de intervención. Esta alcanza valores alrededor del 70% de la superficie, y en su mayor parte corresponde a un bosque nativo intervenido. Las áreas antrópicas (pastos y cultivos) presentan superficies inferiores al 30%.

Suelos y potencialidad del suelo: el Área 3 presenta una amplia gama de suelos debido a la diversidad climática y litológica. Se destaca el predominio de suelos jóvenes (Inceptisoles y Andisoles) ubicados principalmente en las estribaciones andinas y en la cordillera Subandina, en donde el clima húmedo y las fuertes pendientes originan suelos con un bajo desarrollo pedogenético y baja fertilidad natural.

La aptitud de los suelos está condicionada a factores climáticos y topográficos. Se destaca una aptitud predominante orientada a la protección y conservación y a la actividad forestal; ello debido a los relieves irregulares y climas extremos que se presentan en gran parte del área de estudio; la aptitud agroproductiva es restrictiva en la mayor parte de la cuenca.

Calidad del agua: para caracterizar la calidad del agua en el Área 3, se utilizan métodos biológicos (Índice BMWP) que refleja las condiciones existentes tiempo atrás de la toma de muestras y métodos físico-químicos (Índice ICA) que ofrecen una visión de la situación puntual del estado de las aguas al momento del muestreo. La evaluación se la realiza de forma estacional, durante la época húmeda o de lluvias y en la época seca o de estiaje.

- Calidad físico química y bacteriológica del agua e Índice ICA

Todos los ríos se presentan poco mineralizados, la cantidad de sales disueltas es baja, la conductividad promedio es de 63 uS/cm; sólo en puntos donde hay aporte significativo de agua residuales este valor se eleva de forma apreciable.

Los ríos atraviesan terrenos donde la cantidad de sales que pueden ser disueltas por el agua son muy bajas, es probable que estas hayan sido ya disueltas y arrastradas por los ríos a través del tiempo; no existe una diferencia apreciable con las lluvias, los sólidos aportados a las corrientes de agua por arrastre y erosión son mayormente insolubles, afectando la turbiedad, en especial en el río Zamora, la cuenca más erosionada; la dilución causada por los mayores caudales en esa época se reflejan en valores más bajos de conductividad:

Es consecuencia de la concentración baja de **alcalinidad**, 23 mg/l CaCO₃ en promedio, es alcalinidad a bicarbonatos según los valores de pH inferiores a 8,3, normal para aguas superficiales, se tendrán concentraciones muy bajas de cloruros, sulfatos, calcio, magnesio; y, como se observa en los resultados, existen muy bajos valores, bajo los máximos normados, de **hierro, manganeso, zinc, níquel, aluminio, mercurio y cianuros**, parámetros que aportan a la conductividad; por esta razón, la concentración de **sólidos disueltos totales** también es bajo, en promedio 45 mg/l. Se obtienen bajos valores de **nitratos** (1.03 mg/l) y **fosfatos** (0.36mg/l PO₄⁻³),

La **turbiedad**, (UTN), presenta valores bajos, bajo las 100 UTN normado para fuentes de agua potable; más bajos en la época seca y aumenta en la época lluviosa sobretodo en el río Zamora superando las 20 UTN exigidos con fines estéticos; los valores más bajos en cualquier época están en los ríos Paute y Upano.

El **amoniaco**, presente de manera natural como producto de la descomposición de materia orgánica sea vegetal o animal, está en concentraciones bajas alrededor de 0,2 mg/l, normal en aguas superficiales, a excepción del río Zamora donde es superior. En época seca los valores son más bajos que en época húmeda.

El porcentaje de **oxígeno de saturación** en época húmeda muestra valores superiores al valor mínimo de 80% normado para agua potable; en muchos puntos el oxígeno disuelto esta sobresaturado. En época seca, el oxígeno disuelto esta alrededor del oxígeno de saturación, en algunos puntos está por debajo de este valor y un poco por debajo del 80% concretamente en los ríos Paute y Upano, debido al menor caudal y velocidad de los ríos.

Todas las determinaciones de pH realizadas en toda el área de aporte y en las dos épocas tienen valores normales para aguas superficiales con un promedio de 7,40

La **demanda bioquímica de oxígeno** se norma solo para fuentes de agua potable en un valor que sea menor 2.0 mg/l O₂, No se cumple en ningún punto en la época húmeda, valores muy cercanos en el Santiago. En la seca lo cumplen el Paute, Upano y Namangoza.

Coliformes totales: en el Zamora no se cumple para ninguno de los usos tanto en época húmeda como seca. En el Paute y Upano se cumple para algunos de los usos, principalmente agua potable (menor a 3.000 UFC/100ml), en especial en época seca. El Namangoza y el Santiago no lo cumplen en época seca ni en la húmeda.

Coliformes fecales: parámetro que más afecta al índice de calidad; presente en casi todas las muestras en concentraciones significativas. En el Zamora solo el tramo final y en época seca cumple para agua potable (máximo 600 UFC/100ml), no se cumple en los otros puntos ni en general para otros usos. En el Namangoza, los tramos considerados del río Paute y Upano son en general aptos para uso en agua potable, uso pecuario y fines recreativos con contacto secundario en cualquier época, igual el río Namangoza excepto en el tramo de unión al Upano y al Yungantza. En el río Santiago no se cumple en ninguna época para agua potable. El Coangos y el Yaupi lo cumplen en cualquier época. Casi ninguno de los puntos muestreados cumplen para la preservación de la flora y fauna (200UFC/100ml) valores cercanos en el Paute, Negro y Upano antes de su unión.

Sólidos totales: los valores son siempre muy bajos, por debajo de los máximos exigidos para cualquier uso; está en 1000 mg/l como el menor valor exigido, el promedio general es de 70 mg/l, valores consecuentes con la baja turbiedad, conductividad y baja alcalinidad.

Mercurio y cianuros: todas las muestras dan valores por debajo del límite de cuantificación del laboratorio <0.02 mg/l para cianuros y <0.001 mg/l para mercurio; para agua potable la norma INEN-1108 5ta revisión exige máximos de 0.07 mg/l para cianuros y 0.006 mg/l para mercurio; es decir, todos los valores están por debajo de los máximos exigidos.

Índice de calidad (ICA): el río Zamora tiene calidad MEDIA; el tramo inicial después de la ciudad de Loja tiene calidad MALA debido a las descargas domésticas de la ciudad; el río tiene mejor calidad especialmente en época seca en el tramo final. Los ríos Paute, Negro y Upano tienen en general calidad BUENA en ambas épocas, hasta la unión del Upano al Namangoza. Esta calidad cambia a MEDIA en el río Namangoza por una mayor contaminación bacteriológica, que se mantiene en el río Santiago tanto en época seca como húmeda. Sus afluentes, el Coangos y el Yaupi presentan calidad BUENA.

- Calidad biológica del agua e Índice BMWP: la calidad del agua en base a macroinvertebrados bentónicos y el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), analiza la composición de los macrozoobentos de acuerdo a su tolerancia a la contaminación y determina que la calidad biológica de un ecosistema acuático, está dada por la presencia de organismos que se adaptan o no a diferentes niveles de contaminación, los cuales son utilizados como bioindicadores cualitativos o cuantitativos (Zamora 2003).

Con los resultados del BMWP, se analizó los datos estacionales (en época seca y época húmeda) mediante el estadístico U Mann-Whitney que arroja un valor de $p = 0,8626$, concluyendo que no existe una diferencia significativa entre las dos épocas. Se realiza además un análisis de varianza ANOVA para comparar los datos del índice BMWP por subcuencas (Zamora, Namangoza y Santiago), dando como resultado una $p = 0,000$, que indica que existen diferencias entre ellas, aspecto ratificado al aplicar los test de Tukey y Fisher, que señalan diferencias significativas entre ellas.

El río Zamora es el que se halla sometido a mayor tensión debido a la minería de pétreos y de oro, al uso ganadero y agrícola en sus márgenes, la descarga de aguas servidas de las poblaciones adyacentes, aspectos que mantienen sus aguas en un rango de calidad “dudosa” con aguas contaminadas. En los ríos Namangoza y Santiago se observa una mejoría en la calidad del agua, aunque se observan los mismos problemas que en el río Zamora pero en menor escala, determinado que la calidad del agua sea “aceptable” para el Namangoza y entre “aceptable” y “buena” con aguas medianamente contaminadas y buenas en el río Santiago.

- Análisis comparativo de Índices de calidad del agua ICA y BMWP: a fin de comparar los resultados obtenidos en la calidad de agua superficial mediante los índices de Calidad del

Agua” (ICA), y el Biological Monitoring Working Party (BMWP), se analizó los resultados obtenidos por categorías o clases, ya que son equivalentes entre sí.

Para el efecto se comparó mediante un test ANOVA las clases de los índices, dando como resultado una $p=0,269$, por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa; además se realizó los test de Tukey y de Fisher, los cuales agrupan ambos índices en una misma categoría reforzando lo expuesto por el test ANOVA. Sin embargo de ello, existen sitios de muestreo que evidencian una diferencia en la calidad del agua entre estos dos índices, los cuales son tratados individualmente en el estudio.

- Calidad del agua asociada a las fuentes de contaminación en la cuenca del río Santiago: las principales causas de contaminación al recurso hídrico corresponden a las descargas de aguas residuales y desechos orgánicos e inorgánicos generados en los centros poblados por donde atraviesan los ríos; a excepción de Cuenca y Azogues, ningún asentamiento dispone de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Otras acciones perjudiciales para la calidad del agua son la minería de pétreos y el dragado para la obtención de oro.

Ecosistemas naturales: según la clasificación propuesta por el Ministerio del Ambiente (Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental), en el Área 3 se identifican 30 ecosistemas naturales que ocupan el 69,78 % de la superficie total; de ellos, el 0,24 % (5.780,73 ha) corresponden a ecosistemas acuáticos y el 69,54% a ecosistemas terrestres (1'662.911,23 ha).

- Ecosistemas terrestres: su mayor superficie corresponde a ecosistemas de bosque con 1'345.484,34 ha (80,91%). Los ecosistemas de herbazal ocupan 259.057,12 ha (15,58%) y los ecosistemas de arbustales 58.369,77 ha (3,51%). Los servicios ambientales de estos ecosistemas son: regulación y disponibilidad hídrica, mitigación de efectos de sequías e inundaciones, control de la erosión, estabilidad del clima, purifican el agua y mantienen la biodiversidad.
- Ecosistemas acuáticos: ocupan 5.780,73 ha (0,242%). Los cuerpos de agua superficiales pertenecen a los subsistemas hídricos de los ríos Zamora y Namangoza y sus respectivos aportantes que fluyen sus aguas al río Santiago. Los bienes y servicios de estos sistemas naturales en términos económicos son: subsistencia para la población, por aportar, sostener y ofrecer pesca local y constituirse en vías de comunicación; y en términos biológicos: refugios y hábitats de la fauna acuática.

6.1.2 Diagnóstico ambiental

Problemática socio ambiental

- Fuentes de presión y conflictos socio ambientales en los ecosistemas naturales: el Área 3 posee una superficie de 23.943,04 km² (9,33% de la superficie nacional); está conformada por 39 cantones distribuidos en 6 provincias: Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Azuay, Cañar, Loja y Chimborazo. Su población es de 1.082.485 habitantes (7,47% del total nacional); los cantones con mayor población son Cuenca, Loja y Azogues que suman el 69,74 % del total poblacional, y ésta es mayoritariamente urbana (59,72 %). La densidad poblacional es de 67 hab/km². La tasa de crecimiento intercensal 2001-2011 tiene un valor promedio de 1,05 puntos de crecimiento anual, a excepción de Yantzaza y San Juan Bosco, que a pesar de ser poblaciones rurales registran tasas de crecimiento superiores a la nacional. Dentro del área, se presenta una dinámica poblacional expulsora hacia los cantones con mayor desarrollo, Morona y Sucúa.

En el Área 3, se identifica una profunda desigualdad regional debido a la concentración de actividades y beneficios en pocos cantones, lo que contrasta con la enorme dispersión y pobreza de la población en los cantones alejados de los polos urbanos. Se tienen

asentamientos con casi la totalidad de su población por debajo de la línea de pobreza, tal el caso de Paquisha, Yacuambi Tiwintza y Alausí, con los más altos índices de pobreza (89,7%, 89,9%, 95,9% y 97,9% de su población por debajo de la línea de pobreza).

En el Área 3 se presenta una alta presión antrópica sobre los ecosistemas naturales terrestres y el recurso bosque; cantones como Nangaritza, Yacuambi, Paquisha, Centinela del Cóndor, Yantzaza, y Zamora registran altas tasas de deforestación por explotación maderera. Limón Indanza, Santiago de Méndez y Tiwintza por su parte deben su deforestación a la expansión de la frontera agrícola. La deforestación también guarda relación con los incendios forestales, cuyos índices son elevados en Cañar, Loja y Azuay. En cuanto a los ecosistemas naturales acuáticos, las presiones más comunes están relacionadas al vertido de aguas residuales, la minería artesanal y la minería de pétreos.

- Análisis sobre los ecosistemas naturales relacionados con la actividad antrópica y la generación hidroeléctrica del PHS: se hace un análisis de la problemática hídrica asociada a las principales fuentes de presión y conflictos socio-ambientales identificados en los ecosistemas de la cuenca del río Santiago.

En lo referente al manejo actual de la cuenca, la problemática hídrica está asociada principalmente a la presión demográfica y urbanización que producen afectaciones en la calidad y en la cantidad del recurso, generadas por la extracción del agua para las concesiones, contaminación por las descargas, regulación del flujo para generación hidroeléctrica y las consecuentes alteraciones geomorfológicas por efecto del almacenamiento del agua en los embalses.

Las principales presiones sociales asociadas a los usos del agua son hidroelectricidad, riego, uso doméstico, uso en minería e industria, así como también las actividades asociadas a la tala de bosques y deforestación, o la ocurrencia de incendios forestales pueden generar alteraciones hídricas; los principales efectos están asociados a: pérdida de bienes y servicios ambientales, alteración de la calidad del agua, reducción de la capacidad de captación de agua, pérdida de agua por evaporación, incremento de la escorrentía, reducción en la capacidad de generación hídrica, alteración del régimen natural de los ríos e incremento en la sedimentación.

Áreas bajo régimen de manejo especial y problemática socio-ambiental

En el Área 3, se identifican superficies que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y de Áreas de Bosques y Vegetación Protectores (ABVP). Estas suman 931828,33 ha (38,93% del total de la cuenca), de acuerdo al siguiente desglose:

- Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP): 394527,08 ha (16,48%).
- Áreas Protegidas Municipales (APGS): 65729,13 ha (2,75%).
- Áreas de Bosques y Vegetación Protectoras (ABVP): 471572,12 ha (19,70%).

La presión antrópica en estas áreas está dada por: demanda de agua para consumo humano, comercial e industrial para los asentamientos consolidados y dispersos de la cuenca; demanda de especies maderables para la confección de muebles y decoración de viviendas urbanas; crecimiento del mercado aurífero; demanda de productos alimenticios en las ciudades ligada a la baja productividad del suelo que obliga a la expansión de la frontera agrícola; demanda colonizadora de población urbana orientada a la explotación del suelo con fines mercantilistas y expansivos; y, demanda de obras hidroeléctricas.

Estas presiones han generado conflictos socio-ambientales, tales como: conflictos de tenencia de la tierra entre colonos y población ancestral; conflictos entre artesanos mineros y minería a gran escala; y, conflictos políticos y partidistas, entre sociedad civil y Estado, por la explotación de los recursos hídricos y por la explotación de la riqueza minera.

6.2 Caracterización y diagnóstico del Área 2: Área de entorno inmediato a las obras

Esta unidad de análisis tiene relación con los cantones adyacentes al área de concentración de las obras e infraestructura del PHS y que se visualizan en la Figura 3. Su caracterización tiene como objetivo obtener un conocimiento general sobre las condiciones sociales de las comunidades asentadas en las áreas vecinas al proyecto y que se constituyen en la potencial área de influencia de desarrollo del proyecto estratégico.

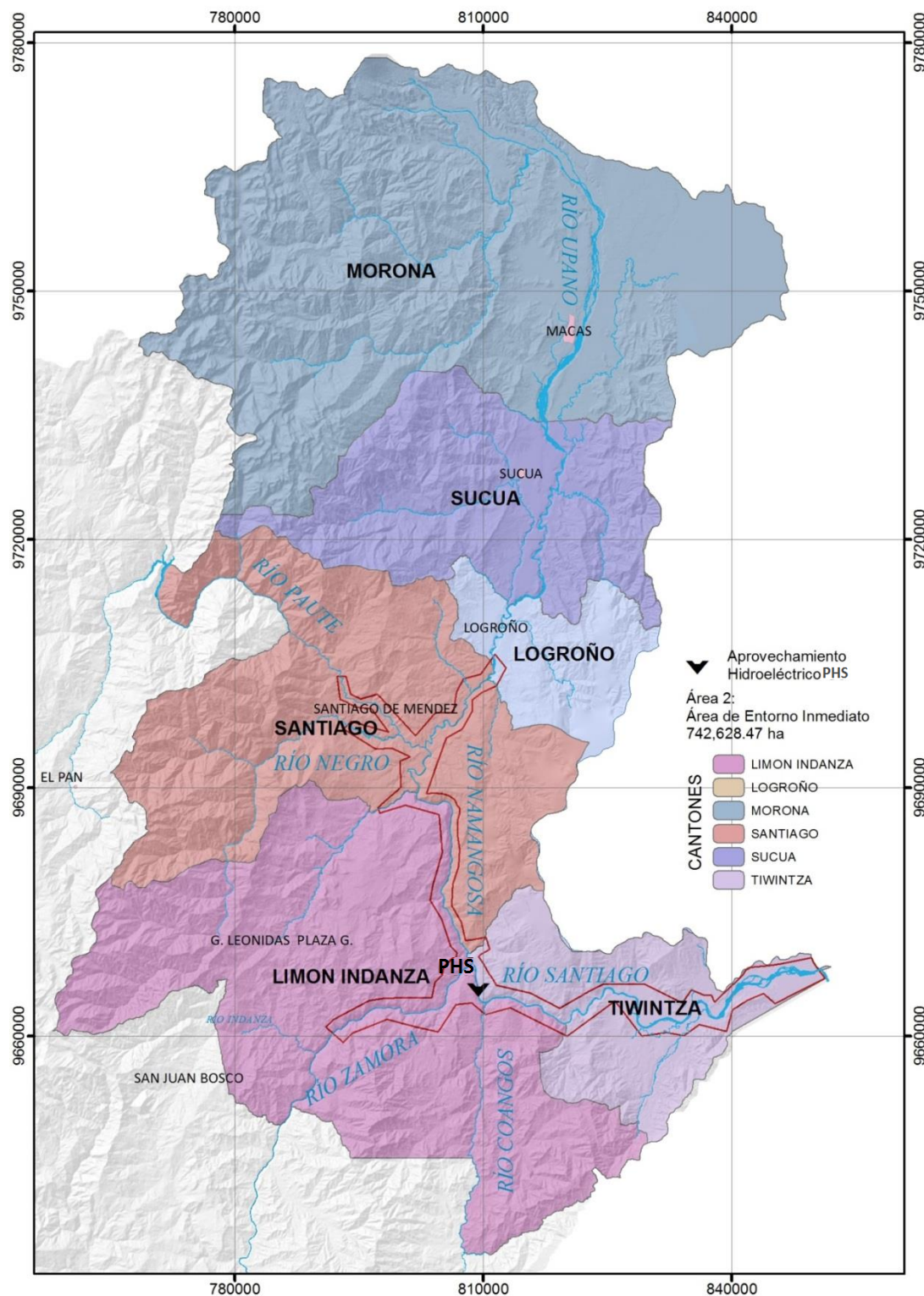


Figura 3: Área 2, Área de entorno inmediato a las obras del proyecto

Fuente y elaborado por: ACOTENIC. Cía. Ltda.

6.2.1 Caracterización social

El Área 2, se encuentra dentro de la provincia de Morona Santiago; está conformada por 6 cantones: Morona, Limón Indanza, Santiago de Méndez, Sucúa, Logroño y Tiwintza y alcanza una superficie de 7.426,28 km². Los cantones Limón Indanza, Santiago y Sucúa ingresan en su totalidad territorial, Morona con el 51,9%, Tiwintza 48,76 % y Logroño con el 27,57%. El cantón con mayor superficie en el área es Morona (41,88 %), seguido de Limón Indanza (18,25%) y Santiago de Méndez (12,75%).

La población del Área 2 es de 91.208 habitantes (61,65% del total provincial). El 61,37% de la población es rural y el 38,63% urbana. La población es mayoritariamente femenina (50,59 %) frente al 49,40% de población masculina.

La tasa de crecimiento se relaciona con la densidad poblacional, la cual en este caso infiere a una población dispersa (8,96 hab/km²). La tasa de crecimiento intercensal 2001-2010 es de 2,87 puntos de crecimiento anual; ésta es influenciada por la tasa de natalidad y mortalidad, indicadores que corresponden a 38,27 y 3,35 respectivamente. La tasa de crecimiento también se relaciona con la migración poblacional; desde el 2001 al 2010, se registra un total de 2.250 casos de personas que han salido del área.

El 52,00% de la población se reconoce como “Mestizo/a”, el 41,58% como “Indígena”, en su mayoría perteneciente a la etnia shuar, y el restante 6,42% se distribuye en la auto identificación “Blanco/a”, “Afroecuatoriano/a”, “Negro/a”, “Mulato/a” y “Montubio/a”.

En referencia a la educación, el 41,37% de la población mayor a 5 años, posee únicamente instrucción primaria; la tasa de analfabetismo supera el promedio nacional y provincial con el 9,26%.

En el Área 2 se registran 3.428 establecimientos económicos; de ellos, el 89,38% pertenecen al sector terciario (comercio, provisión de servicios de telefonía, transporte, finanzas, servicios administrativos, inmobiliaria, enseñanza, atención en salud, entre otros) y al sector primario el 0,81%. En otro ámbito, el monto de tributación del Área 2 es de \$ 3.803.833,93 dólares anuales (80,86% del total recaudado a nivel provincial).

Al analizar según sector productivo la distribución de los establecimientos económicos, de la cantidad tributada y de la Población Económicamente Activa (PEA) se presenta un contraste; de acuerdo al número de establecimientos y los montos de tributación se presenta una tendencia extrema de la economía hacia el sector terciario, pero al analizar la distribución de la PEA aparece un alto porcentaje de población enfocada al sector primario con el 38,94% del total de la PEA; de ello se infiere la presencia de una población subempleada, la cual a nivel de la Amazonia corresponde al 55,21 % del total de la PEA. Esta población en estado de subempleo corresponde a una población precarizada, mayoritariamente rural.

El Área 2 se encuentra marcada por un alto índice de pobreza. El 70,9% de la población se encuentra por debajo de la línea de pobreza y el 34,6 % por debajo de la línea de extrema pobreza. Estos índices son altamente influenciados por las poblaciones rurales, donde el índice de pobreza representa el 90,1% de la población rural, y el índice de extrema pobreza el 50,5% de la misma población. Los cantones con mayor población en extrema pobreza son Tiwintza y Logroño, y en ellos se encuentran más comunidades con habitantes de la nacionalidad shuar.

6.2.2 Diagnóstico social comparativo cantonal

Con el objeto de identificar de manera global las deficiencias en los cantones del Área 2, se aplicó una metodología que permite cuantificar y relacionar varios indicadores de desarrollo. Estos indicadores corresponden a los trabajados dentro del estudio y son: Población amazónica (Porcentaje de Población Amazónica Shuar), Población y superficie (Densidad Poblacional), Población rural (Porcentaje de Ruralidad), Migración (Porcentaje de migración), Natalidad (Tasa de natalidad, Condición de alfabetismo (Porcentaje de analfabetismo), Infraestructura Educativa,

Conectividad (Porcentaje de viviendas con acceso al internet), Alcantarillado (Cobertura de alcantarillado), PEA (Porcentaje de la PEA que labora en el sector primario de la economía), Pobreza (Porcentaje de población en condición de pobreza, según necesidades básicas insatisfechas, Turismo (Factor de potencial turístico).

Con la finalidad de relacionar los indicadores, sus valores fueron convertidos a una escala de 1 a 3: 1 = “Bajo”; 2 = “Medio”; 3 = “Alto”. Se homologaron los rangos de los indicadores escogidos y se los agruparon bajo un indicador global. Los indicadores de Porcentaje de Población Amazónica, Densidad Poblacional, Migración, Natalidad y Población Rural forman el indicador “Población”. El indicador “Educación” unifica los índices de Condición de Alfabetismo, Infraestructura Educativa y Conectividad. Los indicadores de PEA en el sector primario, cobertura de alcantarillado, pobreza y factor de potencial turístico fueron tratados por separado ya que dan cuenta de la dinámica económica de la zona, de las condiciones de saneamiento y salubridad del área; el porcentaje de pobreza expresa las deficiencias en condiciones de habitabilidad y el indicador potencial turístico indica las fortalezas de la oferta turística.

Tabla 1: Valoración de los indicadores socio económicos cantonales.

Cantón	PEA Primaria	Educación	Alcantarillado	Turismo	Pobreza	Población	Total	Valoración
	25	20	15	15	15	10	100	
Morona	25,00	13,33	5,00	15,00	10,00	7,33	75,67	Medio
Limón	8,33	8,89	5,00	10,00	5,00	6,67	43,89	Bajo
Santiago	16,67	8,89	5,00	10,00	10,00	6,67	57,22	Medio
Sucúa	25,00	8,89	15,00	15,00	10,00	7,33	81,22	Alto
Logroño	8,33	6,67	5,00	5,00	5,00	4,67	34,67	Bajo
Tiwintza	16,67	6,67	5,00	10,00	5,00	4,67	48,00	Bajo

Fuente: Censos de Población y Vivienda, 2010. Ministerio de Turismo.

Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA

En base a los resultados de los indicadores se establece que los cantones con indicadores críticos son Tiwintza, Logroño y Limón Indanza, precisamente los que tienen mayor cantidad de población shuar, los mayormente precarizados en empleo, acceso a servicios básicos y educación.

6.3 Caracterización y diagnóstico del Área 1: Área de emplazamiento de obras

Su objetivo es la caracterización y diagnóstico ambiental detallado en los sitios de las obras para cuantificar y calificar los impactos y afectaciones ambientales en las diversas etapas del proyecto. El Área 1, está definida por un polígono de 378,64 km², establecido para el levantamiento topográfico a detalle mediante el sistema LIDAR. La ubicación espacial del Área 1 se la visualiza en la Figura 4.

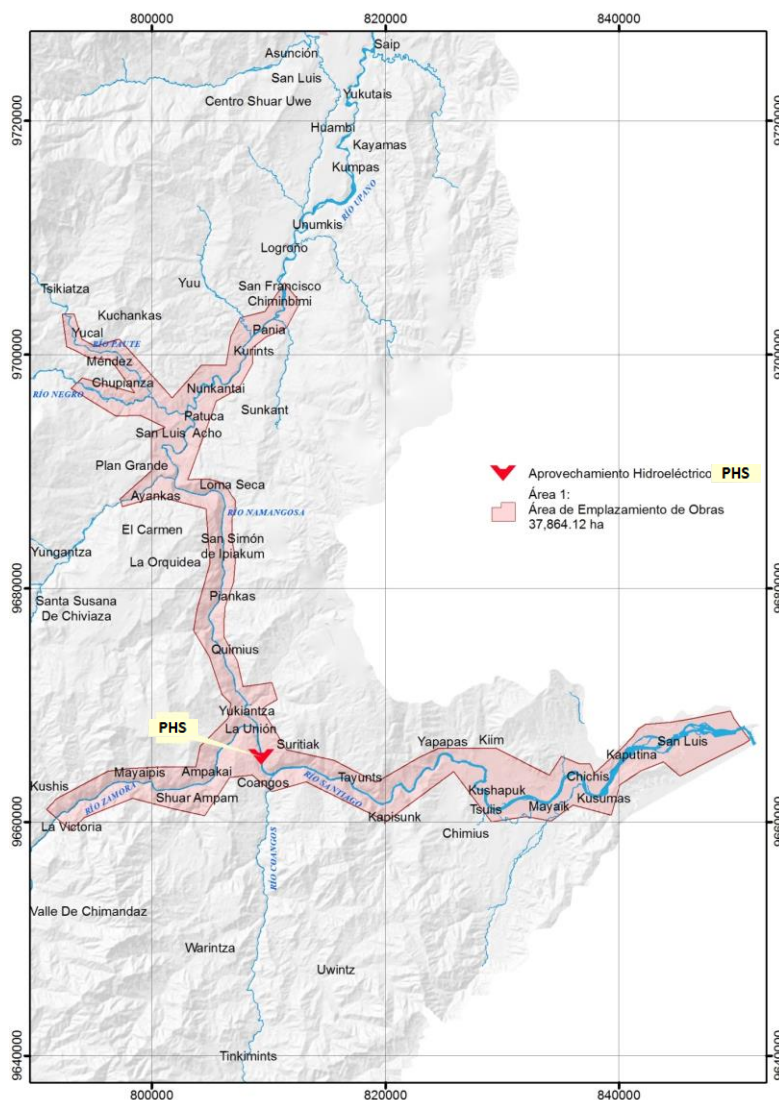


Figura 4: Área de estudio 1: Área de emplazamiento de obras

Fuente y elaborado por: ACOTENIC. Cía. Ltda.

6.3.1 Componente Físico

Clima: en el Área 1 se identifican tres zonas climáticas: 1) Clima tropical megatérmico húmedo (vertientes exteriores de las cordilleras, 500-1.500 msnm). Precipitaciones superiores a 2.000 mm en una sola estación lluviosa, la temperatura media varía con la altura, 15-24°C y humedad relativa alta (90%); 2) Clima megatérmico lluvioso: precipitaciones superiores a 3.000 mm y llegan a 6.000 mm, máximo lluvioso en julio-agosto y una baja relativa entre diciembre-febrero; la humedad relativa superior a 90% e insolación baja (1.000 horas/año); y, 3) Clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo (sobre 2.000 msnm); la temperatura media de 15°C, precipitaciones entre 1.000 y 1.500 mm/año con un pico lluvioso único en el año y la humedad relativa media superior al 80 %.

Geología: el Área 1, se localiza entre la Cordillera Real y la zona baja Subandina compuestas por la Cordillera del Cóndor y la planicie alta amazónica. En el área afloran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, que tienen diferente origen y evolución. Sus edades se remontan a partir del Jurásico Inferior, al depositarse rocas sedimentarias y volcánicas de la Formación Santiago, destacando areniscas, calizas, lutitas y rocas ígneas extrusivas; al mismo tiempo, las intrusiones ígneas de composición ácida a intermedia dieron origen al Batolito Zamora. En el Jurásico Superior eventos volcánicos y sedimentarios dieron origen a areniscas, lutitas, andesitas, tobas y brechas, todas se

engloban dentro de la Formación Misahuallí. En el Cretácico se dieron depositaciones epicontinentales y marinas; las primeras, del Cretácico Inferior constituyeron a la Formación Hollín, formada principalmente por areniscas cuarzosas; las rocas marinas, del Cretácico Superior, corresponden a una secuencia de calizas, lutitas y escasas areniscas que dan origen a la Formación Napo. Intrusionando a todas las rocas del Jurásico y Cretácico, se tienen diques de composición ácida, intermedia y básica. Al norte aflora una secuencia de tobas y horizontes de conglomerados que se engloban dentro de la Formación Mera del Plioceno-Pleistoceno. Cubriendo a todas estas rocas se encuentran depósitos cuaternarios como: suelos residuales, depósitos de talud y depósitos aluviales.

Geomorfología: la geomorfología del Área 1 se puede dividir en tres áreas: 1) la zona norte, donde el relieve es más suave con algunas partes planas, los valles de los ríos son amplios; 2) la zona central y oriental (valle del río Zamora) donde el relieve es más pronunciado con grandes zonas escarpadas; los valles de los ríos son profundos y estrechos, la erosión ha sido muy puntual y los tajos de los ríos son profundos; y, 3) la parte oriental hasta la frontera con Perú, donde el relieve vuelve a tener características de un ambiente sedimentario.

Se identifican y delimitan 13 unidades morfológicas: Planicie Aluvial, Vértice Ondular, Masa Deslizada, Masa Deslizada Irregular, Meseta Alta, Coluvión, Zona Escarpada, Meseta Baja, Vértice Irregular, Ladera Fuerte, Ladera Suave, Ladera Moderada y Meseta Intermedia. La mayor superficie la ocupa la unidad de Meseta Intermedia con 72,29 km² (19,09%) de la superficie total.

Geotecnia: de la caracterización geofísica y geotécnica de los macizos rocosos en el área de los sitios de cierre propuestos en el estudio se desprende que son en general macizos de buena calidad y que las discontinuidades se presentan favorables para la estabilidad de las excavaciones y cortes requeridos para el proyecto. En la unidad de ladera suave, dentro de la delimitación geomorfológica, existen algunas zonas donde esta se encuentra lisa (mayormente debido a deforestación); en estas zonas existe una gran amenaza de erosión laminar la cual provoca degradación del suelo y en algunas casos formación de surcos. Finalmente, se puede concluir que la zona no tiene mayores riesgos geológicos que podrían afectar al proyecto. Los riesgos presentes no presentan mayor dificultad para su control.

Erosión: con respecto a la erosión, se tiene que casi un 40% del área presenta erosión moderada y un 30% presenta erosión alta; se estimó que la tasa de erosión para el Área 1 es de 59 ton/ha/año.

Sismicidad y vulcanismo: tectónicamente, el Ecuador se ubica en el borde occidental activo de Sudamérica, a lo largo del cual la placa Nazca subduce bajo la placa Sudamericana en dirección aproximada E-W. El proceso ha originado los principales rasgos geotectónicos y morfotectónicos, como son la Cordillera de Los Andes (Cordillera Occidental, Valle Interandino y Cordillera Real), la Zona Subandina y el Valle Subandino, la mayoría delimitados por estructuras geológicas importantes con tendencia NNE-SSW.

Las principales estructuras en la zona corresponden al alineamiento del río Zamora que rige la dirección del río, se considera como una discontinuidad geológica antigua, con orientación casi N-S y longitud mayor a los 100 km. La falla Cosanga es otra estructura importante, indica el cabalgamiento de la unidad Upano sobre rocas de la Formación Napo.

No existe amenaza evidente por el tema de vulcanismo, en tanto que para la sismicidad se han calculado sismos máximos probables para las principales fallas de la zona con magnitudes que varían entre 6,7 y 7,1. Sin embargo, el tiempo de retorno para sismos con magnitud 7 o superior es de más de 100 años.

Suelos y uso del suelo: las geoformas del Área 1 están conformadas de manera general por suelos jóvenes con incipiente desarrollo pedogenético (Orden Inceptisoles y Grandegrupo Dystrudepts), los mismos que presentan una secuencia de horizontes A/AB/Bw/C1, son ácidos, desaturados en bases

y de baja fertilidad natural. Los subgrupos dominantes dentro de este Grandegrupo son los Oxic y Typic, característicos de las zonas tropicales, húmedas y cálidas.

Aptitud del suelo: en el Área 1 se identifican seis clases agrológicas: Clase II con 4440,48 ha (11,73 %), Clase III con 3.308,13 ha (8,74 %), clase IV con 9.335,10 ha (24,65 %), Clase V con 305,95 ha (0,81 %), Clase VI con 10.378,05 ha (27,40 %), Clase VII con 2.824,33 ha (7,46 %) y clase VIII con 4.224,56 ha (11,16 %). La clase agrológica con mayor superficie es la Clase VI con el 27,40 %.

Las tierras aptas para las actividades agrícolas y/o pecuarias corresponden a las Clases II, III y IV que ocupan 4.440,48 ha (11,73 %, 3.308,13 ha y 8,74 % y 9.335,10 ha y 24,65 % respectivamente); las tierras para actividad agrícola o pecuaria con restricciones corresponde a la Clase V con 305,10 ha (0,81%); las tierras para actividades de aprovechamiento forestal preservación y/o conservación corresponden a las Clases VI, VII, VIII con 10.378,05 ha (27,40 %), 2.824,33 ha (7,46 %) y 4.224,56 ha (11,16%) respectivamente.

Dentro de los factores limitantes se destacan: la limitante climática por exceso de humedad y la pendiente irregular que definen restricciones para el uso agrícola y pecuario.

Uso del suelo y cobertura vegetal: en cuanto al uso agrícola, la mayor superficie ocupa la categoría Asociaciones (Mr) Frutales, con 57,52 ha (0,15 %). En uso agrícola mixto, se tiene a la asociación Misceláneo Indiferenciado con 1.433,32 ha (3,79 %); son áreas de cultivos anuales y perennes (cultivos y/o plantaciones indiferenciadas, encontrándose frutales, plátano, cacao, yuca, maní). En uso pecuario, la mayor superficie la ocupan los pastos cultivados con presencia de árboles, con 3.587,29 ha (9,47 %).

La mayor ocupación está representada por la vegetación natural arbórea medianamente alterada, con 20.988,80 ha (55,43 %) y la menor superficie de ocupación está representada por los cultivos de cacao con 6,42 ha (0,02%) y la vegetación natural herbácea húmeda con 7,33 ha (0,02 %).

Hidrología: el Área 1 se encuentra dentro de la cuenca del río Santiago. Se trata de una cuenca de montaña de respuesta hidrológica muy rápida. Nace de la unión de los ríos Namangoza y Zamora, el primero recibe las aguas del río Paute y el río Upano, y el segundo se forma en la provincia de Loja, sus principales afluentes son los ríos Nangaritzza, Yacuambi y Bomboiza. En lo que respecta a la caracterización hidrológica se determinan los caudales medios diarios mediante el método de las abstracciones; el río Santiago en el sitio de implantación de la obra tiene un caudal de 1.385 m³/s, el río Namangoza de 566 m³/s, el río Zamora 820 m³/s y el río Coangos 50 m³/s. Los caudales máximos aportados por el río Zamora al sitio de proyecto para diferentes periodos de retorno se obtuvieron a partir del ajuste a una función de distribución de probabilidad (FDP) Gumbel y para el río Namangoza mediante el ajuste a una función de distribución de probabilidad doble Gumbel. El caudal máximo para un periodo de retorno de 10.000 años es de 10.227 m³/s en el río Zamora, 9.207 m³/s en el río Namangoza y 19434 m³/s en el río Santiago.

El régimen del río en el sitio de aprovechamiento es prácticamente incesante a lo largo del año. El mayor caudal medio mensual se presenta en junio con 1 822 m³/s mientras que en enero se cuenta con los menores caudales medios mensuales correspondientes a 1 126 m³/s.

Para el cálculo de la avenida de diseño de Obras de Desvío y Excedencias se utilizó la metodología correspondiente a un análisis de frecuencias. De esta manera, el hidrograma de diseño para la Obra de Desvío resultó ser la de un Tr de 50 años para un caudal máximo de 10 859 m³/s. Mientras que para la Obra de Excedencias resultó ser la de un Tr 10 000 años correspondiente a un caudal máximo de 18 639 m³/s

Sedimentología: en relación al estudio de sedimentología, se utiliza el modelo de simulación del transporte de sedimentos, Mike11, el cual permite realizar una simulación numérica del funcionamiento hidráulico del río. Para ello se emplearon secciones del río Santiago, Zamora y Namangoza levantamiento topo-batimétrico e información de LIDAR, desde el sitio de construcción

de la cortina hacia aguas arriba y aguas debajo de la misma. Con el propósito de evaluar los volúmenes de transporte de fondo y suspensión que el río es capaz de acarrear en condiciones actuales por año, se realizó una simulación numérica del funcionamiento hidráulico de transporte de fondo y en suspensión, así como morfológico del río, considerando gastos medios mensuales para un periodo de un año. Los resultados destacan que el transporte de fondo por sección por los ríos Paute, Namangoza y Santiago es de $0,0 \text{ m}^3/\text{s}$ como mínimo y $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$ como máximo, en el eje derecho. Por otra parte, el transporte en suspensión por sección por los ríos Paute, Namangoza y Santiago es de $0,0 \text{ m}^3/\text{s}$ como mínimo y $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ como máximo, en el eje derecho. Puede afirmarse que en 25 años el cauce se mantendrá en las condiciones que se encuentra actualmente en ambos ríos y no se tendrán azolvamientos o erosiones significativas. La capacidad de transporte del río es demasiado alta (por gasto y pendiente) en comparación con la cantidad de sedimento que ingresa en las cuencas de los ríos Namangoza y Zamora.

Usos del agua: según datos de Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), se obtuvo información sobre los usos y concesiones de agua en la cuenca del río Santiago. La cuenca del río Santiago tiene información de caudales concesionados hasta el año 2012 y se aprecia la diferencia en los tipos de concesiones por subcuenca. La subcuenca del río Zamora presenta menor alteración por cuestiones de infraestructura hidráulica o humana, mientras que la subcuenca del río Paute presentan asentamientos humanos importantes y en la subcuenca del Upano existe una parte como reserva ecológica.

El río Zamora aprovecha el agua a través de: concesiones en hidroelectricidad 96,0%, industria 2,3% y consumo humano 1,7%. Esto implica que del total del caudal concesionado de $59,76 \text{ m}^3/\text{s}$, el 70,0% es aprovechado en la subcuenca alta del río Zamora ($41,94 \text{ m}^3/\text{s}$) y el 30,0% en la subcuenca baja del mismo río ($17,82 \text{ m}^3/\text{s}$). Las concesiones se encuentran principalmente en la provincia de Loja y en menor medida en la provincia de Zamora Chinchipe.

Del análisis de concesiones otorgadas en la subcuenca del río Namangoza, se determina que se concesiona 90,0% más caudal que en la subcuenca del río Zamora; ello se debe a la concentración de poblaciones. El caudal concesionado en la subcuenca del río Namangoza, se distribuye en hidroelectricidad (93,0%), riego (4,0%), uso doméstico (1,0%), (potable 1,0%) y otros usos (1,0%).

Se concluye que en la cuenca del río Santiago se tiene un total de 6278 concesiones de agua; de ellas, 23 (0,4%) son para el uso en hidroelectricidad; visto de otra forma, del total del caudal concesionado de $564 \text{ m}^3/\text{s}$, $536,96 \text{ m}^3/\text{s}$ (95%) está destinado a este uso. Particularmente se localizan en las subcuencas el embalse Mazar, embalse Molino, río Paute, río Tomebamba y río Upano AJ Tutanangoza y del río bajo y alto Zamora. Las provincias que cuentan con este tipo de concesiones en la cuenca son Azuay con 9, Morona Santiago con 4, Zamora Chinchipe con 6 y Cañar con 4.

Las corrientes aprovechables para el uso hidroeléctrico son el río Abanico, Dudas, Galuay, Mazar, Paute, Yanuncay, Saimirin, Blanco, Chacayacu, Chancan, Corrales, Quebrada Achupillas, vertiente Gulag, río alto Zamora/Quebrada Chorrillos, San Francisco/Quebrada Ramón-Quebrada Zurita-Quebrada Milagros.

Caudal ecológico: los resultados de los hábitats viables en condiciones naturales demuestran que el ecosistema que forman el río Coangos y el río Santiago es de gran complejidad por su dinámica climática y morfológica que permiten la presencia de diferentes hábitats que a su vez están restringidos por la variabilidad hidrológica.

Las condiciones naturales mostraron que el incremento de los caudales del río Santiago no resulta favorable para la mayoría de taxones y que las mayores superficies viables ocurren alrededor del caudal medio del año seco y el caudal mínimo del año muy húmedo. Los resultados permiten concluir que, a diferencia de la comprensión generalizada de que el caudal ecológico representa un volumen de agua estable y de preferencia elevado, el caso del río Santiago prueba lo contrario. Las

condiciones de caudales máximos en un río de la magnitud del río Santiago, generan un efecto de arrastre y lavado de todos los grupos e incluso afectan a aquellos peces grandes que deben luchar con la corriente para no ser afectados. A pesar de esto, no se puede generalizar que el caudal que mayor superficie viable ofrece en el río Santiago, constituye el caudal ecológico, ya que como se ha probado mediante los resultados obtenidos, las especies tienen diferentes respuestas en diferentes secciones del río a medida que cambia el caudal.

El análisis de los años secos y muy húmedos permite tener una idea de la presión que ejerce el caudal en las poblaciones locales y que estas condiciones naturales, representan un factor de control para el ecosistema. A pesar de no contar con el detalle de la variación de caudales en cada tipo de año hidrológico, el análisis de estas condiciones permitió entender que las especies decrecen en abundancia cuando los caudales aumentan y la tasa varía de acuerdo al rango entre el caudal mínimo y máximo de cada año. Esta información corrobora que la variación de caudales en el río Santiago juega un papel predominante para las especies y que las especies que aquí se encuentran han experimentado este tipo de cambios naturales.

En condiciones naturales el río Coangos constituye las superficies viables que requieren las especies para hacer frente a los cambios que experimentan en el río Santiago. En el río Coangos tampoco se conoce a detalle el nivel de variabilidad de caudales, sin embargo el rango de variación en años secos y húmedos es mucho menor que el del río Santiago. Esta información fortalece la necesidad de conocer a detalle las condiciones del río Coangos para establecer su manejo como una medida de mitigación de los cambios que se observarán en la operación de la central.

Aguas subterráneas: se las caracteriza a través de la identificación del nivel freático en el sitio de obras y en ambos márgenes del sitio de emplazamiento del proyecto. De acuerdo con Ewert (2009), la inclinación del nivel freático es reflejo de las condiciones hidrogeológicas del sitio y depende de la permeabilidad de la roca y de la cantidad de infiltraciones que genera el agua subterránea. Es importante tener en consideración lo siguiente:

- Un nivel freático muy inclinado identifica roca de muy poca permeabilidad.
- Una capa freática de inclinación moderada indica cierta permeabilidad.

El nivel freático conforme a lo observado en los barrenos localizados a lo largo del eje de cortina en el sitio de proyecto, se deduce que tiene un comportamiento favorable para el cierre hidráulico, pues su tendencia es ir subiendo hacia los márgenes, adquiriendo un paralelismo al perfil del terreno.

Calidad físico-química y bacteriológica del agua: se levanta información en épocas húmeda y de estiaje para comparar su variación espacial y temporal, y los resultados se analizan bajo tres aspectos: i) la caracterización físico-química-bacteriológica del agua de los ríos, ii) el “Índice de Calidad del Agua” –ICA-, y iii) determinar el cumplimiento de los parámetros dados en el Anexo I del TULAS, según el uso. A continuación los resultados:

Todas las aguas son poco mineralizadas con valores de alcalinidad muy bajos y en consecuencia valores bajos de conductividad. Las concentraciones de cianuros y mercurio están por debajo del límite de cuantificación del laboratorio y por debajo de los máximos exigidos en la norma INEN 1108 5ta revisión. Metales como hierro, manganeso, zinc, níquel, aluminio en concentraciones por debajo de lo normado. No hay presencia de nitritos; el amoníaco un poco por encima de la norma; el pH dentro de los valores exigidos y el oxígeno disuelto esta alrededor del oxígeno de saturación, en unos casos sobresaturado y en otros sobre todo en época seca por debajo del oxígeno de saturación, es decir, no se presenta una contaminación orgánica alta que consuma el oxígeno o los ríos se recuperan rápidamente, mejor en época húmeda.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno entre 2 y 30 mg/l O₂ valores no muy elevados pero altos para fuentes de agua potable que exige valores <2; el ICA para agua potable castiga estos valores y se afecta el mismo. La relación DBO/DQO indica que la materia orgánica es biodegradable. La turbiedad presenta valores bajos, los más altos en el río Zamora.

La contaminación bacteriológica, en especial por coliformes de origen fecal, es recurrente en toda el área ya que recoge las aguas residuales de las poblaciones asentadas en las orillas de los ríos y también es afectada por la ganadería. Es el parámetro que más afecta el índice de calidad.

Respecto al TULAS, los máximos para uso en Agua Potable con Tratamiento Convencional se cumplen en los siguientes parámetros: Oxígeno disuelto, pH, Sólidos disueltos totales, color, amoníaco, manganeso, nitratos, zinc, aluminio, mercurio, cianuros, turbiedad. Se cumplen parcialmente: hierro con valores superiores a 0,3 mg/l en algunos puntos del Namangoza y Santiago aunque la norma INEN 1108 para agua potable ya no lo considera desde la cuarta revisión, es de fácil remoción; Nitritos con valores mayores al exigido en un punto en el río Paute y otro en el río Zamora que se hallan cercanos a descargas domésticas; Coliformes totales se cumple en algunos puntos del Namangoza y Santiago; coliformes fecales en general no se cumple, a excepción de los puntos Pau-04 o el Nam-01 en los ríos Paute y Namangoza, respectivamente. La DBO no se cumple en ninguno de los puntos muestreados.

Índice ICA: el índice de calidad de agua en el Área 1 se mantiene en los mismos rangos sea en época seca o húmeda. En los tramos finales del Paute, Negro y Upano y en el Namangoza antes de unirse al Upano la calidad es BUENA; en el Namangoza después de Patuca, el tramo final del Zamora y en el Santiago el ICA presenta valores de calidad MEDIA, aunque cercanos a calidad Buena; en el Coangos y Yaupi este Índice representa calidad BUENA

Ruido ambiente: para el monitoreo de ruido ambiental se definen:

- 1) 54 sitios sobre toda el Área 1, que establece un ruido equivalente promedio de 62 dB(A), valor alto causado por el tránsito vehicular y peatonal intermitente en las zonas pobladas y la escorrentía de los ríos Namangoza, Upano, Negro, Paute y Zamora. El análisis de bandas de octava muestra en todos los casos una curva ascendente hasta la banda de 1 y 2 kHz, para descender ligeramente hasta la banda de los 16 kHz.
- 2) 29 puntos de monitoreo en los sitios de implementación de campamentos, escombreras y presa. Se registra un ruido equivalente promedio de 64 dB(A), valor alto causado por el tránsito vehicular ligero y el desarrollo de actividades de impacto sonoro moderado como un helipuerto y navegación fluvial sobre el río Santiago. El análisis de las bandas de octava detalla que la mayor presión acústica en todos los puntos monitoreados, se produce oscilatoriamente entre las frecuencias de 1 y 8 KHz.

Las variaciones y el incumplimiento en los niveles acústicos se deben principalmente al flujo vehicular y actividades comerciales cercanas. Otros puntos señalados como nivel de ruido de fondo, corresponden a estaciones próximas a cauces hídricos (ríos Namangoza, Upano, Negro, Santiago, Zamora y Paute) en donde los niveles acústicos medidos superan los 57 dB. El registro acústico de los puntos ubicados en el sitio de presa, señalados como nivel de ruido de fondo, corresponden a estaciones próximas al cauce hídrico del río Santiago; debido al tráfico fluvial ligero y las condiciones naturales del río que superan los 55 dB (zona residencial mixta horario diurno).

Emisiones: se analiza la situación actual de las emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), Material Particulado (PM₁₀), Monóxido de Carbono (CO) y Gases de efecto invernadero: Metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂), tanto de origen antropológico como natural.

Las emisiones de NO_x ascienden a 290,3 ton/a, un 98,6% son atribuibles al tráfico vehicular. Las emisiones de PM₁₀ cuantifican 35,2 ton/a de las cuales la combustión de biomasa es el principal factor de emisión con un 49,5% sobre el tráfico vehicular con un 32,8%. Respecto a SO₂ las emisiones ascienden 126,7 ton/a atribuibles en su casi totalidad al tráfico vehicular. Las emisiones de CO cuantifican 2410,8 ton/a atribuibles en su mayoría (94,7%) al tráfico vehicular. Las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles ascienden a 17962,7 ton/a y el principal emisor es la vegetación (97,8%). En gases de efecto invernadero se emiten al año 5303,37 ton de CH₄ y 32116,34 de CO₂.

De esto se concluye que el principal emisor de origen antrópico es el tráfico vehicular conjuntamente con la combustión de biomasa, muy por encima del uso de solventes, gasolineras, canteras y uso de GLP; en lo referente a las emisiones naturales, es de notar las emisiones de metano debidas a la vegetación propia de la zona.

Adicionalmente se realizó un muestreo de calidad de aire ambiente de CO, NO_x, SO₂, O₃, y PM₁₀, donde se observa que en los cinco puntos muestreados se obtienen valores por debajo de la norma nacional. El PM_{2.5} es el único contaminante que supera la normativa en mención.

Paisaje natural: el Área 1 está caracterizada por: abundante presencia de agua; un relieve mayoritariamente quebrado, paisajes fluviales, colinas de moderadas a fuertes pendientes, llanuras y terrazas; pequeños poblados principalmente en la parte norte; cobertura vegetal diversa con contrastados niveles de alteración. Se identifican cuatro (4) unidades de paisaje: Corredor del Río; Terrazas; Colinas Suaves y Colinas Escarpadas. Posteriormente se clasifican en trece (13) sub-unidades de paisaje.

El potencial turístico del área es significativo por sus cualidades intrínsecas. Cuatro (4) sitios son inventariados como recurso perceptual o escénico: Bella Unión, Río Upano, Río Yuquianza y Río Santiago entre La Unión y el PHS; la zona de mayor potencial para turismo es la comprendida entre la confluencia del río Yuquianza en el río Namangoza y el punto denominado PHS.

6.3.2 Componente biótico

Flora y vegetación: se utiliza un muestreo sistemático estratificado basado en las unidades de vegetación: bosque nativo (maduro), bosque secundario, vegetación de ribera y pastizal. En el bosque nativo se establecieron 32 parcelas de 0,1 ha y en cada parcela se midieron las especies con DAP igual o superior a 2,5 cm. Para la vegetación de ribera se establecieron 15 transectos de 50 x 2 m (1500 m²). Los resultados señalan un total de 532 especies, que corresponden a 83 familias y 257 géneros. De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI), las familias más importantes son Moraceae, Fabaceae, Rubiaceae y Urticaceae; y por especie son *Myriocarpa stipitata*, *Tetrathylacium macrophyllum*, *Cecropia ficifolia*, *Grias peruviana* y *Pentagonia spathicalyx*.

De 532 especies registradas 520 son nativas, 4 introducidas y 8 endémicas del Ecuador. Se registran 208 especies útiles clasificadas en 5 categorías de uso: materiales, alimento de animales, medioambiental, medicinal y alimenticia; el uso más común es para materiales.

El área tiene un buen estado de conservación, el endemismo es relativamente bajo, pero presenta especies en alto riesgo de extinción (*Conarus ecuadorensis* y *Herrania balaensis*); contrariamente al endemismo, se establece una elevada rareza de especies y una hiperdominancia de pocas. En la vegetación de ribera se encuentran especies adecuadas para la reforestación en taludes de ríos: *Calliandra angustifolia*, *Calliandria surinamensis* e *Inga marginata*.

Fauna silvestre

- **Mastofauna:** el estudio de mamíferos grandes y medianos se realiza mediante la observación directa, el empleo de trampas cámara tipo Primos Truth Cam 35, Acorn de 12 Mp, búsqueda e identificación de huellas y otros rastros y mediante muestreos periódicos y observaciones dirigidas. Para los muestreos periódicos se realizaron recorridos a lo largo de transectos y se complementaron con encuestas a pobladores y técnicos.

Los resultados presentan información sobre la diversidad de mamíferos, su abundancia, el estado de conservación, grupos funcionales o gremios alimenticios. Para representar la diversidad de las especies registradas en las épocas húmeda y seca, se realizó un análisis serial que ilustra las diferencias entre las 2 épocas. La información de especies amenazadas se basa en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) para las categorías nacionales, y en la Lista Roja de la UICN (2008) para escala global. Se incluye información

de las especies que aparecen dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES, 2008).

Se registran 50 especies de mamíferos de 18 familias y agrupadas en 10 órdenes. Chiróptera (murciélagos) representa un total de 17 especies, el orden Carnívora (felinos, comadreas, etc.) con 11, los roedores y los didelfimorfos (zarigüeyas) con 5 cada uno; el orden Pilosa (osos perezosos, hormigueros), orden Cingulata (armadillos) y los artiodáctilos (ciervos) con 3 especies cada uno; el resto de órdenes solo registran 1 especie.

La familia más representativa fue Phyllostomidae (murciélagos frugívoros) con 16 especies, seguido por Didelphidae (zarigüeyas) con 5, luego Felidae (felinos), Mustelidae (comadreas) presentaron 4 especies cada una; el resto de familias entre 1 y 2 especies.

Se clasifica a los mamíferos en 7 grupos alimenticios. Los gremios con el mayor número de especies fueron los Frugívoros seguidos por los carnívoros, insectívoros, omnívoros, herbívoros, folívoros, hematófagos y nectarívoros.

El número de especies registradas corresponden al 30.1% del total de las especies registradas para el piso zoogeográfico tropical oriental (216); y al 24.7% del total amazónico (Albuja 2011).

De las 65 especies de mamíferos, 33 (51%) pertenecen a los quirópteros, saliéndose un poco de los patrones generales de especies en el país que señalan que de las 407 especies de mamíferos registradas 163 (40%) son quirópteros (Boada, 2012).

Los mamíferos medianos: guantas, guatusas, armadillos y cucuchos fueron los más registrados. Los pequeños roedores son el grupo menos registrado.

Análisis de la comunidad de quirópteros: se analiza a la comunidad de quirópteros separadamente; las especies más abundantes son principalmente frugívoras dispersoras de semillas. Se capturó un total de 946 individuos de 33 especies de murciélagos en las dos épocas estudiadas, 519 individuos de 16 especies para la época húmeda y para el estiaje 427 individuos de 29 especies. De las 33 especies, tres fueron capturadas exclusivamente en la época húmeda y 15 fueron exclusivas de la época seca.

En relación a la riqueza de especies (número de especies) por localidad no se observa mayor diferencia entre sitios, excepto en La Unión en donde en la época seca se registraron la mitad de las especies que en la húmeda. En lo que respecta a la abundancia de individuos por localidad, se evidencia diferencias en algunas de éstas.

Se aplicó un análisis serial para las dos estaciones de muestreo en términos restringidos de la presencia o ausencia de especies. Las dos épocas tienen varias especies comunes, sin embargo, se puede notar la diferencia de riqueza que se obtiene en el estiaje.

Estado de conservación y especies endémicas: se identifican 16 especies dentro de alguna lista de mamíferos amenazados o en peligro de extinción nacional y global, y que representan el 26.6 % del total de especies identificadas y un 3.93 % del total de mamíferos presentes en Ecuador.

Según el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador se incluyen 14 especies en alguna categoría de amenaza. Dentro de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se incluyen 7 especies; por último dentro del listado CITES tenemos a 11 especies.

- **Herpetofauna:** los muestreos se realizaron en las localidades de Coangos, Kushapuk, Las Peñas, San Luis de El Acho, Centro Shuar Nunkandai, San Simón, Nuevo Triunfo y Rancho Quemado. Se utilizaron transectos, relevamientos por encuentros visuales y cuadrantes. Adicionalmente, se buscaron tres especies amenazadas de anfibios encontradas en la fase de prefactibilidad: *Atelopus spumarius complex*, *Allobates kingsburyi* e *Hyalinobatrachium mariae*.

Se registraron 140 especies, 86 de anfibios y 54 de reptiles. En la época seca 109 especies, 70 de anfibios y 39 de reptiles; y en la lluviosa 102 especies, 67 de anfibios y 35 de reptiles. Se obtuvieron 2781 registros de herpetofauna: 2478 anfibios y 303 reptiles (época seca y

lluviosa) y se registraron 22 familias en total. La Clase Anfibia tuvo 9 familias del Orden Anura y 1 de Caudata, las familias Hylidae y Craugastoridae fueron las más abundantes con 814 y 564 registros respectivamente. En la Clase Reptilia se registran 12 familias de los Ordenes Amphisbaenia, Sauria, Serpentes y Testudines. El primer orden representado por la familia Amphisbaenidae, en el segundo la familia más abundante fue Iguanidae, en el tercero la familia más abundante fue Colubridae y en Testudines solo se registró la familia Testudinidae.

Se encontraron 9 especies posiblemente nuevas, 6 del género *Pristimantis*, familia Craugastoridae; 1 especie de rana arborícola de la familia Hylidae y 2 especies de culebras de los géneros *Leptodeira* y *Liophis*, familia Colubridae. De las 3 especies amenazadas de anfibios identificadas en la prefectibilidad, se registraron solamente 2: *Atelopus spumarius complex* y *Allobates* sp. aff. *kingsburyi*.

Tres sitios registran el mayor número de especies, Las Peñas: 71 (50 de anfibios y 21 de reptiles); Kushapuk: 66 (44 de anfibios y 22 de reptiles) y Coangos: 43 (33 de anfibios y 10 de reptiles).

De las especies de anfibios, 8 tienen algún tipo amenaza, *Hyloxalus cevallosi* y *Allobates* sp. aff. *kingsburyi* están En Peligro (EN), *Atelopus spumarius complex*, *Teratohyla midas* e *Hyloscirtus phyllognatus* están en categoría de Vulnerable (VU); en categoría de Casi Amenazada (NT) están *Hyloxalus italoj*, *H. nexipus* y *Hyloscirtus nymphe*; mientras que de las 33 especies de reptiles hubo 7 especies con alguna categoría de amenaza: *Boa constrictor*, *Helicops angulatus*, *Drepanoides anomalus*, *Enyalioides praestabilis* y *Chelonoidis denticulata* en categoría de Vulnerable (VU) y *Potamites ecleopus* y *Lepidoblepharis festae* esta como Casi Amenazado (NT).

Se encontraron 11 especies endémicas de anfibios para Ecuador: *Allobates* sp. aff. *kingsburyi*, *Nymphargus marie*, *Pristimantis librarius*, *P. orphnolaimus*, *P. croceinguinis*, *P. madidiktyo*, *P. achuar*, *Hyloxalus cevallosi*, *H. italoj*, *Osteocephalus alboguttatus* y *O. fuscifacies*. Se registran 6 especies en el listado de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres): de los anfibios *Allobates zaparo*, *Ameerega parvula*, *Ranitomeya vetrimaculata* y *Agalychnis hulli* están en el Apéndice II, mientras que de los reptiles *Boa constrictor* está en el Apéndice I y *Caiman crocodilus* está en los Apéndices I y II.

- **Avifauna:** se realizó el levantamiento para las épocas seca y húmeda mediante recorridos aleatorios no sistemáticos, registrando todas las aves avistadas o escuchadas. Se aplican las listas de unidades fijas (listas de Mackinnon) de cinco especies. Se ubicaron redes de niebla en las comunidades de San Luis del Acho y Kushapuk con el fin de obtener un mayor registro de las especies que acostumbran moverse en los estratos bajos del bosque.

Se realiza un análisis de composición taxonómica, representatividad (% de especies) a nivel de orden y familia, el análisis de composición gremial se realizaron índices de abundancia y frecuencia y se determinó el estado de conservación y endemismo; se identificaron especies migratorias y se realizó un análisis estacional en base a la riqueza específica con el uso del test estadístico U de Mann-Whitney. Para analizar la diversidad alfa en cada estación se utilizó el índice de Shannon y el índice de Simpson, y la diversidad beta se evaluó mediante el índice de Morisita-Horn.

Para la época seca se registra un total de 193 especies, siendo la familia Thraupidae (tangaras y especies afines) la más abundante con 27 individuos (13,99% del total registrado). Las familias Tyrannidae, Thamnophilidae y Trochilidae también son abundantes con 25, 15 y 14 especies respectivamente. El índice de diversidad de Shannon destaca un valor de 4,249 y el índice de Simpson 0,976, lo que indica una alta diversidad.

En cuanto a gremios alimenticios, el insectívoro es el más abundante con el 45,6 % de las especies registradas, seguido por el frugívoro con 34,2%. La presencia de especies rapaces con requerimientos de hábitat poco perturbados fue un indicador importante del buen estado de conservación de los ecosistemas.

En cuanto al estado de conservación, ninguna de las especies se ubicó en alguna categoría de amenaza a nivel nacional. *Geotrygon saphirina* y *Patagioenas subvinacea* se encuentran en la categoría VULNERABLE a nivel global, según la UICN, y 34 especies se ubican en el APÉNDICE II de la CITES. En lo referente a la distribución restringida de las especies, 5 de ellas se distribuyen en dos de las Áreas de Endemismo para las Aves, 3 en las Bajuras Amazónicas Occidentales y 2 en la Ladera Oriental Andina.

Para la época húmeda se registra un total de 174 especies; la familia Thraupidae (tangaras y especies afines) es la más representativa con 27 individuos (15,52%). Las familias Tyrannidae, Thamnophilidae y Trochilidae siguieron en abundancia con 20, 18 y 11 especies respectivamente. Al igual que en la época seca, los índices de diversidad de Shannon y Simpson reflejan una alta diversidad, con valores de 4,318 y 0,979 respectivamente.

Los gremios alimenticios se distribuyeron de igual manera, siendo el primero el insectívoro con el 47,7 % seguido por el frugívoro con 31,03 %. La representatividad de las aves rapaces fue muy importante, registrando nuevamente especies con bajos niveles de tolerancia a la alteración de hábitats.

Ninguna especie se ubica en alguna categoría de amenaza a nivel nacional. Se registró únicamente a *Patagioenas subvinacea* en categoría VULNERABLE a nivel global, y para esta época se registraron 27 especies que se ubican en el APÉNDICE II de la CITES. En lo referente a la distribución restringida de las especies, se registran únicamente 2 especies distribuidas en alguna de las áreas endémicas para las aves, las cuales fueron registradas también en la época seca. Tomando en cuenta las dos épocas climáticas, se registraron 230 especies, incluyendo 13 especies migratorias.

El análisis de estacionalidad basado en la riqueza específica mediante el estadístico de U de Mann-Whitney, refleja diferencias significativas entre ambas épocas, sin embargo, se considera que este resultado se relaciona con las condiciones climáticas en la época húmeda al momento de realizar los muestreos.

- **Entomofauna:** el estudio se realizó en 10 transectos de 400m de largo cada uno, perpendiculares a los cauces de ríos y dentro de 100 m. de distancia de su orilla, usando cinco metodologías de muestreo distintas simultáneamente.

Se realizó el inventario de la entomofauna terrestre en dos grupos megadiversos y representativos de la abundancia de insectos en la zona de estudio: lepidopteroфаuna diurna (Rhopalocera) y mirmecofauna (Formicidae) en los que se analiza la abundancia, riqueza, diversidad alfa y beta, y taxonomía hasta nivel de género, especie y morfotipo. Como resultados se tienen, para formícidos, 249 morfoespecies identificadas que tienen picos de diversidad en los sitios de muestreo Yuquianza, Acho, Chinimbini, Coangos, Tayunts y Rancho Quemado, con mayor distintividad taxonómica en Yuquianza, Coangos y Tayunts, mientras que las 145 especies de ropalóceros (lepidópteros diurnos) muestran mayor diversidad en Soldado Monge, con picos en Tayunts, Coangos y Piankas.

En general se observa que la diversidad tiende a dividirse en una fauna norte y una sur, con la divisoria aproximadamente a la altura de Piankas; la diversidad máxima, en general, está ligada a los ríos Namangoza en su curso bajo, Santiago y Zamora, con una máxima, a su vez, ligada a un margen aproximado de 50 m de la orilla del río. Los hábitats de bosque ribereño en pendiente aparecen particularmente ricos.

Ictiología: se realizaron muestreos en los ríos Upano, Negro, Namangoza, Coangos, Zamora, Yuquianza y Santiago. Para la captura de peces se empleó una atarraya de 30 libras y 100 anzuelos de distintos tamaños. Se capturaron 142 individuos ordenados en una lista sistemática de dos órdenes, 10 familias y 29 especies. La diversidad íctica se caracteriza por su baja proporción de individuos por especie y en su mayoría representada por especies de las familias Pimelodidae, Characida y Loricariidae.

La similitud de especies presenta índices mayores al 60% entre los ríos Upano, Negro, Coangos y Namangoza, cuyas comunidades de peces están constituidos por especies típicas de pie de monte pertenecientes a los géneros *Chaetostoma*, *Astroblepus*, *Astyanax*, *Bryconamericus*, *Lebiasina*, *Creagrutus*, como por especies de tierras bajas *Ancistrus*, *Hypostomus*, *Hoplias*, *Lamontichthys* y especies estacionales como las de los géneros *Brycon*, *Salminus*, *Prochilodus*. El río Santiago se diferencia de este grupo debido a que en él habitan bagres de la familia Pimelodidae, los cuales son especies estacionales suben a los pie de montes para desovar en época de aguas altas.

En general, se presenta una diversidad íctica media a alta, con índices de diversidad de Shannon que oscilan entre 2,5 y 4,5 bits. En el río Santiago se registró el valor más alto de índice de diversidad y en el río Zamora el menor.

La comunidad íctica registrada en el área A1 se encuentra en buen estado, debido a que se identificaron especies que presentan distintos hábitos alimenticios, así los Piscívoros, Onmívoros y Detritívoros están representados por el 28% cada uno, mientras los Insectívoros están representados por el 16% del total de especies. Ninguna de las especies de peces registradas en los cuerpos muestreados presentan problemas de conservación, de acuerdo a la lista del Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2015) y CITES (CITES, 2015). Se registró dos especies endémicas y 12 nativas.

En base a los conversatorios con los pobladores locales y a lo establecido por algunos autores Barthem y Goulding (1997); Incoder-WWF (2004) y Barthem y Fabre (2004), se determinó que 19 especies realizan migraciones; de ellas, 10 realizan migraciones medias, probablemente se desplacen desde las lagunas que forma el río Santiago en territorio peruano y posiblemente desde la cuenca baja del río Marañón. Hasta la fecha no hay un tributario grande del piedemonte andino donde no se haya encontrado sábalo y bocachico, al menos durante algunos meses del año. Cinco especies realizan migraciones cortas entre el río Santiago y sus tributarios como el Coangos, Yaupi, Zamora, Namangoza y Upano; estas migraciones tienen causas tróficas y se desarrollan para encontrar presas en general Characidos de tamaño pequeño y mediano. Al menos dos especies relativamente grandes pertenecientes al género *Parodon* y *Pseudopimelodus* desovan en la zona de piedemonte del río Santiago, donde varios adultos han sido capturados.

Plancton: se estudia el componente planctónico: zooplancton, fitoplancton y perifiton así como la determinación de la calidad biológica del agua del río. El muestreo se realizó en época de aguas altas y de aguas bajas. Las muestras fueron colectadas en cinco puntos ubicados en los ríos Upano (471 msnm y 420 msnm), Namangoza y Yuquianza (309 msnm), unión de los ríos Santiago y Coangos, río Negro (461 msnm). Las colectas de fitoplancton y zooplancton se realizaron en la zona riparia de los ríos, donde existe la presencia de especies arbóreas, heliconias, líquenes, musgos y vegetación forrajera, con temperatura ambiental de 22°C.

Para determinar la diversidad planctónica se siguió una serie de protocolos estandarizados por el AE y APHA. Se reporta en total 3 divisiones que incluyen a 10 familias con 31 géneros y un total de 534,285714 organismos fitoplanctónicos, con un índice de diversidad de Shannon de 2,911 que se interpreta como aguas ligeramente contaminadas. En perifiton se reportaron 3 divisiones que incluyen a 8 familias con 32 géneros y un total de 1281,428571 organismos y un índice de diversidad de Shannon de 2,937 que se interpreta como aguas ligeramente contaminadas. Con respecto a los organismos zooplanctónicos, se determinó la presencia de 1 orden que agrupa 1

familia con 1 género y un total de 8,57142857 individuos mostrando un índice de diversidad de Shannon de 2,48 que indica aguas ligeramente contaminadas.

Los géneros fitoplanctónicos comunes fueron, *Nitzschia* y *Melosira* mientras que el género más abundante de zooplancton corresponde a *Diffugia*. La presencia de estos organismos planctónicos permite inferir el estado de transición en el que se encuentra el cuerpo de agua estudiada, de *mesotrófico a eutrófico*.

En aguas altas se registra un total de 15 géneros de microalgas, distribuidas en 6 clases, 12 órdenes y 15 familias; de los cuales *Aulacoseira* sp. 229 org, *Navicula* sp. 140 org. y *Oscillatoria* sp. 101 oOrg. Para el componente zooplanctónico se registró únicamente dos géneros que corresponden a Keratella y Bachionus. El índice de Shannon-Wiener indica que el río tiene baja diversidad, el índice de Pantle & Buck muestra una contaminación orgánica fuerte; mientras que el índice de polución orgánica lo considera con polución orgánica intermedia.

En aguas bajas se tiene una mayor riqueza y abundancia; se identifican 4 divisiones, 8 clases, 24 órdenes, 37 familias con 48 géneros con un total 2.966 individuos. La división con mayor riqueza fue Bacillariophyta con 25 géneros, seguida de Chlorophyta y Cyanophyta con 12 y 10 géneros respectivamente y Euglenophyta con un género. El índice de Shannon-Wiener establece una diversidad media y una contaminación moderada, al igual que el índice de Simpson. El índice de Pantle y Buck indica que el cuerpo de agua presenta una contaminación orgánica muy fuerte. Para el componente zooplanctónico se registró 6 clases, con 5 órdenes y 6 géneros determinando una baja diversidad.

Macroinvertebrados y calidad biológica del agua (Índice BMWP): se observan diferencias en la calidad biológica del agua entre las tres subcuencas que forman el Area 1. El río Zamora está sometida a mayor tensión debido a minería de pétreos y el dragado de oro, así también por el uso intensivo en ganadería y agricultura de sus márgenes y la descarga de aguas servidas de las poblaciones que se asientan en la misma, lo que la mantiene en un rango de calidad “dudosa” con aguas contaminadas. En los ríos Namangoza y Santiago se observa una mejoría en la calidad del agua, aunque se pueden observar los mismos problemas que en río Zamora pero a menor escala, lo que permite que la calidad del agua se mantenga en “aceptable” para el Namangoza y fluctuando entre “aceptable” y “buena” con aguas medianamente contaminadas y buenas en el río Santiago.

No se diferencian cambios estadísticamente significativos en la calidad biológica del agua entre la época seca y húmeda, siendo los cambios encontrados en sitios puntuales establecidos por contaminación y por la aparición de mayor sustrato para la colonización de macroinvertebrados en el punto exacto del muestreo. Las acciones más perjudiciales para la calidad biológica del agua son la minería de pétreos, el dragado para la obtención de oro, el deterioro de las márgenes de los ríos y la descarga de aguas residuales de los poblados que se encuentran asentados en la cuenca del Santiago, siendo la subcuenca del río Zamora la que posee un mayor número de problemas de contaminación, por lo que, se la debería considerar para enfocar un mayor esfuerzo para la restauración de la calidad del agua en la misma.

Inventario forestal: el área para el estudio del Inventario Forestal y Estimación de Biomasa corresponde a la superficie que será inundada luego del represamiento de las aguas de los ríos Santiago, Zamora, Namangoza y Upano. Este represamiento cubre un área de alrededor de 3037,21 ha. Es un bosque maduro en buen estado de conservación con una elevada riqueza de árboles. Estos hábitats están caracterizados por la hiperdominancia de árboles gigantes de especies como Ficus, Inga, Guárea, Erytrina, Perebea, Coussapoa, entre otras.

La cantidad de biomasa almacenada (108,1 t / ha) se distribuye diferencialmente en todas las especies, sin embargo la mayor cantidad se concentra en 20 especies que además de aportar más de la mitad de biomasa muchas de ellas están entre las especies más comercializadas como es el caso de *Tabebuia chrysantha*, *Terminalia amazonia*, y *Otoba parvifolia*. Son pocas las especies

maderables que mantienen un alto valor comercial, sin embargo el valor económico total es alto. Los valores económicos calculados en este estudio están dentro de los parámetros establecidos para otros bosques de la Amazonía, tanto en la valoración de las especies maderables tradicionalmente comerciales, especies maderables con potencial forestal, fijación de carbono y secuestro de CO₂.

6.3.3 Componente socioeconómico y cultural

El Área 1 se encuentra al interior de la provincia de Morona Santiago. Tiene una superficie de 378,64 km² y la conforman 4 de los 12 cantones de la provincia: Tiwintza (38,15 %), Santiago de Méndez (31,00 %), Limón Indanza (29,85 %) y Logroño (1,01 %). La superficie del área representa el 1,57 % del total de la superficie provincial.

Dentro del Área 1, se encuentran dos tipos de asentamientos: parroquias y comunidades. Se tienen 9 parroquias (6 urbanas y 3 rurales) y 45 comunidades (9 comunidades del cantón Limón Indanza, 15 de Santiago de Méndez y 21 de Tiwintza).

La población del Área 1 asciende a 12.031 habitantes en el año 2014 (8,13% del total provincial). El 57,56 % de la población se encuentra en el cantón Santiago de Méndez, el 36,86 % en el cantón Tiwintza y el 5,56 % en el cantón Limón Indanza. El cantón Logroño, que forma parte del Área 1 por una fracción de su superficie en el extremo norte, no registra ningún asentamiento poblacional. Predomina el género femenino (51,22%) con respecto a la población masculina. Del total de habitantes, el 26,27 % se ubican en los rangos de edad de “0 a 10 años”, el 69,11 % entre “más de 10 hasta menos de 64 años” y el 4,62 % en los rangos “Mayor a 64 años”, por lo que se cataloga a la población como “relativamente Joven”.

De las 45 comunidades del Área 1, el 84,44 % se autoidentifican como comunidades shuar y el 15,55 % como colonas. Se tiene una densidad poblacional de 31,77 hab/km², superior al promedio provincial (6,15 hab/km²), ello debido a que en las cabeceras cantonales y parroquiales se concentra el 45,36 % del total de la población del Área 1. La mayor densidad poblacional corresponde al cantón Santiago de Méndez con 61,29 hab/km².

La tasa de crecimiento demográfico intercensal decrece con un valor de -0,58 puntos de crecimiento anual en los años 2001-2010, en comparación con el periodo 1990-2001 con un valor de -0,08. En el año 2013, las tasas de natalidad y mortalidad fueron 25,06 y 2,60 respectivamente. Tiwintza no dispone de registros de tasa de crecimiento pues es un cantón conformado luego del Censo Nacional de Población y Vivienda 2001. Esta tendencia decreciente se relaciona también con la migración poblacional anual; desde el año 2001 al 2010; se registran 737 casos de personas que se han desplazado fuera del país.

Con respecto a la educación, la tasa de analfabetismo es de 7,56 %, superando al promedio nacional de 6,80 %; los mayores índices corresponden a los cantones Tiwintza y Limón Indanza con 13,12% y 9,97% respectivamente. El 45,90% de la población declara estar cursando o haber cursado como máximo la instrucción primaria; el 22,03 % declara estar cursando o tener como máximo el título de bachiller; y tan solo el 4,54 % declara estar cursando o haber terminado la instrucción superior.

El 40,49% de la población se encuentra por debajo de la línea de extrema pobreza; el 23,63 % se encuentra por debajo de la línea de pobreza, y el restante 35,88% se encuentra por encima de la línea de pobreza. A nivel de cabeceras, el 12,59% de la población se encuentra por debajo de la línea de extrema pobreza y el 29,07% por debajo de la línea de pobreza, mientras que a nivel de comunidades el 56,22 % de la población se encuentra por debajo a la línea de extrema pobreza y el 20,56 % por debajo de la línea de pobreza.

El Área 1 está bajo la jurisdicción del Distrito de Salud 14D06 con sede en la ciudad de Santiago de Méndez y depende directamente de la Zona 6 del Sistema Nacional de Salud, que opera en la ciudad de Cuenca. El distrito se halla constituido por 6 circuitos, integrados entre dos y cuatro parroquias,

para una cobertura total de 15 parroquias. Solamente nueve parroquias, pertenecientes a cinco circuitos, forman parte del Área 1: dos en el cantón Limón Indanza (San Antonio y Santa Susana de Chiviaza), seis del cantón Santiago (se excluye Copal) y una del cantón Tiwintza (Santiago). Se registran dos principales causas de morbilidad ambulatoria: traumatismos y otras causas externas, y, tumores malignos de sitios específicos, con el 15,79 % y el 13,16 % de las causas de morbilidad, respectivamente.

En referencia al uso del río, según el tipo de asentamiento, comunidades y cabeceras, se presenta un contraste en las actividades. A nivel comunitario, el 84,44% de ellas utiliza el río para algún tipo de actividad, un 46,67% los usa para el desplazamiento y actividades domésticas (lavar ropa, beber, pesca, recolección para cocción de alimentos y aseo diario). A nivel de cabeceras, no se registra población que lo utilice para desplazamiento y el único uso doméstico es la pesca y el lavado de ropa. La parroquia Santiago de Méndez es la única que utiliza el río para el desarrollo de actividades turísticas.

Solamente las cabeceras cantonales tienen acceso a red pública de agua potable, siendo Santiago de Méndez la de mayor cobertura con el 92%. En lo que respecta a las comunidades, todas, a excepción de Bella Unión y Puente Guayaquil, carecen de sistemas de red pública. En relación a sistemas de eliminación de excretas, solamente las cabeceras cantonales, cabeceras parroquiales y la comunidad Las Peñas tienen cobertura de alcantarillado, con un 75% de cobertura. Dentro del área, la cobertura de banda ancha abarca apenas al 2,39% de los hogares procedentes de las cabeceras cantonales y parroquiales; en el caso de las comunidades, no existe esta cobertura.

En el área de estudio, se cuenta con el sistema de conectividad vial de la Red Vial Estatal, conformada por la carretera Troncal Amazónica (E45) y la carretera Transversal Austral (E40), que conectan las cabeceras cantonales con algunas parroquias rurales. Adicional a la Red Vial Estatal, se ha desarrollado una red vial que conecta a varias parroquias rurales y a la totalidad de las comunidades con las carreteras antes mencionadas. En esta red, únicamente el 35,56 % de las vías son asfaltadas, el restante 64,44 % se distribuye entre vías de lastre, senderos, canoas y trochas. Adicional a los senderos, el 48,89 % de las comunidades utilizan el río para trasladarse hacia el resto de asentamientos; esta dependencia es mayoritaria en las comunidades de La Unión, Mayaik, Paantam, San Luis, San Ramón, Shariam, Yunkumas y Coangos.

Dentro del Área 1, se registran 8 empresas dedicadas a la explotación minera y el principal material explotado corresponde a materiales pétreos: arena, piedra y grava. El 75 % de las empresas se asientan en el cantón Santiago de Méndez. Por otro lado, se presenta la minería artesanal de oro con un total de 569 personas que afirman realizar esta actividad.

Al interior del Área 1, la distribución de la PEA en las cabeceras cantonales y parroquiales enfocan su economía en el sector terciario. En el caso de las comunidades se observa un dominio del sector primario; la actividad económica principal dentro de este sector corresponde a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

En el Área 1 se registran 1.368 Unidades Productoras Agropecuarias (UPAs) representando el 7,99% del total provincial. Estas unidades pertenecen al 47,68 % de los productores registrados en el área. El 75 % de los productores que poseen UPAs pertenecen a la identidad shuar. La distribución de uso del suelo dentro de la UPA corresponde a bosques (57,05%), ganadería (27,56%), agricultura (10,27%) y bosques intervenidos (5,11%).

Análisis de actores y percepciones ante el PHS: la estructura de la red social en el área se encuentra articulada en función a las instituciones públicas, primordialmente GADs. Estas instituciones corresponden a los principales agentes del área encargados de gestionar recursos hacia proyectos de desarrollo solicitados por otros actores, en su mayoría organizaciones de la sociedad civil. Entre los actores principales se encuentra el GAD Cantonal de Tiwintza, GAD Cantonal de Santiago de Méndez y el GAD Provincial de Morona Santiago.

En referencia a las posiciones de los actores institucionales frente a la implementación del PHS, resultan éstas en la mayoría de casos deslindadas de la tendencia política. Las instituciones dirigidas por miembros que pertenecen a un partido o movimiento opositor al régimen actual y que poseen una posición favorable hacia el proyecto, lo aprueban bajo los argumentos de los beneficios a obtener: incremento en la demanda de servicios, incremento del número de plazas de trabajo, dinamización de las economías locales. Existen también gobiernos autónomos contrarios a la implementación del PHS, específicamente el GAD Parroquial de San Antonio y el GAD Provincial de Morona Santiago; éstos mantienen el lineamiento de su movimiento político auspiciante (Movimiento de Unidad Plurinacional Pachakutik).

En cuanto a la posición de las organizaciones de la sociedad civil, en su gran mayoría estas mantienen una posición favorable a la implementación del PHS. Los actores de este tipo que se encuentran en contra del proyecto, mantienen esta posición siguiendo los lineamientos de las asociaciones a las que pertenecen.

Finalmente, la población en general se encuentra mayoritariamente a favor de la implementación del proyecto, principalmente por la expectativa de la creación de nuevas plazas de trabajo. La población contraria al proyecto corresponde mayoritariamente a la identidad shuar y adopta esta posición debido a la inundación de terrenos que conlleva la implementación del proyecto. Adicionalmente, la percepción general de la población de los efectos que la implementación del proyecto tendrá sobre su entorno es que este se verá afectado en baja magnitud.

6.3.4 Arqueología

La metodología de investigación consideró una prospección no intrusiva para las áreas de planicies seleccionadas como aptas para asentamientos humanos; y, la prospección intrusiva, en la que se trazaron transectos y se ejecutaron las unidades de muestreo en las planicies seleccionadas.

Los resultados del trabajo fueron positivos, varios espacios presentaron fragmentos cerámicos, lítica y carbón vegetal in situ; lo cual condujo a definir 11 Áreas de Interés Arqueológico (AIA), las que se agruparon para establecer 6 Sitios Arqueológicos. En campo, adicionalmente, se registraron, cerca de la zona de estudio, tres rocas con petroglifos. Para complementar la información se registraron datos etnográficos de la etnia shuar, mediante entrevistas puntuales a pobladores de la zona.

La fase de laboratorio consistió en el análisis e interpretación del material recuperado. Los resultados dan cuenta de evidencias arqueológicas que permiten inferir la subsistencia y la consecuente ocupación habitacional de los espacios planos, fundamentalmente. En base a la datación absoluta, obtenida mediante el análisis especializado de C14, es posible inferir que una de las ocupaciones corresponde al período Formativo.

6.3.5 Valoración ambiental

Se realizó el análisis para la valoración de bienes y servicios ambientales para el Área 1 que tiene la finalidad de reflejar la importancia de la biodiversidad del área mediante la valoración económica de los recursos naturales. Este análisis se basa en la propuesta del Anexo III del Acuerdo ministerial 006 del MAE, el cual busca resaltar la importancia de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad mediante el cálculo de ingresos actuales y potenciales de las diversas formas en que se utiliza la biodiversidad y sus servicios, cálculo que se determinó para el período de un año.

Se definieron los valores de uso para el análisis del Valor Económico Total, teoría que tiene como concepto el agregado de todos los valores provenientes de un ecosistema determinado. Como valores de uso directo se identificaron a los productos maderables y no maderables, los productos medicinales silvestres, las actividades de caza y pesca, el turismo como belleza escénica, el agua como insumo de producción, los productos minerales pétreos y metálicos (oro principalmente) y el

transporte fluvial. El secuestro de carbono fue el único servicio reconocido como valor de uso indirecto.

La mayoría de bienes y servicios fueron evaluados con la información generada en las encuestas realizadas en varias comunidades, referente a la extracción de productos, usos de la naturaleza, costos de venta, y cantidades extraídas anualmente. Cabe mencionar que dentro de los productos maderables, y en baja proporción en las actividades de caza, pudo existir un sesgo en la información, debido principalmente a las respuestas negativas por parte de los encuestados, en relación a la extracción y venta de estos recursos, situación que es comprensible ya que se trata de actividades consideradas como ilegales. El análisis del agua como insumo de producción se realizó utilizando la información generada en los estudios de prefactibilidad referente al gasto medio anual (m^3/s), y lo establecido en el Reglamento General para la Aplicación de la Ley de Aguas como pago por el uso de este bien. El análisis de secuestro de carbono se realizó con la información levantada en el componente de flora y vegetación, en donde se determinó la biomasa aérea en áreas de bosque maduro, y las toneladas anuales de carbono fijado por hectárea. El costo por tonelada se basó en el valor de transacción que es utilizado en Costa Rica, país pionero en este tipo de negociaciones.

El agua como insumo de producción, los productos minerales tanto pétreo como metálico y el secuestro de carbono, fueron los bienes y servicios con mayores ingresos anuales dentro del análisis. Estos resultados se dan, en primer lugar debido a la capacidad de los ecosistemas tropicales de almacenar y fijar el carbono emitido a la atmósfera gracias al rápido ritmo de sucesión y el elevado consumo neto de CO_2 , en segundo lugar por la presencia de depósitos importantes de minerales tanto en los ecosistemas terrestres como acuáticos, y por último debido a los altos caudales que presenta el río Santiago.

Mediante la sumatoria de los valores determinados para cada recurso, se calculó el ingreso total anual de la biodiversidad, resultando en un valor de US\$ 11'155.174,99.

Ecosistemas naturales: en el Área 1, se identifican cinco ecosistemas (Ministerio del Ambiente “Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental”) que ocupan el 79,33% de la superficie total. De ellos, el 8,01% (3.033,50 ha.) pertenece a ecosistemas acuáticos y el 71,32% a ecosistemas terrestres (27.005,15 ha). Las áreas “intervención y otras áreas” ocupan 7.825,47 ha (20,67 %).

- **Ecosistemas terrestres:** se identifican 4 ecosistemas terrestres, todos pertenecientes a ecosistemas de bosque con el 71,32% del área total (27.005,15 ha). Estos son: Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor–Kutukú con 20.663,18 ha (76,52%) siendo el de mayor ocupación, el Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes con 4.253,80 ha (15,75%), el Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor – Kutukú con 1.391,79 ha (5,15%) y el Bosque siempreverde sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor en la baja Amazonía con 696,37 ha (2,58%).
- **Ecosistemas acuáticos:** en el Área 1 los cuerpos de agua superficiales pertenecen a los subsistemas hídricos de los ríos Zamora y Namangoza y sus aportantes, que fluyen sus aguas al río Santiago. Ocupan el 8,12% del territorio (3.033,50 ha). La generalidad de los cuerpos hídricos son influenciados por actividades contaminantes como: desalojo de efluentes residuales urbanos, minería artesanal y explotación de material pétreo.

7. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Proyecto Hidroeléctrico Santiago cobra gran importancia en los ejes de soberanía y eficiencia energética del Ecuador y pretende contribuir a la cobertura de la demanda energética del país, requerida en el mediano y largo plazo. Tal es su relevancia que el proyecto está considerado dentro

de los múltiples proyectos estratégicos del gobierno ecuatoriano. Los factores más importantes que influyeron en la decisión de seguir estudiando el P.H. Santiago son los siguientes:

- La facilidad de acceso (Vía interoceánica Méndez – Puerto Morona).
- Las condiciones topográficas de la boquilla y el embalse (boquilla en forma de U, y morfología encañonada en todo el embalse).
- Las condiciones geológicas y geotécnicas del sitio de boquilla son aptas para la construcción de una presa rígida o flexible. Además de que las laderas presentan buenas condiciones para emplazar obras subterráneas.
- La aportación hidrológica de dos ríos con gran aporte de escurrimientos: el río Zamora y el río Namangoza.
- La cercanía con el puerto fluvial Morona, el cual facilitaría el acceso de los equipos electromecánicos durante la construcción.
- La rentabilidad económica del proyecto (costo menor a 1.000 USD por kW instalado).
- Aceptación social del proyecto gracias al importante trabajo de socialización bajo enfoques públicos, incluyentes y participativos.

Localización el P.H. Santiago se localiza en la región suroriental de la República de Ecuador ubicado sobre el río que lleva el mismo nombre (Figura 5). El sitio del proyecto se encuentra aguas abajo de la confluencia de los ríos Zamora y Namangoza, el embalse generado por la presa involucra a los cantones de Tiwintza, Limón Indanza y Santiago de Méndez; todos en la provincia de Morona Santiago.



Figura 5: Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Santiago

Dimensiones del embalse: el proyecto abarcaría un área inundable de aproximadamente 3 000 ha y un volumen de 1 649 millones de m³ al nivel del NAME (453 msnm). La longitud del embalse es de 24 km sobre el brazo del río Zamora y 45 km sobre el del río Namangoza.

Análisis hidroenergético: el estudio hidroenergético determinó el NAMO a la cota 448 msnm, el NAMINO a la 434 msnm y una potencia instalable de 3 600 MW, considerando un equipamiento de 6 unidades turbogeneradoras de 600 MW cada una, con lo que se logra una generación anual de aproximadamente 15 058 GWh, para un déficit del 5%.

Esquema general de obras: el PHS está integrado por una presa del tipo sección gravedad de eje curvo a base de HCR, obra de desvío compuesta por tres túneles de desvío por margen derecha y ataguías aguas arriba y abajo en el cauce del río; obra de excedencias consistente en estructura de control, canal de descarga y estructura deflectora, esta obra estará adosada al cuerpo de la presa y cuyo eje se ubica al centro del cauce; por último la obra de generación compuesta por una estructura de tomas, obra de conducción con seis conductos en túnel, casa de máquinas subterránea en caverna que albergara las seis turbinas tipo Francis, galería de oscilación en caverna y tres túneles de desfogue; se adiciona a esta obra la galería de transformadores de potencia y subestación elevadora que se ubicarán arriba de la caverna de casa de máquinas. La Figura 6 muestra el esquema general de obras, cuyas características principales se describen a continuación:

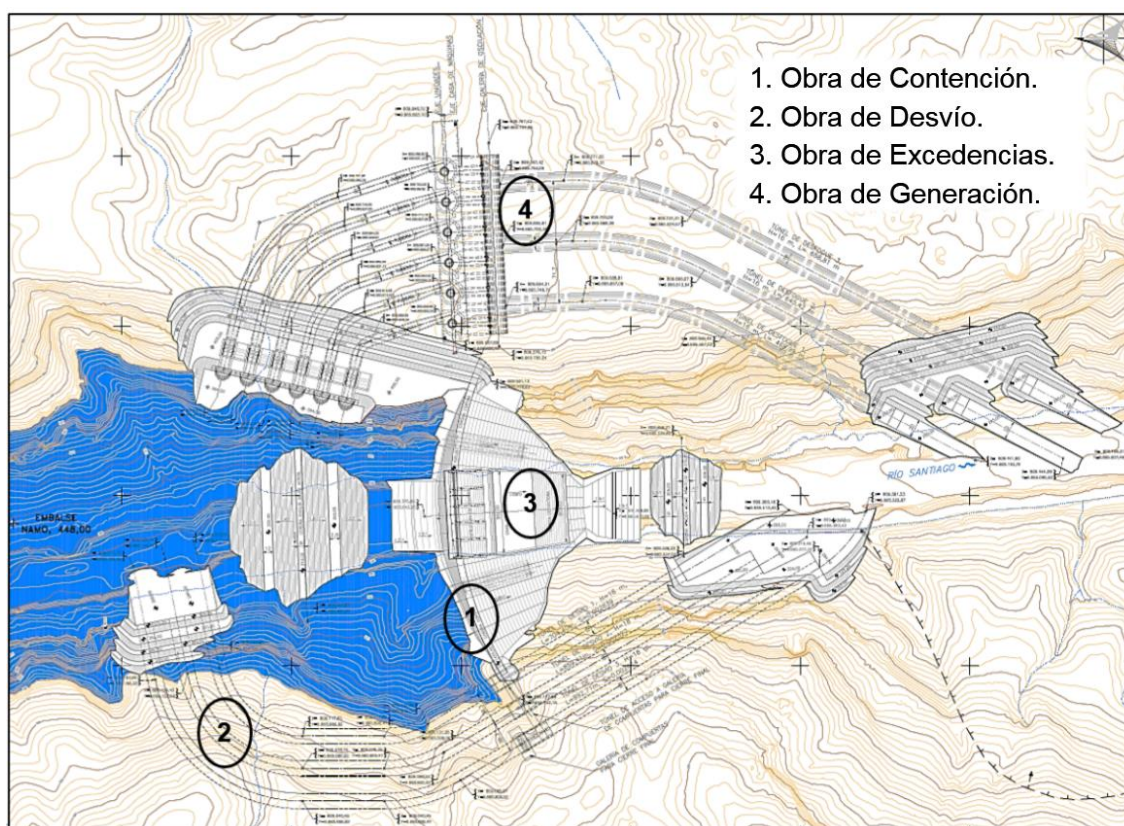


Figura 6: Esquema general de obras

Obra de contención: constituida por una presa de sección gravedad de eje curvo con radio de 400 m, construida de hormigón compactado, con altura máxima de 195 m desde su desplante (260 msnm); la presa tiene una longitud de corona de 370m ubicada a 455 msnm. La presa tendrá un volumen de excavación de aproximadamente 1,28 hm³ y un volumen de HCR de 2,86 hm³.

Obra de desvío: formada por tres conductos de sección portal de 18,00 x 18,00 m alojados en su mayor parte en túneles de sección portal de 18,20 m de ancho por 18,40 m de alto, excepto en los portales de entrada y salida que serán de 19,80 m de ancho por 19,80 m de alto, ubicados por margen derecha del cauce del río. La obra de desvío se complementa con dos ataguías de materiales graduados que *cumplen* con el objetivo de dejar seco el recinto para la construcción de la presa.

Obra de excedencias: sus elementos constitutivos son:

- *Estructura de control:* conformada por un vertedor de cresta recta con perfil tipo *Creager*, que ubicada a 430 msnm, su control se realiza mediante cinco compuertas radiales de 16 m de ancho por 19 m de altura, lo que resulta en una longitud de cresta efectiva de 80 m.
- *Canal de descarga:* adosada al cuerpo de la presa, es de sección rectangular con ancho de plantilla de 96,00 m a partir del fin de las pilas (k 0+039) hasta el k 0+058,37.
- *Estructura deflectora:* adosado al cuerpo de la presa, es del tipo salto de sky, de sección rectangular con ancho variable de 88,02 a 80,00 m, el objetivo de esta estructura, es lanzar los chorros de los caudales vertidos lo más alejado del pie de la cimentación de la presa para evitar la erosión regresiva.

Obra para generación de energía: su función es utilizar la energía potencial que genera la carga hidráulica con el agua del embalse, la energía cinética se convierte en energía mecánica a través del paso del agua por una turbina que desarrolla un movimiento de rotación; posteriormente, es transformada en energía eléctrica mediante un generador, finalizado este proceso, el agua es nuevamente encauzada al río para que siga su curso natural. Está conformada por:

- *Obra de toma,* su función es la de encauzar el agua a las conducciones a presión, está constituida por seis tomas en torre inclinadas con dimensiones exteriores de 10,10 m de ancho por 11,08 m de largo.
- *Conductos a presión (seis),* estos están constituidos por dos ramas horizontales y una vertical, unidos mediante dos curvas verticales con radios de 25 m con diámetro interior de 11 m.
- *Casa de máquinas,* está formada por la caverna de izaje de equipos, pisos de excitadores, generadores, turbinas, turbina auxiliar, galería de inspección y de aspiración.
 - Caverna de izaje, en la margen izquierda cuyas dimensiones son 31,71 m de ancho, 27,39 m de altura y 260 m de largo, donde se colocarán dos grúas viajeras con capacidad de 520 toneladas para el manejo de los equipos electromecánicos.
 - Caverna donde se tendrán los seis equipos turbo generadores tipo Francis de 600 MW cada uno, por lo que en conjunto la casa de máquinas tendrá una potencia instalada de 3 600 MW; tiene las siguientes dimensiones: 28,40 m de ancho, 26,42 m de alto y 225,02 m de largo; por último, la caverna donde se alojarán los tubos difusores con las siguientes dimensiones: 25,78 m de ancho, 12,89 m de altura y 212,08 m de largo.
- *Galería de oscilación,* donde llega el caudal turbinado que previamente pasó por los túneles de aspiración trifurcados, está formada por la caverna de izaje que tiene las siguientes dimensiones: 36,50 m de ancho, 18,91 m de alto y 209.71 m.
- *Conductos de desfogue (tres),* su función es el de reintegrar los caudales turbinados al cauce natural del río, son conductos de sección portal de 16 m de ancho por 16 m de altura.
- *Galería de transformadores y subestación:* en esta galería se realiza la transformación de la energía que sale de los generadores. Está conformada por una caverna excavada en el macizo rocoso por margen izquierda a 37,15 m por arriba de la clave de la caverna de casa de máquinas; sus dimensiones son: 20 m de ancho por 26,40 m de altura y 260,00 m de longitud.

Campamentos de construcción y de operación: infraestructura básica para la convivencia de personal que laborará en la construcción y en la posterior operación del proyecto hidroeléctrico. Ambos campamentos serán emplazados junto a la vía Interoceánica Méndez – Puerto Morona.

El campamento de operación está proyectado en un terreno de 9.96 ha, con una capacidad para 250 personas y vida útil de 50 años. Incluye bloques de alojamiento, suites, villas, oficinas, comedores, centro de salud y lugares de esparcimiento; su presupuesto asciende a USD \$ 14'325 456,79 que

equivalen a USD \$ 661,73 por m² de construcción.

El campamento de construcción se ubicará en dos terrenos de 18.79ha y 21.25 ha; albergará a 5 000 personas y su vida útil será el tiempo que dure la construcción del PHS. Cuenta con bloques de alojamiento, suites, villas, oficinas, comedores, centro de salud y lugares de esparcimiento. La construcción está valorada en USD \$ 37'590 053,70, equivalentes a USD \$ 397,45 por m² de construcción.

Escombreras:

Se ha considerado Proyecto Hidroeléctrico Santiago, sitios de escombreras, para depósito de los materiales de desperdicio producto de la construcción del proyecto. Preferentemente se ubicaron en la zona del embalse; se identificaron 12 sitios factibles, 10 como escombreras (EA a EJ) y dos que se utilizaron como campamentos (CH y CI).

Las cuatro escombreras más cercanas al eje de presa, inundables con el embalse y de fácil acceso (1_EF, 2_ED, 3_EE y 4_EC) se caracterizaron geológica y geotécnicamente. Dos de ellas (1_EF y 4_EC), presentan restricciones antrópicas menores. El volumen de almacenamiento estimado en las cuatro escombreras es del orden de 12.100.000 m³, suficiente para recibir el escombro aproximado del PHS.

Fuentes de materiales:

Se contempla de acuerdo a los parámetros geotécnicos evaluados, el material de los bancos Calcáreo (Areniscas Calcáreas a Brechas Calcáreas, ubicado a 0,50 km del sitio de obra, con un volumen aprovechable de 4,20 Mm³) y Yukiantza (Diorita, ubicado a 6,00 km del sitio de obra, con un volumen aprovechable de 11,80 Mm³), así como algunos estratos de los materiales producto de la excavación (arenisca brechoide y brecha vulcanosedimentaria, a una distancia menor a 0,50 km del sitio de obras y con un volumen aprovechable que varía entre 0,50 y 6,60 Mm³), presentan características adecuadas para ser empleados como filtros y transiciones.

Con base en los esquemas actuales, el volumen de material requerido para la construcción del proyecto, es de aproximadamente 4,20 Mm³ para un esquema de presa de hormigón. Para el esquema de presa de hormigón cualquiera de los bancos de materiales satisfacen el volumen para llevar a cabo la obra.

Para el caso del banco de material impermeable, en el sitio del Proyecto Hidroeléctrico Santiago se encontraron zonas con un potencial importante de arcillas. Los trabajos de exploración se concentraron en la zona Norte, cerca del eje del proyecto, con una superficie cubierta del orden de 123.000 m² (12,30 ha) y en la zona Sur del banco con un área del orden de 94.000 m² (9,40 ha). El volumen de material aprovechable con características adecuadas para las ataguías del proyecto para un espesor de 3,10 m es del orden de 1.066.000 m³; volumen que satisface los requerimientos para las ataguías (aproximadamente 450.000 m³).

Presupuesto, evaluación económica y financiera

El importe total estimado para la construcción del PHS es de 2 498 208 004 USD, considerando un 5,87 % como concepto de imprevistos del total de la obra. Del monto total, el 45,38% corresponde al concepto de obra civil (donde se incluyen las excavaciones a cielo abierto y excavaciones subterráneas, terracerías, hormigones, acero y tratamientos. Los precios unitarios de obra civil obtenidos incluyen un factor del 56% correspondiente al costo indirecto), el 42,03% se le adjudica a la parte electromecánica; el porcentaje restante se distribuye entre campamentos y vías con 2,50%, social y ambiental 3,78%, costo de ingeniería administración y gerenciamiento tiene el 5,88% y por último el presupuesto línea de abastecimiento 0,42%. No se incluye el costo de la línea de transmisión para la energía que producirá la central.

La relación beneficio/costo es de 1,98 con una recuperación del capital de 12,91 años y una TIR del 20,38%. El proyecto fue evaluado a 2,77 centavos de dólar por kWh con una tasa anual de

descuento del 12% (precios medios del 2015). El tiempo de construcción considerado es de seis años, para empezar a operar en lo inmediato durante el séptimo año.

8. ANALISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

En la Prefactibilidad, luego de los estudios geológicos, hidrológicos, geotécnicos se identificaron cuatro sitios de aprovechamiento: G8, G9, G10 y G11, y se generaron 4 alternativas de manejo hidroenergético:

- Alternativa de aprovechamiento 1. G9 (NAMO 725 msnm) – G8 (NAMO 448 msnm)
- Alternativa de aprovechamiento 2. G10 (NAMO 725 msnm) – G9 (NAMO 578 msnm) – G8 (NAMO 448 msnm)
- Alternativa de aprovechamiento 3. G9 (NAMO 653 msnm) - G8 (NAMO 448 msnm)
- Alternativa de aprovechamiento 4. G11 (NAMO 718 msnm) con conducción por margen izquierda – G8 (NAMO 448 msnm)

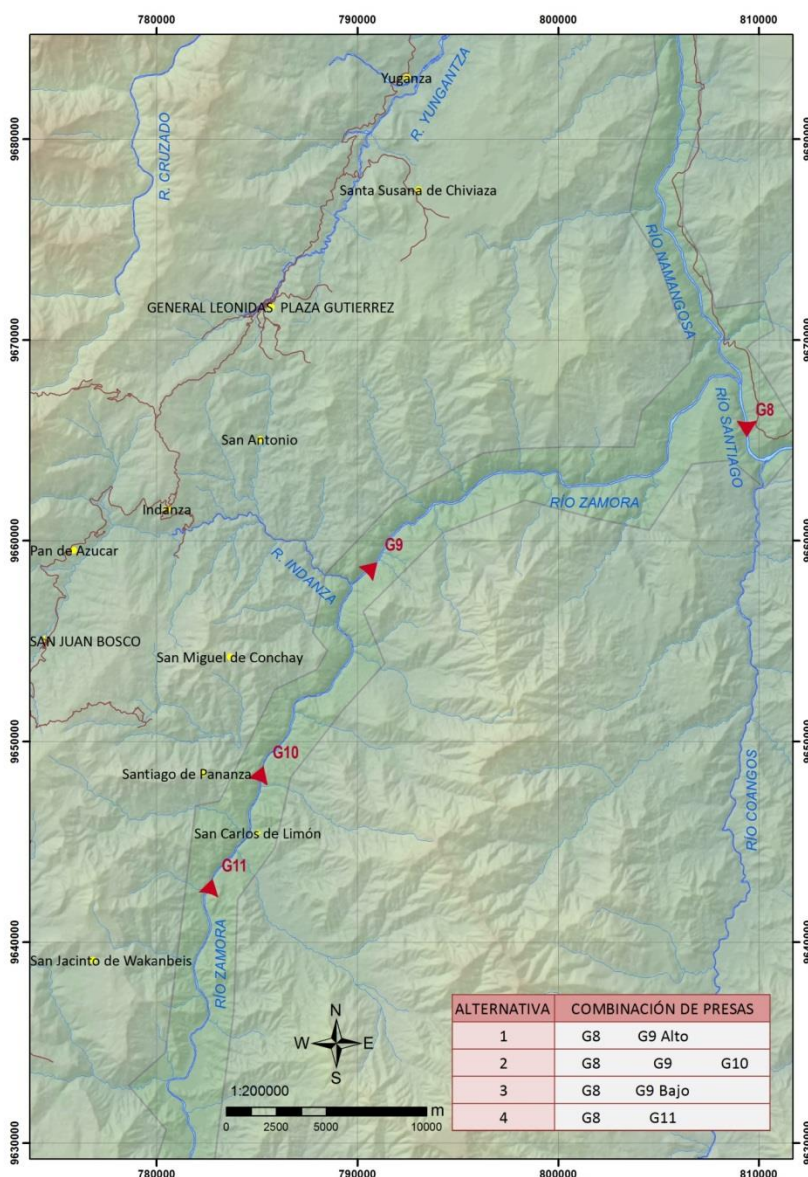


Figura 7: Ubicación de los aprovechamientos para las 4 alternativas
Fuente: CFE / Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

Se realizó el análisis ambiental de las cuatro alternativas de aprovechamiento hidroenergético identificadas en el estudio de prefactibilidad del PHRZS, a fin de seleccionar la de mayor viabilidad socio ambiental. Para el efecto se aplica un proceso de evaluación comparativo en base a cuatro criterios y sus respectivas variables. Así se tienen:

CRITERIO: DEMANDA DE RECURSOS

Variables: Demanda de espacio territorial para el PHRZS
Demanda de ecosistemas naturales terrestres
Demanda de ecosistemas naturales acuáticos

CRITERIO: COSTOS POR MITIGACION SOCIO-AMBIENTAL

Variables: Costo por indemnizaciones
Costo por desplazamiento de poblaciones
Costo por reposición de infraestructura afectada
Costo por pérdida de servicios ambientales
Costo por superficies requeridas en concesiones mineras

CRITERIO: BENEFICIO AMBIENTAL

Variables: Beneficios por modificación en la matriz eléctrica (reemplazo por energía térmica)
Beneficios por reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por el reemplazo de combustibles fósiles en la generación de termoeléctricas.
Beneficios por reducción de importación de energía eléctrica

CRITERIO: RIESGO O IMPACTO AMBIENTAL

Variables: Área de Influencia Directa
Índice de calificación ecológica (Ce): medida de la importancia del efecto ambiental debido a la implementación del PHRZS

Como resultado de este análisis se obtiene la priorización de la **Alternativa de aprovechamiento 3: G9 (NAMO 653 msnm) - G8 (NAMO 448 msnm)**, como la alternativa que presenta las mejores condiciones de ejecutabilidad bajo el criterio ambiental.

9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

9.1 Metodología

La metodología de impactos ambientales se basa en tres etapas de análisis:

- Identificación de impactos ambientales:
 - Definición de fases, obras y actividades del proyecto hidroeléctrico.
 - Selección de factores ambientales susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del PHRZS.
 - Estructuración de la Matriz de Interacciones para la identificación de impactos ambientales para lo cual se utiliza la matriz de Leopold.

- Valoración y calificación y categorización de impactos ambientales, utilizando para el efecto el *Índice de Calificación Ecológica (Ce)*. Este método cuantitativo permite descomponer el efecto en sus factores característicos independientemente de su mitigabilidad, a saber: clase, presencia, duración, desarrollo y magnitud.
- A fin de categorizar y jerarquizar los impactos ambientales, se los clasifica en Significativos y No Significativos. La clasificación se define de acuerdo al rango de importancia del efecto:

Significativos (S): impactos cuyo valor del Ce es mayor o igual a 5. Corresponden a afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de amplia extensión, con afección irreversible y de duración permanente.

No Significativos (NS): impactos con valor del Ce menor a 5. Pertenecen a esta categoría las afecciones susceptibles de corrección y por ende compensados durante la ejecución del PMA; son reversibles, de duración temporal y con influencia puntual.

- Descripción y caracterización de impactos ambientales que se realiza a través de fichas explicativas para las tres etapas analizadas en el proyecto.

9.2 Resumen de impactos ambientales

A continuación en las Tabla 2 Tabla 3 Tabla 4 se presenta el resumen de impactos potenciales identificados para las etapas de construcción, operación y retiro:

Tabla 2: Impactos. Etapa de construcción

Componentes	Impactos potenciales	CE	SIGNIFICANCIA
Atmósfera	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado	-1,86	NS
	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral	-1,86	NS
	Molestias y afecciones por presencia de olores indeseables	-0,83	NS
	Aparición de radiaciones no ionizantes	-1,52	NS
Suelo	Pérdida de suelos	-1,66	NS
	Contaminación de suelos	-0,64	NS
Geomorfología	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales	-2,46	NS
	Activación de procesos erosivos	-2,28	NS
	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa (deslizamientos), derrumbes	-1,21	NS
Agua superficial	Afección a la calidad de las aguas superficiales	-1,86	NS
	Alteración de cursos de agua	-3,24	NS
	Alteración del niveles freáticos	-1,51	NS
	Aumento del caudal en cursos superficiales	-1,92	NS
	Cambio de uso del recurso agua	-1,59	NS
Paisaje	Pérdida de la calidad visual	-3,10	NS
	Afectación de unidades y subunidades de paisaje	-1,62	NS
	Afectación a recursos escénicos	-4,30	NS
Flora silvestre	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos	-3,04	NS
	Pérdida de individuos de especies vegetales endémicas	-3,07	NS
Fauna silvestre terrestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	Pérdida de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-2,21	NS
	Perturbación de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-6,81	S
Ictiofauna y componente planctónico	Afectación a peces	-2,60	NS
	Afectación a plancton y perifiton	-2,60	NS
Macroinvertebrados	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados	-2,60	NS
Ecosistemas naturales terrestres	Afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas naturales terrestres	-3,13	NS

Componentes	Impactos potenciales	CE	SIGNIFICANCIA
	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases (secuestro de carbono)	-3,10	NS
Ecosistemas naturales acuáticos	Afectación a procesos ecológicos en ecosistemas acuáticos	-6,92	S
Uso del territorio	Cambios en el uso del suelo	-3,12	NS
	Afectación a la propiedad	-3,73	NS
	Pérdida de áreas agropecuarias productivas	-3,06	NS
	Reasentamiento de la población	-3,14	NS
	Afectación a áreas de concesión minera	-4,61	NS
Vida cotidiana	Alteración de la vida cotidiana en la zona del proyecto	-1,53	NS
Población	Crecimiento desordenado de la población	-6,40	S
Economía	Disminución del desempleo	8,50	S
	Eliminación de fuentes de empleo	-10,00	S
	Disminución de fuentes de ingresos económicos por actividades agropecuarias y extractivas (minería)	-5,12	S
	Dinamización de la economía local	1,24	NS
Salud y seguridad	Incremento de enfermedades	-3,84	NS
	Accidentes laborales hacia los trabajadores y personal del proyecto	-1,58	NS
	Accidentabilidad a la población local por presencia del proyecto	-5,10	S
Equipamiento y servicios	Conflictos por demanda de infraestructura vial	-8,50	S
	Conflictos por demanda de infraestructura de servicios básicos	-3,56	NS
	Incremento y mejoramiento del equipamiento comunitario y de servicios básicos	3,26	NS
Arqueología	Alteración y/o destrucción de contextos arqueológicos	-7,20	S

NS = No significativo; S = Significativo

Clase -1: Negativo; Clase 1: Positivo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

Tabla 3: Impactos. Etapa de operación

Componentes	Impactos potenciales	CE	SIGNIFICANCIA
Atmósfera	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado	-3,01	NS
	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral	-3,15	NS
	Molestias y afecciones por presencia de olores indeseables	-5,07	S
	Aparición de radiaciones no ionizantes	-3,02	S
	Influencia en el microclima en el área del proyecto	-3,39	NS
	Toneladas evitadas de CO2 por año	10,00	S
Suelo	Pérdida de suelos	-3,35	NS
	Contaminación de suelos	-1,53	NS
Geomorfología	Alteración y/o destrucción de geoformas naturales	-3,35	NS
	Activación de fenómenos geodinámicos (movimientos en masa (deslizamientos), derrumbes)	-2,23	NS
Agua superficial	Afección a la calidad de las aguas superficiales	-4,48	NS
	Alteración de cursos de agua	-4,87	NS
	Cambio de uso del recurso agua	-6,61	S
	Atenuación de crecidas y estiajes	-5,24	S
	Cambio del régimen de flujo	-5,34	S
	Interrupción de flujo aguas abajo de la presa	-5,24	S
Paisaje	Pérdida de la calidad visual y paisaje	-3,51	NS
	Afectación de unidades y subunidades de paisaje	-3,51	NS
	Afectación a recursos escénicos	-9,30	S
	Creación de unidad de paisaje y recurso escénico	3,51	NS
Flora silvestre	Pérdida de vegetación natural y bosques nativos	3,32	NS
	Pérdida de individuos de especies endémicas vegetales	3,31	NS
Fauna silvestre terrestre: mastofauna,	Pérdida de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-3,45	NS

Componentes	Impactos potenciales	CE	SIGNIFICANCIA
herpetofauna, avifauna, entomofauna	Perturbación de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-7,94	S
Ictiofauna y componente planctónico	Afectación a peces	-10,00	S
	Afectación a plancton y perífiton	-3,47	NS
Macroinvertebrados	Pérdida y perturbación de hábitat de macroinvertebrados	-6,61	S
Ecosistemas naturales terrestres	Afectación a funciones ecológicas de los ecosistemas naturales terrestres	-3,16	NS
	Reducción de servicios ambientales de regulación de gases (secuestro de carbono)	-3,32	NS
	Pérdida de bienes: productos forestales maderables	-3,27	NS
Ecosistemas naturales acuáticos	Afectación a los procesos ecológicos de migración ictiológica en el río Santiago	-10,00	S
	Cambio del sistema lótico a léntico de los ríos	-3,47	NS
	Aparición de vegetación acuática indeseable (macrofitas) en el embalse y creación de vectores de enfermedades	-3,47	NS
	Afectación bienes ambientales: productos de la pesca	-3,24	NS
Uso del territorio	Cambios en el uso del suelo	-3,56	NS
	Afectación a la dieta alimentaria de las comunidades locales.	-5,47	S
Economía	Dinamización de la economía nacional	8,67	S
	Incremento de la inversión pública en las áreas del proyecto	5,10	S
Seguridad y salud	Accidentabilidad a la población local por presencia del proyecto	-6,00	S
	Accidentes laborales al personal de la central hidroeléctrica	-1,86	NS
	Aparecimiento de enfermedades	-2,18	NS
Equipamiento y servicios	Afectación a la infraestructura y equipamiento comunitario	-3,96	NS

NS = No significativo; S = Significativo

Clase -1: Negativo; Clase 1: Positivo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

Tabla 4: Impactos. Etapa de retiro

Componentes	Impactos potenciales	CE	SIGNIFICANCIA
Atmósfera	Disminución de la calidad del aire por presencia de emisiones gaseosas contaminantes y material particulado	-1,06	NS
	Incidencia en los niveles de ruido ambiental y laboral	-0,72	NS
Suelo	Contaminación de suelos	-2,12	NS
	Rehabilitación y recuperación de suelos	2,16	NS
Agua superficial	Afección a la calidad de las aguas superficiales	-0,29	NS
	Estabilización del Nivel Freático	3,19	NS
Paisaje	Pérdida de la calidad visual	-0,64	NS
Flora Silvestre	Recuperación de vegetación natural	3,00	NS
Fauna silvestre terrestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	Perturbación de hábitats naturales de fauna silvestre: mastofauna, herpetofauna, avifauna, entomofauna	-0,64	NS
Macroinvertebrados	Pérdida y perturbación de hábitats de macroinvertebrados	-0,30	NS
	Restauración de hábitats para macroinvertebrados	4,33	NS
Economía	Afectación de la economía local	-10,00	S
	Incremento del déficit de la balanza comercial	-3,40	NS
Seguridad y salud	Accidentes laborales hacia los trabajadores y personal del proyecto	-0,42	NS
	Accidentabilidad a la población local por presencia del proyecto	-4,56	NS

NS = No significativo; S = Significativo

Clase -1: Negativo; Clase 1: Positivo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. / Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

En resumen, los resultados de la evaluación de los impactos potenciales se detallan en la Tabla 5:

Tabla 5: Clasificación de los impactos potenciales por etapa.

PROYECTO	Etapas	NS		S	
		Positivos	Negativos	Positivos	Negativos
PHS	Construcción	2	34	1	8
	Operación	3	24	3	12
	Retiro	4	10	0	1
	SUBTOTAL	9	68	4	21
	TOTAL	77		25	
		102			

NS = No significativo; S = Significativo

Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda. /Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

De lo anterior se concluye: el total de los impactos ambientales identificados es 102; de los cuales 89 son negativos y 13 son positivos. En la etapa de construcción se han identificado 45 impactos de los cuales 42 son negativos y 3 son positivos, En la etapa de operación se identificaron 42 impactos de los cuales 36 son negativos y 6 son positivos. En la etapa de retiro se han identificado 15 impactos de estos 11 son negativos y 4 son positivos.

10. ANALISIS DE RIESGOS

El análisis de riesgos del PHS tiene por objetivo evaluar cualitativamente los riesgos del proyecto al ambiente y del ambiente al proyecto en las etapas de construcción, operación y retiro, en base a la norma ISO31000. El presente estudio mostró interesantes y útiles resultados para que los distintos actores del PHS identifiquen sectores proclives a problemas que podrían resultar en desviaciones importantes con respecto a los estudios y planificación base del proyecto.

Los resultados se reportan en el informe primero con el análisis detallado de los riesgos agrupados por sector: medio físico, medio biótico, medio social e infraestructura del proyecto; y segundo, se muestra un análisis integrado de todos los riesgos y sus sectores para entender de manera global su priorización en términos de gestión. Como resumen, se levantaron 80 riesgos con expertos mediante el uso de fichas de identificación y evaluación basadas en la norma ISO31000. Este listado fue analizado en una plenaria con los actores del proyecto, obteniendo un documento depurado de 74 riesgos, de los cuales 20 se ubicaron en el sector social, 16 en infraestructura, 13 geo-dinámicos y 9 en el sector biótico. En menor cantidad se identificaron riesgos sísmicos, torrenciales y volcánicos.

A los riesgos se los ubicó con varias clasificaciones, como por ejemplo su impacto (del ambiente al proyecto y viceversa), su localización y su fase de ocurrencia. Según su criticidad, el 20% de los riesgos se agruparon como críticos (15), teniendo una criticidad mayor o igual a 10, incluyendo entre ellos a riesgos con categorías de tipo alto (e.g. incumplimiento en el despacho de caudales ecológicos) y muy alto (e.g. intervención organizaciones locales, manifestaciones de la comunidad al proyecto), siendo el sector social el que mostró más riesgos críticos.

Adicionalmente, 18.9% (14) riesgos se agruparon como *catastróficos*, es decir que tienen una probabilidad muy baja de ocurrencia pero con un impacto crítico en el caso de que llegaran a ocurrir (e.g. colapso de la cortina, crecida extraordinaria, etc.). Esta jerarquización y priorización de los riesgos identificados provee de valiosa información para que mediante los planes de acción se puedan asignar los recursos suficientes para el monitoreo continuo de los mismos y enfrentar los impactos de los riesgos identificados en caso de que ocurran.

11. DETERMINACION DEL AREA DE INFLUENCIA O GESTION

En este capítulo se desarrolla: i) Determinación del Área de Influencia; y, ii) Determinación de Áreas Sensibles.

11.1 Área de Influencia

Corresponde al territorio sobre el cual se presentarán y percibirán los probables impactos ambientales asociados a las actividades del proyecto. Se definen dos niveles espaciales:

- *Área de Influencia Directa (AID)*: aquella afectada por las actividades que se desarrollan tanto en la etapa de construcción como de operación.
- *Área de Influencia Indirecta (AII)*: aquella afectada indirectamente por el proyecto; área en la que se presentan impactos inducidos por las actividades del proyecto, o aquella que proporciona los bienes y servicios ambientales requeridos para el desarrollo del proyecto.
-

Área de Influencia Directa (AID). Etapa de construcción: área en donde se construirán las obras civiles del PHS y en donde se presentarán las transformaciones sobre los factores físicos, bióticos, sociales, culturales y arqueológicos. Es definida por factor ambiental:

- Área de influencia física, considera: el ambiente atmosférico a ser alterado por la construcción (radio de incidencia por ruido, emisiones de gases y campos electromagnéticos); suelos y geoformas a ser removidos y/o modificados por los movimientos de tierras y excavaciones; drenajes naturales superficiales susceptibles de ser afectados por contaminación y alteración de líneas de flujo; el paisaje natural y recursos escénicos a ser alterados, modificados o destruidos.
- Área de influencia biótica: incluye los ecosistemas naturales, terrestres y acuáticos, potencialmente a ser afectados por las actividades de desbroce y remoción de suelos y geoformas, incidiendo así en los hábitats naturales y la fauna silvestre asociada.
- Área de influencia socioeconómica y cultural, incluye: asentamientos poblacionales en el área de incidencia de ruidos y emisiones; predios privados o comunitarios requeridos para el emplazamiento de obras; frentes de trabajo en donde los trabajadores están sujetos a riesgos laborales; áreas de minería artesanal en los lechos de los ríos intervenidos; concesiones mineras legalizadas que se interceptan con los sitios de obra; y, sitios con valor arqueológico que pueden ser alterados o destruidos.

De esta manera, el AID-Construcción, comprende una franja territorial cuya distribución espacial se visualiza en la Figura 8 y cubre una superficie total de 9.116,03 ha.

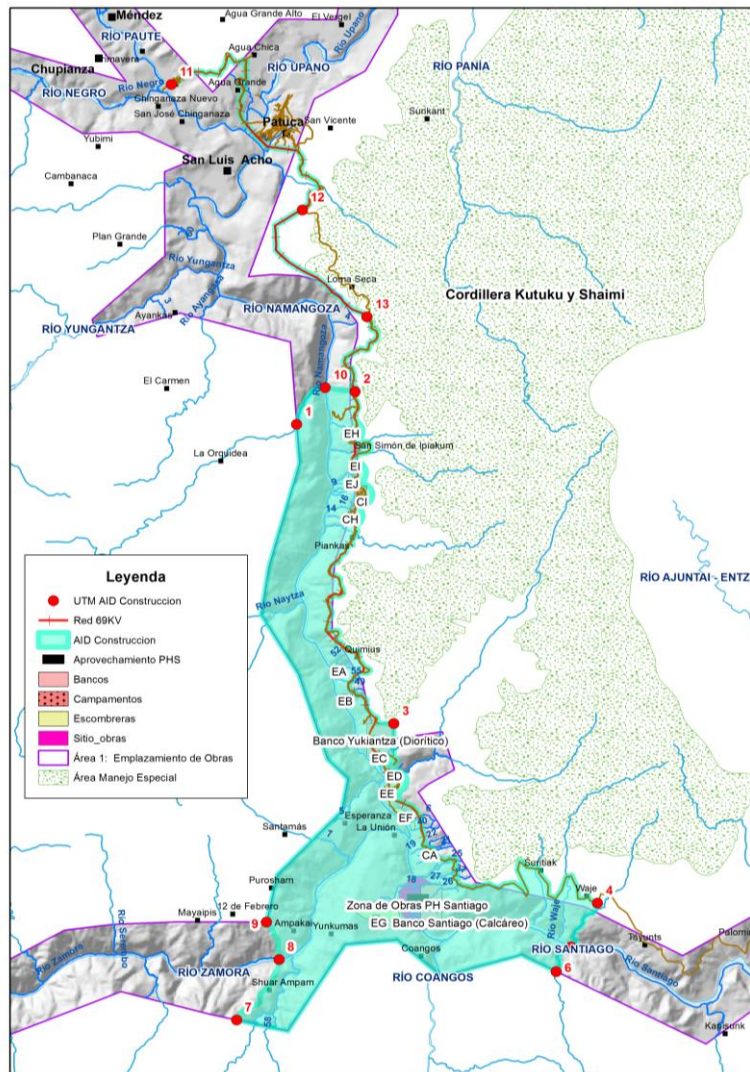


Figura 8: Área de Influencia Directa. Etapa de Construcción
Fuente y elaborado: ACOTECNIC CIA. LTDA.

Área de Influencia Directa (AID). Etapa de Operación: corresponde al área a ser afectada directamente por las actividades del proyecto durante su fase operativa. A continuación se analiza la definición del área de influencia directa por factor ambiental –físico, biótico, socioeconómico y cultural-:

- **Área de influencia física,** comprende: radio de afectación por emisiones (ruido, gases, olores, emisiones electromagnéticas); por efectos de ruido (casa de máquinas); radio de afectación por emisión de gases y olores generados por la descomposición de la biomasa en el embalse de los ríos Negro, Paute, Upano, Yungantza, Zamora, Namangoza y Santiago; suelos y geformas adyacentes a las obras de la central y sujetos a alteraciones debido a la operación del vaso de presa y embalse; drenajes superficiales vulnerables y potencialmente susceptibles de ser afectados en la operación y mantenimiento; el paisaje natural y recursos escénicos a ser alterados, modificados o cubiertos por efecto de la inundación.
- **Área de influencia biótica,** se circunscribe a los ecosistemas, terrestres y acuáticos y fauna asociada, presentes y adyacentes a las facilidades lineales y puntuales del PHS.
- **Área de influencia socioeconómica y cultural,** considera: las áreas de trabajo del personal del PHS sujetas a riesgos laborales; comunidades y asentamientos poblacionales ubicados en el área de incidencia a los impactos de la central y el embalse; comunidades a ser reasentadas debido a la inundación (La Unión, Yuquianza); áreas agroproductivas (cultivos y pastizales) en

zona de inundación; concesiones mineras en zona de inundación y desfogue; sitios de minería artesanal en el área de inundación.

En base a estas consideraciones, se concluye que las perturbaciones en esta etapa del proyecto pueden ser generadas en los siguientes espacios territoriales y que son definidos como parte del Área de Influencia Directa (AID):

- 1) El área circundante a las obras puntuales permanentes: la presa, casa de máquinas, conducciones, campamento de operación y facilidades anexas; la misma que estará expuesta a potenciales acciones contaminantes y degradativas durante la fase operativa del proyecto.
- 2) El área de inundación (embalse y vaso de presa), que comprende los tramos de los encañonados de los ríos Zamora, Namangoza y Santiago, enmarcados en los siguientes niveles altitudinales:

Tabla 6: Cotas NAME, NAMO y NAMINO del aprovechamiento PHS

APROVECHAMIENTO	NAME	NAMO	NAMINO
	msnm	msnm	msnm
PHS	453	448	434

Elaborado por: CFE/Fuente: CFE

NAME: Nivel de agua máximo extraordinario; NAMO: Nivel de agua máximo de operación; NAMINO: Nivel de agua mínimo de operación

- 3) La faja ribereña necesaria para la protección de los sistemas fluviales utilizados en el proyecto, cuya conformación tiende a lograr la estabilidad morfodinámica en las paredes del embalse y vaso de presa (franja de protección). Esta área se define en 40 m, a partir de la cota 453 msnm.
- 4) Las áreas situadas aguas abajo del aprovechamiento PHS que tendrán influencia en la estabilidad del lecho y de las márgenes del sitio de la descarga; y de posibles usos del agua. Incluye el área en la cual se producen alteraciones al régimen de flujo.
- 5) El tramo del río Santiago, ubicado entre la descarga del PHS y el límite internacional con el Perú, considerando las obligaciones internacionales de entrega del recurso hídrico, en volumen y calidad, acorde a lo estipulado en los compromisos ambientales internacionales.
- 6) Las zonas de peligro geodinámico hacia las obras del proyecto, que se relaciona con las áreas de peligro a deslizamientos, adyacentes a las obras e instalaciones del PHS, áreas de inundación de embalse y vaso de presa. Su activación dependerá de las acciones humanas sobre las cotas de inundación, ya que un mal manejo del suelo y de las aguas destacan un riesgo potencial de movimientos en masa y cuya ocurrencia tendría una afectación catastrófica sobre el proyecto y sus actividades operativas, debido al represamiento a ocurrir en los cauces de los ríos Zamora, Namangoza o Santiago.

La distribución espacial del Área de Influencia Directa (AID)-Operación se la visualiza en la Figura 9 y abarca una superficie total de 32.160,42 ha.

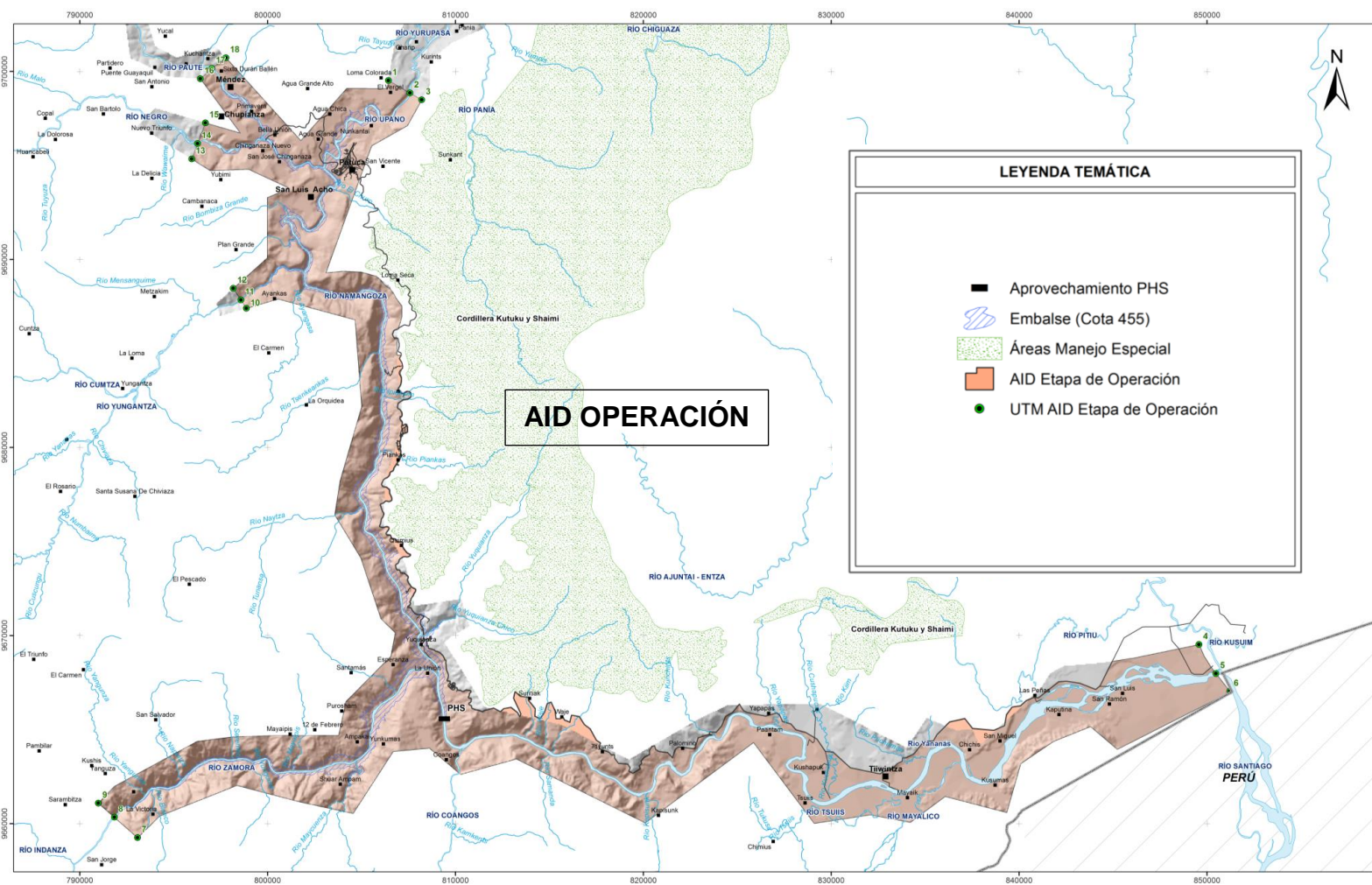


Figura 9: Área de Influencia Directa Etapa de operación.

Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

Área de Influencia Indirecta (AII). Etapa de construcción: constituye el espacio en donde se desarrollan enlaces de orden socioeconómico por el uso y/o demanda de infraestructura y servicios, demanda/oferta de mano de obra, accesibilidad, etc. Comprende:

POR DEMANDA DE MANO DE OBRA: Cantón Méndez y parroquias: Tayuza, San Francisco de Chinimbimi, Chupianza. Cantón Tiwintza y parroquia: Santiago. Cantón Limón Indanza y parroquias: Gral. Leonidas Plaza, Indanza, San Antonio, Santa Susana de Chiviaza. Cantón Logroño y parroquia: Logroño. Cantón Sucúa y parroquia: Sucúa. Cantón Morona y parroquia: Macas.

POR OFERTA Y DEMANDA DE BIENES Y SERVICIOS: Cantón Morona. Cabecera cantonal Macas.

La distribución espacial del AII-Construcción, se visualiza en la Figura 10.

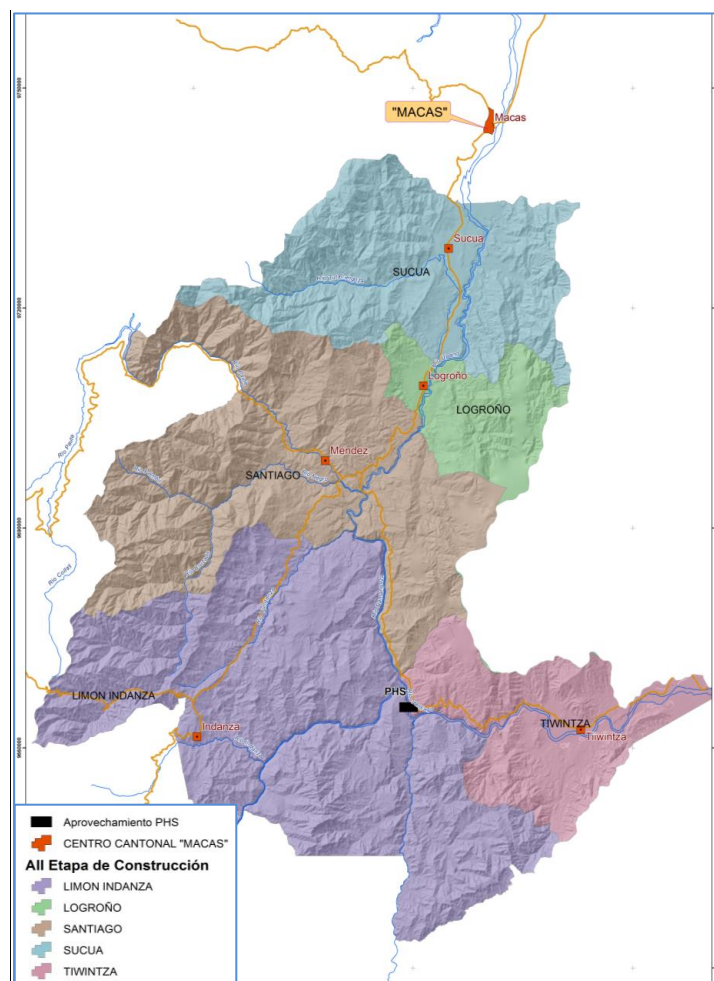


Figura 10: Área de influencia indirecta Construcción.

Fuente y elaborado: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

Área de Influencia Indirecta (AII). Etapa de operación: es definida en dos niveles espaciales:

Área de desarrollo del proyecto estratégico (ADPE)

Área de Influencia Indirecta Regional (AIIR)

- **Área de Desarrollo del Proyecto Estratégico (ADPE):** determinada en función de lo dispuesto en la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, Capítulo III RÉGIMEN TARIFARIO, Art. 56 Costo del Servicio Público de Energía Eléctrica donde detalla lo siguiente "Para los generadores de energía eléctrica, a cargo de empresas públicas, el 30% del superávit que se obtenga en la fase de operación comercial será destinado a proyectos de desarrollo territorial en el área de influencia del proyecto... ". De esta manera, el ADPE

representa la zona donde las actividades económicas y los servicios sociales van a aumentar en los próximos años (vida útil del proyecto), más allá del aumento que ocurriría sin el proyecto, debido al aporte económico que se designa para los gobiernos autónomos y se la delimita bajo el criterio de jurisdicción político-administrativa. Se incluyen las parroquias y cantones que se encuentran en la Figura 11.

CANTON MORONA: Parroquias: Macas, ALSHI (Cab. en 9 de octubre), General Proaño, San Isidro, Sevilla Don Bosco, Sinaí, Zuña (Zuñac), Cuchaentza, Río Blanco; CANTON LIMON INDANZA. Parroquias: Gral. Leonidas Plaza Gutiérrez, Indanza, Sta. Susana de Chiviaza (Cab. en Chiviaza), San Antonio (CAB. en San Antonio Centro), San Miguel de Conchay, Yunganza (Cab. en el Rosario); CANTON SANTIAGO: Parroquias: Santiago de Méndez, Copal, Chupianza, Patuca, San Luis de El Acho (Cab. en el Acho), Tayuza, San Francisco de Chinimbimí. CANTON SUCUA. Parroquias: Sucúa, Asunción, Huambi, Santa Marianita de Jesús. CANTON LOGROÑO. Parroquias: Logroño, Yaupi, Shimpis. CANTON TIWINTZA. Parroquias: Santiago, San José de Morona



Figura 11: Área de desarrollo del proyecto estratégico (ADPE)
Fuente y Elaborado por: ACOTECNIC CÍA. LTDA.

- **Área de Influencia Indirecta Regional (AIIR):** aquella en la cual el medio actúa sobre las obras del proyecto, debido a que incidirá sobre el aporte del recurso hídrico para la generación hidroeléctrica, es decir, toda la cuenca hidrográfica localizada aguas arriba del sitio de captación. Abarca por tanto la cuenca del río Santiago y las cuencas de los ríos Zamora, Namangoza e intercuenca Santiago, las subcuencas y microcuencas aportantes. Se incluyen en ella las siguientes provincias y cantones:

Provincia del Azuay (cantones: Cuenca, Girón, Gualaceo, Paute, San Fernando, Santa Isabel, Sígsig,

Oña, Chordeleg, El Pan, Sevilla de Oro, Guachapala y Nabón. Provincia de Cañar (cantones Azogues, Biblián, Cañar y Déleg), Provincia de Chimborazo (cantones: Alausí y Guamote), Provincia de Loja (cantones: Loja, Catamayo y Saraguro), Provincia de Morona Santiago (cantones: Morona, Gualaquiza, Limón Indanza, Santiago, Sucúa, San Juan Bosco, Logroño, Pablo Sexto y Tiwintza), Provincia de Zamora Chinchipe (cantones: Zamora, Nangaritza, Yacuambi, Yantzaza, El Pangui, Centinela del Cóndor, Palanda y Paquisha). Figura 12.

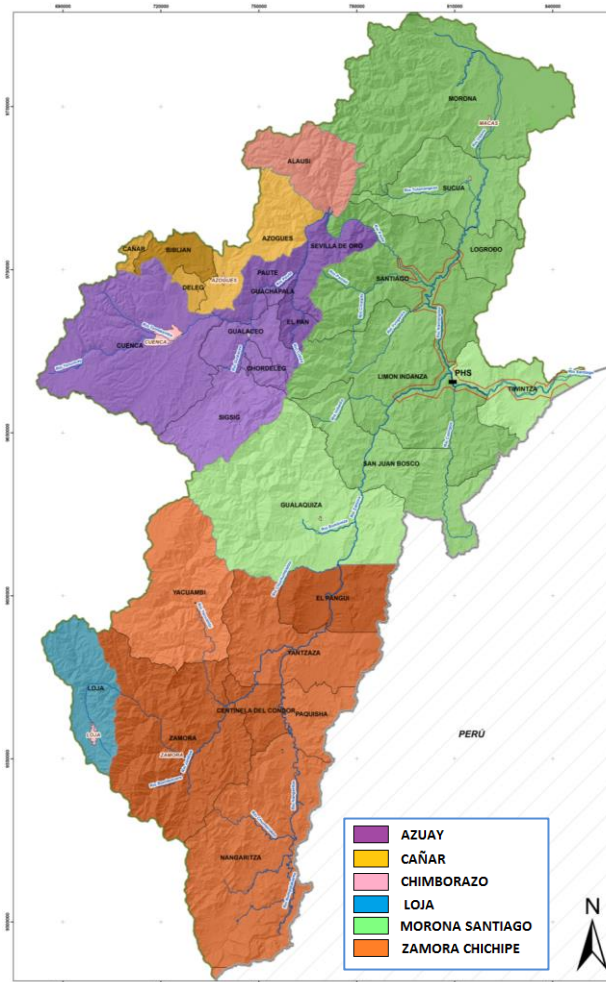


Figura 12: Área de Influencia Indirecta (AIIR). Etapa de Operación
Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

11.2 Áreas Sensibles

La sensibilidad ambiental destaca el grado de vulnerabilidad de una determinada área frente a una acción, actividad o proyecto, que conlleva impactos, efectos o riesgos. Se analizan para el efecto: i) Sensibilidad física y de amenazas o peligros naturales, ii) Sensibilidad biótica, iii) Sensibilidad socioeconómica y cultural; y, iv) Sensibilidad arqueológica

11.2.1 Sensibilidad física y de amenazas o peligros naturales

Son áreas sensibles a eventos naturales anómalos o inducidos. Se analizan: i) Sensibilidad geodinámica, ii) Sensibilidad a actividad sísmica, iii) Sensibilidad a actividad volcánica, iv) Sensibilidad a eventos torrenciales, y, v) Sensibilidad atmosférica

- Sensibilidad geodinámica: representa riesgos en términos de incidencia de movimientos de masas -peligrosidad de deslizamientos-, y para lo cual se utiliza el Método Mora-Vahrson-

Mora, que utiliza como parámetros: litología, morfología, pendiente y humedad del suelo y se lo aplica a os situaciones: sin presencia de la presa (sin dique) y con presencia de la presa (con dique). Los resultados destacan lo siguiente:

- La diferencia entra las rangos de sensibilidad con el llenado del dique y sin el llenado es mínima, ya que la mayoría de los zonas críticas quedan cubiertas con por el agua, disminuyendo así el grado de amenaza.
- La zona no presenta mayores riesgos geológicos; las amenazas actuales no presentan mayor dificultad para su control.
- Sensibilidad a actividad sísmica: de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC (2011) la zona del proyecto se encuentra en la zona sísmica Z=II y Z=III, con valor de factor Z de 0,25 y 0,3, respectivamente y que de acuerdo a la información de peligro sísmico en el Ecuador constituyen sectores de bajo peligro sísmico en relación a otras áreas del país.
- Sensibilidad a actividad volcánica: Identifica las áreas sensibles a sufrir daños frente a eventos volcánicos a través de tres indicadores: i) Evidencia histórica de eventos volcánicos, ii) Distancia del proyecto a centros de emisión volcánica activos, y iii) Peligrosidad del evento volcánico potencial. Se concluye que los peligros volcánicos que pueden afectar al PHS son bajos y están restringidos a la caída de ceniza, que constituyen los de menor peligrosidad, considerando que éstas son potencialmente adversas debido a que pueden generar cargas estáticas, son partículas corrosivas y abrasivas en aire y agua.
- Sensibilidad a eventos torrenciales: se define la mayor o menor susceptibilidad de las estructuras socio-económicas, humanas y físicas, para ser afectadas por la ocurrencia de crecidas y/o inundaciones.

La mayor o menor susceptibilidad a los eventos torrenciales se establece en términos de las áreas propensas a inundación para diferentes periodos de retorno. Para ello se identifican diferentes tramos dentro del Área 1, los cuales corresponden a las subcuencas de aporte más representativas de la red hidrográfica de los ríos Zamora, Namangoza y Santiago. Se realiza la modelación hidráulica de los tramos utilizando el modelo HEC-RAS, para lo cual se calculan los caudales máximos para diferentes periodos de retorno en los diferentes puntos que definen los tramos de estudio y a la vez se determinan las características hidráulicas de los ríos. Los resultados muestran que el área propensa a inundación dentro del Área 1 es de 3256 Ha para un periodo de retorno de 100 años. El grado de sensibilidad a las crecidas se expresa como un porcentaje de afectación con respecto al área total del Área 1 del PHS. Los resultados destacan que la susceptibilidad a los eventos torrenciales varía entre 7.5% para un periodo de retorno de 2 años a 9.5% para un periodo de retorno de 10000 años. Se destaca que no existe una variación muy marcada en el grado de susceptibilidad para los caudales de diferentes periodos de retorno, lo cual está asociado principalmente a que se trata de ríos de montaña, donde el cauce es muy ancho, lo que hace que el incremento del área de inundación asociada al nivel de agua para periodos de retorno altos sea poco representativo.

- Sensibilidad atmosférica: se evalúa para los componentes calidad del aire y ambiente acústico (ruido) en base a 3 indicadores: i) Fuentes generadoras de emisiones y ruido ambiental, ii) Nivel de inmisión y de ruido ambiental, y iii) Receptores potenciales. Se destaca una baja incidencia de emisiones de NO_x, PM₁₀, SO₂, las existentes se generan principalmente por actividades antropogénicas (tráfico vehicular y combustión de combustibles); las emisiones de COV se deben principalmente a la vegetación. En cuanto a ruido ambiental, son fuentes generadoras de origen natural el viento, sonidos de animales y el flujo del agua en los cursos superficiales; y, como fuentes antrópicas se tiene el tráfico vehicular, el cual es de baja incidencia en las vías y alta en las zonas urbanas. Lo anterior destaca, una sensibilidad atmosférica alta para los sectores que no tienen una influencia humana importante y media para los conglomerados urbanos y vías.

11.2.2 Áreas de sensibilidad biótica

El análisis de sensibilidad del componente biótico define: i) Áreas sensibles por ecosistemas naturales terrestres, y, ii) Áreas sensibles por ecosistemas naturales acuáticos.

- Áreas sensibles por ecosistemas naturales terrestres: determinadas por tres indicadores: i) Estado de intervención del ecosistema, ii) Rareza del ecosistema, y, iii) Endemismo y vulnerabilidad de especies vegetales.

El 28,69 % del territorio ya no conserva los ecosistemas naturales ya que han sido sustituidos por infraestructura, agricultura y ganadería. Del 71,31% restante, el 59,57% presenta sensibilidad media y el 11,75% sensibilidad alta.

- Áreas sensibles por ecosistemas naturales acuáticos: tres indicadores se aplican: i) Índice de calidad físico-química del agua ICA, ii) Índice de calidad biológica del agua (BMWP), y iii) Caudal del río.

El 68,56 % de los cuerpos lóticos presentan sensibilidad media y el 31,44% sensibilidad alta.

11.2.3 Áreas de sensibilidad social y económica

Se basa en la potencial afectación sobre la población y comunidades locales y en las actividades económicas y elementos culturales ante la presencia de un proyecto y sus actividades. Se analizan: i) Áreas sensibles por presencia de asentamientos poblacionales, ii) Áreas sensibles por presencia de territorios indígenas y etnias nativas, y, iii) Áreas sensibles por actividades económicas

- Áreas sensibles por presencia de asentamientos poblacionales: se evalúa a partir de tres indicadores: i) Distancia del centro poblado al sitio de obras, ii) Número de habitantes del centro poblado, y iii) Dotación de servicios básicos que aportan a la salubridad.

El 92,16% de las unidades de análisis poseen una sensibilidad media, y el 7,84% una sensibilidad alta. Asentamientos con sensibilidad alta son Kaputna, La Unión, Yuquianza y Tuntiak. No se registran asentamientos con sensibilidad baja.

- Áreas sensibles por presencia de territorios indígenas y etnias nativas: se aplican tres indicadores: i) Población indígena (%), ii) Porcentaje de territorio indígena, y iii) Grado de influencia social indígena.

Se define una alta sensibilidad a nivel en toda el área de análisis debido a la presencia de una población mayoritariamente indígena.

- Áreas sensibles por actividades económicas: incluye tres componentes: i) Áreas de sensibilidad por actividades agroproductivas, ii) Áreas de sensibilidad por presencia de minería artesanal, y ii) Áreas de sensibilidad por presencia de concesiones mineras

Áreas de sensibilidad por actividades agroproductivas: tres indicadores se aplican: i) Uso del suelo. ii) Producción monetaria agropecuaria, y iii) Destino de la producción agrícola.

El 52% de las unidades de análisis poseen una sensibilidad media, el 42% sensibilidad baja, y el 6% sensibilidad alta. Asentamientos con sensibilidad alta son: la cabecera cantonal de Tiwintza, la cabecera parroquial de San Luis del Acho y la comunidad de Mayaik.

Áreas de sensibilidad por presencia de minería artesanal: tres indicadores se aplican: i) Población dedicada a la minería con respecto a la PEA, ii) Tipología del material recolectado, y iii) Producción monetaria anual.

El 39,22% de los asentamientos con sensibilidad alta, el 16,69% media, y el 45,10% sensibilidad baja. A nivel de las cabeceras, el 66,66% con sensibilidad alta, el 16,67% sensibilidad media y el 16,16% sensibilidad baja. Cabeceras con sensibilidad alta son

Méndez, Patuca, San Luis del Acho y Tayuza. Con sensibilidad media y baja se tienen a Tiwintza y San Francisco de Chinimbimi respectivamente.

A nivel de las comunidades, el 35,56% presentan una sensibilidad alta, el 15,56% sensibilidad media, y el 48,88% una sensibilidad baja.

Áreas de sensibilidad por presencia de concesiones mineras: tres indicadores se aplican: i) Estado actual de legalización, ii) Cruzamiento con el área del proyecto, y iii) Tipología del material extraído. Las 13 concesiones ubicadas en el Área 1 destacan **sensibilidad alta**. Todas ellas están legalizadas e inscritas en el ARCOM. El 76,92% de las concesiones poseen una superficie mayor al 60% dentro del Área 1 y el 23,08% intersectan con un rango de entre el 20% al 60%.

11.2.4 Sensibilidad arqueológica

Los niveles de sensibilidad se definen para seis sitios arqueológicos: Kuankus1, Kuankus2, Kuankus3, Kuankus4, Kuankus5 y Yukianza1, en base a cinco criterios: i) Estudios arqueológicos realizados en las áreas adyacentes, ii) Dato arqueológico *in-situ* –cerámica, lítica y otros–, iii) Sitios arqueológicos e históricos asociados, iv) Estudios históricos y etnohistóricos de la zona, y, v) Estado de conservación de la zona puntual. Los resultados destacan que los sitios Kuankos5 y Yukiantza1 se califican como de **sensibilidad media** y los cuatro restantes como de **sensibilidad baja**.

12. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

12.1 Objetivo general del PMA

Identificar y diseñar los planes, programas y medidas ambientales necesarios para prevenir, controlar, mitigar y/o compensar los impactos a los medios -físico, biótico y socio-económico y cultural- identificados en el proceso de evaluación ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Santiago, en sus etapas de construcción, operación y retiro.

12.2 Etapas de aplicación del PMA

Para fines de estructurar el PMA, son consideradas tres etapas de aplicación durante la vida útil del proyecto:

- Etapa de construcción: comprende la etapa en que se dan lugar todos los trabajos físicos que requiere el emplazamiento de la obra hidroeléctrica así como las obras conexas necesarias para su ejecución. Su duración se la estima para un período de 5 años.
- Etapa de operación: consiste en la etapa de servicio de generación de energía que el PHS prestará durante su vida útil. La duración de vida útil se estima para 50 años y para efectos del PMA se ha trazado un horizonte inicial de 5 años (primer quinquenio), como un período adecuado para la reformulación y ajustes de las medidas planteadas en el mismo
- Etapa de retiro: considera la etapa posterior a que el proyecto haya cumplido su vida útil. Para efectos del PMA su duración ha sido estimada para 2 años.

12.3 Estructura y contenido del PMA

La propuesta del PMA para el PHS incluye los instrumentos esenciales de gestión ambiental basada en la estructura que definen el Acuerdo Ministerial No. 006 aplicables a los proyectos hidroeléctricos Categoría IV:

PLAN	CODIGO AM No.006	ALCANCE
Plan de análisis de riesgos	PAR	Establece las normas para las actividades que conllevan riesgos

PLAN	CODIGO AM No.006	ALCANCE
y de alternativas de prevención		laborales al personal del proyecto, como son: <ul style="list-style-type: none"> • Uso de sustancias peligrosas. • Instalación de maquinarias o infraestructuras riesgosas. • Potencialidad de accidentes: explosiones, derrames etc.
Plan de prevención y mitigación de impactos	PPM	Define las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas para prevenir, minimizar y controlar los impactos ambientales negativos del proyecto. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Prevención y control de la contaminación ambiental (suelo, agua, aire y ambiente acústico) • Prevención y control de afectación a flora y fauna silvestres • Prevención ante riesgo geodinámico • Prevención de afectación a sitios arqueológicos
Plan de manejo de desechos	PMD	Define las medidas y estrategias para tratar, reciclar/reusar y disponer los diferentes desechos –sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos- a fin de garantizar un manejo integral de dichos residuos generados en los procesos de construcción, operación-mantenimiento y retiro abandono, y de esta manera evitar y reducir las afectaciones a ser causadas al ambiente como consecuencia de su inadecuada gestión. La gestión integral incluye los procedimientos de: <ul style="list-style-type: none"> • Recolección • Almacenamiento temporal • Transporte • Disposición final
Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental	PCC	Comunicar, capacitar y educar al personal del PHS que participe durante su ciclo de vida (construcción, operación, retiro), en temáticas ambientales y de seguridad, a fin de que las actividades que ejecutan se realicen con conocimiento y responsabilidad y contribuya a la protección ambiental y a la seguridad laboral y el respeto a las comunidades locales.
Plan de relaciones comunitarias	PRC	Define las actividades a ser desarrolladas con la(s) comunidad(es) directamente involucrada(s), la autoridad y el promotor del proyecto a fin de: i) Reducir los efectos indeseables en las comunidades locales; ii) Posibilitar la participación de la comunidad local en las diferentes tareas vinculadas a la implementación del proyecto; iii) Establecer criterios para la información y divulgación local del proyecto; y, iv) Mitigar los conflictos sociales resultantes de la implementación del proyecto. Se incluyen: <ul style="list-style-type: none"> • Programa de información y comunicación • Programa de compensación e indemnización • Programa de contratación de mano de obra local • Programa de educación ambiental • Programa de apoyo a la comunidad.
Plan de contingencias	PDC	Procura dar respuesta inmediata ante emergencias que pueden presentarse durante el ciclo de vida del proyecto, Define la organización, procedimientos de respuesta, el detalle de las acciones y equipo requerido para enfrentar eventuales siniestros, incidentes y accidentes, y la asignación de responsabilidades, tendientes a garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de emergencia y terceras personas así como las estrategias de cooperación operacional y un programa de entrenamiento y simulacros.
Plan de seguridad y salud en el trabajo	PSS	Define las normas establecidas por la Contratista y el Promotor, de manera interna para preservar la salud y seguridad de los trabajadores y empleados. <ul style="list-style-type: none"> . Aplicar todas las acciones que se determinan en la legislación ambiental aplicable al sector laboral y del sector eléctrico. . Establecer las normas de seguridad y calidad requeridas por las leyes ecuatorianas y las políticas en esta materia, las mismas que deberán ser observadas por el Promotor y la Contratista en los aspectos relacionados con: equipos de protección personal; prevención de accidentes y lesiones; etc.
Plan de monitoreo y	PMS	Define los sistemas de seguimiento, evaluación, monitoreo

PLAN	CODIGO AM No.006	ALCANCE
seguimiento		tendientes a controlar adecuadamente los impactos identificados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIAD) y el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) así como las acciones correctivas propuestas en el mismo. <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo, control y seguimiento del cumplimiento del PMA y obligaciones emitidas en la licencia ambiental • Monitoreo, control y seguimiento de la calidad ambiental (atmósfera, agua, suelo,)
Plan de abandono y entrega del área	PCA	Diseña las actividades a cumplirse una vez concluida la operación del proyecto, la manera de proceder al abandono y entrega del área del proyecto, cumpliendo con la normativa legal aplicable, una vez que concluya la fase constructiva y la vida útil del proyecto o se opere el cese de operaciones.
Plan de rehabilitación de áreas afectadas	PRC	Determina programas de restauración para: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar medidas, estrategias y tecnologías para rehabilitar las áreas afectadas (restablecer la cobertura vegetal, garantizar la estabilidad y duración de la obra, remediación de suelos contaminados, etc.). • Restaurar e integrar el paisaje afectado por el emplazamiento de las obras e instalaciones del proyecto sobre el medio natural.
Plan de intervención en el manejo de la cuenca hidrográfica	PMC	Se incluye un plan especial que permite la participación del Promotor en el manejo de la cuenca hidrográfica en donde se capta el recurso hídrico que aprovecha el proyecto para la generación de energía eléctrica

Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

La propuesta del PMA para el EIAD del PHS, se estructura en base a cuatro niveles jerárquicos:

- **Plan:** aspecto global de las actividades de un proceso dentro de un tiempo determinado. Está integrado por programas, medidas y especificaciones.
- **Programa:** conjunto de medidas relacionadas y coordinadas entre sí para un determinado objetivo.
- **Medida:** conjunto de actividades concatenadas que constituye el menor nivel de planificación, las cuales forma parte de un programa.
- **Especificación ambiental:** acción que tiene el máximo grado de concreción y especificidad para llevar a cabo una medida y a través de la cual junto con otras actividades se concreta un programa. Define a nivel de detalle los procedimientos con los cuales se aplica una medida.

Se incluye los costos en aquellos planes que permiten su cuantificación económica, existiendo sin embargo otros que, dada su naturaleza no son susceptibles de medición y de costeo o de otro lado, sus costos están contemplados en el presupuesto general de la obra civil.

La estructuración del PMA en el EIAP se conforma de dos elementos: i) un primer elemento que incluye la descripción del PMA a través de FICHAS DE MEDIDAS AMBIENTALES, las cuales presentan un esquema descriptivo de la medida; y, ii) un segundo elemento, que comprende un APENDICE DE ESPECIFICACIONES GENERALES, en los cuales se presenta el detalle ampliado de la medida y que contiene: el código asignado a la medida, el impacto o impactos al que va dirigido la medida, los procedimientos de la medida, los indicadores de verificación, el cronograma de implementación, su costo referencial y el o los responsables de ejecutar la medida.

A continuación se presenta de manera esquemática las propuestas del PMA y sus diversos componentes:

12.4 PMA Etapa de Construcción

Tabla 7: Estructura del PMA. Etapa de construcción

PLAN	PROGRAMA	MEDIDAS	CODIGO ESPECIFICACION AMBIENTAL	
Plan de análisis de riesgos y de alternativas de prevención	Prevención de riesgos	Alternativas de prevención para riesgos generados por: uso de sustancias peligrosas, Instalación de maquinarias o infraestructuras riesgosas; y, potencialidad de accidentes: explosiones, derrames etc.	CR-PAR 01	
Plan de prevención y mitigación de impactos	Prevención de la contaminación del aire	Control de emisiones a la atmósfera	CF-PPM 01	
	Prevención de la contaminación del ambiente acústico	Control de ruido	CF-PPM 02	
	Prevención de la contaminación de suelos y aguas	Instalación y operación de campamentos y anexos		CF-PPM 03
		Instalación y operación de plantas de trituración, hormigón y asfalto		CF-PPM 04
		Emplazamiento y operación de sitios de depósito (escombreras)		CF-PPM 05
		Emplazamiento y operación en fuentes de materiales		CF-PPM 06
		Control de erosión y aporte de sedimentos durante la construcción		CF-PPM-07
		Prevención y mitigación de afectación a flora y fauna silvestres	Técnicas constructivas para la conservación de flora y fauna silvestre en áreas de vegetación natural	
	Estrategia para la conservación de flora y fauna silvestres			CB-PPM 09
	Rescate contingente de peces			CB-PPM 10
	Prevención ante riesgo morfodinámico	Control de sitios inestables y estabilización de taludes en obras civiles		CR-PPM 11
	Prevención y conservación del patrimonio cultural	Rescate y monitoreo arqueológico		CS-PPM 12
	Mitigación de alteración de cursos de aguas	Manejo del desvío de aguas del río Santiago		CF-PPM 13
	Mitigación de impactos visuales	Diseño del sistema verde en campamentos		CF-PPM 14
Plan de manejo de desechos	Manejo de desechos sólidos no peligrosos	Gestión integral de desechos sólidos no peligrosos durante la etapa constructiva	CF-PMD 01	
	Manejo de desechos líquidos no peligrosos	Gestión integral de desechos líquidos no peligrosos durante la etapa constructiva	CF-PMD 02	
	Manejo de desechos peligrosos y especiales	Gestión integral de desechos peligrosos y especiales, sólidos y líquidos, durante la etapa constructiva	CF-PMD 03	
Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental	Educación y capacitación ambiental al personal de la obra	Educación y capacitación ambiental al personal de la obra	CS-PCC 01	
Plan de relaciones comunitarias	Programa de información y comunicación a la comunidad	Estrategias de información y comunicación durante la etapa de construcción	CS-PRC 01	
	Programa de compensación e indemnización	Indemnizaciones en áreas intervenidas por el proyecto	CS-PRC 02	
		Compensaciones por daños a la propiedad privada en las actividades	CS-PRC 03	

PLAN	PROGRAMA	MEDIDAS	CODIGO ESPECIFICACION AMBIENTAL
		constructivas	
		Reposición de infraestructura física afectada	CS-PRC 04
	Programa de contratación de mano de obra local	Contratación de mano de obra local	CS-PRC 05
	Programa de educación ambiental y capacitación	Educación ambiental a la comunidad durante la etapa constructiva	CS-PRC 06
		Capacitación a la comunidad para la etapa pre constructiva y post constructiva	CS-PRC 07
	Programa de apoyo a la comunidad	Apoyo a la salud	CS-PRC 08
		Apoyo a la educación	CS-PRC 09
		Apoyo a servicios básicos	CS-PRC 10
		Apoyo al sector agroproductivo	CS-PRC 11
		Apoyo al turismo local	CS-PRC 12
		Apoyo a organizaciones indígenas	CS-PRC 13
	Programa de reasentamiento	Reasentamiento de las comunidades de Yuquianza y La Unión	CS-PRC 14
Plan de contingencias	Plan de Contingencia para la fase de construcción	Plan de Contingencia para emergencias en la fase de construcción	CS-PDC 01
Plan de seguridad y salud en el trabajo	Programa de seguridad laboral y salud ocupacional en la construcción	Aplicación de normas y reglamentos de seguridad industrial y salud ocupacional durante la construcción	CS-PSS 01
		Política de seguridad industrial y salud ocupacional de la Contratista	CS-PSS 02
Plan de monitoreo y seguimiento	Monitoreo, control y seguimiento del PMA	Fiscalización Ambiental	CR-PMS 01
		Mecanismos de control y seguimiento ambiental	CR-PMS 02
	Monitoreo, control y seguimiento de la calidad ambiental: medio físico	Monitoreo de aguas	CF-PMS 03
		Monitoreo de emisiones y material particulado	CF-PMS 04
		Monitoreo de emisiones electromagnéticas	CF-PMS 05
		Monitoreo de ruido	CF-PMS 06
		Monitoreo de suelos	CF-PMS 07
		Monitoreo climático	CF-PMS 08
	Monitoreo, control y seguimiento de la calidad ambiental: medio biótico	Monitoreo de vegetación	CB-PMS 09
		Monitoreo de fauna terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna	CB-PMS 10
		Monitoreo ictiológico y del componente planctónico	CB-PMS 11
		Monitoreo de macrobentos y calidad biológica del agua	CB-PMS 12
	Monitoreo, control y seguimiento de la calidad ambiental: medio social	Monitoreo del programa de relaciones comunitarias durante la construcción	CS-PMS 13
	Monitoreo para caudal ecológico Qe	Monitoreo para caudal ecológico Qe durante la construcción	CS-PMS 14
	Monitoreo para riesgos y peligros naturales	Monitoreo sísmico	CF-PMS 15
Plan de abandono y entrega del área	Retiro y abandono de obras e instalaciones temporales	Retiro y abandono de áreas de campamento, plantas (trituración, asfalto y hormigón), fuentes de materiales, línea de alimentación y subestaciones	CF-PCA 01
Plan de rehabilitación de áreas afectadas	Restauración e integración paisajística	Rehabilitación de áreas afectadas durante la construcción de la obra	CF-PRC 01
Plan de intervenciones en la cuenca	Participación en los programas de protección,	Participación en el manejo de áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)	CF-PMC 01

PLAN	PROGRAMA	MEDIDAS	CODIGO ESPECIFICACION AMBIENTAL
hidrográfica del Río Santiago	conservación y restauración de los ecosistemas de altura (páramos) y bosques nativos en las cuencas de captación y generación hídrica	Participación en los Programas Socio Bosque del MAE	CF-PMC 02
	Repoblación forestal en el AID del PHS	Repoblación forestal en el Área de Influencia Directa (AID) del PHS	CF-PMC 03

Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

12.5 PMA Etapa de Operación

Tabla 8: Estructura del PMA. Etapa de operación

PLAN	PROGRAMAS	MEDIDAS	CODIGO ESPECIFICACION AMBIENTAL
Plan de análisis de riesgos y de alternativas de prevención	Prevención de riesgos	Prevención para riesgos generados por: Uso de sustancias peligrosas, Instalación de maquinarias o infraestructuras riesgosas; y, potencialidad de accidentes: explosiones, derrames etc.	OR-PAR 01
Plan de prevención y mitigación de impactos	Prevención de la contaminación del aire	Control de emisiones gaseosas y material particulado	OF-PPM 01
		Control de olores en el área del embalse	OF-PPM 02
		Control de emisiones electromagnéticas	OF-PPM 03
	Prevención de la contaminación del ambiente acústico	Control de ruido	OF-PPM 04
	Prevención de la contaminación de suelos y aguas	Operación y mantenimiento del campamento de operación y obras anexas	OF-PPM 05
		Limpieza del embalse y manejo de macrófitas	OF-PPM 06
		Manejo de sedimentos	OF-PPM 07
	Mitigación de afectación a flora y fauna silvestres	Operación del Centro de Rescate y Rehabilitación de Vida Silvestre (CRRVS) durante la etapa operativa del PHS	OB-PPM 08
		Continuidad del plan de salvataje de herpetofauna durante la etapa de operación del PHS	OB-PPM 09
	Prevención ante riesgo geodinámico	Control de sitios inestables y estabilización de taludes	OR-PPM 10
Protección de riberas y manejo de la franja de protección y seguridad del embalse		OR-PPM 11	
Mitigación de impactos a la fauna acuática	Recomendaciones para el régimen de caudal ecológico en condiciones de operación	OB-PPM 12	
Plan de manejo de desechos	Manejo de desechos sólidos no peligrosos	Gestión integral de desechos sólidos no peligrosos en la etapa de operación	OF-PMD 01
	Manejo de desechos líquidos no peligrosos	Gestión integral de desechos líquidos no peligrosos en la etapa de operación	OF-PMD 02

PLAN	PROGRAMAS	MEDIDAS	CODIGO ESPECIFICACION AMBIENTAL
	Manejo de desechos peligrosos y especiales	Gestión integral de desechos peligrosos y especiales, sólidos y líquidos, en la etapa de operación	OF-PMD 03
Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental	Programa de educación y capacitación ambiental al personal de la central hidroeléctrica	Capacitación y educación ambiental al personal del PH Santiago	OS-PCC 01
Plan de relaciones comunitarias	Programa de información y comunicación a la comunidad	Estrategias de difusión, información y comunicación a la comunidad durante la etapa de operación	OS-PRC 01
	Programa de compensación e indemnización	Compensaciones por daños a terceros durante la etapa de operación	OS-PRC 02
	Programa de contratación de mano de obra local	Contratación de mano de obra local para la etapa de operación	OS-PRC 03
	Programa de educación ambiental a la comunidad durante la operación	Continuidad del proceso de educación ambiental a la comunidad iniciado en la etapa de construcción	OS-PRC 04
	Programa de apoyo a la comunidad	Continuidad de los Programas de apoyo a la comunidad en el AID implementados en la etapa de construcción	OS-PRC 05
		Participación para el desarrollo local en el Área de influencia del proyecto estratégico (ADPE)	OS-PRC 06
Plan de contingencias	Contingencias para emergencias en la etapa de operación	Plan de Contingencia para la etapa de operación	OS-PC 01
Plan de seguridad y salud en el trabajo	Programa de seguridad laboral y salud ocupacional en la operación	Aplicación de normas y reglamentos de seguridad industrial y salud ocupacional vigentes a nivel nacional	OS-PSS 01
		Aplicación del Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo de CELEC EP	OS-PSS 02
Plan de monitoreo y seguimiento *	Monitoreo, control y seguimiento del PMA	Fortalecimiento de la UGAS-Promotor para la etapa de operación	O-PMS 01
		Mecanismos de control y seguimiento ambiental para la etapa de operación del PHS	O-PMS 02
	Monitoreo, control y seguimiento de la calidad ambiental: medio físico	Monitoreo de aguas	OF-PMS 03
		Monitoreo de emisiones gaseosas y material particulado	OF-PMS 04
		Monitoreo de emisiones electromagnéticas	OF-PMS 05
		Monitoreo de ruido	OF-PMS 06
		Monitoreo de olores	OF-PMS 07
		Monitoreo climático	OF-PMS 08
	Monitoreo, control y seguimiento de la calidad ambiental: medio biótico	Monitoreo de vegetación	OB-PMS 09
		Monitoreo de fauna terrestre: mastofauna, avifauna, herpetofauna, entomofauna	OB-PMS 10
		Monitoreo ictiológico y componente planctónico	OB-PMS 11
		Monitoreo de macrobentos y calidad biológica del agua	OB-PMS 12
	Monitoreo, control y seguimiento de la calidad ambiental: medio	Monitoreo del Plan de Relaciones Comunitarias en la etapa de operación	OS-PMS 13

PLAN	PROGRAMAS	MEDIDAS	CODIGO ESPECIFICACION AMBIENTAL
	social		
	Monitoreo de caudal ecológico	Monitoreo de caudal ecológico durante la etapa de operación	OF-PMS 14
	Monitoreo para riesgos y peligros naturales	Monitoreo sísmico durante la operación del PHS	OF-PMS 15
Plan de restauración y rehabilitación de áreas afectadas	Restauración paisajística	Seguimiento a la restauración y rehabilitación de las áreas afectadas en la etapa de construcción	OF-PRC 01
Plan de intervenciones en la cuenca de aporte hidrológico	Programa de participación del promotor en la protección, conservación y restauración de los ecosistemas de altura (paramos) y bosques nativos en las cuencas de captación y generación hídrica	Continuidad en la participación en el manejo de áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)	OF-MC 01
		Continuidad en la participación en los Programas Socio Páramo y Socio Bosque del MAE	OF-MC 02
	Repoblación forestal y reforestación en el AID del PHS	Continuidad en la repoblación forestal en el Área de Influencia Directa (AID) del PHS	OF-MC 03

Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

12.6 PMA Etapa de Retiro

Tabla 9: Estructura del PMA. Etapa de retiro

PLAN	PROGRAMA	MEDIDAS Y ESPECIFICACIONES	PROCEDIMIENTOS
Plan de abandono y entrega del área		ESPECIFICACION RFBC-PCA 01: Retiro, abandono y entrega del área del PHS	Procedimientos en el retiro de instalaciones, equipos e infraestructura de campamento de operación
			Procedimientos para el cierre técnico del relleno sanitario
			Procedimientos en el retiro de instalaciones, equipos e infraestructura de casa de máquinas y subestación
			Procedimientos para el retiro de líneas de alimentación internas
			Procedimientos de relaciones con la comunidad
			Procedimientos de educación y capacitación ambiental al personal de la obra
			Procedimientos de prevención de contaminación ambiental
			Procedimientos de manejo de desechos
			Procedimientos de contingencia para la etapa de retiro
			Procedimientos de seguridad y salud laboral
			Procedimientos de rehabilitación y restauración de las áreas afectadas
			Procedimientos de control y monitoreo

Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda. Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda.

12.7 Costos globales del PMA

Los costos globales del PMA del PHS se detallan a continuación:

ETAPA	USD
Construcción	80.409.733,02
Operación	32.219.783,42

Elaborado por: ACOTECNIC. Cía. Ltda.
Fuente: ACOTECNIC. Cía. Ltda.