

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEFINITIVO
PROYECTO HIDROELÉCTRICO TAHUÍN
Version 1.0

Fecha: 09.08.2013

ESTUDIO PROYECTO MULTIPROPÓSITO TAHUÍN

FASE III. DISEÑOS DEFINITIVO

AGOSTO 2013

1.	Antecedentes, objetivos, ámbito, alcance y enfoque.	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Objetivos del estudio.....	3
1.3.	Ambito del estudio	4
1.4.	Alcance del estudio	7
1.5.	Enfoque	8
2.	Metodología	9
2.1.	Procedimiento	9
3.	Marco legal e institucional	12
3.1.	Evolución de la normativa ambiental *	12
3.2.	Instituciones reguladoras y de control	15
3.3.	Procesos administrativos	19
3.4.	Estudio ambiental y permisos.....	21
3.5.	Leyes y Reglamentos	27
3.6.	Acuerdos y Convenios Internacionales.....	55
4.	Descripción del proyecto y análisis de alternativas	56
4.1.	Descripción general del proyecto	56
4.2.	Localización geográfica del proyecto	57
4.3.	Análisis de alternativas	57
4.4.	Análisis ambiental de alternativas	60
4.5.	Instalaciones eléctricas. Línea de evacuación	64

4.6.	Descripción de las obras	65
5.	Area de influencia del proyecto y análisis de riesgos	69
5.1.	Area de influencia	69
5.2.	Análisis de riesgos	70
6.	Caracterización ambiental del área de influencia del proyecto: línea base	86
6.1.	Caracterización del medio físico	86
6.2.	Caracterización del medio biótico.....	119
6.3.	Caracterización del medio humano, socioeconómico y cultural	126
7.	Identificación, evaluación y descripción de impactos ambientales	143
7.1.	Fase de construcción	143
7.2.	Fase de operación	145
7.3.	Identificación de los factores del medio susceptibles de ser impactados por la ejecución del proyecto.....	146
7.4.	Identificación, determinación y valoración de impactos	146
7.5.	Análisis de resultados.....	151
7.6.	Identificación de impactos	152
8.	Plan de Manejo Ambiental.....	158
8.1.	Objetivo general	159
8.2.	Descripción de medidas ambientales	159
8.3.	Presupuesto	222
8.4.	Cronograma	226

9.	Conclusiones y recomendaciones.....	228
10.	Bibliografía.....	228

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.-	Coordenadas geográficas de la presa de Tahuín	4
Tabla 2.-	Regulaciones ambientales ecuatorianas.....	28
Tabla 3.-	Principales eventos sísmicos acaecidos en el sur de Ecuador	72
Tabla 4.-	Matriz de Valoración de Riesgo.....	85
Tabla 5.-	Precipitación media anual en la estación de Tahuín. Fuente: INAMHI.....	88
Tabla 6.-	Resultados de muestras de calidad del aire. Fuente: Universidad Central del Ecuador	90
Tabla 7.-	Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo	91
Tabla 8.-	Resultados de muestras de ruido. Fuente: Universidad Central del Ecuador	91
Tabla 9.-	Resultados de muestras de calidad del agua. Fuente: GRUNTEC.....	101
Tabla 10.-	Sup. de cultivos permanentes, transitorios y pastos cultivados en las parroquias de Arenillas y Piedras. Fuente: INEC.....	103
Tabla 11.-	Cabezas de ganado vacuno y cabezas de vacuno por hectárea de pastos en las parroquias de Arenillas y Piedras.	103
Tabla 12.-	Inventario/Evaluación de la Calidad Escénica. Criterios de ordenación y puntuación. Fuente: BLM, 1980.	110
Tabla 13.-	Modelo de valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.). Fuente: Yeomans, 1986.	112
Tabla 14.-	Valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.) en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.	112
Tabla 15.-	Valores de la fragilidad en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.....	113

Tabla 16.- Clasificación visual para la ordenación del territorio. Fuente: Ramos et al., 1980	113
Tabla 17.- Valores paisaísticos (V.P.). Fuente: Elaboración propia.	114
Tabla 18.- Datos hidrológicos de diseño	116
Tabla 19.- Resguardos de la presa Tahuín	116
Tabla 20.- Caudal Ecológico estimado para el río Arenillas aguas abajo de la Presa Tahuín	117
Tabla 21.- Ubicación de los puntos de muestreo en el trazado de la conducción proyectada.	118
Tabla 22.- Evolución de la población del cantón de Arenillas (INEC)	129
Tabla 23.- Reparto por géneros de la población del cantón Arenillas. (INEC)	129
Tabla 24.- Composición por grupos de edades de la población del cantón Arenillas. (INEC).	129
Tabla 25.- Porcentaje de hijos nacidos vivos según estado conyugal. (INEC).	130
Tabla 26.- Sectores de ocupación económica en el cantón de Arenillas. (INEC).	130
Tabla 27.- Tipos de vivienda en el cantón Arenillas. (INEC).	131
Tabla 28.- Procedencia del agua recibida. (INEC).	131
Tabla 29.- Procedencia de la electricidad doméstica. (INEC).	132
Tabla 30.- Métodos de eliminación de basura doméstica. (INEC).	132
Tabla 31.- Población escolar del cantón Arenillas por grupos de edad. (INEC).	133
Tabla 32.- Población que sabe leer y escribir. (INEC).	133
Tabla 33.- Población en establecimientos de enseñanza regular. (INEC).	133
Tabla 34.- Establecimientos educativos en el cantón Arenillas. (INEC).	134
Tabla 35.- Nivel máximo de instrucción (INEC).	134

Tabla 36.- Indicadores de empleo en el cantón Arenillas.	136
Tabla 37.- Indicadores de pobreza en el cantón Arenillas.	136
Tabla 38.-Beneficiarios de las ayudas a desayuno y almuerzo escolar en el cantón Arenillas.	136
Tabla 39.- Beneficiarios del bono de desarrollo humano en el cantón Arenillas.	137
Tabla 40.- Presupuesto previo a la etapa de construcción	222
Tabla 41.- Presupuesto durante la etapa de construcción	225
Tabla 42.- Presupuesto durante la etapa de funcionamiento	225

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Implantación de las obras	58
Figura 2.- Mapa de las placas tectónicas.	71
Figura 3.- Nivel de amenaza sísmica por cantón en el Ecuador.	73
Figura 4.- Mapa de distribución de terremotos con intensidades superiores a VIII en Ecuador (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).	74
Figura 5.- Mapa regional de nivel de amenaza por tsunami o maremoto en la República del Ecuador.	75
Figura 6.- Mapa de distribución de volcanes potencialmente activos en Ecuador (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).	76
Figura 7.- Mapa de distribución de inundaciones ocurridas en Ecuador por provincias (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).	77
Figura 8.- Mapa de distribución de las principales inundaciones ocurridas en el Ecuador desde 1980 (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).	78
Figura 9.- Mapa de las zonas potencialmente inundables en el Ecuador (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).	79

Figura 10.- Mapa de los deslizamientos ocurridos en el Ecuador en el periodo 1988-1998 (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).	80
Figura 11.- Mapa de las zonas potencialmente inestables por derrumbes y deslizamientos en el Ecuador (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).	81
Figura 12.- Mapa 1:250.000 de susceptibilidad de movimiento del terreno de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (STGR).....	82
Figura 13.- Vista de deslizamientos superficiales observados al pie de la represa de Tahuín.	83
Figura 14.- Diagrama de placas y otras estructuras tectónicas.....	96
Figura 15.- Mapa de las principales estructuras tectónicas en Ecuador.	97
Figura 16.- Vista de la zona de lomas presentes en los alrededores del embalse de Tahuín.	98
Figura 17.- Vista de la zona de lomas presentes en las proximidades de la represa de Tahuín.	99
Figura 18.- Vista del pastizal combinado con matorral y bosque secundario que domina las lomas del entorno del embalse de Tahuín.....	106
Figura 19.- Vista de las plantaciones de banano que conforman la unidad paisajística asociada a los cultivos agrícolas.....	106
Figura 20.- Vista de los cultivos de ciclo corto que junto con el banano conforman la unidad paisajística asociada a los cultivos agrícolas.	107
Figura 21.- Vista del río Arenillas que conforma la unidad paisajística de mayor calidad del entorno de la actuación.	107
Figura 22.- Situación y delimitación de la Cuenca de Arenillas (El Oro, Ecuador)	115
Figura 23. Distribución de las estaciones para la recogida de muestras en el trazado de la conducción proyectada	119
Figura 24.- Ubicación del cantón Arenillas	127
Figura 25.- División parroquial del cantón Arenillas	128

ANEXOS

ANEXO 1.- ANTECEDENTES AMBIENTALES

ANEXO 2.- REPORTE DE ENSAYOS DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDOS

ANEXO 3.- REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS

ANEXO 4.- CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

ANEXO 5.- ESTUDIO DEL MEDIO BIÓTICO

ANEXO 6.- ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

ANEXO 7.- PLANOS

1. Antecedentes, objetivos, ámbito, alcance y enfoque.

1.1. Antecedentes

El Gobierno Ecuatoriano en los años 80 establece la ejecución del proyecto de "Propósitos Múltiples Tahuín" el mismo que se planteó con los siguientes objetivos:

- Riego original para 8,000 Has. y con posibilidad de ampliación.
- Abastecimiento de agua para consumo humano para las ciudades de Arenillas y Huaquillas, y de ser necesario, Santa Rosa.
- Control de inundaciones en la cuenca media y baja del río Arenillas.
- Generación de energía hidroeléctrica con producción de aproximadamente 3.5 Mw.
- Incentivar el Eco turismo y la pesca en la represa de Tahuín.

El proyecto, se ejecutó en varios de sus componentes como el embalse y los canales de riego principales, no ejecutándose la central hidroeléctrica.

Los servicios de consultoría para la elaboración de los "Estudios Proyecto Multipropósito Tahuín", actualmente en operación pretende evaluar el funcionamiento y la eficiencia del Proyecto Multipropósito Tahuín y sus componentes con la finalidad de determinar la vida útil remanente del proyecto, y sobre la base de este análisis llevar a nivel de diseño definitivo los componentes que permitan mejorar la eficiencia del sistema actual y optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico disponible.

La alternativa seleccionada comprende los siguientes aspectos:

- Recrecimiento del aliviadero de la presa de Tahuín de 1,0m e incremento del nivel de explotación a la cota 116 msnm. Con ello se consigue aumentar el volumen de regulación global del embalse Tahuín en unos 4 Hm³, y así el recurso disponible.
- Se incorpora la construcción de una central hidroeléctrica ubicada a pie de presa para una potencia estimada de unos 2,5 Mw, incluyendo la línea eléctrica de conexión hasta la subestación de Arenillas.
- Considera una conducción en presión por gravedad directa desde la presa Tahuín hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de Arenillas para el caudal demandado para abastecimiento. Longitud: 12.350m, diámetro: 600mm.
- Se mantiene el concepto del proyecto original como sistema de aducción por gravedad para el riego desde los canales D3, D4, I1 e I2, en los que mayoritariamente se cultiva arroz. Se consideran las actuaciones necesarias para la mejora y rehabilitación de la infraestructura existente. Se incorpora asimismo la ejecución de las obras necesarias

para completar el proyecto original en los canales de riego D3, D4, I1 e I2 (ver plano nº 1)

- Se considera una conducción en presión por gravedad directa desde la presa Tahuín hasta la zona de riego, para la zona susceptible de ser presurizada, aproximadamente un 30% de la superficie regable. Esta zona corresponde básicamente a la zona dominada por los canales D1 y D2, que por tanto no sería necesario revestir. Igualmente sacaría un ramal a presión desde el principal hacia la margen izquierda del canal I1, donde se encuentra una zona de ampliación del triángulo de Arenillas. Longitud: 15.170m, diámetro: 1.500mm.
- Se busca la integración al sistema de riego de unas 1.400 Ha, en las márgenes izquierda y derecha del triángulo de Arenillas y entre la presa Tahuín y la toma del sistema de riego actual. Algunas de estas zonas están tomando agua de forma irregular del sistema por lo que se trataría de consolidar esas áreas.

Gracias a estas actuaciones se pretende elevar la eficiencia del sistema de un 35% aproximadamente en la actualidad, a alrededor de un 60%.

Con ello se alcanzaría a dotar de riego, con los criterios de garantía establecidos, a una superficie próxima a las 8.000 Ha con recursos del río Arenillas.

Independientemente, se va a realizar la mejora de la red terciaria del sistema de riego del triángulo de Arenillas, para lo que se ha acordado una Adenda al contrato principal.

1.1.1. Introducción

El presente Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico de Tahuín se integra en los "Estudios Proyecto Multipropósito Tahuín", según Contrato de Consultoría firmado el 6 de junio de 2012 entre el Instituto Nacional de Preinversión (INP) como órgano de contratación y la SOCIEDAD INTERAMERICANA DE AGUAS Y SERVICIOS S.A (INASSA) como Consultora.

Como parte del proyecto, el Estudio de Impacto Ambiental pretende determinar la importancia de los recursos ambientales afectables en este sector (referentes al medio físico, biológico y humano), estimar la posible afección que pudiera producirse durante la construcción, operación y mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Tahuín de 3,5 MW y de línea eléctrica de alta tensión que la conecta con la subestación de Arenillas, y proponer medidas de prevención, mitigación y remediación con la finalidad de minimizar las acciones negativas previsibles hasta hacerlas compatibles, optimizando los positivos.

La presa fue construida entre 1978 y 1989 mediante una presa de materiales sueltos con núcleo de arcilla. En diciembre de 1987 se terminó el tapón del cierre del desagüe de fondo y se comenzó el embalse de aguas.

Actualmente la presa garantiza el riego por gravedad de unas 7.000 ha vía regulación de aguas invernales, que permite la derivación de 7 m³/s mediante una obra o azud de captación aguas abajo en el mismo río Arenillas donde se inicia el sistema de riego.

Paralelamente a la construcción de la presa de Tahuín, y en su último período constructivo, se comenzó a proyectar y ejecutar entre 1987 y 1989 un dique denominado «Cierre de Pénjamo», dique homogéneo de arcilla, con una longitud de 900 m y una altura de 18 m.

En los espaldones, tanto aguas arriba como aguas abajo, el terraplén cuenta con una capa de filtro de 50 cm de espesor y un rip-rap de 60 cm de espesor. El talud de aguas arriba es e 2.5H/1V y el de aguas abajo es de 2H/1V. La finalidad de este dique, era cerrar una pequeña ensenada que topográficamente quedaba por debajo de las diferentes cotas de embalsado de agua de la presa Tahuín, cerrando la misma hasta la cota 120 m.s.n.m.

1.2. Objetivos del estudio

1.2.1. Objetivos generales

- Identificar y evaluar los impactos ambientales significativos, directos e indirectos, de las fases de construcción, operación, mantenimiento de las actividades del proyecto hidroeléctrico, de acuerdo con los requerimientos de la legislación nacional, regional y local existentes.
- Cumplir con las disposiciones de la Ley de Gestión Ambiental y del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS), en especial con el Libro VI y el proceso de licenciamiento ambiental de proyectos.
- Cumplir con lo dispuesto en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias del Sector Eléctrico, en lo referente a permisos de generación, y en las leyes y regulaciones nacionales vigentes.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Identificar y evaluar los impactos del proyecto sobre el medio ambiente, producto de la construcción, operación, mantenimiento y abandono, de conformidad con la legislación ambiental existente.

- Desarrollar un plan de manejo ambiental para prevenir, evitar, mitigar, compensar o remediar los impactos ambientales que sean considerados significativos para las fases de construcción, operación, abandono y/o retiro del proyecto.

1.3. Ambito del estudio

La represa tiene estructuras importantes para regulación del agua que se extrae del embalse, como son:

1. Desagüe de Fondo
2. Galerías de Inspección a pie de núcleo, aguas abajo
3. Galerías de Inspección bajo el núcleo
4. Aliviadero
5. Cuerpo de la presa
6. Elementos metálicos
7. Pantalla de impermeabilización
8. Aparatos de auscultación
9. Instalaciones eléctricas
10. Obras exteriores

1.3.1. Marco físico

La presa de Tahuín está ubicada sobre el río Arenillas formando parte del sistema de riego de la margen izquierda del mismo.

La presa Tahuín está localizada en el río Arenillas a 14 km. al sureste de la ciudad de Arenillas del Cantón Arenillas, Provincia de El Oro, en las coordenadas geográficas:

Coordenadas geográficas de la presa de Tahuín	
Sur	03° 37' 30"
Este	80° 00' 10"

Tabla 1.- Coordenadas geográficas de la presa de Tahuín

La cuenca de alimentación de la presa de Tahuín posee una superficie de 500 km² de terreno montañoso, cuya precipitación promedio anual llega a en torno a 1.200 mm en la parte alta (cota 2000 msnm) y 800 mm en la parte más baja (cota 70 msnm). El aporte medio del río Arenillas al embalse según la información hidrológica actualizada es de 192 hm³ para el período que va desde 1964 a 2012.

La disponibilidad hídrica del río Arenillas no sólo varía anualmente, sino también de forma interanual con ciclos húmedos y ciclos secos, oscilando en periodos de 5 a 6 años. Además

la cuenca se ve influenciada por el fenómeno de El Niño, que marca las máximas precipitaciones anuales, en función de la intensidad con la que se presenta.

1.3.2. Cuerpo de presa

La presa de Tahuín presenta una tipología de presa de materiales sueltos con núcleo central de arcilla.

Los materiales utilizados en el cuerpo de presa son:

- Núcleo: está realizado en arcilla limosa, con un volumen de material de 278.000 m³. Está ubicado en el centro de la cortina.
- Filtros: presenta dos tipos de filtros. El primero, en contacto con el núcleo, presenta un ancho de cuatro metros y está realizado en arena. El segundo, realizado con ripio y con dos metros de ancho, está ubicado en entre el primer filtro y la escollera. Las capas de filtros se encuentran a ambos lados del núcleo. El volumen total que representan los filtros es de 161.000 m³ de material.
- Escollera: ubicada en el exterior del cuerpo de presa, tanto aguas arriba como aguas abajo. Se utilizó como material serpentina gris. Representa un volumen de material de 884.000 m³.

Desde un punto de vista geométrico, el cuerpo de presa presenta las siguientes características:

- Cota de cimentación más baja: 70 msnm
- Cota de coronación: 120 msnm
- Altura máxima de la cortina: 50 m
- Talud aguas arriba: 2H/1V
- Talud aguas abajo: 1.8H/1V
- Ancho en coronación: 12 m
- Longitud de coronación: 430 m
- Talud aguas arriba del núcleo y los filtros: 0.5H/1V
- Talud aguas abajo del núcleo y los filtros: 0.3H/1V

1.3.3. Aliviadero

El aliviadero está situado en el estribo derecho, y está compuesto por un vertedor lateral de 45 m de longitud. El vertedor es libre, es decir, no está regulado por ningún tipo de compuerta. Así mismo tampoco presenta ninguna pasarela por encima por lo que no hay pilas, presentando toda su longitud libre de obstáculos.

El aliviadero está dimensionado para evacuar un caudal máximo de vertido estimado según proyecto de 369 m³/s considerando una carga de diseño de 2.75 m de altura de agua sobre el labio.

La cota del labio de vertido es la 115 msnm, teniendo el embalse los siguientes niveles:

- Nivel máximo de crecida: 117.75 msnm
- Nivel máximo normal: 115.00 msnm
- Nivel mínimo de operación: 90.00 msnm
- Cota de coronación de la presa: 120.00 msnm
- Cota desagüe de fondo: 87.50 msnm

Según la curva de capacidad del embalse en función a la cota, se estiman los siguientes volúmenes a partir de los niveles anteriores:

- Volumen muerto: 7.00 hm³
- Volumen útil: 203.7 hm³
- Volumen total: 210.70 hm³

El caudal aliviado se conduce al río a través de un canal que presenta la siguiente tramificación:

- Zona de acceso: tiene una longitud de 45 m (más 15 m de transición) de sección trapezoidal con 3 m de ancho en la solera
- Tramo embovedado: tiene una longitud total de 140 m con dos tramos diferenciados, el primero de 96 m y pendiente de 22% y el segundo de 44 m de longitud y una pendiente del 7%. Este tramo se diseñó con bóveda debido a un posible deslizamiento de un pequeño promontorio adyacente al mismo. Sin embargo, dicho promontorio fue eliminado durante la fase de ejecución de la presa por lo que dicha bóveda actualmente no cumple ningún propósito.
- Tramo abierto: tiene 60 m de longitud con el 6.25 % de pendiente, de sección rectangular, de 10 m de ancho y 3.50 m de alto, más el sector final del trampolín, de 3.50 m de longitud, que termina a la cota 70.90 msnm.

1.3.4. Desagüe de fondo

El desagüe de fondo es un ducto que atraviesa el cuerpo de la presa y tiene una longitud de 210 m. Está constituido por una galería central de 40 m² de sección interior útil y dos galerías laterales de 3.15 m² de sección útil cada una. Realizado inicialmente para evacuar el flujo del río durante la construcción de la presa, fue cerrado a la entrada, como igualmente lo fueron las dos galerías laterales, con un tapón de hormigón.

Dentro de la galería central, que tiene forma de herradura con 6.00 m de ancho de solera y 7.00 m de alto, han sido colocadas 3 tuberías metálicas de 1.600 mm de diámetro y 8 mm de espesor, conectadas con la embocadura del agua a cota 87.50 msnm y controladas cada una por dos compuertas Bureau de sección rectangular 1.20 x 1.80 m, situadas en la cámara de válvulas. La sección de hormigón es variable siendo el mínimo de 0.80 m en la clave del arco de la galería central. Dicha cámara, así como el primer tramo de la galería, se encuentran al interior del espaldón en piedra escollera de aguas arriba, y está por lo tanto en contacto directo con el agua del embalse.

1.4. Alcance del estudio

Acorde con el artículo 24 del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas (RAAE), el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) se preparará en la fase avanzada de los estudios del proyecto eléctrico. Proporcionará la evaluación detallada de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto y se constituirá en una herramienta para la toma de decisiones que permita prevenir, mitigar y/o compensar los impactos significativos negativos y potenciar los positivos que se identifiquen.

El EIAD contendrá:

- a) Un resumen ejecutivo del EIAD;
- b) La descripción técnica detallada del proyecto eléctrico;
- c) La justificación detallada ambiental de la alternativa para el emplazamiento o trazado que haya sido seleccionada con vistas a reducir los impactos ambientales;
- d) Línea de base: descripción detallada de los medios antrópico y natural (biótico y abiótico), de los ecosistemas afectados;
- e) La definición de las áreas de influencia directa e indirecta a base de los lineamientos que el CONELEC establezca;
- f) La identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales negativos y positivos y la descripción detallada de los impactos determinados como significativos; y,
- g) El Plan de Manejo Ambiental detallado.

1.5. Enfoque

El Proyecto Hidroeléctrico Tahuín se enmarca en la Categoría C que corresponde a proyectos o actividades con Alto Riesgo, establecida por el CONELEC para actividades de generación de energía hidroeléctrica en el Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyectos y Actividades Eléctricas (2004). Esta categoría se aplica a proyectos que poseen el potencial de causar impactos ambientales considerados significativos, y las medidas de mitigación o compensación son Complejas.

El estudio presente identifica y evalúa los impactos ambientales significativos durante la etapa de construcción, operación y retiro del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín. El nivel de detalle de los análisis y evaluaciones presentados guarda concordancia con la significancia de los impactos ambientales identificados.

Para el desarrollo de la línea de base, Se utilizará, como referencia, los antecedentes del EIAP respecto a la identificación de las variables ambientales que serán objeto de impactos ambientales significativos.

Para la descripción de la Línea de Base Ambiental en el área de influencia directa se utilizará información detallada, basada en estudios de campo, cartografía de detalle y encuestas a la población afectada e interesada y otras.

En general, para la descripción de la Línea de Base Ambiental en el área de influencia indirecta se utilizará información secundaria, cartografía básica y temática a nivel de semi-detalle, y los resultados de visitas de verificación en el terreno.

En cuanto al plan de manejo ambiental (PMA), su objetivo es buscar las mejores formas de ejecutar el proyecto de manera que los impactos ambientales negativos sean eliminados o minimizados y los beneficios ambientales sean incrementados.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) estará conformado por un conjunto de programas y acciones que permitan: identificar, seleccionar y diseñar las medidas de mitigación y compensación; aplicar adecuada y oportunamente las medidas; evaluar el cumplimiento y efectividad de dichas medidas; y, adoptar oportunamente las acciones correctivas, cuando se observen desviaciones perjudiciales en el comportamiento de los impactos o en los factores de impacto (causales). El PMA deberá diferenciar los programas y acciones a tomar en las etapas de construcción, operación y retiro, en lo aplicable.

Los procesos de participación ciudadana implementados durante la elaboración del estudio se desarrollan acorde a lo establecido en el Artículo 20 del Libro VI del TULAS.

2. Metodología

2.1. Procedimiento

La evaluación de las afecciones ambientales trata de identificar, describir y evaluar adecuadamente, en función de cada caso particular, los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores siguientes:

- Medio físico: El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje
- Medio biótico: La flora y la fauna
- Medio socio-cultural: Los bienes materiales y el patrimonio cultural

Así mismo, recoge las informaciones que el promotor del proyecto debe proporcionar para la realización del EIA, que debe contener, al menos:

- Una descripción del proyecto que incluya información relativa a su emplazamiento, diseño y dimensiones
- Una descripción de las medidas previstas para evitar y reducir los impactos negativos y, si fuere posible, remediarlos.
- Los datos necesarios para identificar y evaluar los efectos principales que el proyecto pueda tener sobre el medio ambiente.

Establece mecanismos de participación pública con objeto de que todas las partes implicadas puedan objetar aquellos aspectos del proyecto que consideren oportunos, así como los medios que permitan informar al público de la decisión adoptada respecto al proyecto.

El objetivo del estudio es evaluar la naturaleza y magnitud de los impactos originados sobre el medio físico, el medio biológico y el medio humano que serían potencialmente afectados por la actuación proponiendo medidas preventivas y correctoras, técnicas y económicamente viables, para minimizar los efectos negativos hasta niveles aceptables.

En base a la normativa ambiental y los procedimientos para este tipo de estudios, el esquema básico para desarrollar en el EIAD será:

- Descripción del Proyecto
- Marco Legal e Institucional
- Línea de base
- Evaluación de impactos ambientales
- Plan de Manejo Ambiental
- Definición de la Categorización Ambiental
- Conclusiones y recomendaciones

- Anexos Planos y Mapas

2.1.1. Contenidos específicos de la línea base

La fase de descripción del medio o Línea Base presenta las principales características del entorno ambiental en que se desarrolla el proyecto para los distintos factores ambientales, concretamente: encuadre geográfico, topografía, clima, edafología, uso del suelo, red hidrológica, hidrogeología, geología, flora, fauna, espacios protegidos, paisaje, patrimonio cultural y arqueológico, demografía y economía.

A continuación se expone una breve exposición general de los principales parámetros que caracterizan cada uno de estos factores:

- Clima: Datos generales de las estaciones meteorológicas más próximas a la zona de actuación.
- Uso del suelo: Tierras de cultivo, viviendas y otros asentamientos en la superficie de derecho de la salida de la represa Tahuín.
- Red hidrológica: Comportamiento hidrológico de los cauces interceptados. Erosionabilidad. Modificaciones de cauces originados por el proyecto hidroeléctrico Tahuín. Calidad de las aguas.
- Riesgos: Inundaciones y sismos.
- Flora: Area protegida de la Cuenca del río Arenillas.
- Fauna: Existen especies de aves en peligro de extinción dentro del área como parte de la Zona de Endemismos Tumbesina. Especies vulnerables detectadas el área de influencia, especialmente los quirópteros Murciélago Frutero del Suroccidente, Murciélago Vespertino del Suroccidente y Murciélago Ahumado del Suroccidente.
- Espacios protegidos: Area protegida de la Cuenca del río Arenillas.
- Demografía: Datos generales de la población.
- Identificación y caracterización de las acciones inherentes al proyecto y sus efectos sobre el medio.

Una vez efectuados el inventario y valoración ambiental del entorno potencialmente afectado por el proyecto (pasivos ambientales) y analizadas las actuaciones proyectadas, corresponderá la identificación y caracterización de las acciones del proyecto que pueden generar impactos sobre los distintos factores ambientales.

La identificación de las acciones potencialmente impactantes se ha dividido de acuerdo con las distintas etapas del proyecto: fase de construcción, funcionamiento y abandono.

Se seleccionarán y agruparán de tal forma que las acciones consideradas cumplan, en la medida de lo posible, los siguientes requisitos:

- Que sean significativas
- Que sean independientes
- Que sean cuantificables

De acuerdo con estos criterios se elaborarán dos listados de acciones relativas a las fases de ejecución del Proyecto que configuran las columnas de las matrices de identificación y valoración de impactos.

2.1.2. Identificación y evaluación de los nuevos impactos ambientales de la actividad

Una vez concluida la Línea Base, con la caracterización de los diversos factores ambientales que conforman el Medio sobre el que se proyecta implantar la actuación, se procede a señalar las alteraciones potenciales.

En definitiva se trata de realizar un estudio exhaustivo de las posibles afecciones ambientales ocasionadas por el proyecto, estableciendo para ello una metodología que, por fases, consiste en: identificación de impactos, caracterización y evaluación de impactos y descripción y valoración de impactos.

La identificación de los diferentes impactos ambientales se efectuará mediante matrices de interacción causa-efecto, las mismas que considerarán las actividades del proyecto enmarcadas en las fases de construcción, operación, mantenimiento y abandono así como los factores ambientales que pueden verse afectados por estas actividades.

La evaluación de los impactos previamente identificados se realizará mediante una metodología que permita determinar los tipos de impactos, la tendencia y magnitud de los mismos, en base a criterios de carácter, importancia y reversibilidad.

Una vez identificados y evaluados los respectivos impactos, será necesario describirlos con el fin de justificar la clasificación, y valoración asignada.

De esa manera se podrá establecer y priorizar los impactos, sobre los cuales se deberán aplicar medidas para prevenirlos, mitigarlos y controlarlos.

2.1.3. Plan de Manejo Ambiental

Una vez identificadas y evaluadas las actividades y efectos directos e indirectos que generarían impactos negativos en el medio ambiente, se debe establecer un programa de prevención, control y mitigación de dichas acciones, para que se realicen según las leyes y normas vigentes.

El plan de manejo ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, prácticas y acciones orientadas a la protección del Ambiente frente a las actividades propias del proyecto.

Este plan describe las actividades que deben ser ejecutadas para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos, durante las fases de construcción, operación y mantenimiento y de abandono del proyecto. Además, el plan de manejo ambiental busca mejorar y optimizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación de las fases del proyecto.

El presente Plan de Manejo Ambiental deberá ser considerado una herramienta dinámica, es decir variable en el tiempo, la cual deberá ser revisada, actualizada y mejorada continuamente por la entidad encargada de la construcción y funcionamiento del Proyecto, buscando de esta forma mejorar y maximizar las técnicas de protección ambiental. Estas mejoras podrán ser hechas en todas las fases del proyecto.

2.1.4. Equipo de trabajo

El equipo de trabajo, que ha llevado a cabo las distintas funciones de redacción del EIAD, está constituido por la empresa GESAMBCONSULT Consultores Cía. Ltda.

3. Marco legal e institucional

3.1. Evolución de la normativa ambiental *

Ecuador formalizó su marco regulatorio en materia de protección ambiental (prevención y control de la contaminación) en los años setenta a través de la expedición del Código Salud de 1971, la Ley de Aguas de 1972 y, principalmente, la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en 1976. La Ley de Prevención y Control de la Contaminación fue el principal instrumento regulatorio en materia de protección ambiental, sin embargo ésta no empezó a ser reglamentada hasta 1989. Esta ley instituyó un esquema institucional basado en la coordinación sectorial o de ministerios y otras entidades del gobierno central en el marco del denominado *Comité Interinstitucional de Protección del Ambiente*. La falta de los instrumentos legales necesarios para la operación regular del Comité y la ausencia de políticas estatales para unificar los criterios de aplicación de las normas por parte de las entidades de aplicación de las mismas, contribuyeron a la virtual inefectividad de este cuerpo jurídico. En forma paralela a esta ley, otros cuerpos normativos confirieron a diferentes entidades del gobierno central competencias sobre el control de la contaminación ambiental.

En 1996 se creó el Ministerio del Ambiente, lo cual hizo suponer una consolidación de la gestión ambiental. No obstante, debido al escaso respaldo técnico que acompañó a la decisión política de crear este Ministerio, no se efectuaron los ajustes institucionales que habrían permitido a éste concretar un esquema eficaz de gestión. El nuevo ministerio tuvo que superponerse a una estructura de administración en materia ambiental existente, la cual no sufrió cambios de importancia en materia de prevención y control de la contaminación.

En este esquema centralizado y disperso, la gestión se efectuó sectorial mente o enfocada a recursos naturales específicos. Por ejemplo, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos y el Consejo Nacional de Recursos Hídricos tienen competencias ambientales sobre el recurso agua, el Consejo Nacional de Electricidad sobre el sector eléctrico, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda asume competencias en Agua Potable, entre otros. El Ministerio del Ambiente se superpone a esta estructura existente.

Naciones Unidas, en su informe de misión técnica (Raufer, 2002) concluye que existen preocupaciones sobre la habilidad del Ministerio del Ambiente para servir su función, debido a los componentes sectoriales en las relaciones que se presentan. Si bien las interrelaciones geográficas pueden ser encontradas en todo el mundo, lo mismo no puede decirse de los lazos o relaciones sectoriales.

La Comisión Asesora Ambiental (CAAM) creada por la Presidencia de la República afirma: "La dispersión legal de la legislación ecuatoriana atenta contra la aplicación efectiva de las normas relativas al medio ambiente, el problema de la dispersión jurídica se encuentra también en otros países latinoamericanos que como el Ecuador han aplicado un tratamiento sectorial a la gestión ambiental evitando que el medio ambiente sea una consideración transectorial que afecta horizontalmente todas y cada una de las entidades administrativas del Estado..." CAAM (1995).

En 1999, la Ley de Gestión Ambiental, con un enfoque descentralizador, se insertó en la legislación y la gestión en materia ambiental a la par de reconocer al Ministerio del Ambiente como la Autoridad Ambiental Nacional, se ratificó la participación de los municipios y consejos provinciales en materia ambiental (Real, 1999).

Las municipalidades empiezan a incursionar en labores de prevención y control de la contaminación ambiental a inicios de los años noventa, amparados en la Ley de Régimen Municipal de 1971 y luego apoyados por las reformas legales y constitucionales sobre descentralización, que se efectuaron en ese período. Esta incursión en asuntos ambientales se realiza básicamente debido a los escasos resultados obtenidos por las instituciones del gobierno central en materia de gestión ambiental.

Al comentar el proceso de transferencia de atribuciones a favor de las municipalidades, sostiene que "La situación ha empezado a cambiar por un lado por el comienzo de la participación de las Municipalidades de las ciudades grandes en esta gestión, por la creación del Ministerio del Ambiente y por la promulgación de la Ley de Gestión Ambiental que en principio refuerza la gestión ambiental descentralizada y por tanto la gestión de los municipios."

En el panorama administrativo que se generó con las reformas legales citadas, es evidentemente, el de un marco institucional en transición, en el que puede observarse claramente como en torno al Ministerio del Ambiente, se disponen las entidades u organismos recién creados (Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable y Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental) o que están adquiriendo atribuciones ambientales (gobiernos seccionales), con las entidades del gobierno central que tienen atribuciones ambientales desde antes de las reformas legales y que en general no han descentralizado hacia los gobiernos locales sus competencias. La transición es de un estado que administraba la gestión ambiental sectorialmente y de manera centralizada a un estado que intenta impulsar la administración ambiental de manera descentralizada y territorial (no sectorial).

La superposición o concurrencia de funciones de las instituciones públicas al interior de una misma jurisdicción crea la necesidad de probar un mismo hecho ante dos o más instituciones diferentes (al menos una del gobierno central y otra del gobierno local). La duplicación de obligaciones ambientales se produce en todos los ámbitos del medio ambiente, más aún con la coexistencia de un esquema institucional de control por sectores y un esquema territorial.

Un avance significativo en esa dirección se ha logrado con la expedición de los reglamentos a la Ley de Gestión Ambiental: Sistema Único de Manejo Ambiental (Título I) y Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Título IV) del Libro 6 (De la Calidad) del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido en Diciembre 16, 2002 y Marzo 31, 2003. Estos reglamentos establecen la obligatoriedad de la coordinación interinstitucional para los reguladores que no hayan descentralizado sus competencias e impulsan en el mediano plazo la descentralización tal como lo dispone la Constitución y la Ley.

() Tomado en su totalidad del Estudio "Proyecto de Reglamento y Normas a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación" preparado por Efficácitas Consultora Cía. Ltda. para la Cooperación Técnica No Reembolsable ATN/SF-6798-EC, Ministerio del Ambiente del Ecuador y Banco Interamericano de Desarrollo.*

3.2. Instituciones reguladoras y de control

Considerando el marco institucional vigente a continuación se presentan los principales reguladores que en materia ambiental conciernen a las actividades del Embalse de la Represa de Tahuín.

3.2.1. Medio ambiente

3.2.1.1. Ministerio del Ambiente

La Ley de Gestión Ambiental No. 2004-019, determina que la Autoridad Ambiental Nacional será ejercida por el Ministerio del Ambiente que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Le corresponde al Ministerio, entre otras:

- Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes.
- Definir un sistema de control y seguimiento de las normas y parámetros establecidos y del régimen de permisos y licencias sobre actividades potencialmente contaminantes.
- Dirimir los conflictos de competencia que se susciten entre los organismos integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, la resolución que se dicte al respecto causará ejecutoría.

El Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria expedido por el Ministerio del Ambiente (DE 3399, RO 725, 16 Diciembre 2002) viabiliza las disposiciones de la Ley de Gestión Ambiental. El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), así como el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y sus normas técnicas conforman el subsistema creado para la evaluación de impactos ambientales, licenciamiento y monitoreo ambiental aplicable a los regulados ambientales o cualquier actividad que tenga el potencial de afectar la calidad de los recursos agua, aire o suelo como resultado de sus acciones u omisiones.

Además, en cumplimiento a lo dispuesto en la Constitución, el Ministerio del Ambiente, ha impulsado la descentralización en materia ambiental hacia los gobiernos seccionales mediante la suscripción del siguiente convenio:

- "Convenio Marco de Transferencia de Competencias del Ministerio del Ambiente hacia los Gobiernos Seccionales" que determina las competencias, funciones, atribuciones y responsabilidades que se transferirán desde el Ministerio del Ambiente a los gobiernos seccionales autónomos; y, establecer los criterios y procedimientos generales para la

transferencia, a los cuales se remitirán los convenios específicos a suscribirse con cada Consejo Provincial a nombre de su provincia.

3.2.1.2. CONELEC

El Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) regula, controla, planifica y desarrolla las políticas energéticas para el sector eléctrico del Ecuador. CONELEC, como lo establece el artículo 2 de la Ley, es la única entidad pública que puede, en beneficio del Estado concesionar o delegar a otros sectores de la economía la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

CONELEC tiene las siguientes funciones y deberes de acuerdo a la ley:

- Regular el sector eléctrico y observar el cumplimiento de los aspectos legales, estatutos y otras normas técnicas de electrificación del país, de conformidad con las políticas energéticas nacionales.
- Establecer las regulaciones, que deben ser cumplidas por los generadores, compañías de transmisión, distribuidores, el CENACE, y los clientes del Sector Eléctrico. Dichas regulaciones deben regular aspectos tales como seguridad, protección ambiental, normas técnicas y procedimientos para conocimiento de terceras personas.

El Reglamento Ambiental para las Actividades Eléctricas en los Art. 9, 11 y 12 se menciona la coordinación que el CONELEC deberá Contemplar con el Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Energía y Minas (Subsecretaría de Protección Ambiental) y las entidades del Régimen Seccional Autónomo (Municipios y Consejos Provinciales), respectivamente para la aplicación de las políticas ambientales, dentro del ámbito de su competencia. Estos mecanismos de coordinación se extienden a todas las entidades que forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA).

De acuerdo al Art. 13, literal a) de este reglamento les corresponde a los concesionarios y titulares de permisos y licencias para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica: Presentar a consideración y calificación del CONELEC el EIA y su correspondiente PMA, de todo nuevo proyecto, obra o instalación a que se refiere el Art. 19 (Mayores a 1 MW y líneas de transmisión) el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD), estudio que, luego de aprobado, será remitido por el interesado al Ministerio del Ambiente para que se le conceda la Licencia Ambiental respectiva.

Al momento, CONELEC se encuentra en facultad de otorgar la Licencia Ambiental a los proyectos del sector eléctrico, esto en virtud de la Resolución 173, publicada en el R. O. No. 552 del 28 de marzo del 2005, "Apruébese y Confiérase al Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), la acreditación como autoridad ambiental de aplicación responsable del sector

eléctrico". En su artículo 2 la Resolución 173 establece que "el Ministerio del Ambiente delega al CONELEC, como Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr), la facultad exclusiva de emitir licencias ambientales en el sector eléctrico y siendo el CONELEC el único ente público acreditado a nivel nacional como autoridad ambiental de aplicación en dicho sector correspondiéndole, en todos los casos, liderar y coordinar la aplicación del proceso de evaluación de impactos ambientales de todos los proyectos o actividades eléctricas, con excepción de aquellos proyectos que se encuentren total o parcialmente dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado, y no estén comprendidos en lo establecido en el Art. 12 del SUMA. En este caso, será directamente el Ministerio del Ambiente el que emita las licencias ambientales."

3.2.1.3. Gobiernos seccionales

La división política y administrativa del Ecuador incluye gobiernos seccionales autónomos: Municipalidades y Consejos Provinciales.

El Consejo Provincial representará a la provincia y, además de las atribuciones previstas en la ley, promoverá y ejecutará obras de alcance provincial en vialidad, medio ambiente, riego y manejo de las cuencas y microcuencas hidrográficas de su jurisdicción.

En el caso de las municipalidades, cada cantón (ciudad + parroquias rurales) constituirá un municipio. Su gobierno estará a cargo del Concejo Municipal, cuyo personero máximo será el alcalde. Las atribuciones del Alcalde y el Concejo se encuentran previstas en la Ley de Régimen Municipal.

De conformidad a lo dispuesto en el Art. 238 de la Constitución de la República, los gobiernos autónomos descentralizados gozarán de autonomía política, administrativa y financiera, y se regirán por los principios de solidaridad, subsidiariedad, equidad interterritorial, integración y participación ciudadana.

Así, en el Registro Oficial No.13, Edición Especial, de fecha 25 de Enero del 2008, se publicó la Ordenanza que Regula la Gestión Descentralizada de la Competencia Ambiental, mediante la cual el Gobierno Provincial Autónomo de El Oro establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, niveles de participación de los sectores públicos y privados en la gestión ambiental provincial y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Posteriormente, la REFORMA DE LA ORDENANZA QUE REGULA LA GESTION DESCENTRALIZADA DE LA COMPETENCIA AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE EL ORO, fue discutida y aprobada por el Gobierno Provincial Autónomo de El Oro, en sesiones ordinarias

celebradas el 25 de Mayo y 9 de Junio del 2010, siendo aprobada definitivamente en la última de las sesiones mencionadas.

3.2.1.4. Secretaría Nacional del Agua

En busca de otorgar un manejo integrado a los recursos hídricos del país, en 1994, el Gobierno del Ecuador separa las funciones normativas y reguladoras de las de prestación del servicios, de esta forma se establece el Consejo Nacional de Recursos Hídricos -CNRH- como Autoridad Nacional del Agua -funciones normativas y reguladoras- y, las instituciones de manejo sectorial del agua -prestadoras de servicios, conocidas como Corporaciones Regionales de Desarrollo.

Mediante Decreto 1088 publicado en el Registro Oficial N° 346 se reorganiza el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) mediante la creación de la Secretaría Nacional del Agua, como una entidad de derecho público adscrita a la Presidencia de la República, con patrimonio y presupuesto propios, con independencia técnica, operativa, administrativa y financiera, y domicilio en la ciudad de Quito.

3.2.2. Salud y seguridad industrial

3.2.2.1. Organismos de control

3.2.2.2. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) dispone como instrumento regulatorio el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Este reglamento tiene como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del ambiente laboral.

De igual forma el IESS presta los servicios de un seguro médico y de fondos provisionales para los empleados afiliados. En el sector privado, el seguro se mantiene mediante la aportación obligatoria mensual del 20.5% repartidos de la siguiente manera: 9.35% de los trabajadores y el 11.15% por parte del empleador.

3.2.2.3. Instituto ecuatoriano de normalización (INEN)

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), nace el 28 de Agosto de 1970 como el organismo oficial de normalización, certificación y metrología. Este instituto es una entidad adscrita al Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca.

El INEN administra el Sistema Nacional de Normalización Técnica y el Sistema de Certificación de Productos, seguridad, cumplimiento metrológico, normas ambientales de productos de exportación. Además, promueve acciones de educación al consumidor y de verificación del cumplimiento de normas técnicas ecuatorianas.

El INEN es el organismo emisor de normas voluntarias y obligatorias para la estandarización de productos, servicios y metrología en general.

3.3. Procesos administrativos

La necesidad de obtener una licencia ambiental para el Proyecto Hidroeléctrico Tahuín está establecida en el Art. 20 de la Ley de Gestión Ambiental: "Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia ambiental respectiva, otorgada por el Ministerio del Ramo".

De acuerdo a lo dispuesto en el Sistema Único de Manejo de Ambiental - SUMA, el Proyecto Hidroeléctrico Tahuín debe presentar el estudio de impacto ambiental ante la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (AAAr), el Ministerio del Ambiente.

Mediante Oficio de 5 de agosto de 2013, la Demarcación Hidrográfica de Jubones solicitó a la Dirección Provincial del Ambiente de El Oro el preceptivo Certificado de Intersección, dando inicio al proceso de evaluación de impacto ambiental para la emisión de la licencia ambiental del proyecto.

La solicitud señala que el proyecto SI Intersecta con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) y Patrimonio Forestal del Estado (PFE): **Bosque Protector Río Arenillas presa Tahuín.**

- Definición de la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable

La legislación ambiental del Ecuador, en su Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS), establece los requisitos y procedimientos para un proceso de evaluación de impactos ambientales. El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), en su artículo 1, indica que el subsistema de evaluación de impactos ambientales abarca el proceso de presentación, revisión, licenciamiento y seguimiento ambiental de un proyecto propuesto.

Conforme lo establece el Art. 10 del SUMA, respecto a la Coordinación a través de la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAr): "Dado que un proceso de evaluación de impactos ambientales es una tarea interdisciplinaria que, por lo general, involucra estudios y análisis sobre variados recursos naturales y/o aspectos ambientales, bajo la

responsabilidad de diferentes administraciones sectoriales y seccionales, y por ende puede involucrar a varias autoridades ambientales de aplicación dentro de su respectivo ámbito de competencias, es necesario identificar el marco legal e institucional para cada actividad o proyecto propuesto en los correspondientes términos de referencia para un estudio de impacto ambiental, conforme lo establecido en los artículos 16 y 21 de este reglamento o, incluso, previo al inicio del proceso de evaluación de y aprobación de impactos ambientales, en este caso únicamente en función de la descripción de la actividad o proyecto propuesto.

A través de este análisis legal e institucional se identifica la autoridad ambiental de aplicación responsable del proceso de evaluación de; impactos ambientales, conforme lo establecido en el artículo siguiente."

De acuerdo con el Art. 21 del SUMA: "Antes de iniciar el proceso de evaluación de impactos ambientales, esto es previo a la elaboración de la ficha ambiental o el borrador de los términos de referencia, según el caso, y en función de la descripción de la actividad o proyecto propuesto, el promotor identificará el marco legal e institucional en el que se inscribe su actividad o proyecto propuesto. El análisis institucional tiene como finalidad la identificación de todas las autoridades ambientales de aplicación que deberán participar en el proceso de evaluación de impactos ambientales, así como la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAr) que liderará el proceso. Este análisis formará parte integrante de la ficha ambiental o del borrador de los términos de referencia para el estudio de impacto ambiental a ser presentado ante la AAAr para su revisión y aprobación."

En virtud de las disposiciones legales anteriormente expuestas se realiza un análisis institucional y legal para determinar a las instituciones ambientales competentes que se constituyen en autoridad ambiental de aplicación en el marco del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, determinando la entidad que será la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAr).

Acorde con lo establecido en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General, el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias del Sector Eléctrico, y en el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas (RAAE), es necesaria la presentación al Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con el objeto de determinar y evaluar los efectos ambientales del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, y la aprobación de dicho estudio por parte del CONELEC, previo al licenciamiento ambiental del proyecto.

En este sentido, el RAAE, en su artículo 20, establece: "Todo nuevo proyecto, obra o instalación destinada a la generación, transmisión o distribución de energía eléctrica, cuyas capacidades o dimensiones sean iguales o mayores a las indicadas en el literal a) del artículo anterior, deberá contar con un EIA. La aprobación previa de dicho estudio por parte del

CONELEC, y la obtención de la Licencia Ambiental del Ministerio del Ambiente, son condiciones necesarias y obligatorias para iniciar la construcción del indicado proyecto".

El literal a) del artículo anterior (art. 19) se refiere a los proyectos que requieren EIA: "proyectos u obras de generación de energía eléctrica, cuya capacidad total sea igual, o mayor a 1 MW, y las líneas de transmisión y distribución, en los niveles de voltaje y longitud aprobados por el CONELEC a través de regulación, así como los proyectos u obras a que se refiere el Art. 41".

Al momento, CONELEC se encuentra en facultad de otorgar la Licencia Ambiental a un proyecto del sector eléctrico al estar acreditada esta institución como Autoridad Ambiental de Aplicación responsable. Correspondiéndole, en todos los casos, liderar y coordinar la aplicación del proceso de evaluación de impactos ambientales de todos los proyectos o actividades eléctricas, con excepción de aquellos proyectos que se encuentren total o parcialmente dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado, y no estén comprendidos en lo establecido en el Art. 12 del SUMA. En este caso, será directamente el Ministerio del Ambiente el que emita las licencias ambientales".

No obstante, el art. 42 del RAAE establece para las Actividades eléctricas en áreas del Patrimonio Forestal del Estado o de los Bosques y Vegetación Protectores: "Para la realización de proyectos, obras o instalaciones eléctricas en las áreas del Patrimonio Forestal del Estado o de los bosques y vegetación protectores, aquellos deberán ser declarados por el Directorio del CONELEC, a pedido de su Director Ejecutivo, como obra pública prioritaria para el sector eléctrico y contar con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente, según lo establecido en el artículo 10 de este reglamento".

Así, en el caso del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, por ser una obra desarrollada en Bosque Protector, la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable es el Ministerio del Ambiente, en tanto que el CONELEC se constituye en Autoridad Ambiental de Aplicación Cooperante.

3.4. Estudio ambiental y permisos

3.4.1. Licencia ambiental

De acuerdo a lo dispuesto en el Sistema Único de Manejo de Manejo Ambiental, el Proyecto de Embalse de la Represa de Tahuín deberá obtener la Licencia Ambiental que determine el cumplimiento con el artículo 18 del Libro VI del TULAS.

De acuerdo a lo establecido en la Ley de Gestión Ambiental vigente, la Licencia Ambiental "Es la autorización que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica para

la ejecución de un proyecto, obra o actividad. En ella se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario debe cumplir para prevenir, mitigar o corregir los efectos indeseables que el proyecto, obra o actividad autorizada pueda causar en el ambiente."

Previo al inicio del proceso de licenciamiento ambiental deberá definirse a la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAr). La AAAr se determina mediante competencia definida en razón de materia (sectorial) o territorio (nacional, provincial y municipal).

A continuación se describen brevemente, los pasos a seguir para el desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental conforme a lo establecido en el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA):

Términos de Referencia (TDRs): Para la ejecución del estudio de impacto ambiental se deberá preparar los TDRs del proyecto, los cuales deberán ser sometidos a revisión y aprobación de la AAAr.

Los TDRs deben señalar en función de la descripción de la actividad o proyecto propuesto, las técnicas, métodos, fuentes de información (primaria y secundaria) y demás herramientas que se emplearán para describir, estudiar y analizar:

- a) línea base (diagnóstico ambiental), focalizada en las variables ambientales relevantes;
- b) descripción del proyecto y análisis de alternativas;
- c) identificación y evaluación de impactos ambientales; y,
- d) definición del plan de manejo ambiental y su composición (sub-planes y/o capítulos).

Además, se debe incluir un breve análisis del marco legal e institucional en el que se inscribirá el estudio de impacto ambiental y se especificará la composición del equipo multidisciplinario que responderá técnicamente al alcance y profundidad del estudio determinado.

Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental: Una vez que los TDRs hayan sido aprobados, se podrá elaborar, cuando así corresponda, el Estudio de Impacto Ambiental, el cual debe ser realizado por un equipo multidisciplinario.

El EIA deberá ser desarrollado conforme a las disposiciones del Art. 17 de SUMA (contenido mínimo del EIA), de las regulaciones ambientales específicas y conforme a los lineamientos que disponga para el efecto la AAAr.

Revisión, Aprobación y Licenciamiento Ambiental: Sometido el Estudio de Impacto Ambiental a consideración de la AAAR, ésta podrá emitir su correspondiente decisión, la cual puede consistir en:

- a. Observaciones al estudio presentado a fin de completar, ampliar o corregir la información;
- b. Un pronunciamiento favorable que motiva la emisión de la respectiva licencia ambiental; o,
- c. Un pronunciamiento desfavorable que motiva el rechazo del respectivo estudio de impacto ambiental y en consecuencia la inejecutabilidad de la actividad o proyecto propuesto hasta la obtención de la respectiva licencia ambiental mediante un nuevo estudio de impacto ambiental.

Resolución y Licenciamiento. La AAAR notificará la aprobación del estudio de impacto ambiental al promotor del proyecto mediante la emisión de una resolución que contendrá:

- a) La identificación de los elementos, documentos, facultades legales y reglamentarias que se tuvieron a la vista para resolver;
- b) Las consideraciones técnicas u otras en que se fundamenta la resolución;
- c) La opinión fundada de la AAAR, .y los informes emitidos durante el proceso, de otros organismos con competencia ambiental;
- d) Las consideraciones sobre el proceso de participación ciudadana, conforme a los requisitos mínimos establecidos en este Reglamento y en el respectivo subsistema de evaluación de impactos ambientales de la AAAR;
- e) La calificación del estudio, aprobándolo y disponiendo se emita el correspondiente certificado de licenciamiento.

La licencia ambiental contendrá entre otros: el señalamiento de todos y cada uno de los demás requisitos, condiciones y obligaciones aplicables para la ejecución de la actividad o proyecto propuesto, incluyendo una referencia al cumplimiento obligatorio del plan de manejo ambiental así como el establecimiento de una cobertura de riesgo ambiental, o seguro de responsabilidad civil u otros instrumentos que establezca y/o califique la AAAR como adecuado para enfrentar posibles incumplimientos del plan de manejo ambiental o contingencias relacionadas con la ejecución de la actividad o proyecto licenciado.

A continuación se presentan los momentos de participación ciudadana y los mecanismos de participación ciudadana que deben ser considerados durante la elaboración del estudio de impacto ambiental de acuerdo con el SUMA.

Momentos de participación.- Los momentos de participación ciudadana obligatorios y mínimos en coordinación con la AAAR, son:

- a) durante la elaboración de los términos de referencia y previo a su presentación a la AAAR para su revisión y aprobación; y,
- b) previo a la presentación del estudio de impacto ambiental a AAAR en base de un borrador de dicho estudio.

La información a proporcionarse a la comunidad debe responder a criterios tales como: lenguaje sencillo y didáctico; información completa y veraz; en lengua nativa, de ser el caso.

Mecanismos de participación.- Los mecanismos para la información pública pueden comprender: Reuniones informativas, Talleres participativos, Centros de Información Pública, Presentación o Audiencia Pública, Página web, foros públicos, cabildo ampliado y mesas de diálogo.

3.4.1.1. Definición de la AAAR para el licenciamiento ambiental del proyecto

Previo el inicio el proceso de licenciamiento ambiental deberá definirse a la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAAR) para la evaluación del proyecto.

Conforme lo establecido en el Art. 21 del SUMA (Análisis Institucional) antes de iniciar el proceso de evaluación de impactos ambientales, el promotor de la actividad y/o proyecto identificará el marco legal e institucional en el que se inscribe su actividad o proyecto propuesto. El análisis institucional identificará todas las autoridades ambientales de aplicación que deberán participar en el proceso de evaluación, y definirá a la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAR).

La AAAR se determina mediante competencia definida en razón de materia (sectorial) o territorio (nacional, provincial, municipal).

3.4.1.2. Estudio de impacto ambiental

El Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, establece para efectos de la aplicación y presentación del EIA en el sector eléctrico, que los proyectos y obras se clasifican en:

- a) Los que requieren EIA: proyectos u obras de generación de energía eléctrica, cuya capacidad total sea igual o mayor a 1 MW, y las líneas de transmisión y distribución, en los niveles de voltaje y longitud aprobados por el CONELEC a través de regulación, así como los proyectos u obras a que se refiere el Art, 41; y.
- b) Los que no requieren EIA: proyectos que no se contemplan en el literal anterior.

El EIA se preparará en dos niveles: Preliminar y Definitivo. En caso de que el interesado cuente con el EIA Definitivo, no requerirá preparar el EIA Preliminar, siempre y cuando el mismo contenga el análisis detallado de alternativas que justifique técnica y ambientalmente la opción seleccionada (Art. 22). La aprobación previa del EIA por parte del CONELEC, y la obtención de la Licencia Ambiental del Ministerio del Ambiente, son condiciones necesarias y obligatorias para iniciar la construcción del proyecto previa la obtención del permiso y/o contrato de concesión.

A continuación una breve descripción del contenido de los EIA solicitados por el CONELEC:

- Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP), que se preparará en las fases iniciales de los estudios del proyecto eléctrico, proporcionará la evaluación inicial y básica de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto, y se constituirá en una herramienta fundamental para la toma de decisiones en lo referente a la selección de alternativas, tanto de emplazamiento como tecnológicas:
- Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD), preparado en la fase avanzada de los estudios del proyecto eléctrico. Proporcionará la evaluación detallada de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto y se constituirá en una herramienta para la toma de decisiones que permita prevenir, mitigar y/o compensar los impactos significativos, negativos y potenciar los positivos que se identifiquen.
- El Plan de Manejo Ambiental (PMA) será parte integrante del EIAP y del EIAD. Para el primero tendrá un nivel básico, en tanto que para el segundo su nivel será detallado.

Participación Ciudadana

Los estudios ambientales deberán incorporar el concepto de participación ciudadana, es decir considerar los criterios de la población que podría ser directamente afectada por el proyecto eléctrico (Art. 21).

Para el efecto, el titular del proyecto facilitará el acceso al estudio respectivo, promoverá su difusión y conducirá audiencias públicas u otros mecanismos de información y recolección de criterios, cuyas actas se incorporarán al EIA correspondiente. Las audiencias deberán contar con la participación de un delegado del CONELEC y del Ministerio del Ambiente y serán realizadas de acuerdo al procedimiento que establezca el CONELEC mediante la regulación pertinente. Se incorporarán los criterios de la ciudadanía siempre que ello sea técnico y económicamente viable y que redunde en una mejora de las condiciones ambientales para la implantación del proyecto.

El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) expedido el 16 de Diciembre del 2002, mediante Decreto Ejecutivo 3399 Libro IV - De la Calidad Ambiental (Título I) en su artículo

20 (Participación Ciudadana) establece los momentos, mecanismos de participación, recepción y recolección de criterios para la participación ciudadana en la gestión ambiental.

3.4.1.3. Auditorías ambientales

Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (RPCCA) en su artículo 60, establece que un año después de entrar en operación la actividad a favor de la cual se aprobó el EIA y se emitió la respectiva licencia ambiental, el regulado deberá realizar una Auditoría Ambiental de Cumplimiento (AAC) con su Plan de Manejo Ambiental y con las normativas ambientales vigentes, particularmente del RPCCA y sus normas técnicas. La AAC con el plan de manejo ambiental y con las normativas ambientales vigentes incluirá la descripción de nuevas actividades y la actualización del plan de manejo de ser el caso.

El Artículo 61 establece que el regulado deberá presentar al menos cada dos años ante la Entidad Ambiental de Control la AAC con el Plan de Manejo Ambiental y con la normativa ambiental vigente. Estas auditorías son requisito para la obtención y renovación del permiso de descarga emisiones y vertidos.

En el ámbito sectorial, el Reglamento Ambiental para las Actividades Eléctricas (RAAE), establece que la Auditoría Ambiental (AA) será la herramienta para evaluar el cumplimiento y efectividad del Plan de Manejo Ambiental, verificar la conformidad con la normativa ambiental aplicable, y proponer las recomendaciones pertinentes durante las fases de construcción, operación-mantenimiento, y retiro de los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Acorde con RAAE el regulado deberá practicar dos tipos de auditorías ambientales: interna y externa.

La Auditoría Ambiental Interna (AAI), será practicada por los concesionarios y titulares de permisos o licencias. Se realizará con la periodicidad prevista en el Plan de Manejo Ambiental, o al menos una vez al año.

Los resultados de la AAI serán comunicados al CONELEC, dentro de los 30 días calendario después de concluida la AAI. La AAI será realizada por personal idóneo y calificado, sea por personal dependiente de la empresa o a través de consultoría. En ambos casos los auditores deberán estar inscritos en el registro al que hace referencia el artículo 7, literal h), del presente reglamento.

La Auditoría Ambiental Externa (AAE) será practicada por el CONELEC directamente o a través de terceros calificados. Se realizará cuando lo estime conveniente o a solicitud del

Ministerio del Ambiente, para lo cual comunicará a los concesionarios o titulares de permisos o licencias con la debida anticipación. El costo que genere la AAE, cuando se efectúe a través de terceros, seleccionados por el CONELEC, correrá por cuenta del concesionario o titular de permiso o licencia. Los informes resultantes de la AAE estarán a disposición de la ciudadanía.

3.5. Leyes y Reglamentos

3.5.1. Ambiental

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las leyes ecuatorianas vigentes con respecto a protección ambiental. En las siguientes secciones se explicarán brevemente las más importantes regulaciones, relacionadas con el proyecto evaluado.

REGULACIONES AMBIENTALES ECUATORIANAS

INSTRUMENTO	DOCUMENTO DE REVISION
CONSTITUCIÓN POLITICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	24 de Julio de 2008
LEY REFORMATORIA AL CODIGO PENAL	R.O. No. 2 - Enero 24, 2000
LEY DE DESCENTRALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA	R.O. No.169 - Octubre, 1997
REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS	R.O. 396-23 Agosto, 2001
LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	R. O. No. 97-Mayo 31, 1976.
LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	R. O. 245-30 Julio, 1999.
LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE	R.O. 725 -16 Diciembre, 2002
LEY DE AGUAS	R.O. No. 69, Mayo 30 de 1972
REGLAMENTO DE APLICACIÓN DE LA LEY DE AGUAS	R.O. No. 233, Enero 26 de 1973
LEY DE PATRIMONIO CULTURAL	R.O. 865, 2 de Julio de 1979. DS 3501. Ley de Patrimonio Cultural
CONVENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO MUNDIAL, CULTURAL Y NATURAL	R.O. 749 del 31 de Julio de 1995
CONVENIO PARA LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL Y RECUPERACIÓN DE BIENES ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS	R.O. 125 del 7 de Febrero de 1997

INSTRUMENTO	DOCUMENTO DE REVISION
CÓDIGO DE SALUD	R.O. No. 158 – Febrero 8, 1971
CODIGO DE POLICIA MARITIMA	Suplemento del RO. 1202 del 20 de Agosto de 1960; REFORMA: D. 945. Modifíquese el Código de Policía Marítima. RO 643 del 20 de Septiembre de 1974; REFORMA: D. 482. Reformas al Código de Policía Marítima. RO. 831 del 24 de Junio de 1975.
RESOLUCIÓN # 416/95 EMITIDA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE MARINA MERCANTE Y DEL LITORAL	R.O. No. 758 – Agosto 14 de 1995
LEY DE PESCA T DESARROLLO PESQUERO	R.O. No, 497, Febrero 19 de 1974, reformado R.O. No. 252 Agosto 19 de 1985.
LEY DE DESARROLLO AGRARIO	L. Codificación de la Ley de Desarrollo Agrario. RO 55 del 30 de Abril de 1997 DE 2099
REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE DESARROLLO. SEGUNDO SUPLEMENTO	RO 524 del 12 de Septiembre de 1994
REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO	R.O. No. 565 – Noviembre 17, 1986

Tabla 2.- Regulaciones ambientales ecuatorianas

3.5.1.1. Constitución Política de la República del Ecuador

La Constitución del Ecuador vigente desde el año 2008, incluye varios artículos destinados a la protección, control y cuidado del medio ambiente como derechos de la “pacha mama” tierra madre.

En el artículos 14, Capítulo segundo- Derechos del buen vivir - Sección segunda-Ambiente sano, explica que se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Además se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el título VII Régimen del Buen Vivir, capítulo segundo de la Constitución se habla de la, Biodiversidad y Recursos Naturales, y el Art 395 por su parte expone que la Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. *El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.*
2. *Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.*
3. *El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.*
4. *En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.*

3.5.1.2. Ley Reformatoria al Código Penal

Tomando como base a la Constitución y considerando que la ley debe tipificar infracciones y determinar procedimientos para establecer responsabilidades penales por acciones u omisiones en contra de las normas de protección ambiental, en el R. O. No. 2 del 25 de Enero del 2000, se expide la Ley Reformatoria al Código Penal, cuya última reforma data de fecha 16 de abril de 2013.

Las reformas al Código Penal tipifican los delitos contra el Patrimonio Cultural, contra el Medio Ambiente y las Contravenciones Ambientales; además de sus respectivas sanciones, todo esto en la forma de varios artículos que se incluyen al Libro II del Código Penal. Estas reformas se explican a continuación.

Delitos contra el Medio Ambiente

El Art. 437 A, establece prisión de dos a cuatro años para todo aquel que produzca, introduzca, deposite, comercialice, tenga en posesión o utilice desechos tóxicos peligrosos, sustancias radioactivas u otras similares que por sus características constituyan peligro para la salud humana o degraden y contaminen el medio ambiente. El que infringiera las normas sobre protección ambiental, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido (Art. 437 B).

El objetivo de la Reforma al Código Penal no es castigar solamente al infractor en materia ambiental. Las modificaciones persiguen respaldar el cumplimiento de las leyes y

reglamentos vigentes al sancionar a los funcionarios o empleados públicos que actuando por sí mismos o como miembro de un cuerpo colegiado, autoricen o permitan que se viertan residuos contaminantes de cualquier clase por encima de los límites fijados de conformidad con la ley (Art.437 E).

Además otorga potestad al sistema judicial para ordenar, como medida cautelar, la suspensión inmediata de la actividad contaminante, así como la clausura definitiva o temporal del establecimiento, sin perjuicio de lo que pueda ordenar la autoridad competente en materia ambiental (Art. 437 K).

Delitos contra el Patrimonio Cultural

Considerando que el artículo 83.13 de la Constitución Política de la República establece como responsabilidad del Estado conservar el patrimonio cultural y natural del país, y cuidar y mantener los bienes públicos, además de la existencia de la Ley de Patrimonio Cultural (R.O. 865, Julio 2, 1979), la ley reformativa al Código Penal establece en su Art. 415 lo siguiente:

"(A) El que destruya o dañe bienes pertenecientes al Patrimonio Cultural de la Nación, será reprimido con prisión de uno a tres años sin perjuicio de las indemnizaciones debidas a terceros de buena fe y de que el juez, de ser factible, ordene la reconstrucción, restauración o restitución del bien, a costa del autor de la destrucción o deterioro... (B) No constituye infracción la autorización dada para que se intervenga en el bien patrimonial a fin de asegurar su conservación, si se adoptan las precauciones para que en la ejecución se respeten las normas técnicas internacionalmente aceptadas".

3.5.1.3. Ley de Patrimonio Cultural

La tarea de velar por la protección del patrimonio cultural recae sobre el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

En el Artículo 7 de la Ley de Patrimonio Cultural se especifica que bienes son considerados pertenecientes al Patrimonio Cultural del Estado.

El Artículo 30 de la misma ley dice: "En toda clase de exploraciones mineras, de movimientos de tierra para edificaciones, para construcciones viales o de otra naturaleza, lo mismo que en demoliciones de edificaciones quedan a salvo los derechos del Estado sobre los monumentos históricos/objetos de interés arqueológico y paleontológico que puedan hallarse en la superficie o subsuelo al realizarse los trabajos. Para estos casos, el contratista, administrador o inmediato responsable dará cuenta al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural y suspenderán las labores en el sitio donde se haya verificado el hallazgo".

Recientemente, gracias a la reglamentación del artículo 30 de la Ley de Patrimonio Cultural se establece que las actividades de mitigación arqueológica no sólo deben circunscribirse a trabajos en bloques de explotación petrolera, zonas de extracción minera, sino también a obras de expansión y renovación urbana y vial, construcción de represas, dragado y mantenimiento de ríos, canales y puertos, construcción de redes eléctricas, entre las más conocidas.

El Reglamento al Artículo 30 de la Ley de Patrimonio Cultural en su artículo 15 indica lo siguiente:

"Todas las instituciones nacionales y seccionales, tales como Ministerios, Consejos Provinciales, Municipios, Entidades Autónomas y las de la Empresa Privada, que ejecuten proyectos de desarrollo que involucren la transformación del paisaje mediante el movimiento de tierra, inundación o recubrimiento de la superficie natural del terreno, o que analice, evalúen, financien y/o concedan permiso de construcción o ejecución de este tipo de proyectos a terceros, deberán asegurarse que en dichos proyectos se cumpla con lo dispuesto en este reglamento del artículo 30 de la Ley de Patrimonio Cultural".

3.5.1.4. Ley de Régimen del Sector Eléctrico

El estado es el titular de la propiedad inalienable e imprescriptible de los recursos naturales que permiten la generación de energía eléctrica. Por tanto sólo él, por intermedio del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) ente público competente, puede concesionar o delegar a otros sectores de la economía la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica (Art.2).

En el ámbito de aplicación, la Ley regula las actividades de generación de energía eléctrica que se origine en la explotación de cualquier tipo de fuente de energía primaria, cuando la producción de energía es colocada en el Sistema Nacional Interconectado (SNI), o en un sistema de distribución y los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como también su importación y exportación (Art. 4).

En el artículo 3 se indica que en todos los casos los generadores, transmisores y distribuidores observarán las disposiciones legales relativas a la protección del medio ambiente. Previo a la ejecución de la obra, los proyectos de generación de energía eléctrica deberán cumplir las normas existentes de preservación del medio ambiente en el país. Se deberá contar con un estudio de impacto ambiental para determinar la evaluación del impacto ambiental. El Reglamento de orden técnico que dicte el Presidente de la República, determinará los parámetros para la aplicación de esta norma y el mismo prevalecerá sobre

cualquier otra regulación secundaria. El CONELEC aprobará los estudios de impacto ambiental y verificará (auditará) su cumplimiento.

En cumplimiento a la disposición: arriba citada, el Presidente de la República expide el 23 de Agosto del 2001 (R.O. No. 396) el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, que especifica la normativa aplicable a la protección ambiental dentro del marco de sus actividades.

Respecto a los permisos de generación, el Art. 30 establece que la construcción y operación de centrales de generación de 50 Mw o menos, sea que se destinen para autogeneración o al servicio público requerirán solamente de un permiso concedido por el CONELEC, por cuanto el permiso no implica el egreso de fondos públicos. Las personas interesadas en la construcción y operación de este tipo de centrales solicitarán al CONELEC el permiso correspondiente, el que no podrá ser negado sino en los siguientes casos:

- Incumplimiento de las leyes sobre protección del medio ambiente,
- Incompatibilidad con las condiciones técnicas señaladas con el CONELEC para el desarrollo de los recursos energéticos del sector eléctrico.

3.5.1.5. Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico

Conforme al Capítulo III - De la Protección Al Medio Ambiente, las personas naturales o jurídicas debidamente autorizadas por el Estado para generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica estarán obligados a observar las disposiciones de la legislación ecuatoriana vigente y las estipuladas en las normas internacionales relativas a la protección y conservación del medio ambiente que consten o se deriven de los convenios ratificados por el Ecuador. Entre los lineamientos a cumplir, deberán elaborar un estudio independiente de impacto ambiental y un Plan de Manejo Ambiental, de conformidad con las características particulares de los respectivos contratos de concesión, permisos y licencias. (Art. 13).

3.5.1.6. Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica

El presente reglamento tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos aplicables, bajo los cuales el Estado podrá delegar las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

El Artículo 4, define a los sujetos regulados bajo la presente normativa como activos y pasivos. La Central Hidroeléctrica Tahuín, es catalogada por el reglamento como sujeto de cumplimiento.

De acuerdo al Artículo 54, para el CONELEC son sujeto de permisos en materia eléctrica los proyectos de generación y autogeneración cuya capacidad total del proyecto no exceda de 50 MW, siendo este el caso de la Central Hidroeléctrica Tahuín. A su vez, el Artículo 60 en su literal c) establece como causa para la revocatoria del permiso la no-presentación del estudio de impacto ambiental dentro del plazo establecido en el cronograma que regirá a partir de la fecha de otorgamiento del Certificado de Permiso.

Respecto a las Licencias en materia eléctrica (Art. 61) serán objeto de licencias otorgadas por CONELEC de conformidad con los procedimientos establecidos en este reglamento, entre otras, las siguientes:

- La construcción de instalaciones de transmisión de energía eléctrica desde o hacia el punto de entrega a la red del transmisor, cuando esto sea hecho por un autogenerador, grandes consumidores o distribuidores.
- Los sistemas de distribución no interconectados cuya energía eléctrica se destina exclusivamente para el abastecimiento de un gran consumidor, por parte de un generador o autogenerador.

Entre las obligaciones de los titulares de concesiones, permisos o licencias en materia eléctrica (Arts. 69-70) se encuentra: Llevar a cabo los estudios requeridos de impacto ambiental en forma previa al inicio de cualquier trabajo de construcción de obras, infraestructura y cualquier instalación eléctrica, de acuerdo a lo establecido en la Ley, el reglamento general y cualquier otra norma o disposición emitida por autoridad competente destinada a la protección y preservación del ambiente.

3.5.1.7. Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas

Considerando que la Ley de Régimen del Sector Eléctrico dispone que en todos los casos los generadores, transmisores y distribuidores de energía eléctrica, observen las disposiciones legales relativas a la protección del ambiente y que el Reglamento de Orden Técnico que dicte el Presidente de la República, determinará los parámetros para la aplicación de esta norma, mediante Decreto Ejecutivo 1761, el 23 de Agosto del 2001 se expide el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas (R. O. 396).

Este reglamento establece los procedimientos y medidas aplicables al Sector Eléctrico en el Ecuador, para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en todas sus etapas: construcción, operación, mantenimiento y retiro, se realicen

de manera que prevengan, controlen, mitiguen y/o compensen los impactos ambientales negativos y se potencien aquellos positivos.

En los Art. 9, 11 y 12 se menciona la coordinación que el CONELEC deberá contemplar con el Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Energía y Minas (Subsecretaría de Protección Ambiental) y las entidades del Régimen Seccional Autónomo (Municipios y Consejos Provinciales), respectivamente para la aplicación de las políticas ambientales, dentro del ámbito de su competencia. Estos mecanismos de coordinación se extienden a todas las entidades que forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA).

De acuerdo al Art. 13, literal a), les corresponde a los concesionarios y titulares de permisos y licencias para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica: Presentar a consideración y calificación del CONELEC el EIA y su correspondiente PMA, de todo nuevo proyecto, obra o instalación a que se refiere el Art. 19 (Mayores a 1 MW y líneas de transmisión) el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD), estudio que, luego de aprobado, será remitido por el interesado al Ministerio de Ambiente para que se le conceda la Licencia Ambiental respectiva.

Normativa Aplicable a la Protección Ambiental

El Art. 15 establece que las personas naturales o jurídicas autorizadas por el CONELEC para realizar actividades de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica están obligadas a tomar medidas técnicas y operativas, con el fin de que el contenido contaminante de las emisiones y descargas provenientes de sus actividades no superen los límites permisibles establecidos en las normas nacionales y seccionales de protección ambiental y de control de la contaminación.

Como normas de cumplimiento para el concesionario el reglamento ambiental para actividades eléctricas menciona:

- Los reglamentos a la Ley de Prevención y Contaminación relativos a los Recursos Agua, Aire, Suelo, Ruido y Desechos Sólidos,
- Normas sobre Plaguicidas de uso agrícola prohibidos en el Ecuador,
- Normas para el Almacenamiento, transporte y comercialización de petróleo y sus derivados (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarbúferas en el Ecuador, 2001).
- Normas establecidas por los municipios en sus áreas de jurisdicción, y
- Ordenanzas de protección ambiental emitidas por los gobiernos seccionales,
- Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación.

El CONELEC en conocimiento de la segunda transitoria de la Ley de Gestión Ambiental, que establece que los Reglamentos dictados bajo el amparo de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación (LPCCA) serán derogados y reemplazados por los reglamentos especiales que dicte el Presidente de la República y las normas técnicas que le corresponde dictar al Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA) establece respecto a las normativa aplicable a la protección ambiental:

"Las normas anteriores serán aplicadas en tanto no sean expedidos los reglamentos técnicos concernientes a la Ley de Gestión Ambiental. Esto no obstará para que el CONELEC ejerza su facultad normativa ambiental para el sector eléctrico de acuerdo con su Ley Especial y en concordancia con el marco del SNDGA."

El 16 de Diciembre del 2002, mediante Decreto Ejecutivo 3399, el Presidente de la República expide la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, dentro de la cual en el Libro VI (De la Calidad Ambiental) se dicta El Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (RPCCA) y sus Normas Técnicas, en reemplazo de los Reglamentos a la LPCCA.

Las normas ambientales que se presentan como Anexos al RPCCA son las siguientes:

1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: recurso agua;
2. Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados;
3. Norma de Calidad Aire Ambiente;
4. Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión;
5. Límites Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y para Vibraciones;
6. Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No-peligrosos.

3.5.1.8. Ley de Gestión Ambiental

La Ley de Gestión Ambiental (LGA) establece los principios y directrices de la política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia (Artículo 1).

Art. 41 Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, se concede acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicios de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución Política de la República.

Art. 43 Las personas naturales, jurídicas o grupos humanos, vinculados por un interés común y afectados directamente por la acción podrán interponer ante el Juez competente, acciones por daños y perjuicios y por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente.

3.5.1.9. Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

La aplicación de la LGA se ve fortalecida con la expedición de la Legislación Secundaria Ambiental, mediante Decreto Ejecutivo 3399 R.O. 725 del 16 de Diciembre del 2002. El objetivo del Texto Unificado de legislación secundaria del Ministerio es actualizar la legislación en materia ambiental y permitir ubicar con exactitud la normativa vigente en cada materia.

El Texto unificado contempla el siguiente contenido: Título Preliminar: De las Políticas Ambientales del Ecuador

Libro I: De la Autoridad Ambiental

Libro II: De la Gestión Ambiental

Libro III: Del Régimen Forestal

Libro IV: De la Biodiversidad

Libro V: De la Gestión de los Recursos Costeros

Libro VI: De la Calidad Ambiental

Libro IX: Del Sistema de Derechos o Tasas por los Servicios que Presta El Ministerio del Ambiente y por el Uso y Aprovechamiento de Bienes Nacionales que se Encuentren Bajo su Cargo y Protección.

3.5.1.10. Libro III: del Régimen Forestal

Se norman las actividades relativas a la tenencia, conservación, aprovechamiento, protección y manejo de las tierras forestales -clasificadas así agrológicamente de los bosques naturales o cultivados y de la vegetación protectora que haya en ellas, así como de los bosques naturales y cultivados existentes en tierras de otras categorías agrológicas; de las áreas naturales y de la flora y la fajina silvestres.

A efectos del presente Libro y sus Títulos, el Ministerio del Ambiente en calidad de Autoridad Nacional Forestal, ostenta la competencia privativa para determinar la conservación y aprovechamiento de tierras con bosque nativo, sean éstas de propiedad del Estado o de particulares.

El Título IV de los Bosques y Vegetación Protectores, en su artículo 20 establece que las únicas actividades permitidas dentro de los bosques y vegetación protectores, previa autorización del Ministerio del Ambiente o la dependencia correspondiente de este serán las siguientes:

- a) La Apertura de franjas cortafuegos
- b) Control fitosanitario
- c) Fomento de la flora y fauna silvestres
- d) Ejecución de obras públicas consideradas prioritarias
- e) Manejo forestal sustentable siempre y cuando no se perjudique las funciones establecidas en el artículo 16 del Libro III, conforme el respectivo Plan de Manejo Integral.
- f) Científicas, turísticas y recreacionales.

3.5.1.11. Sistema Unico del Manejo Ambiental

Con la expedición de este reglamento como parte del Libro IV de la Calidad Ambiental del TULSMA se reglamenta al Sistema Único de Manejo Ambiental señalado en los artículos 19 hasta 24 de la Ley de Gestión Ambiental, en lo referente a: Marco institucional, mecanismos de coordinación interinstitucional y los elementos del sub-sistema de evaluación de impacto ambiental, el proceso de evaluación de impacto ambiental, así como los procedimientos de impugnación, suspensión revocatoria y registro de licencias ambientales.

Los principios del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) son el mejoramiento, la transparencia, la agilidad, la eficacia y la eficiencia así como la coordinación interinstitucional de las decisiones relativas a proyectos propuestos con potencia! impacto y/o riesgo ambiental.

Elementos Principales del Sub-sistema de Evaluación de Impactos Ambientales

El SUMA establece y define el conjunto de elementos mínimos que constituyen un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales a ser aplicados en las instituciones integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

Los elementos que debe contener un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales, para que una institución integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental pueda acreditarse ante el Sistema Único de Manejo Ambiental son:

- a) Metodología y/o procedimiento para determinar la necesidad o no de un estudio de impacto ambiental para una actividad propuesta determinada, paso denominado también como tamizado;
- b) Procedimientos para la elaboración de los términos de referencia de un estudio de impacto ambiental que permita definir el alcance de dicho estudio;
- c) Definición clara de los actores y responsables que intervienen en el proceso de elaboración, revisión de un estudio de impacto ambiental y licenciamiento ambiental, incluyendo los mecanismos de coordinación interinstitucional;
- d) Definición clara de los tiempos relativos a la elaboración y presentación de un estudio de impacto ambiental así como los periodos del ciclo de vida de una actividad que debe cubrir dicho estudio;
- e) Definición de los mecanismos de seguimiento ambiental para la(s) fase(s) de ejecución o implementación de la actividad o proyecto propuesto; y,
- f) Mecanismos de participación ciudadana dentro del proceso de evaluación de impactos ambientales en etapas previamente definidas y con objetivos claros.

Mecanismos de Coordinación Interinstitucional

El SUMA abarca el proceso de evaluación de impactos ambientales desde el proceso de presentación, revisión, licenciamiento y seguimiento ambiental de una actividad o un proyecto propuesto, considerando mecanismos de coordinación interinstitucional establecidos a través de las figuras de la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr) y las Autoridades Ambientales de Aplicación Cooperantes (AAAc), ambas integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA).

Son AAA los Ministerios o Carteras de Estado, los órganos u organismos de la Función Ejecutiva, a los que por ley o acto normativo, se les hubiere transferido o delegado una competencia en materia ambiental.

Son AAAr aquellas instituciones cuyo sistema de evaluación de impactos ambientales ha sido acreditado ante el SUMA y que por lo tanto lidera y coordina el proceso de evaluación de impactos ambientales, su aprobación y licenciamiento ambiental dentro del ámbito de sus competencias.

Se entiende por AAAC a aquellas instituciones que, sin necesidad de estar acreditadas ante el SUMA, participan en el proceso de evaluación de impactos ambientales, emitiendo a la AAAR su informe o pronunciamiento dentro del ámbito de sus competencias.

Desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental

De acuerdo al Art. 24 del SUMA, El estudio de impacto ambiental se realizará bajo responsabilidad del promotor y conforme al artículo 17 del SUMA y las regulaciones específicas del correspondiente sub-sistema de evaluación de impactos ambientales sectorial o seccional acreditado.

Revisión del Estudio de Impacto Ambiental

La revisión de un estudio de impacto ambiental comprende la participación ciudadana sobre el borrador final del estudio de impacto ambiental, así como la revisión por parte de la AAAR en coordinación con las AAAC a fin de preparar las bases técnicas para la correspondiente decisión y licenciamiento (Art. 25).

Licencia Ambiental

La licencia ambiental contendrá entre otros: el señalamiento de todos y cada uno de los demás requisitos, condiciones y obligaciones aplicables para la ejecución de la actividad o proyecto propuesto, incluyendo una referencia al cumplimiento obligatorio del plan de manejo ambiental así como el establecimiento de una cobertura de riesgo ambiental, o seguro de responsabilidad civil u otros instrumentos que establezca y/o califique la autoridad ambiental de aplicación como adecuado para enfrentar posibles incumplimientos del plan de manejo ambiental o contingencias relacionadas con la ejecución de la actividad o proyecto licenciado.

En el caso de que la AAAR determine que el estudio de impacto ambiental no satisface las exigencias y requerimientos mínimos previstos.

Si un estudio de impacto ambiental ha sido calificado desfavorablemente y rechazado, el promotor podrá impugnar esta decisión ante la autoridad ambiental de aplicación responsable de conformidad con el Art. 26 del SUMA, sin perjuicio de las acciones contenciosas a que considere con derecho. El promotor podrá presentar, cuantas veces estime conveniente, nuevos estudios de impacto ambiental que satisfagan todas las condiciones técnicas y legales, del sub-sistema de evaluación de impacto ambiental haciendo referencia a las observaciones que dieron lugar a la resolución desfavorable del estudio de impacto ambiental y la denegación de la licencia ambiental.

Licenciamiento ambiental de actividades y proyectos en funcionamiento

En los casos que, luego de cumplido el período previsto como de ajuste, posterior al de acreditaciones, la autoridad ambiental de aplicación a través de sus actividades de control, seguimiento y/o auditorías ambientales identifique actividades o proyectos en ejecución que no cuenten con la licencia ambiental respectiva de conformidad con su sub-sistema de evaluación de impactos ambientales, procederá a determinar las condiciones para que la actividad o proyecto se enmarque en la normativa ambiental en un plazo razonable a través de la presentación de auditorías ambientales o un estudio de impacto ambiental ex-post y la preparación de un plan de manejo ambiental, a fin de obtener la correspondiente licencia ambiental, sin perjuicio de las sanciones aplicables de conformidad con la legislación vigente.

3.5.1.12. Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

El Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental - RPCCA12 se dicta bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Dentro del ámbito del reglamento se encuentran:

- a) Las normas generales nacionales aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental y de los impactos ambientales negativos de las actividades definidas por la Clasificación Ampliada de las Actividades Económicas de la versión vigente de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU, adoptada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos;
- b) Las normas técnicas nacionales que fijan los límites permisibles de emisión, descargas y vertidos al ambiente; y,
- c) Los criterios de calidad de los recursos agua, aire y suelo, a nivel nacional.

Según el Art. 43 del Libro VI Son personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, nacionales o extranjeras, u organizaciones que a cuenta propia o a través de terceros, realizan en el territorio nacional y de forma regular o accidental, cualquier actividad que tenga el potencial de afectar la calidad de los recursos agua, aire o suelo como resultado de sus acciones u omisiones.

La expedición del RPCCA y las normas técnicas del Libro VI de la Calidad Ambiental reemplazan a los reglamentos que fueron emitidos al amparo de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación y que fueron derogados con la expedición de este instrumento.

Normas Técnicas

El RPCCA establece que al amparo de la Ley de Gestión Ambiental y el presente Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, el Ministerio del Ambiente, en su calidad de Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con los organismos competentes, deberá dictar y actualizar periódicamente las Normas Técnicas Ambientales Nacionales, las mismas que constan como Anexos al Libro VI de la Calidad Ambiental.

Las normas técnicas ambientales dictadas bajo el amparo del presente reglamento son las siguientes:

- Norma de Calidad Aire Ambiente;
- Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión;
- Límites Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y para Vibraciones;
- Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados;
- Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: recurso agua;
- Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No peligrosos.

Estas normas se someten a las disposiciones establecidas en la Ley de Gestión Ambiental y el RPCCA, por lo que deben ser consideradas como un marco general de cumplimiento. El análisis del cumplimiento de cualquiera de estas normas técnicas ambientales, obliga al análisis del cumplimiento del RPCCA.

Cualquier norma técnica (recurso, sectorial u ordenanza) para la prevención y control de la contaminación ambiental deberá guardar concordancia con la Norma Técnica Ambiental Nacional vigente y, en consecuencia, ríó deberá disminuir el nivel de protección ambiental que ésta proporciona.

Marco Institucional

Art. 47. El marco institucional en materia de prevención y control de la contaminación ambiental consta de los siguientes estamentos:

- a) Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable (CNDS).
- b) Ministerio del Ambiente (MAE) o Autoridad Ambiental Nacional (AAN),
- c) Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA);
 - Reguladores ambientales por recurso natural,

- Reguladores ambientales sectoriales; y,
- Municipalidades y/o Consejos Provinciales.

Instrumentos para la Prevención y Control de la Contaminación

El RPCCA establece como instrumentos para la prevención y control de la contaminación a los estudios ambientales, tales como: Estudios de Impacto (previo a la construcción), Auditorías Ambientales (durante la vida útil del proyecto) y Plan de Manejo Ambiental.

El plan de manejo ambiental incluirá entre otros un programa de monitoreo y seguimiento que ejecutará el regulado, el programa establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros de la organización, a ser monitoreados, la periodicidad de estos monitoreos, la frecuencia con que debe reportarse los resultados a la entidad ambiental de control. El plan de manejo ambiental y sus actualizaciones aprobadas tendrán el mismo efecto legal para la actividad que las normas técnicas dictadas bajo el amparo del presente Libro VI de la Calidad Ambiental.

Periodicidad de las Auditorías Ambientales de Cumplimiento

Las Auditorías Ambientales de cumplimiento se efectuarán pasados 12 meses (1 año) de haber entrado en operación la actividad. En lo posterior, el regulado, deberá presentar los informes de las auditorías ambientales de cumplimiento con el plan de manejo ambiental y con las normativas ambientales vigentes al menos cada dos años, contados a partir de la aprobación de la primera auditoría ambiental.

Permiso de Descarga, Emisiones y Vertidos

El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades. El permiso de descarga, emisiones y vertidos será aplicado a los cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado, al aire y al suelo (Art. 92). Art. 81.- Reporte Anual. Es deber fundamental del regulado reportar ante la entidad ambiental de control, por lo menos una vez al año, los resultados de los monitoreos correspondientes a sus descargas, emisiones y vertidos de acuerdo a lo establecido en su PMA aprobado. Estos reportes permitirán a la entidad ambiental de control verificar que el regulado se encuentra en cumplimiento o incumplimiento del presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas contenidas en los Anexos, así como del plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control.

Solamente una vez reportadas las descargas, emisiones y vertidos, se podrá obtener el permiso de la entidad ambiental de control, para efectuar éstas en el siguiente año.

Tasa por Vertidos

(Art. 123) La tasa por vertidos es el pago del regulado al estado ecuatoriano por el servicio ambiental del uso del recurso agua, aire y suelo como sumidero o receptor de las descargas, emisiones, vertidos y desechos de su actividad.

La tasa por vertidos al ambiente será fijada por las municipalidades o consejos provinciales mediante ordenanza, independientemente de que sea descentralizada en su favor la atribución de entidad ambiental de control. Para fijar el monto de esta tasa, el Ministerio de Ambiente proporcionará asistencia técnica a las municipalidades del país, si lo necesitaren, en concordancia y sujeción a los lineamientos de la Norma Técnica que este Ministerio expedirá para este fin.

El incumplimiento de pago de la tasa por vertidos al ambiente significará la suspensión del otorgamiento de permisos y autorizaciones que la entidad ambiental de control deba efectuar en favor de los regulados.

3.5.1.13. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua

Expedida como Anexo 1 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, la presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del RPCCA.

Esta norma y el RPCCA reemplazaron al Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua, reglamento derogado con la expedición de estos nuevos instrumentos de aplicación obligatoria y que rigen en todo el territorio nacional. La presente norma determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general. Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

La norma presenta la siguiente clasificación:

Criterios de calidad por usos relevantes

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
3. Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
4. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
5. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
6. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
7. Criterios de calidad para aguas utilizadas para transporte.
8. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

Criterios generales de descarga de efluentes

1. Normas generales para descarga de efluentes, t alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones efluentes al sistema de alcantarillado.
3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones efluentes a un cuerpo de agua o receptor.
4. Descarga a un cuerpo de agua dulce.
5. Descarga a un cuerpo de agua marina.

3.5.1.14. Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua en Centrales Hidroeléctricas

Dicho Anexo Normativo Técnico Ambiental es complementario al Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, del Libro VI De la Calidad Ambiental, del TULAS y fue aprobado mediante Acuerdo Ministerial nº 155 de 2007, siendo de aplicación obligatoria para las centrales de generación hidroeléctrica en todo el territorio nacional.

Este instrumento es de cumplimiento obligatorio por parte de los regulados quienes sean propietarios, administradores, operadores o arrendatarios de centrales hidroeléctricas que posean una capacidad de generación mayor a 1 MW.

Igualmente este instrumento se aplica en proyectos de aprovechamiento múltiple que además de la actividad de generación de energía eléctrica, ofrezcan otros servicios vinculados al uso de los embalses o que alteren los caudales normales del cuerpo de agua natural (represas de regulación).

Los ámbitos cubiertos en esta normativa son los siguientes:

- Normas de aplicación general.
 - Administrativas.
 - Operativas.
- Normas para la prevención y control de la contaminación en aguas superficiales y subterráneas por actividades auxiliares.
 - De las actividades de mantenimiento y operación de equipos auxiliares.
 - Del manejo de productos químicos.
- Normas para el mantenimiento de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en sectores hidrográficos y embalses.
- Normas para la determinación del caudal ecológico y el régimen de caudales ecológicos en los sectores hidrográficos y embalses.
 - De la adopción de un caudal ecológico y las responsabilidades por la ejecución de estudios para el cálculo y determinación del caudal ecológico.
 - De los métodos a utilizarse para el cálculo y determinación del caudal ecológico.
 - De los requerimientos para el cálculo del caudal ecológico y del régimen de caudales ecológicos.
 - De los plazos para la presentación de estudios de caudal ecológico en centrales de generación hidroeléctrica existentes.
- De los límites de Calidad y Monitoreo.
 - Del establecimiento de una línea base de la calidad físico química y biológica del agua.
 - Del monitoreo de la calidad del agua.
 - Del monitoreo de la calidad biológica del agua.
 - Del monitoreo de la calidad físico-química y biológica en un embalse.
 - Del monitoreo de las aguas subterráneas.
 - Frecuencia de monitoreo y ubicación de estaciones de muestreo en el curso fluvial.

- De las contingencias en centrales de generación hidroeléctrica.

3.5.1.15. Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación de Suelos Contaminados

Expedida como Anexo 2 del Título IV del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, la presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del RPCCA.

Esta norma y el RPCCA reemplazaron al Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Suelo, reglamento derogado con la expedición de estos nuevos instrumentos de aplicación obligatoria y que rigen en todo el territorio nacional.

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso suelo.

El objetivo principal de la norma es preservar o conservar la calidad del recurso suelo para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general. La presente norma técnica determina o establece:

- Normas de aplicación general.
- Prevención de la contaminación al recurso suelo.
- De las actividades que degradan la calidad del suelo.
- Suelos contaminados.
- Criterios de calidad de suelo y criterios de remediación.
- Normas técnicas de evaluación agrológica del suelo.

3.5.1.16. Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión

Expedida como Anexo 3 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, la presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del RPCCA.

Esta norma y el RPCCA reemplazaron al Reglamento que establece Normas de Emisión para Fuentes Fijas de Combustión y Métodos Generales de Medición, reglamento derogado con la expedición de estos nuevos instrumentos de aplicación obligatoria y que rigen en todo el territorio nacional.

La norma tiene como objetivo principal el preservar o conservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para

cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de emisiones al aire desde diferentes actividades. La norma provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las emisiones al aire que se verifiquen desde procesos de combustión en fuentes fijas. Se provee también de herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento con los valores de calidad de aire ambiente establecidos en la normativa pertinente.

La norma es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina o establece:

1. Límites permisibles de emisión de contaminantes al aire desde combustión en fuentes fijas.
2. Métodos y equipos de medición de emisiones desde fuentes fijas de combustión.
3. Límites permisibles de emisión de contaminantes al aire para procesos productivos.

3.5.1.17. Norma de Calidad del Aire Ambiente

Expedida como Anexo 4 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, la presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del RPCCA.

La norma y el RPCCA reemplazaron al Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental que establece las Normas de Calidad del Aire y sus Métodos de Medición, reglamento derogado con la expedición de estos nuevos instrumentos de aplicación obligatoria y que rigen en todo el territorio nacional.

Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel del suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

Esta norma establece los límites máximos permisibles de concentraciones de contaminantes comunes, a nivel del suelo, en el aire ambiente. La norma establece la presente clasificación:

- Norma de calidad de aire ambiente
 - Contaminantes del aire ambiente.
 - Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente.

- Planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire.
- Métodos de medición de concentración de contaminantes comunes del aire ambiente.
- De las molestias o peligros inducidos por otros contaminantes del aire.

3.5.1.18. Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes fijas y Fuentes móviles, y para Vibraciones

Expedida como Anexo 5 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, la presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del RPCCA.

La norma y el RPCCA reemplazaron al Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos, reglamento derogado con la expedición de estos nuevos instrumentos de aplicación obligatoria y que rigen en todo el territorio nacional.

La norma establece además los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones generales en lo referente a la prevención y control de ruidos.

Se establecen también los niveles de ruido máximo permisibles para vehículos automotores y de los métodos de medición de estos niveles de ruido. Finalmente, se proveen de valores para la evaluación de vibraciones en edificaciones.

La norma establece la presente clasificación:

- Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas
 - Niveles máximos permisibles de ruido;
 - Medidas de Prevención y Mitigación de Ruidos
 - Consideraciones generales
 - De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija
 - Consideraciones para generadores de electricidad de emergencias
 - Ruidos producidos por vehículos automotores
 - De las vibraciones en edificaciones

3.5.1.19. Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No-Peligrosos

Expedida como Anexo 6 del Libro VI de la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, la presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del RPCCA.

La norma y el RPCCA reemplazaron al Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos, estos reglamentos son de aplicación obligatoria y que rigen en todo el territorio nacional.

Esta Norma establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición fina. La presente Norma Técnica no regula a los desechos sólidos peligrosos.

La presente norma establece:

- De las responsabilidades en el manejo de desechos sólidos
- De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos
- Normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para la entrega de desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
- Normas generales para la recolección y transporte de los desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para la transferencia de los desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el tratamiento de los desechos sólidos no peligrosos.
- Normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos.
- Normas generales para: la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno manual.
- Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado.
- Normas generales para la recuperación de desechos sólidos no peligrosos.

3.5.1.20. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos

Este reglamento forma parte del Libro VI (Título V) de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente expedida por DE 3399 mediante RO 725 del 16 de Diciembre del 2002.

Este reglamento regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de los desechos peligrosos, al tenor de los lineamientos y normas técnicas previstos en las

leyes de Gestión Ambiental, de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en sus respectivos reglamentos, y en el Convenio de Basilea.

Los desechos peligrosos comprenden aquellos que se encuentran determinados y caracterizados en los Listados de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobados por la autoridad ambiental competente para la cabal aplicación de este reglamento.

Se concede el Plazo de seis (6) meses, contados a partir de la fecha de vigencia del presente reglamento, para que los generadores de desechos peligrosos presenten ante la Secretaria Técnica de Productos Químicos Peligrosos (STPQP) un inventario con el detalle de la cantidad, características y procesos de generación de dichos desechos.

Las personas que hayan adquirido la licencia ambiental correspondiente, deberán reportar al MA o las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva, anualmente, por escrito y con la firma de responsabilidad del representante legal, la cantidad, clasificación y origen de los desechos peligrosos (Art. 196).

Cada movimiento de desechos peligrosos desde su generación hasta su disposición final, deberá acompañarse de un manifiesto único sin el cual no se podrá realizar tal actividad. Es decir, tanto generador, almacenador, transportista, reciclador, como el que realiza el tratamiento y la disposición final, intervendrán en la formalización del documento de manifiesto, en el que cada uno de ellos es responsable por la función que realiza (Art. 197).

Los generadores, almacenadores, recicladores, transportadores, y las personas que realicen tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos, se asegurarán que sus empleados encargados del manejo de los desechos peligrosos tengan el entrenamiento necesario y cuenten con el equipo apropiado, con el fin de garantizar su salud (Art. 198).

3.5.1.21. Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

Como parte del Libro VI (Título VI) de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente expedida por DE 3399 mediante RO 725 del 16 de Diciembre del 2002, dicta el Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos.

El Régimen regula la gestión de los productos químicos peligrosos, el mismo que está integrado por las siguientes fases:

- Abastecimiento, que comprende: importación, formulación y fabricación.
- Transporte
- Almacenamiento
- Comercialización

- Utilización
- Disposición Final

En el Art. 230 se establece la obligatoriedad de la inscripción de los productos químicos utilizados, la inscripción de las personas que se dediquen en forma total o parcial a la gestión de productos químicos (Art. 232), y la necesidad del cumplimiento de las normas técnicas dispuestas por el INEN para el manejo y manipulación de estas sustancias.

Además se presentan lineamientos sobre actividades de etiquetado, protección del personal, reenvase, reciclaje, eliminación de residuos y mantenimiento de hojas de seguridad.

3.5.1.22. Listados Nacionales de Productos Químicos Prohibidos, Peligrosos y de Uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador

Como Anexo 7 del Título IV del Libro VI de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, se declaran las sustancias consideradas como productos químicos peligrosos sujetos de control por parte del Ministerio del Ambiente y que deberán cumplir en forma estricta los reglamentos y las normas INEN que regulen su gestión adecuada.

3.5.1.23. NTE INEN 2 266: Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos

Esta norma establece los requisitos y precauciones que deben considerarse para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos. La norma guarda relación con las actividades de producción, comercialización, transporte, almacenamiento y eliminación de sustancias químicas peligrosas. La norma técnica INEN 2266 es de uso obligatorio.

La norma presenta procedimientos aplicables a:

- Clasificación de productos químicos
- Clasificación de envases y embalajes
- Requisitos específicos: personal, transportistas, estacionamiento en carreteras y lugares públicos, comercialización, selección de rutas
- Etiquetado para envases
- Carteles para identificación de autotanques, contenedores y transporte al granel.
- Vehículos: carga y descarga, apilamiento.
- Almacenamiento, servicios
- Emergencias
- Tratamiento y disposición final

3.5.1.24. NTE INEN 2 288: Productos Químicos Industriales Peligrosos. Etiquetado de Precaución. Requisitos

Esta norma se aplica a la preparación de etiquetas de precaución de productos químicos peligrosos, como se definen en ella, usados bajo condiciones ocupacionales de la industria. Recomienda solamente el lenguaje de advertencia, más no cuando o donde deben ser adheridas a un recipiente.

3.5.1.25. Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador

Considerando la necesidad de: otorgar mayor sistematización a las disposiciones ambientales que norman la gestión ambiental en las actividades hidrocarburíferas, y con el fin de disponer de un instrumento eficiente, de fácil comprensión y ágil manejo, se expide mediante R.O. No. 265 del 13 de Febrero del 2001, el reglamento sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.

El presente reglamento regula, entre otras actividades hidrocarburíferas, el almacenamiento, transporte, la industrialización y comercialización de petróleo crudo, derivados del petróleo, gas natural y afines, susceptibles de producir impactos ambientales en el área de influencia directa, definida en cada caso por el Estudio de Impacto Ambiental respectivo.

El nuevo reglamento incorpora parámetros, límites permisibles, formatos y métodos, así como las definiciones de los términos generalmente utilizados en la industria hidrocarburífera y en el área ambiental. Se establece que la Jurisdicción y Competencia se encuentra a cargo de la Subsecretaría de Protección Ambiental (SPA) a través de la Dirección Nacional de Protección Ambiental (DINAPA). Esta última dependencia coordinará con los demás organismos del estado que posean control sobre el medio ambiente sobre las actividades hidrocarburíferas de los sujetos de control.

3.5.1.26. Ley de Aguas

El aprovechamiento del agua está supeditado a la existencia del recurso, a las necesidades de las población, la industria y a las prioridades señaladas en La Ley de Aguas.

La Ley del Agua expedida en el año 1972, determina en su artículo 34, que las concesiones del derecho de aprovechamiento de agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

- Para el abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales;

- Para agricultura y ganadería;
- Para usos energéticos, industriales y mineros; y,
- Para otros usos.

Respecto al uso de aguas con fines energéticos, la Ley establece -Título VII - artículo 40- que se concederán derechos de aprovechamiento de aguas para la generación de energía destinada a actividades industriales y mineras, especialmente a las contempladas en el Plan General de Desarrollo del País. Las aguas destinadas a la generación de energía y trabajos mineros, deberán ser devueltas a un cauce público, obligándose el concesionario a tratarlas, si se estima necesario.

La Ley establece, además, que todo cambio de bocatoma o traslado de derechos de agua en cauces naturales o artificiales, solo podrá efectuarse con la autorización del INERHI -hoy reemplazado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y las Corporaciones de Manejo Regional. Se precisa también de esta autorización para la construcción de embalses (artículo 35).

La constitución de servidumbres establecidas en este Título a favor de las instituciones del Estado, a más de forzosas, son preferentes.

En la actualidad se encuentra en estudio en el congreso nacional el Proyecto de Ley de la Nueva Ley de Aguas, en la cual se actualizan las competencias del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, y se normalizan las competencias de las Juntas de Agua y las Corporaciones de Desarrollo.

3.5.1.27. Ley de Creación del Consejo Nacional de Recursos Hídricos

En busca de otorgar un manejo integrado a los recursos hídricos del país, mediante Decreto Ejecutivo 2224. R. O. No. 558 - Octubre 28, 1994, el Gobierno del Ecuador separa las funciones normativas y reguladoras de las de prestación del servicios, de esta forma se establece el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) como Autoridad Nacional del Agua -funciones normativas y reguladoras- y, las instituciones de manejo sectorial del agua -prestadoras de servicios, conocidas como Corporaciones Regionales de Desarrollo.

Le corresponde al CNRH el cumplimiento de las funciones que la Ley de creación del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos INERHI y la Ley de aguas y su reglamento, asignaban al extinguido instituto, excepto las funciones relacionadas con la ejecución, operación y mantenimiento de obras de riego, asignada a las Corporaciones Relacionadas de Desarrollo.

En el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, las competencias del CNRH se encuentran a cargo de INAR, elevada a la categoría de Instituto Nacional de Riego.

3.5.1.28. Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero

La Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero expedida mediante Decreto Supremo N° 178 del 12 de Febrero de 1974, ha sido revisada en 1985 (Ley Reformativa de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero), y reformada a través de varios Decretos y complementada con varios reglamentos.

Esta Ley considera a los recursos bioacuáticos existentes en el mar territorial, aguas marítimas interiores, ríos, lagos, canales naturales y artificiales como bienes nacionales y establece que su uso racional y aprovechamiento será controlado por el Estado. (Artículo 1).

En el Artículo 47, se establece la prohibición de conducir aguas servidas sin el debido tratamiento a las playas, la destrucción o alteración de manglares, y la construcción de viveros o piscinas en zonas declaradas de reserva natural.

En el título II, Artículo 22, literal a, que se refiere a la actividad pesquera, se establece: La pesca es artesanal cuando la realizan pescadores independientes u organizados en cooperativas o asociaciones que hacen de la pesca su medio habitual de vida o la destinan a su consumo doméstico, utilizando artes manuales menores y pequeñas embarcaciones. Adicionalmente, en el primer párrafo del Art. 23 se indica que la pesca artesanal está reservada exclusivamente a los pescadores nacionales.

El Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca (MICIP), a través de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, regula el ejercicio de la pesca y acuicultura. Dentro de la estructura de control de las actividades pesqueras, existe la Dirección General de Pesca que posee varios departamentos; dentro de los cuales, el Departamento de Inspectoría es el responsable de coordinar las funciones de los inspectores de pesca, que son los funcionarios gubernamentales encargados de hacer cumplir la Ley de Pesca y sus reglamentos.

Dentro del área de estudio no existen inspectorías de pesca, tampoco hay registros históricos sobre los pescadores artesanales. Solamente existe una inspectoría de pesca, en la Parroquia de Puerto Bolívar, Provincia de El Oro.

El Instituto Nacional de Pesca, entidad adscrita al MICIP, es la encargada de realizar investigaciones relacionadas con los recursos hidrobiológicos y el medio en que estos se distribuyen, así como efectuar el seguimiento y evaluación de las pesquerías; actualmente esta entidad gubernamental no desarrolla proyectos de investigación o seguimiento de las pesquerías artesanales en aguas continentales; la falta de financiamiento y personal no

permite prever la realización de investigaciones sobre los recursos hidrobiológicos de interés pesquero artesanal dentro del área de estudio.

3.5.2. Salud y seguridad industrial

3.5.2.1. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo

Las disposiciones de este Reglamento, se aplican a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del ambiente laboral.

3.6. Acuerdos y Convenios Internacionales

3.6.1. Biodiversidad

Las políticas básicas ambientales del Ecuador, establecidas mediante Decreto Ejecutivo 1802 de Junio de 1994, con relación a la biodiversidad señalan:

"El Estado Ecuatoriano, sin perjuicio de atender a todos los asuntos relativos a la gestión ambiental en el país, dará prioridad al tratamiento y solución de los siguientes aspectos reconocidos como temas prioritarios del país: la pérdida de la biodiversidad y los recursos genéticos, entre otros aspectos considerados prioritarios".

El Ecuador ha firmado varios convenios internacionales sobre la conservación de la vida silvestre, entre los cuales se mencionan los siguientes:

- Convenio para la protección de la flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América (R.O. N° 990 del 17 de Diciembre de 1943).
- Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (R.O. N° 755 del 24 de Agosto de 1987; R.O. N° 33 del 24 de Septiembre de 1992).
- Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural (R.O. N° 581 del 25 de Junio de 1974).
- Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) (R.O. N° 746 del 20 de Febrero de 1975; R.O. N° 227 del 7 de Diciembre de 1976; R.O. N° 910 del 8 de Abril de 1988).
- Convención sobre la conservación de especies migratorias de animales silvestres (R.O. N° 755 del 25 Agosto de 1987).

Los presidentes de los países amazónicos, en la II reunión realizada en Manaus en Febrero de 1992, adoptaron la "Declaración de Manaus", de los cuales se extrae lo siguiente:

"Es fundamental reconocer los derechos de los países donde se origina la diversidad biológica, incluyendo especialmente los recursos genéticos y, para ello es absolutamente necesario adoptar y respetar sistemas adecuados de registros, reglamentación y control. El acceso a los recursos de la diversidad biológica debe incluir, necesariamente, aquellos que son fruto de la biotecnología, así como los recursos silvestres y cultivados".

El convenio sobre diversidad biológica suscrito por 156 estados en Junio de 1992, establece objetivos, principios y compromisos. Entre otros asuntos, se indica que cada país elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, o adaptará para este fin, las estrategias, planes o programas existentes; que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el convenio. Se integrará en la medida de lo posible, según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales e intersectoriales. El Ecuador ratificó este convenio en Febrero de 1993.

4. Descripción del proyecto y análisis de alternativas

4.1. Descripción general del proyecto

Los servicios de consultoría para la elaboración de los "Estudios Proyecto Multipropósito Tahuín", actualmente en operación pretende evaluar el funcionamiento y la eficiencia del Proyecto Multipropósito Tahuín y sus componentes con la finalidad de determinar la vida útil remanente del proyecto, y sobre la base de este análisis llevar a nivel de diseño definitivo los componentes que permitan mejorar la eficiencia del sistema actual y optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico disponible.

Entre los objetivos específicos se encuentra elaborar los estudios para el de diseño definitivo de la pequeña central que estará localizada al pie de la presa cuyo objetivo fundamental es mejorar los ingresos necesarios para la sostenibilidad del sistema.

Los estudios se "Estudios Proyecto Multipropósito Tahuín" se estructuran en tres fases:

- Fase I: Recopilación de Información, Diagnóstico, Evaluación del sistema Actual y Prefactibilidad.
- Fase II: Factibilidad.
- Fase III: Diseños Definitivos

Para esta Fase III se presentan los resultados a nivel de Diseños Definitivos.

4.2. Localización geográfica del proyecto

El Proyecto motivo de la consultoría se encuentra ubicado en su totalidad en el Sitio Tahuín del Cantón Arenillas, Provincia de El Oro, siendo el punto de arranque la Presa Tahuín que está localizada, en el Río Arenillas a 14 Km. al Sur-este de la ciudad de Arenillas del Cantón Arenillas, Provincia de El Oro en las coordenadas geográficas siguientes

S = 03— 37'—36"

E= 80—00'—22"

El sitio del proyecto es accesible por carretera asfaltada desde la ciudad de Machala a Santa Rosa-Arenillas y desvío al proyecto, en una longitud total de 52 Km. Desde el desvío hasta la presa Tahuín existen 12 Km. de carretera afirmada. El proyecto contempla la construcción de un acceso para la propia Central Hidroeléctrica desde el acceso actual a la presa y acondicionamiento de parte del existente.

4.3. Análisis de alternativas

Para realizar el Estudio y Diseño del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín se plantearon las siguientes alternativas:

Alternativa Cero: Esta alternativa consiste en que no. se construya el proyecto, y que el Cantón Arenillas continúe con los problemas de energía eléctrica, y por lo tanto afectando tanto al sector agropecuario, educativo, comercial, etc., perjudicando a la Población del sector y al Estado Ecuatoriano. Por su parte esta alternativa tiene como principales ventajas que no se producen alteraciones en el área de influencia directa ambiental del proyecto.

Alternativa 1.- El proyecto en base a la topografía, consiste en aprovechar la caída de agua de 47,00 m de la Represa Tahuín, para lo que se prevé ubicar la casa de máquinas aguas abajo de la represa, en la margen derecha del río. Las aguas turbinadas serán restituidas al cauce del río Arenillas.

En esta alternativa se han estudiado diferentes posibilidades en relación con:

- Ubicación
- Caudal de equipamiento
- Tipología de turbina
- Línea de evacuación

UBICACIÓN:

En el estudio de prefactibilidad se analizaron diferentes posibilidades de ubicación, atendiendo a la información existente de proyectos anteriores en los que se planteaba dos alternativas:

- A pie de presa con retirada de parte del terraplén que conforma el cuerpo de presa.
- Aguas arriba en la margen derecha.

Respecto a la ubicación de la central hidroeléctrica se consideró poco recomendable a pie de presa por ser algo estrictos los coeficientes de estabilidad de la presa frente al sismo, por la afección de las válvulas Howell-Bunger que regulan los desagües de fondo y protegerla de aumentos de nivel en el cauce. Se optó por ubicarla suficientemente alejada de la descarga del embalse para que no afecte al funcionamiento normal de la central hidroeléctrica y no se afecte el talud de la presa. Con este nuevo planteamiento se independiza la central de la presa al trasladar la ubicación hacia aguas abajo. Esta nueva disposición facilitará la conexión con la tubería de desagüe de fondo ubicada en margen derecha, prolongando dicha conducción hasta el emplazamiento final de la central, eliminando de esta forma la afección por la descarga de los desagües de fondo.

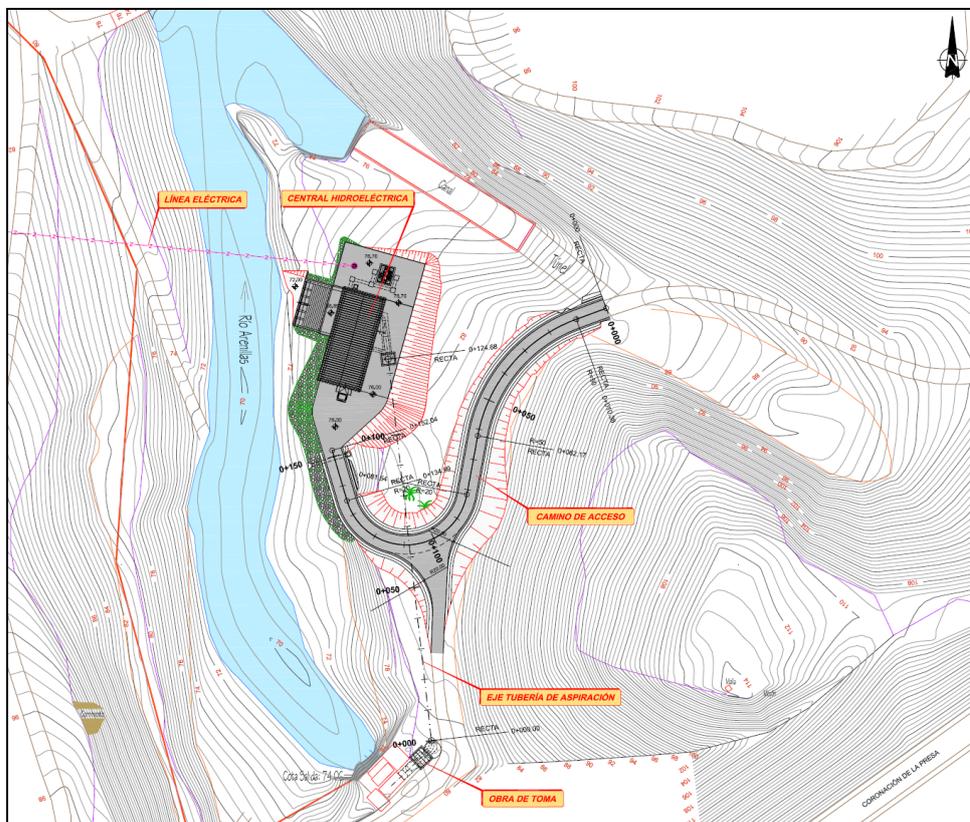


Figura 1. Implantación de las obras

CAUDAL DE EQUIPAMIENTO:

El caudal de diseño de una central hidroeléctrica no debe responder únicamente a aspectos económicos, sino que primordialmente debe contemplar la realidad de explotación del embalse y las diferentes necesidades hidráulicas que este afronta. Ello implica que antes de calcular el caudal de diseño, es preciso conocer todos aquellos caudales salientes del embalse de modo la central hidroeléctrica se amolde del mejor modo posible a los diferentes regímenes de explotación del embalse. Es decir, el caudal de diseño de la central obedecerá a criterios económicos, siempre que cumpla con los criterios técnicos de explotación del embalse.

En el caso de Tahuín, estos caudales demandados del embalse son:

- Caudal de abastecimiento a las poblaciones de Arenillas, Huaquillas y en su caso Santa Rosa.
- Caudal de riego para la zona regable dependiente del río Arenillas.
- Caudal ecológico.

En el anejo 1 (Estudio del Potencial Hidroenergético) se analiza la generación para diferentes caudales de equipamiento de acuerdo con la simulación del manejo del embalse realizada a partir de la información hidrológica validada en estudios anteriores. Posteriormente se evalúa la inversión a realizar y se determina el caudal de equipamiento más rentable.

El objetivo de la simulación de la operación del embalse Tahuín es definir la capacidad de generación de energía eléctrica, en la central que será instalada al pie de la presa, utilizando la capacidad reguladora del embalse, utilizando un patrón de extracción definido por la variación de la demanda de riego, caudal ecológico, evaporación y en la que se incorpora la demanda de agua potable a presión.

De dicho estudio se concluye que un caudal de equipamiento de 7 m³/s cumple con criterios técnicos de explotación del embalse y es la que presenta mejores indicadores económicos (VAN). Por tanto se desarrolla a nivel de factibilidad una central hidroeléctrica para un caudal de equipamiento de 7 m³/s.

Además, teniendo en cuenta que se prevé disponer de riego a presión en parte de la superficie regable, se selecciona un esquema de dos grupos de distintas potencias (G1 4.5 m³/s y G2 2.5 m³/s) a fin de maximizar la generación energética en esta situación. En definitiva, tener flexibilidad para adaptarse la central a los caudales a desaguar, bien sean los necesarios para el riego en gravedad y caudal ecológico, como mayores caudales a turbinar en caso que sea factible de acuerdo con los balances del embalse.

De acuerdo con las demandas de riego recogidas en el apartado 2.3 se observa que el caudal máximo previsto de riego a presión es 2.14 m³/s y de 4 m³/s para el de gravedad. Considerando como se ha justificado que el caudal de equipamiento más rentable es de 7 m³/s se propone desarrollar un esquema de turbinado con un grupo de 4.5 m³/s y otro de 2.5 m³/s.

TIPOLOGÍA DE TURBINA

De acuerdo con la característica del salto y del caudal de equipamiento la posibilidad de emplear tanto turbina francis como kaplan. Se descarta la opción kaplan atendiendo a:

- El fraccionamiento seleccionado permite maximizar la generación energética con turbinas Francis adaptando la posibilidades de turbinado a las necesidades de riego, tanto con riego a presión como sin él y garantizando la posibilidad de turbinar el caudal máximo cuando el balance del embalse lo permita.
- La selección de turbinas Francis permite además soluciones constructivas más económicas como por ejemplo grupos horizontales.

LÍNEA DE EVACUACIÓN

En la Fase I de Prefactibilidad se han planteado tres alternativas de trazado de la línea de evacuación de energía eléctrica hasta la subestación de Arenillas. Se ha elegido una solución adaptada de la alternativa nº 2 planteada en la Fase I. La razón de esta elección es porque el trazado de la línea discurre en paralelo a la conducción en gran parte del trazado y posteriormente lo hace paralelo a poca distancia de las carreteras de acceso a Arenillas y por el extrarradio de esta localidad, teniendo fácil acceso en la mayoría de las zonas de la traza para la ejecución de las obras.

4.4. Análisis ambiental de alternativas

4.4.1. Alternativas de la Central Hidroeléctrica

4.4.1.1. Alternativa 1. Ubicación a pie de represa de Tahuín

- Afecciones ambientales

Se trata de ubicar una central hidroeléctrica de 3,5 MW junto al desagüe de fondo de la represa de Tahuín.

Esta ubicación conlleva actuaciones sobre el cuerpo de la presa que pueden afectar a la estabilidad de la misma.

Respecto a la obra, afectaría a la calidad de las aguas en fase de construcción por la posible aparición de vertidos accidentales durante las operaciones, si bien se trata de un efecto de carácter temporal.

El factor más afectado es la vegetación de la zona ocupada por la instalación, si bien la superficie afectada es muy limitada. Ello implica escasas afecciones sobre la población faunística.

- Ventajas medioambientales

Se trata de una fuente de energía limpia con claros beneficios sociales. Actuando sobre el cuerpo de la empresa se reduce la afección a terreno natural.

- Valoración

La escasa entidad de las actuaciones en este emplazamiento hace que se considere la incidencia de esta alternativa como *leve*.

4.4.1.2. Alternativa 2. Ubicación aguas abajo de la represa de Tahuín

- Afecciones ambientales

Se trata de una localización suficientemente alejada de la descarga del embalse para que no afecte al funcionamiento normal de la central hidroeléctrica. Así, se independiza la central de la presa al trasladar la ubicación hacia aguas abajo. Esta alternativa facilitará la conexión con la tubería de desagüe de fondo ubicada en margen derecha, prolongando dicha conducción hasta el emplazamiento final de la central, eliminando de esta forma la afección por la descarga de esta conducción que es el mayor condicionante para la ubicación de la central en este punto.

Esto afectaría igualmente a la calidad de las aguas en fase de construcción por la posible aparición de vertidos accidentales durante las operaciones, si bien se trata de un efecto de carácter temporal.

La vegetación afectada es mayor en este caso, pues además de instalarse la central fuera del cuerpo de la presa, este emplazamiento precisa de un pequeño tramo de conducción hacia la central. En cualquier caso, se trata una superficie poco significativa, con escasas afecciones sobre la población faunística.

- Ventajas medioambientales

Se trata de una fuente de energía limpia con claros beneficios sociales. Esta alternativa evitaría las posibles afecciones a la estabilidad de la presa.

- Valoración

La escasa entidad de las actuaciones en este emplazamiento hace que se considere la incidencia de esta alternativa como *leve*.

4.4.2. Alternativas de las Líneas eléctricas

4.4.2.1. Alternativa 1. Trazado paralelo a caminos y carreteras

- Afecciones ambientales

Se trata de una línea eléctrica de alta tensión que conecta la central hidroeléctrica con la subestación eléctrica situada en Arenillas, presentando un trazado de 11.780 m y un tramo final común de 2.320 m.

La principal afección ambiental consiste en la eliminación de vegetación natural a ocupar por los apoyos, y en el riesgo de colisión y electrocución de aves.

Con la aplicación de medidas protectoras, el riesgo sobre la avifauna debe ser poco significativo.

- Ventajas medioambientales

La ventaja que presenta este trazado es que precisará de pocos caminos de acceso para su construcción, ya que se pueden emplear los mismos caminos y carreteras por los que discurre adyacente.

- Valoración

Dada su situación alejada de zonas ambientales y próximas a caminos y carreteras desde los cuales se puede acceder durante su construcción o mantenimiento, se califica esta incidencia como leve.

4.4.2.2. Alternativa 2. Trazado paralelo al cauce del río Arenillas

- Afecciones ambientales

Se trata de una línea eléctrica de alta tensión que conecta la central hidroeléctrica con la subestación eléctrica situada en Arenillas, presentando un trazado de 10.650 m y un tramo final común de 2.320 m.

La principal afección ambiental consiste en la eliminación de vegetación natural a ocupar por los apoyos, y en el riesgo de colisión y electrocución de aves, que discurriendo más próximo al cauce, dicho riesgo adquiere más importancia en esta alternativa, dada la comunidad ornítica que frecuenta el cauce del río Arenillas. No obstante, con la aplicación de medidas protectoras, el riesgo sobre la avifauna se debe ver reducido.

El propio cauce también puede ser objeto de afección ya que el trazado presenta 8 puntos de cruce sobre el mismo, con lo que las obras pueden afectar a la calidad de las aguas, si bien se trataría de un efecto de carácter temporal.

El acceso que se requiere para su construcción también precisa de la eliminación de vegetación natural.

- Ventajas medioambientales

La ventaja que presenta este trazado es que se trata de la alternativa de menor longitud.

- Valoración

Dada la proximidad al cauce, con potenciales efectos sobre la avifauna, la incidencia de esta alternativa se caracteriza como moderado, aunque se considera viable medioambientalmente.

4.4.2.3. Alternativa 3. Trazado paralelo parcialmente al cauce del río Arenillas

- Afecciones ambientales

Se trata de una línea eléctrica de alta tensión que conecta la central hidroeléctrica con la subestación eléctrica situada en Arenillas, presentando un trazado de 11.250 m y un tramo final común de 2.320 m.

La principal afección ambiental consiste en la eliminación de vegetación natural a ocupar por los apoyos, y en el riesgo de colisión y electrocución de aves, que discurriendo próximo al cauce en un tramo, dicho riesgo adquiere una importancia intermedia en esta alternativa, dada la comunidad ornítica que frecuenta el cauce del río Arenillas. No obstante, con la aplicación de medidas protectoras, el riesgo sobre la avifauna se debe ver reducido.

El propio cauce también puede ser objeto de afección ya que el trazado presenta 7 puntos de cruce sobre el mismo, con lo que las obras pueden afectar a la calidad de las aguas, si bien se trataría de un efecto de carácter temporal.

El acceso que se requiere para su construcción también precisa de la eliminación de vegetación natural.

- Ventajas medioambientales

La ventaja que presenta este trazado es que parte de su trazado se aleja del cauce del río Arenillas.

- Valoración

Dada la proximidad al cauce en un tramo, con potenciales efectos sobre la avifauna, la incidencia de esta alternativa se caracteriza como compatible (valor 5), aunque se considera viable medioambientalmente.

4.4.3. Conclusiones

Por su menor incidencia ambiental se han seleccionado las alternativas 2 de la central hidroeléctrica (Ubicación aguas debajo de la represa) y 1 de las líneas eléctricas (Trazado paralelo a caminos y carreteras).

4.5. Instalaciones eléctricas. Línea de evacuación

4.5.1. Instalaciones de la central hidroeléctrica y subestación

El sistema de generación está compuesto por dos generadores, uno de 1750 kVA y otro de 990 kVA, con voltaje de generación de 4,16 kV. Estos equipos se conectarán a una subestación tipo interior en la sección denominada "tablero de generación a 4,16 kV". El tablero de generación a 4,16 kV contiene los elementos de seccionalización, protección y medida, sirviendo de enlace para la conexión con el transformador de potencia de 3000 kVA con relación de transformación 6,9/13,8 kV.

La salida del transformador de potencia se conectará a la subestación tipo interior en la sección denominada "tablero de salida a 13,8 kV". El tablero de salida se conecta con la línea aérea de evacuación de energía que llega a la subestación de Arenillas. El tablero de salida contiene los elementos de seccionalización, protección y medida, sirviendo de enlace con la compañía distribuidora así como para la conexión con el transformador de servicios auxiliares de 112,5 kVA.

La subestación para seccionamiento, protección y medición será de tipo interior, se ubicará en el nivel de acceso de la edificación y constará de dos tableros principales, el de generación a 4,16 kV y el de salida a 13,8 kV.

Todos los equipos eléctricos tendrán un medio de conducción de las fallas eléctricas a tierra, por medio de un conductor hasta el sistema de tierras de la central. Para tener un sistema equipotencial de tierras se construirá una malla de tierras a lo largo y ancho del terreno de la central.

4.5.2. Línea de evacuación

Para la evacuación de la energía generada en la central hidroeléctrica se proyecta una línea aérea de media tensión 13,8 kV que parte de las proximidades de la central hidroeléctrica a pie de la presa de Tahuín y finaliza en la subestación de Arenillas en la localidad del mismo nombre. La longitud de esta línea es de 12.935 m.

Se ha elegido una solución adaptada de la alternativa nº 2 planteada en el Estudio de Prefactibilidad en la Fase I. La razón de esta elección es porque el trazado de la línea discurre en paralelo a la conducción en gran parte del trazado y posteriormente lo hace paralelo a poca distancia de las carreteras de acceso a Arenillas y en el extrarradio de esta localidad.

La línea sale del lateral de la central hidroeléctrica mediante un apoyo enfrentado al transformador de potencia. Cruza el río Arenillas y se sitúa en paralelo a un camino existente y a la futura conducción de abastecimiento hasta el pk 3+500 m de trazado, de esta forma se puede aprovechar el mencionado camino, y utilizar posibles obras accesorias que faciliten el acceso y ejecución tanto de la conducción como de la línea eléctrica. Entre los pk 3+500 a 5+500 las trazas de la conducción y la línea eléctrica se alejan, cruzándose de nuevo en el pk 4+750, la línea por esta zona no presenta problemas orográficos importantes. Desde el pk 5+500 hasta el pk 7+000 los trazados de tubería y línea eléctrica vuelven a aproximarse, en esta zona se hace el cruce del río Arenillas en dos ocasiones. Desde el pk 7+738 la traza discurre inicialmente paralelo a la carretera de acceso a Arenillas y posteriormente circunvalando esta población para acceder por el norte de esta ciudad a la subestación. En este último tramo se cruza el río en cuatro ocasiones y también se cruzan dos carreteras de acceso a la población.

4.6. Descripción de las obras

CONEXIÓN CON LA CONDUCCIÓN EXISTENTE

Para la construcción del proyecto hidroeléctrico se ha previsto utilizar la tubería derecha del desagüe de fondo que tiene un diámetro de 1.6 m. y un espesor de 8 mm.

Se proyecta realizar una derivación de la conducción existente en vertical a 45°. Es preciso realizar un hueco en la galería para permitir ejecutar estos trabajos. Una vez la conducción sale de la galería mediante un codo vertical a 45° conecta con una válvula de corte de DN1600 PN6. Esta válvula permitirá independizar en tareas de mantenimiento el desagüe de fondo de la conducción hacia las turbinas.

La válvula se aloja en una arqueta disponiendo de bypass con válvula de mariposa de DN300. Aguas arriba y abajo de la válvula se instalarán dos ventosas trifuncionales de DN150 PN6.

Mediante un codo a 45 % horizontal la tubería mantiene una alineación recta hasta la casa de máquinas.

La tubería ira en esta obra de conexión embebida en hormigón, garantizándose su anclaje y evitando cargas de terreno excesivas.

TUBERÍA A PRESIÓN ENTERRADA A TURBINAS

Cota inicio rasante: 76.2 m

Cota final rasante: 72.2 m

Longitud 240 m

Tubería de acero de 64" X42 API 5L con soldadura a tope e= 10.3 mm y una longitud de 124.68 m.

Al final de la conducción se alojará en una arqueta un caudalímetro ultrasónico.

PIEZA PANTALÓN

Arreglo enterrado en acero de igual calidad que la conducción hormigonado, con derivaciones a turbina y desagüe.

Los refuerzos en derivaciones serán de acuerdo a AWWA M11.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA

OBRA CIVIL DE LA CENTRAL

Cimentación	71,25 m
Planta sala de turbinas	73,20 m
Planta sala de alternador	73,20 m
Planta sala de control/cuadros	77,00 m
Patio subestación	76,70 m
Acceso central	76,00 m
Cubierta edificio exterior	1566,00 m

- Accionamiento: equipo óleo
- Diámetro: G1(DN1200 mm PN6) y G2(DN900mm PN6)
- By-pass equipado con una (1) válvula manual más una (1) válvula automática óleo-hidráulica

Puente grúa:

- Tipo: eléctrico
- Capacidad gancho principal: 20 ton
- Luz entre carriles de rodadura: 11.36 m.
- Recorrido vertical: 7 m

CANAL DE RETORNO

- Sección Tipo Trapezoidal
- Muros H. Armado, altura variable entre 8,15 y 4.34 m
- Solera H. Armado.
- Longitud 13.35 m
- Ancho útil 11.7 m

DESAGÜE PARA VACIADO

Válvula mariposa accionamiento manual DN400

ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Transformador principal:

- Potencia de transformación: 3000 kVA.
- Refrigeración en baño de aceite.
- Voltaje de transformación: 4,16/13,8KV.
- Tipo de subestación: Interior con aislante al arco eléctrico en SF6.
- Aislamiento en el lado primario del transformador: 15 KV.
- Aislamiento en el lado secundario del transformador: 25 KV.
- Frecuencia de corriente alterna: 60Hz.

Transformador de servicios auxiliares:

- Potencia de transformación de servicios propios: 112,5 KVA.
- Refrigeración en baño de aceite.
- Voltaje de transformación para servicios propios: 13800 - 220/127Vca.

LÍNEA ELÉCTRICA

- Origen: Subestación Arenilla
- Final: Subestación C.H. Tahuín
- Tensión nominal 18.3 Kv
- Longitud: 13 Km

CAMINO DE ACCESO

- Longitud: 152 m
- Tipo: Firme pavimentado

5. Area de influencia del proyecto y análisis de riesgos

5.1. Area de influencia

El área de influencia del proyecto comprende el entorno ambiental susceptible de ser impactado desde los medios físico, biótico y social. El área de influencia se compone como mínimo de dos niveles: el contexto regional (Área de Influencia Indirecta) y el contexto local (Área de Influencia Directa).

Para la determinación del área de influencia del proyecto, se consideran los siguientes aspectos:

- **Ambito del Proyecto:** El área de influencia directa se definió en función de las obras que componen el Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, es decir la zona de ocupación de la Central Hidroeléctrica y su entorno inmediato, así como el trazado de la línea eléctrica hasta la subestación de Arenillas.
- **Ambito político administrativo:** Se trata del área en donde se efectuarán todas las actividades concernientes al Proyecto Hidroeléctrico Tahuín. Para este caso específico, el límite espacial administrativo es el Cantón Arenillas perteneciente a la Provincia de El Oro.
- **Ambito Ecológico:** Áreas naturales protegidas, de interés o singularidad que se encuentran en el ámbito del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, que se relacionen directamente con él o que pudieran estar amenazadas por las actividades del proyecto.
- **Ambito Socioeconómico:** Definido como el área en la cual se desarrollan actividades económicas relacionadas con el Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.
- **Ambito cultural:** Determinado por la importancia cultural y arqueológica del área.

5.1.1. Área de influencia directa (AID)

Área de influencia directa: espacio del territorio donde se manifiestan los impactos ambientales directos, es decir, aquellos que se presentan como resultado directo de la acción realizada y que ocurren en el mismo sitio (o muy cercano) y en el mismo tiempo (o poco tiempo después), a los correspondientes de la acción provocadora del impacto.

El área de influencia directa es el espacio donde se presentan los impactos de forma directa y está definida por una franja de 100 m alrededor de todas las áreas donde se implantarán las diferentes estructuras del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

Desde el punto de vista socioeconómico, el Cantón Arenillas comprende el ámbito administrativo correspondiente al Proyecto.

Dentro de esta área se centrará el EIA, identificando y evaluando los impactos producidos por la construcción y operación del proyecto de generación eléctrica.

5.1.2. Área de influencia indirecta (AII)

Área de influencia indirecta: espacio del territorio donde se manifiestan los impactos ambientales indirectos, es decir, aquellos que se presentan como resultado indirecto de la acción realizada y que generalmente ocurren en un sitio diferente y luego de transcurrido un tiempo significativo, a los correspondientes de la acción provocadora del impacto.

El área de influencia indirecta viene a constituir el entorno del área de influencia directa.

La definición de área de influencia indirecta toma en cuenta las relaciones e interrelaciones que se desarrollan en el ámbito social, cultural, y económico, entre otros.

Dicho de otra manera, las relaciones en el ámbito social se extienden más allá del área de influencia directa por la necesidad de intercambio o relación. Abarca las parroquias o cantones con influencia del proyecto y aquellos que posean importantes relaciones con el mismo.

5.2. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos en la zona de estudio permite conocer los daños potenciales que pueden surgir por un proceso natural de origen imprevisto.

Un riesgo geológico es todo proceso, situación o suceso en el medio geológico, natural, inducido o mixto, que puede generar un daño económico o social a alguna comunidad y en

cuya predicción, prevención o corrección han de emplearse criterios geológicos. Pueden dividirse en riesgos de origen interno (volcanes, terremotos) y de origen externo (movimientos de ladera, subsidencias naturales, erosión, inundaciones...).

5.2.1. Riesgo sísmico

El proyecto se encuentra localizado dentro del área de influencia de la Placa de Nazca y Sudamericana. Según los estudios de Mister y Jordán de 1978, la placa de Nazca se introduce bajo la placa Sudamericana a una velocidad de 73 mm al año. Este orden de magnitud indica un sistema de placas sometido a tensiones suficientemente importantes como para generar sismos destructores. De acuerdo con este ambiente tectónico, el riesgo sísmico puede ocurrir por subducción y levantamiento andino, asociados ambos a la actividad volcánica. Los sismos someros están relacionados con procesos de subducción a lo largo de la costa, mientras que los más profundos se concentran fundamentalmente al sur, a partir de los 1.5° de Latitud Sur en adelante.

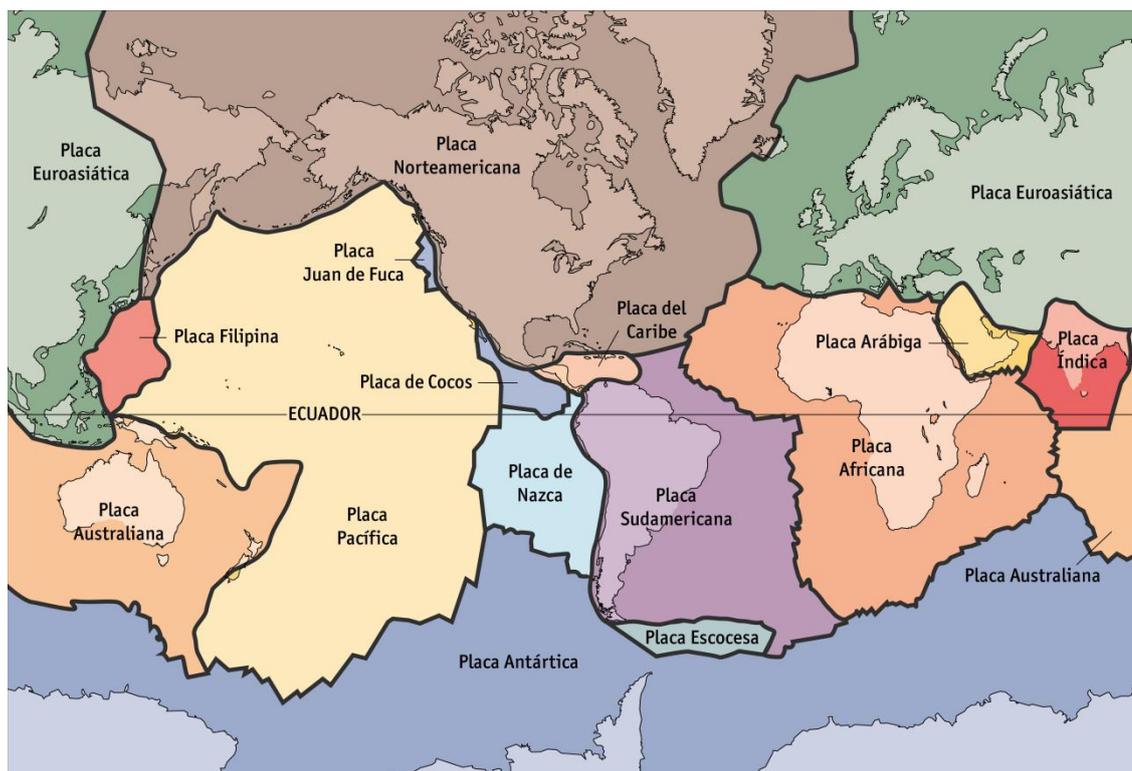


Figura 2.- Mapa de las placas tectónicas.

La historia sísmica al sur del país confirma que desde 1970 hasta 2011 han ocurrido 2 terremotos de intensidad mayor a 7 (según la Escala de Mercalli) ambos en 1970 y de 1 terremoto de intensidad 7,1 (según escala Richter) que fecha Agosto de 2010. Dentro del período registrado el sismo de mayor impacto se produjo el 10 de diciembre de 1970, 9 en

la Escala de Mercalli, epicentro situado a 30 Km. de profundidad Se produjo el colapso de numerosos edificios en las provincias de Loja y El Oro, incluyendo minas (IGEPN, 1970). A continuación se resumen los principales eventos sísmicos acaecidos en el Sur de Ecuador:

PRINCIPALES EVENTOS SÍSMICOS ACAECIDOS EN EL SUR DE ECUADOR.

Fecha	Localización	Magnitud o Intensidad ¹	Profundidad Km
10-12-1970	Prov. Loja y El Oro	9	42
10-11-1970	Prov. El Oro y Loja	8	-
13-07-2007	Zaruma	4.8	20
25-09-2007	Prov. Loja	5.9	86
15-11-2007	Prov. Loja y Morona Santiago	6.7	155
24-08-2008	Prov. Loja y Morona Santiago	4.6	17
12-08-2010	Prov. de El Oro y Loja	7.1	100
06-01-2011	Prov. de El Oro y Loja	4.5	30
12-01-2011	Prov. de El Oro y Loja	4.6	45

Tabla 3.- Principales eventos sísmicos acaecidos en el sur de Ecuador

El mapa de nivel de amenaza sísmica clasifica los cantones en cuatro categorías según el riesgo sísmico que tiene cada uno. La zona I corresponde a una zona de menor peligro mientras que la zona IV es la zona de mayor peligro sísmico. Según esta clasificación, el Cantón Arenillas se considera como zona III, lo que indica que el riesgo sísmico es alto.

¹ Escala Mercalli o Richter según los casos

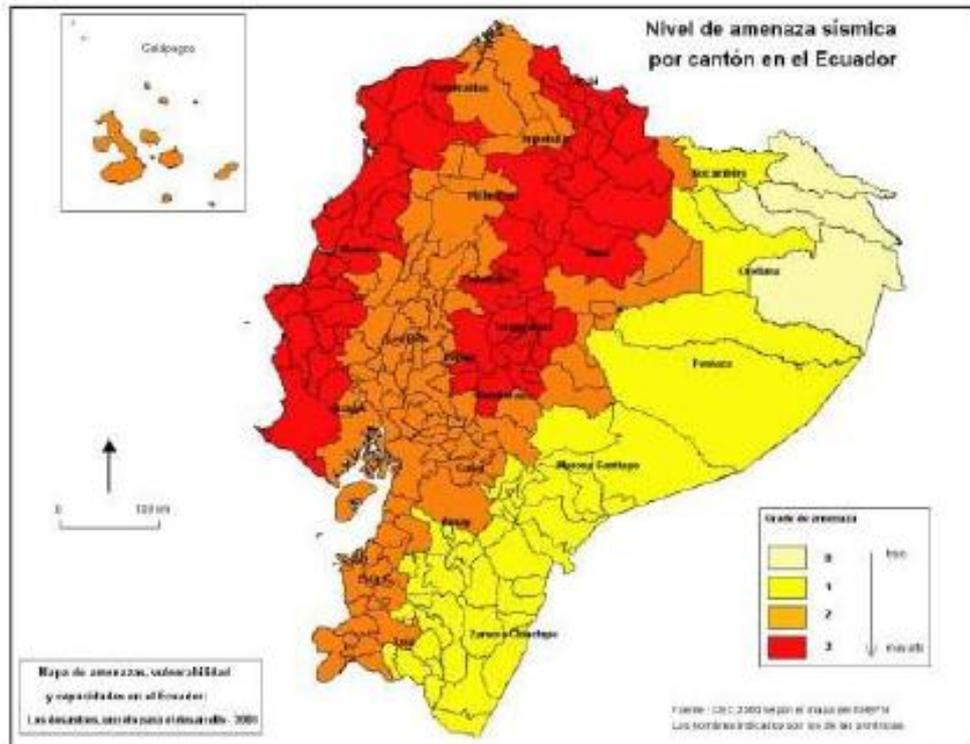


Figura 3.- Nivel de amenaza sísmica por cantón en el Ecuador.

5.2.2. Terremotos y tsunamis

Si se compara el impacto de los desastres en la historia del Ecuador, son los terremotos los eventos de origen natural que ocasionaron las consecuencias más graves, sobre todo en lo que se refiere al número de víctimas.

Dado que el riesgo sísmico ha sido analizado en el apartado anterior, en este apartado únicamente se hará referencia a los tsunamis, cuyo origen está causado por un seísmo con epicentro en el océano.

El mapa de la **Figura 31** muestra los sectores que fueron afectados gravemente por terremotos de intensidad superior a VIII (en la escala Mercalli modificada) desde 1541 hasta 1998. De manera general se observa que los eventos telúricos mayores ocurrieron en la región andina desde la provincia de Chimborazo, en el centro Sur, hasta la provincia de Tulcán, al Norte.

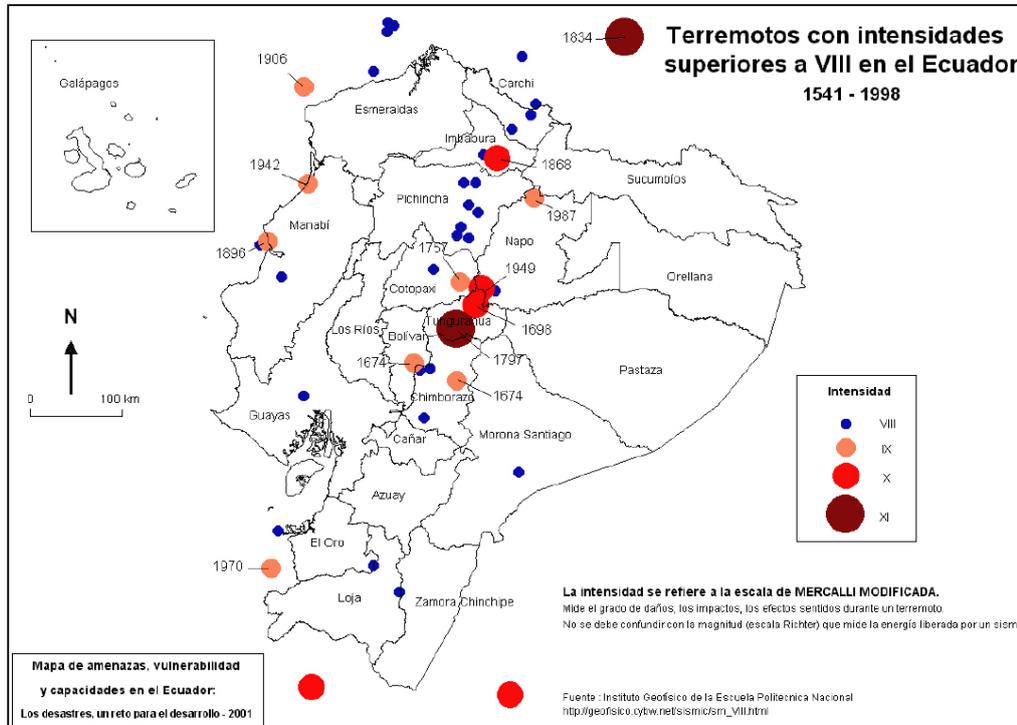


Figura 4.- Mapa de distribución de terremotos con intensidades superiores a VIII en Ecuador (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).

Toda la franja occidental costera del país y toda la Sierra Norte (desde Tulcán hasta Riobamba, incluyendo Quito) se clasifica como zona de alto peligro (zona IV). Las ciudades de San Lorenzo, Santo Domingo, Babahoyo y Guayaquil pertenecen a una zona de 150 Km de ancho (que se extiende desde el subandino occidental hasta la zona litoral) para la cual el peligro es relativamente alto (zona III). Mientras más se va hacia al Oriente, menor es el peligro.

Por otro lado, las sacudidas provocadas por un terremoto pueden generar olas grandes en el mar las cuales pueden tener efectos devastadores en las orillas. De hecho, en la franja litoral del Ecuador varios terremotos indujeron maremotos o tsunamis a lo largo de la historia. Fue el caso por ejemplo en 1906, donde un seísmo de escala IX provocó un maremoto que inundó la franja litoral de la provincia de Esmeraldas dejando decenas de muertos y daños materiales elevados. En 1958, otro maremoto asociado a un terremoto de intensidad VIII afectó nuevamente a la provincia de Esmeraldas.

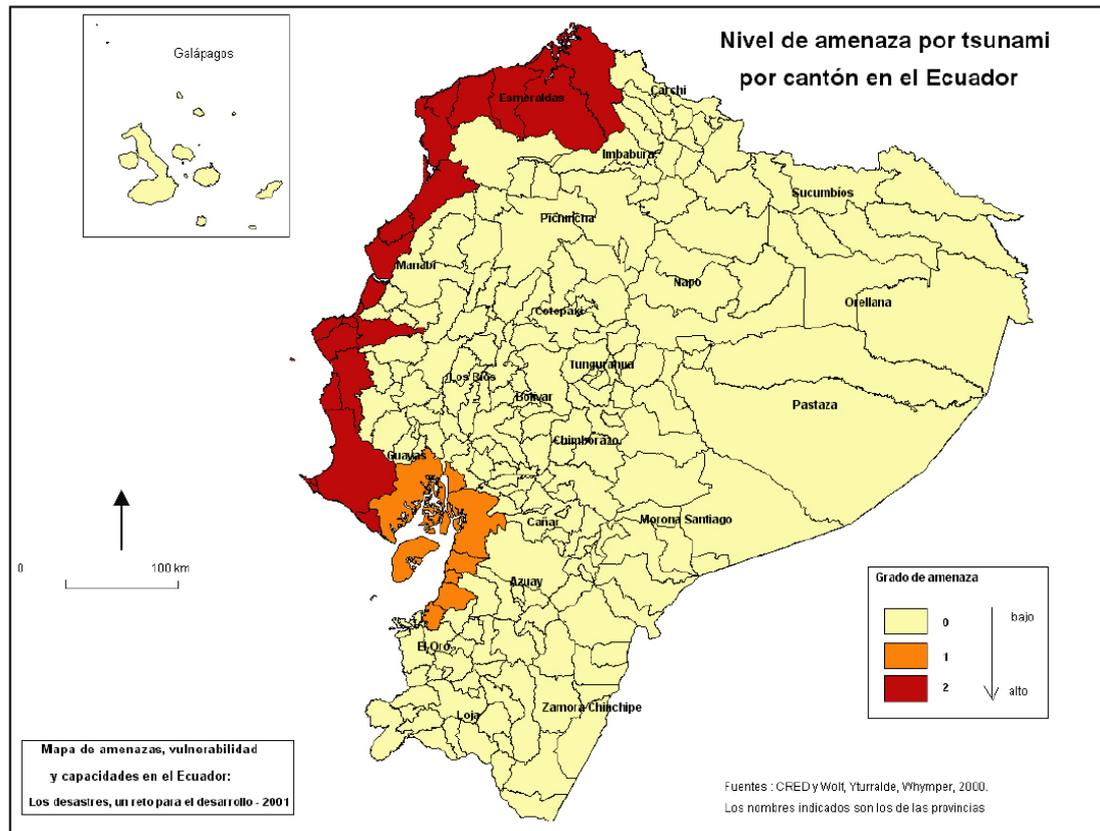


Figura 5.- Mapa regional de nivel de amenaza por tsunami o maremoto en la República del Ecuador.

En resumen, la zona central de la Sierra (Ambato, Riobamba), la Sierra Norte y las zonas costeras de las provincias de Esmeraldas y Manabí son las zonas que sufrieron desde los últimos 4 siglos las mayores pérdidas por terremotos en el Ecuador, mientras que en la provincia de El Oro el riesgo es bajo a nulo.

5.2.3. Erupciones volcánicas

En la **Figura 33** se muestran los principales volcanes del país con su actividad histórica (desde el siglo XVI). El número de erupciones ocurridas ha sido clasificado en tres rangos: (1) ninguna erupción, (2) entre 1 y 15 erupciones y (3) más de 15 erupciones a lo largo de los últimos 4 siglos.

Se observa cómo las erupciones volcánicas afectaron esencialmente a la Sierra Norte, desde Riobamba hasta Ibarra, el subandino oriental y las islas Galápagos. Por el contrario, los riesgos asociados a eventos volcánicos no se dan en la región del El Oro, donde la actividad volcánica se produjo únicamente a través de grietas y fisuras durante el levantamiento de la cordillera hace millones de años.

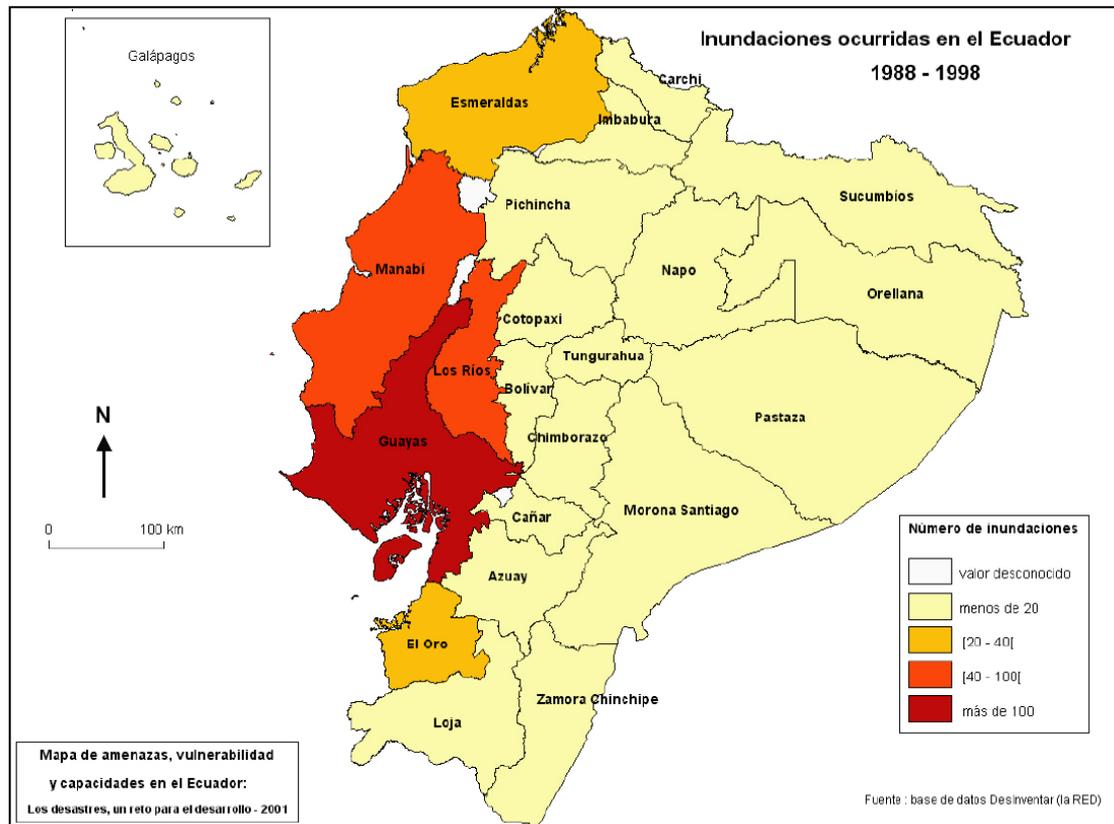


Figura 7.- Mapa de distribución de inundaciones ocurridas en Ecuador por provincias (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).

Según el INAMHI11, se puede diferenciar tres tipos de inundaciones: (i) inundaciones por precipitaciones extremas, (ii) inundaciones por desbordamiento de ríos e (iii) inundaciones por el taponamiento del drenaje o lahares.

Son los eventos hidro-meteorológicos "El Niño" los que generan las inundaciones más graves en el país debido al exceso de precipitaciones y las provincias de la Costa las que sufren cíclicamente los mayores estragos debido a las inundaciones:

- El Niño de 1982-83 produjo la inundación de 896.100 hectáreas, 600 personas fallecieron y se estimó que las pérdidas llegaron a US\$ 650 millones (CEPAL 1983).
- El Niño de 1997-98 dio como resultado la inundación de 1.652.760 hectáreas, causó la muerte de 286 personas y 30.000 personas perdieron sus casas o fueron evacuadas; en esta ocasión, los daños asociados superaron los 1.500 millones de dólares (Gasparri et al. 1999).

El mapa de la **Figura 35** es una compilación de las áreas sumergidas por las aguas durante los dos últimos fenómenos "El Niño" de mayor envergadura (1982-83 y 1997-98) y los

recurrentes taponamientos del drenaje o lahares a lo largo de los últimos 20 años (INAMHI 1999; ODEPLAN 1999).

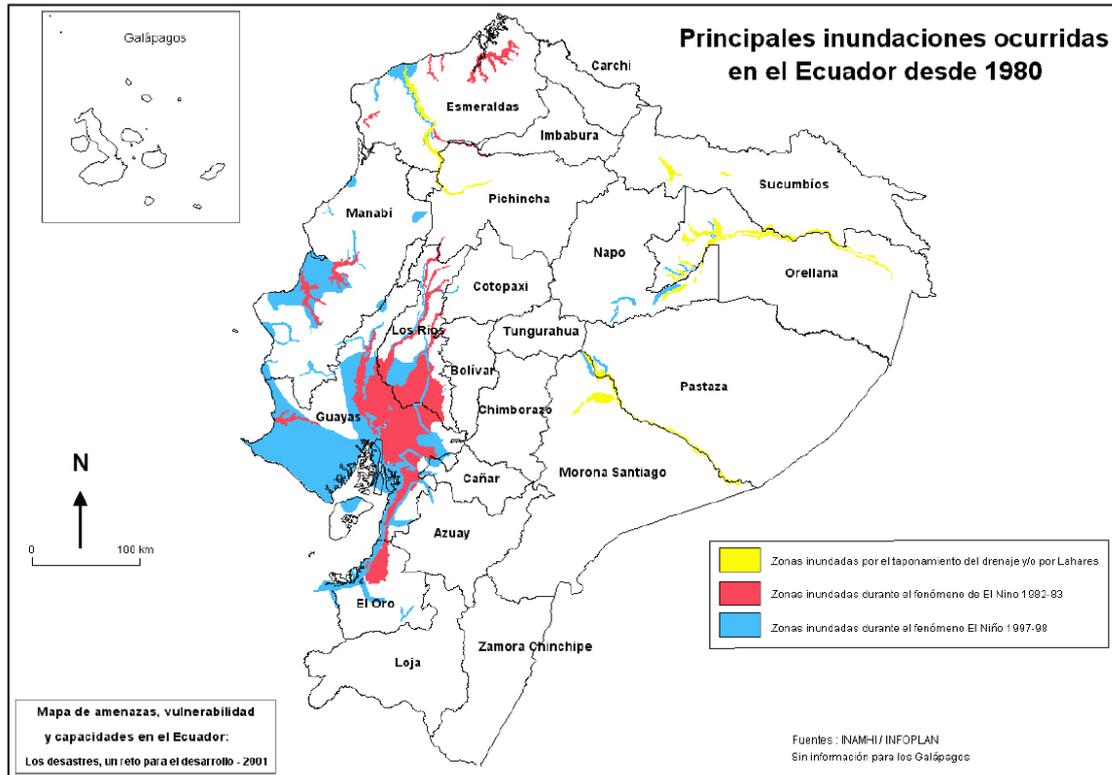


Figura 8.- Mapa de distribución de las principales inundaciones ocurridas en el Ecuador desde 1980 (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).

Sobre la base de las áreas inundadas en el pasado y las zonas cuya altura es inferior a 40 metro sobre el nivel del mar se ha confeccionado el mapa de la **Figura 36**. Las zonas de altura < 40m son a menudo (pero no siempre) las partes inferiores de las cuencas hidrográficas en donde se concentran el exceso de agua y donde las pendientes son muy débiles.

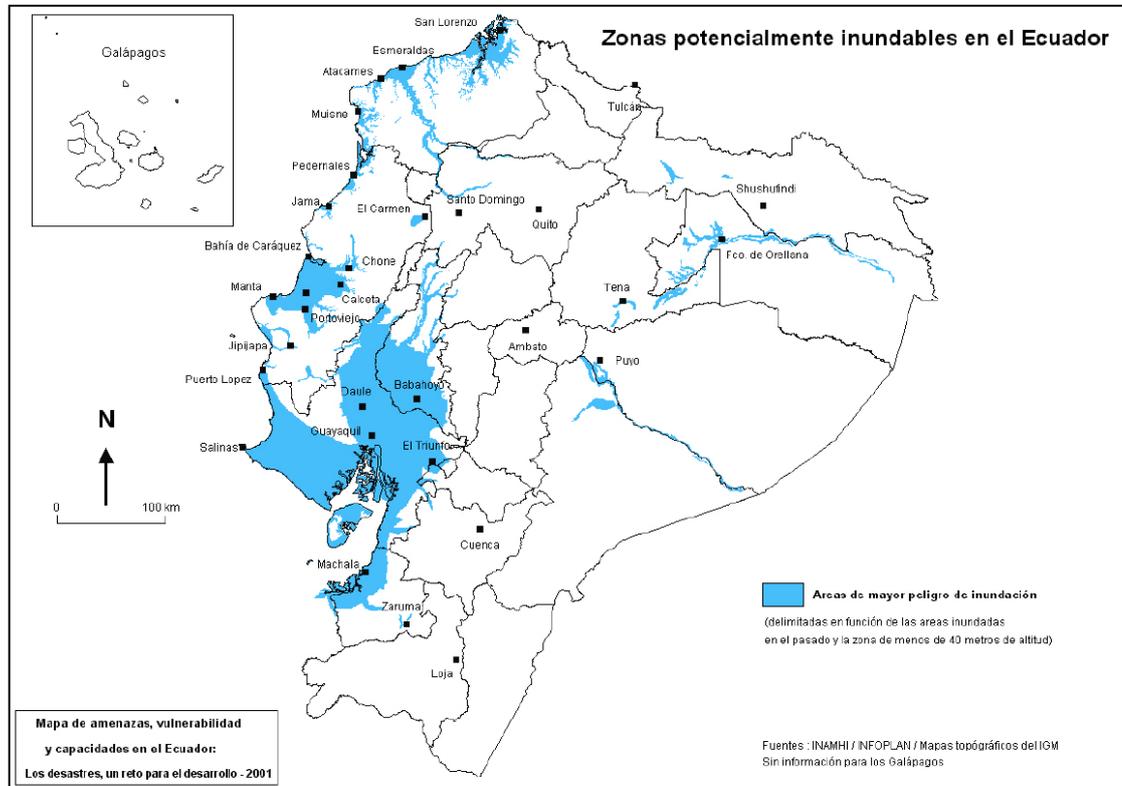


Figura 9.- Mapa de las zonas potencialmente inundables en el Ecuador (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).

Sin embargo, este criterio no toma en cuenta las obras de protección que resguardan a las poblaciones de las inundaciones, como es el caso del control que ejerce la propia presa de Tahuín sobre la zona estudiada mediante la regulación del agua en las crecidas.

Analizando las sequías registradas en Ecuador durante el período de 1988 a 1998 las provincias de El Oro y Manabí aparecen como las más afectadas por este fenómeno natural (4 episodios en 12 años). Los años de sequía pueden comprometer los cultivos pero también la producción de energía hidroeléctrica. Así como los eventos de "El Niño" generan un exceso pluviométrico, el fenómeno opuesto, "La Niña", suele producir condiciones hídricas deficitarias.

5.2.5. Los movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes)

En relación al peligro por deslizamientos, estos, los derrumbes y las amenazas de movimientos de masa están asociados a condiciones de clima (precipitaciones, cantidad y distribución anual), relieve (pendiente), litología o formaciones geológicas afectadas, presencia de fallas o discontinuidades, ocurrencia de sismo y vegetación (tipo y uso antrópico de los suelos).

En la **Figura 37** se presenta el número de deslizamientos registrados en las provincias desde 1988. La provincia de Manabí parecería ser la que ha sufrido la mayor cantidad de deslizamientos (más de 40 eventos). Le siguen Pichincha (25 desmoronamientos) y, en tercer lugar, Guayas y Esmeraldas y varias provincias del centro y Sur de la Sierra. En cambio, en la parte amazónica (bastante plana) y en el Norte de la Sierra se registraron pocos deslizamientos.

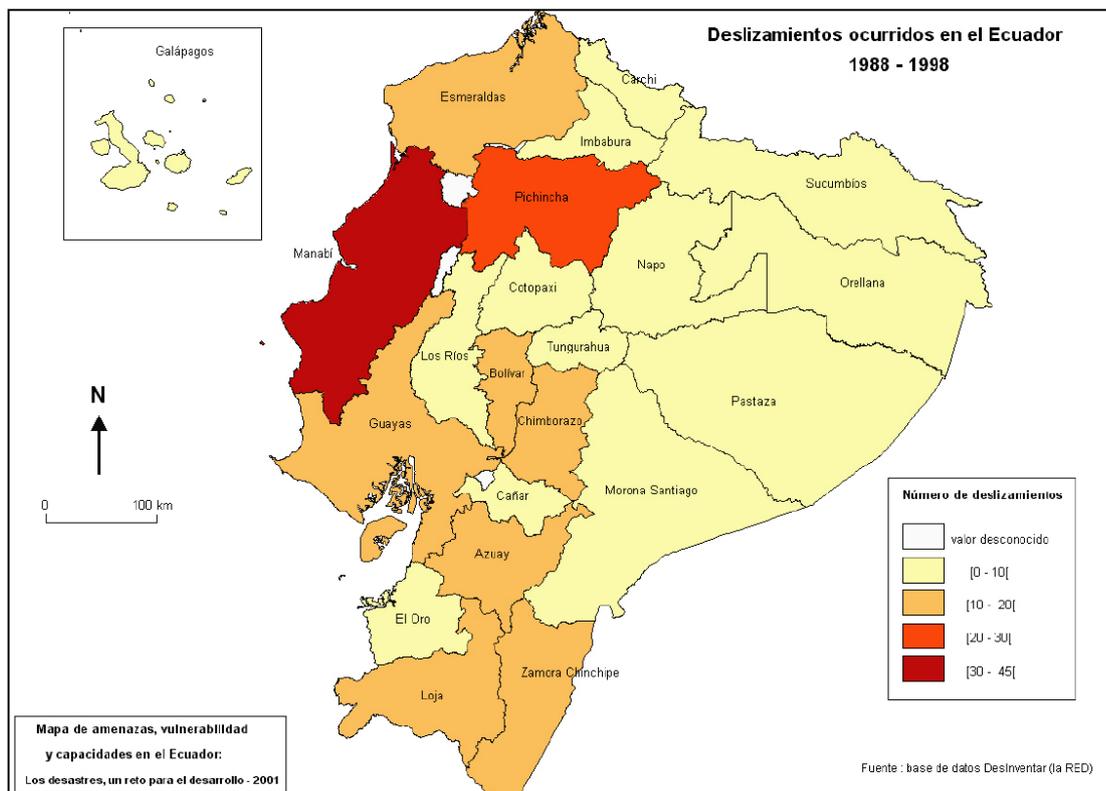


Figura 10.- Mapa de los deslizamientos ocurridos en el Ecuador en el periodo 1988-1998 (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).

Estos deslizamientos ocurren por lo general en áreas con pendientes superiores a 50% y en donde las precipitaciones superan los 1500 mm al año.

Al igual que las inundaciones, el exceso excepcional de precipitaciones durante los meses del fenómeno de "El Niño" produce un sinnúmero de deslizamientos aislados en toda la Costa. Es importante destacar que no son siempre los mismos sectores los afectados ya que cada episodio de "El Niño" tiene características peculiares.

El mapa de la **Figura 38** muestra las zonas potencialmente sensibles a los deslizamientos y derrumbes. Se trata de un mapa muy esquemático realizado sobre la base de la información general del INFOPLAN (ODEPLAN 1999). Esta fuente fue complementada con la información

disponible sobre las pendientes superiores a 12 grados. No fue posible obtener grados de pendientes más precisos; tampoco se pudo tomar en cuenta otros factores que condicionan las probabilidades de deslizamientos –como la extensión de las vertientes, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones (cantidad y repartición anual), la presencia de fallas, la ocurrencia de sismos y el uso antrópico de los suelos—.

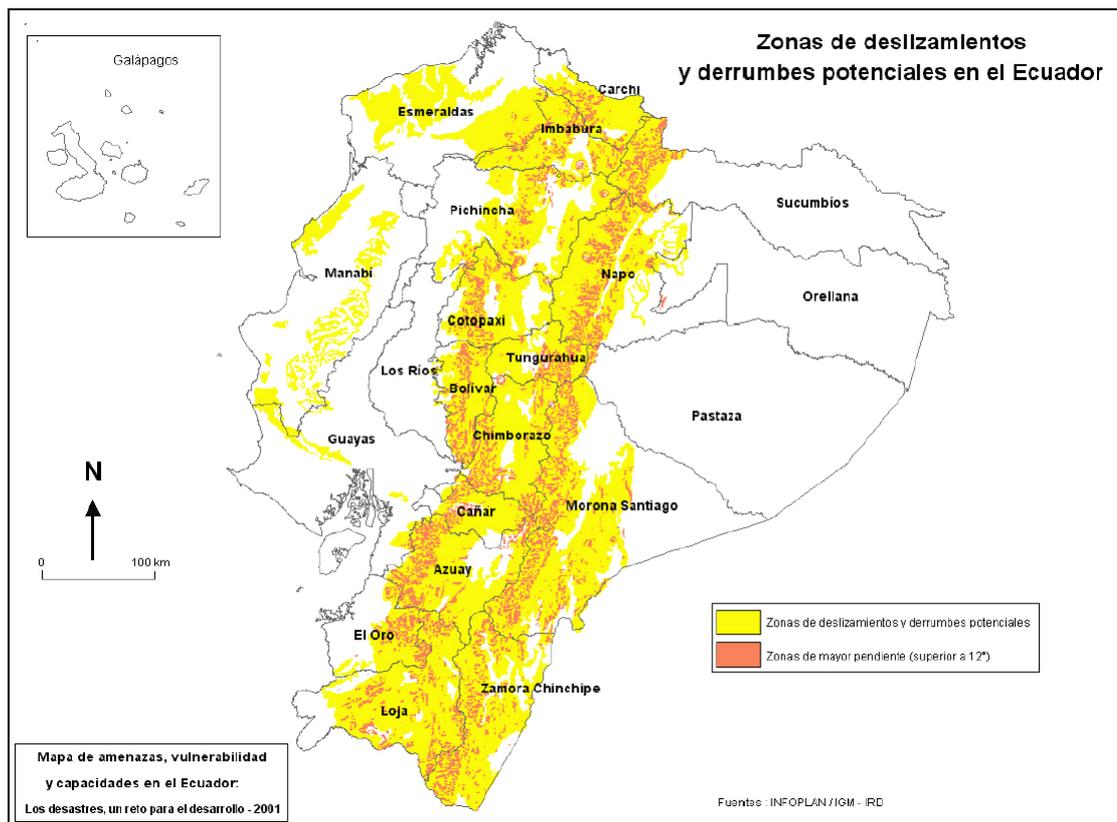


Figura 11.- Mapa de las zonas potencialmente inestables por derrumbes y deslizamientos en el Ecuador (Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Florent DEMORAES y Robert D'ERCOLE).

Se observa que la región andina es potencialmente la más expuesta a las manifestaciones morfodinámicas. La provincia de Manabí, a pesar de tener el mayor número de eventos registrados en el pasado, no parecería ser la más expuesta a eventos potenciales. La diferencia entre lo potencial y lo ocurrido puede explicarse por las formaciones geológicas (más sensibles a los deslizamientos en la Costa) y por la mayor influencia de “El Niño” en el litoral. La escala utilizada no permite un diagnóstico más exacto ya que la complejidad de las causas de esos fenómenos requiere un análisis más local. El área total considerada como propensa a los derrumbes cubre 92.350 kilómetros cuadrados, equivalentes al 30% del territorio nacional.

El nivel de amenaza por deslizamiento también fue calificado en una escala de 0 a 3, lo que determina cuatro categorías potenciales de peligros de deslizamientos y derrumbes.

La zona de estudio está ubicada en la categoría de peligro relativamente alto (grado 2) debido a las fuertes pendientes que existen en su territorio, tal y como se muestra en la **Figura 39**.

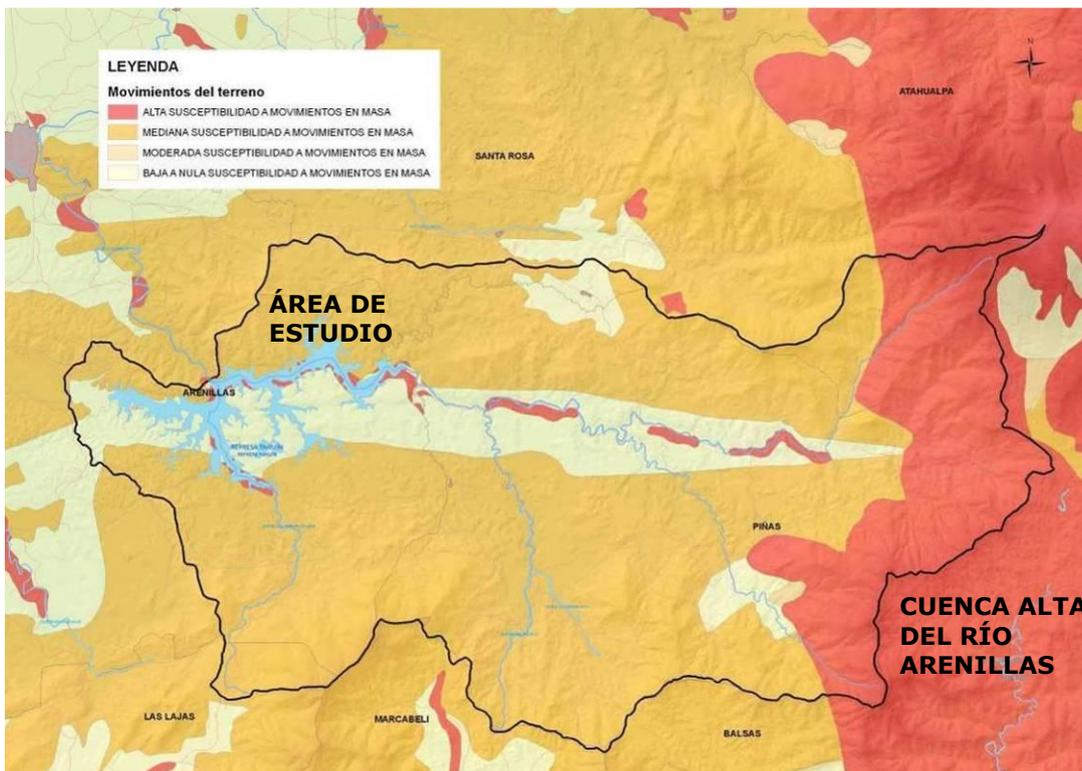


Figura 12.- Mapa 1:250.000 de susceptibilidad de movimiento del terreno de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (STGR).

En la **Figura 40** se muestra un ejemplo de deslizamientos superficiales y de escasa entidad situados al pie de la represa de Tahuín. Estos movimientos se relacionan con la existencia de suelos de alteración y la elevada humedad procedente de la salida de fondo.



Figura 13.- Vista de deslizamientos superficiales observados al pie de la represa de Tahuín.

5.2.6. Evaluación de riesgos

Para la evaluación del riesgo, existió la participación del equipo multidisciplinario como base para la comparación y unificación de criterios, disponiendo como fundamento las variables de amenaza y factores de vulnerabilidad.

Para la identificación y análisis de riesgo, se consideró la interrelación entre la actividad y los riesgos ambientales en sus diferentes aspectos (sísmico, volcánico, inundaciones, etc.); es decir, se realizó un análisis de la relación existente entre:

- El riesgo como causa de la ocurrencia de eventos no deseados
- Las potenciales consecuencias directas e indirectas a corto y largo plazo

Para el análisis de riesgos, se utilizó como referencia una matriz de identificación de la amenaza del riesgo y la vulnerabilidad, con las consecuencias que podrían generar.

La interpretación se basó en la documentación bibliográfica y el reconocimiento de campo, de acuerdo a la matriz de riesgos para luego con la ayuda de toda la información generada, definir los tipos de riesgo, resumidos en las matrices siguientes:

Matriz de Evaluación de Amenaza

VALOR	NIVEL DE AMENAZA	DESCRIPCIÓN
1	Muy bajo	El evento ocurrirá muy raras veces
2	Bajo	El evento es poco probable que ocurra
3	Medio	El evento puede ocurrir en alguna ocasión
4	Alto	El evento puede ocurrir con bastante probabilidad
5	Muy alto	El evento es muy probable

Matriz de Evaluación de la Vulnerabilidad

VALOR	GRADO DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Bajo	Daños al ambiente y al personal son muy reducidos, y costos muy bajos
2	Leve	Daños leves al ambiente y al personal, mitigables con brevedad, y costos bajos
3	Moderado	Daños moderados al ambiente y al personal, mitigables a medio plazo, y costos medios
4	Alto	Daño severo al medio ambiente, puede ser mitigado a largo plazo. Costes fuertes.
5	Crítico	Daños irreversibles al medio ambiente y lesiones irreparables al personal; los costos son elevados.

Matriz de Evaluación de los Riesgos

Para el proyecto se calculan los riesgos, como el producto de la vulnerabilidad por el nivel de amenaza.

Esta matriz es calificada en una escala de 1 a 25, donde el valor de 17 - 25 corresponde a riesgos ALTOS; 9 - 16 riesgos MEDIOS; 1 - 8 riesgos BAJOS.

NIVEL AMENAZA	DE	VULNERABILIDAD				
		1	2	3	4	5
1		1	2	3	4	5
2		2	4	6	8	10
3		3	6	9	12	15
4		4	8	12	16	20
5		5	10	15	20	25

Riesgos BAJOS: Corresponde a eventos de baja ocurrencia baja, con medidas preventivas de costos mínimos, sin lesiones al personal y daños económicos bajos.

Riesgos MEDIOS: Se necesitan acciones preventivas, considerando soluciones rentables o mejoras que no supongan una carga económica. Deben existir comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo sigue siendo tolerable.

Riesgos ALTOS: No se debe iniciar la actividad hasta que se haya reducido el riesgo, precisando recursos considerables para controlar el riesgo, de coste elevado.

La evaluación de los riesgos en función de la amenaza y la vulnerabilidad en este proyecto determina los valores que se describen en el siguiente cuadro:

Matriz de Valoración del Riesgo

RIESGO	EVALUACIÓN			VALORACIÓN DEL RIESGO
	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO	
Riesgo sísmico	4	3	12	MEDIO
Tsunamis	1	5	5	BAJO
Erupciones volcánicas	1	5	5	BAJO
Inundaciones	3	3	9	MEDIO
Movimientos en masa	4	1	4	BAJO

Tabla 4.- Matriz de Valoración de Riesgo

Conclusiones

La actividad presenta un riesgo MEDIO a los eventos sísmicos y a las inundaciones y un riesgo BAJO a los tsunamis, erupciones volcánicas y movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes).

6. Caracterización ambiental del área de influencia del proyecto: línea base

Este ítem se centra en la descripción del estado actual de los componentes ambientales en el área de influencia directa ambiental (AID) del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

6.1. Caracterización del medio físico

6.1.1. Clima

Para la caracterización climática, se utiliza como referencia el Boletín Climatológico de la Estación Climática Ordinaria "TAHUIN" situada en las coordenadas 03° 37' 48" de latitud Sur y 80° 00' 05" de longitud Oeste y una altura de 129 msnm, proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y comprende un período de 17 años, es decir de 1983 hasta 1999.

De acuerdo a la altitud geográfica el clima es subdesértico tropical (semiárido de estepa según Thornthwaite).

6.1.2. Factores del clima

Por las coordenadas de latitud, se puede hacer dos consideraciones importantes: la una, que en esa latitud ya se percibe débilmente las cuatro estaciones, es decir que los elementos del clima ya tienen variaciones a través de los meses del año, especialmente la precipitación, la temperatura y la humedad. La otra consideración importante es que la cercanía del Perú trae la influencia del desierto peruano, pues la línea que separa el desierto de la zona húmeda no es fija, ésta se desplaza hacia el norte y hacia el sur, según el ciclo que presentan los sistemas de corrientes marinas y aéreas, haciendo que el área del proyecto sea vulnerable.

Por los valores de la longitud geográfica, la influencia marina es más fuerte que en otros sitios. La cercanía de los estuarios y el conjunto de islas y lagunas, son agentes que modifican el clima.

Hay otros factores del clima que es pertinente se los describa:

6.1.2.1. Astronómicos

Entre los factores astronómicos se encuentra: la inclinación del eje terrestre (movimiento de cabeceo); el llamado efecto Coriolis que produce la fuerza centrífuga (movimientos de

rotación de la tierra); y, las cuatro estaciones del año (movimiento de traslación de la tierra).

Los tres factores mencionados actúan sobre el área de estudio periódicamente. Son sensibles a éstos: los vientos, la humedad relativa del aire, la evaporación y la presión atmosférica.

6.1.2.2. Geográficos

Entre los factores geográficos en orden de importancia se tiene: La altitud geográfica que influye mucho en casi todos los elementos del clima, pero especialmente en la temperatura.

La ubicación geográfica, siendo en el área muy importante la latitud, casi 40 de latitud sur, aleja un poco las características de la línea equinoccial.

6.1.2.3. Meteorológicos

Los factores meteorológicos más importantes son: sistema de corrientes marinas. Humboldt - Niño, de efectos contrapuestos en la temperatura y humedad contrapuestas y la variación de la zona de convergencia intertropical (ITCZ). Se destaca la geomorfología de la planicie y el área de influencia mayor de la corriente fría de Humboldt que trae mayor riqueza a la zona. Es un punto de encuentro de corrientes marinas contrapuestas y de corrientes aéreas contrapuestas. Estos factores hacen que el clima sea único y por lo mismo muy favorable para el desarrollo agro productivo.

La deforestación para extraer madera, la actividad industrial, el consumo de energía, el smog, el efecto invernadero; y, el crecimiento del hueco en la capa de ozono, dan como resultado las dislocaciones del clima y una alteración del balance energético en las relaciones de océano - continente - atmósfera.

6.1.2.4. Precipitación

Es el más sensible de todos, para la formación de precipitación se requiere de humedad atmosférica, radiación solar, mecanismo de enfriamiento del aire, etc.

Se puede observar que en la estación Climatológica Ordinaria Tahuín durante el período de 1983-2007 los meses de mayor precipitación son enero, febrero, marzo y abril, mientras que el período seco empieza desde mayo hasta el mes de diciembre.

La precipitación más alta corresponde al mes de febrero con 272 mm., mientras que el mes de agosto es el más seco con una precipitación de 3,9 mm.

Estación Meteorológica Ubicada en Tahuín Período 2007

MESES	PRECIPITACIONES (mm)
Enero	150.3
Febrero	233
Marzo	175.8
Abril	142.1
Mayo	81.4
Junio	21.8
Julio	12.1
Agosto	7.9
Septiembre	10.2
Octubre	13.3
Noviembre	6.2
Diciembre	34.8
Anual	647.6

Tabla 5.- Precipitación media anual en la estación de Tahuín. Fuente: INAMHI

En el año medio, la distribución es típica de costa, cuyo pico es de 233 mm en el mes de febrero; marzo y abril también son meses de mucha precipitación con 175.8 y 142.1 mm, respectivamente. Los meses de julio a diciembre son los más secos, cuyos valores están comprendidos entre 6.2 y 81.4 mm.

Durante los meses de estiaje, la humedad relativa del aire y la capa freática se mantienen altas, dando lugar una vegetación permanente desde Arenillas hasta Santa Rosa.

6.1.2.5. Temperatura

La temperatura media es prácticamente constante. Los meses más calurosos van desde enero hasta mayo con un promedio de 23 - 25 °C, es decir se nota la influencia del cono sur. Esto obedece a que a 40 de latitud sur, ya comienza a sentirse el efecto de las cuatro estaciones.

Mientras que los meses más fríos van de julio a octubre con un valor promedio de 20-22 °C.

La temperatura máxima esta en un rango 28 - 33°C. En el gráfico se presenta las temperaturas mínimas, promedio y máximas.

Los valores de temperatura son los siguientes:

Temperatura promedio: 24 °C

Temperatura mínima: 20 °C

Temperatura máxima: 33 °C

6.1.2.6. Humedad relativa

Humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta, los períodos con mayor Humedad comprende los meses de mayo hasta octubre, mientras que los de menor iHumedad Relativa a los meses comprendidos desde enero hasta abril.

La mayor Humedad Relativa % corresponde a los meses de junio, julio y octubre con 87,5 % y la menor al mes de enero con 84,8%

6.1.2.7. Evaporación

Los meses de mayor evaporación son abril con 270,90 mm y octubre con 256,30 mm. El menor valor se registra en julio con 78,60 mm; el promedio anual es de 101 mm y el diario de 3.33 mm.

6.1.2.8. Vientos

La dirección más frecuente es W con el 36 .1% del tiempo; NW con el 19.3%, N con el 16.5% y SW con el 2.1%. Las velocidades de los vientos no superan los 4 Km/h, teniendo el máximo valor en septiembre con un valor de 3.4 Km/h, y el menor valor corresponde a mayo con 2.6 Km/h.

6.1.2.9. Heliofania

El brillo Solar anual en promedio es 1.7 horas / día, 52 horas / mes y 621 horas / año, Estación Meteorológica ubicada en Tahuín.

6.1.3. Atmósfera y calidad del aire

El estado atmosférico, con relación a la calidad del aire en el AID del proyecto, está relacionado directamente con el estado de desarrollo e intervención de las diferentes actividades humanas que realizan acciones en las cuales se generan emisiones gaseosas y partículas sólidas, como causantes directos de la contaminación y alteración de la calidad del aire.

En las superficies naturales alrededor de la Represa Tahuín, el estado natural del ambiente y la poca intervención humana y fuentes móviles y fijas que generen emisiones, garantizan un aire de alta calidad y sin contaminación.

En los núcleos de Santa Rosa y Arenillas el tráfico de vehículos interno genera una alta contaminación, la cual se manifiesta en el humo generado por las fuentes móviles, especialmente los buses a diesel, las acumulaciones negruzcas de hollín en las casas y edificios y demás obras de infraestructura civil adyacentes a las vías internas de las ciudades.

En el trazado de la línea eléctrica y emplazamiento de la central hidroeléctrica se han tomado muestras de calidad del aire en dos puntos, cuyo resumen de resultados son los siguientes:

PARÁMETROS	PUNTO 6	PUNTO 7
Humedad (%)	77,7	84,4
Temperatura (°C)	24,5	25,0
O3 (ppm)	0,08	< 0,001
SO2 (ppm)	< 0,1	< 0,1
NO (ppm)	< 0,1	< 0,1
NO2 (ppm)	< 0,1	< 0,1
CO (ppm)	< 1	< 1
PM2.5 (µg/m3)	22,9	5,5
PM10 (µg/m3)	156,1	28,6

Tabla 6.- Resultados de muestras de calidad del aire. Fuente: Universidad Central del Ecuador

Los informes de resultados completos obtenidos en los muestreos realizados por el Departamento de Petróleos, Energías y Contaminación de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador se aportan en el Anexo 2 y muestran que todos los valores son muy bajos.

6.1.4. Medio ambiente acústico

La alteración de los niveles sonoros produce molestias, no sólo a la población humana, sino también a la comunidad animal.

En el área de estudio, esta afección es significativa debido al funcionamiento de la Represa Tahuín.

La medición de ruido en fuentes fijas se basa en el TULAS, Libro VI, Anexo 5 "Límites Permisibles de Ruido Ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para Vibraciones".

Art 4.1.2. De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija.

Art. 4.1.2.1 La medición de los ruidos en ambiente exterior se efectuará mediante un decibelímetro (sonómetro) normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow).

Art. 4.1.2.2 El micrófono del instrumento de medición estará ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 (tres) metros de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. El equipo sonómetro no deberá estar expuesto a vibraciones mecánicas, y en caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento.

Art. 4.1.2.3 Medición de Ruido Estable.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de 1 (un) minuto de medición en el punto seleccionado.

Para comparar los resultados obtenidos durante la medición de ruido se debe considerar el TULAS, Libro VI, Anexo 5 "Límites Permisibles de Ruido Ambiente para fuentes fijas y móviles, y para Vibraciones", Tabla 1 "Niveles máximos de ruido permisibles según uso de suelo".

"Tabla 1. Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo"

TIPO DE ZONA SEGUN USO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE	
	DE 06:00 H A 20:00 H	DE 20:00 H A 06:00 H
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial Mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Tabla 7.- Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo

A continuación se muestran los valores obtenidos del ruido ocasionado en el entorno de la línea eléctrica y el emplazamiento de la central hidroeléctrica de Tahuín, donde se tomaron muestras de calidad del aire en dos puntos, cuyo resumen de resultados son los siguientes:

PARÁMETROS	PUNTO 6	PUNTO 7
Leq min (dBA)	29,7	48,8
Leq max (dBA)	86,2	66,3
Leq prom. (dBA)	65,1	52,8

Tabla 8.- Resultados de muestras de ruido. Fuente: Universidad Central del Ecuador

Los informes de resultados completos obtenidos en los muestreos realizados por el Departamento de Petróleos, Energías y Contaminación de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador se aportan en el Anexo 2.

Según el TULAS el ruido permisible para una zona industrial debe ser de 70 decibelios desde las 6 hasta las 20 h; y de 65 decibeles desde las 20 h hasta las 6 h.

Se observa que dichos niveles se superan puntualmente en el punto 6 (ya que durante la medición había circulación de volquetas llenas de material pétreo).

Por el contrario, el emplazamiento de la central hidroeléctrica (punto 7) está dentro de los límites admisibles con un valor máximo de 66,3 decibelios.

6.1.5. Geología

6.1.5.1. Marco geológico regional

El área de estudio está ubicada en el suroeste de Ecuador, provincia de El Oro, muy cerca de la falla La Palma. Regionalmente está formada por varias unidades geológicas destacando:

a) Depósitos aluviales

Son del Terciario Superior-Pleistoceno y del Cuaternario. Afloran en forma de pequeñas colinas al pie de las estribaciones de la Cordillera Tahuín. Material aluvial rojizo, conformado de sedimentos conglomeráticos arenosos. La composición de los clastos revela que proceden de las rocas metamórficas de la Cordillera de Tahuín. El Cuaternario está representado por la vasta planicie costanera, limitada al norte por los depósitos aluviales de estero y al sur por el aluvión del Terciario Superior Pleistoceno. Su composición consiste principalmente en limos y arenas.

b) Harzburgita El Toro

Corresponde al Cretácico. Se encuentran harzburgita de grano fino a medio. Color verduzco. En su mayoría parcialmente serpentinizada, con megacristales conspicuos de ortopiroxeno, hasta serpentinita antigorítica de color verde, masiva hasta esquistosa.

c) Formación Raspas

Originado durante el Cretácico. Esquisto pelítico granatífero de grano grueso, intercalado con eclogita, esquisto glaucofánico y rocas máficas retrógradas.

d) Granodiorita La Florida

Pertenece al Paleozoico. Granodiorita gris, de grano grueso a medio, masiva a gneílica, con megacristales de ortosa euhédrica.

e) Grupo Tahuín

Corresponde al Paleozoico. Está formado por cuarcita, filita y esquistos principalmente. Las rocas de este grupo afloran mayormente al norte de la cordillera Tahuín. Prototípicamente las rocas de esta formación son de composición pelítica y cuarzo feldespático. El grado metamórfico de los afloramientos norteños decrece hacia el norte, con la posible excepción de un aumento en el grado metamórfico de los afloramientos desde la falla La Palma hacia el norte, hasta Arenillas. Sus unidades básicas con las siguientes:

- Areniscas grises y lutitas intercaladas.
- Cuarcita gris claro, intercalada con filitas o esquistos gris oscuro.
- Gneis aplítico y granítico finogranular, cuarcita y esquisto.
- Gneis y migmatita graníticos y alumínicos de grano medio a grueso.
- Anfibolita de grano medio, mayormente gneílica.

f) Grupo Piedras

Corresponde al Precámbrico y comprende rocas metamórficas de composición máfica, rocas cuarzo pelíticas y gneis granítico. Las rocas metamórficas máficas de alto grado están representadas por las anfibolitas gneílicas de grano fino a grueso que se encuentran mayormente saussuritizadas. En cambio, las de bajo grado son esquistos verdes y rocas verdes. Dentro de las rocas cuarzo-pelíticas, las de alto grado están constituidas por esquistos muscovíticos y las de bajo grado por cuarcitas sericíticas. Las unidades básicas de esta formación son:

- Anfibolita saussuritizada desde grano grueso a grano fino.
- Esquisto verde de grano fino a medio y menores cantidades de roca verde.
- Cuarcita y esquisto cuarzo-sericítico.
- Esquisto muscovítico.

6.1.5.2. Unidades Morfo-Pedológicas (Litológicas).

En la zona de afección del proyecto se encuentran las siguientes unidades morfo-pedológicas:

- Depósitos aluviales recientes. Limosos a limo-arcillosos. El relieve adquiere la forma de terrazas medias y/o indiferenciadas no disectadas y parcialmente inundables. La pendiente dominante es inferior al 5%. Son suelos profundos caracterizados por la superposición de capas de textura limosa a arenosa muy fina. También existen terrazas indiferenciadas casi parcialmente inundables coincidiendo con los esteros localizados al norte de la zona de riego. En este caso son suelos profundos con presencia de "gley" en profundidad. Localizados principalmente en los esteros.
- A los lados del triángulo de riego de Arenillas existen depósitos coluvio-aluviales con clastos de cuarzo lechoso dentro de una matriz arenosa a arenosa-arcillosa, rojiza y localmente ferruginizada. El relieve adopta la forma de glacis de esparcimiento que bordea la cordillera. Se encuentra un poco ondulado e inclinado hacia el norte. En zonas secas, existe material cuarzoso no meteorizado en contraste con lo que se halla en las zonas húmedas. Donde la meteorización de encuentra más avanzada con presencia de cantos fantasma y arcillas abigarradas. La pendiente dominante está entre el 5 y 12%. Suelen ser suelos rojos profundos (>1m). Varían de arcillosos en zonas secas a muy arcillosos en zonas húmedas cercanas a la cordillera. También es posible encontrar en esta misma zona pero más hacia el norte glacis destruidos por la erosión dominada por asociación de suelos rojos, rojizos-amarillentos y amarillos; medianamente profundos (0,5-1m) a profundos (>1m); arcillosos (caolinita y montmorillonita) con características "vérticas" y óxidos de hierro.
- Rocas intrusivas: Batolitos intrusivos terciarios, granitos y granodioritas fuertemente arenizados. En relieve, son niveles de disección suave a moderada, dispuestos de forma escalonada de norte a sur. Algunos en posición deprimida detrás de las barreras anteriores. La pendiente dominante está entre el 25 y 70%. Son suelos rojo y rojo-amarillentos sobre granitos y migmatitas granitoideas, medianamente profundos (0.5 – 1 m) arcillosos (tipo caolinita e ilita), pero sobre granito y migmatitas granitoideas. De arcillo-arenosos a arenosos. Localizadas principalmente en la zona de inundación del embalse.
- Depósitos aluviales cuaternarios de textura variable: limosos, limo-arcillosos con intercalaciones arenosas. Presenta huellas de divagación fluvial en los niveles superiores de la llanura. La pendiente dominante no supera el 5%. Son suelos profundos limo-arcillosos a arcillo-limosos con textura más gruesa en profundidad, generalmente con signos de hidromorfía. Localizados en el cauce del río Arenillas, pegado al triángulo de riego.
- Rocas metamórficas: Gneis, migmatizado grano fino a medio, esquistos (localmente anfibolíticos), filitas y pizarras intercaladas localmente con cuarcitas gris-amarillentas.

En ciertas áreas afloran capas de areniscas limolitas y lutitas. Presencia ocasional de una anfibolita gnéica y de migmatitas indiferenciadas de características granitoideas. Relieves moderados continuos de disección variable; generalmente de origen tectónico y constituyendo una sucesión de barreras escalonadas de orientación este-oeste. Son suelos rojizos a muy rojos (amarillos sobre granito y migmatitas granitoideas) profundos (> 1m) y erosionados sobre pendientes mayores al 70%, arcillosos (tipo caolinita). Sobre granito y migmatitas granitoideas arcillo-arenosas en profundidad.

- Rocas metamórficas: Gneis, migmatizado grano fino a medio, esquistos (localmente anfibolíticos), filitas y pizarras intercaladas localmente con cuarcitas gris-amarillentas. En ciertas áreas afloran capas de areniscas limolitas y lutitas. Presencia ocasional de una anfibolita gnéica y de migmatitas indiferenciadas de características granitoideas. Relieves moderados continuos de disección variable; generalmente de origen tectónico y constituyendo una sucesión de barreras escalonadas de orientación este-oeste. Son suelos rojos y rojo-amarillentos sobre granitos y migmatitas, medianamente profundos (0,5 – 1m), arcillosos (tipo caolinita e ilita) pero sobre granito y migmatitas granitoideas arcillo-arenosas a arenosas.
- En la parte norte del triángulo de riego se localizan rellenos antiguos de tipo detrítico; depósitos coluvio-aluviales de grano medio a grueso localmente cementada por óxidos de hierro. En este caso son planicies costeras ligeramente onduladas e inclinadas hacia el norte. La pendiente dominante no es superior al 25%. Son asociaciones de suelos amarillos, profundos (>1m), arcillosos a muy arcillosos, con características "vérticas" y un contenido muy elevado de arcilla (>60%) con un horizonte de lixiviados. Al sur de Arenillas forman cuencas deprimidas y planicies costeras ligeramente onduladas e inclinadas hacia el norte. Tienen pendientes similares pero en este caso constituyen asociaciones de suelos rijo-amarillentos a amarillos moderadamente profundos (0.5-1 m), de arcillo-arenosos a arenosos y muy localmente arcillosos.

6.1.5.3. Tectónica.

En las cercanías a la zona del proyecto se encuentran aparte de la falla La Palma, dos sistemas tectónicos que merece la pena mencionar: el sistema de Fallas Girón (pliegues cerrados, fallas inversas y cabalgamientos en régimen compresivo con rumbo N-NE a N) y el Cinturón Gañarín (fallas syndeposicionales, zonas de alteración hidrotermal y abundantes intrusiones de rumbo N-NE). Otras estructuras menores presentes constituyen fallas con alineamientos con dirección N-S y NNO-SSO.

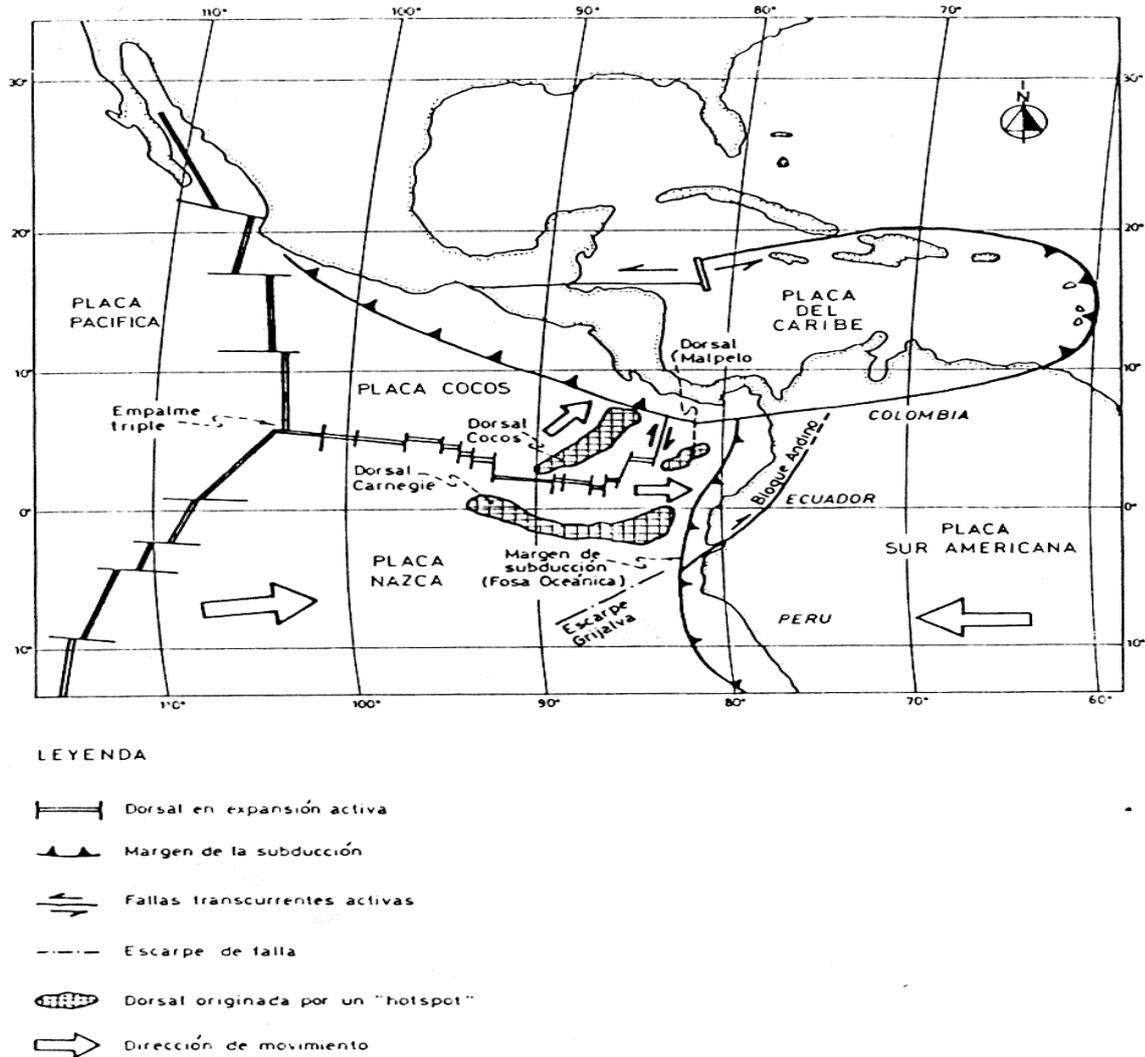


Figura 14.- Diagrama de placas y otras estructuras tectónicas.

Los métodos más habituales de detección, delimitación e identificación de fallas son los siguientes:

- a) Geológicos. El más empleado hasta 1950. Técnicas de calicatas.
- b) Teledetección. Mediante radar existe penetración en el suelo. No hay obstáculos visuales
- c) Geofísicos. Alineación de sismicidad. Imagen de fallas no visibles. Estudios gravimétricos, magnéticos y aeromagnéticos.
- d) Geomórficos.
- e) Geodésicos. Nivelación GPS.

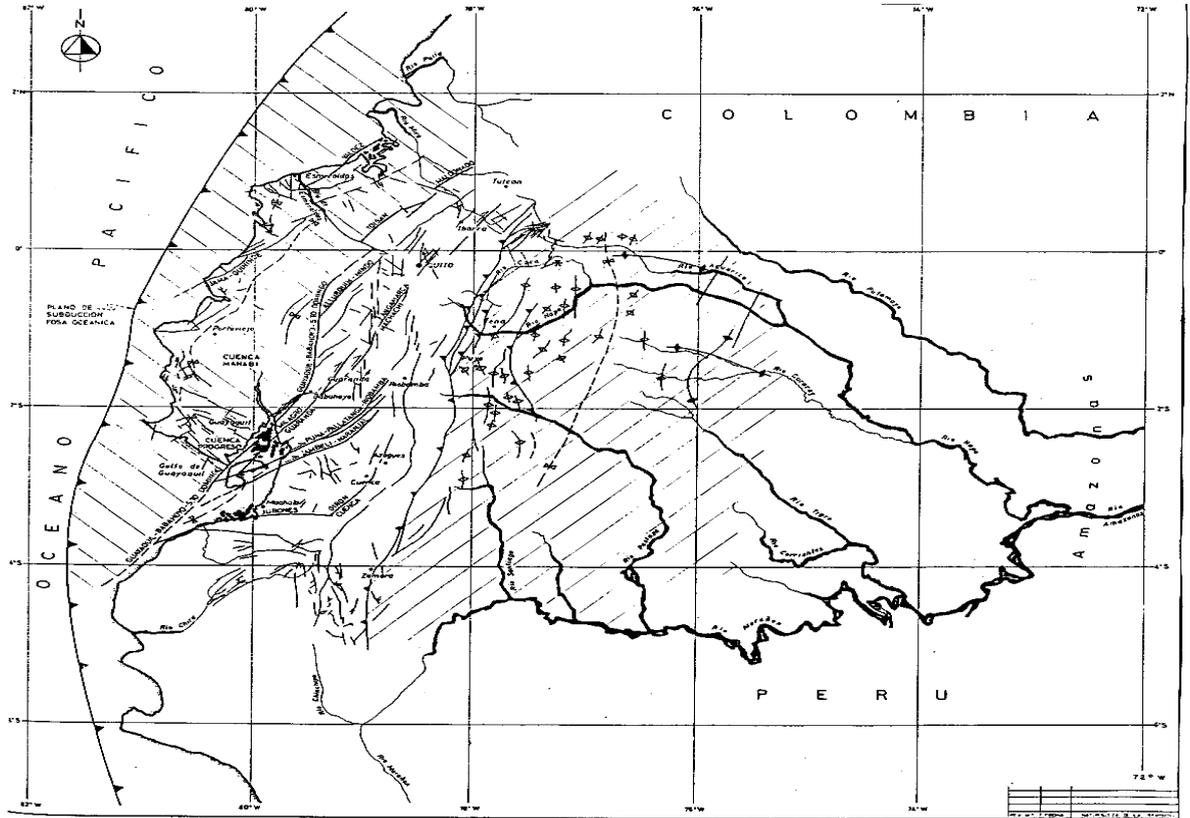


Figura 15.- Mapa de las principales estructuras tectónicas en Ecuador.

6.1.5.4. Geomorfología y erosión

El cauce del Río Arenillas, con sus afluentes, discurre a través de un valle enmarcado en una zona montañosa, y con elevaciones. La cuenca está formada por valles jóvenes en forma de V en el curso superior y en forma de valles abiertos con amplias terrazas en el curso medio e inferior.

La geomorfología de la zona está relacionada a la geología de rocas metamórficas que han originado formas onduladas.

En la zona de estudio se pueden observar cuatro elementos morfológicos bien definidos:

- Valles Fluviales: Están localizados en los sectores adyacentes a la Represa Tahuín y se trata de terrazas medias y/o indiferenciadas, no disectadas y parcialmente inundables con pendientes dominantes menores del 5%.

- Lomas: Constituyen formas de relieve moderado conformado por elevaciones de poca altura, laderas de moderada pendiente y cimas redondeadas con algunos tramos cortos de suave relieve en las partes altas.

A esta unidad pertenece la cordillera de Tahuín, que se extiende en dirección SO-NE. Aquí se encuentran una serie de valles menores con diferentes orientaciones que aportan sus aguas a la Llanura costera que se extiende entre Huaquillas y Santa Rosa.

La cordillera de Tahuín está conformada por afloramientos de las Formaciones Mesozoicas, Paleozoicas y Precámbricas: rocas metamórficas e intrusivas graníticas que tienden a sostener una topografía de bajo relieve. Las rocas metamórficas están muy plegadas y fracturadas. En las **Figuras 28 y 29** se muestra un ejemplo de este modelado.



Figura 16.- Vista de la zona de lomas presentes en los alrededores del embalse de Tahuín.



Figura 17.- Vista de la zona de lomas presentes en las proximidades de la represa de Tahuín.

A lo largo del Río Arenillas se encuentran suelos aluviales de bastante espesor procedentes de la propia dinámica fluvial del río y que se estructuran de acuerdo a una estratificación variable (lentejones y niveles alternantes de diferente granulometría). Estos suelos presentan, en general, un buen drenaje.

6.1.6. Suelos

En la zona de estudio, se pueden observar varios tipos de suelos que de acuerdo a su taxonomía se describen a continuación los más representados:

- Suelos tipo Tropudalfs

Se presenta ligeramente ondulado y se localiza en el sur de la zona de estudio, con pendiente dominante de 5 a 12%, formado por depósitos coluvio-aluviales con clastos de cuarzo lechosos dentro de una matriz arenosa a arena arcillosa, rojiza y localmente ferruginizada, en la que se desarrollan los suelos Rhodic Haplustalfs y/o Rhodic Paleustalfs: de color rojo, profundos (> 1m), arcillosos, con presencia de piedras en el perfil y de una capa lixiviada A2 bien desarrollada.

- Suelos tipo Rhodustalfs

Terrazas medias y/o indiferenciadas no disectadas, a veces parcialmente inundables, constituidas por depósitos aluviales recientes limosos a arcillo limosos, con pendientes dominantes inferiores al 5%, en donde se desarrollan los suelos clasificados como Tipic Tropofluvents: suelos profundos caracterizados por la superposición de capas de textura limosa y arenosa muy fina; no presentan desarrollo pedogenético y se hallan constituidos por capas estratificadas de diversos aportes finos a gruesos (arenas, limos y arcillas); son sueltos o masivos, sin estructura; con bajo contenido de materia orgánica, la misma que se distribuye de manera irregular sobre todo el perfil.

Se localizan en la zona central del área de estudio.

- Suelos tipo Tropofluvents

Se trata de suelos profundos y están localizados en la parte central de la zona de estudio, cuya característica es la superposición de capas de textura limosa a arenosa muy fina.

Los Fluvents en general son los entisoles formados por sedimentos aluviales recientes sobre deltas de ríos. Su característica principal constituye el presentar capas estratificadas de textura variable, por lo general arenosa y con distribución irregular de los contenidos materia orgánica, que por lo general son bajos.

- Suelos tipo Ustropept

Suelos moderadamente profundos, poco desarrollados con una secuencia de horizontes A/B/BC/C; el horizonte A es de escaso espesor, a continuación aparecen horizontes B, sobre un BC y en profundidad C constituido por roca sedimentaria.

El color de estos suelos es pardo oscuro hasta aproximadamente los 30 cm., luego café oscuro a café amarillento en profundidad; textura franco limosa en la superficie y de franco a franco arenosa fina en los horizontes inferiores, con clastos angulosos de roca sedimentaria; friables a firmes en húmedo; ligeramente adherentes a no plástico en mojado; estructura granular, débil en la superficie y granular medio moderado, en profundidad. La pedregosidad es notoria en varios sectores.

Se localizan en la parte occidental de la zona central del área de estudio.

Análisis de la muestra de Suelo

Para el análisis físico químico del suelo del entorno del embalse de la Represa de Tahuín, se tomaron 8 muestras en sus márgenes con fecha 17 de abril de 2013 que fueron enviadas a los laboratorios de GRUNTEC, y cuyos resultados se adjuntan en el Anexo 3.

En siguiente cuadro podemos ver el resumen de los resultados de los análisis realizados para la caracterización físico-química del suelo:

PARÁMETROS	VALOR M-13	VALOR M-15	VALOR M-17	VALOR M-25	VALOR M-54	VALOR M-51	VALOR M-52	VALOR M-53	LÍMITES MÁXIMOS TULAS
Humedad (%)	25.9	22.1	13.7	27.2	22.2	21.7	23.5	23.8	N/A
pH	7.1	7.0	6.3	6.5	8	7.4	6.9	7.9	6-8
Conductividad (µs/cm)	37	9.2	77	71	3040	101	111	132	2000
Fluoruro (mg/kg)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<5	<0.5	<0.5	<0.5	200
Arsénico (mg/kg)	5.7	3.4	2.2	8.6	3.1	3.2	1.7	5.9	5
Azufre (mg/kg)	<500	<500	<500	<500	1807	<500	<500	<500	250
Bario (mg/kg)	98	79	40	160	40	16	33	71	200
Cadmio (mg/kg)	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	<0.1	<0.1	0.2	0.5
Cobalto (mg/kg)	24	15	24	28	1.8	33	31	26	10
Cobre (mg/kg)	46	32	17	58	24	37	55	57	30
Cromo (mg/kg)	96	58	58	111	62	153	100	92	20
Estaño (mg/kg)	0.6	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5
Mercurio (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Molibdeno (mg/kg)	0.4	0.2	0.3	0.7	<0.2	<0.2	<0.2	0.5	2
Níquel (mg/kg)	79	49	14	98	77	323	124	79	20
Plomo (mg/kg)	6.9	5.8	7.9	18	3.5	1.7	1.7	7.3	25
Selenio (mg/kg)	<1	<1	1	2	<1	<1	<1	1	1
Vanadio (mg/kg)	76	47	62	96	62	51	101	104	25
Zinc (mg/kg)	75	66	34	106	36	35	81	75	60

Tabla 9.- Resultados de muestras de calidad del agua. Fuente: GRUNTEC

La determinación de los resultados de los análisis del laboratorio, se basa en el TULAS, Libro VI, Anexo 2, Cuadro 2 "Criterios para la Calidad del Suelo".

Los resultados indican que algunas muestras de suelo tienen altos valores de conductividad y de metales.

En términos generales, esto se debe al mal uso del suelo en la aplicación de insecticidas para el control de hierbas, desinfectantes para la cosecha de los frutos, pesticidas, herbicidas, etc.; es decir un inadecuado manejo de fertilizantes en la agricultura.

6.1.6.1. Usos del suelo

De manera general se puede decir que en el AID, la vegetación natural se encuentra muy reducida debido a la alta intervención antrópica, ya que este sector ha sido objeto de

utilización desde hace mucho tiempo y, gran parte del área natural ha sido reemplazada por las actividades ganaderas, agrícolas y pecuarias.

Como fuente de información relevante para realizar la caracterización de los cultivos presentes en la zona se parte del censo de superficies cultivadas del Censo Nacional Agropecuario (CNA) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del año 2000.

A continuación, se incluye la información referente cultivos permanentes, cultivos transitorios y pastos cultivados, para la parroquia de Arenillas, donde se ubica íntegramente el proyecto.

Entre los cultivos permanentes destacan con una mayor superficie el banano, el cacao y el café. Entre los cultivos transitorios los más representados son el arroz y el maíz. Finalmente, en la parroquia de Arenillas destaca la gran extensión dedicada a pastos cultivados, que es el uso del suelo predominante en la zona de actuación.

PARROQUIA	ARENILLAS
CANTÓN	ARENILLAS
Cultivos permanentes (Ha)	
Banano	1.036,4
Cacao	422,9
Café	150,9
Caña de azúcar	2,3
Ciruela costeña	1,0
Cocotero	0,04
Guaba	4,0
Limón	31,3
Mandarina	0,5
Mango	22,0
Maracuyá	84,9
Naranja	18,7
Papaya	1,5
Piña	6,5
Plátano	36,0
TOTAL	1.818,8
Cultivos transitorios (Ha)	
Arroz	349,6
Badea	2,3
Fréjol seco	1,4
Fréjol tierno	3,9
Maíz duro choclo	8,8
Maíz duro seco	108,5
Maíz suave seco	2,4
Maní	6,3
Melón	1,5
Pepinillo	5,0
Pimiento	2,3
Soya	1,3

PARROQUIA	ARENILLAS
CANTÓN	ARENILLAS
Tomate riñón	1,8
Yuca	7,7
Zapallo	0,4
TOTAL	502,9
Pastos cultivados (Ha)	
Pastos cultivados	4.924,3

Tabla 10.- Sup. de cultivos permanentes, transitorios y pastos cultivados en las parroquias de Arenillas y Piedras.
Fuente: INEC

Los datos anteriores han puesto de manifiesto la gran extensión de pastos en la parroquia de Arenillas, la importancia de estos como cobertura vegetal que proporciona protección frente a la erosión y la preeminencia de la actividad ganadera.

En este marco, es importante evaluar la adecuación de la carga ganadera (fundamentalmente vacuno) a la disponibilidad de pastos. A continuación, se recoge el cálculo detallado del número de cabezas de ganado vacuno por hectárea de pastos presentes en la parroquia de Arenillas.

CANTÓN	PARROQUIA	Nº de cabezas de vacuno en la cuenca	Cabezas de vacuno por ha de pastos
ARENILLAS	ARENILLAS	2.053	0,32

Tabla 11.- Cabezas de ganado vacuno y cabezas de vacuno por hectárea de pastos en las parroquias de Arenillas y Piedras.

6.1.6.2. Paisaje

6.1.6.2.1. Introducción y definición de unidades paisajísticas

La calidad del paisaje se entiende como el grado de excelencia de las características visuales, olfativas y auditivas de la zona de interés, y su apreciación se realiza de forma subjetiva o plurisensorial.

En relación con la valoración del recurso paisajístico se aplican criterios subjetivos apoyados en bases científicas.

Tales criterios son útiles para los procedimientos directos, es decir, para situar los elementos a valorar en una escala basada en la observación directa, y el valor de un área territorial aumenta con: la proximidad al clímax, la integridad, la diversidad, la complejidad, la estabilidad, la naturalidad, la rareza, la abundancia relativa, la fragilidad y vulnerabilidad, la existencia o frecuencia de especies raras o amenazadas de extinción, la singularidad, la irreversibilidad, la existencia o frecuencia de endemismos, la representatividad, la proximidad al límite de su hábitat (interés biogeográfico), la atracción.

Para efectos de presente estudio la determinación de la calidad del paisaje se basa en valorar la calidad perceptual del mismo, considerando al paisaje como un bien y servicio natural de carácter intangible que contribuye a incrementar la calidad de la vida, haciéndola agradable y plena. Es necesario recalcar que el área en donde se encuentra la Represa Tahuín está dentro del Bosque Protector Río Arenillas.

El paisaje sobre un determinado territorio es el resultado de la combinación de elementos físicos, biológicos y antrópicos. El relieve de un espacio vértebra el paisaje y constituye, junto con el clima y la litología, el potencial ecológico del mismo. Los suelos y la vegetación están estrechamente vinculados entre sí, pero las características y estructura de ambos elementos bióticos dependen del relieve, la litología y los rasgos climáticos regionales. En definitiva, el paisaje es un sistema natural territorial complejo, resultado de la integración de elementos abióticos (geomorfología, litología, clima) y bióticos (suelos, vegetación, fauna) a los que se ha adaptado la explotación antrópica tradicional, modificándolo en muchos casos, creando así paisajes mixtos o de dominante antrópica.

La identificación de "paisajes" o "unidades paisajísticas" varía según la escala de percepción, ya que éstos pertenecen a unidades y se fragmentan en otras; es decir, existe una jerarquía escalar de unidades organizadas por diferentes dominantes. A escalas pequeñas, el paisaje tiene una clara base morfológica, que se pierde a medida que ésta aumenta, siendo entonces la vegetación lo que caracteriza las unidades menores. De igual forma, a pequeña escala, la morfología del territorio enmascara los efectos de la acción antrópica.

Como grandes unidades paisajísticas la zona de estudio se localiza en una zona de transición de tres de los grandes conjuntos de relieve de Ecuador. En concreto se localiza en la zona de unión de la Llanura Baja Aluvial de la Costa y la zona de paso de las Vertientes Externas a la Sierra Austral de la Cordillera de los Andes o la Sierra.

Pasando de un espacio que presenta como regla la monotonía y cuyas altitudes son inferiores a 20 m, que marcan la llanura Baja Aluvial, en contacto con el pie de la vertiente andina occidental, afectado por una pendiente muy suave hacia el oeste y que va adquiriendo mayor importancia a medida que nos aproximamos a las estribaciones del embalse de Tahuín, en concreto la zona de actuación presenta sus mayores altura en el Cerro El Toro con 516 msnm. Estas vertientes andinas todavía poseen una cobertura vegetal primaria importante sobre todo en el flanco oriental; la falda occidental, con pendiente relativamente más débil, ya no presenta sino vestigios forestales en las zonas de acceso difícil y de pendientes fuertes estando el resto cubierto principalmente de pastos.

Con la escala a la que se presenta esta fase del estudio, en el corredor analizado se distinguen una serie de unidades paisajísticas dentro de las grandes unidades anteriormente descritas. Aunque no se vean afectada por las actuaciones, próximas a estas se localizan

grandes relieves con cobertura vegetal primaria. En contacto con estas zonas, y con una menor calidad paisajística, se localiza la unidad de pasto cultivado combinado con vegetación arbustiva y manchas de bosque intermedio, que dominan sobre el terreno alomado las zonas de actuación próximas al embalse de Tahuín.

A medida que la conducción va aproximando al núcleo urbano de Arenillas, el carácter antrópico del paisaje se incrementa, pasando a dominar los cultivos, que aunque mantienen valores paisajísticos importantes y una gran adaptación al medio, presentan menor calidad paisajística que las unidades paisajísticas de carácter natural.

El río Arenillas y sus afluentes que conforman la red hidrográfica se pueden identificar como unidad paisajística fluvial, la cual se encuentra en contacto íntimo con el resto de unidades paisajísticas, con las que en determinadas zonas de vegetación natural llega a confundirse.

Incluye una variedad de unidades naturales, aunque se salpica el espacio de construcciones y pequeñas huellas de la acción humana, que dan un aspecto bastante antropizado a la unidad en algunos puntos.

Esta unidad introduce en el paisaje el elemento agua. Elemento diversificador y de un gran valor añadido. El flujo de la lámina de agua proporciona una importante nota de contraste en las imágenes que depende de la velocidad de la misma, al tiempo que imprime ritmo al escenario: murmullos de agua corriendo que transmiten sensación de dinamismo en la quietud del entorno circundante.

El paisaje fluvial se manifiesta en la zona como elemento organizador del entorno. Siendo además la unidad paisajística de mayor calidad de las atravesadas por las conducciones. No obstante, la zona en la que el trazado atraviesa el río Arenillas es justamente al inicio de la actuación, en el entorno de la presa del embalse, siendo esta la zona con mayores presiones antrópicas.

A continuación se recogen diversas vistas de las unidades paisajísticas que conforman el paisaje de la zona de actuación:



Figura 18.- Vista del pastizal combinado con matorral y bosque secundario que domina las lomas del entorno del embalse de Tahuín.



Figura 19.- Vista de las plantaciones de banano que conforman la unidad paisajística asociada a los cultivos agrícolas.

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín



Figura 20.- Vista de los cultivos de ciclo corto que junto con el banano conforman la unidad paisajística asociada a los cultivos agrícolas.



Figura 21.- Vista del río Arenillas que conforma la unidad paisajística de mayor calidad del entorno de la actuación.

6.1.6.2.2. Análisis del paisaje

- **Identificación y descripción**

El criterio de fragilidad visual servirá para definir la susceptibilidad del paisaje a las modificaciones producidas por la actividad, es decir, atender al grado de deterioro de la calidad del paisaje experimentado ante el desarrollo de la actividad.

La fragilidad visual de un punto del territorio es función de los elementos y características ambientales que definen el punto y su entorno (fragilidad visual intrínseca): pendiente del terreno, orientación, cubierta del suelo, etc.

Normalmente, las zonas más llanas, son las que presentan mayor capacidad de absorción visual, aunque la intrusión de elementos de altura muy elevada con respecto al resto del territorio, suponen la creación de unidades de relieve, que pueden llegar a ser elementos dominantes del paisaje.

Ante un relieve tan homogéneo, en casi todo el área de estudio, la cubierta vegetal o uso del suelo aparece como el elemento definidor de la fragilidad visual del territorio.

En éste, la alta transformación del paisaje natural por el desarrollo de aprovechamientos agrícolas y ganaderos, y en algunas zonas derivados de usos urbanos, han reducido considerablemente las áreas con vegetación natural y las zonas singulares (zonas boscosas), las cuales aparecen como las zonas de mayor fragilidad del territorio.

Respecto a la incidencia visual de una actuación depende de la cuenca visual en que se encuentra inmersa y de la accesibilidad visual. El escaso relieve de la zona y la ausencia de masas forestales u otros elementos que obstaculicen la percepción, hace que la zona de estudio en general, presente una amplia cuenca visual en casi todo el territorio, de ahí que sea la posibilidad que tiene cada punto de ser visto por potenciales observadores (accesibilidad visual) el factor de visualización a considerar en la valoración del impacto paisajístico.

Así pues, los criterios paisajísticos a tener en cuenta en dicha valoración son la calidad del paisaje natural y la fragilidad visual del entorno, características que son analizadas en el siguiente punto (Valoración). En él se recogen como zonas de mayor valor paisajístico, el cauce del río Arenillas y las zonas de bosque.

En cuanto a la accesibilidad visual, las zonas potencialmente más frecuentadas y visibles, son las que se divisan desde la carretera que une Machala con Arenillas y de la carretera que da acceso al complejo complejo turístico Hillary Nature Resort, aunque estas presentan una

visibilidad muy limitada de la zona de actuación. A su vez, la carretera de acceso a la represa de Tahuín supone el principal acceso a la zona de actuación, no obstante se trata de una vía de comunicación con escaso tránsito, por todo ello no es de esperar que la valoración paisajística del territorio afectado se vea modificada por la accesibilidad a la observación.

- Valoración

La presente valoración parte de la caracterización de cada una de las unidades paisajísticas en el que se inserta la actuación. Dicha caracterización se aborda a partir de un modelo visual que integra los dos parámetros básicos: calidad visual y fragilidad visual.

a) Calidad visual

Existen numerosos métodos de evaluación de la calidad escénica de una unidad de paisaje. En el presente estudio se han utilizado los criterios de evaluación aplicados por el Bureau of Land Management (B.L.M.) de Estados Unidos.

Para cada unidad de paisaje se valoran diversos aspectos como morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y modificaciones y actuaciones humanas.

En la tabla adjunta aparecen las distintas clases existentes, con su valor correspondiente, para cada aspecto considerado, cuya combinación servirá para caracterizar cada una de las unidades paisajísticas individualmente.

	Alta	Media	Baja
MORFOLOGIA (M)	Relieve muy montañoso, marcado y prominente; o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionada o sistema de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante. 5	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de forma y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales. 3	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular. 1
VEGETACION (V)	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes. 5	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos. 3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. 1
AGUA (A)	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo. 5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje. 3	Ausente o inapreciable. 0

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

	Alta	Media	Baja
COLOR (C)	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca y agua. 5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. 3	Muy poca variación de color o contraste. Colores apagados. 1
FONDO ESCÉNICO (F)	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. 5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. 3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. 0
RAREZA (R)	Único o poco corriente o muy raro en la comarca: posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional. 6	Característica, aunque similar a otros en la comarca. 2	Bastante común en la comarca. 1
ACTUACIONES HUMANAS (AH)	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. 2	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. 1	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. 0

Tabla 12.- Inventario/Evaluación de la Calidad Escénica. Criterios de ordenación y puntuación. Fuente: BLM, 1980.

La calidad escénica queda valorada mediante la suma de los parámetros anteriores.

UNIDADES PAISAJE	M	V	A	C	F	R	AH	CALIDAD
Represa Tahuín	5	1	5	5	5	2	1	24
Río Arenillas	3	5	5	5	0	2	2	22
Bosque intervenido	5	5	3	5	0	2	2	22
Pasto - Bosque intervenido	3	3	3	5	0	1	1	16
Pasto cultivado - Zona arbustiva	3	3	3	3	0	1	1	14
Pasto cultivado	1	1	3	1	3	1	1	11
Cultivos de ciclo corto	1	1	3	3	3	1	0	12
Banano	1	1	3	1	3	1	1	11
Zona urbana	1	1	0	5	3	1	1	12

Para facilitar la representación cartográfica y evitar la multiplicación excesiva de categorías se ha optado por la agrupación en clases de calidad visual del paisaje:

Rango de puntos	Descripción	Clases
35-27	Áreas con características excepcionales para cada aspecto considerado (calidad visual muy alta)	5
26-20	Áreas con características excepcionales para alguno de los aspectos considerados (calidad visual alta)	4
19-13	Áreas con características comunes a la región considerada pero con un valor de conjunto de la calidad visual aceptable (calidad visual media)	3
12-8	Áreas con características comunes a la región considerada pero con un valor de conjunto de la calidad visual deteriorado (calidad visual baja)	2
<8	Áreas con características comunes en la región considerada con alguno de los aspectos considerado muy deteriorado (calidad visual muy baja)	1

Atendiendo al análisis realizado las zonas de mayor calidad paisajística que se localizan en la zona de estudio corresponderían con la Represa de Tahuín, el río Arenillas y las zonas de Bosque intervenido que se aprecian desde la zona de actuación. El resto de zonas presentan una calidad visual media-baja.

b) Fragilidad visual

Se define la fragilidad visual como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de la actuación prevista.

Teniendo en cuenta las características del territorio de estudio se ha analizado la fragilidad en función de los factores biofísicos más destacados: pendiente, cubierta vegetal, suelo, su erosionabilidad y potencial de regeneración.

En la metodología para su evaluación no se emplea la fragilidad visual, sino su opuesto, la capacidad de absorción visual, definida como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan alteraciones de su calidad visual. Para ello se utilizan los factores biofísicos considerados, en base a la siguiente clasificación:

Pendiente P	Inclinado (pendiente >55%).	BAJO	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente).	MODERADO	2
	Poco inclinado (0-25% pendiente).	ALTO	3
Diversidad de vegetación D	Eriales, prados y matorrales.	BAJO	1
	Coníferas, repoblaciones. Presencia de arbolado.	MODERADO	2
	Diversificada.	ALTO	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad E	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	BAJO	1

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

	Restricción moderada por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	MODERADO	2
	Poca restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	ALTO	3
Contraste vegetación V	Contraste visual alto.	BAJO	1
	Contraste visual moderado entre el suelo y la vegetación.	MODERADO	2
	Contraste visual bajo entre el suelo y la vegetación adyacente.	ALTO	3
Vegetación. Regeneración potencial R	Potencial de regeneración bajo.	BAJO	1
	Potencial de regeneración moderado.	MODERADO	2
	Regeneración alta.	ALTO	3

Tabla 13.- Modelo de valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.) . Fuente: Yeomans, 1986.

La integración de los distintos valores se basa en la fórmula de Yeomans (1986) para la Capacidad de Absorción Visual (CAV), en la que:

$$CAV = P \times (D + E + V + R)$$

UNIDADES PAISAJE	P	D	E	V	R	CAV
Represa Tahuín	3	1	3	3	3	30
Río Arenillas	2	3	1	1	2	14
Bosque intervenido	1	3	1	1	2	7
Pasto - Bosque intervenido	2	2	3	2	3	20
Pasto cultivado - Zona arbustiva	2	1	3	3	3	20
Pasto cultivado	3	1	3	3	3	30
Cultivos de ciclo corto	3	1	3	3	3	30
Banano	3	1	3	3	3	30
Zona urbana	3	1	3	3	3	30

Tabla 14.- Valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.) en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinados todos los factores de la capacidad de absorción visual de cada una de las unidades paisajísticas localizadas en la zona de estudio, se agrupa en clases donde se obtiene la fragilidad intrínseca del territorio según la tabla siguiente. Resulta necesario aclarar que atendiendo a la escasa accesibilidad a la observación de la zona de actuación, el valor de la fragilidad visual no se ve afectada por este factor.

Clases	Valor capacidad de absorción visual	Valor nominal de la fragilidad visual intrínseca	Valor de la fragilidad
I	>29	Muy Baja	1
II	25-29	Baja	2
III	20-25	Moderada	3
IV	10-19	Alta	4
V	<10	Muy Alta	5

Tabla 15.- Valores de la fragilidad en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que se realizaba con la Calidad Visual, las zonas de bosques intervenido y el río Arenillas presentan unos valores de fragilidad elevados, si bien la represa de Tahuín en este caso se caracteriza por presentar una fragilidad muy baja al igual que el resto de unidades paisajísticas que conforman el área de estudio.

c) Valor paisajístico

Uno de los métodos más comunes de valoración paisajística consiste en la elaboración de un modelo visual que resulte de integrar la calidad visual y la fragilidad visual (Ramos, 1980), cuya combinación da lugar a una Matriz de Integración en la que se obtiene el valor final.

MATRIZ DE INTEGRACION		CALIDAD VISUAL				
		BAJA-----ALTA				
		1	2	3	4	5
FRAGILIDAD	Baja 1					
	2	5			2	
	3			3		
	4	4				1
	Alta 5					

Tabla 16.- Clasificación visual para la ordenación del territorio. Fuente: Ramos et al., 1980

Las posibles combinaciones calidad-fragilidad se agrupan en la siguiente clasificación:

- **Clase 1.** Zonas de alta capacidad y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
- **Clase 2.** Zonas de alta calidad y baja fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de poca entidad.
- **Clase 3.** Zonas de calidad media o alta y de fragilidad variable, que pueden incorporarse a las anteriores cuando las circunstancias lo aconsejen.

- **Clase 4.** Zonas de calidad baja y de fragilidad media o alta, que pueden incorporarse a la clase 5 cuando sea preciso.
- **Clase 5.** Zonas de calida y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Atendiendo a esta clasificación en la tabla siguiente se recoge el resultado del valor o clase paisajística a la que pertenecen cada una de las unidades paisajísticas que se localizan en el la zona de estudio.

UNIDADES PAISAJE	CALIDAD VISUAL	FRAGILIDAD	VALOR PAISAJÍSTICO (CLASE)
Represa Tahuín	4	1	2
Río Arenillas	4	4	1
Bosque intervenido	4	5	1
Pasto - Bosque intervenido	3	3	3
Pasto cultivado - Zona arbustiva	3	3	3
Pasto cultivado	2	1	5
Cultivos de ciclo corto	2	1	5
Banano	2	1	5
Zona urbana	2	1	5

Tabla 17.- Valores paisajísticos (V.P.). Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a esta clasificación, se comprueba que las actuaciones no suponen apenas afección a las principales valores paisajísticos del territorio, siendo las zonas más afectadas áreas con un valor paisajístico escaso y por lo tanto apropiadas desde el punto de vista paisajístico para recibir las actividades previstas.

6.1.7. Hidrología

6.1.7.1. Cuencas hidrográficas

La cuenca hidrográfica del río Arenillas se encuentra localizada entre los 3° 30' y 3° 45' de Latitud Sur y los 79° 40' y 80° 00' de Longitud Oeste. En la f puede apreciarse, en detalle, la ubicación de la cuenca con respecto a la provincia y su posicionamiento en el territorio del Ecuador.

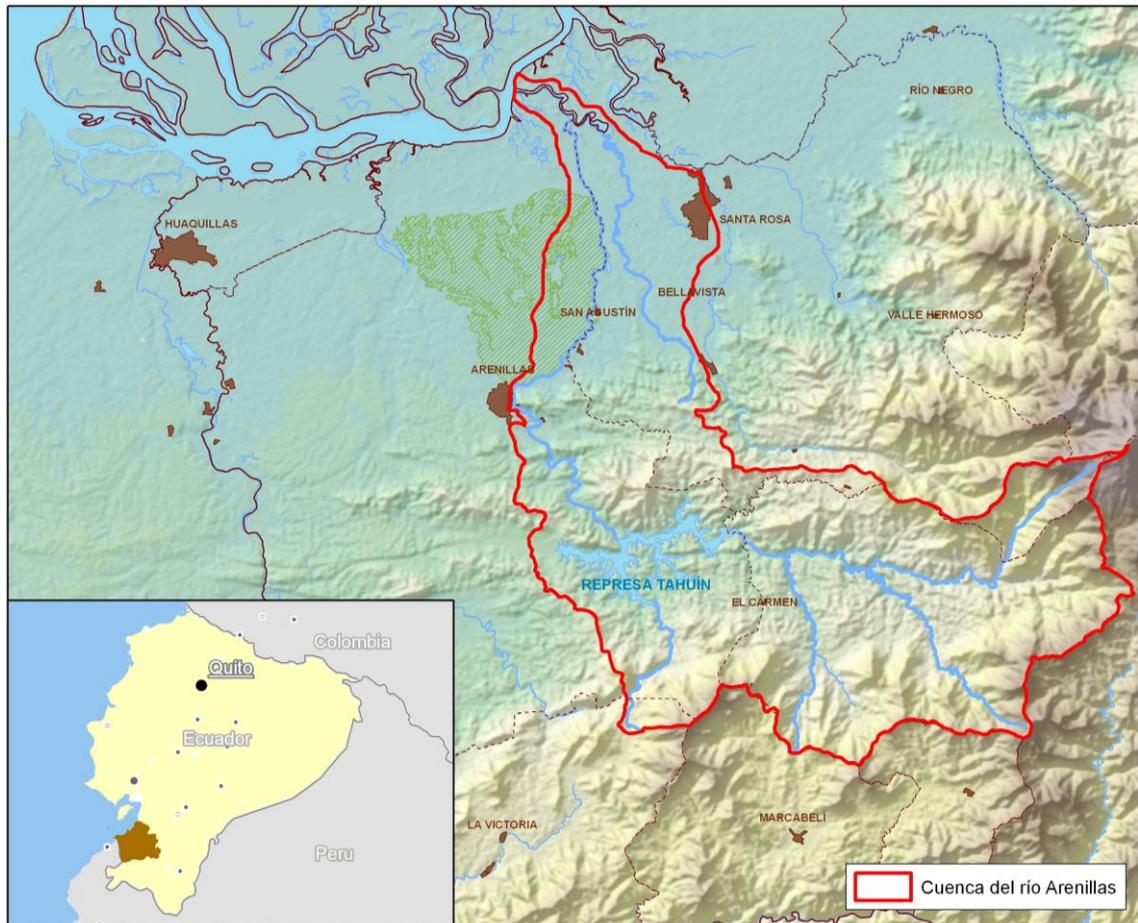


Figura 22.- Situación y delimitación de la Cuenca de Arenillas (El Oro, Ecuador)

La cuenca del río Arenillas tiene una superficie de 610,5 km² de los cuales 402,5 km² corresponden a la cuenca aportante al embalse de Tahuín, y 208 km² a la cuenca media y baja (desde la presa que origina dicho embalse a la desembocadura del río en el océano Pacífico). Este embalse propiamente tiene 14,47 km² de superficie inundada hasta la cota 115 m.s.n.m.

El río Arenillas que le da el nombre a esta cuenca, corre en los flancos de la cordillera de Tahuín, desembocando en Estero Grande (a la altura de Puerto Pitahaya), que a pocos kilómetros desagua en el Océano Pacífico. Se ha estimado una longitud de 42,8 Km desde su origen hasta el sitio del cierre de la presa de Tahuín con cota 70 msnm.

Se podría decir que el sistema de drenaje principal de la cuenca lo constituye el río Arenillas que nace en la quebrada Panupali, al norte del Cerro El Cono, cerca de los 1.900 msnm. En su nacimiento recibe el nombre de río Naranjo que tras la confluencia con el río Saracay pasa a denominarse el río Piedras y, posteriormente, en la confluencia con la quebrada La

Primavera (a la altura de la parroquia Piedras), tomar el nombre de río Arenillas hasta su desembocadura.

En las áreas colindantes a la cuenca baja no existe un sistema hidrográfico o de drenes, tanto naturales como artificiales, excluido el río Nuevo, de modestísima importancia hidrográfica, que se encuentra en el límite oriental del área misma.

Desde el punto de vista administrativo, esta cuenca engloba el área urbana y rural del cantón Arenillas y rural de los cantones de Santa Rosa, Piñas, Balsas, Las Lajas, Marcabellí y Atahualpa. Estos siete cantones (junto a las trece parroquias existentes), situados todos en la provincia de El Oro, hacen un total aproximado de 25.000 habitantes.

6.1.7.2. Embalse de Tahuín

La Represa Tahuín se alimenta por el río Arenillas. Los datos hidrológicos usados para el diseño de la presa fueron:

Área de la cuenca hidrográfica	500 km ²
44Precipitación media anual en la cuenca	800 mm
Volumen medio anual de escurrimiento	172.19 hm ³
Coefficiente de escurrimiento medio	0.40 ⁵
Volumen medio anual regulado	153.25 hm ³
Porcentaje de escurrimiento medio regulado	0.89
Garantía de los desembalses	0.88
Caudal de crecida a periodo de retorno 1000 años	2500 m ³ /s

Tabla 18.- Datos hidrológicos de diseño

Los niveles de explotación y resguardos del embalse de Tahuín que figuran en proyecto fueron confirmados tras el estudio previo de laminación en el estudio de prefactibilidad. Estos se muestran a continuación:

Cota coronación	120,00 msnm
Nivel Máximo de Explotación	115,00 msnm
Nivel en Avenida Máxima	117,75 msnm
Resguardo normal	5,00 m
Resguardo mínimo	2,25 m

Tabla 19.- Resguardos de la presa Tahuín

6.1.7.3. Caudal ecológico

El 14 de marzo de 2007, el Ministerio del Ambiente, mediante Acuerdo Ministerial N° 155, emite la "Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua en Centrales Hidroeléctricas", la cual indica en su Libro VI Anexo 1B, que el caudal ecológico es "el caudal de agua que debe mantenerse en un sector hidrográfico del río, para

la conservación y mantenimiento de los ecosistemas, la biodiversidad y calidad del medio fluvial y para asegurar los usos consuntivos y no consuntivos del recurso, aguas abajo en el área de influencia de una central hidroeléctrica y su embalse, donde sea aplicable. El caudal ecológico debe ser representativo del régimen natural del río y mantener las características paisajísticas del medio".

Según lo especificado en la "Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua de Centrales Hidroeléctricas. ANEXO 1B", "se deberá adoptar como caudal ecológico al menos **el 10% del caudal medio anual que circula por el río**", es decir, 0,65 m³/s, conforme a las estimaciones de los caudales ecológicos del río Arenillas aguas abajo de la Presa Tahuín.

MES	Q ecológico (m ³ /s)
Enero	0,73
Febrero	0,84
Marzo	0,91
Abril	0,67
Mayo	0,36
Junio	1,23
Julio	0,96
Agosto	0,72
Septiembre	0,31
Octubre	0,46
Noviembre	0,44
Diciembre	0,43
Media	0,67

Tabla 20.- Caudal Ecológico estimado para el río Arenillas aguas abajo de la Presa Tahuín
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, según el método de Tennant, estudiado en el Anexo "Hidrología e Hidrometeorología" del Proyecto, el hábitat comienza a degradarse cuando el flujo es inferior al 10% del flujo medio anual.

Teniendo en cuenta que el 10% del caudal diario medio anual que circula por el río Arenillas aguas abajo de Tahuín, es de 0,65 m³/s, se puede comprobar que con el método de Tennant el hábitat no comenzaría a degradarse en ninguno de los métodos estudiados.

6.1.7.4. Datos analíticos de calidad del agua.

Con la finalidad de realizar un reconocimiento de la situación actual de las aguas embalsadas en la represa Tahuín y también de sus características microbiológicas, se desarrolló una campaña de toma de muestra de agua y sedimentos en el seno del embalse y los correspondientes análisis.

Estos trabajos han sido realizados por la empresa española Tecnoambiente, con gran experiencia en este tipo de trabajos.

La toma de muestras y los correspondientes análisis se han planteado inicialmente en dos etapas, una coincidente con la estación seca (verano 2012) y otras posteriormente coincidiendo con la estación húmeda (invierno 2013).

Los principales aspectos que conforman el alcance de los trabajos de campo realizados para la descripción del medio en el que se desarrolla el proyecto son los siguientes:

- **Caracterización fisicoquímica y microbiológica en el trazado de la conducción proyectada**, Línea Base Ambiental, mediante la toma de muestras y posterior determinación.
 - **LA1** (Línea Ambiental). Punto aguas abajo de la presa, en el lugar donde se va a construir una central hidroeléctrica. En este punto se han medido los parámetros que indican si esa agua puede ser utilizada para riego y abastecimiento.
 - **LA2**. Punto aguas, Cruce con el Río Arenillas.

6.1.7.5. A continuación se muestra una figura con la distribución de las estaciones de muestreo situadas en el trazado de la conducción proyectada.

Punto de muestreo	Latitud (sur)	Longitud (oeste)	UTM (Huso 17S) Latitud (sur)	UTM (Huso 17S) Longitud (oeste)
LA01	03°37'24.0"	80°00'33.0"	610042	9599447
LA02	03°34'42.8"	80°02'34.2"	606307	9604402

Tabla 21.- Ubicación de los puntos de muestreo en el trazado de la conducción proyectada.

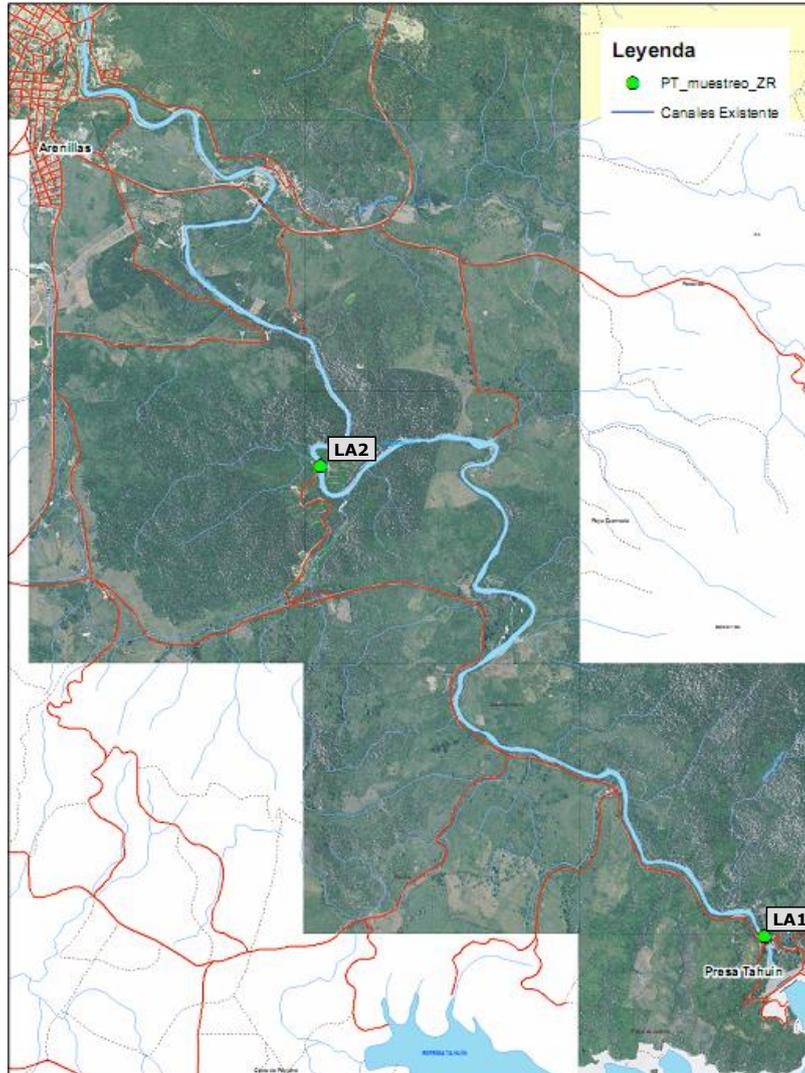


Figura 23. Distribución de las estaciones para la recogida de muestras en el trazado de la conducción proyectada

La caracterización físico-química y microbiológica de las aguas, la de las comunidades planctónicas, la caracterización del sedimento superficial y de los organismos bentónicos se recoge con especificamente en el Anexo 4 "Caracterización ambiental".

6.2. Caracterización del medio biótico

6.2.1. Zonas de vida

El área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín pertenece a la Región de la Costa, Subregión Sur (Seca), según el sistema de clasificación de Sierra (*Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental, 1999*)

Dicha subregión se encuentra aproximadamente desde los 3° de latitud sur, en la vertiente sur de la cuenca del río Jubones, hasta más allá de los 4° de latitud sur en la frontera con el Perú. Abarca las provincias del Oro y Loja. Representa la continuación y el límite norte de las formaciones áridas y semiáridas del norte peruano.

Debido a la altitud de la zona de estudio (cota aproximada 100 msnm), está ubicada en lo que Sierra llama "Sector Tierras Bajas" y abarcaría en este caso tres zonas de vida:

- **Bosque deciduo de tierras bajas**

La vegetación es dispersa, con escasos árboles aparasolados y espinosos, en su mayoría de 15 metros de altura y en menor número de hasta de 20 metros. Algunas de las especies pierden las hojas durante una época del año (como *Ceiba trichystandra* y *Tabebuia chrysantha*). Se encuentra en el lado Suroccidental de las provincias del Oro y Loja.

Flora Característica: *Gliricidia brenningii*, *Machaerium millei* (*Fabaceae*); *Prosopis juliflora*, *Acacia guarango*, *Albizia multiflora* (*Mimosaceae*); *Muntingia calabura* (*Eleaeocarpaceae*); *Bombax ruizii*, *Ceiba trichystandra*, *Cavanillesia platanifolia* (*Bombacaceae*); *Tabebuia chrysantha* (*Bignoniaceae*); *Trichilia hirta* (*Meliaceae*); *Guazuma ulmifolia* (*Sterculiaceae*); *Cochlospermum vitifolium* (*Cochlospermaceae*); *Simira ecuadorensis* (*Rubiaceae*). En áreas disturbadas: *Celtis iguanaeus* (*Ulmaceae*) y *Acnistus arborescens* (*Solanaceae*).

- **Matorral seco de tierras bajas**

La vegetación es seca, espinosa, achaparrada con una gran presencia de cactus columnares y leguminosas. La vegetación es más seca y dispersa que en formaciones equivalentes en la Costa norte. Se localiza en la provincia del Oro entre Arenillas y Huaquillas, cerca a la frontera con el Perú. Un ejemplo de ésta es la Reserva Militar Arenillas, entre altitudes de 0 y 50 m.s.n.m.

Flora Característica: *Croton riviniaefolius* (*Euphorbiaceae*); *Ipomoea carnea* (*Convolvulaceae*); *Cordia lutea* (*Boraginaceae*); *Capparis mollis* (*Capparaceae*); *Waltheria ovata* (*Sterculiaceae*); *Jacquinia pubescens* (*Theophostaceae*).

- **Sabana**

Ocupa la misma distribución geográfica del bosque seco deciduo de tierras bajas, pero corresponde a los lugares en que parte de la vegetación arbórea ha sido talada, quedando algunos árboles caducifolios aislados, principalmente de la familia *Bombacaceae* y algunas especies del orden Fabales. La vegetación no arbórea más conspicua está principalmente compuesta de especies de las familias *Poaceae* y *Cyperaceae*.

Flora característica: Árboles: *Eriotheca ruizii*, *Pseudobombax millei* (*Bombacaceae*); *Cochlospermum vitifolium* (*Cochlospermaceae*). Herbáceas: *Pennisetum purpureum*, *P. occidentale*, *Aristida ascencionis*, *Panicum spp.*, *Paspalum spp*, *Chloris radiata* (*Poaceae*); *Cyperus spp* (*Cyperaceae*).

6.2.2. Bioclima

El clima es cálido árido tropical, caracterizado por temperaturas iguales o mayores de 24 °C. La relación de evapotranspiración potencial está entre 4 y 8, presenta de 8 a 10 meses secos en el año, correspondiendo a un régimen de humedad árido. En esta zona de vida existe una marcada diferencia entre la estación seca y la lluviosa, la primera se extiende de mayo a diciembre/enero y la segunda comienza en enero/febrero y termina en abril/mayo. Una parte de la precipitación cae durante el verano en forma de garubas o lloviznas ocasionales.

6.2.3. Flora

En el Anexo 5 se adjunta el estudio del Medio Biótico, en el que el apartado de Flora recoge las siguientes conclusiones:

- Mediante la evaluación cuantitativa de transectos se registró 19 especies de hábito arbóreo con el diámetro del fuste igual o mayor a 10 cm DAP., la mayor parte de especímenes son cultivados (171 individuos), pioneras o indicadoras de bosque secundario (81 individuos), sumadas las dos representan el 98%, lo que demuestra que el área presenta altos signos de intervención humana, por lo tanto las actividades inherentes al proyecto no afectarán significativamente al componente flora.
- Según los valores de Diversidad calculados para cada transecto se obtuvo una diversidad baja, cuyo Índice de Shannon oscila entre 0 y 1,7 bits. Se trata de un área con altos signos de intervención humana dominada por pastizales, cultivos de plátano y papaya, también existen pequeños parches o remanentes de bosque secundario.
- En base al diagrama de similitud cluster análisis, se estableció que el área de estudio es poco heterogénea cuyas especies difieren apenas entre el 94 y 56%, esto se debe a que se trata de áreas de cultivos.
- De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI), se determinó que la especie con mayor representatividad por su frecuencia y diámetro de sus fustes fue: "Plátano" *Musa paradisiaca* con 117,6 de IVI, "Guarumo" *Cecropia litoralis* con 17,0 y "Samán" *Samanea saman* con 10,1 de IVI, dichas especies son cultivadas y pioneras o indicadoras de bosque secundario.
- Mediante la aplicación del método cualitativo colecciones al azar, se registró 17 especies de plantas vasculares, éstas especies en la mayoría de los casos son de los hábitos herbáceo. La mayor parte de ellas son indicadoras de áreas con altos signos de

intervención humana, demostrando una vez más que se trata de un área con poco valor ecológico, desde el punto de vista florístico.

- Las 19 especies registradas mediante transectos (cuantitativo), 1 especie es endémica, 16 son nativas y 2 son introducidas. La especie endémica es *Cecropia litoralis* la cual es muy común en la costa ecuatoriana, debido a que trata de una especie pionera, según las listas de la UICN y CITES, esta especie no se encuentra bajo ninguna categoría de amenaza.
- Con respecto al uso que la gente de la zona da a las plantas se registró como uso dominante el alimenticio con 7 especies que representa el 36,8%, el uso combustible o leña con 6 especies (31.5%), maderable con 3 especies (15.8%), ornamental con 2 especies (10.5%) y para la elaboración de artesanías 1 especie (5.3%).

- **Fauna**

En el Anexo 5 se adjunta el estudio del Medio Biótico, en el que el apartado de Fauna recoge las siguientes conclusiones:

Mamíferos

- Actualmente el área de estudio está conformada por áreas alteradas como pastizales, cultivos, vegetación arbórea dispersa y una escasa vegetación natural dispersa, producto de los procesos de cambio a los que ha estado expuesta esta zona, lo cual ha provocado la pérdida de hábitats y microhábitats importantes para la Mastofauna, producto de ello la riqueza de especies es baja y persisten únicamente especies de tipo generalistas.
- En toda el área de estudio, durante la presente investigación se reportó seis especies de Mamíferos; repartidas en cinco órdenes y seis familias: sin que ninguna de ellas sea relevante por su estado de conservación, distribución o nivel de sensibilidad.
- Los mamíferos registrados en el presente estudio, no son de mayor relevancia ya que son de amplia distribución, de baja sensibilidad a la alteración de su hábitat y sus poblaciones se encuentran estables, incluso pueden representar plagas para el ser humano.

Aves

- De los vertebrados terrestres, las aves es el grupo mejor representado en el área de estudio, esto se debe a que en forma general es la clase con mayor diversidad en el Ecuador (1616 especies) y un gran número de ellas están adaptadas a vivir en sitios alterados, llegando incluso a reportar índices de alta diversidad en Ecosistemas mal conservados.
- Mediante la combinación de las tres técnicas de muestreo (capturas, registros visuales y registros auditivos), en toda el área de estudio; se reportaron un total de 17 especies de

aves repartidas en 14 familias y seis órdenes, con un valor de diversidad bajo según el índice de Shannon.

- A más de presentar una baja riqueza de especies y una baja diversidad, todas las aves reportadas en la unidad de estudio son de baja sensibilidad, lo que expresa un mal estado de conservación de esta área.
- De las 17 especies registradas en el área de influencia al proyecto, ninguna de ellas está amenazada o protegida por CITES, sin embargo tres de ellas son endémicas para la región Tumbesina, pero sus poblaciones son abundantes en toda su área de distribución.
- Según la Ornitofauna asociada a la unidad de estudio, se puede concluir que esta área presenta en toda su extensión niveles altos de alteración y hábitats totalmente desestabilizados.
- En general, los procesos de cambio a los que ha estado expuesta el área de estudio han provocado cambios en la cobertura vegetal y por ende en la estructura poblacional y diversidad de la Ornitofauna, lo cual ha provocado la pérdida de especies sensibles y ha permitido el éxito de las especies de baja sensibilidad y colonizadoras.

Anfibios y reptiles

- En términos generales, el estado de conservación de los hábitats de los anfibios y reptiles en las áreas de influencia de los cuatro lugares muestreados es alterado, debido a que fueron la mayor parte áreas o zonas de cultivo como de arroz, cacao y pocos vestigios de lo que es la vegetación de este piso tropical suroccidental lo cual ha originado una dominancia de especies de características generalistas o colonizadoras, en relación a las especies de características especialistas. Este desequilibrio entre especies generalistas y especialistas se debe por la alteración de la cobertura vegetal o fragmentación de hábitats del sector.
- De acuerdo al índice de diversidad de Shannon, las áreas de influencia del proyecto propuesto, reflejan una diversidad median en el PMH-02 y PMH-03; mientras que en el PMH-01 presentó una diversidad baja.
- Se determinó que el 90% de las especies de anfibios registradas en el área de estudio son insectívoras-generalistas, es decir basan su dieta en diferentes especies de insectos; mientras que el 10% (una especie es insectívora-especialista, es decir que su dieta se basa en un grupo determinado de insectos (hormigas).Y que el 57% de las especies de reptiles son insectívoras-generalistas, el 29% son carnívoras-especialistas (pequeños vertebrados como ranas o lagartijas) y el 14% de las especies son herbívoras (Iguana iguana)
- En los cuatro puntos de muestreo, las especies registraron solo tener preferencia a hábitat no forestal, es decir el 100% de las especies fueron colonizadoras.
- El 40% de las especies de presentan un patrón de reproducción continua C), con 4 especies, mientras que 3 especies presentan reproducción esporádica (W) y 3 especies, se reproducen en periodos secos o menos lluviosos (D)

- De acuerdo al análisis de sensibilidad se determinó que la mayor parte de especies presentaron sensibilidad baja (B) mientras que una especie presentó sensibilidad media (Boa constrictor) y ninguna de las especies registraron sensibilidad alta, aquello es un indicador de la fragmentación de hábitats que actualmente existe en las áreas del proyecto propuesto, lo cual ha influenciado en un mayor éxito reproductivo de especies generalistas, las cuales han desplazado a las especies.
- Según el La Lista Roja de anfibios del Ecuador (Ron et. Al 2008) las especies registradas en el área de muestreo se encuentran en la categoría de preocupación Menor (LC) al igual que en la lista de la UICN 2012 de igual manera se encuentran dentro de esta categoría; mientras que en la lista Roja de reptiles del Ecuador la Iguana iguana se encuentra en la categoría de Vulnerable (VU) al igual que la Boa constrictor. Y para la UICN 2012, los reptiles no se encuentran evaluados.

Peces

- Con la realización de este estudio se identificó 12 individuos pertenecientes a 2 órdenes, 2 familias y 3 especies.
- La familia con mayor número de individuos fue Characidae con 8 individuos que representa el 66.6% del total de individuos de todo el muestreo.
- En el presente monitoreo el PMI-3 registró los valores más altos de abundancia con 8 individuos, mientras que para el PMI-2 no se registró especies de ictiofauna.
- Los índices de diversidad en todos los cuerpos de agua muestreados presentaron una Diversidad baja.
- No se observa una diferencia significativa en los puntos del estudio, ya que la naturaleza de los cuerpos acuáticos de cada área es diferente en temperatura y altitud, fenómeno que restringe o permite el ingreso y salida de ciertas especies en temporadas estacionales.
- A nivel de especialización trófica, dentro del área de estudio se localizaron dos grupos de peces. Los Omnívoros y Detritívoros.
- Durante el presente estudio no se encontraron especies incluidas dentro del documento de la Convention International Trade Endareged Species, Schouten, 2007 (CITES) ni dentro del libro rojo de la Unión Internacional de la Naturaleza y de los recursos Naturales (UICN).

Insectos terrestres

- Se registraron 609 especies agrupadas en 5 Tribus, 11 especies. Siendo la especie más abundante Canthon aff. con 265 individuos y la especie con menor abundancia Agamopus cf. lampros y Eurysternus sp. con 2 individuos.
- Se determino que la calidad de bosque en la Central Hidroeléctrica y Línea Eléctrica Tahuín es alterado. El PME1 nos da como resultado un bosque bien conservado mientras

que el PME2 y PME3 nos da como resultado un bosque intervenido debido a la abundancia de especies tolerantes a la contaminación, esto se debe a la presencia de actividades antropogénicas, como cultivo de arroz, teca, cacao, deforestación de bosque lo que ha hecho que las biodiversidad de coleópteros disminuyan.

- Se identificaron especies que presentan una sensibilidad alta lo que quiere decir que estas se han adaptado al medio ambiente en el que se encuentran mientras que la dominancia ha sido por especies Tolerantes a la contaminación ambiental.
- El índice de diversidad según Shannon-Weaner dio 3.5316, lo cual indica que el índice de diversidad es alto, estos ecosistemas se los caracteriza como ambientes conservados, a causa de las actividades antrópicas como son los cultivos de arroz, cacao, teca y deforestación.

Macrobentos

- Con la realización de este muestreo se identificó 886 individuos pertenecientes a 5 órdenes, 13 familias y 15 especies.
- La especie Baetis sp. de la familia Baetidae con 357 individuos fue la más abundante, representa el 40,29%, del total global en los tres puntos de muestreo.
- En el presente muestreo el PDMB-1 registró los valores más altos de abundancia con 616 individuos, mientras que para el PDMB-2 se registró los valores más bajos de abundancia con 119 individuos.
- Según el Índice BMWP/Col, nos dio a conocer que de los tres puntos muestreados el PDMB1 pertenecen a una clase II, calidad aceptable, es decir, Aguas ligeramente Contaminadas, mientras que los PDMB2 y PDMB3 pertenecen a una clase III, calidad dudosa, es decir, Aguas moderadamente contaminadas.
- De acuerdo al análisis de la sensibilidad de las especies de macroinvertebrados registrados en los cuerpos de agua del presente estudio, se determinó que todavía existen condiciones ecológicas aceptables para el desarrollo de familias de alta, media y baja sensibilidad.

6.2.4. Áreas bajo régimen especial

El Bosque Protector “Río Arenillas Presa Tahuín” es declarado de Oficio mediante Acuerdo Ministerial N° 024 del 10 de enero de 1989 publicado en el Registro Oficial No. 111 del 18 de enero de 1989.

Se encuentra al oeste del Ecuador, en la provincia de El Oro, y posee una superficie de 47.677,50 Ha.

Se localiza en las Parroquias Arenillas y Palmales del cantón Arenillas, Ayapamba, y San Juan de Cerro Azul del cantón Atahualpa, San Isidro del cantón Las Lajas, Marcabeli del

cantón del mismo nombre, Moromoro, Piedras, Saracay y La Bocana del cantón Piñas, y las parroquias de La Avanzada y Torata del cantón Sta. Rosa. Está ubicado entre el río Sta. Rosa y la quebrada Zabayán al Norte; al Sur cercano a la carretera desde Marcabeli a Balsas; al Oeste la carretera que va desde Arenillas a los poblados de la Victoria y el Paraíso y al Oeste una parte limita con el bosque Cuenca del río Moro Moro y cercano a los poblados de Ayapamba a 4 km y Pacha a 5 km aproximadamente. Los poblados de La Avanzada, San Antonio y Arenillas están a 7 km Norte, Los Palmales a 5 km Oeste, Balsas, Bella María, Paraíso, y Marcabeli a 5 km sur, el Ingenio a 1 km sur y San Isidro a 100 m sur aproximadamente. Los centros poblados de Torata, Piedras, la Botana y Saracay se encuentran dentro del Bosque protector.

Por otro lado, existe una "Ordenanza para LA PROTECCION DE LAS MICROCUENCAS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DEL CANTON ARENILLAS", emitida por la Ilustre Municipalidad de Arenillas en el oficio No 0122-DJ-2002, del 09 de Septiembre del 2002.

Existe además el registro oficial del Ministerio del Ambiente (No 549, del 20 Marzo de 1978) en donde se acuerda expedir un REGLAMENTO PARA LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRESAS Y EMBALSES.

6.3. Caracterización del medio humano, socioeconómico y cultural

El Proyecto Multipropósito Tahuín queda enmarcado principalmente dentro del cantón de Arenillas, Provincia de El Oro, parte sur-occidental de Ecuador. Dado el alcance de este estudio y las repercusiones que plantea, se procede a continuación a realizar una descripción de los principales indicadores socioeconómicos disponibles de la zona de estudio para poder evaluar los posibles impactos económicos y sociales que dicho proyecto podría llegar a tener en el área de influencia.

6.3.1. Ubicación

El cantón de Arenillas limita al noroeste con el cantón Huaquillas, al norte con el Archipiélago de Jambelí (jurisdicción del cantón Santa Rosa), al este con los cantones de Santa Rosa, al sur con el cantón Las Lajas y Piñas y al Oeste con el Perú. Está dentro de la zona de planificación n° 7 de la Secretaría Nacional de Planificación y desarrollo. Dicha zona comprende además las provincias de Loja y Zamora Chinchipe. La ubicación estratégica de este cantón, confiere una importancia especial al correcto desarrollo del Proyecto Multipropósito Tahuín.

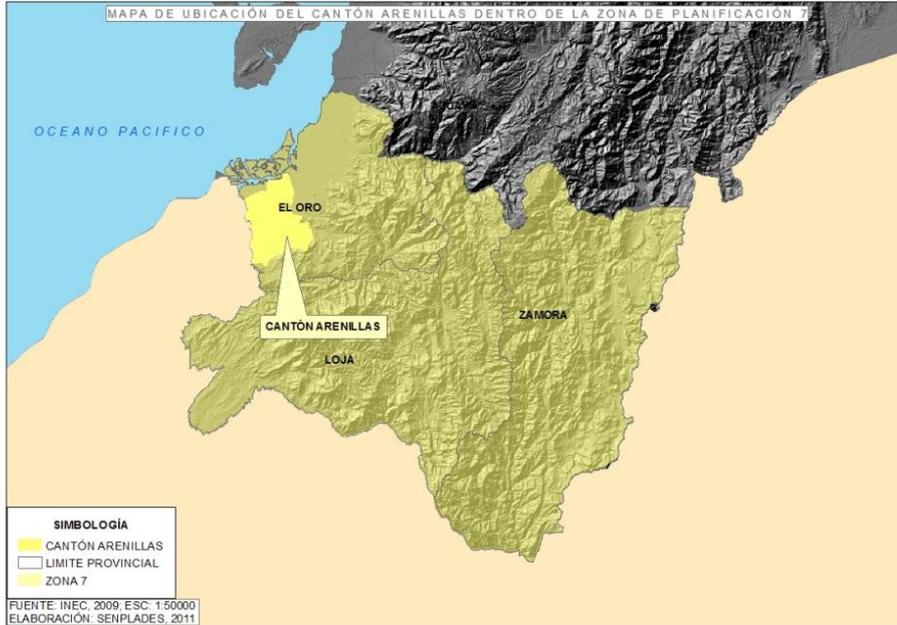


Figura 24.- Ubicación del cantón Arenillas

6.3.2. Población y superficie.

Es el cantón más grande en superficie de la provincia de El Oro con 788 km². Administrativamente, está dividido en una parroquia urbana: Arenillas (a su vez cabecera cantonal) y tres parroquias rurales: Chacras, Palmales y Carcabón. Tiene una población de 26.844 habitantes según el último censo de población del año 2010. Su densidad de población es de 34,07 hab/km² frente a la media nacional de 55,80 hab/km².

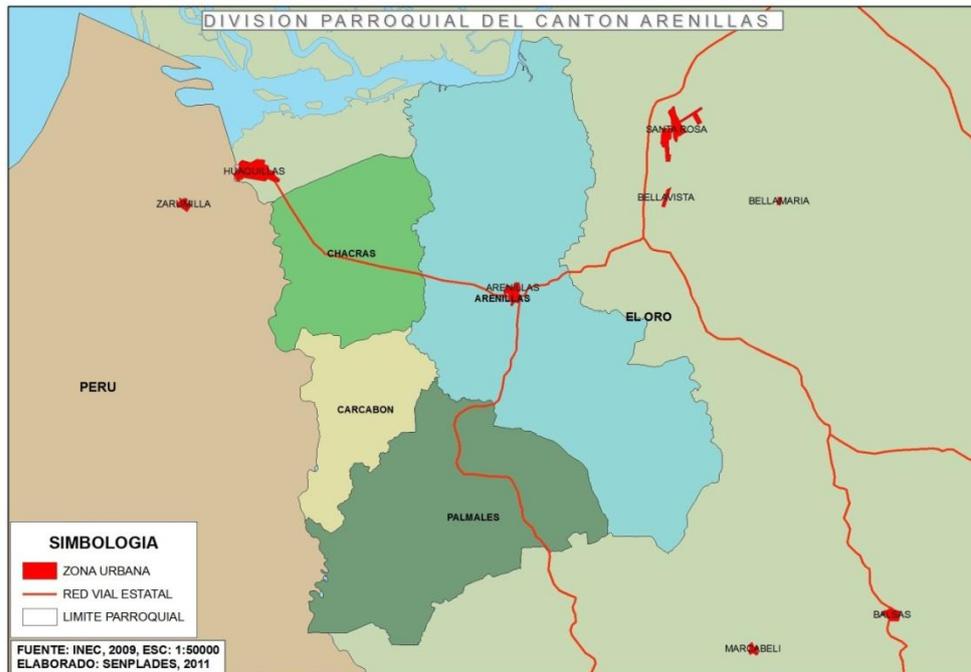


Figura 25.- División parroquial del cantón Arenillas

La población de Arenillas, al igual que la de otros cantones de la provincia, ha crecido desde 1950 por los flujos migratorios provenientes de Loja, Azuay y Cañar, fundamentalmente. El mayor volumen de población lo alcanzó en 1972, cuando llegó a significar el 10.5% de la población provincial. En la actualidad, la población de Arenillas representa el 4.4% de la población de la provincia de El Oro.

En sus inicios, el cantón Arenillas tenía una población predominantemente rural. La situación cambia con la Cantonización de Huaquillas y Las Lajas. Desde 1990 y hasta la actualidad existe predominancia de la población urbana sobre la rural:

AÑOS	URBANA	RURAL	TOTAL
1962	3.925	7.538	11.463
1974	5.862	21.622	27.484
1982	9.196	12.993	22.191
1990	10.999	7.315	18.314
2001	14.099	8.216	22.315
2010	17.346	9.498	26.844

Tabla 22.- Evolución de la población del cantón de Arenillas (INEC)

Existe un mayor número de hombres que de mujeres en el cantón:

AÑOS	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1990	9.668	8.626	18.314
2001	11.773	10.542	22.315
2010	13.948	12.896	26.844

Tabla 23.- Reparto por géneros de la población del cantón Arenillas. (INEC)

La composición por grupos de edades de la población ha evolucionado de la siguiente forma:

GRUPOS DE EDADES	AÑO 1990	AÑO 2001	AÑO 2010
0 a 5 años	2924	3570	3116
6 a 11 años	2948	3347	3418
12 a 17 años	2606	3191	3362
18 a 24 años	2650	3351	3524
25 a 39 años	3625	4463	5877
40 a 54 años	1975	2231	3967
55 a 69 años	1109	1116	2386
70 años y más	468	1046	1194

Tabla 24.-Composición por grupos de edades de la población del cantón Arenillas. (INEC).

Se observa un desplazamiento de la pirámide de población hacia los grupos de edad adultos. Adelgazamiento en la base y ensanchamiento en la zona intermedia como consecuencia de una mejora en las condiciones de vida y cambios sociales.

6.3.3. Natalidad.

Porcentaje de hijos nacidos vivos según estado conyugal.

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

Estado conyugal	Casos	Promedio	%	Acumulado %
Casado/a	1,824	2.70	27.52	27.52
Unido/a	2,125	2.31	32.06	59.58
Separado/a	424	2.72	6.40	65.98
Divorciado/a	106	2.51	1.60	67.58
Viudo/a	72	3.51	1.09	68.66
Soltero/a	2,077	0.44	31.34	100.00
Total y Promedio	6,628	1.88	100.00	100.00

Tabla 25.-Porcentaje de hijos nacidos vivos según estado conyugal. (INEC).

La razón entre la población de niños menores de 5 años respecto las mujeres en edad fértil es 0,38. El número de mujeres en edad de procrear es de 2.567, lo cual representa un 52,39% de la población total de mujeres. La media de edad a la cuál tienen su primer hijo es 19.96 años.

6.3.4. Economía

RAMAS DE ACTIVIDAD	1990	%	2001	%
<i>Agricultura, silvicultura, caza y pesca</i>	3.101	48.3	3.656	49.6
<i>Explotación de minas y canteras</i>	24	0.4	28	0.4
<i>Industria manufacturera</i>	222	3.5	262	3.5
<i>Electricidad. Gas y agua</i>	13	0.2	15	0.2
<i>Construcción</i>	225	3.5	268	3.6
<i>Comercio</i>	689	10.7	789	10.7
<i>Transporte, almacenamiento y comunicación</i>	137	2.1	162	2.0
<i>Establecimientos financieros y seguros</i>	49	0.8	59	0.8
<i>Servicios</i>	1.492	23.2	1.760	23.9
<i>Actividades no bien especificadas</i>	340	5.2	360	5.0
<i>Trabajador nuevo</i>	135	2.1	170	2.1
TOTAL	6.427	100.	7.359	100.

Tabla 26.- Sectores de ocupación económica en el cantón de Arenillas. (INEC).

La actividad con mayor ocupación es la agropecuaria, seguida de servicios y comercio. Lamentablemente no se han encontrado datos cantonales del 2010 que permitan realizar un diagnóstico de la evolución de la población económicamente activa. Además de detectarse un cambio en la metodología de realización de este tipo de estadísticas.

6.3.5. Vivienda

Respecto a este derecho fundamental, se indican los tipos de vivienda existentes en el cantón:

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

Tipo de la vivienda	Casos	%	Acumulado %
Casa/Villa	7,107	79.40	79.40
Departamento en casa o edificio	238	2.66	82.06
Cuarto(s) en casa de inquilinato	317	3.54	85.60
Mediagua	342	3.82	89.42
Rancho	410	4.58	94.00
Covacha	390	4.36	98.36
Choza	68	0.76	99.12
Otra vivienda particular	61	0.68	99.80
Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	7	0.08	99.88
Centro de rehabilitación social/Cárcel	1	0.01	99.89
Hospital, clínica, etc.	1	0.01	99.90
Convento o institución religiosa	1	0.01	99.91
Otra vivienda colectiva	8	0.09	100.00
Total	8,951	100.00	100.00

Tabla 27.- Tipos de vivienda en el cantón Arenillas. (INEC).

Se indica la procedencia principal del agua recibida.

Procedencia principal del agua recibida	Casos	%	Acumulado %
De red pública	5,496	77.78	77.78
De pozo	888	12.57	90.35
De río, vertiente, acequia o canal	433	6.13	96.48
De carro repartidor	153	2.17	98.64
Otro (Agua lluvia/albarrada)	96	1.36	100.00
Total	7,066	100.00	100.00

Tabla 28.- Procedencia del agua recibida. (INEC).

Diferentes fuentes consultadas, señalan la falta de vivienda como uno de los problemas principales del cantón que da lugar a vivienda "informal". Esto a su vez genera problemas en el suministro de los servicios básicos (agua y electricidad), que no llegan a todos los sectores. Además recientes problemas de gestión en la empresa EMRAPAH están ocasionando frecuentes interrupciones en el servicio de aguas.

Se indica la procedencia principal de la electricidad servida en las viviendas.

Procedencia de luz eléctrica	Casos	%	Acumulado %
Red de empresa eléctrica de servicio público	6,718	95.08	95.08
Panel Solar	3	0.04	95.12
Generador de luz (Planta eléctrica)	5	0.07	95.19
Otro	35	0.50	95.68
No tiene	305	4.32	100.00
Total	7,066	100.00	100.00

Tabla 29.- Procedencia de la electricidad doméstica. (INEC).

Se indican los métodos de eliminación de basura.

Eliminación de la basura	Casos	%	Acumulado %
Por carro recolector	5,321	75.30	75.30
La arrojan en terreno baldío o quebrada	240	3.40	78.70
La queman	1,386	19.62	98.32
La entierran	54	0.76	99.08
La arrojan al río, acequia o canal	17	0.24	99.32
De otra forma	48	0.68	100.00
Total	7,066	100.00	100.00

Tabla 30.- Métodos de eliminación de basura doméstica. (INEC).

6.3.6. Educación

El sistema educativo en el cantón Arenillas es uno de los sectores que se ha enfrentado a una seria problemática derivada del deterioro de la calidad de la educación a nivel nacional, tendencia que se ha intentado corregir con resultados heterogéneos en los últimos años.

La tasa de analfabetismo en el cantón es de 9,6%. Lo cuál es un valor alto en comparación con la media nacional de 6,8%. Es principalmente en las parroquias rurales dónde existe mayor número de población analfabeta.

La incidencia del proceso educativo en este cantón tiene las siguientes expresiones: Sólo el 71% de la población ha terminado la primaria completa y el 19,7 % la secundaria completa. Apenas el 8,2% ha realizado estudios de nivel superior.

La mayoría de bachilleres que busca educación superior se dirigen hacia la ciudad de Machala, mientras otros van hacia las ciudades de Guayaquil, Loja y Cuenca. En la actualidad funciona en Arenillas una extensión de la Universidad de Machala que da formación en Contabilidad y Ciencias Administrativas.

Resumen de la población escolar por grupos de edad.

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

Población en edad escolar	Número	Porcentaje (%)
De 3 a 5 años	1,652	6.15
De 6 a 12 años	3,949	14.71
De 13 a 18 años	3,410	12.70
De 19 a 25 años	3,421	12.74
De 26 años y más	12,948	48.23

Tabla 31.- Población escolar del cantón Arenillas por grupos de edad. (INEC).

Población y porcentaje sobre el total que sabe leer y escribir.

Sabe leer y escribir	Edades Escolares					
	De 3 a 5 años	De 6 a 12 años	De 13 a 18 años	De 19 a 25 años	26 años y más	Total
Si	102	3,790	3,376	3,371	12,091	22,730
No	431	159	34	50	857	1,531
Total	533	3,949	3,410	3,421	12,948	24,261
NSA :	2,583					

Tabla 32.- Población que sabe leer y escribir. (INEC).

La tasa de analfabetismo en el cantón es de 9,6%. Lo cuál es un valor alto en comparación con la media nacional de 6,8%.

Población que se encuentra estudiando en establecimientos de enseñanza regular.

Asiste actualmente un establecimiento de enseñanza regular	Edades Escolares					
	De 3 a 5 años	De 6 a 12 años	De 13 a 18 años	De 19 a 25 años	26 años y más	Total
Si	471	3,840	2,525	893	837	8,566
No	62	109	885	2,528	12,111	15,695
Total	533	3,949	3,410	3,421	12,948	24,261
NSA :	2,583					

Tabla 33.-Población en establecimientos de enseñanza regular. (INEC).

Cabe destacar que existe un gran número de personas que no asisten a ningún centro de enseñanza reconocido o regulado por la administración competente. Ello supone un riesgo económico y social para esa parte de la población.

Tipo de establecimiento educativo.

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

Establecimiento de enseñanza regular al que asiste	Edades Escolares					
	De 3 a 5 años	De 6 a 12 años	De 13 a 18 años	De 19 a 25 años	26 años y más	Total
Fiscal (Estado)	443	3,582	2,201	743	646	7,615
Particular (Privado)	25	254	309	139	154	881
Fiscomisional	-	1	4	4	12	21
Municipal	3	3	11	7	25	49
Total	471	3,840	2,525	893	837	8,566
NSA :	18,278					

Tabla 34.- Establecimientos educativos en el cantón Arenillas. (INEC).

Nivel de instrucción máximo cursado distribuido por grupos de edades escolares.

Nivel de instrucción más alto al que asiste o asistió	Edades Escolares					
	De 3 a 5 años	De 6 a 12 años	De 13 a 18 años	De 19 a 25 años	26 años y más	Total
Ninguno	38	25	30	53	789	935
Centro de Alfabetización/(EBA)	-	-	5	7	127	139
Preescolar	180	57	1	5	83	326
Primario	105	2,796	432	700	5,738	9,771
Secundario	-	316	1,939	1,130	2,766	6,151
Educación Básica	200	744	355	78	336	1,713
Bachillerato - Educación Media	-	-	504	522	990	2,016
Ciclo Postbachillerato Superior	-	-	12	86	158	256
Postgrado	-	-	85	702	1,479	2,266
Se ignora	-	-	-	13	75	88
Se ignora	10	11	47	125	407	600
Total	533	3,949	3,410	3,421	12,948	24,261
NSA :	2,583					

Tabla 35.- Nivel máximo de instrucción (INEC).

Resumiendo, existen grandes desigualdades en materia de educación entre las zonas urbanas y las rurales, teniendo las parroquias rurales un peor espectro educativo en los principales índices de referencia. Por otro lado, se observa un alto grado de abandono escolar tras finalizar la etapa de educación primaria, pasando de un total de 9.771 estudiantes de primaria a 6.151 en secundaria. El porcentaje de población en posesión de un título universitario es de un 8,2 %, ligeramente por debajo de la media nacional. No obstante la provincia de El Oro tiene el índice más bajo de rezago estudiantil.

6.3.7. Sanidad.

El Cantón Arenillas cuenta con un Centro Hospital que brinda atención a toda la población y además al cantón las Lajas a través del Centro y Subcentros de Salud implementados por el MSP.

El Centro de Salud Hospital de Arenillas brinda los siguientes servicios:

Consulta externa:

- Consulta externa: Su atención la brinda a la ciudadanía a través de los consultorios de: Clínica, Cirugía, Pediatría y Ginecología-Obstetricia. Por parte del personal de enfermería realizan actividades de promoción y educación a pacientes que visitan al servicio.
- Emergencia: La atención es brindada por Médicos Residentes.
- Hospitalización: Este servicio lo brindan en las Áreas de Clínica, Cirugía, Pediatría, y Ginecología-Obstetricia, es atendido por médicos residentes y tratantes conjuntamente con personal Auxiliar y enfermería, diariamente realizan las visitas médicas y reciben tratamiento y cuidado de acuerdo a la patología del paciente, cuentan con un total de 20 camas.
- Farmacia: Los medicamentos existentes son genéricos y donados por el MSP. También se benefician las pacientes de la Ley de Maternidad Gratuita.
- Odontología: Se realizan curaciones y exodoncias a todo usuario que requiera del servicio.
- Laboratorio: Se realizan exámenes de Biometría, Química Sanguínea, Serología, VIH. Se extrae la muestra y en caso de sospecha son emitidos a la INH para su análisis respectivos, C.D.R. L entre otros.
- Cirugía: Este servicio es atendido por el Cirujano especialista del Hospital y se cuenta con un anestesista, por lo tanto las intervenciones son realizadas en forma programada. En caso de emergencia los agentes son trasladados a Machala. Departamento Sanitario: está liderado por un Inspector sanitario quien lleva el programa de inmunización humana, canina y felina, así como el registro de nacimientos y defunciones acaecidas en el cantón.
- Además el Centro de Salud Hospital cuenta con el servicio de Rayos X y Ecosonografía.

6.3.8. Pobreza y desigualdad.

Arenillas es uno de los cantones que se encuentra bajo la línea de pobreza pues el 51,6% de su población acusa pobreza de consumo. Sólo el 51,2% de su población en edad de trabajar se encuentra ocupada en alguna actividad laboral, mientras que el resto está en subocupaciones.

Empleo

Población en edad de trabajar	12.442
Población económicamente activa	6.375
Tasa bruta de participación laboral %(Población Total)	34.8
Tasa global de participación laboral %(Población Total)	51.2

Tabla 36.- Indicadores de empleo en el cantón Arenillas.

Fuente: SIISE (2001).

Pobreza en el Cantón Arenillas: Zona urbana

Incidencia de la pobreza de consumo %(Población Total)	51,6
Incidencia de la extrema pobreza de consumo %(Población Total)	8,6
Brecha de la pobreza de consumo %(Población Total)	34.8
Brecha de la extrema pobreza de consumo %(Población Total)	51.2

Tabla 37.- Indicadores de pobreza en el cantón Arenillas.

Fuente: SIISE (2001).

Programas sociales

Existen o han existido diversos programas sociales orquestados desde distintos estamentos de la administración del Estado que ayudan a mitigar desigualdades sociales.

Desayuno y Almuerzo Escolar

PARROQUIA	Niños con desayuno escolar	Planteles con desayuno escolar	Niños con almuerzo escolar	Planteles con almuerzo escolar
ARENILLAS	1585	19	2834	21
CHACRAS	150	2	150	2
PALMALES	670	16	624	13
CARCABÓN	78	2	78	2

Tabla 38.-Beneficiarios de las ayudas a desayuno y almuerzo escolar en el cantón Arenillas.

Fuente: SIISE (2001).

El Programa de Alimentación Escolar del Ministerio de Educación tiene una buena cobertura en el cantón, pero aún se requiere extenderla para atender al 100 % de beneficiarios.

Bono de desarrollo humano

PARROQUIAS	MADRES	ADULTOS MAYORES	PERSONAS CON DISCAPACIDAD	MENORES DE EDAD CON DISCAPACIDAD	TOTAL
ARENILLAS	1866	1006	156	50	3078
CHACRAS	180	85	10	4	279
PALMALES	603	290	40	13	946
CARCABON	111	56	10	6	183

Tabla 39.- Beneficiarios del bono de desarrollo humano en el cantón Arenillas.

Fuente: Ministerio de Inclusión Económica y social (2012).

6.3.9. Organización institucional para el desarrollo

Dentro del área de estudio, hay una creciente decisión por favorecer las autonomías provinciales, lo que supone un nuevo orden jurídico, administrativo y económico.

Las instituciones seccionales y provinciales no poseen fortaleza institucional y de gestión propia que les permita abordar técnica y coherentemente el proceso; la toma de decisiones en torno al control financiero, económico y político de sus respectivas jurisdicciones son los aspectos más significativos de este proceso.

Se refiere que las decisiones en torno al desarrollo local, lo mantienen los Municipios y Consejos Provinciales, por separado, es decir lo concerniente al desarrollo urbano a los primeros; y, al de las áreas rurales, al Consejo Provincial de El Oro.

No obstante, existen entidades de desarrollo Regional y local, como PREDESUR, INAR quienes de alguna manera intervienen sobre la planificación y ordenamiento de los recursos, especialmente en lo que tiene que ver con el agua y el suelo.

El Proyecto de Manejo de Recursos Costeros (Ministerio del Ambiente), que viene desarrollando actividades de inventario de los recursos, especialmente de manglares y los riesgos ambientales y sociales asociados a su conversión para la instalación de camaroneras o grandes proyectos de desarrollo, ha logrado mejorar significativamente la participación comunitaria e institucional para el desarrollo local. Fundaciones Ecologistas, Consejo Provincial y Municipios, ven con preocupación el deterioro ambiental que sufren los recursos naturales de sus jurisdicciones.

En la actualidad casi todos los municipios y consejos provinciales del país, están abordando la problemática del desarrollo como un proyecto integrado y de gestión compartida con todos los entes de desarrollo y, sobre todo con la participación de la comunidad en la toma de decisiones.

Así nace la formulación de los Planes Estratégicos de Desarrollo a nivel Provincial y Municipal, con el propósito de obtener políticas, estrategias y objetivos de bienestar; establecer coherentemente un plan de desarrollo provincial y local que aproveche las

potencialidades que posee cada uno de ellos, en torno a sus capitales: naturales, humanos, sociales y, económico-financiero. Este tipo de planes están siendo propuestos en todas las ciudades del área de estudio, dentro de los cuales merecen mucho énfasis los aspectos de ordenamiento del territorio y proyectos de zonificación urbana, legislación ambiental y desarrollo productivo.

6.3.10. Aspectos culturales

La zona de estudio estuvo habilitada antes que se produjera la conquista española. Los pueblos indígenas que la poblaron en su parte baja fueron los Punáes y Machala; y, Paitas en las tierras altas.

Se conoce que la conquista española llegó a estas tierras poco después de la Fundación de Guayaquil. El comercio entre ellos era muy importante, su economía se basó principalmente en cultivos de maíz y frutales, explotaban minas auríferas, pescaban y utilizaban la madera de mangle para la construcción de viviendas.

Varias opiniones se han vertido sobre los primeros pobladores de la provincia de El Oro en general, las mismas que involucrarían a la zona de Arenillas. Se afirma que los Cañaris fueron los primeros habitantes de estas zonas.

El nombre de la cabecera cantonal, según la tradición oral, tiene su origen en la denominación que dieron sus primeros habitantes a la arena de su río.

El río Arenillas tiene su origen o nacimiento en las elevaciones en la cordillera de Dumarí-Tahuín. En muchos sectores de esta cordillera han existido siempre yacimientos de oro, tanto que se cree que los primeros habitantes vinieron atraídos por la explotación del precioso metal. Los conocidos gambusinos o buscadores de oro establecieron su lavadero a orillas de este río y de la arena fina o ARENILLA que abundaba en las riberas del río extraían oro de primera calidad. Se dice que la arena era de color plomizo y que cada año la corriente del río, en sus crecidas invernales, acumulaba este metal en grandes cantidades.

Como no se trataba de una arena común y corriente, sino de un material particular (arenilla plomiza), seguramente empezaron a llamar al río de las arenillas o, simplemente, río Arenillas.

Se conoce también de la existencia de la famosa hacienda ARENILLAS, cuyo propietario el Dr. Manuel Fidelio Espinoza en 1858 la termina vendiendo. Ese nombre también se asocia con el de este cantón.

Para el año 1866, Arenillas era un sitio dedicado a la agricultura y con una escasa población.

Las primeras familias que se asentaron en lo que hoy es Arenillas vinieron de Zaruma y Loja, para aprovechar la fertilidad de estas tierras y las montañas vírgenes de la zona.

La población crece y los habitantes solicitan en marzo de 1869 a las autoridades del Cantón Jambelí su reconocimiento como Parroquia. Esto ocurre el 8 de abril de 1869, bajo la Presidencia de Gabriel García Moreno, cuando se erige la Parroquia Rural de Arenillas como parte del Cantón Jambelí, hoy Santa Rosa. De esta Parroquia se desprende, posteriormente, Chacras en 1884.

Después de 86 años de vida parroquial, un grupo de arenillenses solicita el reconocimiento de la categoría de cantón para este pueblo. Las gestiones culminan con éxito el 11 de noviembre de 1955, cuando se emite el decreto de creación del cantón, bajo la presidencia del Dr. José María Velasco Ibarra.

6.3.11. Aspectos arqueológicos

La represa Tahuín se encuentra a 14 km al sureste de la ciudad de Arenillas, en el cantón del mismo nombre, en la provincia de El Oro. Esta obra, finalizada en 1988, tenía como objetivos abastecer de agua potable a las poblaciones de Arenillas y Huaquillas; regar los campos agrícolas del triángulo Arenillas; controlar las inundaciones y fomentar la actividad turística mediante la pesca. Con el propósito de mejorar y diversificar el funcionamiento de esta represa, el Instituto Nacional de Preinversión ha emprendido en los estudios de consultoría con la empresa INASSA SA., a fin de disponer de la prefactibilidad para la ejecución de obras complementarias, para lo cual se están realizando los estudios de impacto ambiental, incluyendo una valoración arqueológica de la zona de interés a nivel de diagnóstico.

Las indicadas obras, en su fase de ejecución, tendrán un impacto en el medio físico, por lo que, de acuerdo a la normativa de Patrimonio Cultural, se contempla la ejecución de estudios que permitan conocer las características de la o las ocupaciones antiguas y establecer las recomendaciones que convengan a la conservación e investigación del recurso arqueológico.

En cumplimiento del Reglamento de Concesión de Permisos de Investigación Arqueológica se presentó al INPC la propuesta técnica a fin de obtener la autorización N 033-2013. El trabajo fue realizado por el arqueólogo Dr. Eduardo Almeida R. y contó con el financiamiento de la empresa contratante.

El documento de "Diagnóstico Arqueológico para los Estudios del Proyecto Multipropósito Tahuín", se aporta íntegramente en el Anexo 6, recogándose en este apartado los aspectos más destacados:

El área del Proyecto Multipropósito Tahuín presenta dos paisajes geográficos bien definidos: el sector de la represa que se prolonga hacia el este, en dirección a Puyango y la ciudad de Loja, tiene una topografía colinada que va en ascenso a medida que se separa de la represa. El segundo paisaje corresponde a un valle plano, originariamente con lomas bajas, ahora transformadas por la actividad antrópica. Este paisaje está atravesado por el río Arenillas, cuyo cauce es la razón de los asentamientos antiguos y modernos, toda vez que sus aguas han servido y sirven para proveer el líquido vital de consumo humano y para humedecer la semiárida planicie que limita con Huaquillas y Tumbes. Esta realidad física, en una visión originaria, sirvió de escenario para el asentamiento de pueblos aborígenes que basaron su subsistencia en la explotación de la tierra a través de los cultivos y la explotación del manglar, que bordea el archipiélago de Jambelí. Los vestigios arqueológicos conocidos y los descubiertos en este estudio, demuestran que los sitios arqueológicos pertenecen a etapas muy antiguas de la arqueología del Ecuador. Se conoce, por los estudios de hace más de 30 años en la represa de Tahuín, que la zona de Arenillas tiene vestigios de una ocupación relacionada con la Fase Valdivia Tardío, que se explica por la evolución de esta cultura en la los valles del interior de la Península de Santa Elena y su expansión hacia territorios similares hacia el norte en Manabí y hacia el sur en la provincia de El Oro (Netherly, en Jadan, 1986: p. 28 y ss). En este caso estamos ante una primera ocupación de una sociedad agrícola, con conocimiento de alfarería, trabajo lítico, textil, conocimiento de navegación y patrón de asentamiento aldeano nuclear. Los antiguos pobladores de los sitios de Arenillas, no obstante que se encuentran separados del mar por más o menos 10 km, contaron con el recurso marino para su subsistencia, razón que explica los grandes basurales con restos malacológicos registrados en los puntos de observación 28, 30 y 31.

La evidencia registrada en la línea de conducciones, particularmente en la hacienda Veintimilla, vértice 6 del área de estudio, demuestra la existencia de un asentamiento grande, ubicado en una terraza natural del río Arenillas. Por los datos del material recolectado, se deduce que se trata de un sitio habitacional, a juzgar por la diversidad de formas alfareras, el tamaño de las mismas y la asociación con restos de alimentación marina y fragmentos de piedras de moler con sus respectivas manos. En cuanto a la filiación cultural de este sitio, los rasgos diagnósticos de la cerámica apuntan al formativo tardío, toda vez que se registran decoraciones propias de la tradición Valdivia-Machalilla, como son el brochado, inciso, impresión de caña, botones sobrepuestos, impresiones digitales y cuencos carenados con hombro adornado.

Pero también existen vestigios de ocupaciones posteriores que se identifican con la Fase Jambelí. El material arqueológico de los sitios 30 y 31 tiene referentes diagnósticos que vinculan este paisaje de llanura con una cultura que alcanzó un alto nivel de perfeccionamiento en la elaboración de la cerámica y cuyo asentamiento de origen está en la cuenca del río Guayas, particularmente en las planicies bañadas por los ríos Babahoyo y Daule. Cuerpos cerámicos con decoraciones como el blanco sobre engobe rojo, el rojo

pulido, el inciso, son claros indicios de esta afiliación cultural, a más de la calidad de la pasta que en sus mejores ejemplares llega a tener 3 mm de espesor. La presencia de la cultura Jambelí, existe en la zona, a juzgar también por las colecciones recuperadas en la investigación de Netherly, cuyos inventarios reposan en el Municipio de Arenillas.

El material arqueológico de Arenillas, particularmente el alfarero, tiene su continuidad hacia el este de Tahuín, a juzgar por la cronología y rasgos diagnósticos establecidos en las investigaciones de Catamayo (Guffroy, 2004: 29 y ss), área en la que se identifican al menos cuatro fases para el Formativo, a más de la presencia de los períodos de Desarrollo Regional e Integración.

De los resultados obtenidos, en cuanto al ámbito específico del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, se concluye que el componente arqueológico en el ámbito de la central hidroeléctrica es de sensibilidad BAJA, es decir, no hay afectación de la actividad planificada al patrimonio arqueológico, no siendo necesaria ninguna recomendación, mientras que en el ámbito del trazado de la línea eléctrica es de sensibilidad ALTA, es decir, la afectación es directa en los vestigios monumentales o superficiales de tiempos antiguos, siendo necesaria prospección arqueológica en dicho corredor.

6.4. Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental es la base para determinar cómo se deben utilizar de la mejor manera los espacios del territorio, de una forma armónica entre las actuaciones proyectadas y los recursos naturales existentes, buscando así un equilibrio hombre-naturaleza, de tal manera que se garantice para las generaciones futuras la sostenibilidad en términos ambientales, socioeconómicos y culturales.

Las unidades zonificadas en cada uno de los mapas temáticos para cada uno de los diferentes elementos del medio, se definen a continuación de acuerdo a las siguientes categorías de sensibilidad ambiental:

1. Áreas de exclusión

Áreas de especial significado ambiental:

Bajo esta categoría se encontrarían las **áreas protegidas**, los **ecosistemas frágiles** (Bosques y cuerpos de agua), así como el **Río Arenillas, los humedales y el resto de la red hidrográfica** presente en la zona de estudio. Se trata de áreas que por sus características ecológicas y por su importancia ambiental deben mantenerse ajenas a la más mínima alteración humana fuera de la zona de ocupación estricta de las actuaciones. Considerando lo anterior se recomienda mantener la estructura de los ecosistemas en estas

zonas como se encuentra en la actualidad, aplicando programas de recuperación una vez finalizadas las actuaciones.

Áreas de importancia social y cultural:

En esta categoría se encontrarían los asentamientos humanos de la zona de estudio, en particular el núcleo de **Arenillas** y los asentamientos aislados que se localizan fuera de este núcleo urbano, así como el conjunto de infraestructuras física y social, que se localizan en la zona de estudio. En estas zonas la alteración debe evitarse y en todo caso manetenerse al mínimo, siendo necesaria la coordinación previa con los organismos y propietarios afectados, realizando la respectiva compensación por los bienes afectados.

A su vez, como zona de exclusión se encontrarían los **sitios arqueológicos**. Estas zonas, una vez identificadas y delimitadas, deben mantenerse ajenas a la más mínima alteración humana fuera de la zona de ocupación estricta de las actuaciones, realizándose en todo caso los trabajos arqueológicos preventivos necesarios.

2. Áreas de Intervención con restricciones:

En esta categoría se encontrarían las zonas de **Bosque Protector Río Arenillas presa Tahuín** que **no** sean **bosque** (dado que estos se encuentran catalogados con áreas de exclusión), áreas de producción económica, tales como los **cultivos agrícolas**, y las áreas de inundación. Se trata de zonas en la que debe procurarse minimizar la afección, con una delimitación estricta de ocupación prevista y en la que solo está permitida la ubicación de vertederos, campamento y parque de maquinaria en el caso de que no sea factible la ubicación de dichas zonas en las zonas de intervención prioritaria.

3. Áreas de Intervención prioritaria:

Bajo dicha categoría se encontrarían todas aquellas zonas no identificadas en las categorías anteriores. Al tratarse de las zonas en las que prioritariamente se ubiquen las zonas de vertederos, campamento y parque de maquinaria, estas se ubicarán preferentemente en las zonas alteradas y/o contaminadas que hayan soportado instalaciones con anterioridad. Ante la ausencia de estos espacios, y atendiendo al menor valor comparativo con el resto de áreas, se podrán emplear pastizales y áreas sin vegetación natural como áreas de intervención prioritaria.

7. Identificación, evaluación y descripción de impactos ambientales

Una vez efectuados el Inventario y valoración ambiental del entorno potencialmente afectado por el proyecto y analizadas las actuaciones proyectadas, corresponde a esta etapa del estudio la identificación y caracterización de las acciones del proyecto que pueden generar impactos sobre los distintos factores ambientales susceptibles de recibirlos.

La identificación de las acciones potencialmente impactantes se ha dividido de acuerdo con las distintas etapas del proyecto: fase de construcción y fase de funcionamiento. Se han seleccionado y agrupado de tal forma que las acciones consideradas cumplan, en la medida de lo posible, los siguientes requisitos:

- Que sean significativas
- Que sean independientes
- Que sean cuantificables

De acuerdo con estos criterios se han elaborado dos listados de acciones relativas a las fases de ejecución y de explotación del Proyecto que configuran las columnas de las matrices de identificación y valoración de impactos.

7.1. Fase de construcción

Las acciones susceptibles de generar impactos durante la fase de construcción se han agrupado en las siguientes categorías que condensan todo el conjunto de acciones derivadas del Proyecto, agrupándolas por la similitud de su acción sobre el medio, que más adelante derivará en propuestas de corrección o mitigación de impactos comunes para cada una de las acciones identificadas:

7.1.1. Movimiento de maquinaria

Las actividades de la maquinaria generan una serie de efectos sobre el medio ambiente que se manifiestan, entre otros factores ambientales, sobre los suelos y la comunidad biológica del entorno considerado.

Se indican a continuación los efectos que con carácter general se derivan de esta acción del Proyecto:

- Ruidos: incremento en el nivel sonoro derivado de la actividad de la maquinaria y equipos empleados en las distintas actuaciones proyectadas.

- Molestias a la fauna: Derivadas de la ocupación del hábitat por elementos antrópicos perturbadores: incremento del tráfico rodado, ruidos, y presencia de trabajadores.
- Riesgo de vertidos accidentales: De combustibles, lubricantes y fluidos hidráulicos durante el funcionamiento de la maquinaria o durante las operaciones de reportaje y mantenimiento de la misma.
- Generación de polvo y emisiones contaminantes: Como consecuencia de la circulación de vehículos y maquinaria por viales de acceso.
- Compactación del terreno: la presión, intensa y prolongada a la que se someten los suelos crea una compactación que modifica su estructura y con ella su potencialidad como hábitat para la edafofauna y desarrollo vegetal.
- Erosión: La acción de la maquinaria desprotege los suelos favoreciendo una rápida erosión.

7.1.2. Desbroce, talas y klareos

Las actuaciones proyectadas en superficie suponen la alteración, y en su caso la eliminación, parcial o total, de la cubierta vegetal. Los efectos derivados de esta acción se manifiestan sobre los suelos, y sobre las comunidades vegetales y faunísticas de la siguiente manera:

- Pérdida de cubierta vegetal.
- Erosión: Pérdida de suelos, consecuencia de la eliminación de la cubierta vegetal protectora.
- Pérdida de hábitats: con posible eliminación o alejamiento de especies protegidas.

7.1.3. Vías de acceso

El acceso de los equipos y materiales destinados al proyecto hidroeléctrico Tahuín, así como la salida hacia los puntos de vertido de los materiales procedentes de la excavación, entre otras funciones, requieren el mejoramiento y creación de vías de acceso.

Los efectos previsibles sobre los factores del medio analizados, derivados de esta acción pueden concretarse en:

- Compactación del terreno: Como consecuencia del paso de vehículos y maquinaria pesada.
- Incremento en la accesibilidad a la zona: Que a través de la mayor frecuentación puede incrementar la vulnerabilidad de especies y poblaciones amenazadas.

7.1.4. Excavaciones

Se incluyen en este apartado las operaciones que, mediante el empleo de maquinaria y equipos diversos, tiene como objeto la adecuación de la topografía del terreno a las necesidades del Proyecto. Los efectos se manifiestan directamente sobre los suelos y sobre la cubierta vegetal que sustentan, y sobre las comunidades faunísticas por alteración de sus hábitats. Concretamente, son:

- Pérdida de suelo en las áreas de actuación
- Incremento de la erosionabilidad
- Alteración de la cubierta vegetal
- Destrucción de flora singular
- Pérdida de hábitats
- Generación de ruido y vibraciones
- Emisión de polvo y contaminantes

7.1.5. Campamento y patio de máquinas

Esto dará lugar a los siguientes impactos:

- Ocupación temporal de tierras
- Talas y desbroce de vegetación
- Aumento de la frecuentación humana y perturbación a la fauna
- Presión sobre el entorno natural inmediato
- Emisión de ruidos
- Riesgos de salud, higiene, y seguridad de los trabajadores.
- Riesgo de vertidos accidentales.
- Incidencia socioeconómica sobre las poblaciones próximas

7.2. Fase de operación

Las acciones susceptibles de generar impactos durante la fase de operación son:

- Presencia de la central hidroeléctrica y línea eléctrica.
- Generación y distribución de energía.
- Producción de ruidos y vibraciones.
- Visitas y mantenimiento.
- Dinamización económica.

7.3. Identificación de los factores del medio susceptibles de ser impactados por la ejecución del proyecto

Una vez efectuado el análisis de las acciones del Proyecto potencialmente generadoras de impactos se procede en este apartado a la identificación de los factores del medio que previsiblemente resultarán afectados.

Para ello se ha confeccionado la matriz de identificación de impactos que se adjunta que ofrece una visión inmediata e integradora de los impactos generados por las distintas acciones del Proyecto y los factores ambientales afectados.

Esta matriz, en virtud de su carácter sintético refleja de forma agregada los impactos cuya naturaleza y características permite que sean contemplados de forma agrupada.

7.4. Identificación, determinación y valoración de impactos

Para la valoración de los impactos se han utilizado criterios subjetivos, basados en la experiencia del equipo redactor. Este procedimiento es el más habitual en este tipo de informes en Latinoamérica.

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

MATRIZ DE SEVERIDAD DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
COMPONENTES AMBIENTALES ACTIVIDADES DEL PROYECTO	AIRE		AGUA		SUELO		FLORA Y FAUNA		SOCIAL								
	CALIDAD DE AIRE	DE NIVELES DE RUIDO	AGUA SUBTERRANEA	DE CALIDAD DE AGUA	GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGIA	DEL CALIDA SUELO	FLORA	FAUNA	PAISAJE	GENERACIÓN DE EMPLEO	SALUD	EDUCACIÓN	SERVICIOS BÁSICOS	RELACION CON LAS COMUNIDADES	RELACIÓN CON LAS AUTORIDADES	SOCIECONÓMICO	
FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
Montaje electromecánico	2	-4	L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8
Transporte y acarreo	-2	L	L	2	2	-4	L	-4	L	2	2	2	1	8	2	L	2
Conformación de escombreras	2	L	-4	L	2	L	2	-4	L	-4	L	2	2	-4	L	4	2
Construcción de casa de máquinas	-4	L	-4	L	2	L	-4	L	-4	L	-6	M	-6	M	-6	M	18
Mejoramiento de vías de acceso	2	L	2	L	2	L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Operación de maquinaria y equipo	-4	L	-4	L	2	L	4	2	L	-4	L	-4	L	-4	L	2	-4
Operación de campamentos	2	2	+	-4	L	-8	M	-4	L	-4	L	2	2	L	4	2	4
Construcción de campamentos	2	L	2	L	2	+	2	+	2	L	2	L	2	L	-4	L	2
Contratación mano de obra	2	+	2	+	2	+	2	+	2	+	2	+	2	+	18	+	4
FASE DE OPERACIÓN																	
Mantenimiento	2	+	2	L	2	+	4	+	2	L	2	L	2	+	2	+	2
Restitución de caudal	2	+	2	+	2	+	8	+	2	+	2	+	2	+	2	+	2
Generación de energía eléctrica	2	+	-4	L	2	+	4	+	2	+	2	+	2	+	18	+	4
FASE DE CIERRE DEL PROYECTO																	
Desmontaje de instalaciones	2	+	2	L	2	+	2	L	4	+	6	+	12	+	6	+	4
Rehabilitación de áreas	2	+	2	+	2	+	2	+	4	+	4	+	12	+	4	+	4
NUMERO DE AFECTACIONES	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
AFECTACIONES POSITIVAS	8	4	9	10	7	7	11	10	10	14	8	13	13	12	12	12	12
AFECTACIONES NEGATIVAS	6	10	5	4	7	7	3	4	4	0	6	1	1	2	2	2	2
AGREGACIÓN DE VIA	0	-22	6	20	-4	-6	30	12	10	84	6	48	46	56	56	76	76

VALOR DE INDICE AMBIENTAL
SEVERIDAD

AFECTACIONES POSITIVAS
AFECTACIONES NEGATIVAS
AGREGACIÓN DE VIA

15	1	38
11	5	16
9	7	-2
6	10	-8
13	3	20
7	9	-6
11	5	6
8	8	-4
16	0	110

8	7	6
15	1	38
15	1	126

9	7	26
16	0	52

COMPROBACIÓN
418

La matriz de Leopold proporciona la relación entre la causa - acción de proyecto y el factor ambiental sobre el que esta actúa produciendo un efecto. Por ello se lo califica como de causa - efecto.

En cada elemento de la matriz (celdilla) se incluyen dos números separados por una diagonal. Uno indica la "magnitud" de la alteración del factor ambiental correspondiente y, por tanto, el grado de impacto, y el otro la "importancia" del mismo.

La magnitud se considera una medida del grado, extensión o escala del impacto: es una cifra de carácter objetivo y debe predecirse en función de las características ambientales del área. Los valores de la magnitud deberán ser asignados con sus respectivos signos: positivos si se van a producir beneficios al ambiente, y negativos si se registraran perjuicios. Estos valores deben ser fijados considerando sólo la incidencia de la acción propuesta al componente analizado.

La **magnitud**, como medida del grado de alteración ambiental, debería darse en términos del indicador correspondiente; sin embargo, Leopold y su grupo proponen para el método establecer una escala común entre 1 y 3 para todos los impactos. El 1 representa la magnitud menor del impacto y 3 la máxima para todos ellos.

La importancia se define como la trascendencia del impacto, es decir como el peso relativo de cada impacto con relación al resto. Es una cifra de carácter más subjetivo.

Los valores de magnitud e importancia que se asignen a los impactos identificados pueden responder a valores prefijados como lo que se detallan a continuación.

MAGNITUD		
Calificación	Intensidad	Afectación
1	Baja	Baja
2	Media	Media
3	Alta	Alta

IMPORTANCIA		
Calificación	Intensidad	Duración
1	Baja	Temporal
2	Media	Media
3	Alta	Permanente

IMPORTANCIA					
Calificación	Aparición	Complejidad	Localización	Reversibilidad	Recuperabilidad
1	Largo plazo	Simple	Puntual	Corto plazo	Recuperable
2	Medio plazo	Sinérgico	Local	Medio plazo	Mitigable
3	Inmediato	Acumulativo	Regional	Irreversible	Irrecuperable

Para evaluar la **importancia del impacto** es necesario analizar sus características.

Intensidad. Define el grado de afectación de la acción sobre el factor en el ámbito territorial en que actúa.

Reversibilidad. Considera la capacidad del sistema de retornar a las condiciones ambientales originales una vez cesada la actividad generadora del impacto.

Recuperabilidad. Es la medida de la capacidad del medio a recuperarse mediante la aplicación de medidas de corrección.

Temporalidad o duración. Indica el tiempo que el impacto estará presente, considerando dos aspectos: continuidad y regularidad,

Aparición temporal. Es un indicativo de cuándo se producirá el impacto: a corto, medio y largos plazos.

Complejidad. Es un indicador de la relación entre varios impactos: simple (cuando ocurre aisladamente), sinérgico (cuando la aparición de dos impactos produce efectos mayores a la suma de los mismos), o acumulativo (cuando el impacto identificado se va haciendo más intenso a medida que pasa el tiempo).

Localización. Tiene que ver con la proximidad o lejanía de la aparición del impacto respecto un área de interés ambiental.

Posteriormente, para cada una de las calificaciones de la relación acción – factor ambiental, se obtiene el **Valor del Índice Ambiental (VIA)**, a partir de la siguiente correlación:

$$VIA = M \times 2 (IMP)$$

Donde:

VIA = Valor de Índice Ambiental

M = Magnitud

IMP = Importancia

El Valor del Índice Ambiental toma, pues, valores entre 2 y 18, de tal forma que con base a los atributos es posible caracterizar los impactos negativos según su valor:

a) *Crítico (C)*

Cuando la magnitud del impacto es superior al umbral aceptable y se produce una pérdida permanente e irreversible de las condiciones ambientales, sin la posibilidad de recuperación, incluso con la adopción de prácticas correctoras. El rango está comprendido entre 14-18

b) *Severo (S)*

Aquel que para la recuperación de las condiciones del medio exige la adopción de medidas protectoras, correctoras o mitigantes intensivas, y a pesar de las medidas, la recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado. El rango va de 10-14.

c) *Moderado (M)*

Aquel que para su recuperación es necesario de prácticas protectoras, correctivas o mitigantes no muy intensivas y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. El rango se encuentra entre 6-10.

d) *Leve (L)*

Cuando la recuperación es inmediata tras el cese de la acción. Casi no se necesitan prácticas protectoras, correctoras o mitigantes. El rango es el siguiente: 2-6

7.5. Análisis de resultados

Los valores que se registran en la agregación de impacto en la matriz de Leopold indican cuan beneficiosa o perjudicial es la acción propuesta.

En dicha matriz resultarán los elementos del medio ambiente que han sido afectados y la forma como se ha dado este proceso, así como aquellos más favorecidos y los más perjudicados.

En la matriz resultante la acción más beneficiosa es la generación de energía eléctrica, pues registra una agregación de impacto de 63, así como la contratación de mano de obra en fase de obras con 55, y la restitución del caudal con 19. Es destacable a su vez, el efecto positivo de la recuperación de las áreas afectadas con un valor de agración de impacto estimado de 26.

Las acciones más perjudiciales para el medio ambiente son la construcción de la casa de máquinas con una agregación de impacto de -4, la operación de maquinaria y equipos con -3, y la construcción de campamentos con -2. Estas acciones son a su vez, las que presentan

una mayor magnitud en los impactos sobre elementos tan significativos como la flora y la fauna, destacando la construcción de la casa de máquinas con cuatro factores con impacto moderado.

De igual manera que se hiciera la agregación de impactos para las filas, del mismo procedimiento estadístico debe hacerse para cada columna. Se puede apreciar que en la matriz resultante el factor ambiental más beneficiado por el proyecto es la generación de empleo con un valor de 42 y la socioeconomía con 38, siendo muy positivo el efecto a su vez sobre otros elementos como los servicios básicos o las relaciones con la comunidad y las autoridades.

Por su parte, los factores ambientales más perjudiciales son los niveles de ruido con -11, la afección a la calidad del suelo con -3, y a la geomorfología y geología con -2. Siendo estos, junto con la flora, la fauna y el paisaje los que presentan los impactos de carácter negativo de mayor magnitud e importancia.

Cabe destacarse que el valor resultante de la agregación del conjunto de los impactos es de 209. Dado que el signo es positivo el proyecto a priori resultara beneficioso, lo cual no debe restarle importancia y en su construcción, operación y mantenimiento deberán tomarse las medidas de corrección o mitigación para las acciones que mayor daño ambiental causan o lo que es lo mismo, las que presentan un mayor porcentaje negativo en la agregación de los impactos.

7.6. Identificación de impactos

7.6.1. Impacto sobre la hidrología

En la etapa de identificación de impactos se ha puesto de manifiesto que las acciones del Proyecto que pueden generar impactos sobre las aguas superficiales y subterráneas son las siguientes:

El territorio afectado por las obras presenta el río Arenillas que puede verse interceptado.

Respecto a los cauces atravesados por la línea eléctrica, la afección sobre dicho cauce dependerá del modo en que se produce dicho cruce.

La línea eléctrica cruza una vez el río Arenillas, pero la ejecución de la línea, al ser aérea, hace que la afección sobre dicho cauce y, por tanto, sobre sus aguas superficiales, sea nula.

En cualquier caso, siempre puede haber un riesgo de afección a la calidad de las aguas superficiales debido a la circulación de la maquinaria, los movimientos de tierras y el resto de las actuaciones que se desarrollan en el entorno del cauce.

La contaminación se producirá por incremento de los sólidos disueltos y en suspensión, que serán arrastrados por las aguas de escorrentía, pudiendo disminuir la calidad de las aguas superficiales.

La incidencia más importante tendrá lugar en la obra de la propia central hidroeléctrica, dado que dicha obra se localiza en la misma margen de dicho cauce.

Por todo ello, la afección sobre la hidrología superficial se considera escasamente significativa, y en todo caso pasaría a ser significativa si se produce algún derrame de aceites y/o hidrocarburos de la maquinaria empleada en la obra durante las acciones de movimiento de tierras, cimentación, tendido de cables y montaje de apoyos en las proximidades de los cauces. Primeramente afecta al suelo y posteriormente, si el derrame es importante y/o se sitúa cerca de algún curso de agua, puede afectar a la contaminación de las aguas, por lo que deberán extremarse las medidas preventivas y correctoras en el entorno del cauce del río Arenillas.

En fase de funcionamiento, el régimen de explotación de la central hidroeléctrica quedará supeditado a la disponibilidad de recurso en el embalse y al propio régimen de operación de la presa.

La nueva central aprovechará y optimizará las infraestructuras existentes (presa y embalse) permitiendo turbinar para generar energía caudales que sean vertidos por el desagüe, no modificando por tanto, las condiciones ecológicas del río Arenillas aguas abajo de la presa existente, en cuanto a nivel de agua y calidad de la misma.

7.6.2. Impactos sobre los suelos

Los principales impactos sobre el suelo son debidos a su destrucción, bien sea por ocupación o por compactación, por riesgos inducidos, particularmente erosión, y por contaminación debida a los vertidos accidentales que puedan tener lugar durante el desarrollo de las obras.

En una obra de este tipo, las acciones que van a producir un efecto sobre el suelo, entendiendo éste como soporte físico, son la excavación del terreno para los apoyos de la línea eléctrica, para la central hidroeléctrica y para el canal de desagüe, que provocará la pérdida del mismo, y la retirada y posterior acumulación, que producirá una ruptura edáfica del terreno.

Conjuntamente, la circulación de maquinaria pesada incidirá sobre la superficie compactándola, lo que dará lugar a una alteración de la estructura y una modificación de la permeabilidad y capacidad de aireación, junto con la destrucción de los horizontes superficiales. Este efecto será especialmente significativo en las siguientes zonas: vías de acceso y parque de maquinaria.

Para reducir los efectos sobre el suelo, la mayor parte del trazado de la línea eléctrica se ha diseñado discurriendo paralela a la conducción prevista, de tal forma, que no se incremente la ocupación de suelo.

No obstante, se trata de una afección de carácter temporal, puesto que al término de la obra se podrá recuperar el sustrato edáfico, salvo en las zonas ocupadas por los apoyos de la línea eléctrica, la central hidroeléctrica y el canal de desagüe, cuyas superficies previstas para dichas instalaciones serán ocupadas permanentemente.

7.6.3. Impactos sobre la calidad del aire

Los impactos que se producen sobre la calidad del aire durante la fase de construcción se traducen en alteraciones de los niveles acústicos y de los niveles atmosféricos contaminantes (principalmente por emisión de partículas de polvo). Estas alteraciones, debidas a la actividad de la maquinaria pesada, al transporte de materiales y los movimientos de tierra, pueden generar molestias en las poblaciones cercanas, así como un desplazamiento temporal de la fauna terrestre y avifauna, lejos de la franja de afección.

En el ámbito donde se desarrollan las obras, la incidencia de estos efectos va a ser muy leve al tratarse de una zona abierta, con alta capacidad dispersante. Por otra parte, las molestias que puedan producirse quedarán restringidas únicamente a los momentos de mayor actividad, que tendrán lugar sólo durante las horas diurnas y días laborables.

Es de destacar además que la mayor parte de la zona de actuación se encuentra en una zona eminentemente agrícola, y con edificaciones próximas vinculadas al aprovechamiento agrícola, por lo que la contaminación sonora no se prevé sea reseñable.

No obstante, hay tramos de línea eléctrica próximos al núcleo urbano de Arenillas. En esos casos, las molestias a la población como consecuencia de ruidos y emisiones de polvo son mayores durante la ejecución de las obras, aunque siempre limitadas a las horas diurnas y días laborables.

Por otra parte, no se considera que haya afecciones sobre la calidad del aire, ni sonoras, en fase de funcionamiento debido a las presentes actuaciones.

7.6.4. Impactos sobre la vegetación

La traza de la línea eléctrica discurre de manera que se localiza paralela a la conducción prevista en la mayor parte de su trazado, evitándose con ello la necesidad de abrir viales de obra, y por tanto, minimizando las afecciones sobre la vegetación. La vegetación que será preciso eliminar para los apoyos en dichas zonas será fundamentalmente pasto cultivado. Los tramos donde existe vegetación riparia en el cauce atravesado no se verá afectado ya que la línea eléctrica es aérea.

En la zona donde se localiza la obra de la central hidroeléctrica y el canal de desagüe, la vegetación de pastos presenta escasa cobertura vegetal, quedando sin afectar ningún elemento de la vegetación leñosa.

No obstante, ante la posibilidad accidental de que la comunidad vegetal del hábitat ripario adyacente se vea afectada por las actuaciones, se prevé la aplicación estricta de las medidas preventivas y correctoras propuestas.

7.6.5. Impactos sobre la fauna

Los impactos sobre la fauna, durante el desarrollo de las obras, están directamente relacionados con la eliminación y afección a las comunidades vegetales así como a la presencia de maquinaria trabajando en lugares poco frecuentados en la actualidad. La magnitud de este impacto vendrá dada en función de las comunidades faunísticas asociadas a las formaciones vegetales eliminadas y a la existencia en la zona de actuación de nidos de especies que puedan verse perturbadas por la presencia de las obras de instalación de la línea eléctrica, la central hidroeléctrica y del resto de obras.

La eliminación de la vegetación en la realización de la línea eléctrica en zonas donde no existen caminos, y la utilización de maquinaria pesada conllevan una modificación en el comportamiento de la fauna que puede traducirse en un alejamiento temporal de las especies menos confiadas ante la presencia humana. Por otra parte, las acciones que modifican o destruyen los hábitats son: el desbroce o despeje, el movimiento de tierras y la afección a cursos hídricos.

En el ámbito físico considerado, las acciones previstas, dada la magnitud de las obras, no van a suponer una pérdida significativa de cubierta vegetal. Los efectos más adversos derivado de esta circunstancia pueden tener lugar únicamente en la zona de emplazamiento de la central hidroeléctrica. Se trata, en todo caso, de fauna asociada a pastos, donde la alteración disminuye debido a la existencia en las zonas adyacentes de ecosistemas similares. Dichas áreas tampoco suponen el hábitat de las especies de aves singulares mencionadas en el inventario faunístico.

En general, para disminuir la afección a nuevas zonas, se ha procurado adecuar el trazado de la línea eléctrica a la conducción prevista y a los caminos y pistas existentes.

Por otro lado, el previsible aumento de la turbidez en las aguas del río Arenillas como consecuencia de las obras de la central hidroeléctrica y el canal de desagüe en las márgenes de dicho cauce puede provocar afecciones sobre la población acuática, que se verá desplazada hacia aguas más claras.

Respecto a la ictiofauna, el incremento de sólidos en suspensión como consecuencia del movimiento de tierras, provocará el desplazamiento de los peces hacia condiciones más benignas.

En todo caso se trata de un impacto puntual y recuperable en un breve periodo de tiempo, por lo que no se considera una afección significativa con las medidas protectoras previstas.

También las aves se verán desplazadas de la zona de actuación en el periodo de ejecución de las obras, aunque en el caso de la avifauna presente en la zona de estudio, son especies con una gran movilidad, lo que unido a la presencia de hábitats similares cercanos, reduce notablemente las posibilidades de afección sobre ellas.

En cuanto a los mamíferos, la presencia del personal laboral y la producción de ruidos serán los factores que en fase de construcción perturbarán a dicha población. La incidencia sería, por tanto, temporal, durante el tiempo que duren las obras.

Al igual que en el caso anterior, se trata de un impacto puntual y recuperable en un breve periodo de tiempo, por lo que no se considera una afección significativa.

Durante la fase de funcionamiento, hay que considerar el impacto que producen la nueva línea eléctrica aérea, por el riesgo de colisión y electrocución que suponen para la avifauna.

La colisión contra cables se debe a la dificultad del ave para evitar el choque contra un cable no detectado en situaciones, sobre todo, de vuelos crepusculares y reacciones de huida. Además, son más susceptibles de sufrir este tipo de accidentes las aves con comportamiento gregario o en bandadas como las aves acuáticas (anátidas, limícolas, etc.) o con tendencia a formar agrupaciones temporales en lugares de alimentación (láridos, etc.)

Mayor incidencia presenta la electrocución. La electrocución viene derivada de la posada de un ave en un poste, y es más habitual entre especies de mediana a gran envergadura, ya que su tamaño hace posible el contacto del animal con dos conductores o con conductor y poste simultáneamente. Además, las rapaces son los grupos de mayor riesgo, ya que son las

aves más propensas a utilizar posaderos elevados. Entre ellas, en la zona de estudio destaca el gavián caminero.

7.6.6. Impactos sobre el paisaje

Las actuaciones proyectadas implican la introducción, temporal o permanente, de elementos ajenos al paisaje, aunque, considerando lo despoblado de la práctica totalidad de las zonas de intervención, sólo serán perceptibles desde un entorno reducido.

En capítulos precedentes de este estudio se ha puesto de manifiesto que, en general, la zona de estudio exhibe un paisaje que puede calificarse de calidad media, en donde se destaca una mayor presencia de sitios naturales.

En la fase de construcción los efectos sobre el paisaje derivan indirectamente de la alteración de la cubierta vegetal y el suelo ocasionados por la presencia de maquinaria y equipos, canteras, etc. La incidencia visual será de escasa entidad, en términos de alteración de la calidad del paisaje, por lo que se considera el impacto como reversible (especialmente si se aplican las adecuadas medidas correctoras propuestas) y de baja significancia.

7.6.7. Impactos sobre el componente arqueológico

Tal y como se indica en el documento de "Diagnóstico Arqueológico para los Estudios del Proyecto Multipropósito Tahuín", aportado en el Anexo 6, el terreno seleccionado para la obra de la central hidroeléctrica se halla cerca del túnel de desfogue de la represa, por lo que se trata de un terreno alterado en su topografía, tanto por la remoción del suelo cuanto por el acopio de materiales de construcción. Las pruebas de pala realizadas en este lugar no reportan el hallazgo de materiales arqueológicos, a más de que el suelo es arenoso y rocoso. En atención a lo señalado, esta obra no tiene impacto en el componente arqueológico.

En cuanto a la línea eléctrica, el corredor establecido presenta una topografía colinada en el área de influencia de los vértices 4 y 5 y de planicie con lomas bajas en los restantes. De acuerdo a los datos de campo, existen vestigios arqueológicos en este corredor, siendo más intensa la ocupación y consecuentemente la sensibilidad, en la zona de planicie, particularmente en el área de de los vértices 6 y 3. En atención a la evidencia de campo, se recomienda en esta obra realizar una prospección arqueológica como paso previo a la instalación de los nuevos postes. Esta actividad deberá ejecutarse cuando se disponga de la ubicación de los puntos de postes de la línea de transmisión.

7.6.8. Impactos socioeconómicos

El Proyecto Hidroeléctrico Tahuín es un proyecto de vital importancia, ejerciendo un papel primordial en el desarrollo del cantón Arenillas. En este sentido, las obras a realizar deben suponer un impacto global positivo con significancia alta.

Además del estímulo económico a través del incremento de un buen servicio de energía eléctrica, supone, durante la fase de construcción, la creación de numerosos puestos de trabajo, que darán ocupación a un número de trabajadores locales aún indeterminado.

El impacto global es por tanto, netamente positivo y de suficiente relevancia como para justificar el proyecto compensando el conjunto de impactos residuales negativos sobre otros factores.

8. Plan de Manejo Ambiental

Una vez identificadas y evaluadas las actividades y efectos directos e indirectos que generarían impactos negativos en el medio ambiente, se debe establecer un programa de prevención, control y mitigación de dichas acciones, para que se realicen según las leyes y normas vigentes.

El plan de manejo ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, prácticas y acciones orientadas a la protección del Ambiente frente a las actividades propias de un proyecto.

Este plan describe las actividades que deben ser ejecutadas para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos, durante las fases de construcción, operación y mantenimiento y de abandono del proyecto Hidroeléctrico Tahuín. Además, el plan de manejo ambiental busca mejorar y optimizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación de las fases del proyecto.

El presente Plan de Manejo Ambiental deberá ser considerado una herramienta dinámica, es decir variable en el tiempo, la cual deberá ser revisada, actualizada y mejorada continuamente por la entidad encargada de la construcción y funcionamiento del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, buscando de esta forma mejorar y maximizar las técnicas de protección ambiental. Estas mejoras podrán ser hechas en todas las fases del proyecto.

Todas las medidas del Plan de Manejo Ambiental deben estar diseñadas, a nivel detallado, en el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo para ser incorporadas en los planos de construcción, las especificaciones técnicas de construcción y las acciones específicas que se deberán realizar para compensar los daños y perjuicios a terceros.

8.1. Objetivo general

El objetivo general del presente capítulo, es evitar que las actividades de construcción y funcionamiento del proyecto deterioren la calidad del ambiente tanto del área de implantación como del área de influencia, a través de un conjunto de medidas ambientales y programas de control.

Las medidas y acciones de mitigación, prevención y corrección deben basarse en el desarrollo social y económico que genere el proyecto; además deben ser beneficiosas para la sociedad involucrada y fijar directrices sobre la asistencia técnica y capacitación de trabajadores en cada una de las fases.

En forma general los objetivos son los siguientes:

- Describir Medidas y Acciones ambientales que sean beneficiosas para la sociedad tanto social como económicamente.
- Vigilar el cumplimiento de las ordenanzas municipales, normas y leyes ambientales ecuatorianas.
- Prevenir, controlar, mitigar y minimizar los impactos ambientales que el proyecto pueda originar por causa de efluentes líquidos, sólidos y gaseosos.
- Prevenir, controlar, mitigar y minimizar los impactos sociales negativos que el proyecto pueda ocasionar.
- Resaltar y fomentar los impactos sociales positivos del proyecto para asegurar las buenas relaciones con la comunidad; por ejemplo, las mejoras en la Seguridad Pública y Calidad de Vida de los usuarios y vecinos de la obra; las oportunidades de trabajo a obreros, profesionales, técnicos y proveedores.

8.2. Descripción de medidas ambientales

Dentro de la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, se destaca el diseño de medidas ambientales, ya sean de prevención, mitigación, control o compensación de los efectos negativos producidos por las actividades desarrolladas en las fases de construcción, operación, mantenimiento y abandono del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

Se considera que durante la operación del Proyecto, se dispondrá de planes de gestión ambiental, planes reales de manejo ambiental y un análisis de los riesgos. Es de suma importancia que todos los trabajadores involucrados en la construcción, operación, mantenimiento y abandono de la obra, estén familiarizados con las políticas, objetivos, planes, y procedimientos ambientales y de seguridad del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, en cada una de sus fases.

8.2.1. Plan de prevención y control de impactos

Una vez que se han analizado y valorado los impactos generados por el proyecto y con el fin de prevenirlos y corregirlos, se proponen una serie de medidas protectoras y correctoras.

Son aquellas que modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, traslado, tamaño, materias primas, etc.), evitan la aparición (preventivas) o corrigen (correctoras) los efectos sobre los siguientes factores del medio:

8.2.1.1. Geomorfología y edafología

- **Minimización de la superficie de afección.**

Como principio director de prevención y corrección de impactos ambientales deberá garantizarse la ocupación y afección mínima posible de terrenos en la zona de actuación.

Para ello será preceptiva la señalización de las zonas de actuación y sus límites a fin de evitar daños innecesarios en los terrenos limítrofes.

Se procederá a la delimitación de las zonas de ocupación temporal y permanente, de forma que el movimiento de maquinaria quede ceñido a la superficie señalizada.

La delimitación de la zona de obras (actuaciones, camino de obra, parque de maquinaria, zonas de acopios) deberá realizarse mediante estaquillas cada 100 m y cinta plástica, debiéndose informar a los operarios de la prohibición de circular con maquinaria de cualquier tipo, situar acopios, equipos y otros elementos ligados a las obras, fuera de los límites establecidos.

El contratista quedará obligado a un estricto control y vigilancia durante el período que dure la actuación, para no amplificar el impacto de la obra en sí, por actuaciones producidas fuera del perímetro delimitado como zona de obras, que, como ya se ha indicado, estarán absolutamente prohibidas.

Una vez finalizado el movimiento de tierras se procederá a la retirada del sistema de delimitación previa y a la reutilización de los materiales o traslado a vertedero autorizado.

8.2.1.2. Calidad del aire

En prevención de efectos negativos sobre la calidad del aire deberá controlarse el polvo durante las obras.

Durante la fase de ejecución se generarán emisiones de partículas (polvo) procedentes de los movimientos de tierra (excavación, carga, descarga, transporte, exposición de tierra desnuda al efecto erosivo del viento, etc.) y gases contaminantes procedentes de la combustión en motores diesel, derivado del funcionamiento de la maquinaria y tránsito de camiones.

Las medidas destinadas a evitar o disminuir el aumento de la concentración de polvo en el aire durante la fase de ejecución de las obras, son las siguientes:

- El transporte de material por camiones deberá realizarse con la precaución de cubrir la carga con una lona para evitar la emisión de polvo, tal y como exige la legislación vigente.
- Para reducir la emisión de gases y contaminantes a la atmósfera, se reglarán todos los motores de la maquinaria y vehículos de carga.

Por otra parte, se prestará especial cuidado en no realizar actividades excesivamente ruidosas, no trabajándose durante la noche entre las 16 y las 8 horas.

8.2.1.3. Hidrología e hidrogeología

Durante la realización de las obras y al objeto de garantizar la no afección a la calidad del agua, el contratista está obligado a adoptar las medidas que se relacionan a continuación:

- Campamento de obra
 - El campamento de obra estará dotados de un saneamiento y una gestión de basuras adecuadas.
 - Dependiendo de su ubicación y tamaño el saneamiento se realizará mediante WC químico, letrinas localizadas a más de 200 m de pozos o de cauces, fosa séptica en salida canalizada hacia vaguadas o pequeños arroyos, o por cualquier otro sistema que proponga el contratista que asegure que no se producirá contaminación de las aguas. Las basuras se depositarán en contenedores cerrados para su recogida periódica.
- Parque de maquinaria

Alrededor de las zonas seleccionadas como parques de maquinaria, se colocará un balizamiento en todo el perímetro de la superficie que vaya a ser ocupada, señalizando además toda el área, así como los caminos que se utilicen para acceder al mismo. Todos estos elementos del balizamiento se retirarán completamente una vez queden desmanteladas estas instalaciones al finalizar las obras.

Con el fin de que no se produzcan afecciones medioambientales significativas, las zonas de ocupación temporal se situarán a más de 50 m de los cauces.

Las instalaciones de obra dispondrán de aseos para el personal de la misma que incorporen fosas sépticas portátiles que puedan ser vaciadas periódicamente.

Además si se realizan los cambios de aceite en el parque de maquinaria, el Contratista construirá una trampa de grasas para la separación de los aceites y grasas de las aguas de limpieza del suelo.

Las trampas de grasas se taparán en su parte superior cuando llueva, con el fin de evitar su desbordamiento, con el consiguiente arrastre de aceites y grasas fuera de ellas.

- Acopio de materiales

El acopio de materiales se realizará de modo que en todo momento estén controlados las molestias a la población así como el arrastre a cauces.

Las materias primas tóxicas empleadas en la obra se almacenarán en depósitos estancos disponiendo de los instrumentos de seguridad establecidos por la legislación correspondiente en un estado de conservación que garantice su eficacia en relación con la protección de suelos y aguas.

- Aguas residuales.

Durante la fase de ejecución, se extremarán las medidas para no realizar ningún tipo de vertido ni en el cauce ni en sus márgenes, siendo en estas zonas de ribera especialmente escrupulosas en no salirse de los límites estrictos del terreno delimitado previamente.

Los aprovisionamientos de combustibles, cambios de aceite, lavados de maquinaria y cubas de hormigón, se realizarán en parques prefijados que cuenten con las instalaciones adecuadas para evitar la contaminación de las aguas, y también de los suelos.

8.2.1.4. Vegetación y fauna

A pesar de que la principal medida encaminada a la protección de las especies de vegetación natural se ha realizado en el propio diseño del proyecto, implantándose la central hidroeléctrica evitando formaciones de vegetación natural, se reducirá al mínimo el ancho de la franja a afectar, utilizando, siempre que sea posible, caminos, calles o vías existentes.

De forma previa al inicio de los trabajos de desbroce se replanteará mediante un jalonamiento temporal, el trazado de la línea eléctrica, de la central hidroeléctrica y del canal de desagüe, procurando evitar, fundamentalmente, a especies de las formaciones vegetales de los arroyos y cauces atravesados o próximos.

Para las instalaciones temporales de obra se buscarán ubicaciones que no supongan afección a la vegetación existente.

En cuanto al potencial impacto debido a las líneas eléctricas, se propone como medida correctora para evitar la colisión de las aves, la instalación de los denominados espirales "salvapájaros", en aquellos tramos de la línea eléctrica que atraviesan el cauce del río Arenillas.

8.2.1.5. Restauración paisajística

- **Recuperación de terrenos afectados por las obras.**

- a) Restauración de zonas de ocupación temporal

En todas las superficies de las diferentes zonas de actuación en las que se haya producido una compactación del suelo como consecuencia del desarrollo de las obras (acopios, caminos, parque de maquinaria, etc.) se prescribe como medida correctora la realización de las labores necesarias para descompactar dichos suelos. El objetivo es favorecer la implantación de semillas y consecuentemente la regeneración natural.

Posteriormente, el extendido de la tierra vegetal debe de realizarse sobre el terreno ya remodelado de forma que se ocasione la mínima compactación. Para proporcionar un buen contacto entre el material superficial existente y la tierra vegetal a añadir se debe escarificar la superficie antes de cubrirla.

El extendido de la tierra vegetal sobre las superficies creadas por la obra no tendrá un espesor inferior a 30 cm.

Se deberá permitir procesos de regeneración natural en los lugares en que se ha intervenido y el proyecto lo permita.

- b) Integración paisajística

El Proyecto Hidroeléctrico de Tahuín debe contemplar aquellas actuaciones encaminadas a la integración paisajística de la parcela de la central hidroeléctrica mediante la siembra y plantación en zonas libres y entorno perimetral de especies pioneras y de bosque maduro

equitativamente, de preferencia especies frutales para incrementar sitios de disposición de alimento para fauna silvestre que son escasos en el lugar.

- **Retirada de residuos de obra y limpieza del terreno.**

Una vez terminadas las obras, se llevará a cabo una limpieza general de la zona, que implique la retirada, incluyendo recogida y transporte a vertedero o punto de reciclaje, de todos los residuos de naturaleza artificial existentes en la zona de actuación.

En concreto se prestará atención a restos tales como los excedentes derivados de movimientos de tierra y los restos procedentes de la ejecución de las distintas unidades de obra (embalajes o restos de materiales, piezas o componentes de maquinaria, restos de utensilios, herramientas o equipo de labores manuales, etc.).

A continuación se detallan las medidas de prevención que deberán ejecutarse en cada fase del proyecto.

MEDIDA Nº 1 - PROGRAMACIÓN ADECUADA DE LA OBRA

Objetivo:

- Evitar la interrupción prolongada de las actividades de la Represa Tahuín

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS

- Deterioro de la salud y Seguridad Pública
- Pérdidas o disminución en la actividad comercial y agrícola.
- Incumplimientos legales.
- Demoras en el inicio y desarrollo de la obra.
- Inconformidad ciudadana

ACTIVIDAD Nº 1: Programar de manera adecuada el desarrollo de la obra

Procedimiento:

Dentro de la planificación del Avance de obra se deberá considerar no interrumpir por; períodos muy largos de tiempo el funcionamiento de la Represa Tahuín. Se deberá cumplir con jornadas laborables que empiezan a partir de las 8.00 h y terminen a las 18.00 h, para evitar molestias en los moradores del sector, especialmente en casos de uso de maquinarias que generen niveles de ruido demasiados elevados. Se debe efectuar un avance rápido de actividades que produzcan polvos o gases dañinos para la salud de los obreros y moradores

del área de influencia. Por lo cual no deberá tomarse mayor tiempo que el planificado para las actividades de movimiento de tierras

Documentos de referencia:

Cronograma de avance de obra

Indicadores verificables de aplicación:

Informes de avance de obra y libros de obra. En los que deben constar gráficos y valores porcentuales de los avances de obras realizados, así como se deberá justificar, de ser necesario, el retraso y prolongación de algunas de las actividades programadas o realizadas.

Resultados esperados:

- Minimizar las interrupciones del funcionamiento de la Represa Tahuín.

Etapas de ejecución de la actividad: Pre - Construcción

Responsable de la ejecución: Diseñadores - Constructores

Costo de la actividad:

Incluido en los gastos de elaboración del proyecto (Cronograma de Avance Obra, especificaciones)

ACTIVIDAD N° 2: Licencias, Permisos y otros trámites

Procedimiento:

Dentro de la planificación de la Obra se deben realizar análisis de planes Municipales, para elaborar el cronograma respectivo del avance de la obra, según se tengan que obtener permisos o licencias de construcción o similares. En este paso se debe consultar el Plan Regulador de Desarrollo Urbano del cantón de Arenillas para determinar restricciones en la obra.

Se deberá tener la respectiva Autorización para el inicio de las actividades de construcción, el cual será emitido en este caso por la Dirección de Obras Públicas de la Municipalidad de Arenillas.

Es de suma importancia coordinar acciones interinstitucionales, ya sea reuniones o visitas, para no entorpecer el proceso de desarrollo de la obra y aportar al cumplimiento del cronograma elaborado. La fiscalización deberá coordinar las respectivas acciones para el apoyo en la ejecución de la obra tanto de empresas públicas como privadas.

Documentos de referencia:

- Especificaciones Técnicas.
- Normas y Lineamientos establecidos por las empresas de servicios públicos.
- Comunicaciones enviadas y recibidas de la empresa vinculada a la obra.
- Plan regulador de Desarrollo Urbano del cantón Arenillas

Resultados esperados:

- Obtención de Licencias de construcciones y similares
- Satisfacción o conformación de la ciudadanía y coordinación adecuada de servicios

Etapas de ejecución de la actividad: Pre - Construcción

Responsable de la ejecución: Consultor - Contratista

Costo de la actividad:

Incluido en los gastos de elaboración del proyecto (costos indirectos por trámites legales y papelería).

MEDIDA N° 2 CAMPAMENTO DE OBRA

OBJETIVO:

- Los ingenieros y trabajadores utilizarán el mismo campamento de la Represa Tahuín para la coordinación y logística del proyecto, así como para conservar la información necesaria en obra (libros de obra, cronograma, contratos, planos, planillas, etc.).
- También se utilizará el mismo lugar para bodega de almacenamiento de materiales y equipos.
- Establecer lugares de parqueo para maquinarias y vehículos particulares. Mantener el orden y aseo dentro de la obra.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS

- Salud y Seguridad Laboral

- Impacto visual
- Calidad de vida de los obreros
- Desperdicios o pérdidas de material en obra

ACTIVIDAD N° 1: Determinar y adecuar un lugar de trabajo y reuniones del personal de la obra

Procedimiento:

- Deberá tener ventanas para ventilación
- La puerta y ventanas deberán tener las seguridades del caso para evitar la pérdida; de los materiales y documentos guardados en esta bodega.
- Se deberá colocar dentro de esta bodega una mesa de trabajo, cajones para guardar materiales y documentos. De ser necesario, o si el constructor lo requiere, deberá colocarse una computadora.
- Para el correcto funcionamiento de la oficina deberá proporcionarse todas las instalaciones eléctricas necesarias, por lo menos dos puntos de iluminación y; tomacorrientes dobles.
- Además deberá considerarse un área para comedor de los obreros y trabajadores de la obra.
- El campamento debe cumplir con lo establecido en el Reglamento de Seguridad de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo del Código de Trabajo.
- El constructor debe adoptar las medidas necesarias para garantizar a los trabajadores las mejores condiciones de higiene, alojamiento, salud y seguridad; para ello el campamento deberá contar con los equipos detallados en el plan de contingencia.
- Deberá guardar armonía arquitectónica con el ambiente.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo ambiental
- Reglamento de Seguridad de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo del Código de Trabajo.
- Especificaciones Técnicas y constructivas
- Planos de las instalaciones del campamento.

Indicadores verificables de aplicación: Libro de obra

Resultados esperados:

- Contar con un lugar adecuado para el desarrollo de reuniones, revisiones de planos, etc.
- Campamento debidamente diseñado.

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

Incluido en los gastos de elaboración del proyecto (costos indirectos por trámites legales y papelería)

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

Incluido en los gastos de elaboración del proyecto (costos indirectos por trámites legales y papelería)

ACTIVIDAD N° 2: Determinar y adecuar un lugar de acopio para desechos de construcción.

Procedimiento:

- Se deberá ubicar en el proyecto lugares apropiados para la recolección de los desechos de construcción, el cual debe ser cerrado y en el que sólo se colocará material de escombros, y ciertos líquidos como aceites y grasas, siguiendo las normativas respectivas.
- Los lugares deben ser cercados para evitar la dispersión de los materiales y deberán contar con protección para cualquier tipo de infiltración o contaminación del suelo.
- Las características mínimas que debe reunir el lugar de recolección de desechos de material de construcción son:
 - Deben ser cerrados, con protección en caso de lluvias: techo o cubierta.
 - Tener accesos fáciles para las volquetas o camiones que desalojarán el material y accesos seguros para los obreros que tengan que llevar escombros en carretillas.
 - Debe estar cerca del ingreso al campamento para facilitar la retirada del material de desalojo.
 - No deberá almacenarse sustancias combustibles ni inflamables cerca de posibles fuentes de cortocircuitos o fuego.
 - Deberá seguirse en plan de manejo de aceites usados e hidrocarburos para evitar impactos negativos.

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

- El área será de 4 metros de ancho por 5 metros de largo.
- La estructura consistirá en tablas, cuarterones y tiras de madera con un tejado de zinc para proteger el material del clima
- El material de desalojo que tenga características buenas para relleno, deberá ser reutilizado.

Documentos de referencia:

- Especificaciones y Memorias técnicas, Leyes y Ordenanzas Municipales: Ordenanza que norma el Manejo y disposición final de escombros para el cantón Arenillas

Indicadores verificables de aplicación:

- Libro de obra y planillas de la construcción del lugar destinado para la recolección de desechos sólidos. Verificación diaria del correcto funcionamiento y buen estado del área.

Resultados esperados:

- Minimizar el esparcimiento de material particulado en las áreas de influencia y vía pública
- Mantener el aseo y orden dentro de la construcción.
- No colocar material de escombros en la vía pública, ni zonas verdes o recreacionales.
- Evitar la contaminación de suelo con material de construcción o sus desechos.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

Costo por m²: U. S. \$ 40.50; Área de construcción para campamento: 4x5=20m² TOTAL:
U. S. \$ 810,00 (Ochocientos Diez 00/100 Dólares)

MEDIDA N° 3 - SEÑALIZACIÓN

OBJETIVO:

- Evitar embotellamientos y alteraciones en la circulación vehicular y peatonal del sector.
- Evitar los accidentes potenciales de tránsito y los riesgos para transeúntes.
- Orientar a los usuarios del Terminal dentro de la misma.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS:

- Alteración en el tráfico vehicular y peatonal: Seguridad Pública y Laboral.
- Impacto visual

ACTIVIDAD N° 1: Instalación de Señales Preventivas y Letreros de Información en Obra

Procedimiento:

- Se colocarán letreros de señalización y precaución, en lugares estratégicos de la obra y sus alrededores.
- Los letreros deben indicar: Desvíos, Peligros, Riesgos, Voltajes, Excavaciones, Hormigón fresco, W.C., Control de Velocidades, Direcciones especiales para pasar por la obra y sus alrededores, y serán colocados con suficiente anticipación para advertir la restricción y riesgo de la zona.
- Los letreros de prevención deben tener fondo anaranjado reflectante, con la leyenda o símbolo color negro, y por las noches deben ser iluminadas.
- El tamaño mínimo de los letreros será de 0.75m. x 0.75m, y las letras de 12.5 cm.
- Además deberá colocarse un letrero que indique el nombre de la obra, constructor, fiscalizador, fecha de inicio y propietario de la misma. Debe ser metálico, colocado a la entrada de la obra y de dimensiones 1.5 metros de alto por 3.00 metros de largo

Documentos de referencia:

- Leyes de tránsito Especificaciones Técnicas, Ordenanzas Municipales.

Indicadores verificables de aplicación:

- Colocación de letreros y su buen estado, tomar fotografías.

Resultados esperados:

- Prevenir a los transeúntes, conductores y trabajadores, las diversas situaciones de riesgo o interrupción del tráfico vehicular o peatonal.
- Indicar ubicación de letrinas, oficinas, lugares de carga-descarga y desecho de materiales.
- Disminuir el impacto en la infraestructura de red de transporte y comunicaciones

Etapa de ejecución de la actividad: Inicio de la Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

- U. S. \$ 40, por cada letrero hecho e instalado x 8 letreros (incluyendo el de información)

Costo total de la medida: U. S. \$ 320,00 (Trescientos veinte 00/100 Dólares).

MEDIDA N° 4 - ILUMINACIÓN

OBJETIVO:

- Evitar los accidentes potenciales de tránsito y los riesgos para los Transeúntes

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS

- Salud y Seguridad Laboral

ACTIVIDAD N° 1: Instalación de iluminación en la Obra

Procedimiento:

- Se colocará la iluminación necesaria en la obra, para el caso de trabajos nocturnos, con el fin de evitar situaciones de riesgo para los obreros, los transeúntes y conductores de la zona.
- Se utilizará reflectores. Los reflectores deberán ser de intensidad de 400W. De preferencia deberá evitarse los trabajos nocturnos, pero de darse el caso estos deberán contar con una iluminación suficiente para que los obreros realicen sus actividades, y que no haya ningún tipo de accidentes de la obra.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental

Indicadores verificables de aplicación:

- Colocación de Iluminación, tomar fotografías e inspeccionar el área en las noches. Presentar un reporte del trabajo realizado por la noche, el cual deberá contener las actividades que se realizaron, el personal y el equipo utilizado, y fotos donde se demuestre la implementación de la iluminación adecuada en obra, y de ser el caso deberán añadirse observaciones

Resultados esperados:

- Brindar seguridad y evitar accidentes de la obra y sus alrededores

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción.

Responsable de la ejecución: Constructor.

Costo de la actividad:

- U. S. \$ 340,00 cada reflector x 6 reflectores.
- U. S. \$ 2040,00 (Dos mil cuarenta 00/100 Dólares).

Costo total de la medida:

- U. S. \$ 2.040,00 (Dos mil cuarenta 00/100 Dólares).

MEDIDA Nº 5 - MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y VEHÍCULOS DE TRABAJO

OBJETIVO:

- Disminuir la contaminación sonora y el impacto en la calidad del aire debido a los gases.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS

- Salud y Seguridad Laboral

ACTIVIDAD Nº 1: Mantenimiento y Chequeo de automotores en Obra

Procedimiento:

- Los camiones y volquetas deberán estar perfectamente mantenidos de forma que sus emanaciones de gases de combustión y el ruido que generan sean los mínimos posibles.
- Procurar que las máquinas y vehículos tengan sus motores y amortiguadores en buen estado, para evitar ruido.
- El cuidado y mantenimiento mecánico de los vehículos será preventivo y correctivo; el uno se lo efectuará en forma periódica y programada, antes de que ocurra el daño y la consecuente inmovilización del vehículo, y el otro se lo realizará al ocurrir el daño o la inmovilización del mismo.
- Se deberá verificar semanalmente que los componentes mecánicos estén calibrados para así reducir la emisión de gases contaminantes al ambiente.

- La frecuencia de mantenimiento preventivo para los vehículos de construcción debe ser cada 7 días, en el cual se va a realizar un chequeo de los aceites, engrase de piezas mecánicas, revisión de frenos, limpieza de filtros de aire, revisión de presión de aire en llantas y limpieza del filtro de combustible.
- Cada 3 meses se debe hacer chequeo de inyectores (por el consumo de gasolina de baja calidad), y del tubo de escape para evitar molestia de ruidos.
- La emisión innecesaria de gases de los vehículos y maquinaria debe ser controlada apagando los motores cuando no estén en acciones de trabajo.
- El ruido provocado por los vehículos durante el acarreo del material se atenuará si se controla que los vehículos tengan silenciadores en correcto estado. Se debe observar estrictamente la prohibición de no pitar en las inmediaciones de la construcción.
- La contaminación atmosférica con gases producidos por maquinaria, se controlará mediante el buen estado del motor y el uso de dispositivos o filtros colocados en cada unidad. El Fiscalizador Ambiental será el encargado de exigir al Constructor tal dispositivo de prevención ambiental.
- Todo vehículo debe ser revisado y controlado diariamente por el conductor, especialmente los sistemas de lubricación, enfriamiento, luces y de frenos, a fin de comprobar su buen funcionamiento o detectar posibles deficiencias
- El constructor deberá tener entre sus empleados un jefe de operaciones mecánicas, el cual será el encargado del mantenimiento y reparación de vehículos, para lo cual, con la debida anticipación, solicitará al custodio de bodega los repuestos y accesorios indispensables.
- El contratista deberá presentar y cumplir con un programa de mantenimiento, para lo cual cada equipo y maquinaria deberá contar con una ficha que indique las actividades de mantenimiento, las causas y las fechas de los mismos. El contratista debe llevar un registro del cumplimiento de las normas para mantenimiento preventivo, especificado por los fabricantes de equipos y vehículos. No se permitirá realizar lavado, reparación, ni mantenimiento de vehículos y maquinarias dentro de la zona de la obra, ni en las vías públicas, para estas actividades se llevarán los vehículos y equipos a un taller especializado
- Solamente si lo establece el programa o la ficha de mantenimiento, se podrá suministrar combustible a las maquinarias, no a los vehículos. Esto utilizando técnicas adecuadas para el control de fugas.

Documentos de referencia:

- Leyes de Tránsito
- Especificaciones Técnicas

Indicadores verificables de aplicación:

- Vehículos en buen estado y que no produzcan ruidos.

Resultados esperados:

- Disminuir la contaminación sonora y el impacto en la calidad del aire debido a gases, para mejorar la calidad de vida de los obreros y transeúntes de la zona.

Etapas de ejecución de la actividad: Inicio de la Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

- Ninguno, Incluido en los Costos Indirectos de la Obra.

MEDIDA N° 6 - CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR MATERIAL PARTICULADO

OBJETIVO:

- Disminuir la contaminación del aire a causa del material particulado

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS

- Salud y Seguridad Pública y Laboral.

ACTIVIDAD N° 1: Lona sobre volquetes que transportan el material pétreo

Procedimiento:

- El transporte adecuado del material pétreo (arena, piedra, cemento, escombros, desalojo de tierra por excavaciones, etc.), consiste en que todas las volquetas o vehículos.
- Se debe colocar un cobertor de lona en sus baldes sobre el material transportado para evitar el esparcimiento del material particulado.
- Los chóferes deberán conducir las volquetas y demás vehículos a una velocidad no mayor a 40 Km. por hora, para evitar el esparcimiento del material, y posibles accidentes de tránsito.
- Se debe reemplazar anualmente las lonas utilizadas.

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

- Las volquetas deben cumplir con las normas y ordenanzas establecidas para la circulación de vehículos pesados.
- El volumen máximo de llenado de una volqueta será hasta menos el 95 % de su volumen útil, para evitar derrames de material.

Documentos de referencia:

- Ordenanzas Municipales: Ordenanza que norma el Manejo y Disposición final de escombros del cantón Arenillas.
- Manual de Seguridad Laboral.
- Plan de Manejo Ambiental.

Indicadores verificables de aplicación:

- Verificación diaria del uso de lonas

Resultados esperados:

- Evitar la difusión en el aire del material particulado

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor.

Costo de la actividad:

- Incluido en los costos de los rubros de provisión de materiales del presupuesto de la obra

ACTIVIDAD N° 2: Humedecimiento del Terreno

Procedimiento:

- Humedecer diariamente del terreno para reducir la dispersión del polvo.
- El terreno a humedecer es aquel donde se esté realizando excavaciones, esto evita que el material particulado se disperse por la zona.
- También se humedecerá el área cuando se estén efectuando actividades de relleno con material propio del terreno o de mejoramiento, esto está incluido en las actividades de movimiento de tierra.
- La producción de polvo ocasionada por la entrada y salida de vehículos también será controlada mediante riego oportuno de agua.

- Los riegos serán ejecutados cada vez que sean necesarios, es decir cuando el f material no contenga humedad natural.
- El agua deberá ser distribuida por carros cisternas equipados con sistema de rociadores a presión. La cantidad estimada aplicarse será de 1 m³ de agua por cada 30 m² de superficie.

Documentos de referencia:

- Especificaciones y Memorias técnicas,
- Plan de manejo Ambiental.

Indicadores verificables de aplicación:

- Verificación diaria del humedecimiento del suelo
- Revisión del libro de obra

Resultados esperados:

- Evitar la difusión en el aire del material particulado

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

- U. S. \$ 10.00 cada tanquero x 1 tanqueros diarios x 40 días
- U. S. \$ 400,00 (Cuatrocientos 00/100 Dólares)

Costo total de la medida:

- U. S. \$400.00 (Cuatrocientos 00/100 Dólares).

8.2.2. Plan de mitigación

Para la preservación, la seguridad y el bienestar de la población del área de influencia directa, durante la etapa de construcción.

8.2.2.1. Medidas de mitigación.

La implementación de medidas de mitigación tendrá por objetivo minimizar el impacto de los desechos sólidos no peligrosos, así como también los desechos peligrosos para el medio ambiente.

MEDIDA N° 7.- CONTROL DEL RUIDO

OBJETIVO:

- Proteger la contaminación sonora de la población cercana al proyecto.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

- Salud y Seguridad Pública

ACTIVIDAD N° 1: Culminación de las actividades de obra a las 18.00 h

Procedimiento:

- Las maquinarias no deberán ser utilizadas en horas posteriores a la 18.00 h, ni antes de las 8.00 h.
- El horario de trabajo será desde las 8 h hasta las 18 h.

Documentos de referencia:

- Especificaciones técnicas
- Plan de Manejo Ambiental.

Indicadores verificables de aplicación:

- Niveles de ruido permisibles en horas de descanso
- No quejas de moradores

Resultados esperados:

- Disminuir la contaminación sonora y el impacto en la calidad de vida de los moradores del área de influencia del proyecto.

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

- Ninguno, incluido dentro de los costos del presupuesto del proyecto.

MEDIDA N° 8 - ACCESO RESTRINGIDO

OBJETIVO:

- Proteger a las personas ajenas a la obra en casos de accidentes.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

- Seguridad Pública
- Salud Pública.

ACTIVIDAD N° 1: Culminación de las actividades de obra a las 18 h 00

Procedimiento:

- Las maquinarias y vehículos pertenecientes o vinculados a la obra llevarán un letrero de identificación. Para impedir el ingreso de autos ajenos a la obra.
- Serán de color Blanco con letras azules, contendrán el nombre de la Obra, Empresa Constructora o Fiscalizadora, Número de Vehículo.
- Este letrero podrá ser un sticker que irá pegado en el parabrisas o un lugar visible del vehículo.
- No se dejará ingresar a cualquier persona a obra, solo el personal con credencial podrá ingresar.

Documentos de referencia:

- Especificaciones técnicas.
- Plan de Manejo Ambiental.
- Manual de Seguridad Laboral.

Indicadores verificables de aplicación:

- Letreros de identificación. Bitácora de ingresos a obra llevada por un guardia de seguridad.

Resultados esperados:

- Disminuir los peligros para personas ajenas a la obra.
- Disminuir accidentes en obra.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor.

8.2.3. Plan de manejo de desechos sólidos

MEDIDA N° 9 - MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS

OBJETIVO:

- Disminuir la contaminación a causa de los desechos del material de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

- Seguridad y salud Laboral y pública.
- Contaminación del suelo, aire y agua.

ACTIVIDAD N° 1: Se prohibirá verter material de desalojo al cauce de río Arenillas y drenajes existentes en áreas adyacentes.

Procedimiento:

- Los sitios autorizados para uso temporal del contratante quedarán lo suficientemente lejos de cualquier canal o sistema de aguas lluvias, potable o servida; para evitar su contaminación.
- Se deberá barrer diariamente el área de la obra para evitar que los desechos sólidos lleguen a los drenajes cercanos al lugar.
- Para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos, por lo que es necesario que el constructor lo contemple en su totalidad.
- Se recomienda al Constructor desarrollar un convenio con el municipio de Arenillas que recolecta desechos sólidos generados por la construcción del proyecto, tanto para la recolección de los desechos del proceso de obra, como para la disposición de los mismos en el relleno sanitario. Evitando así la excesiva acumulación de desechos.

Documentos de referencia:

- Ordenanzas Municipales.
- Plan de Manejo Ambiental

Indicadores verificables de aplicación:

- Recortes diarios del desalojo adecuado de los desechos generados en obra

Resultados esperados:

- Evitar la difusión en el aire del material particulado.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

ACTIVIDAD N° 2: Baterías Sanitarias Móviles se alquilarán para la construcción del Proyecto.

Procedimiento:

- Los desechos biológicos de los trabajadores serán dispuestos adecuadamente; la disposición de los desechos debe efectuarse según las normas sanitarias.
- El constructor deberá incluir en su propuesta el alquiler de por lo menos una batería sanitaria por cada 40 trabajadores.
- Con referencia a los desechos acumulados en estas baterías, el constructor será responsable de ver y contratar a una compañía apta que garantice la correcta gestión de los desechos y su disposición final.

La disposición final de los desechos la hará la compañía contratada y no será responsabilidad del constructor, a no ser que se opte por un diseño alternativo de tanque séptico y, pozo de infiltración.

Documentos de referencia:

- Especificaciones técnicas.
- Ordenanzas Municipales.
- Plan de Manejo Ambiental.

Indicadores verificables de aplicación:

- Verificación diaria del correcto funcionamiento y el buen estado de las Baterías Sanitarias.

Resultados esperados:

- Disminuir el impacto en el suelo y aire, también la presencia de insectos roedores y enfermedades.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción.

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad

- U.S.- \$ 250.00 cada batería x 8 = 2.000.00 00/100 dólares
- U.S. \$ 2.000,00 (Dos mil 00/100 Dólares).

Costo total de la actividad

- U. S. \$ 2.000,00 (Dos mil 00/100 Dólares).

ACTIVIDAD N° 3: Tachos metálicos se instalarán con sus respectivas tapas.

Procedimiento:

El área de campamento contará con tres tachos metálicos con capacidad para 55 galones para:

- Basura doméstica (pintado de color verde y con letras blancas "BASURA ORGANICA")
- Desechos metálicos (pintado de color azul y con letras blancas "METALES")
- Lubricantes y aceites ya usados (pintado con pintura amarilla y con letras negras "ACEITES Y LUBRICANTES USADOS")
- Desechos reciclables (pintado de color anaranjado y con letras negras "RESIDUOS RECICLABLES").

Las letras serán de 25 centímetros de alto e irán en dos frentes de los tachos.

El destino final de este tipo de materia será el relleno sanitario o los carros recolectores de basura del Municipio de Arenillas.

En el caso de los desechos de combustibles, se debe entregar estos desechos a gestores ambientales, para su tratamiento adecuado. Gestionar el manejo y disposición final de los aceites usados, que se generarían como producto de las reparaciones de emergencia a los vehículos y maquinaria, con gestores debidamente autorizados por la Dirección de Medio Ambiente.

Disposición de desechos según la clasificación:

DESECHO	COLOR	CARACTERISTICAS
Orgánicos	VERDE	Restos de comida, basura domestica.
Chatarra	AZUL	Residuos metálicos, hierro, latas.
Especiales	Transparente	Combustibles, aceites
Reciclables	ANARANJADO	Desechos plásticos, botellas, cartón.

Documentos de referencia:

- Especificaciones técnicas
- Ordenanzas Municipales
- Plan de Manejo Ambiental.

Indicadores verificables de aplicación:

- Verificación diaria del correcto funcionamiento y el buen estado de los Tachos y su disposición final
- Registro de la disposición final de los tachos

Resultados esperados:

- Disminuir el impacto en el suelo y aire, también la presencia de insectos roedores y enfermedades.

Etapas de ejecución de la actividad: Funcionamiento

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad

- U. S. \$ 21.80 cada tacho x 15 tachos
- U. S. \$ 327,00 (Trescientos veinte y siete 00/100 Dólares).

Costo total de la actividad

- U. S. \$ 327,00 (Trescientos veinte y siete 00/100 Dólares).

8.2.4. Plan de compensación

MEDIDA Nº 10 - REFORESTACION.

OBJETIVO:

- Impacto Visual
- Disminución del cauce del Río Arenillas

ACTIVIDAD Nº 1: Plantación de árboles

Procedimiento:

Se reforestarán la zona de afección de la Central Hidroeléctrica y otras zonas con árboles nativos de la zona según el criterio de los técnicos de SENAGUA.

En las zonas afectadas por las obras, determinar una franja que comprenda de 15 a 20 metros desde la orilla en la que se realice programa de reforestación, con especies de árboles aptos para zonas cercanas al agua, como *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*. En zonas de planicie secas con: *Mutingia calaburo*, *Chlorospermum vitifolium*, especies que pueden reproducirse en estas condiciones.

Determinar áreas para restauración de bosques naturales, o reforestación con especies nativas, principalmente en toda el área circundante a la presa.

Los árboles deben ser sembrados en grupos o parches a manera de bosquetes, con un mínimo de tres especies distintas, para crear una diversidad que "simule" el ecosistema original. Paulatinamente en los sitios alejados a los parches boscosos, comenzará un proceso de sucesión vegetal, con vegetación de estratos bajos adaptadas al borde o ribereñas. De esta manera se ayuda al restablecimiento del ecosistema ribereño. Después, el ecosistema, cambiaría estructuralmente. La primera fase, es de crecimiento y repoblación con herbáceas naturales como vegetación pionera asociada a arbustivas y leñosas achaparradas.

La reforestación con bambú es importante, pero hay que manejarlo con mucho cuidado, debe ser sembrado en zonas puntuales, especialmente en pendientes u ondulaciones para evitar el repoblamiento excesivo, ya que a pesar de ser una especie que ayuda a la

conservación del suelo, como fuente de alimentación, como cortina rompevientos y a la fauna, es de fácil propagación (por rizomas o por brotes), pudiendo "invadir" grandes extensiones y formar una superpoblación. Además de que se corre el riesgo de que se pierda el equilibrio por falta de una diversidad en estratos; y ambientes, que finalmente es el objetivo que se debe buscar al reforestar sistemas alterados.

Realizar campañas de educación ambiental en población tanto dentro del área de influencia directa, como indirecta. Los objetivos de estas campañas básicamente deben estar enfocados a una mejor interacción del medio humano con el ambiente natural.

La plantación y mantenimiento se realizará de acuerdo a las siguientes pautas:

La procedencia de los plántones será local y con garantía fitosanitaria.

La apertura de hoyos de plantación será manual, en huecos de 30x30x30 cm para arbustos, 50x50x50 para árboles de escaso porte y 80x80x80 cm para árboles ejemplares.

La excavación tendrá lugar al menos 48 horas antes de la plantación.

En el fondo del hoyo debe aportarse materia orgánica semimineralizada, que no debe entrar en contacto directo con el sistema radicular de la planta.

Debe aplicarse también un intenso riego previo a la plantación.

Las raíces se extenderán en la medida de lo posible dentro del hoyo, evitando dañarlas. Si se produce una pérdida significativa del sistema radicular, deberá recortarse la copa para compensar el equilibrio vegetativo del espécimen.

Junto a cada árbol, y en el momento de la plantación, se instalarán de uno a 3 tutores de madera (según el porte del árbol), de al menos 2 m de altura, para asegurar su verticalidad en el desarrollo. Los tutores se fijarán al árbol con amarres lasos, que no generen excesiva presión y se biodegraden en tiempo razonable. Si esto sucediera antes del correcto arraigamiento, serán repuestos.

El hoyo será rellenado con tierra vegetal, con un porcentaje de grava muy bajo o nulo. Alrededor del hoyo se practicará un alcorque o montículo circular con la tierra excedente, para retener las aguas pluviales y de riego.

Las ramas quebradas deben aserrarse en un corte limpio y aislarlo con mástic de injertar. Las lesiones de cierta entidad deben ser también limpiadas y aisladas con el mismo material.

El material de corta y poda debe ser limpiado con alcohol cuando se ha terminado de trabajar con un ejemplar concreto, para evitar que hongos y otras patologías sean contagiados a otro ejemplar. Del mismo modo, los restos de poda y corte deben ser quemados o aprovechados, pero no depositados donde puedan servir como vectores para la transmisión de patologías.

Tras la primera brotación se verificará el porcentaje de nascencia de las siembras y de marras de las plantaciones, procediéndose a resiembras y a la reposición de marras hasta que se consiga el arraigo de al menos el 90% de la cobertura herbácea, de los ejemplares arbustivos y los árboles de porte inferior a 2 m de altura y el 100% de los árboles ejemplares.

Los riegos de árboles y arbustos serán frecuentes y ligeros tras la plantación y pasarán a copiosos y espaciados cuando las plantas estén bien arraigadas. Se practicarán siempre a primera hora de la noche para evitar una evapotranspiración innecesaria.

Documentos de referencia:

- Ordenanzas Municipales
- Plan de Manejo Ambiental.
- Informes de reforestación.

Indicadores verificables de aplicación:

- Informe de la reforestación de los árboles nativos de la zona.

Resultados esperados:

- Árboles en la cuenca del Río Arenillas y otras zonas destinadas por los técnicos de SENAGUA.

Etapas de ejecución de la actividad: Operación.

Responsable de la ejecución: Constructor y SENAGUA

Costo de la Actividad:

- Reforestación (1.100 plantas/Ha)

Preparación del terreno:

- Balizamiento y Hoyado: U.S. \$ 170,30.

Plantación

- Plantas, Transporte, Plantación y Replante (15%): U.S. \$ 449,77

Mantenimiento 1er año

- Limpieza de Corona, Manga, Chapias: U. S. \$ 185,04

Mantenimiento 2º año

- Limpieza de Corona, Manga, Chapias: U. S. \$ 185,04

Mantenimiento 3er año

- Limpieza de Corona, Manga, Chapias: U. S. \$ 92,52

Administración

- Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20%): Incluida en el proyecto

Costo total de la Actividad:

- U. S. \$ 1.082,67 (Mil ochenta y dos 00/100 dólares; Sesenta y siete centavos)

8.2.5. Medidas de contingencia

MEDIDA N° 11 - SERVICIO DE PRIMEROS AUXILIOS

OBJETIVO:

- Contener todos los elementos necesarios para responder ante eventos tales como derrumbes, incendios, explosiones, irregularidades en el sistema operacional, desastres naturales, minimizando de esta manera los impactos.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

- Salud y Seguridad Laboral

ACTIVIDAD N° 1: Plan de contingencia (CONSTRUCCION).

Procedimiento:

Un Plan de Contingencia define los procedimientos de resolución y procesos alternativos que se han de acometer en una organización cuando ocurre una interrupción de actividades por culpa de un desastre o incidente de fuerza mayor; en los procesos habituales.

Si se diera el caso en que se realiza una activación del Plan de Contingencia, en dicho momento se lanzan tres actividades principales, encargadas de:

1. Coordinar el manejo de la crisis;
2. Asegurar la utilización de procesos alternativos que permitan la continuidad del negocio,
3. Resolver el incidente, para restituir la normalidad en los procesos y operaciones.

Objetivos del Plan de Contingencia

- El Plan de Contingencia deberá contener todos los elementos necesarios para responder ante eventos tales como derrumbes, derrames de químicos, incendios, explosiones, irregularidades en el funcionamiento del sistema operacional, desastres naturales; minimizando de esta manera los impactos.
- Es fundamental que el plan de Contingencia sea dado a conocer al personal encargado del desarrollo de las actividades operativas y de seguridad personal del proyecto Hidroeléctrico Tahuín, se encuentre debidamente preparado para responder de forma efectiva y oportuna ante las emergencias que se susciten.

Objetivos Generales

- Nuestro objetivo general a través de este plan de contingencia, es asegurar la capacidad de supervivencia del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, ante eventos que pongan en peligro su existencia.
- Así como también reducir la probabilidad de las pérdidas, a un mínimo de nivel aceptable, a un costo razonable y asegurar la adecuada recuperación.
- Nuestra función es comunicar a todo el personal activo de la Obra, los pasos a seguir en caso de cualquier riesgo.

Objetivos Específicos

- Establecer un sistema de procedimientos de respuesta ágil ante emergencias.
- Establecer un sistema de notificación sobre la ocurrencia de derrames de sustancias peligrosas e hidrocarburos de Petróleo, que puedan converger al sistema de aguas lluvias.
- Proveer una estructura de responsabilidades y funciones de los organismos encargados de responder a una emergencia para asegurar una respuesta rápida y efectiva.
- Estimar los escenarios posibles, de más alto riesgo hipotético, que involucren situaciones de peligro o emergencias (derrumbes, derrames de combustibles y sustancias peligrosas), que puedan alcanzar el sistema de colección de aguas lluvias, así como de posibles explosiones, escapes de gas, incendios y desastres naturales.
- Establecer un sistema de notificación de eventos mayores.

- Crear un programa de capacitación de respuesta ante emergencias para el personal de la obra, en cuanto a la protección ambiental y al uso de equipos y materiales utilizados en contingencias.
- Seleccionar los equipos y materiales apropiados para enfrentar eventos mayores.

Alcance del Plan de Contingencia:

Se proveerá una normativa básica para enfrentar debidamente, situaciones de peligro inesperadas; tales como derrumbes, derrames y plan de evacuación ante posibles incendios, explosiones o desastres naturales que atenten a la seguridad de los obreros.

Plan de Contingencia Fase de Construcción

Es necesario considerar la posibilidad de ocurrencia de derrumbes durante la etapa de construcción del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, los mismos que podrían causar impactos directos a la integridad física del personal de obra, así como originar daños a la infraestructura del proyecto, pudiendo generar impactos a recursos ambientales, económicos y sociales que pudiesen no ser renovables.

Aspectos y Actividades del Plan

El Plan de Contingencias deberá contar con un responsable a través del cual se realice la coordinación para hacer frente a eventos de origen natural o accidentes.

Cuando el evento tuviere proporciones que vuelvan al Plan de Contingencia insuficiente para afrontarlo apropiadamente, se comunicará al municipio de Arenillas, Defensa Civil y demás autoridades que tengan responsabilidad sobre el tema.

Durante las operaciones de evaluación y control de derrumbes y desplomes, protección de las instalaciones, respuesta ante la emergencia, limpieza, y descontaminación del lugar afectado (de requerirse), existirá un responsable único en la toma de decisiones y en la dirección de éstas tareas, quien dará por terminado el operativo en el momento que lo considere conveniente y posterior a las evaluaciones respectivas.

Deberán llevarse registros de cualquier incidente mayor, relacionado con derrumbes durante la fase de construcción del proyecto.

Procedimientos Concretos de Respuestas ante derrumbes y/o deslizamientos de material

En el momento en que se registre un derrumbe o deslizamiento, se deberá proceder de la siguiente manera:

- La evacuación de todo el personal, tomando especial consideración en aquellos trabajadores que se encuentren laborando dentro de zonas de mayor riesgo. Se destinará un sitio seguro de reunión del personal.
- El personal que llegue al punto de encuentro, en caso de desastres, deberá detectar si alguien no se encuentra en el sitio de reunión. Esto se puede realizar mediante un conteo o por la nómina de trabajadores.
- Posterior al evento, el Contratista deberá efectuar la evaluación de los daños que se hubiesen presentado.
- Si el deslizamiento o derrumbe se lo atribuye a la acción de un sismo, el personal de la obra deberá estar preparado para posibles réplicas del mismo.
- Una vez activado el Plan de Contingencia, se procederá al despeje y limpieza del área o áreas afectadas. El material resultante de la limpieza se lo deberá caracterizar, y de no cumplir con los requerimientos técnicos para su reutilización, se procederá a tratarlo como material de desecho, y a depositarlo en el respectivo sitio seleccionado para este fin.
- El Plan de Contingencia dará prioridad a las tareas de principal atención, sobretodo, a las personas que hubiesen resultado afectadas, en alguna manera por el incidente.
- Paralelamente, si se han afectado canales naturales, sumideros, o esteros próximos al sitio del deslizamiento, se procederá a su respectiva limpieza; tratando, en lo posible, la remediación total del mismo; evitando así problemas de sedimentación u obstrucción de cursos de agua (secos o no)
- Cuando se hubiere cumplido con todas las tareas de limpieza y mitigación de las áreas que afectadas por el deslizamiento, y los volúmenes de material suelto no constituyan una amenaza al ecosistema, el responsable del Plan de Contingencia declarará la terminación del operativo y desactivará el Plan.

Equipos necesarios para el plan de contingencia

- Botiquín de primeros Auxilios
- Teléfonos y Radios para comunicación de emergencias.

Documentos de referencia:

- Folleto de Primeros Auxilios de la Defensa Civil.
- Plan de Manejo Ambiental
- Reglamento de Seguridad

Indicadores verificables de aplicación:

- Informe de prácticas realizadas para la puesta en marcha del Plan de Contingencias.

Resultados esperados:

- Preparar e informar a los trabajadores para que puedan reaccionar oportunamente en casos de emergencias.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la Actividad:

Teléfonos

U. S. \$ 200.00 x dos teléfonos

U. S. \$ 400.00 (Cuatrocientos 00/100 dólares)

Radio de comunicación

U. S. \$ 1300.00 (Mil trescientos 00/100 dólares)

Costo total de la Actividad:

U. S. \$ 1.700.00 (Mil setecientos 00/100 dólares)

ACTIVIDAD N° 2: Plan de contingencia (FUNCIONAMIENTO).

Procedimiento:

Un Plan de Contingencia define los procedimientos de resolución y procesos alternativos que se han de acometer en una organización cuando ocurre una interrupción de actividades por culpa de un desastre o incidente de fuerza mayor; en los procesos habituales.

Si se diera el caso en que se realiza una activación del Plan de Contingencia, en dicho momento se lanzan tres actividades principales, encargadas de:

4. Coordinar el manejo de la crisis;
5. Asegurar la utilización de procesos alternativos que permitan la continuidad del negocio,
6. Resolver el incidente, para restituir la normalidad en los procesos y Operaciones

Objetivos del Plan de Contingencia

El Plan de Contingencia deberá contener todos los elementos necesarios para responder ante eventos tales como derrumbes, derrames de químicos, incendios, explosiones-,

irregularidades en el funcionamiento del sistema operacional, desastres naturales, minimizando de esta manera los impactos.

Es fundamental que el plan de Contingencia sea dado a conocer al personal encargado del desarrollo de las actividades operativas y de seguridad personal del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, se encuentre debidamente preparado para responder de forma efectiva y oportuna ante las emergencias que se susciten.

Objetivos Generales

Nuestro objetivo general a través de este plan de contingencia, es asegurar la capacidad de supervivencia del Proyecto Hidroeléctrico, ante eventos que pongan en peligro su existencia.

Así como también reducir la probabilidad de las pérdidas, a un mínimo de nivel aceptable, a un costo razonable y asegurar la adecuada recuperación.

Queremos asegurar que existan controles adecuados para reducir el riesgo por fallas o mal funcionamiento tanto de los equipos que se usan, como de los transportes en uso e incluso de las mismas instalaciones del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

Nuestra función es comunicar a todo el personal activo de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, los pasos a seguir en caso de cualquier riesgo.

La vigencia de este plan está sujeta a cambios tecnológicos, de equipamiento y de los sistemas informáticos relacionados con el Proyecto.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Proveer una estructura de responsabilidades y funciones de los organismos encargados de responder a una emergencia para asegurar una respuesta rápida y efectiva.
- Estimar los escenarios posibles, de más alto riesgo hipotético, que involucren situaciones de peligro o emergencias (derrumbes, derrames de combustibles y sustancias peligrosas), que puedan alcanzar el sistema de colección de aguas lluvias, así como de posibles explosiones, escapes de gas, incendios y desastres naturales.
- Establecer un sistema de notificación de eventos mayores.
- Crear un programa de capacitación de respuesta ante emergencias para el personal de la obra, en cuanto a la protección ambiental y al uso de equipos y materiales utilizados en contingencias.
- Seleccionar los equipos y materiales apropiados para enfrentar eventos mayores.

ALCANCE DEL PLAN DE CONTINGENCIA

- Se proveerá una normativa básica para enfrentar debidamente, situaciones de peligro inesperadas; tales como derrumbes, derrames y plan de evacuación ante posibles incendios, explosiones o desastres naturales que atenten a la seguridad tanto de los usuarios como de los empleados del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

Documentos de referencia

- Folleto de Primeros Auxilios de la Defensa Civil
- Guía de Respuesta para Emergencias (Ministerio de Medio Ambiente)
- Plan de Manejo Ambiental
- Reglamento de Seguridad

Indicadores verificables de aplicación:

Informes de prácticas realizadas para la puesta en marcha del Plan de Contingencias.

Resultados esperados:

Preparar e informar a los trabajadores para que puedan reaccionar oportunamente en caso de emergencias inesperadas.

Etapas de ejecución de la actividad: Funcionamiento

Responsable de la ejecución: SENAGUA

Costo de la Actividad:

Se utilizará el mismo equipo que la etapa de construcción.

8.2.6. Plan de monitoreo, control y seguimiento

MEDIDA Nº 12 - PLAN DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO

OBJETIVO:

Evaluar la eficacia y validez de las medidas ambientales propuestas en el presente estudio de Impacto Ambiental para las fases de operación y funcionamiento del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

- Salud y Seguridad Laboral

ACTIVIDAD N° 1: Verificación periódica en la Construcción

Procedimiento:

El plan de monitoreo, control y seguimiento ambiental, permitirá evaluar la eficacia y validez de las medidas ambientales propuestas en el presente estudio de impacto ambiental.

- Se deberá realizar cada tres meses monitoreos de ruido, gases y material particulado, de 1 hora de duración en los 3 puntos más críticos del sitio, de preferencia en la casa de máquinas, entrada y salida de vehículos, el área influenciada por la acción del viento, y otros tres en puntos críticos del trazado de la línea eléctrica.
- Se deberá realizar cada tres meses monitoreos de la calidad del agua a la entrada y salida de la Represa Tahuín para establecer las características físicas y químicas.
- La metodología de los monitoreos debe regirse a las especificadas por la Legislación Ambiental Ecuatoriana vigente.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental
- Texto Unificado Legislación Ambiental
- Leyes Ambientales.

Indicadores verificables de aplicación:

- Resultados de Monitoreos y Ensayos.

Resultados esperados:

- Disminuir la contaminación sonora y el impacto en la calidad de vida de los trabajadores.

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la Actividad:

U. S. \$ 130,00 por punto de muestreo de calidad del aire x 6 puntos x (cada 3 meses)

U. S. \$ 30,00 por punto de muestreo de ruidos x 6 puntos x (cada 3 meses)

U.S. \$ 200.00 por cada muestra de agua x 2 puntos x (cada 3 meses)

U.S \$ 300.00 personal técnico (cada 3 meses)

U.S. \$ 400.00 biólogo (cada 3 meses)

Costo total de la Actividad:

Central Hidroeléctrica

- Calidad del aire: $130 \times 3 \times 6 = 2.340$ \$
- Ruidos: $30 \times 3 \times 6 = 1.080$ \$
- Agua: $200 \times 2 \times 6 = 2.400$ \$

Línea eléctrica

- Calidad del aire: $130 \times 3 \times 3 = 1.170$ \$
- Ruidos: $30 \times 3 \times 3 = 540$ \$

Personal

- Personal Técnico: $300 \times 6 = 1.800$ \$
- Biólogo: $400 \times 6 = 2.400$ \$

Total: 13.530 \$ (Trece mil quinientos treinta 00/100 Dólares)

ACTIVIDAD N° 2: Monitoreo, control y seguimiento en la fase de operación

Procedimiento:

El plan de monitoreo, control y seguimiento ambiental, permitirá evaluar la eficacia y validez de las medidas ambientales propuestas en el presente estudio de impacto ambiental.

Este seguimiento y control determinará si en las futuras actividades del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín se debe seguir con el mismo plan de manejo ambiental y sus respectivas medidas, o si por lo contrario, se deberán realizar los cambios o aumento de medidas, necesarias, para la mitigación de los impactos; llegando inclusive a un completo cambio del Plan de Manejo Ambiental y sus medidas, si así lo ameritase el caso.

Impactos Ambientales:

En el presente plan de monitoreo se controlarán los impactos en la calidad del aire y del suelo que son dos de los factores físicos más afectados por el funcionamiento del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

Objetivos del Plan:

Evaluar la eficacia y validez de las medidas ambientales propuestas en el presente estudio de impacto ambiental para la fase de operación del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín.

Mantener la viabilidad del Proyecto, ya que al no mantener un control de dicho proyecto en su etapa de funcionamiento se pueden producir impactos negativos hacia las áreas de influencia del proyecto en funcionamiento.

Indicadores Ambientales y frecuencias de los muestreos:

Se tomarán como indicadores del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, los parámetros medibles:

- Del aire:
 - Concentración de Material Particulado PM10 (1 hora)
 - Concentración de Material Particulado PM2.5 (1 hora)
 - Concentración de Gases de Combustión CO (Monóxido de Carbono), SO₂ (Dióxido de Azufre) y NO_x (Óxidos de Nitrógeno)
- Del suelo:
 - Análisis físico-químico (parámetros TULAS)

La frecuencia de dichos muestreos debe ser tomada:

- Cada 6 meses para ruido, material particulado y gases de combustión
 - Para el muestreo de suelo deben realizarse muestreos cada 2 años
 - Todos los muestreos deben realizarse en un día de alta frecuencia vehicular y en horario laborable.
- Determinación de sitios de Muestreo

Para realizar los monitoreos de la calidad del aire ambiente, se deberán considerar principalmente los puntos a mencionar:

- Entrada y salida de Vehículos al proyecto.

Métodos de Recolección y almacenamiento de Datos

Los datos serán recolectados y procesados por la compañía contratada para la auditoria, y deberán ser presentados en la Dirección de Medio Ambiente junto con el informe respectivo,

para la aprobación. El informe deberá contener medidas ambientales para mitigar los posibles problemas encontrados y dará recomendaciones sobre el Plan de Manejo Ambiental que esté vigente en el momento de los monitoreos y ensayos.

Métodos de Análisis

Las metodologías de análisis y monitoreos deberán ser aprobadas por el Ministerio del Ambiente, para que sean válidas las resultantes de los estudios.

Cronograma de Ejecución de Actividades

Los datos serán recolectados y procesados cada seis meses a partir del primer semestre de funcionamiento, según las normas ambientales vigentes.

Luego de la realización del monitoreo la empresa contratada tendrá un plazo de 90 días para presentar el informe y los resultados del mismo.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental
- Texto Unificado Legislación Ambiental
- Leyes Ambientales

Indicadores verificables de aplicación:

- Resultados de Monitoreos y Ensayos.

Resultados esperados:

- Disminuir la contaminación sonora y el impacto en la calidad de vida de los trabajadores.
- Etapa de ejecución de la actividad: Fase de operación
- Responsable de la ejecución: SENAGUA

Costo de la Actividad:

U. S. \$ 130,00 por punto de muestreo de calidad del aire x 3 puntos x (cada 6 meses)

U. S. \$ 30,00 por punto de muestreo de ruidos x 3 puntos x (cada 6 meses)

U.S. \$ 200.00 por cada muestra de suelos x 1 punto x (cada 2 años)

U.S \$ 300.00 personal técnico (cada 6 meses)

U.S. \$ 400.00 biólogo (cada 6 meses)

Costo total de la Actividad:

Central Hidroeléctrica

- Calidad del aire: $130 \times 3 \times 2 = 780$ \$
- Ruidos: $30 \times 3 \times 2 = 180$ \$
- Suelos: $500 \times 1 \times 0.5 = 250$ \$

Personal

- Personal Técnico: $300 \times 2 = 600$ \$
- Biólogo: $400 \times 2 = 800$ \$

Total: U. S. \$ 2.610,00 por año (Dos mil seiscientos diez 00/100 Dólares)

ACTIVIDAD N° 3: Monitoreo físico-químico y biológico de los cuerpos de agua

Procedimiento:

El plan de monitoreo, control y seguimiento ambiental, permitirá evaluar la eficacia y validez de las medidas ambientales propuestas en el presente estudio de impacto ambiental.

Este seguimiento y control en los cuerpos de agua determinará las condiciones de la calidad del agua que aseguren el caudal ecológico y el régimen del caudales ecológicos de los mismos, tal y como establece el Numeral 4.4.3.6 del ANEXO 1B Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua de Centrales Hidroeléctricas, del TULAS.

Impactos Ambientales:

En el presente plan de monitoreo se controlarán los impactos en la calidad del agua, y especialmente los parámetros físico-químicos y biológicos que determinan el caudal ecológico.

Objetivos del Plan:

Evaluar el caudal ecológico a lo largo de la vida útil de la central hidroeléctrica para asegurar el mantenimiento de las condiciones de la calidad del agua, de los ecosistemas y para asegurar los usos consuntivos y no consuntivos aguas abajo, en el área de influencia de la central.

Indicadores Ambientales y frecuencias de los muestreos:

Se tomarán como indicadores del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, cada 6 meses, los parámetros medibles siguientes: características físico-químicas, características biológicas y microbiológicas del agua: plancton, clorofila A, organismos bentónicos, ictiofauna, hábitat acuático, coliformes fecales.

- Determinación de sitios de Muestreo

Para realizar los monitoreos de la calidad del agua, se deberán considerar principalmente los puntos a mencionar:

- Río Arenillas.

Métodos de Recolección y almacenamiento de Datos

Los datos serán recolectados y procesados por la compañía contratada para la auditoría, y deberán ser presentados en la Dirección de Medio Ambiente junto con el informe respectivo, para la aprobación. El informe deberá contener medidas ambientales para mitigar los posibles problemas encontrados y dará recomendaciones sobre el Plan de Manejo Ambiental que esté vigente en el momento de los monitoreos y ensayos.

Métodos de Análisis

La metodología aplicada en el programa de monitoreo a ser ejecutado en los cuerpos de agua deberá ser aprobado por la Entidad Ambiental de Control o la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable por la emisión de la licencia ambiental.

Cronograma de Ejecución de Actividades

Los datos serán recolectados y procesados cada seis meses a partir del primer semestre de funcionamiento, según las normas ambientales vigentes.

Luego de la realización del monitoreo la empresa contratada tendrá un plazo de 90 días para presentar el informe y los resultados del mismo.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental
- Texto Unificado Legislación Ambiental
- ANEXO 1B Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua de Centrales Hidroeléctricas
- Leyes Ambientales

Indicadores verificables de aplicación:

- Resultados de Monitoreos y Ensayos.

Resultados esperados:

- Asegurar el mantenimiento de la calidad del agua y el régimen del caudal ecológico
- Etapa de ejecución de la actividad: Fase de operación
- Responsable de la ejecución: SENAGUA

Costo de la Actividad:

U.S. \$ 200.00 por cada muestra de agua x 2 puntos x (cada 6 meses)

U.S \$ 300.00 personal técnico (cada 6 meses) INCLUIDO EN LA ACTIVIDAD N° 2

U.S. \$ 400.00 biólogo (cada 6 meses) INCLUIDO EN LA ACTIVIDAD N° 2

Costo total de la Actividad:

Central Hidroeléctrica

- Agua: $200 \times 2 \times 2 = 800$ \$

Personal

INCLUIDO EN LA ACTIVIDAD N° 2

Total: U.S. \$ 800,00 por año (Ochocientos 00/100 Dólares)

MEDIDA N° 13 - CUMPLIMIENTOS DE LAS ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

OBJETIVO:

- Verificar el cumplimiento de las especificaciones de construcción.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

- Salud
- Seguridad Pública y Laboral.

ACTIVIDAD N° 1: Verificación periódica de Especificaciones Ambientales de Construcción.

Procedimiento:

La Contratante, directamente o a través de la Fiscalización, deberá contar una persona para hacer cumplir especificaciones ambientales y de seguridad.

El personal encargado de esta actividad, deberá tener y demostrar conocimiento y capacidad para la aplicación de las medidas de seguridad vigente en nuestra legislación, referente a: señalizaciones y símbolos de seguridad, manejo de equipos camineros, manejo de equipos de construcción, uso de equipos de protección y seguridad personal y labores de construcción en general.

Perfil del encargado para seguimiento ambiental:

- Especialista ambiental, con título de tercer nivel en Ingeniería Ambiental, Civil o afines.
- Experiencia en trabajos similares mínimo 2 años
- Habilidad de Mando y Autoridad.
- Responsable y Honesto.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental
- Texto Unificado Legislación Ambiental
- Leyes Ambientales
- Especificaciones de Construcción
- Manual de Seguridad Laboral
- Codicio de Trabajo

Indicadores verificables de aplicación:

- Resultados de Encuestas y Observaciones.
- Informe ambiental.

Resultados esperados:

- Cumplir las especificaciones ambientales laborales.

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la Actividad:

- Incluida dentro de los gastos de la Fiscalización.

ACTIVIDAD N° 2: Informes Mensuales Ambientales

Procedimiento:

La Fiscalización deberá elaborar un informe mensual del cumplimiento de las medidas ambientales, este informe será entregado al Contratante de la obra. El formato a seguir para el cumplimiento de esta medida se encuentra en los anexos del presente estudio de impacto ambiental. El informe deberá contener por lo menos:

1. Introducción.
2. Descripción general del proyecto
3. Avance financiero de la obra
4. Actividades realizadas por la fiscalización
5. Actividades realizadas por la contratista
6. Verificaciones ambientales realizadas
7. Rubros ambientales de contrato
8. Observaciones ambientales de contrato
9. Matriz de impactos ambientales y medidas efectivamente aplicadas de la dirección de medio ambiente
10. Matriz ambiental
11. Personal técnico, personal auxiliar y administrativo asignado por la fiscalización a la obra.
12. Conclusiones y recomendaciones
13. Responsable de la elaboración del presente informe Anexos

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental
- Especificaciones de Construcción
- Formato de Elaboración del Informe

Indicadores verificables de aplicación:

Entrega del oficio a la persona encargada de su recepción dentro de los 10 días siguientes al cumplimiento de cada período de 1 mes.

Resultados esperados:

Verificar el Cumplimiento de las especificaciones ambientales del presente estudio ambiental.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Fiscalización

Costo de la Actividad:

Incluido dentro de los costos del presupuesto de la fiscalización.

MEDIDA N° 14 - AUTORIAS AMBIENTALES INTERNAS

OBJETIVO:

Dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 60 y 61 del Reglamento a la Ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental del Texto Unificado de la legislación secundaria del Ministerio del Ambiente.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

Contaminación del suelo, aire y agua.

ACTIVIDAD N° 1: Realizar Auditorías Ambientales Internas.

Procedimiento:

La Auditoría Ambiental Interna será realizada por los concesionarios y titulares de permisos o licencias, de acuerdo al Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, y se hará por lo menos una vez al año. Los resultados de las AAI serán comunicadas al CONELEC, dentro de los 30 días calendario después de concluida la AAI.

Un año después de entrar en operación la Central Hidroeléctrica, el dueño del Proyecto deberá realizar una Auditoría Ambiental de Cumplimiento con su Plan de Manejo Ambiental y con las normativas ambientales vigentes. La Auditoría Ambiental de cumplimiento incluirá la descripción de nuevas actividades de la organización cuando las hubiese y la actualización del Plan de Manejo Ambiental, de ser el caso.

En lo posterior, el dueño del Proyecto, deberá presentar los informes de las Auditorías ambientales de cumplimiento con el Plan de Manejo Ambiental y con las normativas ambientales vigentes al menos cada dos años, contados a partir de la aprobación de la primera auditoría ambiental. Estas auditorías son requisito para la obtención y renovación del permiso de descarga, emisiones y vertidos.

Documentos de referencia:

Informes de las Auditorías Ambientales realizados.

Indicadores verificables de aplicación:

Areas reforestadas

Resultados esperados:

- Recuperación del Paisaje.
- Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

Etapas de ejecución de la actividad: Operación

Responsable de la ejecución: Empresa responsable de la generación eléctrica y titulares de permisos o licencias.

Costo de la Actividad:

Costo por Auditoría: 1.800 \$

Costo total de la Actividad:

Costo Global: 1.800 \$ el primer año / 1.800 \$ cada 2 años

8.2.7. Plan de capacitación técnica

MEDIDA Nº 15 - CAPACITACIÓN TÉCNICA

OBJETIVO:

- Capacitar al personal de obra.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

- Salud y Seguridad Laboral.

ACTIVIDAD N°. 1: Información y educación ambiental

Procedimiento:

El Plan de Capacitación Técnica para el Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, está compuesto por charlas que se dictarán tanto durante el proceso constructivo, como en la etapa de cierre de la obra. Esto involucra a maestros de obra relacionados con el proyecto y a las personas que dispondrán del establecimiento, una vez terminada la obra.

Los procesos de información continua permitirán mantener lazos de interacción permanente con los diferentes agentes y grupos existentes en estas áreas; para de esta manera realizar una Gestión Ambiental y Social transparente con una amplia aceptación social.

Las charlas serán dictadas a los maestros de obra por un especialista de riesgos del trabajo o por una persona que designe el contratante. Los instructores a su vez deberán preparar su material tomando como base las medidas ambientales y las especificaciones ambientales de construcción, higiene y seguridad.

Retomando el programa referente a charlas que se dictarán a obreros tenemos que se realizarán convocatorias una vez por semana; estas se llevarán a cabo al inicio de la obra y con ello se irá controlando, que los trabajadores empleen cada uno de los componentes del folleto que se les entregará durante la reunión. En dicho folleto se mencionarán puntos clave seguir, como:

- Uso correcto de las baterías sanitarias, evitando ocupar espacios no destinados para las acciones biológicas de la persona. El mantenimiento de las baterías sanitarias, es de higiene periódica de las mismas, así se evitara la generación de olores no deseados.
- No arrojar basura y demás desechos producidos a las calles y zonas relativas al área de construcción.
- Disposición de la basura en lugares correctos, tales como cestos o tachos ya que todos somos responsables de los riesgos que circundan a nuestro medio natural y entorno, es que se desea poner en práctica las acciones antes mencionadas.

Una vez ya concluido el proyecto se quiere también que la parte administrativa del ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL local se encargue de propagar el plan de educación ambiental, siendo sus componentes:

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

- Dictar charlas a los empleados del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, para que de esta manera se informen de las medidas correctas para el mantenimiento higiénico del mismo.
- Controlar que se cumplan las normas de higiene que se impondrán durante las charlas.
- Disponer la basura en un lugar destinado exclusivamente para ella, tales como cestos y sitios de acoplo temporal, se procurará que los cestos estén clasificados según el tipo de basura que se arroja.
- Colocar la materia orgánica y demás desperdicios, ya sea en tanques destinados a retener los lixiviados y la basura.
- Enseñar a los usuarios del Terminal, a mantener en buen estado las áreas comunes de esta, no arrojando basura.
- Colocar letreros con mensajes e imágenes que promuevan el significado de aseo, estas pueden ser de tipo prohibitivas o informativas.

Los puntos anteriores, serán controlados y cumplidos a lo largo del desarrollo del proyecto.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental
- Texto Unificado Legislación Ambiental
- Leyes Ambientales
- Especificaciones de Construcción
- Manual de Seguridad Laboral
- Código de trabajo

Indicadores verificables de aplicación:

- Resultados de Encuestas y Observaciones.
- Ausencia de accidentes en el trabajo.

Resultados esperados:

Cumplir las especificaciones ambientales laborales.

Etapa de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la Actividad:

- U. S. \$ 400,00 (Cuatrocientos 00/100 dólares).

8.2.8. Plan de salud y seguridad industrial

MEDIDA N° 16 - SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

OBJETIVO:

Proveer al personal de las herramientas y conocimientos adecuados para realizar correctamente su trabajo y brindar al trabajador un ambiente seguro para realizar sus labores.

Minimizar los riesgos para la salud del personal involucrado con el proyecto. Reducir el riesgo de incidentes y accidentes que puedan derivar en afectaciones para la salud del personal relacionado con el proyecto además de impactos socioambientales.

Concienciar al personal respecto al cumplimiento correcto de las medidas de seguridad aquí definidas.

Adoptar normas de seguridad e higiene industrial que tienen como objetivo precautelar y conservar el bienestar de los diferentes trabajadores que formaran parte de la ejecución. Las normas de seguridad se ocupan de los efectos agudos de los riesgos, en tanto que la salud trata sus efectos crónicos. Un efecto agudo es una reacción repentina a un estado grave; un efecto crónico es un deterioro a largo plazo, debido a una prolongada exposición a una situación adversa más benigna.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS ENFRENTADOS

Salud - Seguridad Pública y Laboral.

ACTIVIDAD N° 1: Seguridad e Higiene Industrial en el Trabajo.

Procedimiento:

La seguridad industrial y la salud laboral es una responsabilidad compartida entre el empleado (o contratista), los supervisores a todo nivel y los empleados individuales.

Generalidades.- Este plan se ha creado, con el objeto de proteger a los empleados del Proyecto Hidroeléctrico Tahuín, contratistas y subcontratistas, así como a los pobladores de su área de influencia.

Las políticas de salud y seguridad se aplicarán en todas las actividades realizadas durante las labores de construcción y operación del proyecto, de tal manera que los trabajos se realicen evitando riesgos de accidentes e incidentes y si los hay, sean comunicados para su evaluación y posterior adopción de medidas correctivas para evitarlos en el futuro.

El personal será capacitado en aspectos de salud y seguridad Industrial, acorde con las actividades que realiza y se dotará de los implementos de trabajo para evitar riesgos que puedan afectar a la salud e integridad del empleado.

Estas políticas se extenderán obligatoriamente a todas las compañías prestatarias de servicios, haciéndolas responsables de proteger la salud y seguridad de todos sus empleados y trabajadores.

COMPROMISOS POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN

Para que la compañía alcance su objetivo de proteger la salud y la seguridad de los trabajadores comunicará su política a todos sus empleados y trabajadores y la utilizará como base para su programa de salud y seguridad.

La política establece el deseo de lograr un lugar de trabajo libre de accidentes mediante el cumplimiento de todos los requerimientos reglamentarios, comunicando los potenciales peligros a sus empleados y a otras partes interesadas, y suministrando entrenamiento y equipos de protección apropiados.

La política también define las expectativas de la compañía con respeto a sus empleados y contratistas responsabilizándoles de proteger la salud y seguridad propias y de sus compañeros.

ENTRENAMIENTO Y REUNIONES DE SEGURIDAD

Se asegurará que todos los contratistas y subcontratistas implementen un programa de seguridad global que incluya, entre otros, los siguientes aspectos principales:

- Normas de salud y seguridad ocupacional nacional vigente y aplicable a las actividades del proyecto.
- Políticas y normas ambientales de seguridad de la compañía.
- Responsabilidades de los trabajadores con respecto al uso y cuidado de la ropa de trabajo y equipo de protección personal.
- Peligros específicos del trabajo.
- Precauciones de seguridad.
- Responsabilidades del trabajo.

Los contratistas y el personal de seguridad industrial elaborarán un cronograma para realizar reuniones periódicas en donde se verificará el cumplimiento de los procedimientos ambientales y de la seguridad operativa. Para tener una evidencia de dicha evaluación se levantará un acta de asistencia que registre también las conclusiones y resoluciones de la reunión realizada. El cronograma con la periodicidad de reuniones está a discreción del personal de seguridad quienes, luego de la evaluación del avance del trabajo determinarán las fechas para las reuniones.

CONDICIONES DE PROTECCIÓN A LA SALUD

Conforme el plan de contingencias es importante la evaluación de los riesgos existentes en el área del proyecto, así como de su área de influencia. La medición de riesgo debe realizarse en función de la información recopilada y tomando en cuenta el número y gravedad de las lesiones sufridas en el pasado por riesgos relacionados.

La base para el reconocimiento del riesgo se fundamenta en el conocimiento de las fuentes de exposición y factores nocivos que intensifican su nivel de afectación cuando se mezclan con determinadas tareas.

Los factores fundamentales del entorno de trabajo que son causa directa de accidentes o enfermedades son:

Alcoholismo y Drogadicción.

Los gerentes de seguridad e higiene deberán asumir una posición activa y confiada para controlar los efectos del alcoholismo y la drogadicción en el trabajo, ya que el abuso de drogas y alcohol ha demostrado ser un problema mucho mayor de lo que se pensaba. Los trabajadores serán escogidos al azar para que se les realice pruebas de drogas o alcohol. Se sugiere que dichas pruebas se hagan antes del contrato, periódicas, por causa razonable y después de accidentes.

Fuentes de exposición.- Las fuentes de exposición pueden vincularse a enfermedades por la exposición de uno o varios agentes durante un período de tiempo breve o prolongado. La intensidad, tiempo, duración, son variables que determinan el grado de afectación. Algunas de estas fuentes son:

- Exposiciones químicas disolventes (compuestos para limpiar o desengrasar)
- Exposiciones físicas (ruido, radiación, calor, frío, iluminación inapropiada, trabajos en alturas o en profundidad, etc.)
- Exposiciones fisiológicas (cargas pesadas, mala postura de trabajo)

- Exposiciones biológicas (virus, bacterias, sangre)
- Exposiciones psicológicas (Trabajo en aislamiento, amenazas de violencia, horarios variables, etc.).

Factores nocivos y accidentes de trabajo.- Un factor nocivo está relacionado con el accidente de trabajo, puesto que en este entorno es en el que se producen los daños y se expone a los trabajadores. Algunos de estos factores que se puede encontrar en la fase de construcción y operación son:

- Operaciones de corte, con objetos como cuchillos, sierras o herramientas con filo.
- Operaciones de prensar y comprimir con prensas y herramientas de fijación.
- Caída de objetos que pueden causar golpes al trabajador.
- Calor, frío, electricidad, ruido, luz, radiación y vibraciones.
- Sustancias tóxicas y corrosivas.
- Traslado de carga excesiva.
- Estrés mental y psicológico por amenazas o problemas laborales o familiares.

Una vez identificadas las posibles fuentes es importante tomar las medidas que eviten que el accidente se presente, brindado el equipo adecuado al trabajador, mejorando su entorno de trabajo, eliminando los objetos que pudieren ocasionar accidentes, etc. Para ello se debe tomaren cuenta las siguientes recomendaciones:

Todo el personal de campo participará de una inducción completa referida a la salud y seguridad, coordinada por el SENAGUA o contratista. En las reuniones de capacitación se revisarán las políticas y reglas en materia de salud y seguridad en términos generales y específicos para cada trabajo.

Los trabajadores y supervisores deben estar informados y ser conscientes de los riesgos y peligros del área.

El entorno de trabajo ha de ser seguro mediante el uso de equipos de protección individual.

Se deberá proveer por lo menos de tres comidas calientes diarias para todos los trabajadores.

De igual manera se deberá proveer agua potable en raciones adecuadas, el cumplimiento de este punto deberá ser controlado por SENAGUA y la fiscalización.

Los lugares asignados para el alojamiento del personal y los comedores deberán ser lo suficientemente amplios como, para que se pueda permanecer cómodamente; los pisos

deberán permitir su limpieza fácilmente. Los lugares destinados a dormir, sean construidos o contratados, deberán contar con protección contra los insectos y suficiente aireación.

El equipo y la maquinaria deben funcionar de manera segura conforme al uso que se asigne.

Los contratistas serán responsables del bienestar médico de sus empleados de planta y contratados. En tal virtud, organizarán chequeos médicos anuales, asistencia médica, tratamiento u hospitalización cuando sea necesaria y evacuación de emergencia cuando los casos lo ameriten.

SENAGUA y sus contratistas suministrarán a sus empleados medidas profilácticas y vacunas contra enfermedades según sean necesarias y requieran las condiciones del área de trabajo.

SENAGUA y sus contratistas dispondrán de supervisores de seguridad y ambiente que serán responsables de garantizar que el trabajo se cumpla de conformidad con todas las reglas, regulaciones y buenas prácticas de trabajo aplicables de seguridad.

El personal médico de la contratista está en la obligación de intervenir en los simulacros que se realicen lo cual ayudará al personal médico a tener una visión clara de la logística indispensable y necesaria para estos tipos de emergencias, así como a optimizar los tiempos de respuesta médica.

CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

Las actividades durante la etapa constructiva y operativa deben ser conducidas de acuerdo a las normas nacionales y de la Compañía, que regulan los aspectos relativos a la seguridad en el trabajo. Algunas consideraciones que deben establecerse, sin limitarse a las recomendadas, son:

El tránsito en las vías existentes o a construirse en el área del proyecto se regirá a lo establecido a la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre, el conductor y acompañantes utilizarán durante el movimiento del vehículo, el cinturón de seguridad, se respetaran los caminos habilitados y las señales de seguridad y tránsito existentes o aquellas a implementarse en la vía de acceso a construirse, no obstante en aquellos lugares donde la señalización faltará, se deberá transitar conforme el sentido común con todas las precauciones del caso para los pasajeros y la carga que se transporta.

En caso de vehículos provistos de baldes se prohíbe el transporte de carga y pasajeros conjuntamente.

En el área de trabajo se identificará zonas de parqueo donde los vehículos deberán estacionarse en reversa, y respetando los espacios de parqueo, permitiendo una rápida evacuación en casos emergentes.

Es importante dictar un curso sobre manejo defensivo a aquellas personas encargadas de los vehículos.

Se procederá con el chequeo médico de conductores de vehículos livianos y pesados, a fin de garantizar que los mismos están capacitados física y mentalmente para la actividad que realizan.

Como medida de precaución los vehículos deberán contar con el equipo de emergencias completo, extintor, caja de herramientas, botiquín y triángulos de seguridad. Los vehículos deben estar en perfecto estado para circular.

Protección personal y primeros auxilios

Protección para los oídos

La contratista debe tomar las medidas necesarias establecidas en el plan de manejo ambiental para disminuir el ruido en la obra. Adicionalmente, los grupos de trabajo deben recurrir a equipo de protección personal para aislar al trabajador de la exposición.

El factor más importante en la selección del protector de oídos es su capacidad de reducir el nivel de decibeles de exposición. Existen varios equipos de protección auditiva que pueden ser considerados.

- a) Lana Sueca: Similar en tacto al algodón, la lana sueca es una fibra mineral que tiene valores de atenuación mucho mejores que el algodón. La lana sueca tiene cierta eficacia sola, pero es mucho más eficaz cuando esta impregnada de cera para lograr un mejor sellado. Un problema es que se puede desgarrar al extraerla. Para resolver, a veces viene en un pequeño envoltorio de plástico que se inserta con la lana. La lana sueca puede considerarse solo como moderadamente reutilizable, lo que dependerá de la higiene personal, la cantidad de cerilla y las preferencias del trabajador.
- b) Tapones para los oídos: El tipo de protección más popular son los económicos tapones de hule, plástico o espuma. Los tapones son prácticos en el sentido de que son de fácil limpieza y reutilizables. Los trabajadores los prefieren porque no son tan visibles como las orejeras u otros dispositivos de uso externo. Pero en estas ventajas hay un gran inconveniente: los trabajadores serán más negligentes respecto a su uso puesto que el supervisor no se da cuenta de inmediato si los están utilizando. La atenuación del ruido

con tapones bien ajustados es bastante buena, y se ubican entre la lana sueca y las más eficaces orejeras acústicas.

- c) Cubre oídos moldeados: Algunos protectores del oído se afirman en la parte externa de la oreja mediante un molde que se ajusta al oído externo y un pequeño tapón de oído. Dado que la forma del oído humano varía tanto, el ajuste es un problema.
- d) Orejeras acústicas: Las orejeras son más grandes, más costosas y más notorias que la lana sueca, los tapones y los cubre oídos, pero tienen propiedades de atenuación considerablemente mejores. La capacidad de atenuación depende del diseño, que en las orejeras es más variable.
- e) Cascos: Cascos también pueden ser considerados como protección personal para el ruido. Los cascos son capaces no solo de sellar el oído, sino también de proteger la estructura ósea del cráneo de las vibraciones sonoras, que pueden transmitirse al oído.

Protección de ojos y rostro

Dependiendo del tipo de trabajo que se este realizando, será indispensable el uso de lentes de seguridad por parte del empleado. Preferentemente se deberán utilizar lentes de seguridad cuando se trabaje operando maquinas que produzcan partículas y chispas como las fresadoras, taladros y tornos.

Protección respiratoria

La protección respiratoria es muy importante contra los contaminantes en suspensión en el aire. Por esa razón es importante que exista la implantación de un programa bien planeado que incluya una selección adecuada de respiradores, pruebas de ajuste, mantenimiento periódico y capacitación de los empleados.

Como protección respiradora se puede utilizar la mascara de polvo, la cual esta destinada solo a las partículas (sólidos suspendidos), la mascara de polvo no esta aprobada para la mayor parte de los riesgos de pintura y soldadura, aunque a menudo se utiliza inadecuadamente en estas situaciones. Es importante tomar en cuenta que la mascara de polvo tiene fugas de aproximadamente 20 por ciento, lo cual se convierte en una limitación para este dispositivo.

El cuarto de mascara no tiene protección para la barbilla, pero es mejor que la mascara de polvo y esta aprobada solo para los polvos no mas tóxicos que el plomo.

La media mascara se ajusta por debajo de la barbilla y hasta el puente de la nariz. Esta mascara debe tener cuatro puntos de suspensión, dos a cada lado de la mascara, conectados con hules o elásticos alrededor de la cabeza.

La máscara completa es aquella en la cual la cámara del filtro se ajusta directamente en el área de la barbilla. Tiene cartuchos dobles o bien pequeños sencillos los cuales contienen absorbentes granulares que filtran el aire por absorción, absorción reacción química.

La máscara de gas está diseñada para cartuchos de filtro demasiado grandes o pesados para colgarlos directamente de la barbilla. El cartucho está suspendido de su propio arnés y por lo común está conectado a la máscara facial mediante un tubo de respiración corrugado y flexible.

Manejo y Almacenamiento de Materiales

El almacenamiento de materiales deberá hacerse de manera tal que no se interfiera con el funcionamiento adecuado de los trabajos que se estén realizando en el proyecto. Deben dejarse pasillos de tránsito libres de obstáculos y lo suficientemente amplios ya sea para el tránsito de operación a pie si van a operar montacargas, carretillas o cualquier otro transporte mecánico.

Los materiales que vayan a almacenarse deben ser de una misma clase y no entremezclarse. Tampoco deben colocarse junto a materiales sólidos, elementos de fácil combustión o inflamables. Así por ejemplo, junto a una pila de rollos de papel no se deberán almacenar tambores de diluyentes. El apilado y desapilado debe hacerse tomando las medidas de seguridad apropiadas.

Debe prestarse especial atención a la estabilidad de las rúms, para lo cual las estibas deben hacerse sobre bases de apoyo sólidas, que no tengan riesgo de deformaciones, debiendo someterse a controles de peso y pruebas de resistencia a fin de evitar la sobrecarga del piso sobre el cual se apoyan.

Los materiales no tienen que ser estibados a alturas tales que puedan ser causa de inestabilidad o caída de la pila. Cuando las rúms tengan alturas superiores a 1.50 metros deben proporcionarse medios de acceso seguros. Se aconseja el empleo de cintas transportadoras y medios mecánicos cuando se rebasen los 2.50 metros.

Cuando se apilen sacos y sobre todo si no existiesen paredes que puedan sujetarse las estibas, se recomienda que las bocas orientadas hacia adentro y las primeras cuatro de los extremos de cada pila se coloquen en forma de cruz. Estas estibas se las hace en forma de pirámide, o sea que por ejemplo de cada cinco sacos de altura, una fila debe desplazarse hacia adentro.

Si se estiban cajas, envases o cartones, las pilas deben ser aseguradas transversalmente con la ayuda de los elementos adecuados.

Los materiales embalados no deben apilarse tan altos que puedan ocasionar la rotura de las inferiores. En estos casos deben tomarse además medidas contra la humedad. Los maderos, los tubos, troncos y en general los objetos de forma cilíndrica o de escuadra y alargada, deben apilarse en filas horizontales, sobre repisas de manera tal que no constituyan un peligro al ser utilizadas evitando salientes en los pasillos y nunca en sentido vertical u oblicuo.

Cuando no se disponga de repisas, las barras y tubos deben ser apilados en carnadas que descansen sobre listones de madera provistos de bloques de retención o cuñas apropiadas en sus extremos o barras metálicas con los extremos doblados hacia arriba.

Los barriles y tambores vacíos o tubos de gran tamaño, rollos, etc. deberán apilarse sobre sus costados en rumas simétricas y estables con las unidades de base bloqueadas firmemente. Si los barriles, tambores o rollos se estiban sobre sus extremos, las pilas deben ser de baja altura y contar con tablas de separación entre cada fila.

Cuando el apilado y desapilado tenga que hacerse utilizando montacargas de cuchilla, el almacenamiento deberá efectuarse sobre plataformas ranuradas que permitan la introducción y levantamiento seguro de la carga.

Los materiales almacenados en la bodega deberán tener rótulos de identificación o carteles que indiquen la clase de materiales almacenados, esto es importante para prevenir su manipulación y conocer la clase y niveles de riesgo que puedan presentar.

Los bodegueros y supervisores de transportación, carga y descarga, tendrán que ser personas perfectamente capacitadas en todos los aspectos relativos a esta parte importante de la Seguridad e Higiene Industrial.

La eliminación de desperdicios requerirá de vigilancia durante toda la fase de construcción. Se deberán hacer toboganes cubiertos para deshacerse de materiales desde altura superiores a seis metros. Además ciertos materiales de desecho, como el asbesto, requerirán de una protección especial.

Según las normas del Reglamento Ecuatoriano de Seguridad en el trabajo, el peso máximo de la carga que puede soportar un trabajador son los siguientes de acuerdo a su edad:

Varones hasta 16 años	35 libras
Mujeres hasta 18 años	20 libras
Varones de 16 hasta 18 años	50 libras
Mujeres de 18 a 21 años	25 libras
Mujeres de 21 años o más	50 libras

Varones de más de 18 años hasta 175 libras.

Es responsabilidad de los supervisores no permitir y peor exigir, que un trabajador transporte un peso que pueda comprometer su salud o seguridad.

Protección contra Incendio

El mayor problema respecto a la prevención de incendios durante la construcción es el manejo de líquidos inflamables. Para los ordinarios, como la gasolina, las cantidades transportadas no deben ser mayores a 3.78 litros, a menos que se utilicen latas metálicas de seguridad aprobadas. Las latas metálicas de seguridad aprobadas deben utilizarse para cantidades de hasta 3.78 litros, a menos que el líquido inflamable se utilice directamente desde su contenedor original. Los contenedores deben mantenerse lejos de escaleras y de salidas a pasillos.

Herramientas de Trabajo

Las cabezas en forma de hongo en cinceles, cunas y otras herramientas de impacto son poco seguras. El riesgo es que una esquilarla de metal se desprenda y cause una lesión grave al ojo, incluso la pérdida total de la vista. Los mangos defectuosos de las herramientas también pueden constituir un peligro. Las herramientas neumáticas como taladros, engrapadoras o clavadoras deben estar aseguradas a la manguera mediante algún medio, a fin de impedir una desconexión accidental. Las mangueras mayores a 1.3 m centímetros de diámetro interior necesitarán un dispositivo reductor de presión para impedir una acción de látigo en caso de fallas.

Soldadura

La soldadura es el método de ensamblaje de piezas más utilizado en una construcción. Al momento de realizar el trabajo, el operario deberá utilizar guantes y ropa ajustada en cuello y mangas para impedir quemaduras por partículas incandescentes. Deben evitarse asimismo, los dobleces o pliegos en la ropa. El soplete utilizado en la soldadura tiene que ser mantenido adecuadamente para prevenir un gran número de accidentes. Para ello es necesario:

- Utilizar la boquilla apropiada para cada tipo de trabajo
- Tener las válvulas de oxígeno y acetileno perfectamente identificadas
- No conectar un soplete a las mangueras sin válvulas antirretroceso de la llama.
- Verificar que no existen fugas en las tuercas de conexión.
- Disponer de un soporte adecuado para colocar el soplete cuando se encuentre encendido.

Las mangueras de color rojo para el acetileno y de color verde para el oxígeno deberán inspeccionarse periódicamente para detener posibles fugas. El tendido de las mangueras será preferiblemente aéreo para evitar el arrastre por el suelo y el contacto con aceites o combustibles líquidos. Los reguladores de presión deben ser los específicos para cada gas. Por consiguiente, no se deben cambiar ni forzar. Las grasas y aceites se inflaman espontáneamente en presencia de oxígeno puro, por lo que no se deben engrasar las roscas o conexiones. Si se producen fugas o incendios, deberá tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

Fugas:

- a. Aproximarse a la fuga en la dirección del viento, verificando que dicha fuga no se ha encendido.
- b. Cerrar la válvula, si es posible.
- c. Trasladar a un lugar abierto la botella, impidiendo el paso a personas y vehículos.
- d. Prohibir terminantemente fumar.
- e. Impedir el uso de focos de ignición.
- f. Controlar la botella hasta su vaciado total.

Incendios:

- 1) No mover la botella
- 2) Cerrar la válvula rápidamente
- 3) Si no pueden cerrar las válvulas, refrigerar la botella con abundante agua.
- 4) Desde un lugar resguardado, extinguir el incendio o controlar hasta la completa consumación de gas.
- 5) Seguir refrigerando las botellas hasta que estén totalmente frías.

Escaleras hechas en el Trabajo

Para la fabricación de escaleras en la obra, se deberá tomar en consideración el número de personas que van a aprovecharlas y si se prevé tránsito simultáneo en dos direcciones. Si la escalera es el único medio de acceso o salida de un área de trabajo para 25 o más personas, la escalera con barrotes dobles es obligatoria, a menos que se provea de dos escaleras.

Los barrotes de las escaleras deben ser insertados en los rieles laterales y apuntalados con bloques de relleno.

Escalera con barrotes dobles

Escalera con barrotes insertos en apuntalados con bloque de relleno.

REPORTES DE INCIDENTES Y ACCIDENTES

Los contratistas notificarán inmediatamente a SENAGUA de incidentes y/o accidentes producidos durante el desarrollo de actividades. El reporte debe contener todos los detalles adquiridos y las firmas de responsabilidad. Estos informes serán archivados durante un lapso de 5 años.

El contratista manejará formatos para reportes de:

- Fatalidades.
- Heridas o enfermedades ocupacionales.
- Heridas que puedan ser atendidas en el sitio (auxilios médicos).
- Pérdidas o daños a la propiedad (incendio, explosión, derrames menores, accidentes de vehículos).
- Todo incidente.

Las contratistas a través de SENAGUA darán aviso inmediato a las autoridades de Ministerio del Trabajo y Empleo y al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, de los accidentes y enfermedades profesionales ocurridas en sus centros de Trabajo.

Documentos de referencia:

- Plan de Manejo Ambiental
- Texto Unificado Legislación Ambiental
- Leyes Ambientales
- Informes mensuales
- Especificaciones de Construcción
- Manual de Seguridad
- Laboral Código de Trabajo.

Indicadores verificables de aplicación:

- Resultados de Encuestas y Observaciones.
- Ausencia de accidentes en el trabajo.

Resultados esperados:

Cumplir las especificaciones ambientales laborales.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción y operación

Responsable de la ejecución: Constructor y SENAGUA

Costo de la Actividad:

Botiquín de primeros auxilios.

U.S.\$ 200.00 dólares

Equipamiento de enfermería

U.S.\$ 1000.00 dólares

Charlas

U. S. \$ 351,00 x 2 charlas (grupos de 50 obreros)

U. S. \$ 702,00 (Setecientos Dos 00/100 Dólares).

Equipo de protección (cascos, botas, guantes, mascarillas)

U. S. \$ 15.00 cada equipo x 100 equipos (grupos de 50 obreros)

U. S. \$ 1.500.00 (Mil quinientos 00/100 Dólares).

"Costo total de la Actividad:

U.S.\$ 3.402.00 (Tres mil cuatrocientos dos 00/100 dólares)

8.2.9. Plan de Participación Ciudadana

MEDIDA Nº 17.- Plan de Participación Ciudadana

OBJETIVO:

- Promover que la sociedad civil se transforme en un interlocutor activo de la discusión pública y de la toma de decisiones, promoviendo canales de vigilancia de la gestión y servicios públicos.
- Informar adecuadamente a los habitantes del área de influencia sobre el proyecto, sus afectaciones y las medidas ambientales a seguir para contrarrestarlas.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS

- Carencia de información de la comunidad influenciada en el área del proyecto.
- No conformidad de moradores por interferencias del proyecto en los servicios básicos.

ACTIVIDAD Nº 1: Informar sobre el proyecto

Procedimiento:

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

Los mecanismos de participación se ejecutarán mediante reuniones informativas convocadas en Arenillas, en la cuales se informará a la ciudadanía sobre las principales características del proyecto, sus impactos ambientales previsibles y las respectivas medidas de mitigación a fin de aclarar preguntas y dudas sobre el proyecto y recibir observaciones y criterios de la comunidad.

Los mecanismos para la recolección de criterios y observaciones serán el levantamiento de Actas de las reuniones informativas efectuadas, la recepción de formularios en dichas reuniones, el procesamiento de mecanismos de correo tradicional (carta, fax, entre otros) y correos electrónicos, lo que permitirá incluir los criterios y observaciones de la comunidad a fin de establecer categorías de criterios de acuerdo a su origen, tipo de criterio, tratamiento en el Estudio de Impacto o Plan de Manejo Ambiental y forma de incorporación a éstos.

Documentos de referencia:

- EIA y Plan de Manejo Ambiental

Indicadores verificables de aplicación:

- Formularios
- Actas de reuniones.

Resultados esperados:

- Ciudadanía consciente e informada de los beneficios, posibles molestias y soluciones de la obra.

Etapas de ejecución de la actividad: Construcción

Responsable de la ejecución: Constructor

Costo de la actividad:

- U. S. \$ 950,00 (Novecientos cincuenta 00/100 Dólares)

Costo Total de la actividad:

- U. S. \$ 950,00 (Novecientos cincuenta 00/100 Dólares)

8.2.10. Plan de abandono

MEDIDA N° 18 – PLAN DE ABANDONO

OBJETIVO:

Lograr que el área intervenida para la implantación del proyecto, retorne a condiciones similares a las que se encuentran antes del inicio de obras.

POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS

- Pérdida del paisaje.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Procedimiento:

El plan de abandono y entrega del área establece previsiones y medidas para el abandono gradual y planificado de la zona y la recuperación paulatina hasta alcanzar en la medida posible las condiciones previas del área del proyecto y que será aplicado cuando la vida útil del proyecto haya culminado.

GENERALIDADES

La construcción y operación del embalse de Tahuín ha sido concebido para su permanencia, por representar un proyecto beneficioso para el país.

No obstante, se deben desarrollar las acciones que deberán realizarse para restaurar la zona el momento que la operación cese y garantizar que se abandona la actividad dejando el lugar con la menor afectación posible.

MEDIDAS GENERALES

Para el desarrollo del Plan de Abandono y Entrega del Área es necesario considerar los siguientes puntos:

Establecer un cronograma para las actividades de desmantelamiento y retiro de equipos, demolición de superficies duras y estructuras, retiro de escombros, limpieza, reconfiguración y restauración de las áreas ocupadas por el embalse, contando para esto con la asesoría técnica de un equipo multidisciplinario de profesionales que incluirán técnicos civiles,

ambientales, geólogos y forestales. Las actividades serán supervisadas por un Monitor Ambiental.

Se procederá con las siguientes actividades:

- Desmantelar y retirar de las áreas en abandono, todos los equipos y estructuras introducidos en el lugar.
- Demoler todas las estructuras de ladrillo o cemento y retirar los escombros del lugar de acuerdo con el plan de manejo de desechos.
- Todas las depresiones serán rellenadas y la superficie reconstruida al punto que los contornos y el sistema de drenaje sea compatible con las áreas aledañas.
- Todos los suelos en el caso de estar contaminados con combustibles u otras sustancias introducidas por las actividades en el lugar serán remediados.
- Descompactar los suelos y aportar suelo orgánico para promover la revegetación natural del lugar.
- Las áreas abandonadas serán monitoreadas periódicamente por el Monitor Ambiental para evaluar el estado de recuperación e identificar problemas y establecer las medidas necesarias para facilitar su recuperación.
- Todos los desechos de origen doméstico e industrial, luego de su clasificación, serán tratados y dispuestos de acuerdo a lo previsto en el plan de manejo de desechos.
- La geoconformación de áreas intervenidas en donde haya habido un apreciable movimiento de tierras y nivelación del terreno, será una de las prioridades del abandono. La geoconformación implica, restaurar hasta donde sea posible, las formas de los relieves existentes antes de la ejecución del proyecto.
- Disponer escombros, equipos y materiales retirados o demolidos de acuerdo a sus características y estado en el que se encuentren.
- Limpieza en drenajes con el fin de no obstaculizar el flujo natural.
- Los taludes serán estabilizados y revegetados hasta garantizar que estos no serán afectados en el futuro por fenómenos de erosión.
- Retirar todo material de desecho del lugar de acuerdo con el plan de manejo de desechos.
- Relleno y tapado de fosas sépticas, rellenos sanitarios y trampas de grasas.
- Reconformación de zanjas o cubetos utilizados para áreas de combustibles. Retirar todo material de impermeabilización (plástico).
- Se tomarán muestras de agua en el río Arenillas, para definir el estado final de la calidad del agua. Esta campaña se la realizará con la coordinación, con el equipo de monitoreo ambiental.
- Los materiales utilizados para construcción de los campamentos, como madera y afines, deben ser en lo posible reutilizados en los demás frentes de trabajo si esto aplica.
- Esparcimiento del suelo vegetal a fin de facilitar procesos de reforestación futura.
- Empezar el programa de revegetación.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- Plan de Manejo Ambiental
- Texto Unificado Legislación Ambiental
- Otras leyes Ambientales
- Programas de revegetación
- Ensayos de laboratorio de agua

MEDIOS VERIFICABLES:

- Areas reforestadas

MOMENTO DE EJECUCIÓN DE LA MEDIDA:

- Al término del funcionamiento del embalse.

TERRITORIO AFECTADO:

- Embalse de la Represa de Tahuín

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA:

- SENAGUA

COSTOS:

De las utilidades generadas durante la operación del embalse se deberá asignar un porcentaje para la etapa de abandono.

8.3. Presupuesto

8.3.1. Presupuesto del plan de manejo ambiental previo a la etapa de construcción

PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	
MEDIDA N° 16 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	U.S.\$ 950,00
ACTIVIDAD N° 1: Información sobre el proyecto	
TOTAL (dólares)	U.S.\$ 950,00

Tabla 40.- Presupuesto previo a la etapa de construcción

8.3.2. Presupuesto del plan de manejo ambiental en la etapa de construcción

PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES	
MEDIDAS	PRESUPUESTO (dólares)
PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE IMPACTOS	
MEDIDA N° 1 PROGRAMACIÓN ADECUADA DE LA OBRA ACTIVIDAD N° 1: Programar de manera adecuada el desarrollo de la obra. ACTIVIDAD N° 2: Licencias, Permisos y otros trámites	Incluido en la elaboración del proyecto
MEDIDA N° 2 CAMPAMENTO DE OBRA ACTIVIDAD N° 1: Determinar y adecuar un lugar de trabajo y reuniones del personal de la obra ACTIVIDAD N° 2: Determinar y adecuar un lugar de acopio para desechos de construcción	U.S.\$ 810.00
MEDIDA N° 3 SEÑALIZACIÓN ACTIVIDAD N° 1: Instalación de Señales Preventivas y Letreros de Información en Obra.	U.S.\$ 320.00
MEDIDA N° 4 ILUMINACIÓN ACTIVIDAD N°1: Instalación de iluminación en la Obra	U.S.\$ 2.040.00
MEDIDA N° 5 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y VEHÍCULOS DE TRABAJO ACTIVIDAD N° 1: Mantenimiento y Chequeo de automotores en Obra.	Incluido en los costos indirectos de la obra
MEDIDA N° 6 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR MATERIAL PARTICULADO ACTIVIDAD N° 1: Lona sobre volquetes que transportan el material pétreo. ACTIVIDAD N° 2: Humedecimiento del Terreno	U.S.\$ 400.00
MEDIDA N° 7 CONTROL DEL RUIDO ACTIVIDAD N° 1: Culminación de las actividades de obra a las 18 h	Dentro de la planificación de la obra
MEDIDA N° 8 ACCESO RESTRINGIDO ACTIVIDAD N° 1: Culminación de las actividades de obra a las 18 h	Dentro de la planificación de la obra

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS	
MEDIDA N° 9 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS	U.S.\$ 2.327,00
ACTIVIDAD N° 1: Se prohibirá verter material de desalojo al cauce de! río Arenillas.	
ACTIVIDAD N° 2: Baterías Sanitarias Móviles se alquilaran para la construcción del Proyecto.	
ACTIVIDAD N° 3: Tachos metálicos se instalarán con sus respectivas tapas.	

PLAN DE COMPENSACIÓN	
MEDIDA N° 10 REFORESTACIÓN	
ACTIVIDAD N° 1: Plantaciones de árboles	U.S.\$ 657,08

PLAN DE CONTINGENCIA	
MEDIDA N° 11 PLAN DE CONTINGENCIA	U.S.\$ 1.700,00
ACTIVIDAD N° 1: Servicio de primeros auxilios (CONSTRUCCIÓN).	
ACTIVIDAD N° 2: Plan de contingencia (FUNCIONAMIENTO).	

PLAN DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO	
MEDIDA N° 12 PLAN DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO	
ACTIVIDAD N° 1: Verificación periódica en la Construcción.	U.S.\$ 13.530,00
MEDIDA N° 13 CUMPLIMIENTOS DE LAS ESPECIFICACIONES AMBIENTALES	
ACTIVIDAD N° 1: Verificación periódica de Especificaciones Ambientales de Construcción.	Incluido dentro del presupuesto de la fiscalización
ACTIVIDAD N° 2: Informes Mensuales Ambientales	
ACTIVIDAD N° 3: Seguridad e Higiene Industrial en el Trabajo.	

Estudio Proyecto Multipropósito Tahuín

PLAN DE CAPACITACION TECNICA	
MEDIDA N°16 CAPACITACION TECNICA	U.S.\$ 400.00
ACTIVIDAD N° 1: Información y educación ambiental	
PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	
MEDIDA N° 17 SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	U.S.\$ 3.402.000
ACTIVIDAD N° 1: Seguridad e higiene industrial en el trabajo	
TOTAL (dólares)	U.S.\$ 25.586,08

Tabla 41.- Presupuesto durante la etapa de construcción

8.3.3. Presupuesto del plan de manejo ambiental en la etapa de operación

El Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental se ha realizado considerando el primer año de funcionamiento.

MEDIDAS	PRESUPUESTO
PLAN DE CONTINGENCIA	
MEDIDA N° 12 PLAN DE CONTINGENCIA ACTIVIDAD N° 2; Plan de contingencia (FUNCIONAMIENTO).	Incluido en fase de operación
PLAN DE COMPENSACIÓN	
MEDIDA N° 10 REFORESTACIÓN ACTIVIDAD N° 2 Mantenimiento	U.S. \$ 185,04
PLAN DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO	
MEDIDA N° 13 PLAN DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO ACTIVIDAD N° 2: Monitoreo, control y seguimiento en la fase de operación. ACTIVIDAD N° 3: Monitoreo físico-químico y biológico de los cuerpos de agua.	U.S \$ 3.410
MEDIDA N° 14 AUDITORIAS AMBIENTALES INTERNAS ACTIVIDAD N° 1: Realizar Auditorias Ambientales Internas.	U.S.\$ 1.800
TOTAL (dólares)	U.S.\$ 5.395,04

Tabla 42.- Presupuesto durante la etapa de funcionamiento

8.4. Cronograma

CRONOGRAMA DE FASE DE CONSTRUCCIÓN

MEDIDA AMBIENTAL	TIEMPO (MESES)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	
Plan de Prevención y Control de Impactos																		
Programación Obra																		
Campamento Obra																		
Señalización																		
Iluminación																		
Mantenimiento																		
Control contaminación																		
Plan de Mitigación																		
Control de ruido																		
Acceso restringido																		
Plan de Manejo de Desechos Sólidos																		
Manejo de desechos																		
Plan de Contingencia																		
Primeros Auxilios																		
Plan de Monitoreo, Control y Seguimiento																		
Plan de Monitoreo																		
Cumplimiento de especificaciones ambientales																		
Plan de Capacitación Técnica																		
Capacitación técnica																		
Plan de Salud y Seguridad Industrial																		
Salud y Seguridad																		

CRONOGRAMA DE FASE DE OPERACIÓN

MEDIDA AMBIENTAL	TIEMPO (AÑOS)																
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
Plan de Compensación																	
Reforestación																	
Plan de Contingencia																	
Primeros Auxilios																	
Plan de Monitoreo, Control y Seguimiento																	
Plan de Monitoreo																	
Cumplimiento especificaciones ambientales																	
Auditorías ambientales internas																	
Plan de Abandono																	
Plan de abandono																	

9. Conclusiones y recomendaciones

Se puede concluir que tras la fase de valoración de los impactos, y teniendo en cuenta el significado de cada uno de los identificados, la incidencia ambiental del Proyecto es en conjunto, baja.

Esta valoración se sustenta básicamente en las condiciones previas a la realización del Proyecto; así, la construcción del proyecto Hidroeléctrico Tahuín, mejorará la calidad de vida de sus habitantes, y por ende el desarrollo de estos cantones.

Estas consideraciones previas no deben restarle importancia a la observancia de todas las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, ya que, de esta forma, se conseguirá la optimización de los impactos positivos y la disminución al mínimo imprescindible de los negativos, alcanzándose un alto grado de adecuación ambiental.

Toda actividad humana conlleva a producir impactos sobre el medio natural, estos inconvenientes son compensados por los beneficios sociales y económicos que traerá la obra.

La construcción de la Central Hidroeléctrica no debe, de ninguna manera, contribuir, a proseguir la degradación ambiental, sino a canalizar esfuerzos, comprometiendo recursos técnicos, humanos y económicos para propender a una obra sin contaminación, clave del desarrollo.

El Plan de manejo ambiental plantea numerosas medidas mitigadoras para paliar algunos impactos negativos. Son en general medidas sencillas que no implican mayor costo económico sino atención y calidad en la ejecución de la obra.

10. Bibliografía.

- INAR. 2008. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo del Proyecto Hidroeléctrico de Tahuín.
- OLADE-BID. 1994. Guía para la evaluación de impacto ambiental de centrales hidroeléctricas.
- Best B.J., M. Kessler. 1991."Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Perú". Birdlife international, Cambridge (U.K.).
- CODIGEM. Mapa geológico del Ecuador. Quito, 1993.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. Ley de Gestión Ambiental. Quito, 1,999.

Briones E., J., Gómez, A. Hidalgo, D. Tirira, Flachier A., S. Sáenz & S. Tacoamán. 1999. "Inventario de Humedales, del Ecuador. Segunda Parte: Humedales Interiores de Guayas y el Oro". Convención de Ramsar/INEFAN/EcoCiencia. Informe final no publicado. Quito - Ecuador.

Barriga R. 1991."Revista de información Técnico - científica (Peces de Agua dulce).Biología 3. Volumen XVI. Universidad Politécnica del Ecuador.

Fundación Natura y CDC. 1998. "Machalilla: guía natural y cultural".

Dodson C.H. and A. H. Gentry. 1991. "Biological extinction in Western Ecuador". Annals Missouri Botanical Garden 78:273-295.

Ekkerhad Ing. 1992 "Actividades Agroforestales y silvicultura en la América Ecuatorial". Quito.

VALENCIA, R. et. al. 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad católica del Ecuador, Quito.

SOCIEDAD ECUATORIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. 1984. Boletín Extraordinario. Coloquio Internacional de suelos volcánicos. Quito, Ecuador.

Collar et. al. 1992, 1994 en "BirdLife International 2003 BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation". Versión 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Available: <http://www.blrdlife.org> (accessed 1/2/2006).

MAG-PRONAREG. Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito,1983.

Oficina de Planificación de la Presidencia de la República - Odeplan - Infoplan. Desarrollo Social y Gestión Municipal en el Ecuador. Quito, 2.000.

Parques Nacionales y Reservas Ecológicas del Ecuador. Publicación Revista Vistazo 2001.

Parques Nacionales. Fundación Natura. Quito, 1992.

United States Department of Agriculture Forest Service International Institute of Tropical Forestry General Technical Report IITF-GTR-18. March 2002. " Manual de Reforestación para América Tropical".

Tirira Diego. 1999."Mamíferos del Ecuador". Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Simbioe. Quito, Ecuador.

Ortiz C. F. Y Carrión J. M. 1991 ."Introducción a las aves del Ecuador". FECODES, Quito.

Ridgely R. and Greenfield Paul. 2001. "The Birds of Ecuador". Cornell University Press. New York.

United States Department of Agricultura Forest Service International Institute of Tropical Forestry General Technical Report IITF-GTR-18. March 2002. " Manual de Reforestación para América Tropical".

Tirira, Diego. 2006. "Mamíferos del Ecuador, Diversidad: Alouatta palliata" {Gray, 1849}. Página en internet (Enero 2006). Versión 1.1. Ediciones Murciélagos Blanco. Quito, <<http://www.terraecuador.net/mamiferosdeecuador/diversidad.htm>> [Consulta: 2006-01-25].

Sierra et. al. (eds.) 1999. "Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental". Proyecto INEFAN-BIRF y Ecociencia. Quito.

SARMIENTO F. 1987. Antología de la Ecología Ecuador. Casa de la Cultura Ecuatoriana. Ministerio de Energía y Minas. Quito, Ecuador.

INEFAN-GEF. 1996. Mapa del Sistema Nacional de Areas Protegidas del Ecuador. Escala 1:1.000.000. Quito, Ecuador.

MAG. 1991. Secretaría Forestal y de Recursos Naturales Renovables. Sistema Nacional de Areas Protegidas y Vida Silvestre. Quito, Ecuador.

INEC, 2010. Censo de población y vivienda. Quito, Ecuador.

Estudio de la Cuenca del Rio Arenillas Realizado por el Ingeniero Leoncio Galarza.

SIISE 4.5 Sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador.

www.mipasaje.com/provincia/eIoro_dat.htm # flora

CAÑADAS LUIS, 1983. Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito. Ecuador.

CODIGEM. 1992. Mapa Geológico del Ecuador. Esc. 1:1.000.0000 Quito, Ecuador.

CONELEC. 2003. Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) para Proyectos Hidroeléctricos. Quito, Ecuador.

CONELEC. 2005. Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyectos y Actividades Eléctricas. Quito, Ecuador.

ENCALADA, L. A. 1994. Evaluación ambiental en proyectos de presas y embalses. W. Alton Jones Foundation Inc. - Fundación Natura. Quito, Ecuador.

FIGUEROA S. 1983. Importancia y Conservación de la Vida Silvestre Ecuatoriana. Mamíferos Ecuatorianos considerados raros o en peligro de extinción. Quito, Ecuador.

ALBUJA LUIS, 1980. Estudio Preliminar de los vertebrados en el Ecuador. Quito. Escuela Politécnica Nacional. Departamento de Ciencias Biológicas. Quito, Ecuador.

Información del Archivo del INAR ubicado en Tahuín.

Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de El Oro 2005 - 2016, Gobierno Provincial Autónomo de El Oro.

SIERRA, R. (Ed.). 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Anexos.

Anexo 1. Antecedentes ambientales

Anexo 3. Reportes de Análisis de Suelos

Anexo 4. Caracterización ambiental

Anexo 5. Estudio del Medio Biótico

Anexo 6. Estudio Arqueológico

Anexo 7. Planos
