



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL
MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO RAYO**

REALIZADO POR:

MARIELA NOEMI VILLAMARIN PAREDES

SANGOLQUÍ – ECUADOR

MAYO – 2010

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado “*Estudio de Impacto Ambiental Preliminar de la Construcción y Operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo*” fue realizado en su totalidad por la Srta. Mariela Noemí Villamarin Paredes, bajo nuestra dirección; como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERA GEOGRAFA Y DEL MEDIO AMBIENTE.

Sangolquí, Mayo de 2010.

Ing. Wilson Jácome

DIRECTOR

Ing. Eugenio Villacis

CODIRECTOR

RESUMEN

El “*Estudio de Impacto Ambiental Preliminar de la Construcción y Operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo*” forma parte de los “*Estudios de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos: Palmar, Alambí, Chinambí y Rayo*”. El área de estudio está ubicada en las Provincias de Cotopaxi y Santo Domingo de los Tsáchilas, y ha sido elaborado a través de la utilización de metodologías de evaluación de impactos ambientales de tipo cualitativa y cuantitativa.

El presente estudio contiene el diagnóstico ambiental de los componentes físico, biótico y socioeconómico presentes en la zona del proyecto, en base a este diagnóstico inicial fue posible la identificación y evaluación de impactos provocados por las actividades de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

El resultado de la evaluación de impactos para las actividades de construcción del proyecto arrojó un valor negativo de 391, mientras que las de operación y mantenimiento tiene una valoración positiva de 285.

Consecuentemente, el estudio contempla un *Plan de Manejo Ambiental* conformado por varios programas que permiten prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos significativos identificados en la evaluación de impactos.

Finalmente, el “*Estudio de Impacto Ambiental Preliminar de la Construcción y Operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo*” pretender brindar las herramientas necesarias para la determinación de la sostenibilidad del proyecto con respecto a las condiciones ambientales, sociales y económicas.

SUMMARY

The present *“Preliminary Environmental Impact Statement of the Construction and Operation of Rayo Hydroelectric Project”* is part of the *“Perfectibility’s Studies of the different Hydroelectric Projects: Palmar, Chinambi, Alambi and Rayo”*. The area of study is located in the provinces of Cotopaxi and Santo Domingo de los Tsáchilas, and has been developed through the use of methodologies for environmental impact assessment of qualitative and quantitative type.

This study contains the environmental analysis of the physical, biotic and socio-economic components in the area of the project, based on this initial diagnosis was possible the identification and assessment of impacts caused by construction and operation activities of the Rayo Hydroelectric Project.

The result of the assessment of the impact construction of the project activities showed a negative value of 391, while the operation and maintenance activities have a positive valuation of 285.

Consequently, the study provides an *Environmental Management Plan* formed by several programs that permits to prevent and mitigate significant adverse environmental impacts identified in the assessment of impacts.

Finally, the *“Preliminary Environmental Impact Statement of the Construction and Operation of Rayo Hydroelectric Project”* aims to provide the necessary tools for determining the sustainability of the project regarding to environmental, social and economic conditions.

DEDICATORIA

*A Dios,
ser sublime
luz de mi camino
por su amor incondicional.*

*A mis padres Rodrigo y Martha,
compañeros de sueños, alegrías
y tempestades
a ellos con infinito amor.*

*A mis hermanos,
Carolina, Martha y Franklin
por su cariño, apoyo y paciencia..*

Mariela

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica del Ejército;

Al Vicerrectorado de Investigación y Vinculación con la Colectividad;

Al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable;

Al equipo de trabajo de los “Estudios de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos; Palmar, Alambí, Chinambí y Rayo”; Ing. Remigio Barragán, Ing. Jorge Ayala, Ing. Santiago Rivadeneira, Dasón. Mirian Fernández y, de manera especial al Ing. Eduardo Aguilera O. por la amistad brindada.

Al Ingeniero Wilson Jácome, Director;

Al Ingeniero Eugenio Villacis, Codirector;

A mi familia;

A mis amigos: Paola Vallejo, Diana Suarez y Roberto Aguilera;

A todos mis maestros y compañeros de la CIGMA.

Mariela

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO RAYO**

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	2
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 METAS	6
1.5 ALCANCE.....	6
1.6 INSUMOS EMPLEADOS.....	7
1.7 ACTIVIDADES DESARROLLADAS	7
CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL	9
2.1 LEGISLACIÓN AMBIENTAL.....	9
2.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR.....	9
2.3 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	11
2.4 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIO (TULAS).....	12
2.5 LEY DE AGUAS	14
2.6 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.....	14
2.7 LEY DE RÉGIMEN DEL SECTOR ELÉCTRICO	15
2.8 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS (RAAE) .	16
2.9 CÓDIGO DE LA SALUD Y EL AMBIENTE.....	17
2.10 CERTIFICACIONES.....	18

2.10.1	Norma ISO.....	18
2.10.2	Norma ISO 14000.....	18
2.10.3	Norma ISO 14001.....	19
2.11	COMPETENCIAS INSTITUCIONALES	20
2.11.1	Ministerio del Ambiente MAE.....	20
2.11.2	Consejo Nacional de Electricidad CONELEC	20
2.11.3	Secretaría Nacional del Agua SENAGUA	20
2.11.4	Subsecretaria de Saneamiento Ambiental	21
2.11.5	Consejos Provinciales y Municipios.....	21

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO22

3.1	AMBIENTE.....	22
3.2	DESARROLLO SUSTENTABLE	23
3.3	IMPACTO AMBIENTAL	25
3.4	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	26
3.4.1	Fases del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental	27
3.5	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	28
3.5.1	Estructura de un Estudio de Impacto Ambiental.....	28
3.6	DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	29
3.7	METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	29
3.7.1	Métodos Ad Hoc.....	30
3.7.2	Listas de Chequeo.....	31
3.7.3	Matrices de Interacción	32
3.7.4	Redes de Interacción.....	34
3.7.5	Cartografía Ambiental	35
3.7.6	Modelos de Simulación	36

CAPÍTULO 4: CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO.....37

4.1	NOMBRE DEL PROYECTO.....	37
4.2	ANTECEDENTES.....	37

4.3	OBJETIVOS DEL PROYECTO	39
4.3.1	Objetivo General.....	39
4.3.2	Objetivos Específicos	39
4.4	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	39
4.5	ALCANCE DEL PROYECTO	39
4.6	BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	40
4.7	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	41
4.7.1	Descripción General	41
4.7.2	Especificaciones Técnicas	42
4.7.3	Descripción General de las Obras	43
	<i>Obras de Derivación</i>	43
	<i>Desarenador</i>	44
	<i>Canal de Conducción</i>	45
	<i>Tanque de Carga</i>	45
	<i>Tubería de Presión</i>	47
	<i>Casa de Máquinas</i>	47
	<i>Subestación y Línea de Transmisión</i>	48
	<i>Caminos de Acceso</i>	49
4.7.4	Cantidades de Obra.....	49
4.7.5	Precios Unitarios Referenciales.....	50
4.7.6	Presupuesto.....	50
4.7.7	Cronograma de Construcción e Inversión	51
4.7.8	Producción Energética.....	53
	<i>Resultados</i>	53
4.7.9	Análisis Económico	53
 CAPÍTULO 5: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL		54
5.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	54
5.1.1	Ubicación Geográfica	54
5.1.2	Vías de Comunicación.....	55
5.2	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE FÍSICO.....	55
5.2.1	Clima	55

5.2.2	Hidrografía	59
	<i>Descripción de la Cuenca</i>	59
	<i>Características Generales de la Cuenca</i>	60
	<i>Caudales del Río Toachi Grande en la Obra de Toma</i>	61
5.2.3	Agua	63
	<i>Uso del Agua</i>	63
5.2.4	Aire	64
5.2.5	Suelo.....	64
5.2.6	Geología y Geotecnia	65
	<i>Geología General</i>	65
	<i>Geomorfología</i>	65
	<i>Características Geotécnicas de los Sitios de Obra</i>	66
	<i>Fuentes de Materiales de Construcción</i>	67
	<i>Escombreras</i>	67
	<i>Mecánica de Suelos</i>	68
5.2.7	Riesgos Naturales	69
	<i>Riesgo Sísmico</i>	69
	<i>Riesgo Volcánico</i>	73
5.3	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO	73
5.3.1	Zonas de Vida.....	73
	<i>Bosque Muy Húmedo Pre Montano</i>	73
	<i>Vegetación</i>	74
5.3.2	Formación Vegetal	75
	<i>Bosque Siempreverde Piemontano</i>	75
5.3.3	Flora.....	76
	<i>Metodología</i>	76
	<i>Índice de Diversidad de Shannon-Weaver</i>	77
	<i>Resultados</i>	79
5.3.4	Fauna	82
	<i>Macrobentos</i>	82
	<i>Ictiofauna</i>	83
	<i>Resultados</i>	84
5.4	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO.....	89
5.4.1	Características de la Población	89

5.4.2 Metodología.....	89
5.4.3 Resultados.....	90

CAPÍTULO 6: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS 95

6.1 INTRODUCCIÓN	95
6.2 METODOLOGÍA	95
6.3 ACTIVIDADES DEL PROYECTO	97
6.4 COMPONENTES AMBIENTALES	98
6.5 PREDICCIÓN DE IMPACTOS	98
6.5.1 Posibles efectos sobre el Componente Biofísico.....	99
6.5.2 Posibles efectos sobre el Componente Socio-económico	100
6.6 EVALUACIÓN DE IMPACTOS	101
6.6.1 Evaluación Cualitativa: Matrices de Identificación y Caracterización	101
6.6.2 Evaluación Cuantitativa: Matriz de Leopold Modificada	103
<i>Parámetros de Calificación</i>	103
<i>Calificación de Impactos</i>	104
6.6.3 Resultados de la Evaluación de Impactos	105
6.6.3 Análisis de Resultados.....	115
6.7 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS	116
6.7.1 Descripción de Impactos sobre el Componente Físico.....	116
<i>Geomorfología</i>	116
<i>Calidad del Suelo</i>	117
<i>Calidad del Agua Superficial</i>	118
<i>Calidad del Aire</i>	119
<i>Ruido</i>	121
<i>Estabilidad de Taludes</i>	122
<i>Erosión</i>	122
<i>Compactación</i>	122
<i>Paisaje</i>	123
6.7.2 Descripción de Impactos sobre el Componente Biótico.....	123
<i>Estratos Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo</i>	123
<i>Especies Acuáticas</i>	124

<i>Macrobentos e Ictiofauna</i>	125
<i>Especies Endémicas</i>	126
<i>Especies en Peligro de Extinción</i>	126
6.7.3 Descripción de Impactos sobre el Componente Socio-económico	126
<i>Empleo</i>	126
<i>Educación y Capacitación</i>	127
<i>Salud</i>	128
<i>Servicios Básicos</i>	129
<i>Nivel de Organización</i>	130
CAPÍTULO 7: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	131
7.1 INTRODUCCIÓN	131
7.2 PROGRAMA DE PREVENCIÓN	132
7.2.1 Medidas de Prevención de Impactos en la Fase de Construcción	132
<i>Reglamentación Interna</i>	132
<i>Maquinaria y Equipos</i>	133
<i>Grasas, Aceites y Otros Hidrocarburos</i>	133
<i>Comunidad</i>	134
7.2.2 Medidas de Prevención de Impactos en la Fase de Operación y Mantenimiento ...	135
7.3 PROGRAMA DE MITIGACIÓN	136
7.3.1 Medidas de Mitigación de Impactos en la Fase de Construcción.....	136
<i>Emisiones al Aire</i>	136
<i>Ruido y Vibraciones</i>	137
<i>Protección de Taludes</i>	138
<i>Flora</i>	139
<i>Ictiofauna</i>	139
7.4 PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS	141
7.4.1 Medidas para el Manejo de Desechos en la Fase de Construcción, Operación y Mantenimiento.....	142
<i>Desechos Sólidos Normales (no peligrosos)</i>	142
<i>Desechos Sólidos Peligrosos</i>	143
<i>Aguas Residuales Domésticas</i>	145

<i>Aguas Residuales Industriales</i>	145
7.5 PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL.....	147
7.5.1 Medidas de Seguridad en la Fase de Construcción, Operación y Mantenimiento ..	147
7.6 PROGRAMA DE MONITOREO.....	150
7.6.1 Medidas de Monitoreo en la Fase de Construcción.....	150
<i>Calidad del Aire y Nivel de Ruido</i>	150
<i>Calidad del Agua Superficial</i>	151
<i>Ictiofauna</i>	151
<i>Efluentes Líquidos</i>	152
7.6.2 Medidas de Monitoreo en la Fase de Operación y Mantenimiento.....	152
<i>Calidad de Agua Superficial</i>	152
<i>Ictiofauna</i>	153
<i>Flora</i>	153
7.7 PROGRAMA DE CONTINGENCIA	154
7.7.1 Medidas de Contingencia en la Fase de Construcción	154
<i>Deslizamientos e Inestabilidad de Pendientes</i>	154
<i>Accidentes con Maquinaria y Equipos</i>	155
7.7.2 Medidas de Contingencia en la Fase de Operación y Mantenimiento	155
7.8 PROGRAMA DE COMPENSACIÓN	157
7.8.1 Medidas de Compensación de Impactos en la Fase de Construcción, Operación y Mantenimiento.....	157
7.9 PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	158
7.9.1 Medidas de Participación Ciudadana en las Fases de Construcción, Operación y Mantenimiento.....	158
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	159
7.1 CONCLUSIONES	159
7.2 RECOMENDACIONES	162

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 3.1. Consulta a expertos “Ad Hoc”	30
Cuadro 3.2: Método Delphi utilizado en el índice de calidad de agua	30
Cuadro 3.3. Lista de chequeo escalar	32
Cuadro 3.4. Matriz de Leopold.....	33
Cuadro 4.1. Especificaciones técnicas “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”	42
Cuadro 4.2. Análisis económico “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”	54
Cuadro 5.1. Estaciones meteorológicas cercanas al área del diagnóstico	56
Cuadro 5.2. Parámetros meteorológicos de las estaciones	57
Cuadro 5.3. Características climáticas.....	57
Cuadro 5.4. Temperatura media anual	57
Cuadro 5.5. Precipitación media anual.....	58
Cuadro 5.6. Humedad relativa media	59
Cuadro 5.7. Características morfométricas punto de cierre: Obra de toma.....	61
Cuadro 5.8. Caudales mensuales del Río Toachi Grande: Obra de toma.....	61
Cuadro 5.9. Muestreo de suelos	69
Cuadro 5.10. Eventos sísmicos importantes.....	72
Cuadro 5.11. Intensidades del sismo del 15 de septiembre de 1944	73
Cuadro 5.12. Puntos muestreados de flora	76
Cuadro 5.13. Especies identificadas dentro del área del diagnóstico.....	79
Cuadro 5.14. Evaluación de la diversidad de flora.....	81
Cuadro 5.15. Especies de macrobentos	85
Cuadro 5.16. Especies de ictiofauna.....	85
Cuadro 5.17. Características morfológicas del <i>brycon dentex</i>	87
Cuadro 5.18. Características morfológicas del <i>saccodon wagneri</i>	88
Cuadro 5.19. Otras especies comunes de la zona.....	89
Cuadro 5.20. Variables empleadas en el diagnóstico socio-económico.....	90
Cuadro 5.21. Análisis social de la población	91
Cuadro 5.22. Análisis económico de la población	92
Cuadro 5.23. Análisis tecnológico de la población	94
Cuadro 6.1. Disgregación de procesos y actividades del proyecto	97

Cuadro 6.2. Componentes ambientales seleccionados para la evaluación	98
Cuadro 6.3. Ponderación de la magnitud.....	104
Cuadro 6.4. Ponderación de la importancia.....	104
Cuadro 6.5. Caracterización de impactos para las distintas fases	108
Cuadro 7.1. Tiempo de exposición vs. Intensidad de ruido	115
Cuadro 7.2. Niveles máximos de ruido permisibles según el uso del suelo.....	138
Cuadro 7.3. Niveles de ruido dentro de las áreas de construcción	138

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.1. Esquema de las actividades realizadas para el EsIAP.....	8
Figura 2.1. Modelo de la Norma ISO 14001	19
Figura 3.1. Esquema del concepto de desarrollo sostenible	24
Figura 3.2. Esquema del concepto de impacto ambiental	25
Figura 3.3. Esquema general del proceso de EIA.....	27
Figura 3.4. Diagrama de redes.....	34
Figura 3.5. Superposición de mapas.....	35
Figura 4.1. Análisis de inversiones del “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”	52
Figura 5.1. Ubicación geográfica del diagnóstico ambiental	54
Figura 5.2. Precipitación media anual “Estación Las Pampas M-362”	58
Figura 5.3. Precipitación media anual “Estación Sigchos M-363”	58
Figura 5.4. Hidrograma mensual del Río Toachi Grande: Obra de toma.....	63
Figura 5.5. Esquema tectónico regional de la costa occidental sudamericana.....	70
Figura 5.6. Composición florística del área del diagnóstico ambiental	80
Figura 6.1. Número de impactos provocados por las actividades de construcción.....	105
Figura 6.2. Número de impactos de la construcción sobre los factores ambientales	106
Figura 6.3. Número de impactos provocados por las actividades de operación y mantenimiento	106
Figura 6.4. Número de impactos de la operación y mantenimiento sobre los factores ambientales	107
Figura 6.5. Distribución de impactos de acuerdo a su criterio de caracterización y fase de ejecución	108

Figura 6.6. Agregación de impactos de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.....	109
Figura 6.7. Agregación de impactos de la operación y mantenimiento del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.....	110
Figura 6.8. Resultados de la agregación de impactos sobre los factores ambientales de la construcción.....	111
Figura 6.9. Resultados de la agregación de impactos sobre los factores ambientales de la operación y mantenimiento	112
Figura 6.10. Resultados de la agregación de impactos en base a las actividades impactantes de la construcción.....	113
Figura 6.11. Resultados de la agregación de impactos en base a las actividades impactantes de la operación y mantenimiento.....	113
Figura 6.12. Jeraquización de impactos de la construcción	114
Figura 6.13. Porcentajes de la jeraquización de impactos de la construcción.....	114
Figura 6.14. Jeraquización de impactos de la operación y mantenimiento	115
Figura 6.15. Porcentajes de la jeraquización de impactos de la operación y mantenimiento	115

ÍNDICE FOTOGRÁFICO

Foto 5.1. Panorámica Río Toachi Grande (Monte Nuevo).....	60
Foto 5.2. Panorámica del área del diagnóstico ambiental	74
Foto 5.3. Formación vegetal del área del diagnóstico ambiental	75
Foto 5.4. Muestreo de aguas superficiales para monitoreo de macrobentos	83
Foto 5.5. Colocación de la red para captura de peces.....	84
Foto 5.6. <i>Brycon dentex</i> , Dama	86
Foto 5.7. <i>Rhoadsia altipinna</i> , Sabaleta.....	86
Foto 5.7. <i>Saccodon wagneri</i> , Ratón-Roncador-Cornetero	88

ANEXOS

ANEXOS CUADROS Y FIGURAS

Anexo 4.4. Parámetros de dimensionamiento de obras “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 4.5. Cantidades de obras, precios unitarios y presupuesto “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 4.6. Cronograma de construcción e inversión “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 4.7. Producción de energía “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 4.8. Valores de energía “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 5.6. Registro de campo del componente flora “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 5.7. Análisis de Diversidad “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 6.1. Sitios destinados a las principales obras civiles “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Foto 6.1.1. Sitio destinado a la obra de captación

Foto 6.1.2. Sitio destinado al canal de conducción

Foto 6.1.3. Sitio destinado al tanque de carga

Foto 6.1.4. Sitio destinado a la tubería de presión

Foto 6.1.5. Sitio destinado a la casa de máquinas

Foto 6.1.6. Sitio destinado al canal de descarga

Anexo 6.2. Lista de chequeo para predicción de impactos “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

ANEXOS MATRICES

Anexo 6.3. Matriz de identificación de impactos de la fase de construcción “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 6.4. Matriz de identificación de impactos de la fase de operación y mantenimiento “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 6.5. Matriz de caracterización de impactos de la fase de construcción “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 6.6. Matriz de caracterización de impactos de la fase de operación y mantenimiento “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 6.7. Matriz de Leopold Modificada de la fase de construcción “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 6.8. Matriz de Leopold Modificada de la fase de operación y mantenimiento “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

ANEXOS MAPAS

Anexo 4.1. Ubicación geográfica “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 4.2. Trazado de alternativas iniciales “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 4.3. Trazado de alternativa seleccionada “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 5.1. Vías de comunicación “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 5.2. Estaciones meteorológicas “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 5.3. Cuencas hidrográficas “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 5.4. Clasificación taxonómica de suelos “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Anexo 5.5. Mapa geológico “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

SIGLAS UTILIZADAS

ESPE	Escuela Politécnica del Ejército
ESPOL	Escuela Politécnica del Litoral
EPN	Escuela Politécnica Nacional
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
EsIAP	Estudio de Impacto Ambiental Preliminar
DECTC	Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción
LPG	Gas Licuado de Petróleo
RAAE	Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas
SUMA	Sistema Único de Manejo Ambiental
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
PMA	Plan de Manejo Ambiental
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario
ISO	Organización Internacional para la Normalización
AAA_r	Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable
AAN	Autoridad Ambiental Nacional
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
CNRH	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
UICN	Unión Internacional sobre la Conservación de la Naturaleza
ONU	Organización de Naciones Unidas
ONG's	Organizaciones No Gubernamentales
IA	Impacto Ambiental
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
NEPA	National Environmental Policy American

INECEL	Instituto Nacional Ecuatoriano de Electrificación
CFN	Corporación Financiera Nacional
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
EMELSAD	Empresa Eléctrica de Santo Domingo
CONELEC	Consejo Nacional Ecuatoriano de Electricidad
ICE	Comisión Electrotécnica Internacional
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
IGM	Instituto Geográfico Militar, Ecuador
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
CERESIS	Catálogos de Terremotos para América del Sur
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
INFOPLAN	Atlas para el Desarrollo Local de la Oficina de Planificación
OMS	Organización Mundial de la Salud

GLOSARIO

Azud.- Obra necesaria para elevar el nivel de un caudal o río, con el fin de derivarlo hacia un canal o acequia.

Caída Neta.- Caída ponderada bruta menos las pérdidas hidráulicas.

Caída Ponderada.- Diferencia de nivel entre el lecho del río y el lecho de la presa bruta.

Canal de Purga.- Obra para evacuar los materiales sólidos que pueden pasar desde la captación de caudales en el lecho del río.

Obras de Captación.- Obras útiles para obtener un cierto volumen de agua de un determinado cuerpo de agua.

Casa de Máquinas.- Sitio en el cual se instala la maquinaria útil para la generación de energía.

Caudal.- Volumen de agua que pasa por una determinada sección transversal en la unidad de tiempo, generalmente se expresan en m³/s.

Caudal Ecológico.- Caudal medio diario mínimo que debe mantenerse en el río para asegurar la supervivencia de las especies animales y vegetales propias del sistema natural.

Derivación.- Separación del caudal disponible del río.

Desarenador.- Obra útil para retener las partículas de pequeño tamaño que pueden ingresar por la reja de captación.

Energía.- Capacidad para realizar un trabajo.

Energía Eléctrica.- Forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos.

Línea de Transmisión.- Obra útil para la distribución de la energía eléctrica.

Matriz Energética.- Representación Gráfica del estado situacional energético de un país, cuantifica la demanda, transformación, oferta e inventario de los recursos energéticos.

Potencia.- Cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo.

Potencia Instalable.- Suma total de las potencias nominales de todos los receptores de energía conectados a la red que alimenta la central.

Potencia Remunerable.- Igual a la división de la suma de las energías medias mensuales de los 2 primeros y de los 2 últimos meses del año, para el total de horas de los periodos indicados.

Tanque de Carga.- Estructura con capacidad de almacenar un volumen de agua suficiente para absorber las variaciones de carga, lleva el caudal derivado desde el canal de conducción hacia la tubería de presión.

Trasvase.- Obra hidráulica cuya finalidad es la de incrementar la disponibilidad de agua en una cuenca vecina.

Tubería de Presión.- Obra por la cual se encausa el agua derivada desde el tanque de carga hacia las turbinas de generación.

Turbinas.- Es un motor rotativo el cual convierte en energía mecánica la energía potencial de un fluido.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1 ANTECEDENTES

La actual situación deficitaria del sistema eléctrico del país hace indispensable que se emprendan acciones concretas para revertir tal situación en el menor plazo posible. Se destaca que el mencionado déficit se ha originado debido a la falta de proyectos de generación, a pesar de la abundante disponibilidad de recursos naturales. En tales circunstancias, el Gobierno Nacional decidió convocar a algunas universidades y escuelas politécnicas para que realicen los estudios de prefactibilidad de varios proyectos hidroeléctricos de 5 a 10 Mw de potencia, incluidos en el “Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos de Mediana Capacidad (Potencia Instalable = 5 a 10 Mw)”, que podrían ser transferidos en forma inmediata, para que los desarrollen los gobiernos seccionales, el sector privado o empresas de economía mixta.

Para viabilizar esta iniciativa de alto interés nacional, el 20 de julio de 2006 el Ministro de Energía y Minas suscribió los correspondientes convenios de cooperación con: la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE); la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL); la Escuela Politécnica Nacional (EPN); y la Universidad de Cuenca.

Con base en la aceptación de la propuesta técnica y económica, el 20 de diciembre de 2007 se suscribió el Contrato de Consultoría No. 016, entre la ESPE y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, que ampara la realización de los Estudios de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos: Palmar, Chinambí, Alambí y Rayo.

Con el propósito de promover la transferencia de tecnología y afianzar en la ESPE el conocimiento de las técnicas aplicadas en los estudios hidroeléctricos, el señor Vicerrector

de Investigación y Vinculación requirió al Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, que asigne al proyecto “Estudios de Prefactibilidad de los proyectos hidroeléctricos: Palmar, Chinambí, Alambí y Rayo”, un grupo de estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente.

A través del Memorando No. 2008-120-ESPE-e-04 DECTC, el señor Director del Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción comunicó el nombre de los egresados Roberto Aguilera M. y Mariela Villamarín P., para que participen en el proyecto.

Dentro de este contexto del estudio de prefactibilidad, los proyectos mencionados no cuentan con el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EsiAP) respectivo por lo que es indispensable la realización de los mismos con la cooperación de los alumnos egresados de dicha carrera.

En reunión mantenida con el Director del Proyecto Ing. Remigio Barragán y el Coordinador Ing. Eduardo Aguilera se delegó el “Estudio de Impacto Ambiental Preliminar de la Construcción y Operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo” a la Srta. Mariela Villamarin, para que sea tomado como proyecto de grado y forme parte de los requisitos para obtener el título profesional.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El crecimiento anual de la demanda eléctrica del País se ubica actualmente cerca de los 150 Mw. Esto hace que el sistema eléctrico presente un déficit de generación, de alrededor del 16%, que se lo está cubriendo con importación de energía desde Colombia, en condiciones económicas inconvenientes y con poca seguridad en el suministro.

Entre las fuentes de energía primaria, que utiliza actualmente el Ecuador para la generación eléctrica, los derivados del petróleo llegan a un inconveniente 46% que, aparte de sus elevados costos de mercado, resulta contraproducente en un contexto mundial cada vez

más favorable a la sustitución del uso de los combustibles y la reducción de las emanaciones gaseosas.

En vista de las circunstancias antes descritas, el Ecuador necesita, con suma urgencia, modificar su matriz energética a través de la incorporación de las fuentes de energía renovable y no contaminante, como la hidroelectricidad, para sustituir el uso del diesel y el gas licuado de petróleo, que se los utiliza actualmente en forma intensiva, a pesar de que provienen íntegramente de importaciones.

El diesel se lo consume principalmente en el transporte, que si se lo reemplaza con hidroelectricidad, acarrearía notables ventajas ambientales y económicas. El gas licuado de petróleo (LPG) tiene un uso intensivo como combustible de uso doméstico, por lo cual es también susceptible de reemplazarlo con electricidad, que es una fuente más limpia y segura.

Las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador se ven avocadas a asumir con entereza su responsabilidad social para contribuir, de manera objetiva, a la solución de los problemas nacionales más importantes, a través de la investigación y la transferencia de los nuevos conocimientos hacia la sociedad. Estas actividades, junto con la docencia, constituyen la esencia de una universidad moderna, razón por la cual se las ha incorporado como las funciones trascendentes e imprescindibles de la educación superior.

En vista del prestigio académico y algunas experiencias exitosas en proyectos del sector energético, realizados recientemente por la ESPE, el Gobierno Nacional decidió incluirla dentro de un reducido grupo de universidades y escuelas politécnicas, a las cuales encargó la realización de los estudios de prefactibilidad de varios proyectos hidroeléctricos de 5 a 10 Mw de potencia.

Comparados con los grandes aprovechamientos que predominaban el escenario de la generación eléctrica hasta hace pocos años, los proyectos hidroeléctricos de mediana capacidad tienen actualmente un enorme atractivo derivado del menor impacto ambiental que ellos generan; por consiguiente, la intención del Gobierno Nacional es actualizar la información para seleccionar, sobre bases concretas, los mejores proyectos que podrían

transferirse, en forma inmediata, a corporaciones locales que se encargarán de la construcción y operación permanente, para beneficiar a las comunidades de su entorno.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) ha iniciado un proceso de promoción del uso de pequeñas y medianas centrales de generación hidroeléctrica en la Vertiente Pacífica, con miras a disminuir la dependencia de los principales proyectos de generación hidráulica, ubicados en las estribaciones orientales de la Cordillera Real, que son recurrentemente afectados por los estiajes causantes de una sensible disminución de la energía disponible en el mercado nacional.

La participación de la ESPE en este tipo de proyectos concuerda plenamente con el cumplimiento de sus objetivos estratégicos atinentes al “Impacto Social” y “Valor al Estudiante”.

El planeamiento, diseño y construcción de centrales hidroeléctricas es un trabajo interdisciplinario que involucra una amplia serie de disciplinas técnico-científicas, entre las cuales se destacan algunas directamente vinculadas con las ciencias de la tierra; como: topografía, geodesia, restituciones fotogramétricas, interpretación de imágenes; y, de las ciencias ambientales, de importancia capital dentro del actual marco regulatorio y político de la energía a nivel mundial.

Los estudiantes y egresados de la ESPE pueden mejorar su formación profesional cuando se involucran en la ejecución de proyectos de interés nacional en los cuales se desarrolla una verdadera práctica de la ingeniería a través de especialistas encargados de la ejecución y supervisión de las actividades.

Dentro de la actual red organizacional de la ESPE, el Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción es la unidad que debe nuclearizar este tipo de actividades de investigación y vinculación orientadas a satisfacer las necesidades de la colectividad, como el suministro de energía, que constituye el elemento básico de cualquier estrategia de desarrollo sustentable.

Dentro de todo este marco hay que enfatizar la importancia del Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EsIAP) en el desarrollo de proyectos de carácter hidroeléctrico, ya que existe una normativa ambiental que tiene como objetivo minimizar los impactos negativos que se pudieran provocar y de este modo asegurar que las actividades resulten ambientalmente sostenible.

La base legal vigente para el desarrollo de proyectos y actividades eléctricas se encuentra en el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas (RAAE), Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) y en las Regulaciones del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EsIAP) de la Construcción y Operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo (Potencia Instalable = 10.0 Mw), y proponer medidas correctivas y compensatorias de los impactos ambientales negativos identificados.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones ambientales actuales a través del desarrollo de la Línea Base (componente físico, biótico y socioeconómico) del área de influencia directa;
- Identificar las actividades y procesos que puedan ser causantes de alteraciones ambientales;
- Identificar, valorar, categorizar y describir los impactos ambientales potenciales del proyecto;
- Proponer un Plan de Manejo Ambiental que permita prevenir, mitigar y remediar los posibles impactos negativos originados por la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico.

1.4 METAS

- Caracterización del Proyecto Hidroeléctrico Rayo;
- Línea Base del área de estudio;
- Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales;
- Plan de Manejo Ambiental;
- Mapa Base de la zona del proyecto;
- Mapa Geológico;
- Mapa de Suelos;
- Mapa de Cuencas Hidrográficas;
- Mapa de Vías.

1.5 ALCANCE

El presente proyecto corresponde a un Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EsIAP) y se aplicará a todas las actividades que se lleven a cabo en las etapas de construcción y operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, con el fin de satisfacer las regulaciones ambientales vigentes en el país.

Este EsIAP proporcionará una evaluación inicial de los impactos ambientales que provocará el proyecto, y se constituirá en una herramienta para prevenir y mitigar estos impactos al medio ambiente.

Se considerará como área de estudio al tramo comprendido entre la confluencia de los ríos Rayo y Cochapamba hasta la confluencia del río Victoria con el Toachi Grande, tomando en cuenta la implantación de las obras civiles del proyecto.

Los elementos del entorno del proyecto a considerarse son: aire, agua, suelo, flora, fauna, geología, geotécnica, riesgos naturales, salud, alimentación, vivienda, educación, comunicación y servicios básicos en lo que tiene que ver a la población. Por las características del proyecto, los elementos prioritarios son la ictiofauna, la vegetación en

las riveras de los ríos aprovechados y la situación socioeconómica de las comunidades cercanas al proyecto hidroeléctrico.

Se identificarán los impactos negativos y positivos sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico, para finalmente plantear un Plan de Manejo Ambiental (PMA) en donde constarán las principales acciones a tomar dentro de sus respectivos programas, con el anhelo de conservar en lo más posible las condiciones naturales del área en estudio antes de la construcción y operación de la central hidroeléctrica.

1.6 INSUMOS EMPLEADOS

- 6 Fotografías Aéreas Verticales
N° 16868-16867-16866, Rollo 90, 20-Agosto-1982
N° 18310-18311-18312, Rollo 100, 3-Mayo-1983
Formato Analógico, Escala 1:60.000, IGM.
- 3 Puntos de Control
Zona 17 S, Datum WGS84.
- Cartografía básica del área de estudio, Escala 1:50.000, compilación de las cartas San Vicente de Aquepi, Manuel Cornejo Astorga, Santa María del Toachi y Jatunloma (San Roque), Zona 17 S, Datum PSAD56.
- Mapa Base, Escala 1:10000, a partir de la restitución digital con una precisión de ± 1.5 m, Datum WGS84, Proyección UTM.
- Mapas Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 0° y 1° Sur, Escala 1:2000.000, Ministerio de Energía y Minas 1998.
- Cartografía básica digital del Ecuador, ODEPLAN 2004.
- Mapa Geológico del Ecuador, Escala 1:100.000, Hoja Las Delicias, Instituto Ecuatoriano de Minería 1979.
- Archivos magnéticos de datos hidro-meteorológicos de las estaciones INAMHI

- Levantamiento topográfico, Escala 1:1.000, De la franja topográfica y de las obras civiles.
- Planos de diseño de obras civiles y eléctricos, Escala 1:100, Ingeniería Básica del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

1.7 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

En la Figura 1.1, se resume las actividades realizadas para alcanzar los objetivos propuestos.

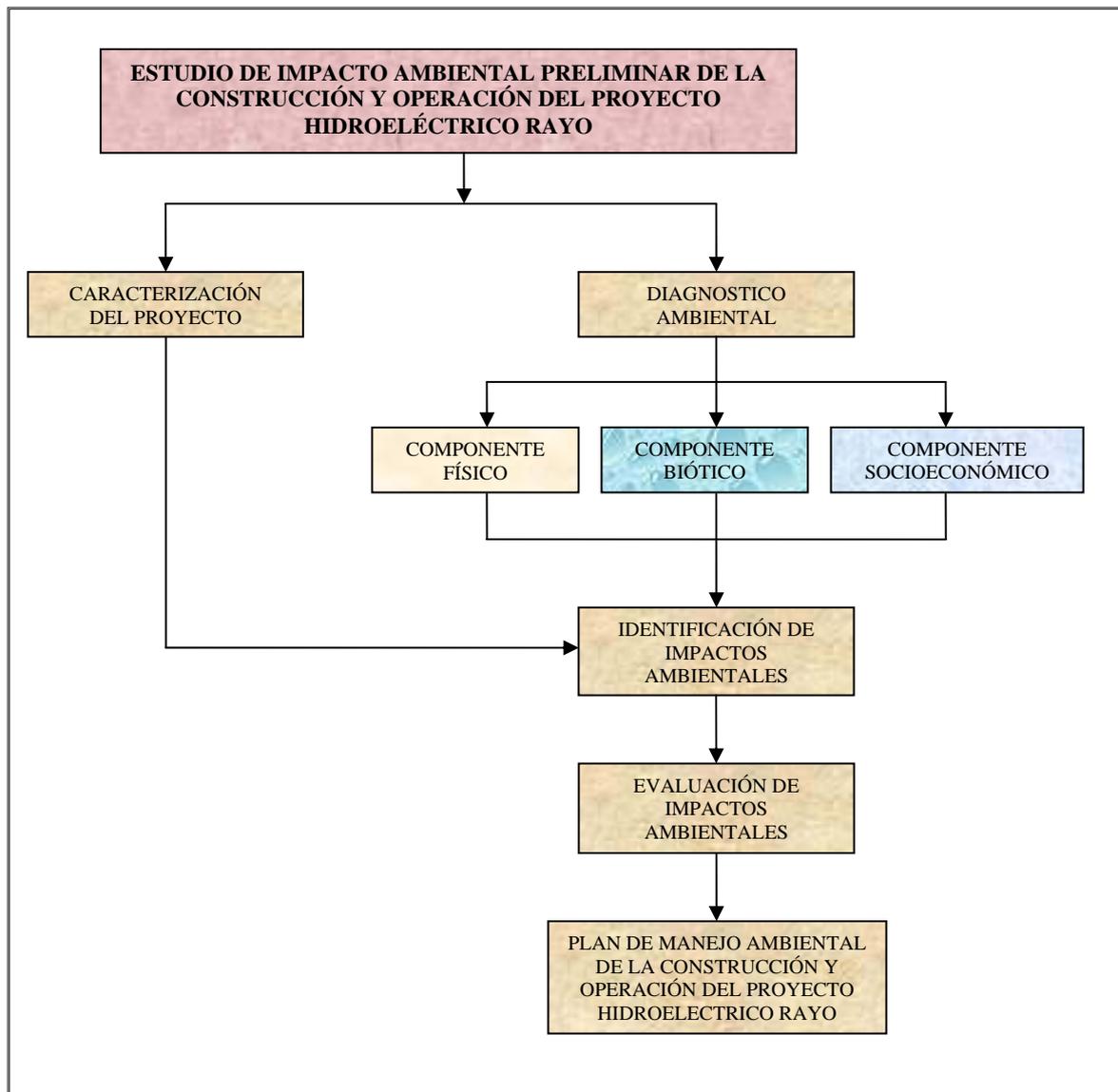


Figura 1.1. Esquema de las actividades realizadas para el EsiAP

CAPÍTULO 2

MARCO LEGAL

2.1 LEGISLACIÓN AMBIENTAL

La Legislación Ambiental en el Ecuador contempla varias leyes y reglamentos encaminados a la protección y conservación del medio ambiente, los cuales implementan mecanismos que garantizan el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. En donde cada uno de los ecuatorianos contamos con la potestad de recurrir a las normas ambientales y respaldarnos en ellas de acuerdo a nuestras necesidades.

Esta legislación cuenta con leyes especiales para diferentes áreas vinculadas con la gestión ambiental, entre las cuales se destacan: los ecosistemas, calidad ambiental, contaminación, conservación de recursos y áreas naturales.

Dentro de la normativa ambiental existente en el Ecuador la falta de una estandarización de requerimientos para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental ha provocado que cada organismo establezca guías de elaboración, las cuales varían en contenidos y procedimientos; según actividades y sectores específicos.

2.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR

Dentro del proyecto de constitución aprobado en el referéndum de septiembre del 2008 y publicado en el Registro Oficial N° 449 del 20 de octubre del 2008, el Estado Ecuatoriano garantiza a la población el derecho a vivir en un ambiente sano, y la obligación de velar por la protección y conservación del medio ambiente indispensables para alcanzar un desarrollo sustentable.

En el **TÍTULO II: DERECHOS**, Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir, Sección Segunda: Ambiente Sano, en el Art. 14, se menciona el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, declarando así de interés público la preservación y conservación del ambiente a través de la prevención de daños ambientales. Mientras que el Art. 15, indica que el estado promoverá el uso de tecnologías ambientalmente limpias y energías alternativas no contaminantes, tomando en cuenta que la soberanía energética no se la alcanzará con el deterioro de la soberanía alimentaría ni del derecho al agua. En este mismo título dentro del Capítulo VII: Derechos de la Naturaleza, en los Art. 71 y Art. 73, se estipulan los siguientes derechos:

- El respeto integro a su existencia, mantenimiento y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos;
- El establecimiento de medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan producir daños irreparables en el medio ambiente como: la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

El **TÍTULO VI: RÉGIMEN DE DESARROLLO**, Capítulo Primero: Principios Generales, establece en el Art. 276, numeral 4, que el régimen de desarrollo tendrá como objetivos la recuperación y conservación de la naturaleza manteniendo un ambiente sano y sustentable, garantizando a la población el acceso equitativo, permanente y de calidad a los recursos agua, aire y suelo; y de los beneficios de los recursos del subsuelo y patrimonio natural.

Por otra parte, el **TÍTULO VII: RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR**, Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera: Naturaleza y Ambiente se destaca el Art. 395, en el cual la constitución reconoce algunos principios ambientales como la garantía de un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado que respete y conserve el medio ambiente asegurando un desarrollo sostenible para las generaciones futuras. La Sección Segunda: Biodiversidad en el Art. 400, declara la soberanía sobre la biodiversidad, y de interés público la conservación tanto de la

biodiversidad como el de sus componentes. La Sección Cuarta: Recursos Naturales en el Art. 408, el estado garantiza que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía estén acordes a la preservación y recuperación de los ciclos naturales. La Sección Sexta: Agua en el Art. 411, establece la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico, regulando las actividades que pongan en riesgo la calidad y cantidad de agua especialmente de fuentes y zonas de recarga. Finalmente, la Sección Séptima: Biosfera, ecología urbana y energías alternativas en el Art. 413, estipula que: *“El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua¹”*.

2.3 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

Con la finalidad de obtener los objetivos que se plantean en la Constitución con respecto al ambiente, fue indispensable contar con una norma jurídica ambiental y una estructura institucional que garantice el cumplimiento de los mismos. De esta manera el Congreso Nacional expide la Ley N° 37/1999 de Gestión Ambiental que se encuentra en vigencia desde su publicación en el Registro Oficial No. 245 de 30 de julio de 1999.

En el **TÍTULO I: ÁMBITO Y PRINCIPIOS DE LA LEY**, en los Art. 1, Art. 3 y Art. 5, cabe citar los siguientes aspectos:

- Se establece los principios y directrices de la política ambiental, en las cuales se determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación, límites permisibles, tipos de control y sanciones en esta materia;
- El proceso de gestión ambiental está orientado en los principios universales del desarrollo sustentable;

¹ Constitución Política del Ecuador, Septiembre-2008

- Se establece un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación denominado Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental.

En el **TÍTULO II: DEL RÉGIMEN INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL**, en el Capítulo II: De la Autoridad Ambiental, en el Art. 8 menciona que el Ministerio del Ambiente (MAE) es el encargado de regir, regular y coordinar el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

Dentro de esta Ley en el **TÍTULO VI: DE LA PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS AMBIENTALES**, en el Art. 41, se menciona la protección de los derechos ambientales individuales y colectivos, a través de la potestad a personas naturales, jurídicas o grupos humanos de denunciar la violación de las normas ambientales, tomando en cuenta la acción de amparo constitucional prevista en la Constitución

En el **TÍTULO III: INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL**, Capítulo II: De la Evaluación de Impacto Ambiental y de Control Ambiental, los Art. 19, Art. 20 y Art. 21, estipulan que todas las obras, proyectos y actividades que puedan causar impactos en el ambiente serán calificados con anterioridad a su ejecución, deberán contar con la respectiva licencia ambiental, y se incluirán estudios de línea base, evaluación de impacto ambiental, plan de manejo y auditorías ambientales.

2.4 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIO (TULAS)

Este texto fue publicado el 31 de marzo del 2003 en la Edición Especial N° 2 del Registro Oficial N° 3516, y consta de nueve libros que detallan las normas de calidad ambiental para cada uno de los componentes ambientales.

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 los Recursos Costeros;

Libro VI: De la Calidad Ambiental; Libro VII: Del Régimen Especial “Galápagos”; Libro VIII: Del Instituto para Ecodesarrollo Regional Amazónico, ECORAE; 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 encuentran bajo su cargo.

En el **LIBRO I: DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL**, Título I: De la Misión, Visión y Objetivos del Ministerio de Medio Ambiente, los Art. 1 y Art. 2, establecen que el Ministerio del Ambiente es el encargado de dirigir la gestión ambiental, a través de mecanismos que permitan alcanzar un desarrollo sustentable en el país. Siendo la autoridad ambiental nacional líder en el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental.

EL LIBRO VI: DE LA CALIDAD AMBIENTAL, contiene tres Anexos dirigidos hacia el Sector Eléctrico, Anexo 1A: Norma de Emisión al Aire desde Centrales Termoeléctricas, Anexo 2A: Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Suelo en Centrales de Gestión Eléctrica, Anexo 3A: Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua en Centrales Eléctrica Térmicas y Centrales Eléctrica Hidroeléctricas, siendo este último de nuestro interés por establecer normas de aplicación general, de prevención y control de la contaminación, límites de calidad y monitoreo, y procedimientos de contingencias en centrales hidroeléctricas.

En el **LIBRO VI: DE LA CALIDAD AMBIENTAL**, Título I: Del Sistema Único de Manejo Ambiental, en el Capítulo III: Del Objetivo y los elementos principales del Sub-sistema de Evaluación de Impacto Ambiental se detallan la finalidad, elementos y necesidad de la evaluación de impactos, así como los requerimientos iniciales para el proceso de evaluación. Dentro de este Libro, en el Capítulo IV: Del proceso de Evaluación de Impactos Ambientales se mencionan los pasos a seguir en la evaluación de impactos ambientales para conseguir el licenciamiento ambiental. Cabe destacar que en el Capítulo V: De la impugnación, suspensión, revocatoria y registros de la licencia ambiental, se especifican las causas por las cuales la licencia ambiental puede ser impugnada, suspendida o revocada.

2.5 LEY DE AGUAS

Esta ley fue expedida mediante el Decreto Supremo N° 369 del 30 de mayo de 1972, y el Congreso Nacional, a través de la Comisión de Legislación y Codificación expidió la Codificación de la Ley de Aguas 2004-016 con el fin de regular el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas a nivel nacional, así como en todos sus estados físicos y formas, tal y como se menciona en el Art. 1 del **TÍTULO I: DISPOSICIONES FUNDAMENTALES**.

Dentro del **TÍTULO II: DE LA CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS**, Capítulo I: De la Conservación, Art. 20 se establece la prevención de la disponibilidad del recurso agua, mediante la protección de las cuencas hidrográficas. Mientras que en el Capítulo II: De la Contaminación, Art. 22 se prohíbe toda contaminación de las aguas que cause daños en la salud humana, flora y/o fauna.

El **TÍTULO VII: DE LAS AGUAS PARA FINES ENERGÉTICOS, INDUSTRIALES Y MINEROS**, en el Art. 42, expresa la concesión de derechos de aprovechamiento de aguas para la generación de energía, siempre y cuando sean devueltas a un cauce público y con un tratamiento previo, y cuando el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) lo estime conveniente.

Los artículos antes mencionados hasta la actualidad se encuentra en plena vigencia; sin embargo, en nuestro país debido a los cambios constitucionales se está debatiendo una nueva reforma a la presente Ley de Aguas por parte de la Asamblea Nacional.

2.6 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Esta ley fue expedida mediante Decreto Supremo N° 374 del Registro Oficial N° 97 del 31 de Mayo del 1976, y el 10 de Septiembre del 2004 la Comisión de Legislación y Codificación realizó una codificación de esta ley, la cual consta en el Registro Oficial Suplemento 418 denominada “Codificación 20 de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación” cuyo objetivo es establecer normas para la prevención y contaminación de

los recursos: agua, aire y suelo; así como regulaciones aplicables para la conservación, protección y restauración del ambiente por daños causados por las actividades humanas.

El CAPÍTULO II: DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS, en el Art. 6, contempla la prohibición de descargas, que no cuenten con las normas técnicas y regulaciones, a redes de alcantarillado, quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, aguas marítimas, y de la infiltración en terrenos de aguas residuales que sean nocivas para la salud humana.

Dentro de los reglamentos de esta ley existe la exigencia de la realización de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) con respecto a proyectos y actividades que tengan relación con los recursos agua, aire y suelo.

El Reglamento publicado en el Registro Oficial N° 204 del 5 de junio de 1989, contiene normas para la prevención de la contaminación en el recurso agua y el requerimiento de un EsIA en actividades que puedan causar efectos dañinos sobre la salud y que provoquen deterioro ambiental. Además, se fijó las actividades y contenidos de estos estudios para su autorización y el otorgamiento de permisos.

En el Registro Oficial N° 989 del 30 de julio de 1992, consta el Reglamento de Prevención y Control de la Contaminación en el recurso suelo, el cual solicita la elaboración de un EsIA en los casos en que las actividades puedan causar daños sobre la salud y el suelo.

2.7 LEY DE RÉGIMEN DEL SECTOR ELÉCTRICO

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico contiene normas relacionadas con la estructura y funcionamiento del sector eléctrico y consta en el Registro Oficial N° 43 del 10 de Octubre de 1996, con una reforma publicada en el Registro Oficial N° 364 del 26 de septiembre del 2006, para finalmente mediante Decreto Ejecutivo N° 655 de 3 de octubre del 2007 en el Registro Oficial N° 192 de 17 de octubre de 2007 presentarse una nueva reforma de esta ley.

El **CAPÍTULO I: DISPOSICIONES FUNDAMENTALES**, en el Art. 3, declara que los generadores, transmisores y distribuidores, deben apegarse a la normativa legal con respecto a la protección del medio ambiente. Además, señala que para asegurar la protección y conservación del medio ambiente, las obras que se ejecuten deben contar con un estudio de evaluación de impactos ambientales que permita determinar los efectos ambientales en las etapas de construcción, operación y retiro.

2.8 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS (RAAE)

Reformado mediante Decreto Ejecutivo N° 655 de 3 de octubre de 2007 y publicado en el Registro Oficial N° 192 de 17 de octubre de 2007, establece procedimientos y medidas dirigidas al sector eléctrico para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos y potenciando los impactos positivos.

En el **CÁPITULO III: DE LA PROTECCIÓN AMBIENTAL**, Sección I: De la normativa aplicable a la protección ambiental, el Art. 15: Límites permisibles y otros parámetros, señala la obligatoriedad de tomar medidas técnicas y operativas para evitar que las emisiones y descargas sobrepasen los límites permisibles ya establecidos en las normas nacionales y seccionales de protección ambiental y de control de la contaminación.

El **CAPÍTULO IV: DE LOS INSTRUMENTOS TÉCNICOS DE CONTROL AMBIENTAL**, Sección I: De los instrumentos ambientales para desarrollo de actividades eléctricas, Art. 17 indica para que actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica se aplican los instrumentos técnicos de Auditoría Ambiental y EsIA incluido el Plan de Manejo Ambiental (PMA). La Sección II: Del Estudio de Impacto Ambiental describe el alcance, la clasificación de proyectos que requiere un EsIA y la obligatoriedad de su elaboración. Además el contenido que deberá tener tanto el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar y Definitivo así como el Plan de Manejo Ambiental.

2.9 CÓDIGO DE LA SALUD Y EL AMBIENTE

Este código se estableció por Decreto Supremo 188, a través del Registro Oficial 158, del 6 de Febrero de 1971, en la Presidencia del Dr. José María Velasco Ibarra.

El Código de la Salud contempla las normativas de control ambiental en los recursos; agua, suelo y aire, para evitar efectos en la salud de los seres humanos. A continuación se citan los principales artículos de este instrumento:

En el **LIBRO II: DE LAS ACCIONES EN EL CAMPO DE PROTECCIÓN DE LA SALUD**, Título I: Del Saneamiento Ambiental, Capítulo I: Disposiciones Generales, en el Art. 12 señala que ninguna persona podrá eliminar residuos sólidos, líquidos o gaseosos sin previo tratamiento hacia el aire, agua o suelo, con el fin de evitar daños a la salud humana. En este mismo Libro y Título, en el Capítulo II: Del Abastecimiento de Agua Potable para Uso Humano, el Art. 16 declara de interés público la protección de fuentes y cuencas hidrográficas que sirven de abastecimiento de agua. Finalmente, el Art. 17 prohíbe descargar directa o indirectamente sustancias nocivas, que puedan contaminar o afectar la calidad sanitaria del agua u obstruir las vías de suministro.

Los aspectos de salud están ligados estrechamente con el ambiente en el que vivimos los seres humanos, es así que no se puede hablar de salud sin un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, siendo esta característica la que ha llevado a mantener una cooperación mutua entre las Carteras de Estado de la Salud y el Ambiente.

El 4 de Abril del 2001, se redactó una carta de compromiso entre el Ministerio de Salud y el Ministerio del Ambiente, en la cual se comprometieron a aunar esfuerzos en la planificación y ejecución de políticas en los campos de la salud y el ambiente. Tomando en cuenta los siguientes objetivos:

- Incrementar y fortalecer la colaboración y coordinación interinstitucional;
- Fortalecer las prácticas y capacidades de gestión de riesgo en el sector salud y ambiente;

- Incrementar la capacidad de los recursos humanos en salud y ambiente:
- Promover la salud ambiental;
- Promover la investigación y el desarrollo tecnológico con las universidades del Ecuador;
- Estimular la participación de la sociedad civil en la estructuración de los presentes objetivos;
- Desarrollar programas de concientización, información y educación en salud y ambiente.

2.10 CERTIFICACIONES

2.10.1 Norma ISO

La Organización Internacional para la Normalización (ISO) es la entidad no gubernamental responsable de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y electrónica.

Las normas internacionales industriales y comerciales desarrolladas por los representantes de los organismos de normalización nacionales de la ISO son conocidas como Normas ISO y su finalidad es la coordinación de normas nacionales para facilitar el comercio, intercambio de información y contribuir con estándares comunes para el desarrollo y transferencia de tecnologías.

2.10.2 Norma ISO 14000

La Norma ISO 14000 es un conjunto de documentos de gestión ambiental que tienen el fin de apoyar a las organizaciones a tratar sistemáticamente asuntos ambientales para de esta manera, mejorar el comportamiento ambiental junto con las oportunidades de beneficio económico.

Se centra en la organización brindando un conjunto de estándares basados en procedimiento y unas pautas desde las que se puede construir y mantener un sistema de gestión ambiental.

2.10.3 Norma ISO 14001

Esta norma fue escrita como consenso en cerca de 50 países participantes en su desarrollo y en más de 100 países la han adoptado como norma internacional o estándar, es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones y se acomoda a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

La Norma 14001 es la que certifica a organizaciones o especifica las principales exigencias de un Sistema de Gestión Ambiental, proporcionando especificaciones y guías de uso. Contiene cinco elementos principales: política, plan de acción, implementación y operación, chequeo y acción correctora y revisión de la gestión (Figura 2.1). Estos elementos interaccionan unos con otros para formar la estructura de una aproximación sistemática a la gestión ambiental, con el resultado de una mejora continua de todo el sistema, y finalmente de la eficacia medioambiental.

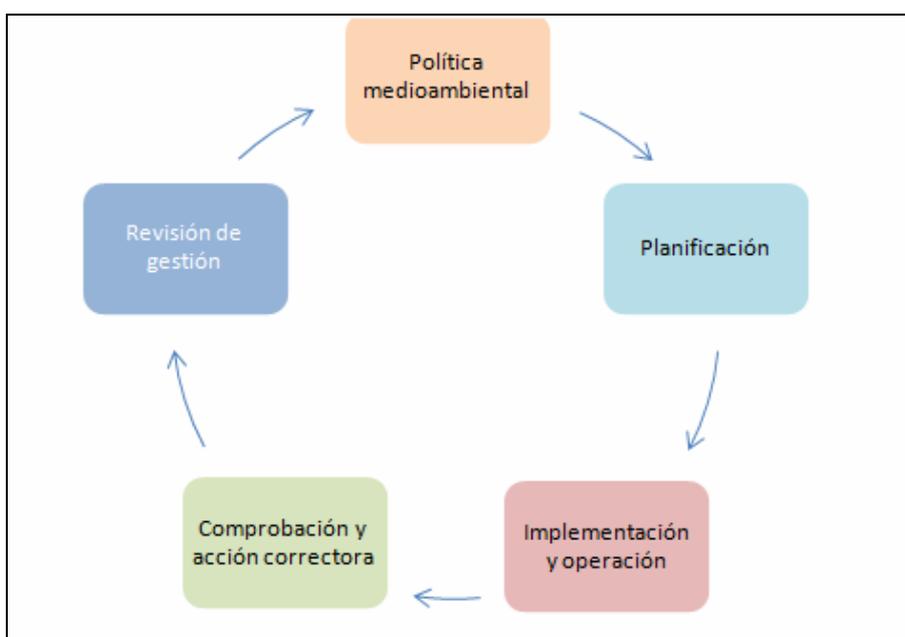


Figura 2.1. Modelo de la Norma ISO 14001

Fuente: WOODSIDE Gayle y AURRICHIO Patrick; Auditoría de Sistemas de Gestión Medioambiental

2.11 COMPETENCIAS INSTITUCIONALES

2.11.1 Ministerio del Ambiente MAE

La Ley de Gestión Ambiental señala que la Autoridad Ambiental Nacional (AAN) es el Ministerio del Ramo, entendiéndose como el Ministerio del Ambiente. Cuyas funciones se encuentran detalladas en esta ley en el Art. 8 y Art. 9.

Las responsabilidades a su cargo están el supervisar y evaluar el cumplimiento de la política y normativa ambiental nacional en el sector eléctrico, coordinar junto con el CONELEC la gestión ambiental eléctrica y otorgar licencias ambientales a todo proyecto de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

2.11.2 Consejo Nacional de Electricidad CONELEC

El Ministerio del Ambiente, a través del Acuerdo Ministerial publicado en el Registro Oficial 552 del 28 de marzo del 2005, acredita al CONELEC como Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (AAAr) del sector eléctrico.

Teniendo como facultad en forma exclusiva a nivel nacional la emisión de licencias ambientales para la ejecución de proyectos o actividades eléctricas, liderar y coordinar el proceso de evaluación de impactos ambientales a nivel nacional.

2.11.3 Secretaría Nacional del Agua SENAGUA

Creada mediante Decreto Ejecutivo 1088 del 15 de mayo del 2008, y publicado en el Registro Oficial N° 346 del 27 de mayo del mismo año, la Secretaría Nacional del Agua reemplaza al ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), siendo la encargada de conducir y controlar los procesos de gestión de los recursos hídricos nacionales de manera integrada y sustentable en los ámbitos de las cuencas hidrográficas.

2.11.4 Subsecretaría de Saneamiento Ambiental

Según el Decreto Ejecutivo 1820 publicado en el Registro Oficial 461 del 14 de junio de 1994, este organismo es el que controla la aplicación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación.

2.11.5 Consejos Provinciales y Municipios

Son los encargados de la legislación y administración de los asuntos públicos relacionados la prevención y control de la contaminación dentro de sus respectivos límites seccionales.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1 AMBIENTE

La definición de ambiente no está completamente consensuada ni se ha precisado con exactitud lo que encierra, sin embargo, esta expresión remite a un conjunto de elementos del medio natural que contempla la fauna, flora, vegetación, clima, agua, suelo y su interrelación que se produce sobre un espacio de territorio.

La definición de medio ambiente o ambiente presenta diferentes matices en función del que proporciona la definición, es así que:

La visión de la ecología hacia el concepto de ambiente se define como la suma de factores físicos, químicos y biológicos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad.

Desde el punto de vista de la economía se considera al medio ambiente como una fuente de recursos, siendo un soporte de actividades productivas. Además la visión administrativa la define como un sistema constituido por el hombre, la fauna, flora, el suelo, clima, paisaje, bienes materiales, el patrimonio cultural y las interacciones entre todos estos factores.

Según la Conferencia de las Naciones Unidas, medio ambiente es el *“conjunto de componentes físicos, químicos biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas”*.

La Ley de Gestión Ambiental del Ecuador en su Glosario define al medio ambiente como un *“Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, físicos, químicos o biológicos, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la naturaleza o la acción humana, que rige la existencia y desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones”*.

En la actualidad, el concepto de medio ambiente está relacionado con el tema de desarrollo; esta relación nos permite concebir a los problemas ambientales y su vinculación con el desarrollo sustentable, el cual debe garantizar una adecuada calidad de vida para las presentes y futuras generaciones.

3.2 DESARROLLO SOSTENIBLE

El término de desarrollo sostenible tuvo sus primeros indicios en 1972 con la celebración de la Conferencia sobre el Medio Humano en Estocolmo, luego en la década de los '80 la Unión Internacional sobre la Conservación de la Naturaleza (UICN) plantea la idea de desarrollo sostenible en sí, y de esta manera se dio a conocer la Estrategia Mundial de Conservación caracterizado por resaltar la sustentabilidad en el aspecto ecológico sobre el económico.

En 1983 la Organización de Naciones Unidas (ONU), crea la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo liderada por la Primera Ministra Ambiental de Suecia. La Comisión Brundtland, llamada así en honor a la Ministra, fue la encargada de realizar los estudios, debates y audiencias públicas a lo largo de tres años y alrededor de los cinco continentes a cerca del desarrollo sostenible y de las alternativas de mejoramiento de la calidad de vida en el mundo.

El Informe Brundtland *“Nuestro Futuro Común”* es el documento resultante de los estudios de la Comisión Brundtland fue presentado en abril de 1987, cuyo contenido se centraba en formalizar el concepto de desarrollo sostenible que dice: *“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”*.

Esta definición representa la prioridad de la preservación del medio ambiente y el consumo prudente de los recursos naturales no renovables.

En la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en 1992 en Río de Janeiro, se inicia la divulgación al público de la idea de desarrollo sostenible y se modifica el concepto inicial de la Comisión Brundtland por la incorporación de tres pilares: progreso económico, justicia social y preservación del medio ambiente, considerando al aspecto social por la relación de la sociedad con el medio ambiente y la economía. La Figura 3.1, muestra la relación entre estos tres pilares.

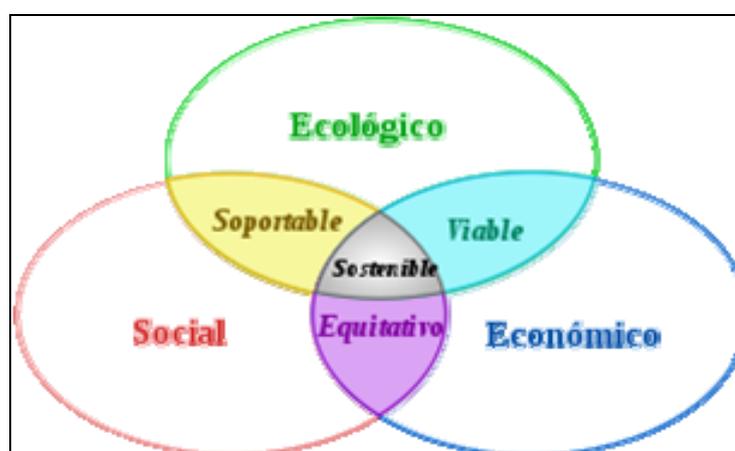


Figura 3.1. Esquema del concepto de desarrollo sostenible
Fuente: es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible

Cabe resaltar el trabajo del Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la Unión Europea, que en 1993 elaboró una nueva estrategia en materia de medio ambiente a cerca de las acciones a tomarse para alcanzar el desarrollo sostenible hasta el 2000, y en el 2001 este mismo programa definió prioridades y objetivos de la política medioambiental de la comunidad hasta y después del 2010.

El 2002 fue el año para la reafirmación del término de desarrollo sostenible como elemento fundamental en la Agenda Internacional, y la Cumbre de Johansburgo fue la reunión indicada para este acto de envergadura mundial, en donde varios jefes de estado, representantes de gobiernos, ONG's, empresarios, entre otros; ratificaron el compromiso de preservar los recursos naturales y la biodiversidad.

El desarrollo sostenible es un término escurridizo, por atribuirse varios significados desde ideologías ecologistas, eco-socialistas y liberales que muchas de las veces llegan a ser extremistas. Sin embargo, lo que se busca con este desarrollo es reconciliar los aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas para lograr un ambiente sano y equilibrado como lo menciona la Constitución del Ecuador.

3.3 IMPACTO AMBIENTAL

El Impacto Ambiental (IA) se define como la alteración, modificación o cambio sobre el medio ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad producidos por una determinada acción o actividad humana. Sin embargo, cabe resaltar que el termino impacto no implica necesariamente negatividad, ya que puede ser tanto positivo como negativo. En la Figura 3.2, se muestra un esquema que representa el cambio de la calidad del medio ambiente por acción o actividad humana.

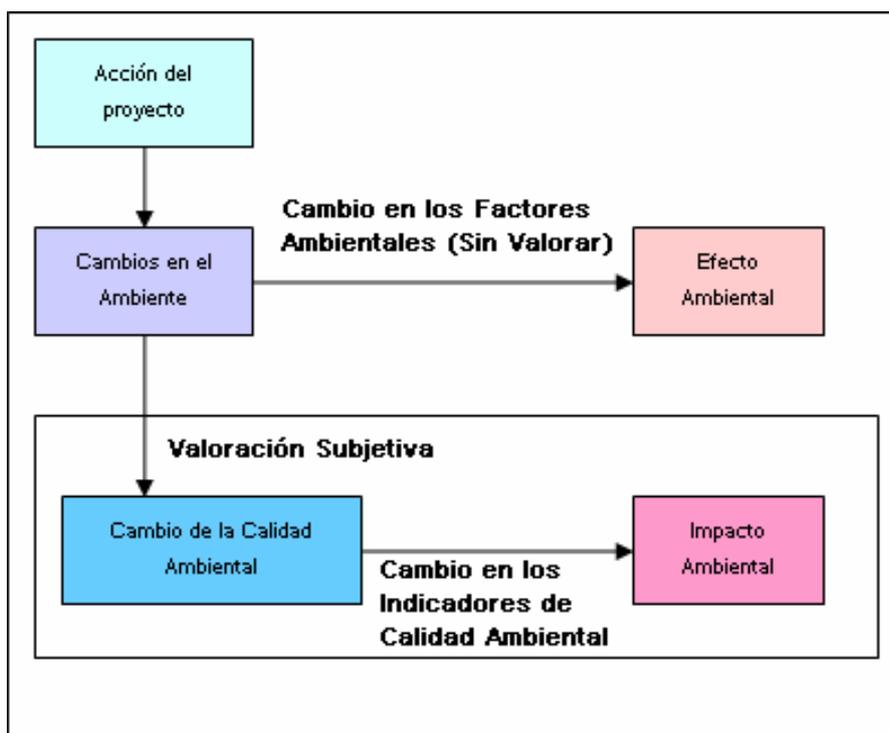


Figura 3.2. Esquema del concepto de impacto ambiental
Fuente: GARMENDIA, Alfonso; Evaluación de Impacto Ambiental

3.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el procedimiento administrativo de carácter técnico necesario para la valoración de los impactos ambientales de las diferentes alternativas de un proyecto específico, con la finalidad de seleccionar la mejor alternativa desde un punto de vista ambiental. Es importante acotar que el significado específico de la EIA cambia según los países, aunque la filosofía es siempre la misma.

La EIA tiene dos fases; el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), y su aplicación abarca desde la fase de prefactibilidad hasta la de abandono del proyecto, obra o actividad pasando por las fases intermedias.

El objeto principal de la implementación de un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en actividades y proyectos, es el de animar a que se considere el medio ambiente en la planificación y toma de decisiones para definir actuaciones que sean más compatibles con nuestro entorno y alcanzar un desarrollo sostenible y equilibrado con la utilización racional de los recursos naturales. Este proceso debe desarrollarse a partir de estrategias y metodologías, por lo que el proceso en sí mismo debe ser sistemático, participativo, interdisciplinario y reproducible.

Barret y Therivel (1991) han sugerido que un sistema ideal de EIA: 1) se aplicaría a todos aquellos proyectos que fuera previsible que tuvieran un impacto ambiental significativo y trataría todos los impactos que previsiblemente fueran significativos; 2) compararía alternativas de los proyectos propuestos, de las técnicas de gestión y de las medidas de corrección; 3) generaría un estudio de impacto en el que la importancia de los impactos probables y sus características específicas quedaran claras tanto a expertos como a no conocedores de la materia; 4) incluiría una amplia participación pública y procedimientos administrativos vinculantes de revisión; 5) programado de tal manera que proporcionara información para la toma de decisiones; 6) con capacidad para ser obligatorio, y 7) incluiría procedimientos de seguimiento y control¹.

¹ CANTER Larry W.; Técnicas para la Elaboración de los EsIA; Segunda Edición

En 1996 se introdujo por primera vez el concepto de Evaluación de Impacto Ambiental en los Estados Unidos como requisito de la National Environmental Policy American (NEPA) que es la Ley Nacional de Políticas sobre el Medio Ambiente. Desde entonces, ha crecido el número de países que han adoptado estas políticas de protección al medio ambiente.

3.4.1 Fases del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental

El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental es una secuencia de pasos ordenados, en la Figura 3.3, se presenta un esquema teórico de este proceso.

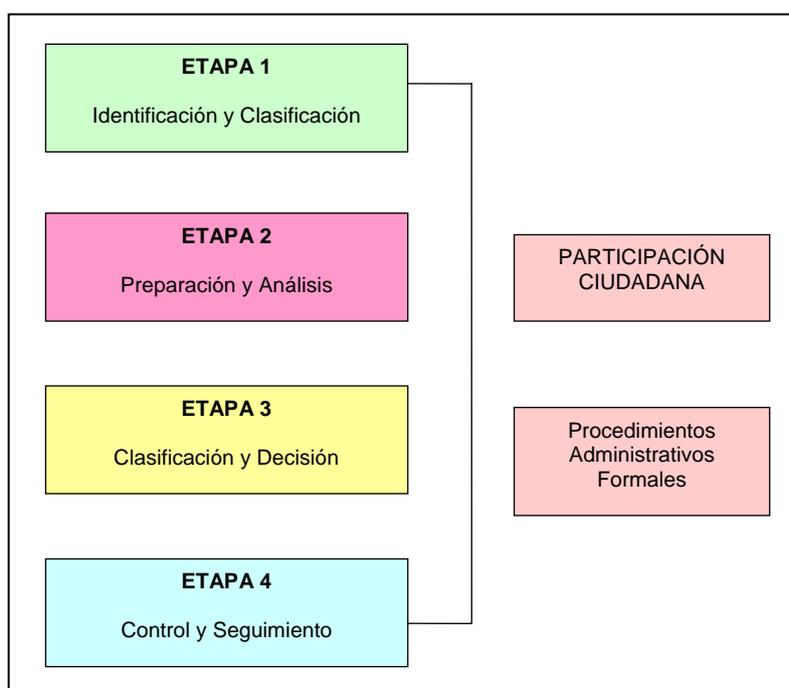


Figura 3.3. Esquema general del proceso de EIA

Fuente: ESPINOZA, Guillermo; Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental

La primera etapa consiste en definir la necesidad de realizar una evaluación de impacto ambiental de detalle y el tipo de categoría ambiental requerido. La segunda etapa se define como la aplicación concreta del alcance del estudio definido para un proyecto determinado. La tercera comprende la revisión formal de los estudios de impacto ambiental, por parte de la autoridad. Finalmente, la cuarta corresponde a la verificación de la ejecución del plan de manejo, el cumplimiento de los compromisos ambientales, y de los procesos de vigilancia y monitoreo de los componentes ambientales.

3.5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) es el elemento central dentro del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, representado por un documento que compila estudios técnico-científicos, sistemáticos, interrelacionados que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de impactos ambientales, y que forman una fuente de información primordial en la toma de decisiones. Además, describe las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas.

Un Estudio de Impacto Ambiental debe tener un lenguaje técnico, pero también debe ser claro, conciso y fácil de comprender y leer. El nivel de profundidad del Estudio de Impacto Ambiental está relacionado con la significancia de los impactos ambientales que pudieran provocar la actividad, acción o proyecto, es decir, proyectos que pueden provocar impactos con mayor significancia requieren de un estudio con mayor detalle.

3.5.1 Estructura de un Estudio de Impacto Ambiental

De forma general los pasos que se deben tomar en cuenta para la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, se detallan a continuación:

El primer paso es el análisis y descripción del proyecto, en el cual deben constar las actividades concretas a realizarse y las características relevantes del proyecto.

Posteriormente se describen las características ambientales del área en donde se desarrollará el proyecto, a través de la caracterización al medio físico, biótico y socioeconómico, y que comúnmente se denomina Línea Base.

La identificación de impactos tiene el objeto de identificar los impactos ambientales positivos y negativos que sean de carácter significativo en las etapas de desarrollo del proyecto. Esta identificación y análisis de los impactos sean cual fueren sobre el proyecto se los realiza sobre el medio físico, biótico y socioeconómico.

La evaluación de impactos se realiza comúnmente mediante metodologías estructuradas que varían de acuerdo a la actividad, el organismo que lo realice o él que lo exige. Este paso es un sistema complejo con muchos factores y fenómenos difíciles de cuantificar.

El Plan de Manejo es el paso final del EsIA, y se lo realiza en base a los resultados obtenidos de los impactos ambientales que genera el proyecto para cada una de las etapas del proyecto sobre el medio ambiente.

3.6 DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Se denomina Declaración de Impacto Ambiental (DIA) al pronunciamiento de la autoridad competente en materia de medio ambiente, en base al Estudio de Impacto Ambiental, alegaciones, objeciones y comunicaciones resultantes del proceso de participación pública y consulta institucional, en el que se determina, la conveniencia de realizar o no la actividad o proyecto planificado de acuerdo a los efectos ambientales que podrían producirse.

La Declaración de Impacto Ambiental debe ser ante todo una declaración positiva o negativa, es decir, que acepte o rechace el proyecto, por sus características, desde un punto de vista ambiental.

En el caso de que el pronunciamiento sea afirmativo, se deben establecer las condiciones necesarias para la protección del medio ambiente y de los recursos naturales.

3.7 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para llevar a cabo el proceso de evaluación es necesario emplear diversas técnicas y métodos que permitan la recolección y tratamiento de datos e información sobre el medio ambiente y el proyecto.

Tomando en cuenta que las situaciones, los sistemas ambientales, los proyectos y los posibles impactos son distintos, no existe un método que pueda ser aplicado a todos por igual. Algunos métodos son generales y otros muy específicos, pero de todos ellos se puede extraer técnicas, que con variaciones, pueden ser útiles para la evaluación.

3.7.1 Métodos Ad Hoc

También conocidos como paneles o reuniones de especialistas, y consiste en grupos de trabajo formados por expertos de distintas disciplinas de acuerdo a las características del proyecto en estudio. Tienen como finalidad obtener información sobre los posibles impactos ambientales en un periodo corto de tiempo.

Uno de los métodos Ad Hoc más utilizado es el Método Delphi que fue creado en los años 50 como un modo rápido y económico de obtener opiniones de especialistas. El Cuadro 3.1 presenta un ejemplo de consulta a expertos Ad Hoc y el Cuadro 3.2 un ejemplo de la utilización del Método Delphi.

Cuadro 3.1. Consulta a expertos “Ad Hoc”
Fuente: GARMENDIA, Alfonso; Evaluación de Impacto Ambiental

Medios	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto5	Suma	peso	%	Repartir
Medio Inerte	2	2	3	2	4	13	0,26	26	260
Medio Biótico	1	3	4	4	3	15	0,30	30	300
Perceptual	4	4	2	1	1	12	0,24	24	240
Socio-económico	3	1	1	3	2	10	0,20	20	200
SUMA	10	10	10	10	10	50	1,00	100	1000

Cuadro 3.2: Método Delphi utilizado en el índice de calidad de agua
Fuente: GARMENDIA, Alfonso; Evaluación de Impacto Ambiental

Variable	Peso
Oxígeno Disuelto	17
Coliformes Fecales	15
pH	12
DBO5	10
Nitratos	10
Fosfatos	10
Variación Térmica	10
Turbidez	8
Sólidos Totales	8
TOTAL	100

3.7.2 Listas de Chequeo

También llamadas listas de control o checklists, se los define como listas exhaustivas con una relación directa entre factores y parámetros ambientales que permiten identificar rápidamente todas las posibles consecuencias ligadas al proyecto propuesto. Además, garantizan que ninguna alteración relevante sea omitida dentro de la etapa de diagnóstico de la EIA.

Frecuentemente una lista de chequeo es un método auxiliar en los EsIA y debe contener diferentes ítems, los cuales permiten identificar los impactos sobre todos los elementos del ambiente.

Dentro de este método de evaluación de impactos, existen diversos tipos de listas; entre los que se destacan:

- Listas de chequeo simples.- Las primeras en ser concebidas y contienen sólo una lista de factores ambientales o variables ambientales con impacto, o una lista de características de la acción con impacto, o ambos elementos².
- Listas de chequeo descriptivas.- Presentan los parámetros ambientales y una orientación para la evaluación de los impactos ambientales. Pueden tomar la forma de cuestionarios que contienen una serie de preguntas concatenadas que intentan dar un tratamiento integrado del análisis de los impactos.
- Listas de chequeo escalares.- Tienen la ventaja de atribuir un valor ya sea en forma de letras, símbolos o números para cada factor ambiental, para de esta manera lograr una clasificación y comparación entre las alternativas del proyecto, y así escoger la más favorable. El Cuadro 3.3 presenta un ejemplo de esta clase de listas de chequeo.
- Listas de chequeo escalares Ponderadas.- Son listas escalares que se complementan con la incorporación del grado de importancia de cada impacto, para la ponderación de su magnitud.

² ESPINOZA Guillermo, BID, CED; Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental; 2002

Un ejemplo de este tipo de listas es el Método Batelle-Columbus que fue desarrollado en 1971 en los laboratorios Battelle, de Columbus, en los Estados Unidos. Se lo define como un sistema de evaluación del impacto global del proyecto, diseñado especialmente para aquellos que implican el uso de los recursos hídricos. Se encuentra constituido por cuatro categorías, con dieciocho componentes y estos, a su vez divididos en setenta y ocho parámetros específicos.

Cuadro 3.3. Lista de chequeo escalar
Fuente: GARMENDIA, Alfonso; Evaluación de Impacto Ambiental

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso					
Calidad del aire		X		X	X		X		X		X		Compatible
Contaminación de las aguas		X		X	X		X		X		X		Severo
Erosión		X		X		X		X		X		X	Moderado
Pérdida de cultivos		X		X	X			X		X	X		Severo
Pérdida de vegetación		X		X	X			X	X	X			Severo
Pérdida de hábitats		X		X	X		X			X		X	Crítico
Riesgos de incendios		X	X			X	X		X		X		No significado
Empleo y renta	X		X		X		X		X		X		Positivo
Nivel de ruidos		X		X	X		X				X		Compatible

3.7.3 Matrices de Interacción

Son listas de control bidimensional, con un eje vertical y otro horizontal en donde se disponen las acciones de implementación del proyecto y los factores ambientales que pudieran ser afectados. Se las utiliza principalmente en la etapa de identificación de impactos ya que permiten asignar los impactos de cada acción sobre los componentes modificados.

La matriz completa presenta el conjunto de impactos generados por el proyecto, las acciones que provocan un número mayor de impactos y las acciones que afectan los factores ambientales más relevantes.

Las matrices de interacción denominadas causa-efecto dieron origen a otras más avanzadas, dentro de estas la más conocida es la Matriz de Leopold que fue utilizada por primera vez en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

La Matriz de Leopold (Cuadro 3.4) cuenta con cien acciones en el eje horizontal y ochenta y ocho factores ambientales en el eje vertical, que dan como resultado 8.800 celdas de interacción. Cada celda de la matriz representa un posible impacto ambiental, y contiene dos atributos de evaluación que son la magnitud e importancia. El resultado de la matriz es el resultado el impacto producido sobre un determinado factor ambiental y el impacto producido por cierta acción.

Cuadro 3.4. Matriz de Leopold

Acciones \ Factores	Acciones				Agregación de Impactos
	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción 4	
Factor 1	-2 / 1				-2
Factor 2			-1 / 3		-3
Factor 3		-2 / 4			-8
Factor 4				3 / 2	6
Totales Positivos	0	0	0	1	
Totales Negativos	1	1	1	0	
Agregación de Impactos	-2	-8	-3	6	-7

La magnitud se define como la medida de la extensión del impacto, mientras que la importancia es la medida de la relevancia del impacto para el factor ambiental afectado frente a los otros impactos y las características ambientales de área afectada³.

En los cruces que presentan impactos significativos se coloca una diagonal marcando la magnitud del impacto en la parte superior y la importancia en la parte inferior, estos dos

³ CEVALLOS Jaime, OSPINA Pablo; Evaluación de Impactos e Indicadores Ambientales en el Ecuador

atributos tienen una escala de valoración de 0 a 10. Sumando las filas se obtiene el impacto producido sobre un factor ambiental específico, y sumando las columnas el impacto producido por determinada acción.

3.7.4 Redes de Interacción

Las redes de interacción fueron diseñadas para identificar los impactos indirectos (secundarios, terciarios) y sus interacciones, a través de diagramas y gráficos, ya que requieren de otros métodos para completar los requerimientos de un EsIA (Figura 3.4).

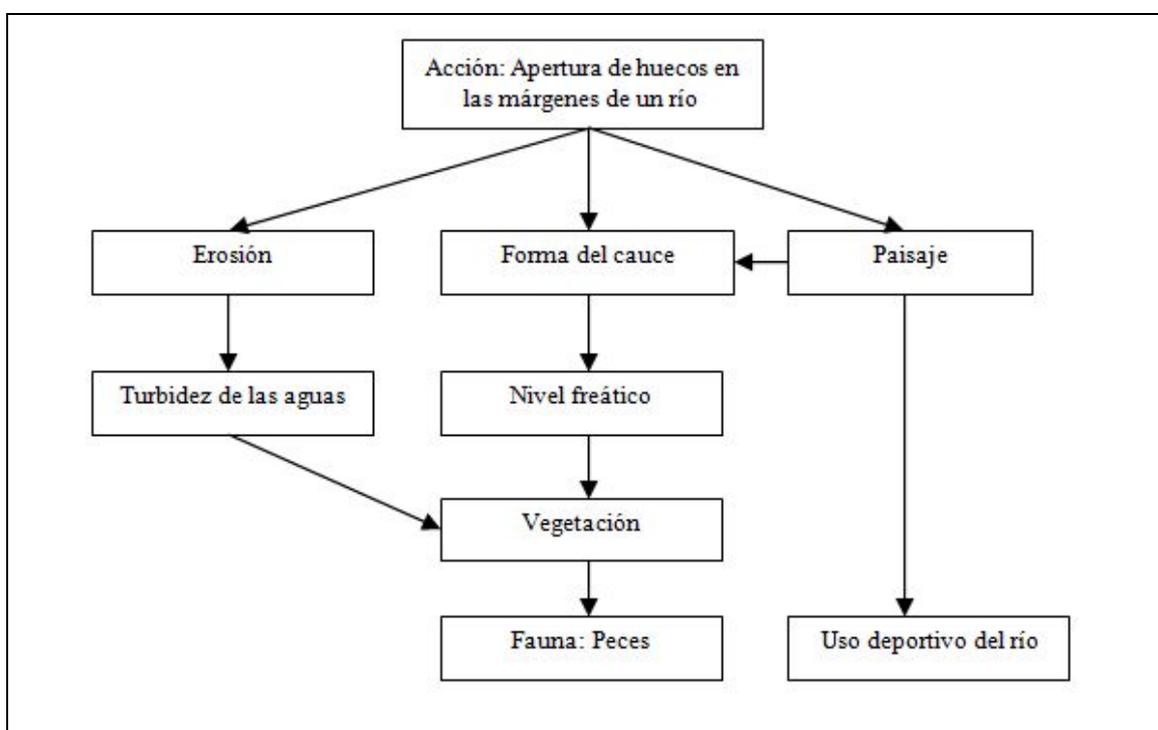


Figura 3.4. Diagrama de redes
Fuente: GARMENDIA, Alfonso; Evaluación de Impacto Ambiental

Este método se encarga de identificar los factores causales, los impactos primarios (condiciones iniciales), los impactos de segundo orden (condiciones consecuentes) y los impactos de tercer orden (efectos).

Los diagramas de sistemas son una variación de las redes de interacción, y están estructuradas por la relación de los componentes del sistema ambiental, utilizando el flujo de energía como elemento de conexión. Se caracteriza por la capacidad de estimar los

impactos ambientales producidos por las acciones del proyecto, empleando como indicador las alteraciones del flujo de energía.

3.7.5 Cartografía Ambiental

Este método consiste en la superposición de diversos mapas que establecen impactos individuales sobre un territorio para obtener un impacto global. Cada mapa representa una característica física, social o cultural, que refleja un impacto ambiental específico (Figura 3.5).

La debilidad de la superposición de mapas es la falta de cuantificación de los impactos, la imposibilidad de añadir factores ambientales que son difíciles de ser mapeados y la dificultad de integrar los impactos socioeconómicos.

Las fotografías aéreas, cartas topográficas, observaciones en campo, opiniones de expertos, etc.; son elementos básicos para la elaboración de estos mapas temáticos, que deben tener la misma escala para poder realizar el análisis respectivo.

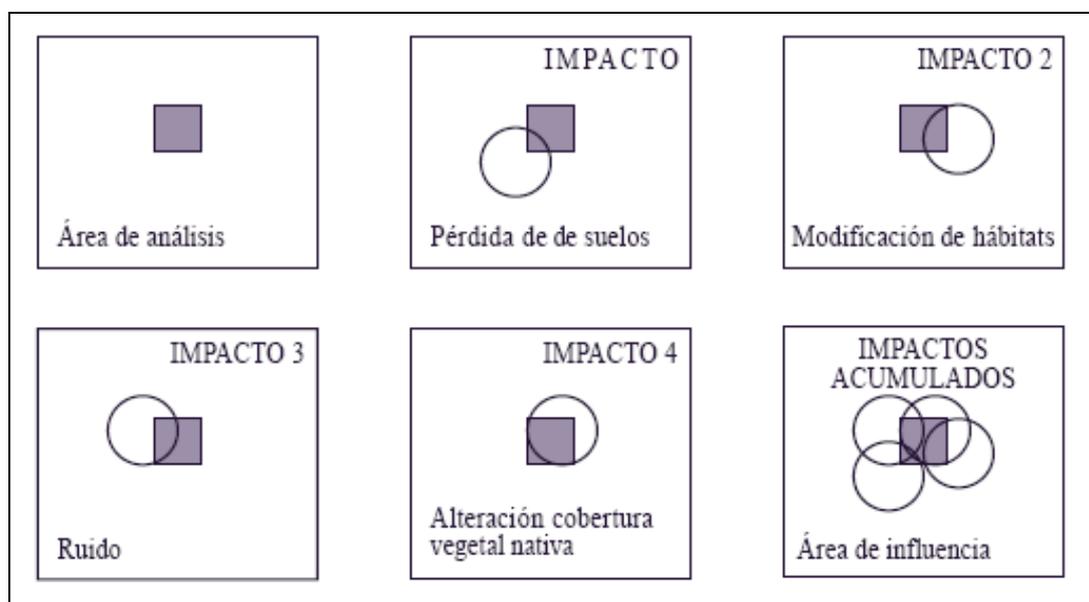


Figura 3.5. Superposición de mapas

Fuente: Espinoza Guillermo; Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental

3.7.6 Modelos de Simulación

Un modelo de simulación es un modelo matemático que representa la estructura y funcionamiento de los sistemas ambientales ante las alteraciones por parte del proyecto, tomando en cuenta que el medio ambiente no es un ente estático en el tiempo.

Estos modelos pueden evaluar variables cuantitativas y cualitativas, incorporar la magnitud e importancia de los impactos y considerar las interacciones entre los factores ambientales. Son aplicados en estudios ambientales que intentan representar un proceso natural, físico o biológico, por estas razones los proyectos de gran envergadura toman como método de evaluación al modelo de simulación.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

4.1 NOMBRE DEL PROYECTO

“Estudios de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos; Palmar, Chinambí, Alambí y Rayo”.

4.2 ANTECEDENTES

El Instituto Nacional Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) con la cooperación de la Corporación Financiera Nacional (CFN), en 1997 publicaron el Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos de Mediana Capacidad (Pi=5 a 50 Mw), el cual contiene la información y características más relevantes de los proyectos hidroeléctricos de mediana capacidad. La alternativa de nuestro interés denominada Rayo es la única identificada dentro de este catálogo para un aprovechamiento hidroeléctrico aguas arriba del origen del Río Toachi Grande con una potencia instalable de 7,5 Mw.

El 20 de julio de 2006 el Ministerio de Energía y Minas (MEM) y la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) suscribieron un Convenio de Cooperación Interinstitucional a través del cual manifestaron su interés por sustentar el desarrollo de actividades y proyectos específicos para ofrecer al país alternativas de energía renovable, barata y limpia.

Mediante Decreto Ejecutivo No. 475 del 9 de julio de 2007, el señor Presidente Constitucional de la República escindió el Ministerio de Energía y Minas en los ministerios de Electricidad y Energía Renovable y de Minas y Petróleos.

El Art. 5 del referido Decreto Ejecutivo establece que las facultades y deberes que correspondían al Ministerio de Energía y Minas ante cualquier organismo del Estado o entidad pública o privada para asuntos relacionados con la electricidad y energía renovable corresponden, a partir de la expedición del mismo, al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

La necesidad de actualizar la información proporcionada por el ex INECEL, dio como resultado la participación de universidades del país en pro de desarrollar actividades y proyectos para ofrecer alternativas de energía renovable, barata y limpia. Es así que mediante Acuerdo Ministerial No.12, del 18 de octubre de 2007, y de conformidad con los artículos 3 y 4 del Reglamento de la Ley de Consultoría, el Ministro de Electricidad y Energía Renovable aprobó las bases y términos de referencia para la Contratación de los Estudios de Prefactibilidad de las Centrales Hidroeléctricas Palmar, Chinambí, Alambí y Rayo con la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE).

El 1 de noviembre de 2007 la Subsecretaría de Desarrollo Organizacional del MEER invitó formalmente a la ESPE a presentar su propuesta, fijando como fecha límite el 8 de noviembre de 2007. En atención al pedido de la ESPE, aceptado por el MEER, se prorrogó hasta el 16 de noviembre de 2007 la fecha máxima de entrega de la propuesta técnica y económica. Ese mismo día se reunió la Comisión Técnica de Consultoría para proceder a la apertura del Sobre No. 1 contentivo de la Oferta Técnica.

El 30 de noviembre de 2007, una vez superados y cumplidos los requerimientos establecidos para el Sobre No.1, en presencia de los representantes de la ESPE y de la Comisión Técnica de Consultoría, se procedió a la apertura del Sobre No. 2 para iniciar el proceso de negociación que culminó el 3 de diciembre de 2007.

El 20 de diciembre de 2007 se suscribió el contrato de consultoría entre la Escuela Politécnica del Ejército y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable para la elaboración de los “Estudios de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos Palmar, Chinambí, Alambí y Rayo”.

Finalmente, el presente proyecto de grado denominado “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Rayo” forma parte del “Estudio de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos Palmar, Chinambí, Alambí y Rayo”.

4.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

4.3.1 Objetivo General

Incrementar la oferta de energía eléctrica y cubrir la creciente demanda, con un recurso renovable que sustituya a los derivados del petróleo y la importación de energía.

4.3.2 Objetivos Específicos

- Actualizar la información disponible en el “Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos de Mediana Capacidad (Pi=5 a 10 Mw)”, sobre los aprovechamientos considerados en los ríos: Chinambí, Palmar, Alambí y Rayo.
- Estructurar, para cada caso, la mejor alternativa técnica y económica, en concordancia con el nivel de los estudios a desarrollarse.

4.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Políticamente el área del Proyecto Hidroeléctrico Rayo está ubicada en el límite de las provincias de Cotopaxi y Santo Domingo de los Tsáchilas. (Anexo 4.1).

El Río Toachi Grande se forma por la confluencia de los ríos Rayo y Cochapamba, los cuales nacen por encima de la elevación 2.800 m y fluyen por la vertiente occidental de la Cordillera Occidental de los Andes.

4.5 ALCANCE DEL PROYECTO

Regional

4.6 BENEFICIOS DEL PROYECTO

El “Estudio de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos Palmar, Chinambí, Alambí y Rayo” contribuyen al desarrollo energético del país ya que con la información resultante se dará inicio a una evolución en el aprovechamiento de los recursos hídricos para generación eléctrica, para que finalmente el déficit energético nacional sea solucionado.

Estos estudios permiten identificar un recurso hídrico y transformarlo en un proyecto técnico y económicamente factible y ambientalmente sustentable; que puede aportar para la estabilidad del sistema eléctrico nacional.

El Estudio del Proyecto Hidroeléctrico Rayo a más del beneficio nacional por los resultados de la investigación, presenta una ventaja en el aporte de energía a la Empresa Eléctrica de Santo Domingo (EMELSAD) que distribuye esta energía a las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha y Esmeraldas.

De acuerdo con la constitución vigente (Art. 313), el estado se reserva el derecho de administrar, regular y controlar los sectores estratégicos, entre ellos el de la energía. Para tal fin el estado constituirá empresas públicas que garanticen el aprovechamiento sustentable. Además, los excedentes económicos que obtengan las empresas públicas podrán destinarse a la reinversión en las mismas empresas o sus subsidiarias (Art. 315).

El estado puede delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria la explotación de los recursos naturales estratégicos; por consiguiente las comunidades de Monte Nuevo y Cochapamba, a través del cantón Sigchos pueden participar en el paquete accionario de la empresa y obtener recursos económicos que promuevan el desarrollo.

Un proyecto de generación eléctrica genera plazas de trabajo permanente y, la energización rural es el primer elemento básico indispensable para desarrollar actividades productivas en el ámbito local (agroindustria, artesanía, turismo).

Para la construcción y operación se requiere mejorar la vía de acceso y otros servicios públicos indispensables como la educación y la salud, de cuyos efectos se beneficiaran directamente las comunidades de Monte Nuevo y Cochapamba.

4.7 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.7.1 Descripción General

Los ríos a ser estudiados son el Rayo, Cochapamba y Toachi Grande, dentro del tramo comprendido entre la confluencia de los ríos Rayo y Cochapamba, donde se origina el Toachi Grande, y la confluencia del Río Victoria en el Toachi Grande.

Inicialmente el esquema de aprovechamiento elaborado por el ex INECEL (Anexo 4.2), estaba enfocado en la captación de 1,1 m³/s del Río Rayo y 0,9 m³/s del Río Cochapamba, para luego conducirlos, por medio de canales hasta un tanque de carga ubicado en el sector de Los Cadis y, desde allí hasta la casa de máquinas ubicada cerca de la confluencia de los ríos antes mencionados en la elevación 820 m. La caída a aprovecharse era de 480 m, y el caudal de diseño de 2,0 m³/s para instalar 7,5 Mw.

Debido a la falta de vías de acceso a la obra de captación de este esquema inicial y el tamaño considerable de las obras civiles, especialmente la obra de conducción (10 km), el proyecto es inviable por su excesiva inversión respecto a la capacidad de energía instalable.

A partir de las consideraciones señaladas en el esquema inicial, se estudiaron otras alternativas para mejorar el aprovechamiento de los ríos, como resultado de esto la alternativa más interesante se desarrolla en el tramo comprendido entre el origen del Río Toachi Grande y la confluencia del Río Victoria, entre las elevaciones 825 y 665 m (Anexo 4.2).

Se la concibió inicialmente con la idea de aprovechar el caudal del Río Victoria; después de realizar el estudio hidrológico se determinó que no era necesario ese trasvase

porque el caudal del Toachi Grande es suficiente para desarrollar el proyecto en los términos establecidos; es decir, con una potencia instalable de hasta 10,0 Mw con la finalidad de acogerse a los beneficios de la Regulación CONELEC 009/06 para los proyectos hidroeléctricos nuevos de hasta 10,0 Mw de potencia instalada.

Con esta alternativa se determinó que el caudal de diseño más indicado es de 7,7 m³/s, ya que presenta los mejores índices económicos y permite obtener la potencia optima instalable.

Bajo las consideraciones descritas se eligió esta alternativa para continuar con los estudios de prefactibilidad. Cabe mencionar que dicha selección se la hizo considerando factores geológicos, morfológicos, hidráulicos, hidrológicos y la accesibilidad a los sitios de obra (Anexo 4.3).

4.7.2 Especificaciones Técnicas

Cuadro 4.1. Especificaciones técnicas “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”
Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

DATOS CARACTERÍSTICOS DEL PROYECTO PROYECTO HIDROELÉCTRICO RAYO			
Río		Toachi Grande	
Ubicación: - Provincia		Cotopaxi	
- Cantón		Sigchos	
- Cuenca Hidrográfica		Guayas	
Longitud del cierre		30,00	m
Elevación de cierre en el cauce		825,00	m
Altura del azud		2,00	m
Elevación máxima		829,82	m
Elevación mínima		827,00	m
Elevación de la restitución		665,00	m
Caída ponderada bruta		152,15	m
Caída neta		146,83	m
Caudal de captación		7,70	m ³ /s
Caudal de diseño		7,70	m ³ /s
Caudal medio del río		12,20	m ³ /s

Caudal ecológico		1,45	m ³ /s
Desvío del río		Canal de desvío	
Longitud del desvío		60,00	m
Longitud de conducción: Canal		3.360,00	m
: Tubería de baja presión		0,00	m
: Diámetro		0,00	m
: Acueducto		20,00	m
: Túnel		0,00	m
: Diámetro del túnel		0,00	m
Tubería de presión: Número		1,00	U
: Longitud		782,50	m
: Diámetro		1,69	m
Casa de máquinas: Tipo		Cielo abierto	
Casa de máquinas: Número de unidades		2,00	U
: Tipo de turbina		FRANCIS	
: Velocidad rotación		900,00	r.p.m.
: Potencia por unidad		4,99	Mw
: Potencia total instalada		9.986	Mw
Costo del proyecto	2008/Enero	17.297.190,00	USD
Costo Unitario de la potencia instalada		1.732,14	USD/K w
Costo de la Energía		0,06	USD/K wH
Costo Transmisión		1.330.000,00	USD
Vías de acceso		0,50	Km
Líneas de transmisión	Longitud	38,00	Km
	Voltaje	69,00	Kv
	No. de circuitos	1,00	
Precio de la Energía (Incluye Potencia)	Según el CONELEC	0,065	USD/K wH
TIR		14,78%	

4.7.3 Descripción General de las Obras

Los parámetros de dimensionamiento de las obras y los resultados obtenidos se presentan en el Anexo 4.4.

Obras de Derivación

La obra de captación está constituida, por una reja con una sección de 1,0 m x 6,7 m, instalada en el muro de ala de la margen derecha. Las dimensiones de la reja y de los

barrotes permitirán el ingreso del caudal de diseño ($7,7 \text{ m}^3/\text{s}$) hacia las obras del proyecto, con una velocidad de $1,0 \text{ m/s}$, que limitará el ingreso de materiales y la pérdida de carga hidráulica. En la margen derecha, junto al azud, está ubicada la escalera de peces.

Después de la captación, está el desripiador conformado por un canal de $1,4 \text{ m}$ de ancho y $0,9 \text{ m}$ de altura, que termina en una compuerta plana deslizante y de operación manual de $1,4 \text{ m}$ de altura y $1,4 \text{ m}$ de ancho.

Desarenador

El desarenador está formado por una compuerta deslizante de $2,2 \text{ m}$ de ancho y $2,4 \text{ m}$ de altura.

A partir de la estructura de la compuerta de entrada al desarenador, con el fin de evitar perturbaciones y pérdidas hidráulicas, las paredes se abren con un ángulo de $12,5^\circ$ hasta llegar al ancho requerido para la cámara, con curvas de transición. Para llegar a la altura determinada para la cámara, el piso de la transición tendrá la misma pendiente que el piso de la cámara. La longitud de la transición es de $14,50 \text{ m}$.

La sección transversal del desarenador se la dimensionado para el caudal de diseño de $7,7 \text{ m}^3/\text{s}$ y una velocidad transversal máxima de $0,30 \text{ m/s}$, a partir de la cual se obtiene una sección útil de $25,7 \text{ m}^2$. La caja tiene $8,6 \text{ m}$ de ancho y $3,0 \text{ m}$ de altura útil. La longitud útil de la cámara de sedimentación es de $36,00 \text{ m}$.

Al final de la cámara de sedimentación está localizado el vertedero de paso, o de salida del agua desarenada con una longitud total de $16,4 \text{ m}$. La velocidad de paso de los caudales es $1,0 \text{ m/s}$, con el propósito de no crear perturbaciones en la cámara de sedimentación.

Para facilitar el transporte de los sedimentos depositados hacia la compuerta de lavado, se ha previsto la construcción de un canal de sedimentación con una pendiente longitudinal de $4,0\%$.

El canal de limpieza transportará los materiales hacia la compuerta de purga diseñada para una velocidad de paso de 3,9 m/s, con una carga de 4,44 m correspondiente al nivel normal de agua en la cámara de sedimentación. La compuerta será plana, deslizante, de 1,4 m de ancho y 1,4 m de altura, y operada manualmente a través de un volante.

Después de la compuerta de purga viene el canal de descarga, que permitirá conducir los caudales cargados con material sólido hacia el Río Toachi Grande.

Canal de Conducción

El canal de conducción tiene una longitud de 3.360 m desde la salida del desarenador hasta el ingreso al tanque de carga. Con una sección rectangular de 2,0 m de ancho y 2,1 m de altura, y en la que se ha considerado una altura de seguridad, pues el calado es de 1,61 m.

Para fines de seguridad durante la operación, el canal contará con una tapa formada por una losa de hormigón de 0,2 m de espesor. No se prevé la construcción de acueductos, y los pequeños cauces que atraviesa el canal en su recorrido, se los sorteará con alcantarillas. El canal estará revestido, en toda su longitud, con hormigón de 0,20 m de espesor.

La plataforma para la construcción del canal tiene 7,4 m de ancho, de los cuales 2,4 m corresponden al canal; 1,0 m a la cuneta y los restantes 4,0 m a la vía de construcción y mantenimiento.

Tanque de Carga

El tanque de carga está constituido por: una compuerta que permite el ingreso del agua; la transición; un pequeño reservorio de hormigón armado de planta casi rectangular de 28,8 m de longitud y 7,6 m de ancho; la estructura de la reja ya mencionada; el vertedero de excesos ubicado en el muro derecho; y, la compuerta de limpieza, a

continuación de la cual, en dirección al Río Toachi Grande, se instalará la tubería de purga y vaciado del tanque.

En la estructura de ingreso a la tubería de presión se instalará también una compuerta de control, para el caso que sea necesario suspender el flujo hacia la tubería de presión.

El volumen útil del tanque de carga es 924 m^3 . El nivel normal de operación se lo ha fijado en la elevación 820,24 m, con una altura útil de 3,6 m, por lo que el nivel mínimo de operación estará en la 816,35 m.

La estructura de entrada a la cámara de presión, en la que se inicia la tubería de presión, la conforma una pared inclinada 60° respecto a la horizontal, en la cual se instalará una reja fina que da inicio al sistema presurizado de la central. La reja permitirá realizar, sin dificultades, la limpieza de los materiales sólidos retenidos. La reja tiene 3,6 m de altura y 4,0 m de ancho.

El vertedero de excesos, ubicado en la pared derecha del tanque de carga, cumple la función de evacuar el caudal en exceso que entrará al tanque, sea por alimentación del canal o por rechazo de carga desde la central.

El caudal que se desaloje por el vertedero de excesos será recolectado en un canal, ubicado junto al tanque de carga y entregado a una tubería de purga, a través de la cual se lo devolverá al Río Toachi Grande.

La compuerta de limpieza del tanque de carga está ubicada junto a la estructura de entrada del agua a la cámara de presión. Tiene una sección de 1,2 m x 1,2 m por la cual se vaciará y limpiará el tanque de carga. A continuación de ella se instalará una tubería para conducir el agua desalojada y entregarla en el Río Toachi Grande.

Tubería de Presión

La tubería de presión tiene una longitud de 782 m, entre el tanque de carga y la casa de máquinas, con un diámetro de 1,60 m y el espesor medio de 8,00 mm.

La tubería estará emplazada bajo la vía que se construirá para su instalación y montaje, asentada en un lecho de material granular de 0,10 m de espesor. Tendrá un relleno adecuadamente compactado hasta 0,30 m sobre la clave y ligeramente compactado hasta alcanzar la rasante de la pista.

Con el fin de disponer de un adecuado espacio para las maniobras de instalación, montaje y pruebas de la tubería de presión, la zanja tendrá un ancho en el fondo de 2,2 m.

La vía estará conformada por material de subbase de 0,30 m de espesor y deberá disponer de una cuneta lateral para el control y manejo del agua superficial y evitar que se deteriore la obra.

Casa de Máquinas

De acuerdo con los parámetros hidráulicos evaluados; caudal y altura de caída, la central tendrá una potencia total de 9,98 Mw.

Según las características operativas de las turbinas a utilizarse y con el propósito de facilitar la operación de la central en caso de caudales bajos, se ha previsto instalar dos unidades de eje horizontal de 4,99 Mw cada una, a un voltaje de 6,6 kV, y una velocidad de 900 rpm, accionadas por turbinas tipo Francis, en una casa de máquinas a cielo abierto.

Cada generador tendrá un factor de potencia de 0,90 y se los especificará bajo las normas IEC.

Ambas unidades se conectarán a un barraje general de 6,6 kV constituido por tableros tipo “metal enclosed”, del que también partirá la alimentación, con cable aislado,

al transformador de potencia ubicado en el exterior de la casa de máquinas y la alimentación a un seccionador tripolar de 6,6 kV para servicio del transformador auxiliar, así como a un tablero de protección contra sobre tensiones, común a ambos generadores.

El tablero de protección contra sobretensiones tendrá capacitores y pararrayos para un voltaje nominal de 6 kV.

Ambas unidades dispondrán de sus respectivos tableros de control y protección, incluyendo los sistemas de control de velocidad y de voltaje y el sistema de excitación, del tipo “sin escobillas”, que podrán ser comandadas por un sistema de control distribuido y a distancia. Los generadores se sincronizarán entre si a nivel de las barras de 6,6 kV.

Básicamente, cada una de las unidades tendrá como auxiliares; el sistema de inyección de aceite para enfriamiento de cojinetes y el sistema de regulación de velocidad de la turbina.

Por su parte, cada generador dispondrá de su sistema de conexión a tierra que consistirá en un transformador de distribución conectado al neutro y una resistencia, sistema conocido como de baja impedancia.

Subestación y Línea de Transmisión

Constará básicamente de un solo transformador de elevación con una potencia de salida de 10/12,5 MVA, enfriamiento tipo OA/FA, relación 6,6/69 kV, que alimentará con este voltaje a la línea de transmisión a nivel de 69 kV, mediante los respectivos equipos de corte, protección y medida, como seccionadores, disyuntor y transformadores de potencial.

Adicionalmente se requerirá de tres pararrayos de 60 kV, clase estación, tipo óxido de zinc, a la salida de la línea, para protección contra los sobrevoltajes que puedan ingresar a la subestación.

En vista que se dispone de una sola posición en la subestación, solo se requerirá un pórtico de salida constituido por dos torres y una viga en celosía, fabricadas en acero galvanizado.

Considerando que el proyecto Rayo tendrá una potencia efectiva de 10 Mw, solo podrá transportar la misma a través de una línea de subtransmisión a 69 kV, de una longitud aproximada de 4 km. Cabe recalcar que se ha previsto que de esta subestación, parta una línea eléctrica a 69 kV hacia el Sistema de la Empresa Eléctrica Santo Domingo.

Caminos de Acceso

Para acceder al sitio de casa de máquinas existen dos posibilidades; la primera por la carretera que conduce hasta el sitio de captación, en cuyo caso se deberá construir un tramo de carretera de alrededor de 100 m de longitud y un puente sobre el Río Toachi Grande; y otra, por la carretera que conduce al poblado Libertad de Río Blanco, que pasa también a unos 100 m del sitio de casa de máquinas. En este último caso se deberá construir un puente sobre el Río Victoria.

Las obras de toma están ubicadas en el sitio en el que actualmente termina la carretera Santa María del Toachi- Cochapamba, que llegará hasta Sigchos.

El acceso al tanque de carga se lo puede realizar por la vía paralela al canal de conducción.

Por las razones expuestas y en vista que las vías de acceso, particularmente a la casa de máquinas, atraviesan por terrenos planos que no presentan ninguna complicación, en este estudio no se han proyectado accesos a las obras de esta alternativa.

4.7.4 Cantidades de Obra

El Anexo 4.5, presenta las cantidades de obra conjuntamente con los costos unitarios y presupuestos.

Los rubros significativos de la obra civil están constituidos por los diferentes tipos de excavaciones, rellenos y hormigones. Para definir los rubros de los equipos mecánicos se identificaron los tipos de equipos con sus características más relevantes: compuerta de operación, compuerta ataguías, rejillas, turbina, etc.

En los estudios eléctricos se determinaron los rubros necesarios para la generación, equipos de la subestación de elevación, línea de transmisión y los equipos e instalaciones necesarias para el suministro de energía eléctrica a las obras de captación.

Se estimaron los rubros correspondientes a expropiación de terrenos, servidumbres de paso y tubería de presión. Los rubros para mitigación ambiental se los estimó con base en los trabajos previstos durante el período de estudios y de construcción.

4.7.5 Precios Unitarios Referenciales

Los precios unitarios están referidos a enero de 2008 e incluyen los costos de: mano de obra, materiales, equipos, maquinaria y costos indirectos. El costo indirecto se lo estableció como un porcentaje del costo directo al asumir que la construcción del proyecto se la realizará con compañías nacionales o extranjeras, cuyos costos sean competitivos en el mercado nacional de la construcción.

Los precios del equipamiento eléctrico y mecánico provienen de la base de datos de la ESPE, para cada uno de los principales rubros. En los precios unitarios de los equipos eléctricos y mecánicos están incluidos los costos directos, el transporte y el montaje.

4.7.6 Presupuesto

El presupuesto de construcción está relacionado con las cantidades de obra y los precios unitarios de los rubros para la construcción de cada una de las obras que conforman el proyecto.

El presupuesto del proyecto comprende: los costos de construcción, descritos anteriormente; ingeniería y administración; imprevistos generales y el impuesto al valor agregado (IVA).

Los costos de ingeniería y administración se hallan también incluidos en los presupuestos y representan alrededor del 7% de los costos de construcción. En esos costos se incluyen los que corresponden a los estudios y diseños del proyecto, costos de desarrollo empresarial hasta la puesta en marcha de la central, gerenciamiento y fiscalización de la construcción, así como los de asesoría legal y financiera, hasta concretar el financiamiento del proyecto.

Por concepto de imprevistos generales se incluyó un 10%, que es coherente con la complejidad del proyecto, tanto como con la calidad y cantidad de la información disponible en la presente etapa de los estudios.

4.7.7 Cronograma de Construcción e Inversión

Las características generales del proyecto y los rubros más importantes de las obras se los utilizó para definir el cronograma de construcción, que se inicia con las actividades previas de adquisición de terrenos y negociación de las servidumbres, hasta concluir con la puesta en marcha de los grupos de generación.

El cronograma general de construcción de las obras presenta una secuencia de construcción de las obras civiles, suministro, instalación y pruebas del equipamiento eléctrico y mecánico, resaltándose las actividades que se encuentran en ruta crítica.

Para la elaboración de los cronogramas se tomó en cuenta el rendimiento en la ejecución de los principales rubros de construcción de cada uno de los componentes del proyecto.

Se ha considerado que para la implementación del proyecto, las obras que se encuentran en ruta crítica, son:

- Obras Civiles: movilizaciones y campamentos, vías de acceso, obras de cierre y captación, tubería de presión, chimenea de equilibrio, etc.
- Obras Electromecánicas: equipo electromecánico, suministro, transporte, montaje, línea de transmisión, pruebas y puesta en marcha.

Las demás obras tienen una menor prioridad y, por consiguiente, su tiempo de construcción se lo puede adaptar a la ruta crítica. De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que el tiempo de construcción es dieciocho (18) meses.

En función del programa general de construcción y del presupuesto referencial, se elaboró el cronograma de inversiones que se desarrollan en concordancia con las actividades incluidas en el cronograma de construcción, que se presentan en el Anexo 4.6.

La Figura 4.1 presenta un resumen de las fases de pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Hidroeléctrico Rayo con sus respectivos valores de inversión. Se puede apreciar que desde el quinto año al noveno año de operación del proyecto la inversión de las fases de pre-construcción y construcción será recuperada.

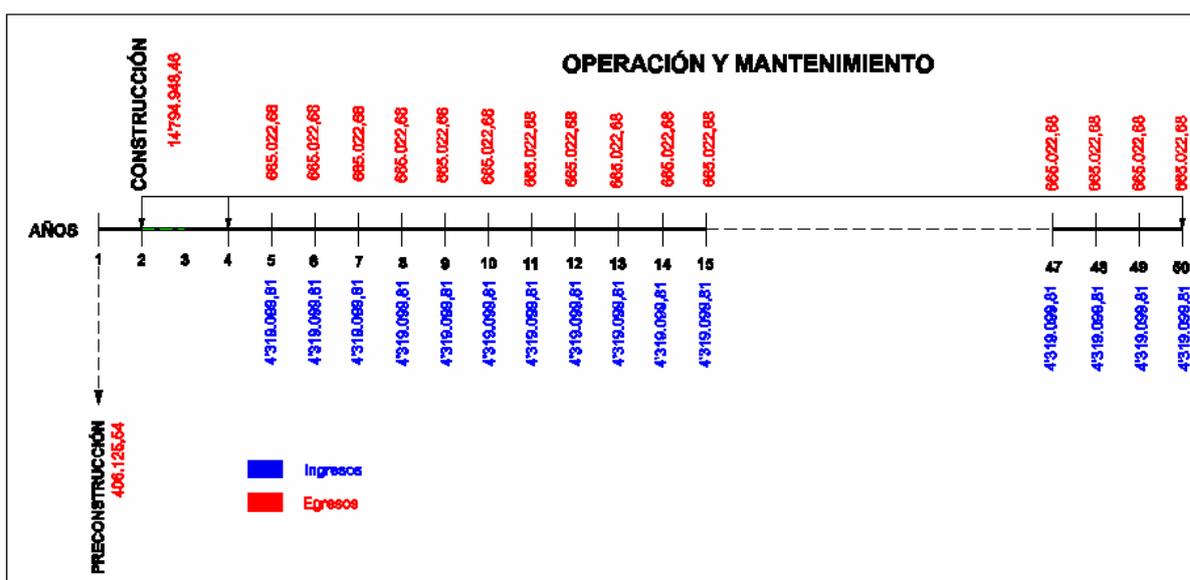


Figura 4.1. Análisis de inversiones del “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

4.7.8 Producción Energética

La producción energética de una central eléctrica está usualmente definida por el tipo de proyecto. Para el presente caso se han considerado tres tipos de producción: Energía Firme, Energía Secundaria y Energía Media.

Adicionalmente se determinó la potencia media anual y la potencia remunerable. Los resultados de los cálculos de las producciones de energía, así como los parámetros de cálculo, se presentan en el Anexo 4.7.

Resultados

En la Anexo 4.8 constan los datos y resultados de los cálculos realizados para determinar los valores de energía media, firme, secundaria y la potencia remunerable. Un resumen de los resultados se presenta a continuación:

- Energía media anual (Gw-h): 59,97
- Energía Firme media anual (Gw-h): 45,85
- Energía Secundaria media anual (Gw-h): 6,71

4.7.9 Análisis Económico

La producción energética, valorizada con los precios de venta de la energía, representa los beneficios del proyecto. Dichos beneficios, expresados en valores anuales, se los lleva también a valor presente en el año en que la central inicia su operación comercial.

La generación de energía media anual de la central se la determinó mediante una simulación con los caudales del período 1965 – 1997 y el precio de la energía según lo que establece la Regulación CONELEC 009/06.

El costo de construcción del proyecto está reflejado en el presupuesto, en el que se incluyen: estudios realizados hasta la suscripción del financiamiento, diseños, gerenciamiento y fiscalización de la construcción, la construcción misma del proyecto y el impuesto al valor agregado (IVA). El costo establecido corresponde a los precios de mercado, sin considerar la inflación.

La tasa de descuento utilizada en los procesos de actualización de los flujos y el cálculo del valor actual neto (VAN) es el 12,0 %.

Se han estimado los gastos de operación y mantenimiento civil, eléctrico y mecánico y se han incluido los costos ambientales correspondientes a las medidas de mitigación de impactos y conservación de la cuenca hídrica.

Para cuantificar los beneficios que el Proyecto por la venta de energía, se tomó como referencia el siguiente precio de venta de energía:

Energía: 65,00 USD/Mw-h

El detalle de los cálculos realizados para el análisis económico del proyecto se presenta a continuación:

Cuadro 4.2. Análisis económico “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”
Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

ÍNDICES ECONÓMICOS		Antes de Implementación	Después de Implementación
TASA INTERNA DE RETORNO		23,94%	12,73%
COSTOS ACTUALIZADOS	12,00%	\$ -10.100.461,36	\$ -10.100.461,36
BENEFICIOS ACTUALIZADOS	12,00%	\$ 19.948.090,90	\$ 10.647.745,69
BENEFICIO/COSTO		-1,97	-1,05
VALOR ACTUALIZADO NETO	12,00%	9.847.629,54	547.284,33

CAPÍTULO 5

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1.1 Ubicación Geográfica

El área del estudio está ubicada en las Comunidades de Cochapamba y Monte Nuevo de los cantones Sigchos (Provincia de Cotopaxi) y Santo Domingo (Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas) respectivamente (Figura 5.1).

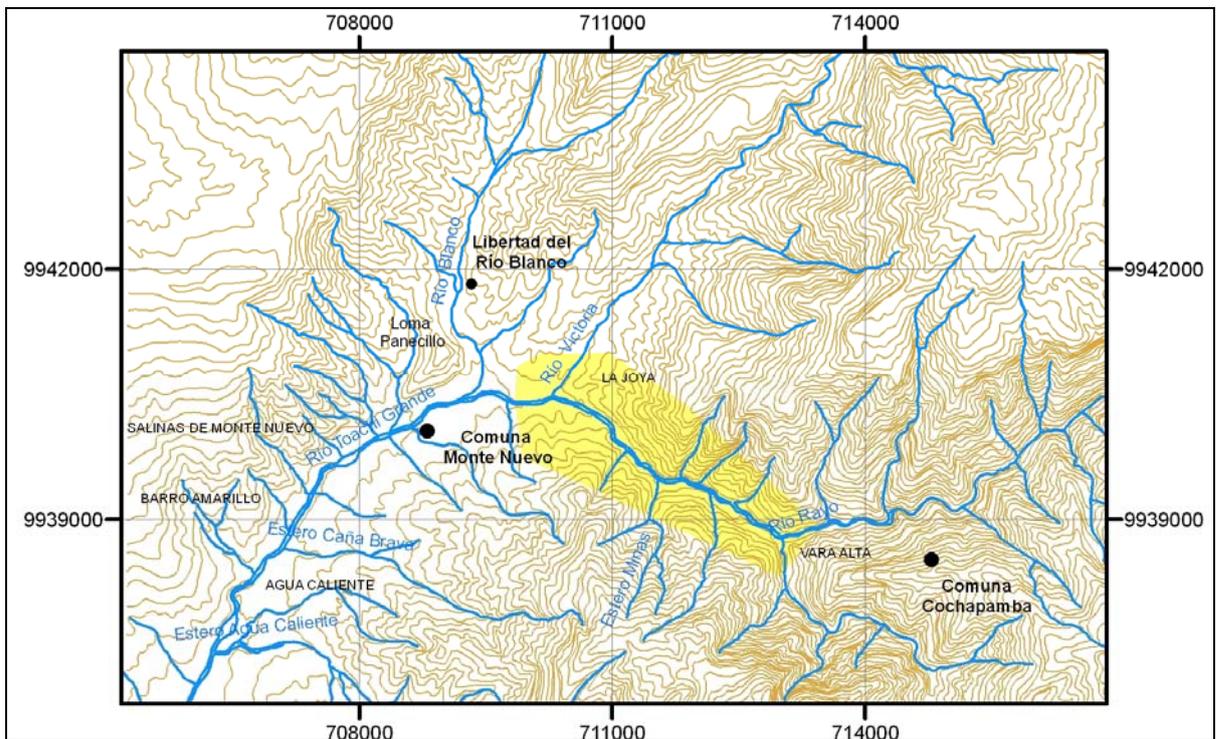


Figura 5.1. Ubicación geográfica del diagnóstico ambiental

Los ríos Rayo y Cochapamba drenan el flanco occidental de la Cordillera Occidental de los Andes, a la altura del Monte Jatunloma. Sus cuencas de drenaje cubren un área de topografía montañosa, bastante irregular, con una considerable cantidad de cursos de agua.

El presente estudio cubre el área comprendida entre la confluencia de los ríos Rayo y Cochapamba hasta la confluencia de los ríos Victoria y Toachi Grande.

5.1.2 Vías de Comunicación

La vía de primer orden Sto. Domingo–Quevedo es la principal y cercana al área del estudio, se toma esta vía hasta el km 64 en donde se ubica el recinto La Holandesa (Fumisa). Luego se toma la vía lastrada de 40 km que se dirige rumbo al este, hasta la población de Sta. María del Toachi. La carretera continúa con un tramo lastrado de 17 km, hasta el recinto de Monte Nuevo.

Desde Monte Nuevo existe una carretera lastrada de 6 km que llega hasta la confluencia de los ríos Rayo y Cochapamba, transitable la mayor parte del año. Una carretera de las mismas características llega hasta la confluencia de los ríos Victoria y Toachi Grande (Anexo 5.1).

5.2 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE FÍSICO

5.2.1 Clima

El clima en el área del estudio es cálido y húmedo, influenciado por las condiciones del relieve; las estribaciones occidentales de la cordillera reciben altas precipitaciones debido a la condensación de las masas húmedas que ascienden de la Costa.

Está enmarcado sobre una selva húmeda y nublada, con higrofitia nublada, propia del flanco externo intermedio de la Cordillera Occidental.

La humedad proviene del Océano Pacífico, del Litoral y del embalse Daule Peripa, y es transportada por los vientos del Oeste hasta la cordillera donde se condensa, dando lugar a nieblas durante todo el año; además, se produce el “Efecto Foehn” con la consiguiente disminución de lluvias en la cuenca vecina ubicada al Oeste, del Toachi afluente del Esmeraldas. Durante los primeros meses del año se tienen lluvias monzónicas características de la Costa Centro Sur del Ecuador.

Las principales estaciones meteorológicas exteriores a las cuencas de los ríos Rayo y Cochapamba utilizadas para el análisis de la climatología se presentan en el Cuadro 5.1. El Cuadro 5.2 contiene un resumen de los parámetros meteorológicos de las estaciones cercanas al área del proyecto hidroeléctrico. Mientras que en el Anexo 5.2 consta la ubicación geográfica de las mismas.

Cuadro 5.1. Estaciones meteorológicas cercanas al área del diagnóstico
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI-

Lista de Estaciones Meteorológicas – Pluviográficas – Pluviométricas								
Nombre de la Estación	Identificación		Ubicación		Elevación (m)	Periodo de Funcionamiento		Operación
	INAMHI		Coordenadas			Desde	Hasta	
	Código	Tipo	Latitud	Longitud				
Sto. Domingo, Aeropuerto	M-027	MET	79 12 10 W	00 14 39	554	1948		INAMHI
Puerto Ila	M-026	MET	79 21 31 W	00 29 17 S	280	ene-63		INAMHI
Baba D.J. Toachi	M-796	PM	79 24 10 W	00 39 49 S	110	ago-67	ene-71	INAMHI
Pucayacu	M-252	MET	79 07 00 W	00 42 53 S	720	ene-83	oct-95	CEDEGE
San Juan de La Maná	M-124	MET	79 19 08 W	00 57 15 S	222	abr-64		INAMHI
Pilaló	M-122	MET	78 59 29 W	00 56 35 S	2520	jul-62		INAMHI
San Juan de La Maná	M-124	CO	79 19 08 W	00 57 15 S	222	abr-64		INAMHI
El Corazón	M-123	MET	79 05 00 W	01 08 00 S	1560	ago-63		INAMHI
Caluma	M-129	MET	79 15 35 W	01 37 12 S	350	ene-63		INAMHI
Isabel María	M-036	MET	79 33 49 W	01 49 41 S	7	jul-30	dic-85	INAMHI
Pichilingue	M-006	AP	79 29 42 W	01 06 00 S	120	1947		INAMHI
Alluriquín	M-209	MET	78 59 18 W	00 19 19 S	805	dic-75	dic-93	INECEL
Palo Quemado	M-198	MET	78 55 15 W	00 21 28 S	1160	feb-74	dic-93	INECEL
Las Pampas	M-362	PM	78 56 00 W	00 31 00 S	1600	jul-65		INAMHI
Azache	M-718	PG	78 55 00 W	00 36 00 S	1750	feb-82	nov-89	INECEL
Sigchos	M-363	PM	78 53 21 W	00 42 23 S	2880	oct-63		INAMHI
Guangaje	M-529	PM	78 50 30 W	00 51 36 S	3800	jun-72	dic-85	INERHI
Met = Estación Meteorológica		PG = Estación Pluviográfica			PM = Estación Pluviométrica			
[M-027] = Hasta 1962 estuvo ubicada dentro de la ciudad; de 1963 a 1969 en la Hda. Lolita, y desde 1970 en el Aeropuerto (dentro de un radio de 4 km)								

Cuadro 5.2. Parámetros meteorológicos de las estaciones
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI-

Nombre	Período de Registro	Temperatura Ambiente			Humedad Relativa		Viento
		Mínima (° C)	Media (° C)	Máxima (° C)	Mínima (%)	Media (%)	Máximo (km/h)
S.Domingo de Los Colorados	1963-1989	11,0	22,7	34,5	71	90	33
Palo Quemado	1974-1986	10,2	19,9	31,0	43	90	50
Alluriquín	1977-1986	9,0	22,3	34,0	50	89	43
Pilaló	1963-1993	0,5	12,6	23,0	54	91	54
Pichilingue	1964-1993	15,4	24,6	36,7	41	84	54
Puerto Ila	1975-1993	14,1	24,2	34,5		90	32
El Corazón	1964-1998	9,0	17,9	30,2	65	94	32
Caluma	1964-1993	12,0	23,4	36,5		88	40
S. Juan La Maná	1964-1991	14,2	23,9	33,7		90	36
Coffea Robusta	1964-1973	16,3	25,1	36,0		83	
S. Miguel de Los Bancos	1976-1980	10	19,8	31,1		95	
Mindo	1977-1981	4	19,2	28		91,5	
San Pablo de Atenas	1969-1994	0,0	13,0	28,2	36	93	65
Chillanes	1963-1994	0,3	13,6	27,4	48	87	58

En el Cuadro 5.3 se presenta las características climáticas del área del diagnóstico ambiental, el Cuadro 5.4 muestra la media anual de temperatura registrada en las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio del Proyecto Hidroeléctrico Rayo y el Cuadro 5.5 presenta la precipitación media anual registrada en las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

Cuadro 5.3. Características climáticas
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI-

Factores	Unidad
Elevación	1.800 m
Temperatura media anual	20 °C
Precipitación media anual	2.242 mm
Humedad	90%

Cuadro 5.4. Temperatura media anual
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI-

No.	Estación	Elevación (m)	TMA (°C)
M - 027	Sto. Domingo Aeropuerto	554	22,8
M - 026	Puerto Ila	280	24,4
M - 122	Pilaló	2520	12,9
M - 124	San Juan de La Maná	222	24,1

Cuadro 5.5. Precipitación media anual
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI-

No	Estación	Elevación	PMA (mm/año)
M – 362	Las Pampas	1600	2242
M – 363	Sigchos	2880	941

La Figura 5.2 corresponde a la precipitación media anual con datos tomados de la estación meteorológica “Las Pampas M-362” y la Figura 5.3 presenta la precipitación media anual con datos tomados de la estación meteorológica “Sigchos M-363”.

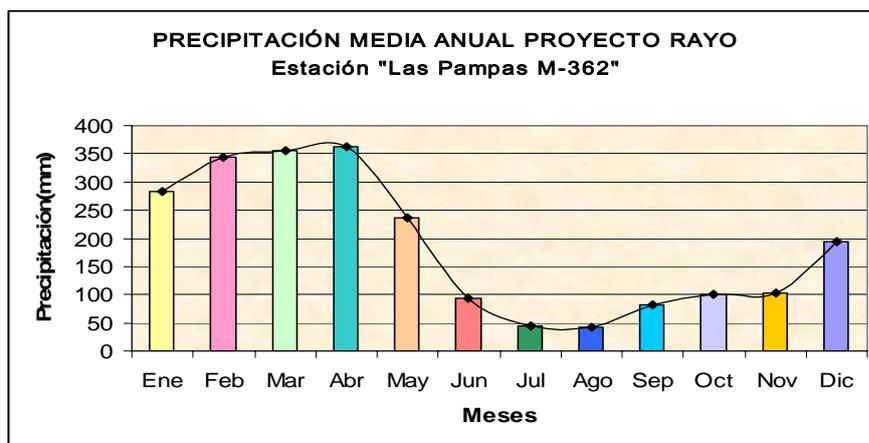


Figura 5.2. Precipitación media anual “Estación Las Pampas M-362”

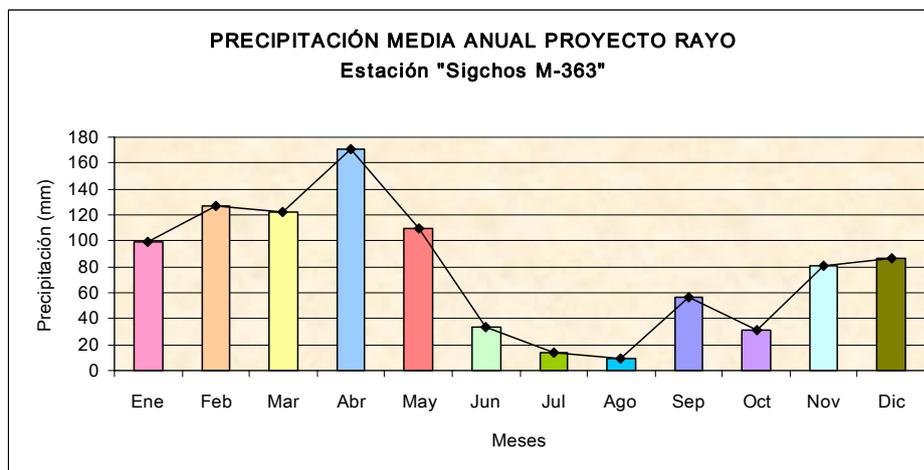


Figura 5.3. Precipitación media anual “Estación Sigchos M-363”

El Cuadro 5.6 presenta la humedad relativa media anual registrada en las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

Cuadro 5.6. Humedad relativa media
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología –INAMHI-

No	Estación	Elevación (m)	HRMA (%)
M - 027	Sto. Domingo Aeropuerto	554	90
M - 026	Puerto Ila	280	90
M - 122	Pilalo	2520	93
M - 124	San Juan la Mana	222	89

5.2.2 Hidrografía

Descripción de la Cuenca

La cuenca del Río Rayo y Cochapamba está localizada en la Parroquia Sigchos del Cantón del mismo nombre de la Provincia del Cotopaxi.

Los ríos Rayo y Cochapamba drenan las aguas del flanco externo intermedio de la cordillera occidental (800 – 2400 msnm). La cuenca es de forma trapezoidal en abanico, con su lado mayor orientado hacia el NE y E, en la Cordillera de Peñas Coloradas que se dirige hacia Sigchos, con una divisoria de aguas de unos 28 km, que le separa de la cuenca del Toachi afluente del Esmeraldas. Por el Norte limitan en unos 10 km con la cuenca del Río Lelia, también afluente del Esmeraldas.

Hacia el Oeste limita en unos 10 km con la cuenca del Río Bolo y hacia el Sur en unos 23 km con las cuencas de los ríos Cristal - Quindigua y Lulu Grande; ríos que drenan al Río Baba.

Los ríos Rayo y Cochapamba, de interés de este proyecto, al unirse forman el Río Toachi Grande (Foto 5.1), que luego de correr unos 35 km por una cuenca larga y estrecha se une al Río Baba, que luego formará parte de los ríos Quevedo, Vinces y Babahoyo, pertenecientes a la cuenca del Río Guayas.



**Foto 5.1. Panorámica Río Toachi Grande (Monte Nuevo)
Fuente: ESPE, Agosto-2008**

Características Generales de la Cuenca

Geográficamente, la cuenca hasta su confluencia con el Victoria, está comprendida entre las longitudes $78^{\circ} 57'$ a $79^{\circ} 07'$ W y entre las latitudes $0^{\circ} 28'$ S a $0^{\circ} 41'$ S (Anexo 5.3).

Es una cuenca de las estribaciones occidentales de los Andes con relieve fuerte que asciende hasta los 3110 msnm en los nacimientos del río Rayo.

Es un río de fuertes pendientes, la pendiente bruta del río hasta la confluencia Rayo-Cochapamba es $\pm 9.0\%$ (longitud de 22 km por el ramal del Rayo y las cotas 2800 a 850 msnm). En el tramo confluencia Rayo-Cochapamba hasta confluencia Toachi Grande-Victoria, la pendiente es $\pm 5.8\%$. El drenaje general del curso principal es Este-Oeste. El Cuadro 5.7 presenta las características morfométricas de la cuenca.

Cuadro 5.7. Características morfométricas, punto de cierre: Obra de toma

Cuenca	Río Toachi Grande	
Latitudes	0° 28' S	0° 41' S
Longitudes	78° 57' W	79° 07' W
Elevación máxima	2800 m	
Dirección del curso principal	Este-Oeste	
Área de drenaje en la toma	192 km ²	
Longitud del cauce	24 km	
Perímetro de la cuenca	56 km	
Pendiente media compensada	5%	
Pendiente del perfil	8%	
Ancho medio	8 km	
Relación circular	0,77	
Índice de compacidad	1,13	
Relación de forma	0,33	

Caudales del Río Toachi Grande en la Obra de Toma

El Cuadro 5.8 resumen los caudales mensuales del Río Toachi Grande en la obra de captación, desde 1965 a 1997. Estos valores han sido calculados en base a la estación Toachi A.J. Baba.

Cuadro 5.8. Caudales mensuales del Río Toachi Grande: Obra de toma
Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1965	11,7	19,9	25,5	39,1	22,7	11,4	6,1	3,4	3,2	5,3	4,4	6,1	13,2
1966	24,5	29,0	33,1	20,2	17,3	9,4	4,9	3,7	2,9	4,9	3,3	4,8	13,2
1967	18,1	32,2	26,3	10,8	13,9	9,1	4,1	3,0	2,6	2,6	2,2	3,0	10,7
1968	13,0	21,3	16,7	12,1	7,5	4,9	3,5	2,6	2,8	2,8	3,4	3,2	7,8
1969	12,4	14,1	22,7	31,5	16,8	15,1	6,8	3,4	2,8	2,3	2,4	5,3	11,3
1970	15,7	24,5	18,6	28,3	22,5	9,2	4,4	2,8	2,8	2,3	2,3	3,0	11,4
1971	10,5	24,5	36,1	24,7	9,8	6,0	4,0	2,8	3,2	3,5	2,8	5,2	11,1
1972	15,6	27,9	29,5	26,5	19,1	22,8	12,4	7,0	3,9	6,4	3,5	13,3	15,7
1973	21,2	34,8	19,5	27,7	17,5	11,6	8,6	4,4	4,4	4,9	3,7	4,1	13,5
1974	7,3	18,9	19,1	12,8	15,3	8,9	4,5	3,4	3,3	3,3	2,9	7,4	8,9
1975	20,7	33,2	25,8	23,5	13,0	11,0	5,4	3,7	3,2	3,3	2,5	3,2	12,4
1976	21,1	37,5	36,3	34,2	19,6	13,1	6,7	3,6	3,0	2,6	2,7	5,5	15,5
1977	13,0	17,3	22,5	21,1	12,5	8,8	3,8	3,8	3,7	3,2	2,9	4,8	9,8

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1978	13,7	23,7	22,3	31,6	16,4	7,0	4,0	2,8	2,4	2,3	2,3	3,2	11,0
1979	10,6	17,7	31,6	23,4	10,5	10,7	4,9	3,0	3,6	3,4	2,4	2,3	10,3
1980	6,8	30,6	16,0	31,2	17,1	10,0	4,3	2,8	2,7	2,4	2,4	2,7	10,8
1981	5,7	28,8	27,1	21,0	7,7	3,6	3,7	3,2	3,2	2,1	1,9	3,5	9,3
1982	18,2	27,7	19,2	21,9	15,3	7,7	3,0	2,1	1,7	9,6	34,4	39,3	16,7
1983	44,5	33,1	30,6	30,8	28,0	20,7	15,5	9,9	14,6	8,5	7,5	14,6	21,5
1984	14,3	32,8	29,1	25,3	15,9	8,9	4,9	3,8	3,1	3,2	3,3	8,3	12,7
1985	19,0	14,5	16,8	11,2	10,0	7,0	3,1	2,1	1,8	1,6	1,3	2,2	7,6
1986	24,8	22,5	20,1	27,1	13,2	4,4	2,6	1,8	1,6	1,5	2,3	2,6	10,4
1987	21,3	25,4	24,8	28,7	21,6	6,8	2,9	2,9	1,8	2,2	1,7	1,9	11,8
1988	15,3	24,9	16,8	18,4	18,7	7,2	4,4	1,8	1,6	1,5	2,5	2,4	9,6
1989	16,5	32,6	37,9	22,1	14,7	6,3	4,1	2,4	2,1	3,2	2,4	3,5	12,3
1990	6,4	24,5	16,4	20,7	13,2	7,2	4,7	3,0	2,3	2,1	1,9	2,4	8,7
1991	6,9	33,9	23,9	23,9	17,7	6,3	3,5	2,5	1,9	1,7	1,7	4,7	10,7
1992	14,7	35,7	35,3	33,2	32,1	20,0	8,5	3,9	1,4	2,7	1,8	4,3	16,1
1993	13,5	25,2	38,5	25,6	18,0	9,4	3,8	2,2	2,2	2,2	2,4	3,7	12,2
1994	24,0	30,0	22,4	23,2	19,5	8,4	3,6	2,5	2,5	2,6	2,7	10,1	12,6
1995	24,0	21,5	18,4	27,7	12,6	9,3	3,6	3,1	2,4	2,4	2,7	2,7	10,9
1996	8,2	27,0	34,7	21,3	11,1	5,1	3,0	2,2	1,9	1,7	1,9	2,0	10,0
1997	13,8	22,2	30,7	26,7	17,6	16,1	10,3	10,8	20,3	23,2	40,8	42,9	22,9
<i>Qmedio</i>	16,0	26,5	25,4	24,4	16,3	9,6	5,1	3,3	3,0	3,3	3,7	5,8	11,9
<i>Max(Qmed)</i>	44,5	37,5	38,5	39,1	32,1	22,8	15,5	9,9	14,6	9,6	34,4	39,3	21,5
<i>Min(Qmed)</i>	5,7	14,1	16,0	10,8	7,5	3,6	2,6	1,8	1,4	1,5	1,3	1,9	7,6
Los caudales se los generó con la estación Toachi A.J. Baba													

La Figura 5.4 presenta el hidrograma mensual para los años; seco, húmedo y medio en el sitio de obra de toma. Se observa que la época de mayores caudales se extiende entre enero y mayo, y la de menores caudales entre julio y noviembre. Los demás meses del año son de transición entre ambos períodos. También se observa una banda de ocurrencia natural del recurso hídrico, dentro de la cual se asume que operará el proyecto hidroeléctrico.

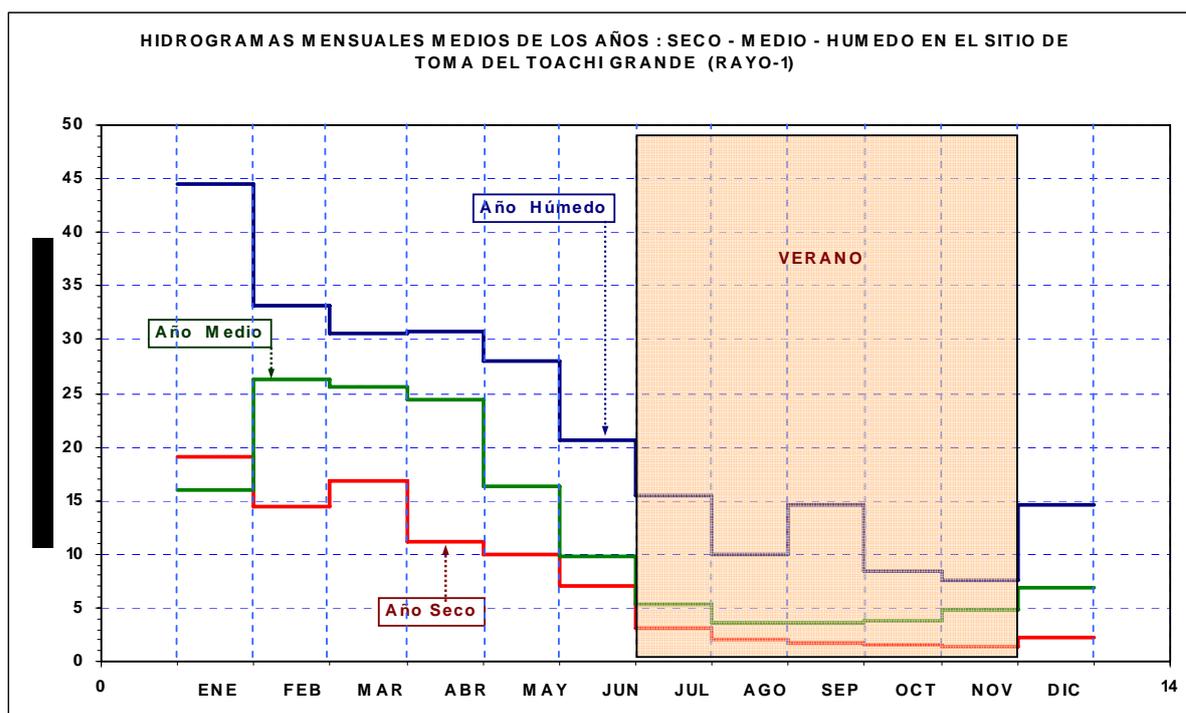


Figura 5.4. Hidrograma mensual del Río Toachi Grande: Obra de toma
Fuente: Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

5.2.3 Agua

Uso del Agua

Las Comunas de Cochapamba y Monte Nuevo que se encuentran asentadas en el área del proyecto Rayo, el uso principal del recurso agua es para consumo humano y abrevaderos. La población capta directamente a través de mangueras desde las vertientes que se encuentran en las partes altas y los riachuelos cercanos hasta sus viviendas.

El abastecimiento de la comunidad carece de un sistema de distribución por tuberías, exceptuando las mangueras que proporcionan el suministro en tramos cortos desde los ríos aledaños o las vertientes hasta las viviendas. La demanda de la población rural oscila generalmente entre 15 y 30 litros por persona/día, pudiendo ser aún menor. Si se tiene en cuenta la demanda de agua para el ganado, deben calcularse adicionalmente unos 15 litros diarios por cabeza de ganado menor y unos 75 litros diarios por cabeza de ganado mayor.

Hasta el momento no existen actividades de piscicultura, turísticas ni otras similares; sin embargo, es previsible que en un mediano plazo puedan suscitarse cambios significativos en estos aspectos.

5.2.4 Aire

Mediante las visitas de campo realizadas a la zona de estudio y la información obtenida de tipos de uso del suelo (InfoPlan, SENPLADES-IGM 2004) y densidad de población (INEC, Censo 2001) del área de estudio, se constató la ausencia de actividades generadoras de contaminación al recurso aire.

En lo relacionado con las vías de acceso cabe mencionar que en la carretera Santo Domingo–Quevedo se localiza industrias de procesamiento de palma, caucho, productos forestales y otros, las cuales alteran la calidad del aire; sin embargo desde esta misma carretera del punto llamado Fumisa hasta la Comuna de Monte Nuevo existe aproximadamente 60 kilómetros en donde la circulación del parque automotor es baja por lo que en la zona del proyecto no existe contaminación a causa de esta fuentes móviles.

5.2.5 Suelo

De acuerdo a la clasificación taxonómica de suelos (Infoplan, SENPLADES – IGM 2004), toda el área del proyecto está cubierta por suelos que pertenecen al orden inceptisoles (Anexo 5.4).

Los suelos de tipo inceptisoles, tienen un desarrollo de los horizontes genéticos que apenas están principiando. Tienen arcillas amorfas y por lo general son muy ácidos. En el área de estudio, la ceniza volcánica y la alta humedad propia del sitio son el origen para la formación de estos suelos. Las razones por las cuales los suelos inceptisoles no son muy desarrollados se detallan a continuación:

- El depósito puede ser reciente. El proceso de meteorización (movimiento de arcilla y cal) ha sido activado por un período muy corto de tiempo para desarrollar horizontes. Aquí caben los suelos con alto contenido de cenizas volcánicas o aluviones de ríos.

- La humedad, el frío, u otras condiciones que retrasan la traslocación y la meteorización en el suelo, permiten a este tipo particular de suelo existir más tiempo de lo que ocurriría en otras condiciones de aireación o en suelos más cálidos.

Son de textura limo-arcilloso y limo-arenoso de color beige y, ocasionalmente, rojizo. Su formación se debe a la meteorización de las rocas preexistentes en un ambiente tropical y húmedo, en general estos suelos son duros y consolidados en estado seco, sin embargo, en estado húmedo se vuelven blandos y tienen un comportamiento plástico por lo que son susceptibles a deslizamientos.

5.2.6 Geología y Geotecnia

Geología General

El área del proyecto está ubicada en el ámbito de la Cordillera Occidental de Los Andes, cuyo núcleo está constituido por las rocas volcano sedimentarias, de edad cretácica, pertenecientes a la Formación Macuchi, en la que predominan lavas andesíticas de color verde y grano fino muy compactas, lo mismo que lutitas, areniscas, brechas y tobas (Mapa Geológico del Ecuador, Hoja “Las Delicias”, Dirección General de Geología y Minas, 1978).

En el valle del Río Toachi Grande existe un importante depósito de conglomerados de origen laharítico, anteriormente denominado “*Terraza Indiferenciada*”, que se observa desde aproximadamente un kilómetro aguas arriba de la confluencia del Río Rayo en el Cochapamba, y en el cauce de ambos ríos. El tránsito del lahar produjo erosión en el pie de las laderas, cuyo material fue incorporado en el lahar en movimiento. Después de este evento, las laderas han tendido a estabilizarse (Anexo 5.5).

Geomorfología

El rumbo NE de la estratificación de los depósitos de la Formación Macuchi define la morfología, porque facilita la formación de valles jóvenes, subparalelos, con la típica

forma de “V”.

El proyecto está ubicado en la parte medio baja de las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las elevaciones 663 y 825 m, donde arranca el cambio de pendiente de los abruptos flancos de la cordillera, hasta terminar en la llanura costera.

Se reconocen dos morfologías; la primera formada por colinas redondeadas que revelan un relieve antiguo; y la segunda con un relieve más joven característico de las terrazas aluviales sobre los depósitos de lahares que rellenaron el valle. Los procesos dinámicos de erosión y acumulación de materiales que modifican la morfología predominante han ocurrido durante el cuaternario y continúan desarrollándose en el área del proyecto.

La zona de colinas ocupan la mayor parte del área del estudio, conformada por colinas redondeadas con pendientes variables entre 15° y 65°. Las llanuras aluviales cubren los depósitos de lahar desde los 750 m, aguas arriba de la confluencia del río Victoria con el Toachi Grande.

El análisis geomorfológico a determinado que existen tres sitios de inestabilidad de laderas, los cuales deben ser tomados como prioridad para las obras de estabilización que requiera el proyecto. El último tramo del canal de conducción, el tanque de carga y buena parte de la tubería de presión, estarían ubicados sobre un coluvión antiguo que presenta condiciones de estabilidad y firmeza.

Características Geotécnicas de los Sitios de Obra

Las obras de captación estarán ubicadas sobre una terraza aluvial, en donde el valle tiene una sección asimétrica; debido a que la margen derecha del río tiene un desnivel de más de cinco metros con respecto a la terraza de la margen izquierda.

La conducción, constituida por el canal a cielo abierto, desde la toma hasta el tanque

de carga y casi toda la tubería; se desarrollan sobre rocas de la Formación Macuchi. Los dos últimos doscientos metros del canal están sobre un coluvión antiguo consolidado, lo mismo que el tanque de carga y la parte final de la tubería de presión. Las condiciones geológicas de los sitios de implantación del tanque y tubería son favorables, por cuanto el substrato rocoso se encuentra relativamente cerca de la superficie, y no se observa evidencia actual de inestabilidad.

La casa de máquinas está ubicada sobre una terraza aluvial que ofrece buenas condiciones de estabilidad y capacidad portante. Esta terraza se eleva unos dos metros del nivel del agua, en la unión de los ríos Victoria y Toachi Grande; y está conformada por aluviales gruesos con cantos de 1 m de diámetro o mayores.

En cuanto a las condiciones de cimentación para la casa de máquinas, es posible que la roca se encuentre profunda; por lo que probablemente se tenga que cimentar en el depósito combinado de aluvial y lahar constituidos por bloques y fracciones detríticas gruesas.

Fuentes de Materiales de Construcción

Las terrazas aluviales que se extienden por el valle del río Toachi Grande y río abajo los depósitos de lahar, pueden ser explotados como fuentes de materiales de construcción, tanto para agregados de hormigón como para materiales de mejoramiento de vías.

Estos depósitos cubren grandes extensiones y tienen volúmenes suficientes para el tamaño de las obras consideradas. La ventaja que ofrecen estos depósitos es su cercanía a las obras de la captación o casa de máquinas y las facilidades de acceso. Los materiales que se exploten en las riberas de los ríos tienen también la ventaja que son limpios, y no hay necesidad de realizar un lavado para la remoción de finos.

Escombreras

La selección de los sitios de escombreras, desde el punto de vista geológico; se debe

fundamentar en tres parámetros; geomorfología, hidrogeología y estabilidad de pendientes. Estos parámetros se traducen en que los terrenos aptos para utilizarse como escombreras no deben estar afectados por fenómenos de inestabilidad del terreno; su relieve debe ser homogéneo y con una pendiente baja. El sustrato debe tener una buena resistencia al corte y capacidad de carga, para que el incremento de peso no genere inestabilidad.

Bajo las condiciones indicadas, las terrazas aluviales son sitios apropiados para convertirlas en escombreras, aún más considerando que son extensas, y por tanto, su capacidad de almacenamiento es grande.

Mecánica de Suelos

A lo largo del canal y en los sitios de obra del proyecto se excavaron seis calicatas de 30 a 60 cm de profundidad para realizar un reconocimiento visual y un muestreo de suelos.

En laboratorio se realizaron ensayos de Clasificación SUCS que es el método de uso más extendido en la práctica geotécnica y está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico) de los suelos.

El Cuadro 5.9 presenta la ubicación de los puntos de muestreo y los resultados de los ensayos de laboratorio sobre la clasificación de los suelos existentes en el área del estudio.

De acuerdo a la Clasificación SUCS, la obra de toma, canal de conducción, tanque de carga y tubería de presión, presentan suelos de tipo ML que son suelos inorgánicos con una granulometría limosa y de baja plasticidad.

En la casa de máquinas el suelo es de tipo SP/SM; es decir, arenas mal clasificadas con un ligero contenido de limo. Este tipo de suelos ofrece buenas características para la cimentación de la obra.

Cuadro 5.9. Muestreo de suelos

N° Calicata	Código	Coordenadas	Elevación (m)	Clasificación SUCS
1	TS 01	712953 E 9938815 N	850	ML
2	TS 02	712307 E 9939286 N	795	ML
3	TS 03	711963 E 9939453 N	766	GW/GM
4	TS 04	711045 E 9940056 N	704	ML
6	TS 06	710613 E 9940894 N	694	ML
10	TS 10A	711193 E 9940269 N	872	ML
11	TS 11A	710283 E 9940474 N	664	SP/SM

5.2.7 Riesgos Naturales

Riesgo Sísmico

El área del proyecto está ubicada en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental de Los Andes, está influenciada por la zona sismogénica fosa oceánica y por el sistema de fallas transcurrentes sinistral de Cauca-Patía-San Isidro. El área se encuentra dentro de un compartimento limitado por la falla “San Miguel de los Bancos”, al occidente, y “Ventanas-Macuchi”, al oriente.

Tectónica

Para analizar el peligro sísmico es indispensable esquematizar un modelo cinemático del borde occidental del continente sudamericano y en particular del Ecuador, a partir de los datos tectónicos y sísmicos disponibles (Figura 5.5).

El margen continental activo del Ecuador se caracteriza por la subducción de la Placa Oceánica de Nazca bajo la placa continental de Sudamérica, en condiciones particulares originadas por la presencia de la Dorsal Asísmica de Carnegie, una estructura generada por el paso de la Placa de Nazca sobre el Punto Caliente de las Galápagos (Hey, 1977).

Según Lonsdale y Klitgord, (1978), el proceso de subducción se inició hace unos 26 millones de años (Mioceno medio), cuando se formaron las placas de Cocos y Nazca, como resultado de la división de la Placa Farallón.

La subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana está marcada por una zona plana de alta sismicidad, inclinada hacia el este, que se la conoce como zona de Benioff. La profundidad de los hipocentros que definen ese plano se incrementa en la misma dirección, hasta alcanzar más de 200 km bajo la Región Amazónica del Ecuador.

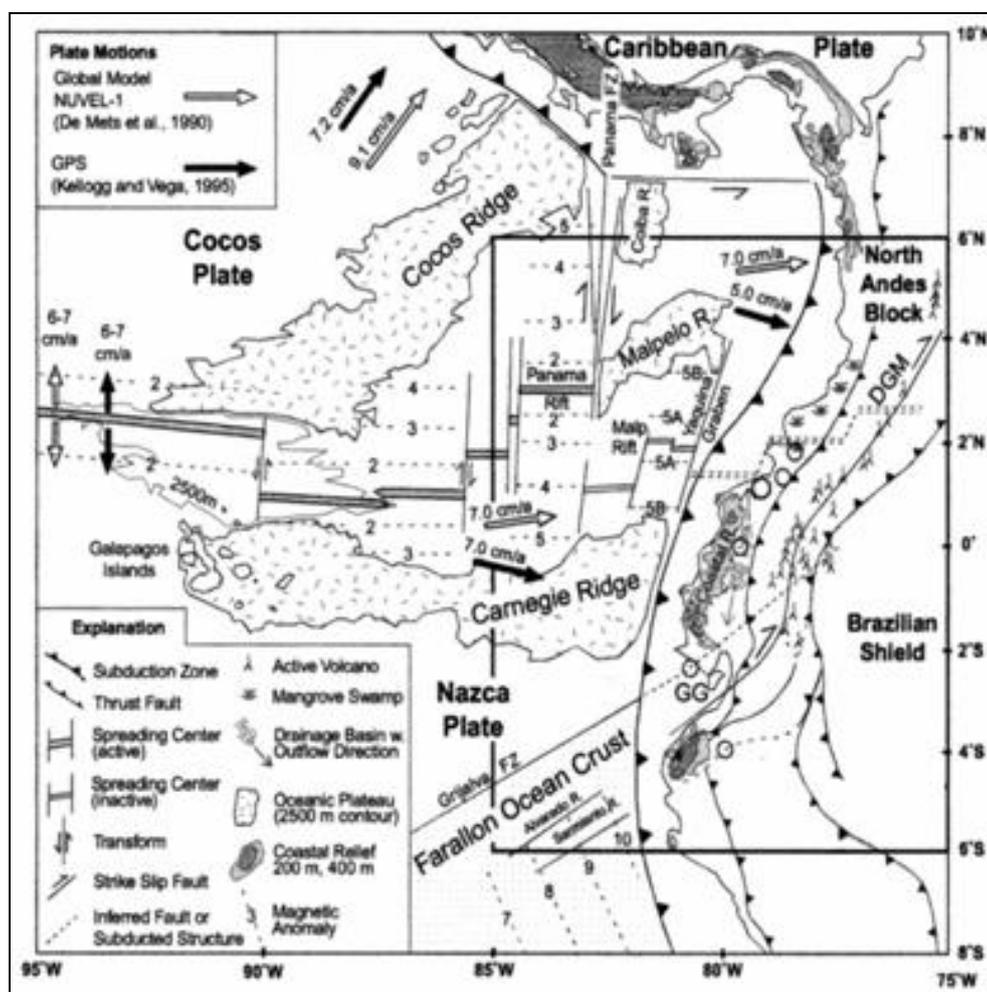


Figura 5.5. Esquema tectónico regional de la costa occidental sudamericana
Fuente: Reproducido de Gutscher et al (1999)

La geometría del plano de subducción indica que en el sector noroeste de Sudamérica (Perú, Ecuador, Colombia), se pueden distinguir dos segmentos con características diferentes:

- Al Norte de la latitud 1° S, el plano de subducción está orientado hacia el ESE, y tiene una inclinación de alrededor de 30°. Al sur de la latitud 5° S, el plano de subducción está orientado hacia el E, con una inclinación de 10-15°.
- El segmento intermedio entre los dos anteriores ha sido, hasta ahora, difícil de definirlo; la hipótesis más verosímil sería que entre ellas existe una zona de transición, de rumbo ENE y una inclinación de aproximadamente 20°.
- Bajo el actual estado de los esfuerzos, el fenómeno de la subducción es el que origina las fuerzas de compresión E-W que predominan en esta porción del borde occidental de Sudamérica; no obstante, el campo local de esfuerzos se ha modificado sensiblemente, debido a los siguientes factores:
 - La interacción de las placas Cocos, Nazca, Caribe y Sudamérica (Pennigton, 1981);
 - El ángulo de inclinación del Plano de Benioff en los Andes Septentrionales (Hey, 1977; Lonsdale, 1978);
 - La subducción de la Dorsal Asísmica de Carnegie (Hey, 1977; Lonsdale, 1978).

Por consiguiente, se puede ratificar que el fenómeno de la subducción es el elemento más importante dentro de un modelo sismogénico, indispensable para evaluar el peligro sísmico.

Los datos geológicos más recientes no apoyan la hipótesis de que la Depresión Interandina es un “*graben*” que se habría formado después de la fase orogénica andina, de edad miopliocénica (Hall, 1977 y 1980; Kennerley, 1980; Baldock, 1982; Hall y Wood, 1985), debido a que la depresión interandina no está delimitada por un sistema de fallas paralelas, sino por una estructura asimétrica que refleja un comportamiento diferente en la deformación de cada uno de los flancos (INECEL, 1992).

Las estructuras predominantes son fallas orientadas en dirección N-S, NNE-SSW y NW-SE, que constituyen las deformaciones más recientes, porque afectan a las unidades del pleistoceno superior y, localmente, hasta las del Holoceno.

La falla de San Isidro (Soulas J.P. et al., 1991) es la prolongación del gran sistema de fallas de Cauca-Patía, que se extiende desde el sur de Colombia hasta el Norte de Medellín. En el extremo sur, en la zona de Ibarra-Otavalo, se amortigua en una serie de ramales dispuestos en “cola de caballo”. Al norte de Mira, la falla tiene una traza relativamente sencilla con un desplazamiento sinistral sin una componente vertical notable.

Se observaron importantes saltos laterales en “*echelon*”, que definen de El Ángel (3km); Cumbal-Guachucal (7-10km) y, Río Patía (7 km). La velocidad de movimiento de esta falla sería del orden de 1 mm/año.

Sismicidad Histórica

Se entiende por sismicidad histórica una relación de las crónicas de los sismos que aparecen incluidos en los catálogos, pero carecen de un registro instrumental preciso, porque corresponden a eventos que se presentaron durante la colonia, en el siglo XIX y la primera parte del siglo XX (antes de 1964).

En el Cuadro 5.10 se presenta información contenida en los catálogos sísmicos del Ecuador en los cuales aparecen los siguientes eventos sísmicos de importancia en un rango máximo de 200 km. El Cuadro 5.11 presentan los datos de intensidad sísmica del sismo del 15 de septiembre de 1944 en, diferentes localidades, que es el más cercano al área del proyecto.

Cuadro 5.10. Eventos sísmicos importantes
Fuente: CERESIS, 1985; Catálogo USGS

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Magnitud	Distancia Eje Proyecto
15/09/1944	0° 30' 00" S	79° 00' 00" W	33	4.5	40
19/01/1958	1° 22' 12" S	79° 20' 24" W	60	7.8 Mb	>100
11/11/1962	1° 12' 00" S	78° 48' 00" W	5	6.3 Mb	>100
09/06/1964	0° 10' 12" S	78° 57' 00" W	55	4.9 Mb	>100
06/10/1976	0° 45' 36" S	78° 45' 00" W	33	5.7 Mb	>100
17/03/1977	0° 39' 4" S	78° 46' 23" W	33	5.7 K	13
13/01/1980	0° 37' 55" S	78° 54' 11" W	131	4.7	25
17/03/1977	0° 39' 4" S	78° 46' 23" W	33	5.7 K	13
13/01/1980	0° 37' 55" S	78° 54' 11" W	131	4.7	25

Cuadro 5.11. Intensidades del sismo del 15 de septiembre de 1944
Fuente: CERESIS, 1985; Catálogo USGS

Sitio	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Intensidad	Distancia Eje Proyecto (km)
Río Blanco Bajo	0°44'24" S	78°40'48" W	57	6K	53
Machachi	0°30'00" S	78°33'36" W	61	5K	62
Latacunga	0°55'12" S	78°36'36" W	73	5K	70
Mulaló	0°46'48" S	78°34'48" W	67	7K	65
Quito	0°13'12" S	78°30'00" W	73	3K	77

Riesgo Volcánico

En un radio de 100 km del área del proyecto se encuentran dos volcanes activos; el Cotopaxi y el Quilotoa cuya reactivación producirá caída de cenizas y lapilli.

Una erupción del Cotopaxi depositaría en el área un espesor de ceniza de alrededor de 6 mm; y el Quilotoa de entre 6 y 10 cm y con la posibilidad de que ocurra caída de piroclastos de entre 0,5 y 1,0 cm de diámetro.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

5.3.1 Zonas de Vida

El área del estudio corresponde a un Bosque Muy Húmedo Pre Montano de acuerdo al sistema de clasificación de las Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo de L.R. HOLDRIDGE. Las características de esta zona de vida se detallan a continuación:

Bosque Muy Húmedo Pre Montano

Esta zona de vida se extiende en sentido altitudinal desde los 300 m. en la Costa y 600 m. en el Oriente hasta los 1800 ó 2000 m., con una temperatura media anual entre los 18 y 24 °C y precipitaciones promedio entre los 2.000 y 4.000 mm anuales.

La alta pluviosidad es consecuencia de la superposición de lluvias de origen convencional de las partes bajas adyacentes y de lluvias de tipo orográfico originadas por

vientos que son obligados a ascender por estas vertientes y serranías. Mientras más radical es el cambio de la topografía, la región se vuelve más y más lluviosa¹.

La mayoría de lugares con este tipo de zona de vida presentan dos meses de época seca y diez meses de lluvia como es el caso de Santo Domingo de los Colorados y El Corazón, mientras que lugares como Lita y Sangay reflejan un tipo de clima verdaderamente ecuatorial con doce meses de lluvia. El periodo seco comprende los meses de julio y agosto, y el sobrante de lluvias está acompañado de alta humedad relativa por consecuencia de temperaturas frescas y alta nubosidad.



Foto 5.2. Panorámica del área del diagnóstico ambiental
Fuente: ESPE, Agosto- 2008

Vegetación

El estrato superior está formado principalmente por palmas como; Pambil, Iriartea corneto y en menor escala de: Palma real e Inesa colenda. En el siguiente estrato se puede encontrar; Anime, Moral bobo, Sangre de gallina, Machare, entre otras. En un tercer estrato existe presencia de arboles de menor tamaño como; Dedo, Uva, Colorado, Peine de mono. En el bosque secundario, es común el Laurel, Chillalde, Tutumbe y Sapan.

¹ RIVAS Pablo, ALARCÓN Ana, ESPINOSA Carolina, CARRILLO Fernando, VILLAMARIN Daniela; Geobotánica del Ecuador; ESPE 2005

Por la abundancia de palmas, bejucos y epifitas; la vegetación se muestra densa y tupida, dando un aspecto equívoco de la realidad.

5.3.2 Formación Vegetal

Bosque Siempreverde Piemontano

Es una formación vegetal presente al pie de la Cordillera de los Andes entre las elevaciones 300 m y 1300 m, principalmente en las provincias de Cotopaxi, Los Ríos, Bolívar, Azuay y Guayas. Caracterizada por la presencia del grupo de las palmas, junto con Mimosaceae, Fabaceae, Burseraceae y Meliaceae, el dosel puede alcanzar 30 o más metros de altura y los fustes están cubiertos por orquídeas, bromelias, helechos y aráceas . En el estrato herbáceo se encuentran especies de las familias; Marantaceae, Araceae y Polypodiopsida.



Foto 5.3. Formación vegetal del área del diagnóstico ambiental
Fuente: ESPE, Agosto-2008

Flora Característica: *Carapa megistocarpa* (Meliceae), *Erythrochyton caninatus* (Rutaceae); *Brownea coccinea* (Caesalpinaceae); *Castilla elastica* (Moraceae); *Iriarte deltoidea*, *Wettinia aequalis*, *Wettinia quinanria* (Areceae); *Caryodaphnopsis theobromifolia*, *Ocotea sodiroi* (Lauraceae).

Flora en el Subdosel: *Trichilia surinamensis* (Meliaceae), *Heliconia stricta* (Heliconiaceae); *Ossaea micrantha* (Melastomataceae); *Palicourea demmissa* (Rubiaceae); *Anthurium*.

5.3.3 Flora

Metodología

El Cuadro 5.12 muestra los sitios y tipo de muestreo empleado en el diagnóstico ambiental del componente flora, tomados dentro del área del estudio y distribuidos a lo largo de las obras civiles de captación, conducción y restitución.

Cuadro 5.12. Puntos muestreados de flora

N ^o Transecto	Coordenadas	Elevación (m)	Tipo de Muestreo
1	9938718 N 713008 E	716	Transecto de vegetación
2	9938959 N 712762 E	827	Transecto de vegetación
3	9939456 N 711611 E	741	Transecto de vegetación
4	9940641 N 709450 E	739	Transecto de vegetación

Para la elaboración del diagnóstico ambiental del factor flora, se siguió la metodología de transectos lineales de vegetación, el cual se detalla a continuación:

1. Establecimiento de una línea de 10 metros de longitud, mediante una cuerda sostenida con estacas, e identificar las especies incluidas en este transecto, tomar en cuenta un gradiente fácilmente distinguible.
2. Registro dentro de la línea del transecto, las especies vegetales con sus características morfológicas y la distancia entre cada una, de acuerdo a la Clasificación de Danserau, que

tiene en cuenta las formas de vida, la función de la planta y el tamaño, la forma y textura de las hojas. La forma de vida se refiere a la forma de crecimiento de la planta, directamente relacionada con los factores ambientales.

3. Recolección ejemplares de las especies más frecuentes en el transecto, para que sean posteriormente identificadas con su respectivo nombre científico.

4. Registro datos relevantes del área del estudio, como los factores abióticos que inciden sobre las condiciones predominantes de vegetación, o que determinen la presencia de microambientes, tales como, condiciones de pedregosidad, humedad excesiva en el suelo, presencia de especies indicadoras de pH ácido o básico.

5. Procesamiento de los datos de campo con el fin de obtener el análisis cualitativo. Esta descripción consiste en estructurar una imagen mental del estado en el que se encuentra el área del estudio, junto con la altura y rasgos morfológicos característicos de los estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

6. Procesamiento de los datos para el análisis cuantitativo, utilizando el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver, con el propósito de determinar los índices que permitan evaluar las condiciones de diversidad.

Índice de Diversidad de Shannon-Weaver

Uno de los índices que se utiliza para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, más conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949); este índice refleja a heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección a aleatoria de un individuo en la comunidad. El Índice de Shannon-Weaver se define como:

$$H = - \sum_{i=1}^s \pi_i \ln \pi_i$$

De la fórmula se desprende:

s = Número de especies

$$\pi_i = \frac{n_i}{N} = \text{proporción de individuos en la } i\text{-ésima especie}$$

n_i → número de individuos en la i – ésima especie

N → total de individuos en todas las especies

Los valores varían entre 0,0 y 5,0. Valores menores de 1,0 indican ambientes de baja diversidad; valores entre 1,0 y 3,0 ambientes de mediana diversidad y valores entre 3,0 y 5,0 ambientes de alta diversidad. Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

La Equitabilidad ó Uniformidad es el grado de realización de una comunidad que resulta de comparar la diversidad real de la misma con la diversidad máxima posible, y se la representa con la siguiente ecuación:

$$J = \frac{H}{H_{MAX}}$$

Donde:

H → Índice de Shannon Weaver

H_{MAX} → Diversidad Máxima

Se define a la Diversidad Máxima como el valor máximo que puede alcanzar la diversidad en un ecosistema óptimo y equilibrado, sí todas las especies tuvieran el mismo número de individuos.

$$H = \ln s$$

s → Número de especies encontradas en el transecto

Resultados

El Cuadro 5.13 presenta un listado de especies vegetales, resultado de la sistematización del muestreo realizado en el área del proyecto, con sus nombres científicos y la familia botánica a la que pertenecen.

Cuadro 5.13. Especies identificadas dentro del área del diagnóstico

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Papilionaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo
Cyatheaceae	<i>Cyanthea sp</i>	Helecho
Melastomataceae	<i>Miconia sp</i>	Colca
Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i>	Falso Laurel
Annonaceae	<i>Annona sp</i>	Sapán
Cunoniaceae	<i>Weinmania sp.</i>	Matache, encino
Lauraceae	<i>Nectandra sp</i>	Aguacatillo
Gramínea	<i>Monnina obtusifolia</i>	Pasto azul
Bignaniaceae	<i>Tabebuia crisantha</i>	Guayacán
Heliconiaceae	<i>Heliconia sp</i>	Platanillo
Meliaceae	<i>Carapa sp</i>	Tangare
Myristicaceae	<i>Otoba gordinifolia</i>	Coco
Scrophulariaceae	<i>Castilleja pumila</i>	Lancetilla
Orchidaceae	<i>Oncidium pumila</i>	Orquídeas

Análisis Cualitativo

La información de campo, generada mediante transectos de medición para estudios del componente flora, se encuentra en el Anexo 5.6. En la Figura 5.6 se presenta la composición florística del área del diagnóstico.

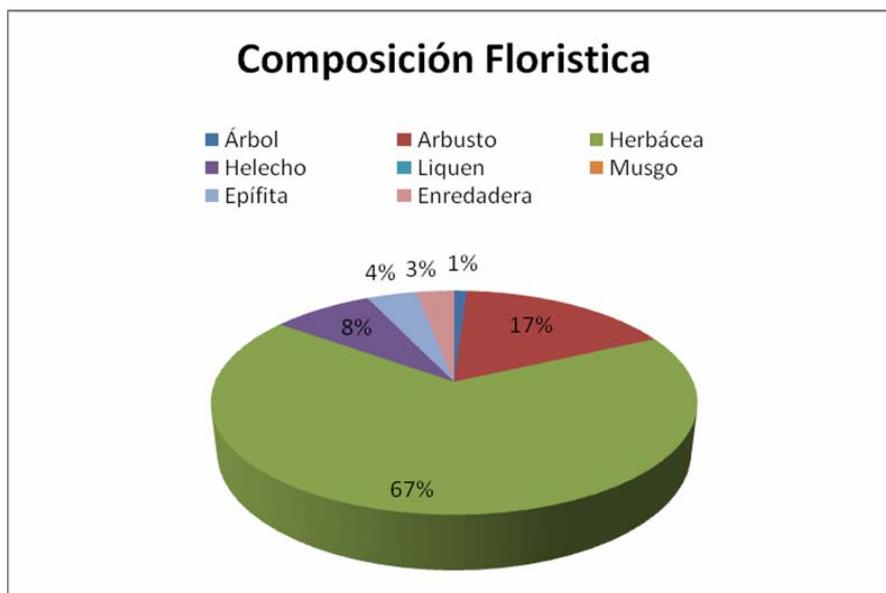


Figura 5.6. Composición florística del área del diagnóstico ambiental

Se determinó que dentro de los transectos lineales de vegetación existen 217 individuos representantes de los estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo tiene una representación del 1%, con la presencia de tres individuos de diferente especie. El arbustivo presenta 35 individuos, que representan el 17% de la población vegetal. Finalmente el herbáceo, presenta 144 individuos que corresponden a un 67%.

Los helechos aportan a la composición un 8%, con la presencia de 17 individuos que están diseminados en el sotobosque. Las plantas epífitas con una representación del 4%, principalmente de la familia botánica Orchidaceae.

El tamaño promedio de la cobertura muestreada se encuentra en el rango de 50 cm a 1 m, que corresponde a una formación biológica de tamaño medio. La totalidad de las hojas es de tipo perenne, y corresponde a la categorización de formaciones vegetales denominadas siempreverdes. La forma y tamaño de las hojas en su mayoría es graminoidea y alargada, que es la característica morfológica que más destaca del estrato herbáceo. El 90% de las hojas tienen una textura lisa; solo una pequeña parte de especies presentan pubescencia en sus hojas como adaptación ante las variaciones climáticas nocturnas con bajas temperaturas. La cobertura en el estrato arbóreo es rara, en el arbustivo es discontinua; y en el estrato herbáceo en macollo.

Análisis Cuantitativo

El proceso para determinar el Índice de Diversidad para el diagnóstico del componente flora, se presenta en el Anexo 5.7.

Los indicadores de diversidad por transecto junto con el resultado promedio de cada indicador, se resumen en el Cuadro 5.14.

Cuadro 5.14. Evaluación de la diversidad de flora

Variables	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Promedio
Total de individuos	43	51	55	68	54.3
Total de especies registradas	17	25	20	19	20.3
Índice de Shannon-Weaver	1.87	2.30	2.18	2.17	2.13
Diversidad máxima posible (Hmax)	2.83	3.22	3.00	2.83	2.97
Equitabilidad (J)	0.66	0.71	0.73	0.69	0.69

El promedio de individuos de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo es de 54.3, distribuidos en los 4 transectos muestreados. El número promedio de especies, encontradas en el muestreo es de 20 especies diferentes.

El índice de diversidad de Shannon–Weaver, resultante es de 2.13, que corresponde a un grado de diversidad medio, como resultado de la distribución de las especies en el ecosistema.

La diversidad máxima tiene un valor promedio de 2.97, que es el valor máximo al que puede llegar la diversidad en un ecosistema óptimo y equilibrado.

La equitabilidad tiene un valor de 0.69. Este parámetro establece que el grado de realización de esta comunidad, es de un 69% de diversidad real frente a la diversidad máxima posible de esta comunidad vegetal.

5.3.4 Fauna

Macrobentos

Se denominan “Bentos” a la comunidad formada por los organismos tanto vegetales como animales que viven en el fondo de los ecosistemas acuáticos, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de este hábitat.

Los organismos bentónicos se subdividen en epifaunales (epibentónicos) que viven sobre el sustrato, e infaunales (endobentónicos) que se encuentran dentro del sustrato. Además, existen bentos sésiles que se fijan al sustrato sin moverse y los bentos vágiles que se mueven sobre el sustrato.

Los macrobentos están constituidos por organismos pluricelulares de tamaño mayor a 1 mm, los microbentos comprenden los organismos unicelulares y pluricelulares que están representados por pequeñísimos metazoos y por larvas de los metazoos del macrobento.

Los seres que habitan el sistema bentónico abarcan toda la superficie del fondo de mares y océanos alrededor de la tierra, aunque como es natural, su densidad varía de una zona a otra y su abundancia decrece progresivamente de acuerdo con la profundidad. Igualmente, los bentos están ligados a los factores físicos, químicos y biológicos que se presentan en los ecosistemas acuáticos.

La evaluación ecológica de este grupo de especies es de sumo interés; ya que funciona como bioindicador de las condiciones del hábitat en el que se desarrollan como en la cadena alimenticia, puesto que estos organismos constituyen el alimento de otros grupos que dependen directamente de ellos.

El muestreo de macrobentos es una técnica ya conocida, que permite determinar con certeza la calidad de las aguas dulces; y para este objetivo se ha aplicado la siguiente metodología:

1. Toma de muestras de hábitat sedimentario y/o rocarío. En el caso de las muestras sedimentarias tomar dos submuestras.
2. Identificación de los organismos de las muestras recolectadas, tamizando cada muestra y buscando en cada porción los especímenes existentes tanto en etapas juveniles como en adultos; para esto utilizar lupas de mediana ampliación (10X).
3. Recolección muestras de aguas claras por medio de un cedazo de tramado fino, realizando por lo menos diez réplicas de cada muestra y almacenar las muestras en vasos plásticos debidamente identificados para luego determinar el grupo al que pertenecen.



Foto 5.4. Muestreo de aguas superficiales para monitoreo de macrobentos
Fuente: ESPE, Agosto-2008

Ictiofauna

En el Ecuador, se han registrado aproximadamente 1.340 especies icticas lo que representa que son el grupo de vertebrados más diverso después de las aves. Entre los peces dulceacuícolas, la lista de especies se incrementa vertiginosamente: solo en la década de 1990 se registraron más de cien especies nuevas y, hasta 2001, se estima que hay por lo menos 820, muchas de las cuales son endémicas del Ecuador. La mayor diversidad se encuentra en la Amazonía, seguida por la diversidad de la Costa (Ecociencia, 2003)

El monitoreo de la ictiofauna permite conocer las especies más comunes dentro de un área, así como la determinación de las medidas morfométricas que pueden alcanzar estas especies en su estado adulto. Además, permite definir estrategias para mitigar los impactos originados por efecto de proyectos de desarrollo, especialmente en proyectos hidroeléctricos. Para el muestreo de especies icticas, se aplicó la metodología detallada a continuación:

1. Recolección de especies icticas por medio de la captura con atarraya y red, en cada punto de muestreo realizar por lo menos diez réplicas.
2. Colocación de los especímenes colectados en recipientes con una preparación de alcohol al 75%, con el propósito de conservarlos en las mejores condiciones para su posterior identificación.



Foto 5.5. Colocación de la red para captura de peces
Fuente: ESPE, Agosto-2008

Resultados

Macroinvertebrados

En el Cuadro 5.15 se presenta los resultados del muestreo de macroinvertebrados, las especies identificadas y el lugar en donde fueron colectadas.

Las poblaciones macrobentónicas presentan familias taxonómicas que constituyen indicadores ecológicos de aguas claras que no registran índices de contaminación biológica y química. Los individuos en estado de huevos y juveniles coinciden con la época en la cual la mayor cantidad de especies ícticas han migrado hacia los esteros aledaños, permitiendo que se establezcan estos individuos que mantienen la cadena alimenticia.

Cuadro 5.15. Especies de macrobentos

Lugar	Coordenadas	Elevación (m)	Muestras	
			Sedimentos	Agua Superficial
Río Rayo Margen derecha	9938761 N 713013 E	750	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tres individuos en estado de huevos, ✓ Un Adulto Plecóptero, ✓ Cinco individuos en estado de huevos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tres crustáceos juveniles, ✓ Dos ciclopes <i>Cyclops coronatus</i>, ✓ Dos larvas de insectos hidrófilos
Río Cochapamba	9938718 N 713008 E	716	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un crustáceo juvenil, ✓ Un individuo adulton <i>Belastoma</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un anélido, ✓ Tres adultos <i>Notonecta glauca</i>
Río Toachi Grande	9940368 N 710089 E	652	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dos individuos en etapa de huevo ✓ Un anélido 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un coleóptero ✓ Un crustáceo juvenil

Ictiofauna

Los resultados del muestreo de especies ícticas se resumen en el Cuadro 5.16, en los dos primeros puntos de muestreo existe ausencia de especies debido a las condiciones atmosféricas que se presentaron en la zona.

Cuadro 5.16. Especies de ictiofauna

Lugar	Coordenadas	Elevación (m)	Especies
Río Rayo Margen derecha	9938761 N 713013 E	750	Ninguna especie capturada
Río Cochapamba	9938718 N 713008 E	716	Ninguna especie capturada
Río Toachi Grande	9940502 N 709298 E	627	Dos individuos de la Familia Characidae Un individuo de la Familia Paradontidae

Dentro de la Familia Characidae se identificó a la especie *Brycon dentex* llamada comúnmente Dama (Foto 5.6) y la *Rhoadsia altipinna* conocida como Sabaleta (Foto 5.7).



Foto 5.6. *Brycon dentex*, Dama
Fuente: ESPE, Agosto-2008



Foto 5.7. *Rhoadsia altipinna*, Sabaleta
Fuente: ESPE, Agosto-2008

El *Brycon dentex*, se caracteriza por alcanzar un tamaño promedio de 30 cm, tiene hábitos alimenticios muy flexibles pudiendo consumir frutos, flores, hojas, y hasta insectos que caen al agua desde la vegetación marginal, insectos acuáticos y rara vez peces pequeños. Prefieren zonas turbulentas para alimentarse, ya que es allí donde se revuelve el material que es arrastrado por el río.

Esta especie es un nadador de potencia; se lo encuentra en la vegetación ribereña sumergida, en ríos pequeños con corrientes fuertes y se oculta en los recodos de las cuevas socavadas por el agua; prefiere los sustratos duros compuestos por rocas y gravas. Las características morfológicas de esta especie se resumen en el Cuadro 5.17.

Cuadro 5.17. Características morfológicas del *brycon dentex*

Especie	Características morfológicas	
<i>Brycon dentex</i>	Dientes	Premaxilar multicúspides en tres hileras
	Aleta anal corta	(A 21 – 24) más corta que la cabeza, lo que la diferencia de las otras especies.
	Escamas grandes	ELL 51 ó menos; costados del cuerpo con escamas plateadas donde se marcan franjas oscuras difusas, dispuestas verticalmente desde el final de la cabeza hasta antes del pedúnculo caudal.
	Aleta caudal	Leve tono rojizo y una mancha negra difusa en la base de los radios, que continúa por los radios medios hasta el final de la aleta; el resto de aletas hialinas.
	Coloración	Posee una mancha opercular de color negro y una mancha roja en la parte superior del ojo (Ortega-Lara et al. 2002; Ortega-Lara 2004).

La *Rhoadsia altipinna* o Sabaleta, alcanza un tamaño de 17 cm en machos y de 9 cm en hembras², se los encuentra en aguas dulces de climas tropicales (22°C a 25°C)³. Se caracteriza por su color plateado con un ligero oscurecimiento en el dorso y con una mancha negra en la base de la aleta caudal que puede extenderse hacia la región rostral en forma de una fina línea, su cabeza es pequeña en comparación a su cuerpo. Posee una mandíbula inferior con 5 dientes tricúspides, maxilar con dientes a lo largo de toda su longitud (aproximadamente 20), premaxilares con alrededor de 8 dientes sobre cada lado (Dahl 1960).

Otra especie identificada fue *Saccodon wagneri* conocido vulgarmente como ratón, roncador o cornetero (Foto 5-8), que pertenece a la Familia Paradontidae.

² CARDOSO, A.R. 2003 Subfamily Rhoadsiinae (Characins, tetras). p. 213-214. In: R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

³ BAENSCH, H.A. and R. Riehl 1995 Aquarien Atlas. Band 4. Mergus Verlag GmbH, Verlag für Natur- und Heimtierkunde, Melle, Germany. 864 p.



**Foto 5.8. *Saccodon wagneri*, Ratón-Roncador-Cornetero
Fuente: ESPE, Agosto-2008**

El Cuadro 5.18 presenta las principales características morfológicas del *saccodon wagneri*.

Cuadro 5.18. Características morfológicas del *saccodon wagneri*

Especie	Características morfológicas	
<i>Saccodon wagneri</i>	Cuerpo cilíndrico	D 12; A 9; V 12 - 13; ELL 42
	Boca	Forma de media luna, labio superior delgado, dientes en los premaxilares y labio inferior con 5 lóbulos que hacen juego con los dientes irregulares
	Coloración	Oscura en el dorso con dos o tres rayas horizontales, aletas amarillas en general, con una marca negra en la dorsal y anal, mientras que en la caudal posee un diseño de manchas y líneas negras (Miles 1943, Ortega-Lara et al. 2002, Usma y Ortega-Lara 2002)
	Tamaño	Aproximadamente 20 cm

En el Cuadro 5.19 se observa un listado de otras especies posiblemente existentes en los ríos muestreados, esto se determinó gracias a la ayuda de los pobladores y pescadores de la zona de Cochapamba y Monte Nuevo que son los más cercanos al área del estudio.

Cuadro 5.19. Otras especies comunes de la zona

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	Loricariidae	<i>Chaetostoma fisheri</i>	Campeche
2	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas humeralis</i>	Bocachico
3	Cichlidae	<i>Aequides rivulatus</i>	Vieja azul
4	Cichlidae	<i>Cichlasoma festae</i>	Vieja roja

De acuerdo a la Guía Ilustrada de la Cuenca del Río Guayas publicada por la Universidad de Guayaquil, las especies que registran un declive poblacional son: *Saccodon wagneri*, *Brycon dentex*, *Ichthyoelephas humeralis*, *Aequides rivulatus*, *Cichlasoma festa*; todo esto como resultado de la introducción de especies exóticas y la sedimentación de los ríos de la zona.

5.4 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO

5.4.1 Características de la Población

Los centros poblados más cercanos a los sitios de obra son los recintos de Monte Nuevo y Cochapamba; y en base a la encuesta realizada a los pobladores se estima que existen 700 habitantes en estas dos comunidades.

Cochapamba se encuentra en el cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi, mientras que Monte Nuevo comparte administración con las provincias de Cotopaxi y Santo Domingo de los Tsáchilas. Otro poblado estratégico es la parroquia de Santa María del Toachi (9.500 habitantes), perteneciente a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, alejada 17 km en dirección Sur-Oeste del área del proyecto.

5.4.2 Metodología

El diagnóstico del medio socio económico, comprendió el análisis de los aspectos: social, económico y tecnológico en las poblaciones más cercanas al área del estudio (Cochapamba y Monte Nuevo) con la ayuda de la metodología descrita a continuación:

1. Formulación de una encuesta socioeconómica para ser aplicada a los pobladores en el área del estudio, que comprende tres secciones orientadas a recopilar información sobre los indicadores: sociales, económicos y tecnológicos. Las variables tomadas en cuenta en el diagnóstico socio económico se presentan en el Cuadro 5.20.

2. Identificación de los asentamientos ubicados dentro del área de influencia directa del proyecto; es decir a lo largo de la conducción, la toma y la restitución.

3. Determinación de la intensidad de muestra. Para los estudios sociales se considera aceptable un 3% (21 habitantes) de muestreo para proyectar resultados a toda la comunidad.

Cuadro 5.20. Variables empleadas en el diagnóstico socio-económico

Aspecto Social	Aspecto Económico	Aspecto Tecnológico
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Grado de educación ✓ Número de miembros por familia ✓ Presencia de enfermedades ✓ Edad del encuestado ✓ Años de residencia en el sitio ✓ Actividad económica productiva ✓ Nivel de organización ✓ Extensión de la propiedad ✓ Tenencia de la tierra ✓ Calidad de agua ✓ Eliminación de excretas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Material del piso de la vivienda ✓ Material de las paredes de la vivienda ✓ Material del techo de la vivienda ✓ Condiciones de vida ✓ Acceso a radio ✓ Acceso a periódicos ✓ Acceso a televisión ✓ Consumo de Leche ✓ Consumo de carne ✓ Consumo de huevos ✓ Consumo de hortalizas ✓ Consumo de granos básicos ✓ Consumo de arroz/papa ✓ Electricidad ✓ Combustión para cocción 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uso de biocidas ✓ Conservación de suelos ✓ Asistencia Técnica

5.4.3 Resultados

El análisis de los parámetros que evalúan el criterio social se resume en el Cuadro 5.21, el cual presenta los valores promedios de la encuesta realizada a los poblados de Monte Nuevo y Cochapamba.

Cuadro 5.21. Análisis social de la población
Fuente: ESPE, Agosto-2008

PARÁMETROS	VALORES PORCENTUALES			
	NINGUNO	PRIMARIA	SECUNDARIA	
GRADO DE EDUCACION DEL ENCUESTADO				
Cochapamba	11,1	66,7	22,2	
Monte Nuevo	0,0	75,0	25,0	
Porcentaje	5,6	70,8	23,6	
MIEMBROS POR FAMILIA	0-1	2-4	+ DE 4	
Cochapamba	0,0	33,3	66,7	
Monte Nuevo	8,3	25,0	66,7	
Porcentaje	4,2	29,2	66,7	
ENFERMEDADES	MAS DE UNA		NINGUNA	
Cochapamba	100,0		0,0	
Monte Nuevo	100,0		0,0	
Porcentaje	100,0		0,0	
EDAD DEL ENCUESTADO	NIÑO	JOVEN	ADULTO	MAYOR
Cochapamba	0,0	0,0	77,8	22,2
Monte Nuevo	0,0	8,3	75,0	16,7
Porcentaje	0,0	4,2	76,4	19,4
AÑOS DE RESIDENCIA EN EL SITIO	10 AÑOS	20 AÑOS	30 AÑOS	40 AÑOS
Cochapamba	33,3	66,7	0,0	0,0
Monte Nuevo	25,0	0,0	33,3	41,7
Porcentaje	29,2	33,3	16,7	20,8
ACTIVIDAD ECONÓMICA	QUEHACERES DOMÉSTICOS	AGRICULTURA	COMERCIO	
Cochapamba	11,1	77,8	11,1	
Monte Nuevo	8,3	58,3	33,3	
Porcentaje	9,7	68,1	22,2	
NIVEL DE ORGANIZACIÓN	UNA	DOS	TRES	CUATRO
Cochapamba	100,0	0,0	0,0	0,0
Monte Nuevo	83,3	16,7	0,0	0,0
Porcentaje	91,7	8,3	0,0	0,0
SUPERFICIE DE LA PROPIEDAD	- 1 HA	1-5 HA	+5 HA	
Cochapamba	11,1	11,1	77,8	
Monte Nuevo	41,7	25,0	33,3	
Porcentaje	26,4	18,1	55,6	
TENENCIA DE LA TIERRA	ARRIENDO	COMUNAL	PROPIO	
Cochapamba	0,0	0,0	100,0	
Monte Nuevo	25,0	0,0	75,0	
Porcentaje	12,5	0,0	87,5	
CONSUMO DE AGUA	NO POTABLE		POTABLE	
Cochapamba	100,0		0,0	
Monte Nuevo	100,0		0,0	
Porcentaje	100,0		0,0	
ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	POZO/AIRE		ALCANTARILLADO	
Cochapamba	100,0		0,0	
Monte Nuevo	100,0		0,0	
Porcentaje	100,0		0,0	

Las poblaciones cercanas al proyecto registran un 5,6% de analfabetismo, 70,8% nivel primario y un 23,6% corresponde a un nivel secundario. El número de miembros por familia en su mayoría es de más de cuatro personas. Existe mayor presencia de adultos y adultos mayores, seguido de adolescentes que no sobrepasan los 20 años de edad. El 95% de las personas encuestadas han contraído algún tipo de enfermedad, especialmente afecciones gripales, debido al clima de la zona. Todos los encuestados coinciden que su presencia en el área de estudio se debe a corrientes migratorias provenientes de otras provincias.

La mayor parte de las mujeres se dedican a la agricultura y los quehaceres del hogar, mientras que la actividad económica principal de los hombres es la agricultura (68,1%), y el comercio en un menor porcentaje (22,2%). La mayoría de pobladores trabajan para el autoabastecimiento, los productos más cultivados son: naranjilla, plátano, yuca, naranja.

Dentro de los recintos cercanos, existe la presencia de dos organizaciones comunitarias, en las cuales solo un 8,3% de la población participa. La población no cuenta con los servicios básicos, como lo son: agua potable, alcantarillado y energía eléctrica en el caso de Cochapamba, a diferencia de Monte Nuevo que si posee el servicio de energía eléctrica proveniente de la provincia de Santo domingo de los Tsáchilas.

Los resultados del análisis del criterio económico se presentan en el Cuadro 5.22.

Cuadro 5.22. Análisis económico de la población
Fuente: ESPE, Agosto-2008

N°	PARAMETROS	COCHAPAMBA			MONTE NUEVO			PROMEDIO		
		ESTRATIFICACION			ESTRATIFICACION			TIERRA	MADERA	CEMENTO
1	PISO DE LA VIVIENDA	TIERRA	MADERA	CEMENTO	TIERRA	MADERA	CEMENTO			
	NUMERO DE INDIVIDUOS	0	6	3	0	6	6			
	PORCENTAJE	0,0	66,7	33,3	0,0	50,0	50,0	0,0	58,3	41,7
2	PARED DE LA VIVIENDA	TIERRA	MADERA	LADRILLO	TIERRA	MADERA	LADRILLO	TIERRA	MADERA	CEMENTO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	0	6	3	0	5	7			
	PORCENTAJE	0,0	66,7	33,3	0,0	41,7	58,3			
3	TECHO DE LA VIVIENDA	TEJA	ZINC	CEMENTO	TEJA	ZINC	CEMENTO	TEJA	ZINC	CEMENTO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	1	8	0	3	6	3			
	PORCENTAJE	11,1	88,9	0,0	25,0	50,0	25,0			
4	CONDICIONES DE VIDA	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	REGULAR	BUENA	MUY BUENA

	NUMERO DE INDIVIDUOS	8	1	0	3	9	0			
	PORCENTAJE	88,9	11,1	0,0	25,0	75,0	0,0	56,9	43,1	0,0
5	ACCESO A RADIO	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	
	NUMERO DE INDIVIDUOS	7	2	7	5					
	PORCENTAJE	77,8	22,2	58,3	41,7	68,1	31,9			
6	ACCESO PRENSA ESCRITA	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	
	NUMERO DE INDIVIDUOS	9	0	11	1					
	PORCENTAJE	100,0	0,0	91,7	8,3	95,8	4,2			
7	ACCESO TELEVISION	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	
	NUMERO DE INDIVIDUOS	9	0	9	3					
	PORCENTAJE	100,0	0,0	75,0	25,0	87,5	12,5			
8	CONSUMO DE LECHE	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	2	1	6	9	0	4			
	PORCENTAJE	22,2	11,1	66,7	75,0	0,0	33,3	48,6	5,6	50,0
9	CONSUMO DE CARNE	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	7	1	1	9	2	1			
	PORCENTAJE	77,8	11,1	11,1	75,0	16,7	8,3	76,4	13,9	9,7
10	CONSUMO DE HUEVOS	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	3	2	4	8	0	4			
	PORCENTAJE	33,3	22,2	44,4	66,7	0,0	33,3	50,0	11,1	38,9
11	CONSUMO DE HORTALIZAS	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	7	1	1	7	1	4			
	PORCENTAJE	77,8	11,1	11,1	58,3	8,3	33,3	68,1	9,7	22,2
12	CONSUMO DE MAIZ/FREJOL	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	9	0	0	10	1	1			
	PORCENTAJE	100,0	0,0	0,0	83,3	8,3	8,3	91,7	4,2	4,2
13	CONSUMO DE ARROZ/PAPA	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO	1-2 VECES	3-5 VECES	DIARIO
	NUMERO DE INDIVIDUOS	0	0	9	0	0	12			
	PORCENTAJE	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
14	ELECTRICIDAD	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	
	NUMERO DE INDIVIDUOS	9	0	2	10					
	PORCENTAJE	100,0	0,0	16,7	83,3	58,3	41,7			
15	COMBUSTIBLE PARA COCCION	LEÑA	GAS	LEÑA	GAS	LEÑA	GAS	LEÑA	GAS	
	NUMERO DE INDIVIDUOS	6	3	2	10					
	PORCENTAJE	66,7	33,3	16,7	83,3	41,7	58,3			

La situación económica de los pobladores de acuerdo a las encuestas es regular, cabe anotar que gran parte de los pobladores poseen radio y televisión en Monte Nuevo; lo que demuestra el acceso a la información.

La construcción de los pisos y paredes de las viviendas son de madera, y algunas otras en menor proporción de cemento; los techos son de zinc, hormigón o teja.

La alimentación de las personas refleja el poder adquisitivo, por lo que los productos alimenticios de mayor valor (leche, carne y huevos) no son consumidos con periodicidad; por el contrario productos propios de la zona y de precio menor (plátano, yuca, arroz) son los de mayor aceptación y consumo. La cocción de los alimentos se la realiza gracias a utilización de gas licuado (58,3%) y la leña (41,7%).

El análisis del criterio tecnológico se presenta en el Cuadro 5.23, que resume las variables encuestadas en las poblaciones influenciadas por el proyecto.

El aspecto tecnológico refleja el acceso de la población a productos utilizados en la agricultura, el uso de biocidas es una característica importante dentro del proceso de cultivo. Los agricultores no practican ninguna técnica de conservación de suelos y tampoco han recibido asistencia técnica de ningún tipo.

Cuadro 5.23. Análisis tecnológico de la población
Fuente: ESPE, Agosto-2008

PARÁMETROS	COCHAPAMBA		MONTE NUEVO		PROMEDIO	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
USO DE BIOCIDAS						
Número de Individuos	6	3	7	5		
Porcentaje	66,7	33,3	58,3	41,7	62,5	37,5
CONSERVACIÓN DE SUELOS						
Número de Individuos	5	4	9	3	NO	SI
Porcentaje	55,6	44,4	75,0	25,0	65,3	34,7
ASISTENCIA TÉCNICA						
Número de Individuos	9	0	12	0	NO	SI
Porcentaje	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0

CAPÍTULO 6

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

6.1 INTRODUCCIÓN

La ejecución de todo proyecto provoca alteraciones de diversa índole sobre los factores físicos, bióticos y socio-económicos; debido al desarrollo de actividades de movilización, limpieza construcción de obras de ingeniería, entre otras. Por esta razón la necesidad de identificar y evaluar los impactos generados por el proyecto, con el fin de plantear alternativas que permitan atenuar las afecciones al medio ambiente.

La Evaluación de Impacto Ambiental es un instrumento que permite establecer las relaciones existentes entre las actividades del proyecto y las modificaciones que se producirían sobre los distintos componentes ambientales.

El presente capítulo detalla el proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales que pueden presentarse en la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

6.2 METODOLOGÍA

Numerosos tipos de metodologías han sido usadas y desarrolladas en el proceso de evaluación de impactos ambientales dentro de proyectos de diversa índole. Como ya lo señalamos en el Capítulo 3, ningún tipo de método por sí sólo, puede ser utilizado para satisfacer la diversidad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto

ambiental, por esta razón la clave está en seleccionar adecuadamente el método o métodos apropiados para las necesidades específicas de cada estudio.

Una vez realizado el diagnóstico ambiental del área de estudio correspondiente al Proyecto Hidroeléctrico Rayo, e identificada la importancia del manejo que se debe aplicar a la zona de influencia, se procedió a identificar y evaluar los impactos ambientales en base a la metodología detallada a continuación.

- Identificación de las actividades y acciones del proyecto en las fases de construcción, operación y mantenimiento, susceptibles a generar impactos sobre el ambiente;
- Selección de los componentes ambientales posiblemente impactados por las acciones del proyecto hidroeléctrico;
- Elaboración de una lista de chequeo, para identificar de forma preliminar los posibles impactos ambientales provocados por la ejecución del proyecto.
- Elaboración de matrices de identificación de impactos tanto para la construcción como la operación y mantenimiento del proyecto, con la finalidad de determinar los impactos ambientales producidos por las actividades sobre los componentes ambientales involucrados, junto con una categorización preliminar del factor ambiental más impactado y la actividad causante del mayor impacto.
- Elaboración de matrices de caracterización de impactos ambientales, para determinar las cualidades de los impactos ya identificados, sobre cada uno de los factores ambientales.
- Elaboración de matrices de cuantificación de impactos “Matriz Modificada de Leopold” para la construcción y; operación y mantenimiento del proyecto hidroeléctrico. En cada una de las matrices consta las actividades involucradas en las fases del proyecto junto con los componentes ambientales ya identificados anteriormente;
- Definición de los parámetros de calificación, mediante las variables de magnitud (M) e importancia (I);
- Calificación y predicción de los impactos ambientales para las principales actividades del proyecto hidroeléctrico;
- Interpretación y jerarquización de los impactos ambientales previamente identificados y calificados;

- Descripción de cada uno de los impactos ambientales identificados y calificados para las fases de construcción, operación y mantenimiento.

6.3 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Dentro de la identificación y evaluación de impactos, el primer paso es identificar las fases, procesos y actividades involucradas en el proyecto, susceptibles a generar impactos. El Cuadro 6.1 muestra la disgregación de los procesos y actividades de las fases de ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

Cuadro 6.1. Disgregación de procesos y actividades del proyecto

FASE DE CONSTRUCCIÓN	Rehabilitación y Construcción de Caminos de Acceso	<i>Desbroce y limpieza de vegetación</i>
		<i>Excavación y movimiento de tierras</i>
		<i>Construcción de obras civiles</i>
	Instalación y Operación de Talleres y Campamentos	<i>Construcción y operación de obras</i>
		<i>Transporte y movilización de personal, maquinarias y equipos</i>
	Construcción de la Obra de Captación, Canal de Conducción, y Tanque de Carga	<i>Desbroce y limpieza de vegetación</i>
		<i>Excavación y movimiento de tierras</i>
		<i>Construcción de obras civiles</i>
	Construcción de la Tubería de Presión	<i>Desbroce y limpieza de vegetación de los portales</i>
		<i>Excavación y movimiento de tierras</i>
		<i>Montaje de tubería de acero</i>
	Construcción de Casa de Máquinas y Canal de Descarga	<i>Desbroce y limpieza de vegetación</i>
		<i>Excavación y movimiento de tierras</i>
		<i>Construcción de obras civiles</i>
	Construcción de Línea de Subtransmisión	<i>Desbroce y limpieza de vegetación de trochas</i>
<i>Excavación, relleno y compactación</i>		
<i>Montaje de estructuras y tendido de conductores</i>		
Escombreras	<i>Transporte de material excedente de la obra</i>	
	<i>Excavación, acopio y disposición final</i>	
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación de la Central Hidroeléctrica y Línea de Subtransmisión	<i>Transporte y movilización de personal, maquinarias y equipos</i>
		<i>Funcionamiento de campamentos y oficinas</i>
		<i>Generación de energía</i>
		<i>Distribución de energía</i>
	Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica y Subestación	<i>Mantenimiento rutinario de obras civiles</i>
<i>Mantenimiento rutinario de turbinas</i>		

6.4 COMPONENTES AMBIENTALES

Como parte de la evaluación se han analizado los posibles componentes ambientales a ser afectados por causa de las actividades del proyecto hidroeléctrico. Los componentes seleccionados para su correspondiente evaluación son los más representativos (Cuadro 6.2), de acuerdo al estudio de la Línea Base descrito en el capítulo anterior. El Anexo 6.1, muestra los sitios en donde se desarrollará el proyecto hidroeléctrico Rayo.

Cuadro 6.2. Componentes ambientales seleccionados para la evaluación

COMPONENTE FÍSICO	<i>SUELO</i>	<i>Geomorfología Calidad del suelo</i>
	<i>AGUA</i>	<i>Calidad del agua superficial</i>
	<i>AIRE</i>	<i>Calidad del aire Ruido</i>
	<i>PROCESOS</i>	<i>Estabilidad de taludes Erosión Compactación</i>
	<i>PAISAJE</i>	<i>Paisaje</i>
COMPONENTE BIÓTICO	<i>FLORA</i>	<i>Estrato arbóreo Estrato arbustivo Estrato herbáceo Especies acuáticas</i>
	<i>FAUNA</i>	<i>Macrobentos Ictiofauna Especies endémicas Especies en peligro de extinción</i>
COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	<i>POBLACIÓN</i>	<i>Empleo Educación Salud Servicios básicos Nivel de organización</i>

6.5 PREDICCIÓN DE IMPACTOS

En base al diagnóstico ambiental (línea base) del área del estudio, se analizaron los posibles efectos que se producirían con la ejecución del proyecto hidroeléctrico sobre los componentes ambientales identificados; a través de una lista de chequeo propuesta por el CONELEC¹ para proyectos de este tipo (Anexo 6.2).

⁸ Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyecto y Actividades Eléctricas, Versión 1.1 Marzo 2005, CONELEC

6.5.1 Posibles efectos sobre el Componente Biofísico

Los posibles efectos sobre el medio biofísico se detallan a continuación:

- Las actividades de construcción de las obras civiles, requieren de grandes movimientos de tierra que afectan a la estabilidad de los suelos; además generan procesos geomorfodinámicos de erosión y sedimentación que cambian las condiciones naturales del terreno.
- La calidad del agua superficial se verá afectada por la instalación y operación de los talleres y campamentos, básicamente por descargas de tipo doméstico, provenientes de servicios higiénicos provisionales y de los residuos de la preparación de alimentos de los campamentos. Tanto el desbroce y limpieza de vegetación como la construcción de obras civiles especialmente en la captación y canal de descarga provocarán impacto en la calidad del agua superficial debido a los residuos de vegetación y material de construcción que producirán estas actividades. En la fase de operación y mantenimiento la calidad y distribución del agua podría verse afectado debido a la alteración del flujo normal del agua a causa de las descargas de fondo que se originarían aguas abajo de la restitución.
- En las actividades de construcción de la obra de captación se alterará el cauce normal del río Rayo, como parte de las obras de desvío; lo que provocará que el sistema hídrico sufra un desequilibrio aguas abajo. Las orillas del río se verán modificadas por la construcción de la obra de desvío y captación del río Rayo.
- Los impactos a la calidad del aire son específicamente en el aumento del ruido, debido al transporte de maquinarias, personal y equipos; y en las actividades de construcción de las obras civiles. El movimiento de tierra provoca el aumento de partículas sólidas en suspensión y otros contaminantes atmosféricos, que además influyen en el desenvolvimiento natural de la fauna y vegetación de zona.
- Durante la fase de construcción la zona del proyecto será alterada por el incremento de residuos sólidos y basura producto de las diferentes actividades, principalmente en la operación de campamentos, desbroce y limpieza de vegetación, y en la construcción de las obras civiles.

- Las actividades de desbroce y limpieza de vegetación traerán como consecuencia la deforestación de áreas con cobertura vegetal, por las características de la zona la vegetación sufrirá un impacto bajo debido a que no existe especies de flora endémicas o en peligro de extinción; sin embargo, como consecuencia de este desbroce se presentará la pérdida de especies faunísticas.
- Las especies ícticas sufrirán impacto en la fase de construcción, específicamente en el desbroce de la vegetación de la ribera del río que disminuye el efecto de sombra y consecuentemente provoca que los nichos ecológicos tengan un desequilibrio; también en la construcción de la obra de captación y canal de descarga en la acción de movimiento de piedras y modificaciones en las formas de la ribera que provocan que las especies adultas no puedan depositar sus huevos, las larvas no cuentan con un lugar de refugio que permitan su normal crecimiento.

6.5.2 Posibles efectos sobre el Componente Socio-económico

Los posibles efectos sobre el medio social y económico del área de estudio se refieren a continuación:

- La naturaleza de este tipo de proyectos, mejora las vías existentes y/o construyen nuevas para el acceso a todas las zonas de trabajo y el transporte de equipos y maquinarias; provocando una mejor comunicación entre poblados.
- A lo largo de la construcción y operación de las obras del proyecto se producirá un incremento de la actividad comercial en las poblaciones de Monte Nuevo y Cochapamba, por presencia del personal que laborará en el proyecto. Además, se generarán una serie de empleos directos e indirectos, especialmente las actividades de desbroce y limpieza de vegetación.
- Se espera que los servicios básicos sean cubiertos por parte de los campamentos instalados durante la construcción, y luego en la operación la demanda será cubierta por la infraestructura hotelera que aparecerá a lo largo del proyecto.

- Las oportunidades de empleo, el mejoramiento de vías, entre otras ventajas del proyecto; impulsarán el nivel de organización de las comunidades locales. Provocando la aparición de grupos de personas enfocadas en el desarrollo del proyecto.
- En general, la construcción, operación y mantenimiento del proyecto hidroeléctrico traerá como consecuencia el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones cercanas a las obras.

6.6 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La evaluación de impactos viene determinada por la necesidad de establecer su admisibilidad, es decir, el efecto previsto debe ser analizado en términos de la gravedad que representa para el ambiente y la comunidad, identificando aquellos especialmente críticos (no admisibles), y graduando su gravedad. La presente evaluación de impactos está basada en un criterio cualitativo y cuantitativo, con el fin de identificar a mayor detalle los impactos que puedan presentarse en la construcción y operación del proyecto.

6.6.1 Evaluación Cualitativa: Matrices de Identificación y Caracterización

Tanto la matriz de identificación de impactos como la de caracterización son complementarias, ya que aportan a la valoración cualitativa de los impactos ambientales, brindando una idea más profunda de las características de los impactos identificados.

Una vez identificadas las acciones del proyecto y los componentes ambientales, se procede a elaborar una matriz de identificación de impactos tipo causa-efecto; la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran los elementos generadores de impacto, es decir las acciones susceptibles de producir impactos; y en las filas se disponen los factores ambientales potencialmente receptores de las afecciones que provocan las acciones descritas.

Las interacciones que generen impacto se las representa con un símbolo (X). El resultado de la matriz de identificación se presenta en el Anexo 6.3 y Anexo 6.4, correspondientes a la construcción y; operación y mantenimiento respectivamente. Estas matrices resumen las actividades más impactantes y los factores ambientales más impactados.

Además, de determinar las actividades impactantes sobre los factores es necesario otorgar a cada una de estas interacciones atributos o cualidades, a través de una matriz de caracterización (Anexo 6.5 y Anexo 6.6) estructurada de forma similar a la anterior, con la diferencia que en cada interacción se coloca el tipo de criterio al cual pertenece. Los criterios de caracterización utilizados para esta valoración son:

- ***Impactos según su naturaleza:***

Positivos (+) o Negativos (-)

El signo del impacto se refiere a su consideración como beneficioso o perjudicial.

- ***Impactos según su persistencia en el tiempo:***

Temporales (T) o Permanentes (P)

Representa la persistencia del efecto en el tiempo, siendo determinado en caso de temporales e indefinido para los permanentes.

- ***Impactos según las interrelaciones que se presentan de las acciones y/o efectos:***

Simples (S) o Acumulativos (A)

Los Simples son aquellos que afectan a un solo componente ambiental, a diferencia de los acumulativos y sinérgicos incrementan su gravedad por intervención de otros efectos.

- ***Impactos según su relación causa-efecto:***

Directos (D) o Indirectos (I)

Los primeros se generan de forma inmediata por la acción del proyecto que los provoca, mientras que los indirectos se derivan de otros directos.

- ***Impactos según su capacidad de recuperación por medio natural:***

Reversibles (Rv) o Irreversibles (Irv)

Son reversibles cuando los procesos naturales son capaces de asimilar los efectos causados, caso contrario se los denomina como irreversibles.

- ***Impactos según su capacidad de recuperación por medio antrópico:***

Recuperables (Rc) o Irrecuperables (Irc)

Los efectos son recuperables cuando pueden eliminarse a través de la intervención antrópica o natural, si no es posible se lo define como irrecuperable.

- ***Impactos según su manifestación en el tiempo:***

Continuos (C), Periódicos (P) o de Aparición Irregular (Ai)

Se denominan efectos continuos a los que se manifiestan de forma constante en el tiempo, mientras actúa la causa que los induce; son periódicos cuando su aparición es predecible y de aparición irregular si no se puede conocer el momento de ocurrencia.

6.6.2 Evaluación Cuantitativa: Matriz de Leopold Modificada

Una vez concluida la evaluación cualitativa (matrices de identificación y caracterización de impactos), se procede a trasladar esos valores cualitativos en cuantitativos; mediante la utilización de la denominada Matriz de Leopold, la misma que está basada en la matriz usada en la evaluación anterior que presenta las acciones del proyecto y los componentes ambientales involucrados.

Parámetros de Calificación

Los parámetros de calificación se los han definido de acuerdo con las características del proyecto, como parte primordial de la evaluación cuantitativa. Estos parámetros elegidos se los describe a continuación:

- ***Magnitud (M)***

La magnitud representa la valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada sobre el componente ambiental, grado, extensión o escala. Hace referencia de la

intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica en un rango de 1 a 4, anteponiendo el signo positivo o negativo de acuerdo al tipo de impacto.

Cuadro 6.3. Ponderación de la magnitud

Rango	Descripción de la Magnitud
1	Alteración mínima (baja)
2	Alteración moderada (media)
3	Alteración considerable (alta)
4	Alteración irreversible (muy alta)

- **Importancia (I)**

La importancia es el valor ponderal, que da el peso relativo del potencial impacto, hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, con un rango de calificación de 1 a 4.

Cuadro 6.4. Ponderación de la importancia

Rango	Descripción de la Importancia
1	Importancia mínima (baja)
2	Cierta incidencia en los factores ambientales (media)
3	Relevancia considerable sobre los factores ambientales (alta)
4	Afectación a toda la comunidad (muy alta)

Calificación de Impactos

Partiendo de la matriz elegida y de los parámetros de calificación ya definidos, se procede a calificar cada cuadrícula de interacción con los valores de magnitud e importancia dividida por una diagonal. Una vez llenas estas cuadrículas el siguiente paso consisten en evaluar e interpretar los valores colocados.

Los Anexo 6.7 y Anexo 6.8 presentan la evaluación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo en las fases de construcción, operación y mantenimiento mediante la Matriz de Leopold Modificada, además contiene el número de impactos tanto positivos como

negativos y la respectiva agregación de impactos por cada factor ambiental y por cada actividad a ejecutarse.

6.6.3 Resultados de la Evaluación de Impactos

A partir de la evaluación cualitativa y cuantitativa de impactos ambientales para el Proyecto Hidroeléctrico Rayo, se obtuvo lo siguiente:

Mediante la matriz de identificación de impactos para la fase de construcción (Anexo 6.3), se determinó la presencia de 218 impactos sobre los componentes ambientales. Las actividades que producen mayor número de impactos son la construcción de la obra de captación, canal de conducción, tanque de carga, casa de máquinas y canal de descarga; y los factores más impactados son el empleo, la salud, el nivel de organización de la población y la alteración del paisaje (Figura 6.1 y Figura 6.2).



Figura 6.1. Número de impactos provocados por las actividades de construcción



Figura 6.2. Número de impactos de la construcción sobre los factores ambientales

El Anexo 6.4 muestra la existencia de 64 impactos en la fase de operación y mantenimiento, las actividades causantes de mayor impacto son: el transporte y movilización de personal, la generación de energía y el mantenimiento rutinario de las obras civiles (Figura 6.3). Los factores ambientales que sufren mayor impacto en esta fase son los pertenecientes al componente socio-económico (empleo, educación y capacitación, servicios básicos, salud y nivel de organización) y el paisaje (Figura 6.4).

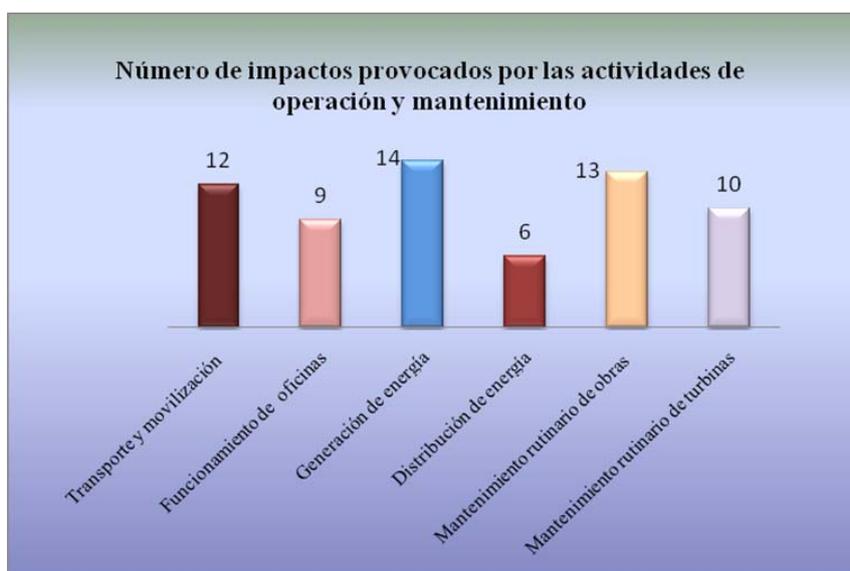


Figura 6.3. Número de impactos provocados por las actividades de operación y mantenimiento

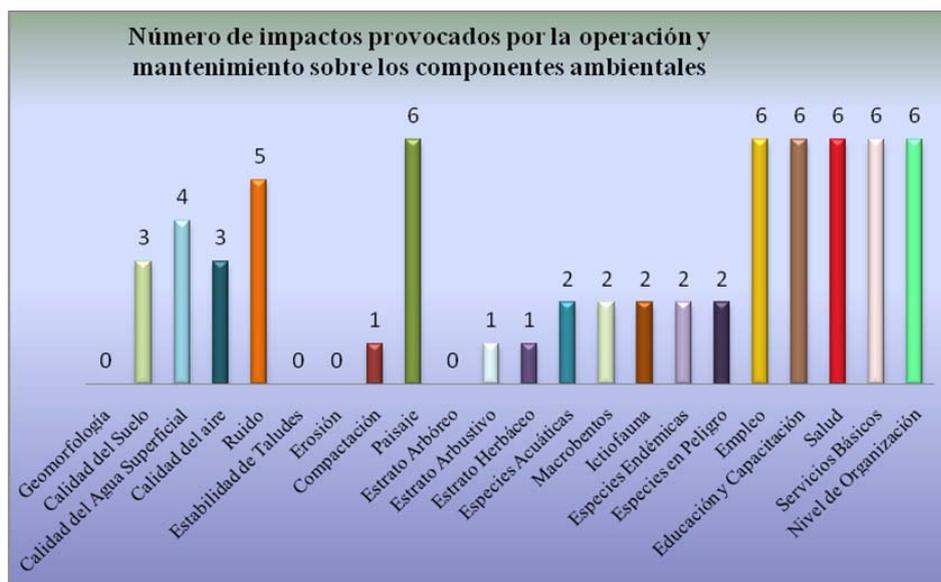


Figura 6.4. Número de impactos de la operación y mantenimiento sobre los factores ambientales

La matriz de caracterización de impactos (Anexo 6.5 y Anexo 6.6), permitió determinar las cualidades de cada uno de los impactos tanto para la fase de construcción como para la de operación y mantenimiento del proyecto. Dando como resultados:

- De acuerdo a la naturaleza del impacto, se identificaron 173 impactos no beneficios y 45 impactos beneficios para la fase de construcción. Mientras que para la fase de operación y mantenimiento se presentaron 33 impactos de origen negativo y 31 positivos.
- En lo concerniente a la persistencia en el tiempo, se contabilizaron 125 impactos permanentes y 93 permanentes en la construcción; para la operación y mantenimiento se encontraron 40 permanentes y 24 temporales.
- Para la construcción existen 42 impactos simples y 176 acumulativos de acuerdo a sus interrelaciones de las acciones; y 6 impactos simples y 58 acumulativos en la operación y mantenimiento.
- Los impactos directos e indirectos en la fase de construcción corresponden a 125 y 93 respectivamente; a diferencia de la operación y mantenimiento que presentan 49 impactos directos y 15 indirectos.

- Existen 108 impactos reversibles y 110 irreversibles en la construcción, mientras que en la operación y mantenimiento hay 36 reversibles y 28 irreversibles, según el criterio de recuperación por medio natural. Para el criterio de recuperación por medio antrópico los valores son los mismos que los presentados anteriormente.
- Según el criterio de manifestación en el tiempo los impactos en la construcción son 109 tanto para los continuos como para los de aparición irregular; sin embargo, para la operación y mantenimiento existen 25 continuos y 39 de aparición irregular.

El Cuadro 6.5, sintetiza los resultados de las matrices de caracterización de la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

Cuadro 6.5. Caracterización de impactos para las distintas fases

Criterio de caracterización	Número de impactos en la construcción	Número de impactos en la operación y mantenimiento
Positivos	45	31
Negativos	173	33
Temporales	93	24
Permanentes	125	40
Simple	42	6
Acumulativos	176	58
Directos	125	49
Indirectos	93	15
Reversibles	108	36
Irreversibles	110	28
Recuperables	108	36
Irrecuperables	110	28
Continuos	109	25
Aparición Irregular	109	39

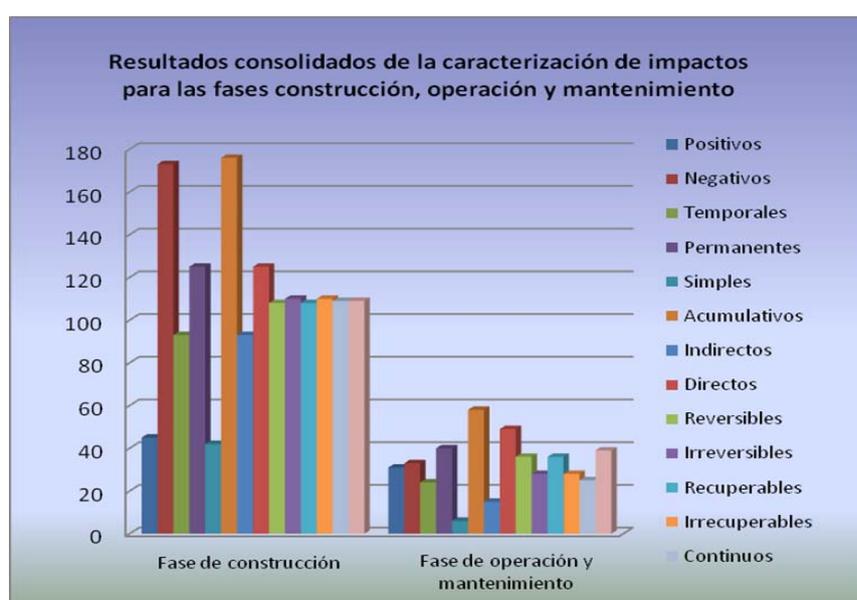


Figura 6.5. Distribución de impactos de acuerdo a su criterio de caracterización y fase de ejecución

La matriz de cuantificación de impactos en la fase de construcción cuenta con 19 actividades impactantes y 22 factores ambientales impactados, produciendo 418 interacciones, y si tomamos en cuenta que el valor máximo de alteración por impacto puede ser de +/- 16; tenemos que la agregación de impactos máxima es de +/- 6688.

En el estudio de nuestro caso se determinó que la agregación de impactos para esta fase corresponde a - 391, es decir, el 6% de la agregación máxima posible; este valor calculado representa un impacto de baja significancia para la construcción. (Figura 6-6).

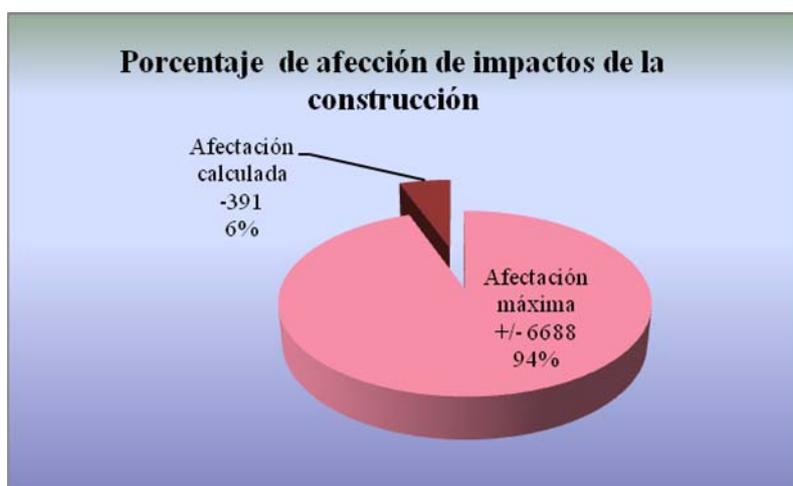


Figura 6.6. Agregación de impactos de la construcción del “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

Por otra lado, para la fase de operación y mantenimiento se cuenta con 6 actividades impactantes y 22 factores ambientales impactados, que producen 132 interacciones; y tomando el valor máximo de alteración por impacto de +/- 16; tenemos como resultado que el valor máximo de agregación es de +/- 2112.

El resultado de la matriz de calificación para esta fase, arrojó que la agregación de impactos es de 285; valor que corresponde al 13% de la agregación máxima posible y que representa un impacto bajo (Figura 6.7).

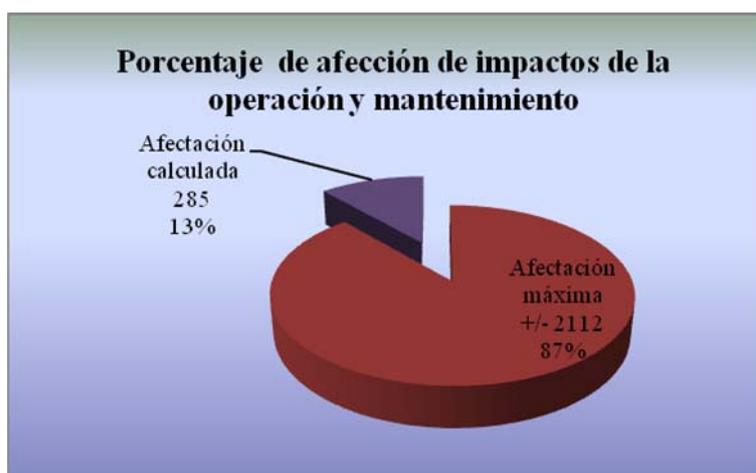


Figura 6.7. Agregación de impactos de la operación y mantenimiento del “Proyecto Hidroeléctrico Rayo”

La Figura 6.8 resume los resultados de agregación de impactos de los factores ambientales alterados en la construcción del proyecto, los impactos con mayor valor negativo son: paisaje (-99), geomorfología (-76), salud (-62), ruido (-63) y calidad del suelo (-59); y los impactos con mayor valor positivo son: empleo (180) y nivel de organización (172). De la misma manera la Figura 6.9 presenta la agregación de impactos sobre los factores ambientales para la fase de operación y mantenimiento, el empleo, los servicios básicos y el nivel de organización son los factores con mayor impacto positivo (76).

La Figura 6.10 presenta los valores resultantes de la agregación de impactos producto de la ejecución de las actividades de construcción del proyecto hidroeléctrico. Las actividades con mayor impacto negativo son: la construcción de la obra de captación, canal de conducción y tanque de carga (-141); y la construcción de la casa de máquinas junto con el canal de descarga (-133). Mientras, que el valor positivo más alto es de 13, causado por la instalación y operación de talleres y campamentos.

La Figura 6.11 muestra las actividades impactantes para la fase de operación y mantenimiento, siendo las de mayor importancia: la distribución de energía (68), generación de energía (67) y, el funcionamiento de campamentos y oficinas (65).

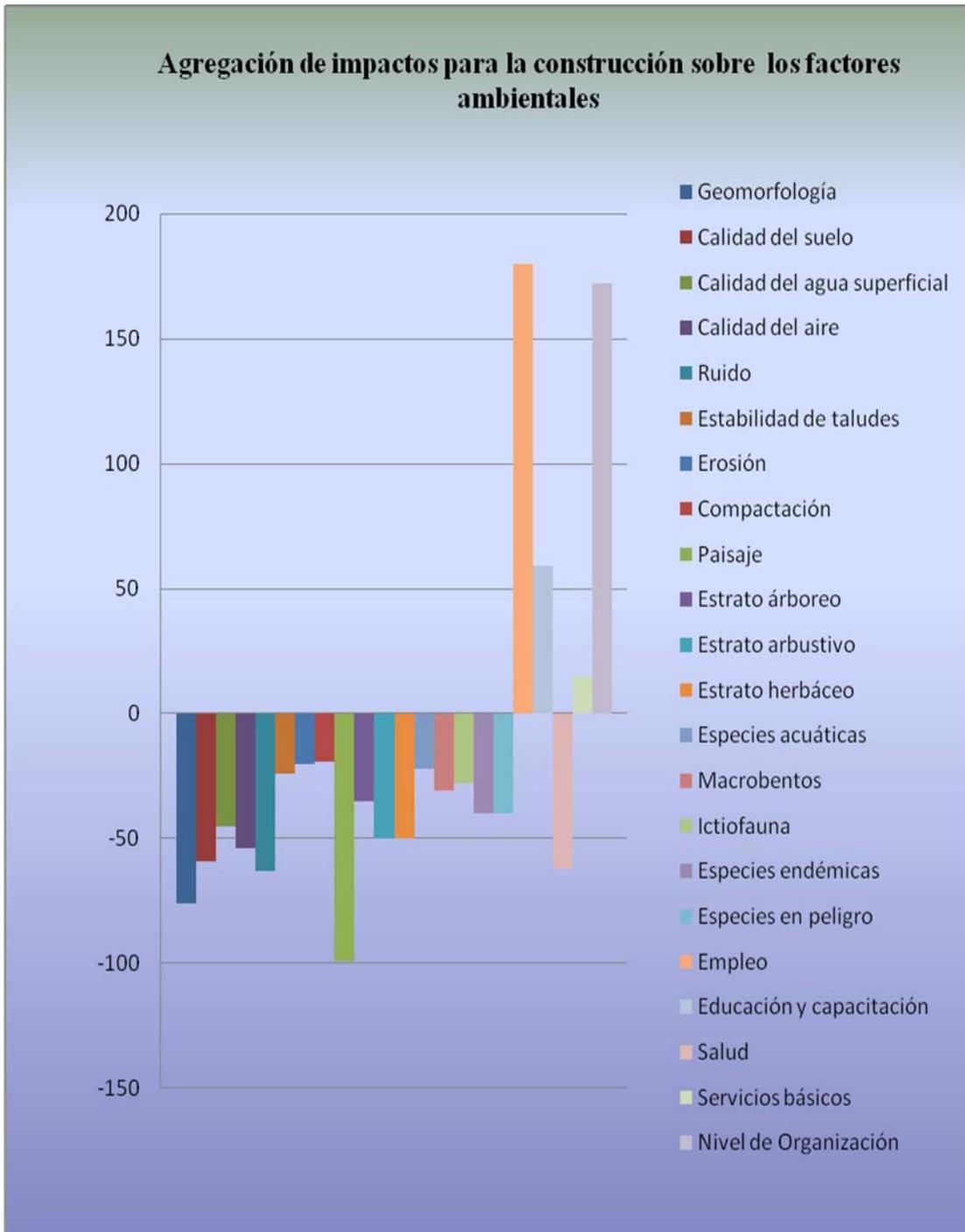


Figura 6.8. Resultados de la agregación de impactos sobre los factores ambientales de la construcción

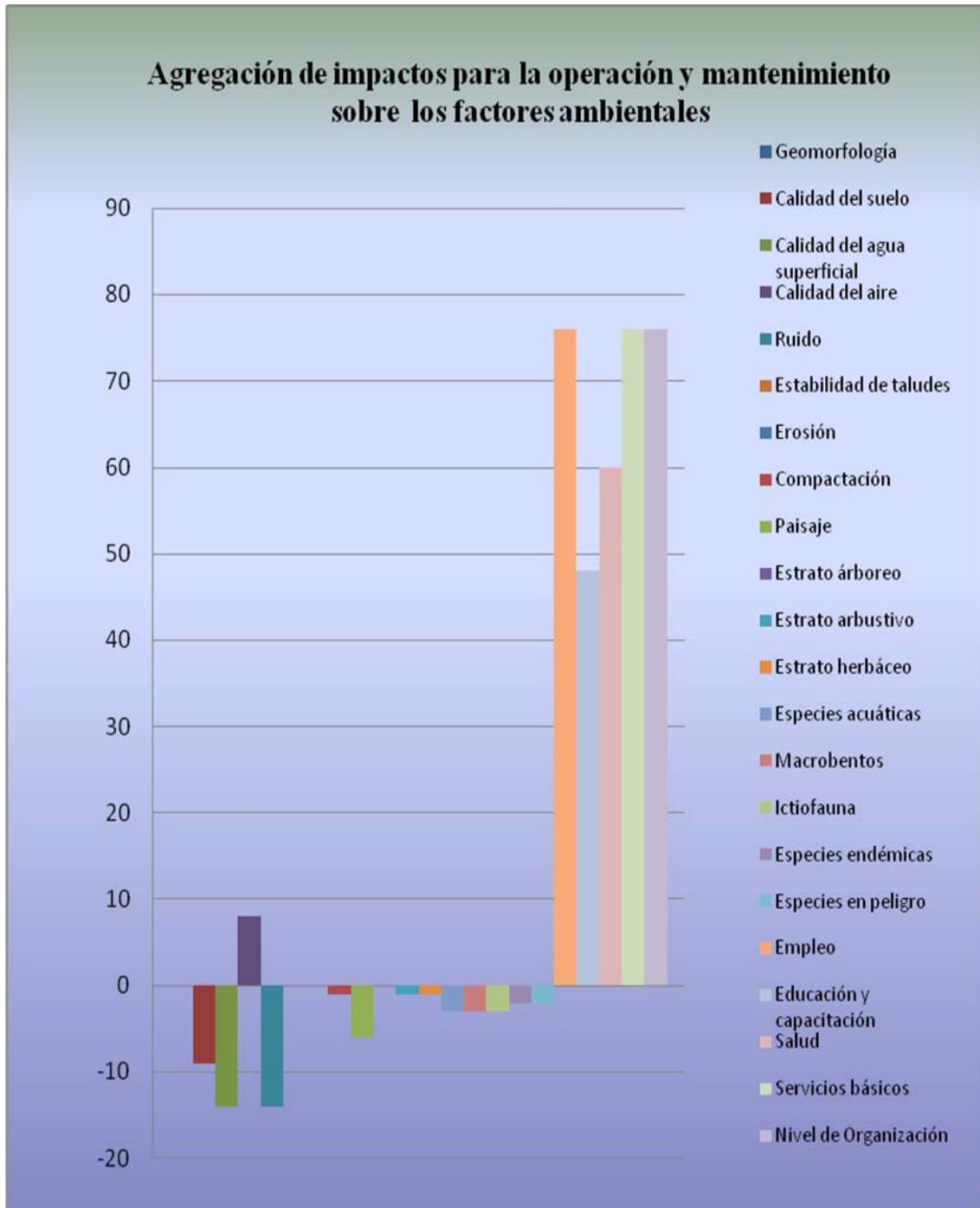


Figura 6.9. Resultados de la agregación de impactos sobre los factores ambientales de la operación y mantenimiento

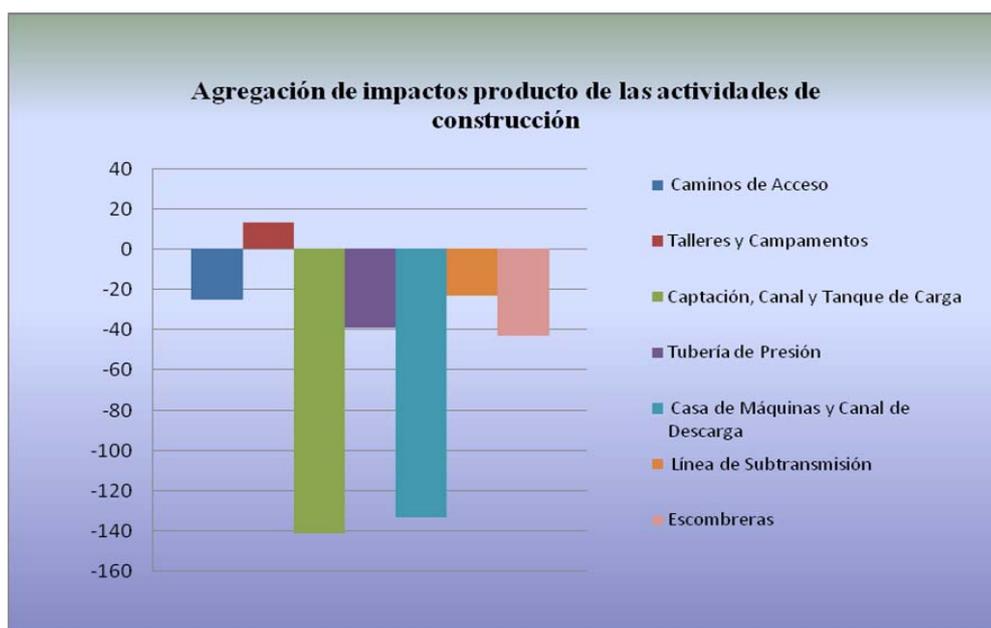


Figura 6.10. Resultados de la agregación de impactos en base a las actividades impactantes de la construcción

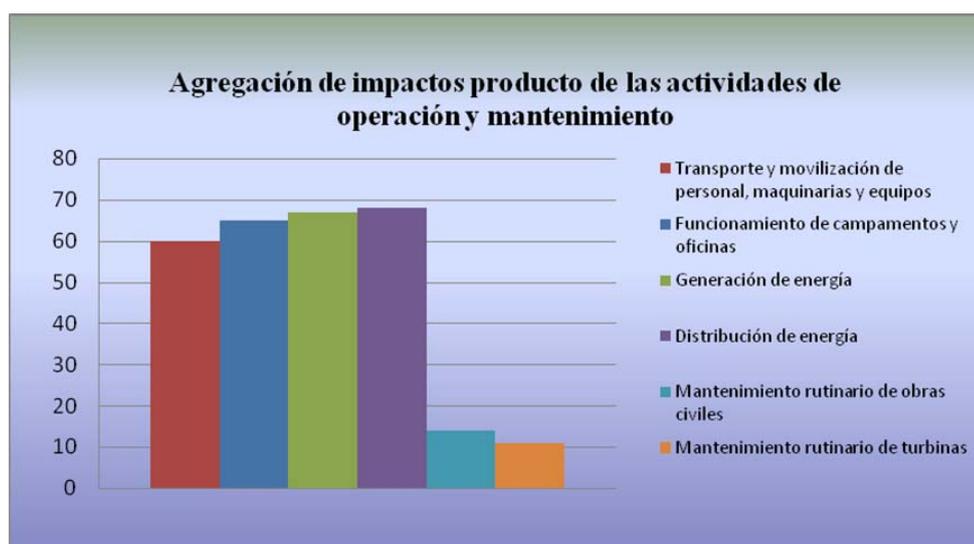


Figura 6.11. Resultados de la agregación de impactos en base a las actividades impactantes de la operación y mantenimiento

En base a los resultados de la agregación de impactos de las acciones de construcción, operación y mantenimiento del proyecto sobre los factores ambientales; se determinó una jerarquización de los mismos en cuatro categorías.

Estas categorías y el número de impactos de cada una, correspondiente a la fase de construcción se presentan en la Figura 6.12 y Figura 6.13.

Existen 17 impactos negativos considerados de baja significancia (77%), un impacto negativo de mediana significancia (5%), dos impactos positivos de baja significancia (9%) y dos impactos positivos de significancia alta (9%).

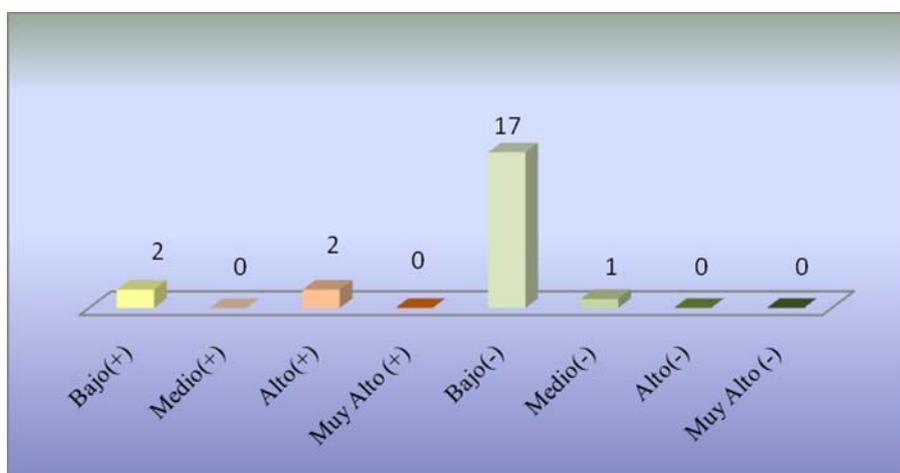


Figura 6.12. Jerarquización de impactos de la construcción

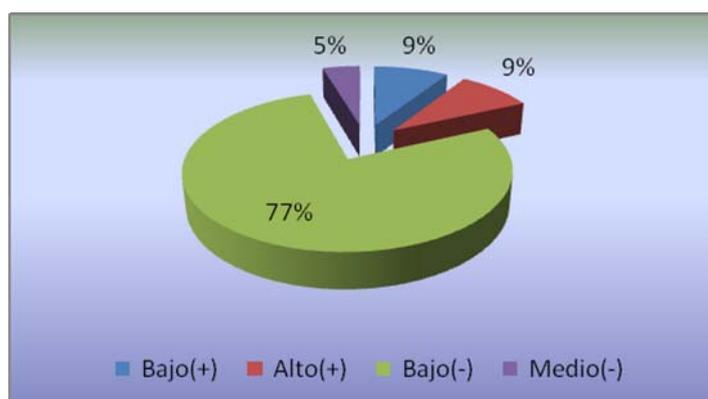


Figura 6.13. Porcentajes de la jerarquización de impactos de la construcción

La Figura 6.14 y Figura 6.15, muestran la jerarquización de impactos para la fase de operación y mantenimiento.

Se determinaron 13 impactos negativos de significancia baja (59%), un impacto positivo de baja significancia (4%), un impacto positivo de mediana significancia (4%), uno positivo de significancia alta (4%) y tres con una significancia muy alta (13%). Cabe resaltar que cuatro factores evaluados (18%) no corren ningún riesgo de ser impactados por las actividades de la operación y mantenimiento de la central y subestación.

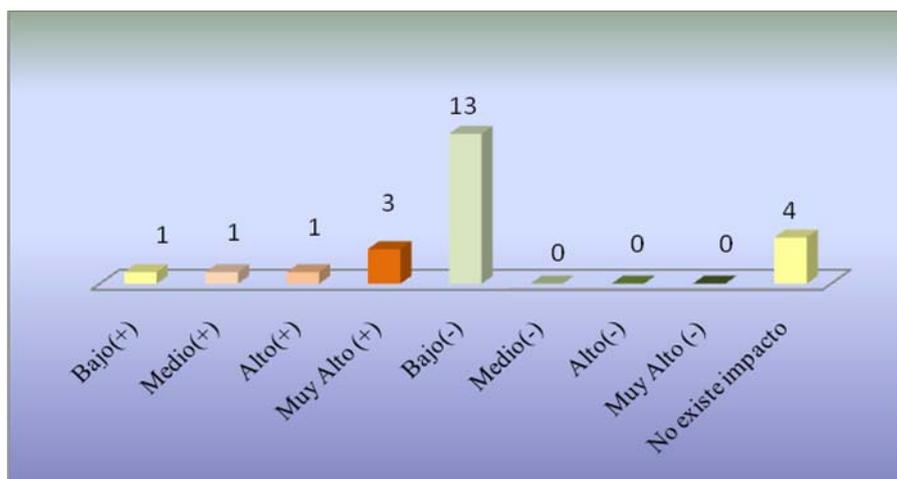


Figura 6.14. Jeraquización de impactos de la operación y mantenimiento

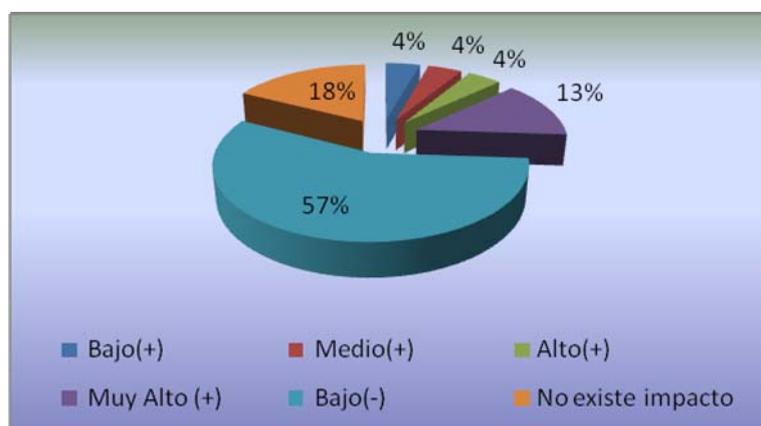


Figura 6.15. Porcentajes de la jeraquización de impactos de la operación y mantenimiento

6.6.4 Análisis de Resultados

El valor de la agregación de impactos para la etapa de construcción es de 391 negativo, mientras que para la operación y mantenimiento es de 285. Este valor resultante de la evaluación de impactos es bajo para cada una de las fases.

Sin embargo, hay que considerar que la evaluación fue realizada con los mismos componentes ambientales, pero con actividades diferentes consecuentemente para cada una de las fases del proyecto. Estos resultados de la evaluación tanto de la construcción como de la operación y mantenimiento, no deben ser comparados directamente ni en un mismo

nivel; ya que cada fase tiene características heterogéneas como lo son el momento de ejecución, tiempo de duración, entre otras.

La etapa de construcción durará dieciocho meses en los cuales el impacto será negativo bajo sobre un ambiente intervenido; mientras que se estima que la operación y mantenimiento tendrá una duración de cincuenta años con un impacto positivo bajo, en el cual se resalta el impacto sobre el componente socio-económico. En base a este análisis se puede determinar que el impacto de la operación y mantenimiento tiene mayor peso e importancia que el de la construcción.

6.7 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS

La descripción de los impactos ambientales se basa en los resultados de la evaluación anterior, y contiene una descripción objetiva de cada uno de los impactos producidos por la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico Rayo.

6.7.1 Descripción de Impactos sobre el Componente Físico

Geomorfología

La geomorfología se ve afectada por las actividades de excavación y movimiento de tierras para todas las obras de construcción (rehabilitación de caminos y accesos, obra de captación, canal de conducción, tanque de carga, tubería de presión, casa de maquinas, canal de descarga y línea de subtransmisión) al igual que el acopio y disposición final de las escombreras, ya que implica el retiro de grandes volúmenes de material (181.000 m³ aproximadamente) en el área de estudio produciendo gradualmente un cambio en su forma con respecto a su morfología inicial.

Se considera que los cambios serán permanentes, pues no será factible devolver al terreno su topografía original.

Calidad del Suelo

La calidad del suelo puede verse afectada en la instalación y operación de talleres y campamentos por la aparición de desechos sólidos normales, especiales y peligrosos; la magnitud de este impacto dependerá del número de personal humano y de la existencia de sitios de almacenamiento de combustibles y las prácticas operativas que se ejecuten durante la carga, trasvase y llenado de estos productos en los tanques de almacenamiento y maquinaria pesada.

La excavación y movimiento de tierra para la construcción de obras civiles, afecta la calidad del suelo debido a la remoción y alteración parcial o total de la capa superficial del suelo (suelo orgánico); esto se debe a la eliminación total de la cobertura vegetal y las actividades de nivelación del terreno.

La construcción de las obras civiles del proyecto (captación, canal de conducción, tanque de carga, tubería de presión, casa de máquinas y canal de descarga) alterará de manera permanente la edafología de estos terrenos.

En la excavación, acopio y disposición final de las escombreras; el suelo podría modificarse por la ubicación de grandes volúmenes de material excedente de la construcción de las obras. La mayor parte de estos desechos serán originados por actividades de demolición; y los elementos más comunes de estos excedentes son: tierra, ladrillo, hormigón, metales, madera, vidrio, grava, bloques, yeso, alambre, zinc, plásticos, entre otros.

Es necesario que los desechos generados en el proyecto sean separados, almacenados y dispuestos correctamente para minimizar el impacto al ambiente. Los restos de hormigón, cerámica, baldosas y bloques pueden ser sustitutos de relleno para obras anexas.

En la etapa de operación y mantenimiento se afectará la calidad del suelo producto del derrame de combustibles y lubricantes tanto de los equipos como de las maquinarias. Además, el funcionamiento de campamentos y oficinas junto con el mantenimiento de las turbinas incidirán en la calidad de este recurso debido al incremento de desechos.

Calidad del Agua Superficial

Los efluentes generados por la implantación y operación de talleres y campamentos; y de la construcción de las obras podrían afectar la calidad del agua superficial en el área del proyecto y sus alrededores, ya que consisten básicamente en descargas de tipo doméstico, tales como:

- Aguas residuales domésticas, grises y negras producto de servicios higiénicos provisionales en frentes de obra y en los campamentos principales.
- Aguas residuales, grises producto de la preparación de comidas en los campamentos principales.

El personal humano que intervendrá en la construcción de las obras civiles, demandará en gran medida el abastecimiento de servicios básicos, especialmente de agua y por consecuencia producirán aguas servidas. Los efluentes domésticos producidos por los campamentos serán producto de la operación de las baterías sanitarias y del aseo personal de los obreros; así también de las actividades de preparación de alimentos, de limpieza de utensilios y lavado de alimentos. Se prevé la permanencia de 200 personas involucradas en los trabajos de construcción, los cuales consumirán diariamente un estimado de 50 litros por persona, dándonos un aproximado de 10.000 litros por día de descarga de desechos líquidos al río. Para la devolución de estos efluentes contaminados al cauce normal de Río Toachi Grande se requerirá la implantación de una planta de tratamiento.

En el desbroce de vegetación, excavación y movimiento de tierras se producirá el retiro de la cobertura vegetal del suelo exponiendo a factores climáticos (lluvia y viento) grandes superficies de terreno, especialmente en las obras de captación, canal de descarga y en la rehabilitación de caminos y vías. En estas áreas se producirá agua de escorrentía cargada de partículas sólidas, las mismas que podrán entrar en contacto con cuerpos de agua superficial.

En las actividades de construcción de la obra de captación y canal de descarga, se tendrán descargas producto del bombeo del agua durante excavaciones profundas, del

mantenimiento y limpieza de equipos y maquinarias; y de escorrentías superficiales desde áreas de almacenamiento de agregados e insumos para la construcción.

Durante excavaciones que alcancen el nivel freático, será necesario eliminar el agua de estos sitios para continuar con los trabajos de construcción; lo que provocará un efluente cargado de partículas sólidas de características diferentes a las de los cuerpos de aguas superficiales, lo que provocará afección a la calidad del receptor.

Los principales efluentes generados por las obras de construcción son los compuestos por residuos de hormigón que contienen características alcalinas, sólidos (suspendidos, sedimentables y disueltos) y en algunos casos aditivos; los cuales perjudican la calidad del agua superficial de las áreas cercanas a las obras.

En el área de escombreras el material acumulado estará expuesto a la acción erosiva de las aguas lluvias, provocando escorrentía cargada de partículas sólidas que tiene el potencial de alterar la calidad de cuerpos de agua ya que incrementan los niveles de turbiedad.

La calidad y distribución del agua, en la fase de operación en la generación de energía se alterará el flujo normal del agua, debido a las descargas de fondo que se originarán en el canal de descarga; sin embargo, se prevé implementar medidas que mitiguen este impacto.

Durante las actividades de mantenimiento rutinario de las obras civiles como de las turbinas, la calidad del agua superficial se verá afectada por descargas de agua algunas de las veces cargadas de sólidos; estas afecciones serán ocasionales y de baja significancia.

Calidad del Aire

En la fase de construcción, las obras de ingeniería civil producirán impactos sobre el recurso aire; producto de la dispersión de gases desde escapes de combustión y por la generación de polvos por el manipuleo de materiales y tráfico de vehículos pesados. Todos

estos impactos se concentrarán en las obras de ingeniería civil, campamentos y escombreras.

Las actividades de excavación y movimiento de tierras de las obras civiles, generarán un impacto significativo sobre su entorno inmediato, el principal es la generación de polvo y en consecuencia un aumento en las concentraciones de partículas en el aire. Se identifican como fuentes generadoras de polvo²: remoción de la cobertura del suelo, excavación de arena y grava, trituración y tamizado de agregados, además la movilización interna de vehículos. La afectación puede considerarse significativa dentro de un radio de 500m, pudiendo ser severa en el rango de los 100m.

En algunos sitios, los caminos no pavimentados consisten en vías lastradas, producto de la compactación mecánica. Estos tipos de vías presentan piedras compactadas y capas de polvos finos (menores a 75 micrones, Cowherd 1974); debido a la acción de pulverización ejercida por los vehículos pesados y la erosión del viento, los polvos finos son emitidos al aire.

Las obras de construcción del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, implicará el manejo de materiales y su consecuente emisión de polvo hacia todo el entorno, por ejemplo en el transporte de cemento existirá la posibilidad de vertido y emisión de dicho material. Las emisiones de polvo provenientes de las plantas de hormigón por acción del viento alterarán la calidad del aire, esta afección dependerá de la magnitud de las emisiones, y de la dirección y velocidad del viento.

Toda la maquinaria pesada (camiones de carga, grúas de gran capacidad, excavadoras, cargadoras, niveladoras de terreno, etc.) operadas con diesel utilizada en la construcción, producirán emisiones de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos volátiles (VOC's) e hidrocarburos no quemados en su mayoría. Estos gases de combustión serán de manera continua durante la fase de construcción.

² Department of the Environment, Heritage and Local Government, 2004, Quarries and Ancillary Activities - Guidelines for Planning Authorities, Irlanda.

De igual manera, en el acopio y disposición de escombros habrá alteración en la calidad del aire como consecuencia de la manipulación de material, principalmente de partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$).

En la etapa de operación, disminuirán notoriamente los impactos identificados en la fase de construcción, fundamentalmente por el cambio de actividad y la reducción del personal. Las emisiones de gases solo se presentarán ocasionalmente por el uso de generadores auxiliares y por los vehículos de mantenimiento; mientras que las emisiones de polvo se evidenciarán en las actividades de mantenimiento.

El impacto más importante y benéfico con relación a la generación hidroeléctrica está vinculado con la calidad del aire, básicamente porque en este tipo de generación se evita la emisión de gases de combustión que corresponden a una de las fuentes causantes del calentamiento global.

Ruido

Los niveles de ruido en las cercanías de operación de las maquinarias, específicamente en la excavación y movimiento de tierras podrían llegar hasta los rangos de 85 a 110 dB, considerándose molesto para los habitantes de Cochapamba y Monte Nuevo.

En todos los sitios de construcción de las obras civiles, se utilizará maquinaria pesada que proporcionen energía eléctrica; estas usualmente emplean motores de combustión interna de gran potencia, lo que anticipa la generación de ruido. Además, existirá la presencia de maquinaria de proceso (tritadoras, mezcladoras, zarandas, etc.) que también son causantes de la alteración del audio natural en el área del proyecto. La distancia entre los sitios de obras y los posibles receptores, permitirá atenuar el nivel de ruido; la principal afección por ruido se dará sobre el personal operativo.

Los trabajos de desalojo de material, generará niveles de ruido debido al impacto de las superficies del material (piedras) con la maquinaria que está manipulando dicho

material. Este impacto es puntual y aislado en las áreas de escombreras y los niveles de ruido serán de manera temporal.

En la operación de la central y subestación, las actividades de movilización, funcionamiento de oficinas, generación de energía y, mantenimiento de obras y turbinas provocarán la alteración del audio natural de la zona. Estos niveles de ruidos deben ser controlados tal y como se los manifiesta en el plan de manejo

Estabilidad de Taludes

Las actividades de construcción, implicarán grandes movimientos de tierras (181.000 m³ aproximadamente) que pueden alterar el ángulo natural de reposo del terreno en las áreas de construcción, específicamente en zonas con condiciones de estabilidad media y pendientes abruptas. Dando lugar a procesos geomorfodinámicos que cambiarán las condiciones naturales del terreno.

Erosión

El desbroce de vegetación y movimiento de tierras, provocará un incremento en la erosión del área del proyecto. La exposición del suelo sin vegetación a las precipitaciones y a las escorrentías provocarán especialmente erosión de tipo laminar, en surcos y en cárcavas; y desbordará en impactos sobre otros recursos como la calidad del agua, flora y fauna.

La erosión provocará el aumento de los procesos de sedimentación, al haber mayor disponibilidad de sedimentos susceptibles de ser transportados y depositados en áreas donde disminuye la pendiente de forma natural o provocada por el hombre, como en terraplenes o calzadas de vías.

Compactación

Un cambio importante es la compactación del suelo con la pérdida de las características naturales como porosidad y estructura, a causa de la nivelación del terreno,

el transporte y movimiento de personal, estacionamiento de maquinarias y equipos en áreas específicas. Todas estas actividades provocarán un cambio en hábitat de flora y microfauna, sin embargo, desde el punto de vista de la construcción este factor es de suma importancia para que las obras estén mejor dispuestas. Los sitios más afectados serán los de implementación para las obras civiles, las vías de acceso, campamentos, escombreras, etc.

Paisaje

La mayoría de actividades durante la fase de construcción provocarán una alteración al paisaje, este es un factor indiscutiblemente afectado por simple inspección. Debido a las características analizadas en la línea base se determinó que el entorno en el que se desarrolla el proyecto cambia radicalmente. En especial, las excavaciones y movimientos de tierras provocarán cambios en el paisaje de la zona.

Dentro de la operación y mantenimiento, el paisaje continuará siendo alterado por las actividades de movilización, operación de oficinas y; todo lo que conlleva a la generación y distribución de energía.

6.7.2 Descripción de Impactos sobre el Componente Biótico

Estratos Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo

Como parte del proyecto se instalarán talleres y campamentos tanto principales como temporales, para esto es necesario limpiar las áreas en donde se dispondrán estas obras; los sitios de mayor interés en lo que a desbroce respecta, recaen en las inmediaciones de las obras de captación, canal de conducción y tanque de carga. Con esto se espera, un retiro masivo de vegetación (arbórea, arbustiva y herbácea) para dar paso a la construcción de dichas obras, produciéndose la pérdida de cobertura vegetal. Además, para el mejoramiento y relleno de los sitios de campamento será necesario la colocación de material; que provocará un impacto adicional a la vegetación al verse cubierta por material poco permeable y de difícil penetración.

El desbroce y limpieza de vegetación junto con la excavación y movimiento de tierras, alterará zonas de bosque intervenido y de forma mínima zonas de cultivos cortos. La ejecución de estas actividades traerá como consecuencia la deforestación de dichas zonas que indudablemente están cubiertas con suelo vegetal. Sin embargo, de acuerdo a la magnitud del proyecto se espera que el impacto se dé en un área ya explotada; de manera que la afección es medianamente significativa.

Dentro de las actividades de construcción, será necesario el desbroce de la cobertura vegetal y relleno de aquellas zonas en las que se prevé instalar las maquinarias y equipos, este impacto es puntual y reducido por lo que es de baja significancia.

El desalojo de material sobrante, implica la colocación de este material sobre grandes superficies de suelo que tiene cubierta vegetal; lo que provocará un impacto medianamente significativo ya que el material estéril impide la regeneración de la cobertura vegetal.

El transporte y movilización de personal, equipos y maquinarias en la fase de operación de la central y subestación; incidirán en la pérdida de especies de los estratos arbustivo y herbáceo.

Especies Acuáticas

Las actividades de construcción en las cercanías al río, alterarán el hábitat ribereño. Durante el desbroce de vegetación en la obra de captación y canal de descarga, se producirá la disminución de maleza acuática impactando a las especies de flora que sirven de albergue para formas de vida animal.

Como consecuencia del desbroce y limpieza de la vegetación arbórea y arbustiva de las riberas, se produce la disminución de sombra sobre los ecosistemas de riberas y la luz penetra con mayor fuerza provocando la proliferación de fitoplancton y macrofitas acuáticas.

La excavación y movimiento de tierras en estos sitio de obra, incrementarán los sólidos en suspensión en él río; esto provocará una disminución del paso de la luz en la columna de agua y por consiguiente una disminución en el proceso de fotosíntesis del fitoplancton.

La operación y mantenimiento alterará el hábitat natural de especies acuáticas, produciendo una disminución de las mismas y posiblemente la desaparición de especies importantes para la supervivencia de otras.

Macrobentos e Ictiofauna

La construcción de las obras de captación y canal de descarga, implican un incremento en el uso del agua, una afectación de la estructura física de las orillas y un aumento en el nivel de materia orgánica en el ambiente.

Dentro del desbroce de vegetación, específicamente en el retiro de maleza acuática se produce una disminución de sitios de desove de organismos acuáticos. La remoción de piedras también implica cambios en los nichos y ecosistemas de las orillas y lechos del río.

Con el incremento de sólidos en suspensión por el movimiento de tierras, las concentraciones del fitoplancton disminuirán, originando a su vez el descenso en los siguientes eslabones de la cadena (zoo, ictioplancton y bentos). Los niveles de oxígeno disminuirán afectando a todos los organismos acuáticos.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos podrían desaparecer a causa del movimiento de tierras, además la mayoría de ninfas y larvas de organismos macrobéntonicos que depositan sus huevos o desarrollan sus estados larvarios en la vegetación acuática serán afectadas negativamente por la destrucción de su hábitat.

La operación y mantenimiento del proyecto definitivamente cambiará el ecosistema, que generalmente fluye en forma continua desde antes del sitio de captación; reduciendo de esta forma el aporte en densidad de organismos. Los cambios registrados durante la

operación de la central, traerá como consecuencia una migración de especies como peces hacia zonas con mayor abundancia.

Especies Endémicas

Las etapas de construcción, operación y mantenimiento en lo referente a la captación y canal de descarga, producen un impacto negativo alto para las especies endémicas situadas dentro del área del proyecto. Se han identificado especies de peces propias de la zona y que por efecto de la ejecución del proyecto podrían desaparecer dejando un impacto extremadamente negativo sobre la fauna del lugar. Estas especies son difíciles de recuperarse y en las cuales hay que tener mayor cuidado en su conservación.

Especies en Peligro de Extinción

Durante el diagnóstico ambiental, se determinó la existencia de cinco especies en declive poblacional como consecuencia de la sedimentación del río y de la introducción de especies exóticas (tilapia); si se le suma el impacto que producirá el desbroce de vegetación, movimiento de tierras y construcción de obras civiles en sitios como la captación y canal de descarga concluiremos que el impacto será altamente negativo.

Además, las actividades de operación y mantenimiento en dichos sitios, reducen la abundancia de especies las cuales de por sí están en peligro. La mayor parte de estas especies sufrirán cambios radicales en su hábitat que provocarán la extinción total de las mismas.

6.7.3 Descripción de Impactos sobre el Componente Socio-económico

Empleo

En general todos los proyectos de infraestructura generan un número de empleos tanto directos como indirectos, durante su construcción y operación; especialmente a nivel de comercio y servicios en la zona. Este fenómeno puede tener varias consecuencias,

positivas para el grupo de habitantes que logran la vinculación en la ejecución del proyecto y negativas para aquellos que no tiene acceso o ven disminuidos su ingreso por la aparición de competencia.

Las actividades en las cuales participen mayoritariamente los pobladores de Cochapamba y Monte Nuevo serán en el desbroce y limpieza de vegetación, y en la construcción de las obras civiles. Sin embargo, la política de contratación de mano de obra también dependerá de las subcontratistas; quienes llegarán con su propio personal y provocará que la demanda de bienes y servicios se incremente. Se espera que el costo de vida y la infraestructura de servicios aumenten; y que las localidades cercanas al proyecto no sean suficientes para afrontar la demanda.

Para el presente proyecto, donde las actividades tradicionalmente no reportan buenos ingresos, un gran número de mano de obra se desplazará de sus labores cotidianas hacia actividades relacionadas con el proyecto; todos estos atraídos por mayores ingresos y esto provocará que la producción local decrezca.

Cuando finalice la fase de construcción, dada la falta de alternativas de producción o proyectos de desarrollo; esta mano de obra no siempre vuelve a sus actividades anteriores pudiendo generarse un problema social en las poblaciones cercanas.

El empleo es uno de los factores evaluados con mayor beneficio dentro de la operación y mantenimiento, debido a que en todas las actividades de esta fase es necesario contar con la mano de obra en un tiempo igual a la de vida útil de la central (50 años). Las plazas de trabajo con mayor demanda serán operadores para el mantenimiento, personal de seguridad, personal administrativo y técnico.

Educación y Capacitación

En la fase de construcción aparecerán programas de educación comunitaria y capacitación para los habitantes de las dos comunidades; respecto al proceso de construcción del proyecto, sus ventajas y posibles efectos.

El alto porcentaje de analfabetismo en la zona, podría disminuir gracias a la ejecución del proyecto hidroeléctrico; cabe anotar que tanto Cochapamba y Monte Nuevo cuentan con centros educativos los cuales tienen la oportunidad de mejorar durante la fase de operación y mantenimiento que es cuando las relaciones sociales y el crecimiento económico de la población ha tomado estabilidad.

Salud

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud se considera un “*estado de completo bienestar, físico, mental y social, y no meramente la ausencia de la enfermedad o la dolencia*”. Dentro de un proyecto hidroeléctrico, la conservación de la salud humana puede ser asegurada si las comunidades cercanas al área de influencia tienen la oportunidad de conocer cómo la construcción y la operación causarán impacto sobre su salud y participar en la planificación, evaluación y toma de decisiones.

Se ha establecido (OMS) que las principales enfermedades transmisibles por el desarrollo de proyectos hidroeléctricos son el paludismo y la esquistosomiasis (bilharziasis), las cuales son transmitidas por organismos que dependen del agua. Se incrementan el número de vectores, o el contacto entre las comunidades y la consecuencia es el aumento del número de casos de la enfermedad.

Los trabajos en los sitios de captación y canal de descarga, provocarán enfermedades transmitidas por vectores que tiene su hábitat dentro o en las cercanías de los cuerpos de agua; estos vectores pueden haber existido siempre o pueden originarse por las nuevas condiciones ambientales.

Durante el desbroce y limpieza de vegetación en cada uno de los sitios de obra pueden producirse accidentes por mordeduras de animales ponzoñosos que han sido desplazados de su hábitat, como culebras, arácnidos, entre otros.

La excavación y movimiento de tierras, alterará el sistema nervioso de los habitantes a causa de los continuos niveles de ruido, podría aparecer irritación en los ojos y alergias como consecuencia de los polvos desprendidos al ambiente.

En las obras civiles cercanas a cuerpos de agua, puede producirse un impacto significativo debido a la contaminación del agua y al ser utilizada para consumo humano de forma directa o indirecta a través del consumo de especies acuáticas.

Se presentará malestar en aquellos habitantes que necesariamente deban ser reubicados, ya que sus terrenos se encuentran dentro de los sitios de obra. La tensión nerviosa, mental y física son los efectos más frecuentes.

Problemas de salud producto de agua contaminada durante las actividades de operación y mantenimiento; pueden ocurrir y desatar intoxicaciones de un buen número de habitantes. Estos impactos pueden ser reducidos a través de la práctica de programas de prevención.

Sin embargo, se prevé que el acceso a la salud en esta fase será cubierto por parte de los ejecutores del proyecto; los cuales brindarán atención médica permanente a las dos comunidades participantes del proyecto hidroeléctrico.

Servicios Básicos

A pesar de la demanda de servicios comerciales, no se espera un incremento en la demanda de servicios básicos; parte de esta podría ser atendida por el campamento principal y permanente del proyecto. Otra parte será cubierta por el sector de servicios de hospedaje y alimentación (hoteles, residenciales, restaurantes, etc.).

Durante la operación y mantenimiento, podrían darse avances en lo referente a servicios básicos; se espera que el sistema de luz eléctrica aparezca en la población de Cochapamba. Los demás servicios pueden mejorar en la población de Monte Nuevo, ya que hay mejores posibilidades de que las organizaciones lleguen a acuerdos con los gobiernos locales.

Nivel de Organización

El Proyecto Hidroeléctrico Rayo, implica una serie de actividades que pueden alterar a las poblaciones de Cochapamba y Monte Nuevo de manera directa, y poblaciones cercanas a estas de manera indirecta. El aumento considerable del tránsito, el transporte de materiales y personal, construcción de obras civiles, entre otros pueden afectar la dinámica de las poblaciones establecidas en el entorno del proyecto.

Durante la fase de construcción, las comunidades iniciarán actividades de organización con el fin de formar parte de las actividades y toma de decisiones del proyecto. Se estima que desde los inicios de las actividades, la mayor concentración de movimiento se registrará en las zonas de campamentos e inicialmente en la rehabilitación y construcción de las vías de acceso; donde se realizará la obra de captación que representa un sitio clave del inicio de la construcción de las obras civiles.

En cualquier escenario, la planificación de las comunidades sobre los predios y el desarrollo de obra pública será determinante para el manejo de asentamientos no planificados en la zona del proyecto. El fortalecimiento de juntas parroquiales, organizaciones de la zona y el mantener a las comunidades involucradas en las fases del proyecto; son maneras efectivas de reducir los impactos negativos.

La operación de la central, fortalecerá los lazos organizacionales de las comunidades incrementando las posibilidades de desarrollo de los habitantes en diferentes actividades relacionadas con el proyecto.

CAPÍTULO 7

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1 INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Ambiental es concebido como un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones; orientados a prevenir, eliminar, minimizar y controlar aquellos impactos ambientales negativos significativos. Además, intenta maximizar los aspectos positivos identificados en la evaluación de impactos ambientales del proyecto.

El presente plan deberá ser entendido como una herramienta dinámica, variable en el tiempo y que por lo tanto debe ser actualizada y profundizada en el Plan de Manejo definitivo; y mejorándolo a medida que el proyecto se desarrolla.

La estructura propuesta para el Plan de Manejo Ambiental Preliminar del Proyecto Hidroeléctrico Rayo consta de ocho programas, los cuales deberán ser ejecutados con el inicio de las fases de construcción, operación y mantenimiento.

1. Programa de Prevención;
2. Programa de Mitigación;
3. Programa de Manejo de Desechos;
4. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional;
5. Programa de Monitoreo;
6. Programa de Contingencia;
7. Programa de Compensación;
8. Programa de Participación Ciudadana.

7.2 PROGRAMA DE PREVENCIÓN

Este programa está relacionado con el conocimiento y la aplicación de procedimientos para la prevención de la contaminación ambiental, como consecuencia de la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto Hidroeléctrico Rayo.

7.2.1 Medidas de Prevención de Impactos en la Fase de Construcción

Reglamentación Interna

- Señalizar el área de uso obligado y rutinario del proyecto, esto incluirá señales ambientales, informativas y preventivas basadas en la señalización normalizada de caminos.
- Definir los accesos, vías o senderos autorizados para el uso del personal y proveedores. Impedir la construcción y utilización de accesos no acordados en el diseño del proyecto.
- Los vehículos que circulen dentro del área del proyecto deberán restringirse a una velocidad máxima de 30 km por hora, con el fin de precautelar la seguridad de trabajadores y de la comunidad.
- El personal que labore en el proyecto deberá contar con su respectiva identificación, en la cual constará el cargo, número de cédula y compañía a la que pertenece.
- El personal de seguridad es único que podrá portar armas dentro del área del proyecto.
- El uso de alcohol, drogas u otro tipo de sustancia que ponga en riesgo la seguridad individual y colectiva, está terminantemente prohibido.
- Es indispensable que el manejo, disposición y eliminación de desechos (orgánicos, aceites, grasas, basura, etc.) se lo realice de modo adecuado.

- Almacenar todo material explosivo en bodegas especiales, debidamente señalizadas y vigiladas. El material almacenado deberá contar con su respectiva identificación y forma de manejo. El personal a cargo de estos materiales, deberán tener una capacitación previa del uso y manejo de los mismos.

Maquinaria y Equipos

La maquinaria y equipos a ser utilizados en la ejecución del proyecto, deberán contar con los siguientes requisitos:

- Registros del estado de cada uno de los equipos y, del tipo y frecuencia del mantenimiento.
- Registros de mediciones y frecuencia de ruido, gases de motores y fuentes de combustión.
- Revisión de uso de dispositivos como alarmas y pitos, con el fin de controlar el impacto por ruido.
- Controlar que el material transportado cuente con las medidas necesarias para evitar posibles pérdidas durante su traslado.

Grasas, Aceites y Otros Hidrocarburos

- Los sitios que almacenen, distribuyan o manipulen estos materiales deben contar con trampas de grasa y dispositivos de recolección. Además. Es necesario la impermeabilización para prevenir la contaminación del agua y suelo.
- El personal responsable debe tener un buen nivel de capacitación sobre el manejo y manipulación de estos materiales, para el buen desenvolvimiento en caso de emergencia.

Comunidad

- Demarcar físicamente el área de los trabajos, con el objetivo de mantener la seguridad y accesibilidad dentro de los sitios de obra.
- Colocar dispositivos de seguridad para evitar accidentes y el daño de la infraestructura existente.
- Señalizar todas y cada una de las secciones de los campamentos tanto principales como temporales, en lo referente a bodegas, comedores, sitios de descanso, servicios higiénicos, etc.
- Señalizar dentro de las bodegas o lugares de almacenamiento; la ubicación de todos los materiales existentes, sus características esenciales y las medidas básicas de prevención que deben tomarse en cuenta.
- Cada una de las secciones que conforman los campamentos deben contar con equipos necesarios para el control de accidentes (extintores y botiquines).
- Las restricciones y prohibiciones deben estar localizadas en lugares estratégicos, y descritos de modo que sean de fácil visualización y comprensión.
- Todos estos elementos mencionados deberán ser atendidos y mantenerse en buen estado, con el fin de prevenir inconvenientes en los trabajos de obra.

En los alrededores de la obra se deberán tomar las siguientes recomendaciones:

- Identificar el proyecto, a través de una valla de información que presente; el nombre y tipo de obra, constructor, tiempo de ejecución y entidad responsable.
- Colocar señalización en los sitios de entrada y salida de vehículos de carga y en obstáculos existentes sobre la vía.
- Señalización en áreas de excavaciones profundas, mediante el uso de reflectores.

- Controlar la velocidad de todo tipo de vehículos, a través de la implantación de semáforos y señalización a lo largo de los accesos diseñados.

7.2.2 Medidas de Prevención de Impactos en la Fase de Operación y Mantenimiento

- Para prevenir efectos sobre la salud auditiva del personal involucrado en la operación de la central, se recomienda:
 - i. Implementar procedimientos de chequeo, reparación o reemplazo de elementos desajustados o mal calibrados.
 - ii. Controlar el nivel de ruido, a través del empleo de materiales aislantes en equipos muy ruidosos.
- Atenuar el ruido con la siembra o colocación de barreras físicas, especialmente en el área de casa de máquinas. Se puede sembrar especies de crecimiento rápido, lo que además de atenuar el ruido podrá dar un valor paisajístico al área.
- Tomar en cuenta la norma ecuatoriana para el control de ruido industrial por tiempo de exposición , descrito a continuación:

Cuadro 7.1. Tiempo de exposición vs. Intensidad de ruido
Fuente: Anexo 5, Título IV, Libro VI, TULAS

Intensidad dB (A)	Tiempo permisible (h)
90	4
95	2
100	1

- El personal encargado del mantenimiento de equipos energizados deberán estar muy bien capacitado y contar con el equipo pertinente, para disminuir los riesgos a los que están expuestos.
- El personal involucrado en las actividades de la operación y mantenimiento, deberán contar con la indumentaria y equipo de protección necesarios para la protección contra lluvia y ruido. Además, es necesario la correcta iluminación y vigilancia de las instalaciones.

7.3 PROGRAMA DE MITIGACIÓN

El programa de mitigación de impactos está conformado por medidas que pretender mitigar, corregir y atenuar los impactos negativos que generará el proyecto hidroeléctrico Rayo durante su construcción, operación y mantenimiento.

7.3.1 Medidas de Mitigación de Impactos en la Fase de Construcción

Emisiones al Aire

Las acciones correspondientes al control de emisiones desde fuentes fijas (chimeneas de motores de combustión interna) se citan a continuación:

- Los equipos que pertenecen a esta fuente de emisión, son los utilizados en la generación de electricidad para alumbrado o para accionar otros equipos mecánicos como bombas de agua y compresores de aire.
- Es obligatorio seguir las prácticas de mantenimiento de motores de combustión interna dispuestas por el fabricante, a fin de mantener las emisiones de gases de escape en niveles estables.
- Estas prácticas incluyen la limpieza y retiro de depósitos de las cámaras de combustión, válvulas y pistones; así como el mantenimiento de rines de estos últimos.

Para el control de emisiones fugitivas al aire (polvos en manipulación de materiales, canteras y polvos desde caminos no pavimentados) se establecieron las siguientes medidas de mitigación:

- Este tipo de emisiones son aquellas que liberan polvo o partículas hacia el aire, sin pasar previamente por una chimenea o conducto.

- Proveer de casetas o cubiertas a las trituradoras de piedras y zarandas, para reducir la emisión de polvo y disminuir el impacto con respecto al ruido emitido al ambiente como consecuencia de los procesos de trituración.
- Para reducir la emisión de polvo como consecuencia de caminos no pavimentados, se debe implementar el riego de agua en estos sitios. La frecuencia de riego debe ser determinada en base a la insolación existente, al nivel de tráfico de vehículos y la velocidad del viento en la región.
- Restringir el tráfico de vehículos pesados a 20 km por hora en los caminos no pavimentados.

Con el objetivo de mitigar los impactos de emisiones al aire provocados por fuentes móviles, se identificaron las siguientes acciones:

- Las fuentes principales de este tipo de emisiones son los vehículos livianos, camiones de transporte de materiales, palas mecánicas, cargadoras y tractores.
- Para estos tipos de equipos se recomienda seguir con las medidas de manejo y mantenimiento dictadas por el fabricante.
- Establecer procedimientos internos para el manejo de tráfico de vehículos en los campamentos y sitios de obra. Además, realizar inspecciones a los vehículos de carga a fin de determinar cuales están dentro de los niveles de emisión permitidos.

Ruido y Vibraciones

- Conocer los niveles sonoros permitidos de acuerdo al tipo de actividad según el uso del suelo y dentro de las áreas de trabajo durante la construcción, como se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 7.2. Niveles máximos de ruido permisibles según el uso del suelo
Fuente: Anexo 5, Título IV, Libro VI, TULAS

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS EQ [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
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
Zona Rural	+10	+10

Cuadro 7.3. Niveles de ruido dentro de las áreas de construcción
Fuente: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

DURACIÓN (HORAS)	NIVEL DE RUIDO (dBA)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
0.5	105
0.25	110
0.125	115

- Utilizar obligatoriamente equipos de protección auditiva, para cualquier trabajo que rebase los 85 dBA. Especialmente, las actividades relacionadas con la operación de maquinaria pesada, trabajos cercanos a generadores de energía, trabajos de soldadura, entre otras.
- Realizar inspecciones a toda la maquinaria a utilizarse, a través de sonómetros debidamente calibrados; con la finalidad de llevar registros de la maquinaria y su buen funcionamiento

Protección de Taludes

- Debido a la topográfica y morfología existente en el área de construcción de las obras de canal de conducción, tanque de carga y tubería de presión, es posible que se presente problemas de inestabilidad. Para solucionar este inconveniente, se recomienda la construcción de obras de estabilización de taludes.

- Al finalizar los trabajos de obra, se recomienda la reforestar para protección de los taludes; esto se lo puede realizar con especies herbáceas y trepadoras, que aseguran un buen nivel de estabilidad del terreno y controlan la erosión superficial.

Flora

- Realizar un inventario de las especies de flora, previo a las actividades de desbroce y limpieza de vegetación en todos los sitios de obra, y determinar las especies importantes de la zona.
- Identificar los árboles madres de las especies identificadas en el inventario, que son los generadores de semillas para el cuidado y la recuperación a corto plazo de las áreas alteradas o en otras con mejores condiciones.
- En lo posible se reducirán la tala de árboles, especialmente para la localización de campamentos en los que se buscarán sitios desprovistos de vegetación.
- La vegetación removida será dispuesta solo en los sitios de escombreras.
- La cobertura vegetal removida, deberá ser manipulada cuidadosamente durante el proceso de descapote; evitando en lo posible la mezcla de material estéril con la capa orgánica que contiene la mayor parte de raíces de arbustos y herbáceas.
- Es necesario campañas de revegetación en todos los sitios de obras, desde la captación hasta el canal de descarga y obras complementarias como caminos de acceso. Este proceso debe ser realizado con especies propias de la zona para evitar alterar el ecosistema.

Ictiofauna

- Realizar un monitoreo de especies icticas durante la época de estiaje, para comparar la diversidad de especies entre las dos épocas.

-
- En la obra de desvío del río y captación, es necesario la implementación de una escalera de peces; que tiene el objetivo de minimizar el impacto de la obra y permitir el normal tránsito de las especies icticas.
 - En esta misma obra, es necesario la reforestación de especies de flora, en especial de arboles en las riveras del río; con el propósito de evitar el paso directo de luz hacia el cuerpo de agua.
 - Respetar el caudal ecológico dispuesto en el diseño, el cual es del 10% del caudal medio anual de los ríos involucrados (confluencia del Rayo y Cochapamba), para mantener estable los niveles de vida de los ecosistemas.
 - Evitar descargas a todos los cuerpos de agua de sustancias toxicas y desechos peligrosos.
 - Todas las actividades realizadas deberán acogerse a los lineamientos dispuestos en: Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Norma de la calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Peligrosos, Libro VI: De la Calidad Ambiental del TULAS, entre otros.

7.4 PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS

Este programa comprende las medidas necesarias destinadas al control y manejo de productos contaminantes provenientes de talleres campamentos y de las obras complementarias que son parte del proyecto.

Los principales productos generados en esta fase corresponderán a: basura orgánica e inorgánica, aguas negras y grises, hidrocarburos y escombros.

Para comprender de mejor manera el manejo de los desechos producidos por el proyecto, es necesario definir los tipos de desechos:

Desecho Sólido Normal o No-peligroso, es todo aquel sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. La definición incluye los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado, ferias populares, playas, escombros, entre otros (Anexo 6, del Libro VI, del TULAS).

Desecho Sólido Especial, son todos aquellos desechos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado de los desechos sólidos domiciliarios. Son considerados desechos especiales (Anexo 6, del Libro VI, del TULAS).

- Los animales muertos, cuyo peso exceda de 40 kilos;
- El estiércol producido en mataderos, cuarteles, parques y otros establecimientos;
- Restos de chatarras, metales, vidrios, muebles y enseres domésticos;
- Restos de poda de jardines y árboles que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección;
- Materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección.

Desechos Sólidos de Demolición, son los desechos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, etc., que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería (Anexo 6, del Libro VI, del TULAS).

Desechos Peligrosos, se definen como todo aquel desecho sólido, pastoso, líquido o gaseoso resultante de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contenga algún compuesto que tenga características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas o tóxicas que represente un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente (Título V, del Libro VI, del TULAS). Un ejemplo de desechos peligrosos, para el caso del presente proyecto son los aceites lubricantes o no combustibles derivados del petróleo y baterías ácido-plomo.

7.4.1 Medidas para el Manejo de Desechos en la Fase de Construcción, Operación y Mantenimiento

Dentro de los talleres y campamentos se generara residuos sólidos tanto normales como peligrosos. Estos residuos consistirán en restos de comida, papeles, catones, residuos de vegetación, escombros de construcción, restos de metales, aceites, lubricantes, etc.

Desechos Sólidos Normales (no peligrosos)

- Los desechos sólidos normales corresponden a restos de comida, retazos de madera, restos de papel y; envases de cartón, vidrio y plástico.
- Separar adecuadamente los desechos sólidos y líquidos generados en los talleres y campamentos del proyecto; estos desechos deberán ser almacenados en contenedores para luego ser dispuestos en lugares apropiados.
- Los contenedores deberán disponer de tapas, con el fin de impedir el paso de agua lluvia y la acción del sol que puede acelerar el proceso de descomposición; produciendo malos olores. Además deberán tener una capacidad suficiente acorde a la demanda de generación de desechos.
- No deberán quemarse los desechos al aire libre o dentro de los contenedores.

- Los desechos biodegradables y no especiales serán dispuestos en una fosa previamente estructurada, se pondrá especial atención sobre su confinamiento y relleno; luego se procederá con la siembra de vegetación de la zona.
- Se construirán tantos rellenos sanitarios como sean necesarios para mantener un adecuado manejo de los desechos sólidos hasta la finalización del proyecto.
- Las actividades del almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos normales; deberán ser realizados por personal autorizado.
- Para la limpieza de los contenedores, se recomienda la utilización de detergentes biodegradables para minimizar los efectos sobre los cuerpos de agua.
- El personal responsable del manejo de desechos sólidos normales, utilizará el equipo de seguridad apropiado. Estos equipos son guantes, mascarillas, cascos y botas de punta de acero.
- En lo posible, se recomienda reducir el volumen de los desechos; para lograr esta reducción se puede implementar prácticas de reciclaje.
- Los desechos sólidos orgánicos no requieren de tratamiento alguno previo a su disposición final.
- Los desechos producto de la construcción, deberán ser dispuestos en las áreas de escombreras.

Desechos Sólidos Peligrosos

- Los principales desechos sólidos peligrosos generados serán los aceites lubricantes usados, restos de trapos o envases impregnados con aceites o grasas minerales. Estos residuos deberán ser tratados de manera diferente a los normales, para evitar la contaminación del ambiente.
- Capacitar al personal sobre el manejo y disposición de este tipo de desechos.

-
- Verificar que se realice la separación de residuos sólidos normales de los residuos peligrosos.
 - Asignar los respectivos contenedores para este tipo de residuos, deben ser de fácil identificación y con su respectivo etiquetado.
 - Destinar un área específica para el acopio de los desechos peligrosos, las cuales deben cumplir con las siguientes condiciones:
 - i. Lejanas a áreas bajas e inundables;
 - ii. Lejanas a zonas de tránsito de animales;
 - iii. Poseer cubierta y estar señalizadas;
 - iv. Estar colocadas sobre una superficie impermeable;
 - v. Los contenedores deberán estar sobre paletas de madera y estar debidamente tapados.
 - Se prohíbe el vertido de aceites lubricantes usados producto del mantenimiento de maquinarias y equipos hacia canales de aguas lluvias, quebradas, cajas de inspección.
 - Se recomienda implementar las acciones previstas en la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y criterios de Remediación para Suelos Contaminados.
 - Las áreas en donde se almacenen los desechos hasta determinar su disposición final, deberán cumplir con las recomendaciones de precaución descritas en la Norma Técnica INEN 2266. En la cual se citan las siguientes acciones básicas:
 - i. Uso de plataformas o pallets de madera para la colocación de los residuos;
 - ii. Apilamiento de productos químicos, de acuerdo a su compatibilidad;
 - iii. Uso de etiquetas para la identificación del contenido de cada uno de los envases almacenados.

Aguas Residuales Domésticas

El manejo de las aguas residuales debe garantizar un efluente final que cumpla con la normativa ambiental vigente. El manejo además incluye la aplicación de medidas y procedimientos que permitan la reducción, reuso y reciclaje de las mismas.

- Elaborar y poner en práctica programas internos de ahorro y uso de agua.
- Instalar estructuras que permitan atrapar las grasas provenientes de los comedores, para evitar la contaminación del agua.
- Para el tratamiento de las aguas residuales de tipo doméstico del campamento se propone la instalación de una planta paquete. La eficiencia y facilidad de operación de una planta de tratamiento paquete es variada y depende de la tecnología empleada (tratamiento aerobio, anaerobio, biológico).

Generalmente estas plantas funcionan mediante tratamiento secundario basado en lodos activos, un clarificador primario, un almacenador de fango, un sistema de tratamiento biológico y un clarificador final.

Además, las plantas tipo paquete se adaptan con facilidad a las diversas necesidades de los sitios donde van a ser implantadas. Se caracterizan por su capacidad de tratamiento de descargas que pueden ir desde un caudal de 0,02 L/s a 3 L/s.

Aguas Residuales Industriales

- Se recomienda la utilización de recipientes plásticos o tanques para recoger los restos de agua producto del lavado de herramientas de trabajo que poseen restos de hormigón.
- Evitar cualquier tipo de vertido directo de los residuos del lavado de los camiones mixers hacia el recurso suelo.

-
- La aguas del lavado de las canaletas y tambores de los camiones mixers pueden ser reutilizados, siempre y cuando se realice un tratamiento previo; en el cual se remueva los sólidos sedimentables presentes en el agua del lavado.
 - Estas aguas tratadas pueden usarse en el lavado de camiones mixers y en el regado de los caminos internos de los campamentos.
 - Se deberá utilizar bandejas para retener posibles goteos y paños absorbentes durante las actividades de mantenimiento de la maquinaria y equipos, donde se involucre el uso de líquidos.
 - Las áreas designadas para el mantenimiento deberán estar protegidas del ingreso o salida de agua de escorrentía. Deberán estar colocadas al menos 15 metros debajo de instalaciones de drenaje y cursos de agua.
 - Se requiere que en cada sitio de mantenimiento exista un kit antiderrames y otros equipos de protección.

7.5 PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

El programa de seguridad industrial y salud ocupacional, describe las acciones a implementarse durante las todas las etapas de proyecto con el objetivo de resguardar la salud del personal directamente relacionado con las obras y el funcionamiento e integridad de bienes y equipos requeridos en el proyecto.

7.5.1 Medidas de Seguridad en la Fase de Construcción, Operación y Mantenimiento

- Todo el personal involucrado en las actividades de ejecución del proyecto, deben conocer aspectos básicos de seguridad industrial y salud ocupacional antes de iniciar los trabajos. A través, de charlas, conferencias y entrega de folletos, trípticos o cualquier tipo de documento; que permita capacitar de manera correcta al personal.
- La capacitación al personal deberá estar estructurada con las siguientes recomendaciones:
 - i. Importancia de la seguridad, salud y trabajo responsable;
 - ii. Factores de riesgo en sus respectivas actividades;
 - iii. Equipos de seguridad, su objetivo y uso;
 - iv. Importancia de la higiene personal dentro de los campamentos;
 - v. Prevención de incendios y acciones a tomarse en caso de uno;
 - vi. Importancia del cuidado del medio ambiente.
- La inducción de la información puede apoyarse en materiales audiovisuales, que pueden ser: videos, diagramas, folletos y discusiones. Para fortalecer la capacitación se realizarán inducciones complementarias, atendiendo las posibles deficiencias que puedan presentarse.
- Existirá una persona que tomará la responsabilidad de gestionar y controlar el buen funcionamiento del programa de seguridad y salud.
- Es necesario la señalización en los sitios de obras, se pueden utilizar sistemas de señalización como carteles, vallas, balizas, sirenas, cadenas, etc.; deben ser

fácilmente visibles a distancia usando colores llamativos y que permitan su fácil interpretación y entendimiento.

- Los campamentos tanto principales como temporales deberán contar con servicios higiénicos en buenas condiciones, siendo obligación de los trabajadores la utilización de los mismos.
- Se deberán establecer horarios de trabajo, acordes a la legislación y que deben ser cumplidos a cabalidad.
- Los equipos de protección personal deben ser entregados a todos los trabajadores y deben ser usados de forma obligatoria durante la estancia en los sitios de obra.
- Los trabajadores deberán utilizar los equipos y elementos de protección personal, de acuerdo al tipo de tarea que se le haya encomendado y a los riesgos que están expuestos.
- Los equipos de protección debe estar compuestos por: cascos, gafas de seguridad, mascarillas contra el polvo, anteojos antisalpicaduras, tapones o protectores auditivos, zapatos o botas de seguridad, overoles y ropa para la protección corporal de manos y brazos.
- Los trabajadores deben ser capacitados sobre el uso y mantenimiento de los equipos de protección. Deben evitar el uso de accesorios como pulseras, cadenas, corbatas; en el caso del personal femenino el cabello debe estar recogido o cubierto.
- Los elementos de protección deben ser de uso individual y no intercambiable, al término de su vida útil los elementos deben ser destruidos.
- En el campamento principal se implementará las facilidades necesarias para garantizar el sano esparcimiento de los trabajadores y las condiciones mínimas de confort.
- Se controlará de manera continua el uso de las diferentes áreas del campamento, así como horarios de comida y calidad.

-
- Se prohíbe el uso de bebidas alcohólicas y drogas, en caso de no acatar esta medida será despedido.
 - Es necesario la implantación de un centro médico durante la fase de construcción, en donde laborará un profesional de la salud y estará equipado de medicinas e implementos básicos en caso de emergencias.

7.6 PROGRAMA DE MONITOREO

Este programa comprende el monitoreo y registro de actividades consideradas ambientalmente relevantes acorde a la legislación, el permanente seguimiento del cumplimiento y efectividad de los programas generados y; la coordinación y comunicación con la autoridad ambiental en cuanto a los resultados del monitoreo.

7.6.1 Medidas de Monitoreo en la Fase de Construcción

El monitoreo y control debe ejecutarse de manera periódica, aplicando procedimientos establecidos en las fases del proyecto para proteger, recuperar y conservar los componentes ambientales.

Calidad del Aire y Nivel de ruido

- Se deberá realizar el monitoreo de emisiones al aire para los parámetros de Óxidos de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO₂) y material particulado (PM), en la fuentes de combustión significativas; es decir, en motores generadores que posean capacidad mayor a 950 kW. Este monitoreo deber ir acorde a la Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión (Anexo 3 del Libro VI del TULAS).
- Los sitios de medición en la descarga final de chimeneas de motores generadores deberán contar con puertos de muestro, accesos y seguridades para el personal responsable de las mediciones. Las características de los sitios de medición deben seguir las especificaciones de la Norma de las emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.
- Monitorear las concentraciones de partículas PM₁₀, en los frentes de obra y en el campamento principal. El número de sitios de medición dependerá de la presencia de viviendas al exterior de los límites del área de obra.
- Los equipos de medición deberán regirse a lo estipulados en la Norma de Calidad de Aire Ambiente (Anexo 4 del Libro VI del TULAS).

- Se recomienda medir los niveles de ruido en los límites de los trabajos de obra, con el objeto de determinar los valores de presión sonora atribuibles a actividades constructivas. Los valores obtenidos de las mediciones deberán compararse con los límites máximos permitidos para el ruido (Anexo 5 del Libro VL del TULAS).
- Los sitios de medición pueden localizarse, uno cerca a los sectores poblados y al campamento, otro cerca a la vía de acceso con más tráfico de vehículos y otro cercano a los sitios de obra.

Calidad de Agua Superficial

- La frecuencia de monitoreo es de cada seis meses, para constatar los cambios en las dos épocas del año.
- Monitorear las características físicas, químicas y biológicas del agua en función de sus diferentes usos; con una frecuencia semestral durante todas las fases del proyecto, con el propósito de constatar las variaciones que sufre el área en función de los cambios estacionales durante la época lluviosa y seca.
- Las muestras recolectadas deben ser analizadas en un laboratorio acreditado bajo la Norma ISO 17025. Los resultados deberán ser analizados y presentados dentro de un informe dirigido a la Autoridad Ambiental Competente, resaltando la variación de los valores obtenidos con los valores permisibles para el recurso agua.

Ictiofauna

- El monitoreo debe ser realizado semestralmente durante todas las fases del proyecto.
- Medir la composición cualitativa y cuantitativa de macrobentos e ictiofauna en las dos épocas del año durante las fases del proyecto, con el fin de identificar las variaciones que se producirían en las distintas fases.

- Determinar índices de diversidad, riqueza y equitabilidad en macrobentos e ictiofauna, considerando que una mayor diversidad significa un entorno con contaminación mínima.
- Identificar la presencia de bioindicadores en la comunidad bentónica, que servirán para determinar el grado de contaminación de los ríos aprovechados.
- Los grupos biológicos a monitorearse en cada una de las fases incluirán: fitoplancton, zooplancton, ictioplancton y bentos.

Efluentes Líquidos

- La planta paquete a implementarse en el campamento deberá estar sujeta a un estricto control e inspección continua, para determinar que el sistema trabaje en optimas condiciones.
- Se recomienda como buena práctica operativa el monitoreo del efluente doméstico del sistema de tratamiento al menos una vez cada ocho meses para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.
- Los efluentes que necesiten tratamiento en un sistema de separación de grasa y aceites deberán estar sujetos a un análisis de monitoreo de calidad antes de ser vertidos al medio. Sin embargo, esto no será necesario si estos sistemas están ubicados en el campamento y conectados al sistema de tratamiento de aguas.
- Los parámetros de monitoreo son: aceites y grasas, hidrocarburos y pH; el muestreo es cada tres meses.

7.6.2 Medidas de Monitoreo en la Fase de Operación y Mantenimiento

Calidad de Agua Superficial

- Durante la actividad de monitoreo en la operación y mantenimiento del proyecto se evaluarán los mismos parámetros de calidad de agua planteados para la construcción.

-
- El monitoreo del agua debe ser realizado cada seis meses, con el fin de determinar la eficiencia de las medidas propuestas en este plan de manejo.

Ictiofauna

- Para las especies icticas, se recomienda un muestreo semestral de los sitios más propensos a cambios; como lo son la obra de captación y canal de descarga donde se prevé existan mayores cambios.
- Los parámetros y medidas de monitoreo para la ictiofauna son los mismos planteados en la fase de construcción.

Flora

- Después de la reforestación del proyecto, se recomienda que el monitoreo sean cada tres meses, para determinar el crecimiento y mortalidad de las especies.
- A partir del segundo año el monitoreo de crecimiento y mortalidad debe realizarse cada año de forma permanente.
- Durante el primer año es necesario un desbroce mensual de maleza y riego durante la época seca.
- Durante los tres primeros años, deberá realizarse un desbroce trimestral de manera selectiva, bajo la dirección de un especialista.

7.7 PROGRAMA DE CONTINGENCIA

El programa de contingencia proveerá los lineamientos generales de seguridad y respuesta ante emergencias, sobre la base de las prácticas operativas existentes y las características de la construcción del proyecto hidroeléctrico.

7.7.1 Medidas de Contingencia en la Fase de Construcción

Es indispensable analizar la posibilidad de ocurrencia de eventos durante la fase de construcción, los mismos que podrían causar impactos directos a la integridad física del personal, así como a la infraestructura del proyecto; pudiendo generar impacto.

Deslizamientos e Inestabilidad de Pendientes

En el momento en que se registre un deslizamiento, es necesario seguir las siguientes indicaciones:

- Evacuar a todo el personal, enfocando particular esfuerzo en aquellos trabajadores que se encontrasen laborando dentro de zonas de mayor riesgo; como es el caso de los trabajos de excavación y movimiento de tierras.
- Designar un sitio de reunión del personal en cada frente de trabajo.
- Posterior al evento, el encargado del personal deberá efectuar la evaluación de los daños que se presentaron.
- Si se determina que el deslizamiento fue provocado por un sismo, el personal debe estar preparado para posibles replicas del mismo.
- Se debe dar prioridad de atención médica al personal que hubiese resultado afectado de alguna manera por el incidente.

- Cuando se hubiere cumplido con todas las tareas de limpieza y mitigación de las áreas afectadas por el deslizamiento, y los volúmenes de material no constituyan amenaza alguna; el responsable de este plan deberá comunicar el término del mismo.

Accidentes con Maquinaria y Equipos

La cantidad de maquinaria pesada y equipo caminero que se utilizará en la construcción, hacen que exista la posibilidad de incidentes. En el momento que se presente uno de estos eventos, se deben tomar las siguientes recomendaciones:

- Alertar al personal de la emergencia.
- Comunicar el accidente con el encargado del área del trabajo.
- Identificar al personal afectado, y asistir al herido con primeros auxilios con personal capacitado; para luego trasladarlo al centro médico localizado en el campamento principal. Si el herido no puede ser atendido dentro del proyecto, deberá ser llevado a una casa de salud más especializada.
- Comunicar de la emergencia a Recursos Humanos, para la rápida organización del posible traslado.
- Elaborar un reporte sobre el accidente ocurrido.

7.7.2 Medidas de Contingencia en la Fase de Operación y Mantenimiento

Durante la fase de operación y mantenimiento, se deben realizar simulacros de la implementación del programa de contingencia por lo menos una vez al año.

Conforme lo indicado en el Art. 87 del Título IV: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, la operadora de la central hidroeléctrica está obligada a informar cuando se presenten situaciones de emergencia, accidentes o incidentes por razones de fuerza mayor que puedan generar cambios sustanciales de sus descargas, vertidos o emisiones, con referencia a aquellas

autorizadas por la entidad ambiental de control. Las situaciones presentadas deben ser comunicadas a través de un reporte inmediato, en un plazo no mayor a 24 horas. Las situaciones a ser reportadas son:

- Necesidad de parar en forma parcial o total un sistema de tratamiento, para un mantenimiento mayor a 24 horas;
- Fallas en los sistemas de tratamiento de las emisiones, descargas o vertidos, cuya reparación dure más de 24 horas;
- Emergencias que impliquen cambios sustanciales en la calidad, cantidad o nivel de descarga, vertido o emisión;
- Cuando las emisiones, descargas o vertidos contengan cantidades o concentraciones de sustancias consideradas peligrosas.

La maquinaria y equipos involucrados en la operación y mantenimiento de la central y subestación podrían provocar incidentes, los cuales deben ser solucionados con las indicaciones establecidas en la fase de construcción en el ítem accidentes con maquinaria y equipos.

7.8 PROGRAMA DE COMPENSACIÓN

La compensación de impactos está relacionada con la búsqueda de procedimientos, que permitan el buen desempeño del proyecto, a través de acuerdos entre la comunidad y empresas ejecutoras de las obras.

7.8.1 Medidas de Compensación de Impactos en la Fase de Construcción, Operación y Mantenimiento

- La empresa contratista dará prioridad a la población de las comunidades cercanas, en la contratación de mano de obra; de manera que permita el crecimiento de oportunidades laborales y de mejorar su calidad de vida.
- Monitorear las acciones establecidas en la fase inicial, en lo referente a la construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
- Cumplir con las negociaciones acordadas con respecto a los daños causados durante los trabajos de construcción.
- Se prevé que una forma de compensar a la población de Cochapamba, será la de cubrir las necesidades de energía eléctrica.

7.9 PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Este programa de participación de la comunidad, intenta establecer lazos de comunicación con las comunidades más cercanas al área del proyecto y los ejecutores del mismo; con el fin de difundir las características del proyecto y sus beneficios para la población.

7.9.1 Medidas de Participación Ciudadana en las Fases de Construcción, Operación y Mantenimiento

- Es necesario la difusión del proyecto tanto a las poblaciones cercanas como a las autoridades competentes, para un mejor desarrollo del proyecto.
- Realizar campañas de información directa a las comunidades de Monte Nuevo y Cochapamba, especialmente a los propietarios de los terrenos afectados por la construcción del proyecto.
- Estas campañas deberán ser organizados por los ejecutores del proyecto y los dirigentes de las comunidades, la periodicidad de las reuniones dependerá del interés de la población.
- Para la campaña directa, se podrá utilizar distintos materiales de propaganda; como afiches, posters, pancartas. Los cuales deben contener las características más relevantes del proyecto, esto ayudará a fomentar el interés y curiosidad de los pobladores.
- A fin de aprovechar el acceso a la radio por parte de los habitantes de Monte Nuevo, se recomienda realizar cuñas de información de por lo menos tres a la semana; durante la construcción y operación del proyecto.
- Durante la construcción del proyecto es necesario la rendición de avances del proyecto por parte de los ejecutores hacia los habitantes de las dos comunidades. Para esto deben realizarse reuniones trimestrales en las cuales se expongan las metas cumplidas y las posibles quejas por parte de los pobladores.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- El Ecuador tiene un déficit energético serio del 16%, provocado por la falta de implementación de proyectos de generación, a pesar de ser un país con múltiples y abundantes recursos naturales; y viéndose en la penosa necesidad de importar energía a costos elevados y baja seguridad en el suministro.
- El petróleo es uno de las fuentes de energía primaria para la generación eléctrica más utilizada en el Ecuador; sin embargo, es de los más contraproducentes para el ambiente en lo referente al calentamiento global.
- Es inminente que para solucionar este déficit energético en el país, la única vía es la modificación de la matriz energética; mediante el uso de energías alternativas que permitan sustituir el uso de los derivados del petróleo por energías renovables compatibles como el medio ambiente, como lo es la hidroelectricidad.
- El Proyecto Hidroeléctrico Rayo consta en el “Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos de Mediana Capacidad (Potencia Instalable = 5 a 10 Mw)”, todos estos proyectos de generación hidroeléctrica son beneficiosos para el desarrollo social, económico y con grandes ventajas ambientales por su impactos reducidos al ambiente.
- La legislación ambiental vigente, es muy clara en su objetivo de permitir proyectos de desarrollo siempre y cuando la conservación del ambiente sea prioridad. Es así, que la nueva Constitución del 2008 incorpora nuevos artículos que pretender brindar a la población desarrollo junto con un ambiente sano y ecológicamente equilibrado

-
- En lo referente al campo energético, la Constitución apoya el desarrollo y uso de tecnologías ambientales limpias, así como energías renovables que generen bajo impacto y que no sean riesgosas para el ambiente.
 - Existen varias leyes y reglamentos que controlan el desarrollo de proyectos en el sector eléctrico, cada una de estas contiene bases que deben ser tomadas en cuenta en todas las etapas del proyecto, con el fin de alcanzar la sostenibilidad ambiental.
 - El Estudio de Impacto Ambiental es un documento de carácter público que sustenta la toma de decisiones preventivas para la protección del ambiente, en base al cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Además, deben ser elaborado cuidando los aspectos formales, técnicos y los relacionados con la sustentabilidad del proyecto.
 - Las metodologías de evaluación son un pilar fundamental dentro del EsIA, ya que permiten identificar, evaluar y describir los impactos ambientales. Sin embargo, para cada tipo de proyecto debe realizarse un análisis exhaustivo de las características y necesidades, con la finalidad de encontrar la metodología adecuada y eficiente.
 - El Proyecto Hidroeléctrico Rayo está ubicado entre las Provincias de Cotopaxi y Santo Domingo de los Tsáchilas, específicamente en las poblaciones de Monte Nuevo y Cochapamba. Se desarrolla entre el tramo comprendido entre el origen del Río Toachi Grande (confluencia de los ríos Rayo y Cochapamba) y la confluencia con el Río Victoria, entre las elevaciones 830m en la toma y 665m en la restitución. El caudal de diseño es de 7,7 m³/s y la potencia instalable de 10 Mw.
 - El Proyecto Hidroeléctrico Rayo estará formado por una obra de captación, un canal de conducción a cielo abierto, un tanque de carga, una tubería de presión enterrada, una casa de maquinas y un canal de descarga, todas estas obras civiles serán implementadas en un plazo de dieciocho meses y con una tasa interna de retorno atractiva para su desarrollo.

-
- La Cuenca del Río Toachi Grande no cuenta con información propia, en cuanto a meteorología ni hidrometría; a pesar de esto el diagnóstico del recurso hídrico se lo ha realizado con base a los registros históricos de la misma cuenca, pero provenientes de una estación bastante alejada. El periodo de cuantificaciones hídricas (1965 – 1997) es suficientemente representativo de la variabilidad húmedo-seca interanual del recurso de la cuenca.
 - Las condiciones generales de estabilidad del área de implantación del proyecto son adecuadas, pues no se detectaron fenómenos de inestabilidad de gran magnitud. En cuanto a las condiciones de cimentación en los sitios de obra son favorables, por que estarán dispuestos sobre el depósito de lahar o roca, que tienen características adecuadas para las obras civiles.
 - Dentro del área del proyecto se encuentran un gran número de especies icticas en declive poblacional, las cuales deben ser conservadas tomando en cuenta las medidas establecidas dentro del Plan de Manejo Ambiental.
 - Los resultados de la agregación de impactos para las fases del proyecto son: para la construcción un impacto negativo de 391 y, para la operación y mantenimiento un impacto positivo de 285. Estos impactos pueden ser mitigados y potenciados en base al cumplimiento de las sugerencias establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.
 - Los factores ambientales con mayor afección negativa para la etapa de construcción son: el paisaje, la geomorfología, la salud, el audio natural y la calidad del suelo; sin embargo, el empleo y el nivel de organización son aspectos positivos que se presentarán en esta fase. Para la operación y mantenimiento las afecciones negativas son mínimas y las positivas son interesantes y se dan sobre el empleo y el nivel de organización.
 - Las actividades que provocarán impacto negativo en el ambiente en la etapa de construcción están relacionadas con las acciones constructivas y, en la etapa de

operación y mantenimiento se determinó que la mayoría de las acciones brindan impactos positivos durante su ejecución.

- Finalmente, la implementación del proyecto durante la etapa de construcción dinamizará la economía de las comunidades de Monte Nuevo y Cochapamba; mientras que la etapa de operación y mantenimiento además, de la dinamización de la economía, promoverá la gestión local, la protección de áreas naturales y la recuperación de áreas afectadas.

8.2 RECOMENDACIONES

- En base a los resultados de la evaluación de impactos, se recomienda al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable continuar con los estudios del Proyecto Hidroeléctrico Rayo (Potencia Instalable 10 Mw); ya que presenta interesantes características técnicas, socio-económicas y ambientales.
- El presente Estudio de Impacto Ambiental, debería ser tomado en cuenta en proyectos de similares características y/o en las siguientes fases del proyecto.
- Para los posteriores estudios del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, es necesario la instalación de una estación hidrométrica temporal en las inmediaciones del área del proyecto. Adicional, se recomienda la realización de una campaña de aforos simultáneos durante la época de estiaje en el sitio de toma y en la estación Toachi A. J. Baba.
- El Estudio de Impacto Ambiental Definitivo debe procurar centrar su diagnóstico ambiental en lo que compete al componente biótico, especialmente en las especies icticas y macrobentos, los cuales son indicadores ambientales sumamente confiables.
- El Plan de Manejo Ambiental debe ser puesto en práctica a cabalidad, para poder obtener resultados favorables tanto para el proyecto como para el ambiente.

- Es necesario que cada uno de nosotros, desde nuestra área de influencia, nos intereseamos e involucremos en el conocimiento de la temática ambiental; con el objeto de conseguir un efecto multiplicador y una reflexión global que repercuta positivamente en la calidad de vida.

ANEXOS CUADROS Y FIGURAS

Parámetros de dimensionamiento de obras

Proyecto Hidroeléctrico Rayo

IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
UBICACION:PROVINCIA	COTOPAXI
CANTON	SIGCHOS
CUENCA HIDROGRAFICA	GUAYAS
RIO	TOACHI-GRANDE
DATOS BÁSICOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO	
TIPO DE CAPTACION.: TD.(0); EMB(1)	0
COTAS:- CAUCE DEL RIO (ms.n.m.)	825
- DESCARGA (ms.n.m.)	665
- CORONAMIENTO (ms.n.m.)	0
LONGITUD DEL VERTEDERO DE CRECIDAS (m)	30
TIPO DE PRESA (HORM(1)-MAT SUELTO(2))	1
CAUDALES:- CAPTACION SITIO 1 (m3/s)	7,7
- CAPTACION SITIO 2 (m3/s)	0
- MEDIO (m3/s)	12,2
- DESVIO (m3/s)	204
- CRECIENTE (m3/s)	312
FACTOR DE INSTALACION	1
ANCHO DEL CAUCE (m)	20
PENDIENTE DEL CAUCE (tgR)	0,064
PENDIENTE MEDIA MARGEN DERECHA (tgMD)	0,033
PENDIENTE MEDIA MARGEN IZQUIERDA (tgMI)	0,035
TOMA: LATERAL(0); FRONTAL(1)	0
TOMA LAT. EN MARGEN: DER.(0); IZQ(1)	0
EXISTE DESARENADOR (SI); (NO)	SI
TANGENTE DEL TERRENO EN EL DESARENADOR (H/B)	0,03
TANGENTE DEL TALUD DE LA PLATAFORMA DEL DESARENADOR (H/B)	4
CONDUCCION: SI(0); NO(1)	0
CONDUCCION: TUN(0); CANAL(1); CANAL Y TUN.(2);TUB(3);CANAL Y TUB(4)	1
TUNEL DE CONDUCCION: PRESION(0); GRAVEDAD(1)	1
GRADIENTE DEL TUNEL A GRAVEDAD (J,m/m)	0,001
LONGITUD TUNEL DE CONDUCCION (m)	0
NÚMERO DE TRAMOS	0
LONGITUD VENTANAS DE ACCESO (m)	0
LONGITUD CANAL DE CONDUCCION (m)	3360
GRADIENTE DEL CANAL (J,m/m)	0,0025
TANGENTE DEL TERRENO EN EL CANAL (H/B)	1,11
PENDIENTE DEL TALUD DE LA PLATAFORMA DEL CANAL (H/B)	4
EL CANAL SERA TAPADO (SI); (NO)	SI
TALUD DEL CANAL (m =)	0
ANCHO DE LA VÍA JUNTO AL CANAL	4
ACUEDUCTOS: (SI); (NO)	SI
NUMERO DE ACUEDUCTOS	2
LONGITUD MEDIA DE CADA ACUEDUCTO (m)	10
ALTURA MEDIA DE PILAS DE ACUEDUCTO (m)	3
LONGITUD DE LA TUBERÍA DE BAJA PRESIÓN (m)	0
GRADIENTE LONGITUDINAL DE LA TUB. DE BAJA PRESION (J,m/m)	0
LA TUBERÍA DE BAJA PRESIÓN SE INSTALARÁ: A CIELO BIERTO(0), ENTERRADA (1)	1
TANGENTE MEDIA DEL TERRENO EN EL TRAYECTO DE LA TUBERÍA (H/B)	0
TANGENTE DEL TALUD DE LA PLATAFORMA DE LA TUBERÍA (H/B)	0
TANGENTE DEL TALUD DEL CAJON DE LA TUBERÍA (H/B)	0
SE CONTRUIRÁ UN CAMINO JUNTO A LA TUBERÍA SI(0); NO(1),EXISTE(2)	1
ANCHO DEL CAMINO JUNTO A LA TUBERÍA (m)	0
EXISTE: CHEQ.(0); RSV.(1); T.PR.(2); NADA(3)	2
PENDIENTE DEL TERRENO EN EL RESERVORIO O T. DE P. (H/B)	0,245
LONGITUD DE LA RAPIDA DEL RESERV. (m)	703

DESNIVEL DE LA RAPIDA (m)	125
TUBERIA DE PRESION: ENTERRADA(0); SUBT.(1); C.PR.(2)	0
ANGULO DEL TERR.(INCLINACION) TUB. PRES. (grad)	11,53
LONGITUD TUBERIA DE PRESION (m)	782,5
CASA DE MAQUINAS: C.ABIERTO(0); PIE P.(1); SUBT.(2)	0
PENDIENTE DEL TERRENO EN C. MAQ. C.ABIERTO (H/B)	0,08
TIPO TURBINA: KAPLAN(0); FRANCIS(1); PELTON(2)	1
LONGITUD TUNEL ACCESO A CENTRAL (m)	0
RESTITUCION: CANAL(0); TUNEL(1)	0
LONGITUD DE LA RESTITUCION (m)	20
ANGULO DEL TERRENO EN CANAL DE RESTIT. (grad)	0
DESVIO DEL RIO EN: TUNEL(0); CANAL(1)	1
ANGULO TERRENO EN CNAL DE DESVIO (Gr)	0,4
LONGITUD DEL DESVIO (m)	60
LONGITUD CORONACION ATAGUIA A. ARRIBA (m)	30
LONGITUD CORONACION ATAGUIA A. ABAJO (m)	30
AREA VASO COTA CRESTA DE PRESA (Ha)	0
AREA DE DESBROCE (Ha)	0
REUBICACIONES: NUCLEOS URBANOS - NUM. HABIT.	0
: NUCLEOS RURALES - NUM. HABIT.	0
: CARRET.: 1er ORD.(0); 2do ORD.(1)	0
:LONG. (Km)	0
:ANCHO (m)	0
: VIAS FERREAS (Km)	0
: S/T Y SUBTRANSMISION (Kv)	0
: OTROS SERVICIOS	0
CARRETERAS DE ACCESO: PAVM.(0); AFIRM.(1)	1
TIPO TERR.: MONTAÑOSO(0); ONDULADO(1)	1
LONGITUD CARRETERA (Km)	0,5
PUENTES: LONGITUD (m)	30
CAMINOS PARA CONSTRUCCION: PAVM.(0); AFIRM.(1)	1
TIPO TERR.: MONTAÑOSO(0); ONDULADO(1)	1
LONGITUD CARRETERA (Km)	2
CAMINOS Y VIAS PARA MANTENIMIENTO (Km)	6
L/TRANSMISION: -UBICACION: COSTA(0); SIERRA(1)	0
: LONGITUD (Km)	38
: VOLTAJE (KV)	69
: NUMERO DE CIRCUITOS	1
HAY TRASVASE?	NO

Fuente: Estudio de prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

Cantidades de obras, precios unitarios y presupuesto

Proyecto Hidroeléctrico Rayo

CAUDAL DE DISEÑO 7,7 m3/s

POTENCIA INSTALADA 9,98 MW

RUBRO	Unidad	Cantidad	Precio Unit. USD	Precio Total USD
OBRAS DE TOMA				
Compra o expropiación	ha	2,422683021	1000	2422,683021
Desbroce y limpieza	ha	1,211341511	500	605,6707554
Excavaciones y rellenos a cielo abierto:				
Excavación sin clasificar a cielo abierto	m3	2785,093869	4,2	11697,39425
Excavación roca a cielo abierto	m3	514,3637119	13	6686,728255
Excavación en aluvial	m3	2276,723565	3,8	8651,549545
Relleno compactado	m3	1859,712695	6	11158,27617
Construcción de gaviones	m3	186	40	7440
Enrocado de protección	m3	219,4980163	25	5487,450407
Cunetas de hormigón	m	65	17	1105
Hormigón		0		
Para replantillo	m3	44,75300019	130	5817,890025
En masa	m3	2417,567028	120	290108,0434
Para paredes, muros y pilas	m3	1418,009387	180	255241,6896
Materiales de refuerzo		0		
Acero en barras	t	85,08056321	1300	110604,7322
Subtotal				717027,1076
DESARENADOR				
Compra o expropiación	ha	0,334852551	1000	334,8525508
Desbroce y limpieza	ha	0,334852551	500	167,4262754
Excavaciones y rellenos a cielo abierto:		0		
Excavación material sin clasificar plataforma	m3	28,19438247	4,2	118,4164064
Excavación en roca a cielo abierto plataforma	m3	28,19438247	13	366,5269722
Excavación material sin clasificar cajón	m3	2075,500578	5	10377,50289
Excavación en roca cajón	m3	2075,500578	17	35283,50982
Relleno compactado	m3	151,3408578	6	908,0451467
Construcción de gaviones	m3	50	40	2000
Cunetas de hormigón	m	50	17	850
Hormigón		0		
Para replantillo	m3	23,96230248	130	3115,099323
Para paredes, muros y pilas	m3	632,3262122	180	113818,7182
Materiales de refuerzo		0		
Acero en barras obras exteriores	t	41,10120379	1300	53431,56493
Subtotal				220771,6625
CANAL DE CONDUCCIÓN				
	L =	6360		
Compra o expropiación	ha	12,5664	1000	12566,4
Desbroce y limpieza	ha	6,2832	500	3141,6
Excavaciones y rellenos a cielo abierto:		0		
Excavación material sin clasificar plataforma	m3	95340,66486	4,2	400430,7924
Excavación en roca a cielo abierto plataforma	m3	40847,31136	13	531015,0477
Excavación material sin clasificar cajón	m3	8156,882206	5	40784,41103
Excavación en roca cajón	m3	8156,882206	17	138666,9975
Material para sub base	m3	4032	30	120960
Relleno compactado	m3	3704,4	6	22226,4
Cunetas de hormigón	m	3360	17	57120
Hormigón		0		
Para replantillo	m3	403,2	130	52416
Para paredes, muros y pilas, bocas de visita	m3	4405,805519	180	793044,9935
Hormigón ciclópeo	m3	44,05805519	80	3524,644415
Materiales de refuerzo		0		
Acero en barras obras exteriores	t	286,3773588	1300	372290,5664
Obras de arte	Gbl	2548187,853	0,1	254818,7853

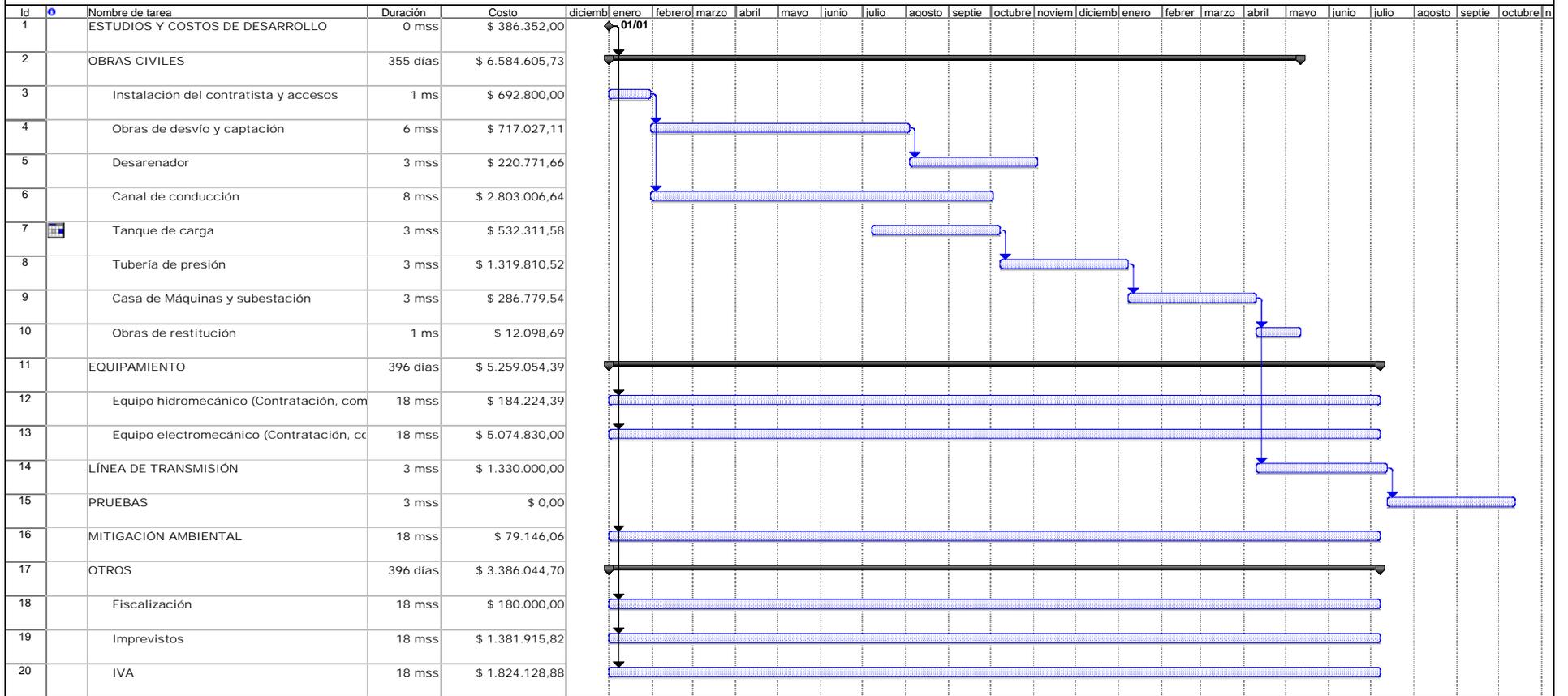
Subtotal				2803006,638
TUNEL DE CONDUCCIÓN	L =	0	D =	0
Excavaciones				
Excavación en roca a cielo abierto, portales	m3	0	18	0
Excavación convencional en roca; túnel	m3	0	110	0
Soportes de roca		0		
Cerchas en túneles	t	0	3800	0
Pernos anclaje 25 mm	u	0	50	0
Hormigón		0		
Hormigón revestimiento túnel	m3	0	230	0
Hormigón lanzado incluido fibra	m3	0	320	0
Materiales de refuerzo		0		
Acero de refuerzo subterráneo	t	0	1800	0
Subtotal				0
TUBERÍA DE BAJA PRESIÓN	L =	0	D =	0
Compra o expropiación	ha	0	0,12	0
Desbroce y limpieza	ha	0	400	0
Excavaciones y rellenos a cielo abierto:		0		
Excavación material sin clasificar plataforma	m3	0	4,2	0
Excavación en roca a cielo abierto plataforma	m3	0	13	0
Excavación material sin clasificar cajón	m3	0	5	0
Excavación en roca cajón	m3	0	17	0
Relleno compactado	m3	0	6	0
Material para sub base	m3	0	30	0
Cunetas de hormigon	m	0	17	0
Hormigón		0		
Para replantillo	m3	0	130	0
Para paredes, muros y pilas	m3	0	180	0
Hormigón ciclópeo	m3	0	80	0
Materiales de refuerzo:		0		
Acero en barras obras exteriores	t	0	1300	0
Acero tubería de presión	t	0	2300	0
Transporte hasta el sitio de las obras	%	0,1		0
Montaje y puesta en servicio	%	0,3		0
Subtotal				0
TANQUE DE CARGA/RESERVORIO				
Compra o expropiación	ha	0,283561003	1000	283,5610035
Desbroce y limpieza	ha	0,141780502	500	70,89025087
Excavaciones y rellenos a cielo abierto:		0		
Excavación material sin clasificar plataforma	m3	1042,079124	4,2	4376,732322
Excavación en roca a cielo abierto plataforma	m3	446,605339	13	5805,869407
Excavación material sin clasificar cajón	m3	869,4	5	4347
Excavación en roca cajón	m3	869,4	17	14779,8
Construcción de gaviones	m3	41,4	40	1656
Relleno compactado	m3	219,006	6	1314,036
Cunetas de hormigon	m	41,4	17	703,8
Hormigón		0		
Para replantillo	m3	15,732	130	2045,16
En masa	m3	236,992	120	28439,04
Para solera, paredes, muros, pilas	m3	417,312	180	75116,16
Materiales de refuerzo		0		
Acero en barras obras exteriores	t	31,2984	1300	40687,92
Subtotal				179625,969
RAPIDA DE EXCESOS Y LAVADO	L =	858		
Compra o expropiación	ha	1,53254	1000	1532,54
Desbroce y limpieza	ha	0,12654	500	63,27
Excavaciones		0		
Excavación material sin clasificar	m3	1500,882002	4,2	6303,704407
Excavación en roca a cielo abierto	m3	1500,882002	13	19511,46602
Relleno compactado	m3	1545,299948	6	9271,799691
Enrocado de protección	m3	90	25	2250
Cunetas de hormigon	m	1406	17	23902
Hormigón		0		
Para replantillo	m3	84,36	130	10966,8
Para solera, paredes, muros, pilas	m3	1004,987501	180	180897,7501
Materiales de refuerzo		0		
Acero en barras obras exteriores	t	75,37406255	1300	97986,28132
Subtotal				352685,6116
CHIMENEA DE EQUILIBRIO	H =	0	D =	FALSO

Excavaciones				
Excavación convencional en roca; Chimenea	m3	0	220	0
Soportes de roca				
Cerchas en túneles	t	0	5700	0
Pernos anclaje 25 mm	u	0	100	0
Hormigón				
Hormigón revestimiento túnel	m3	0	460	0
Hormigón lanzado incluido fibra	m3	0	640	0
Materiales de refuerzo				
Acero de refuerzo subterráneo	t	0	2700	0
Subtotal				0
TUBERÍA DE PRESION	L =	782,5	D =	1,68500102
Compra o expropiación	ha	2,3475	1000	2347,5
Desbroce y limpieza	ha	2,3475	500	1173,75
Excavaciones y rellenos a cielo abierto:				
Excavación material sin clasificar,cajón	m3	5199,336754	5	25996,68377
Excavación en roca, cajón	m3	5199,336754	17	88388,72482
Excavación subterránea	m3	0	110	0
Excavación para anclajes y apoyos	m3	388,8270016	18	6998,886029
Relleno compactado	m3	7876,103348	6	47256,62009
Cunetas de hormigon	m	1565	17	26605
Hormigón				
Relleno de grava	m3	131,8513298	10	1318,513298
Masa para anclajes	m3	777,6540033	120	93318,48039
Materiales de refuerzo				
Acero en barras obras exteriores	t	34,99443015	1300	45492,75919
Acero tubería de presión	t	355,4034791	2300	817428,0019
Transporte hasta el sitio de las obras	%	0,05		40871,4001
Montaje y puesta en servicio	%	0,15		122614,2003
Subtotal				1319810,52
CASA DE MÁQUINAS				
Compra o expropiación	ha	0,286	1000	286
Desbroce y limpieza	ha	0,286	500	143
Excavaciones y rellenos a cielo abierto:				
Excavación material sin clasificar	m3	478,8	4,2	2010,96
Excavación en roca a cielo abierto	m3	205,2	13	2667,6
Excavación material sin clasificar,cimentación	m3	800,8	5	4004
Excavación en roca, cimentación	m3	343,2	18	6177,6
Construcción de gaviones	m3	16,91153453	40	676,461381
Obra civil para casa de máquinas	m2	286	450	128700
Hormigón				
Hormigón lanzado exterior incluido fibra	m3	42,9	250	10725
En masa	m3	288,288	120	34594,56
Para solera, paredes, muros, pilas	m3	192,192	180	34594,56
Cunetas de hormigon	m	67,6461381	17	1149,984348
Acero de refuerzo	t	26,90688	1300	34978,944
Subtotal				225729,7257
CANAL DE RESTITUCIÓN	L =	20		
Compra o expropiación	ha	0,02489576	1000	24,89576019
Desbroce y limpieza	ha	0,02489576	500	12,44788009
Excavaciones y rellenos a cielo abierto				
Excavación material sin clasificar	m3	109,6186824	4,2	460,398466
Excavación en roca a cielo abierto	m3	46,97943531	13	610,732659
Relleno compactado	m3	0	6	0
Enrocado de protección	m3	34,78749326	25	869,6873316
Cunetas de hormigón	m	40	17	680
Hormigón				
Hormigón para replantillo	m3	2,075933896	130	269,8714064
Hormigón para solera, paredes, muros y pilas	m3	34,81283759	180	6266,310766
Materiales de refuerzo				
Acero en barras obras exteriores	t	2,262834443	1300	2941,684776
Subtotal				12098,68541
CAMINOS				
Acceso a Casa de Máquinas	km	2,5	120000	300000
Acceso a la Subestación	km	0	120000	0
Acceso al tanque de carga y toma	km	0	120000	0
Camino junto al canal	km	3,36	10000	33600
Puentes	m	30	8000	240000
Subtotal				573600

OBRAS COMPLEMENTARIAS				
Casa de operadores	m2	140	200	28000
Caseta de guardianes	m2	6	200	1200
Instrumentación de control	G	1	60000	60000
Subtotal				89200
EQUIPAMIENTO DE LA CENTRAL Y S/E				
Subtotal CIF Guayaquil	KW	9980	450	4491000
Aranceles y gastos de nacionalización	%	0,05		224550
Transporte hasta el sitio de las obras	%	0,02		89820
Montaje y puesta en servicio	%	0,06		269460
Subtotal				5074830
EQUIPOS HIDROMECAÑICOS				
Rejilla en la toma	m2	19,35	400	7740
Compuerta de Regulación sobre el vertedero	m2	0	8000	0
Compuerta de lavado en la toma	m2	8	8000	64000
Compuerta de protección despues de la toma	m2	0	4000	0
Compuertas del desrpiador	m2	6,76	3500	23660
Compuertas de admisión al desarenador	m2	5,28	3500	18480
Compuertas de lavado del desarenador	m2	1,96	4000	7840
Compuertas del canal directo	m2	5,29	3500	18515
Compuerta de ingreso a la tubería de presión	m2	3,553228845	4000	14212,91538
Compuerta de lavado del tanque de carga	m2	1,44	4000	5760
Rejilla de ingreso a la tubería de presión	m2	14,4	400	5760
Subtotal				154447,9154
Transporte hasta el sitio de las obras	%	0,1		15444,79154
Montaje y puesta en servicio	%	0,12		18533,74985
Subtotal				188426,4568
MITIGACION AMBIENTAL	G	1	0,01	0,01
LÍNEA DE INTERCONEXIÓN 69,0 KV	km	38	35000	1330000
SUMA TOTAL COSTOS DIRECTOS				13086812,39
Fiscalización	%	0,013754304		180000
Estudios Iniciales				44000
Diseños de Licitación				130000
Otros Costos				212352,0017
IVA	%	0,12	13653164,39	1638379,727
Imprevistos	%	0,1	15291544,11	1529154,411
PRESUPUESTO TOTAL				16820698,53

Fuente: Estudio de prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

Cronograma de construcción e inversión
Proyecto Hidroeléctrico Rayo



Proyecto: Proyecto Rayo 1
Fecha: Agosto - 2008

Tarea		Progreso		Resumen		Tareas externas		División	
División		Hito		Resumen del proyecto		Hito exteTarea			

**Producción de energía
Proyecto Hidroeléctrico Rayo**

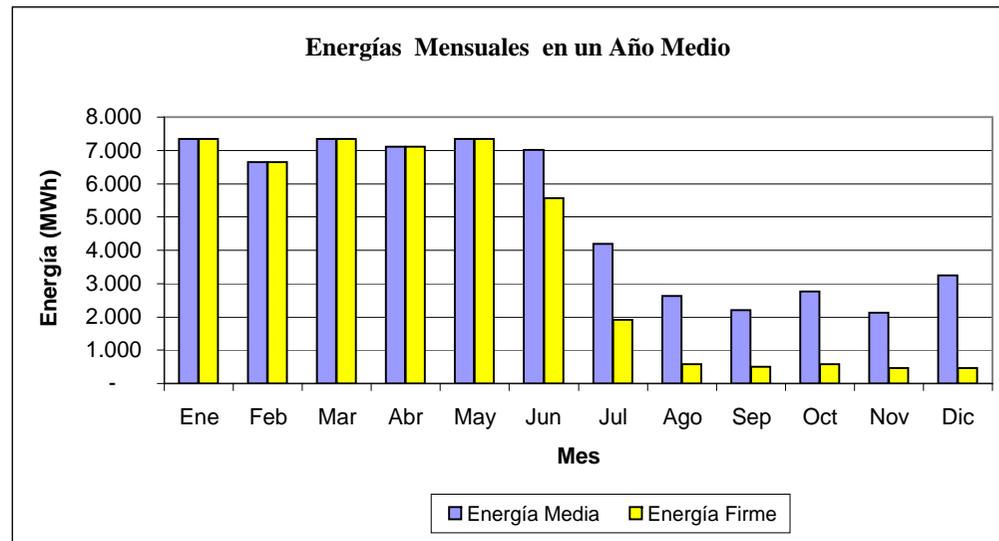
P _{Remune}	6,7											
E _{mm}	7351,0	6639,6	7351,0	7113,9	7351,0	7016,4	4195,0	2621,7	2206,0	2760,1	2127,9	3239,7

**Energías Medias Diarias
(MWh)**

Día	Enero	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	177,1	104,3	87,4	84,1	82,0	61,9
2	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	175,0	103,9	83,0	105,9	80,4	86,1
3	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	177,2	101,5	83,5	98,6	80,4	82,8
4	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	175,8	98,0	79,5	95,1	83,9	63,0
5	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	165,4	96,4	77,7	74,8	74,1	62,8
6	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	162,6	94,1	77,4	73,0	68,2	62,6
7	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	155,9	91,9	77,2	72,3	65,9	62,5
8	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	152,8	89,6	76,6	73,7	72,9	63,2
9	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	151,2	89,6	76,6	73,7	81,9	63,4
10	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	146,8	87,8	75,1	74,3	68,5	63,9
11	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	140,0	87,0	74,6	74,3	66,9	61,8
12	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	137,8	87,4	74,8	75,3	67,5	67,4
13	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	134,6	83,9	72,5	78,0	67,5	72,2
14	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	136,4	82,6	72,5	83,9	72,5	65,9
15	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	137,2	81,7	68,3	93,1	67,5	66,3
16	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	130,8	80,2	72,4	93,1	67,5	66,0
17	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	128,0	78,2	73,9	88,8	65,9	74,2
18	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	126,9	77,1	72,5	81,2	64,5	90,3
19	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	234,6	126,2	76,7	67,7	83,2	63,8	100,0
20	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	233,6	121,9	76,8	75,9	84,2	63,8	99,5
21	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	234,3	118,8	76,2	68,3	93,3	61,9	93,0
22	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	237,2	118,7	76,2	66,8	92,4	61,3	94,8
23	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	230,9	118,4	75,4	64,8	126,4	62,5	107,9
24	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	225,2	116,0	73,7	64,8	118,7	64,6	114,6
25	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	222,5	113,2	73,7	65,0	101,9	66,0	160,9
26	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	224,1	110,9	74,2	65,0	95,1	80,4	173,8
27	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	218,1	109,6	74,5	66,6	94,7	81,1	240,0
28	237,1	237,1	237,1	237,1	237,1	217,5	109,9	74,9	67,8	98,3	80,4	208,6
29	237,1		237,1	237,1	237,1	237,1	106,1	75,8	76,5	95,1	78,7	194,0
30	237,1		237,1	237,1	237,1	232,9	107,6	91,0	81,3	93,3	65,2	218,5
31	237,1		237,1		237,1		106,3	87,5		90,2		197,3

Fuente: Estudio de prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

Valores de energía
"Proyecto Hidroeléctrico Rayo"
 Pi = 9,980 MW



Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Energía Media (Mwh)	7.351	6.640	7.351	7.114	7.351	7.016	4.195	2.622	2.206	2.760	####	3.240
Energía firme (Mwh)	7.351	6.640	7.351	7.114	7.351	5.564	1.904	584	503	572	462	460

Energía Media Anual (GWh)	59,97
Energía Firme Anual (GWh)	45,85
Potencia Remunerable(MW)	6,71
Potencia Media (MW)	6,85
Porc. Exced	47%
Factor de Planta	69%

Fuente: Estudio de prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

**Análisis de diversidad
Proyecto Hidroeléctrico Rayo**

SITIO RAYO	
TRANSECTO N°	1
ALTITUD:	716 m.s.n.m
COORDENADAS:	9938718 N
	17 713008 E
LONGITUD TRANSECTO:	11 metros

ESPECIE	FRECUENCIA	π	$\text{Ln } \pi$	$\pi * \text{ln } \pi$
Especie 1	8	0,12	-2,14	-0,25
Especie 2	4	0,06	-2,83	-0,17
Especie 3	6	0,09	-2,43	-0,21
Especie 4	5	0,07	-2,61	-0,19
Especie 5	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 6	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 7	2	0,03	-3,53	-0,10
Especie 8	3	0,04	-3,12	-0,14
Especie 9	5	0,07	-2,61	-0,19
Especie 10	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 11	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 12	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 13	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 14	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 15	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 16	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 17	1	0,01	-4,22	-0,06
INDICE DE SHANNON -WEAVER				1.87
$H = - \sum_{i=1}^s \pi_i \ln \pi_i$				
H= 1.87				
<i>Diversidad máxima posible (Hmax)</i>		<i>Equitabilidad</i>		
Hmax= log _e s		J= H/Hmax		
Hmax= ln 17		J= 1.87/2.83		
Hmax= 2.83		J= 0.66		
RESULTADOS				
<i># total de individuos =</i>		43		
<i># total de especies registradas =</i>		17		
<i>Indice de Shannon Weaver =</i>		1.87		
<i>Diversidad máxima posible (Hmax) =</i>		2.83		
<i>Equitabilidad (J) =</i>		0.66		

SITIO RAYO	
TRANSECTO N°	2
ALTITUD:	827 m.s.n.m
COORDENADAS:	9938959 N
	17 712762 E
LONGITUD TRANSECTO:	10 metros

ESPECIE	FRECUENCIA	π	$\ln \pi$	$\pi * \ln \pi$
Especie 1	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 2	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 3	9	0,13	-2,02	-0,27
Especie 4	11	0,16	-1,82	-0,29
Especie 5	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 6	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 7	3	0,04	-3,12	-0,14
Especie 8	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 9	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 10	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 11	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 12	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 13	3	0,04	-3,12	-0,14
Especie 14	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 15	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 16	3	0,04	-3,12	-0,14
Especie 17	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 18	2	0,03	-3,53	-0,10
Especie 19	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 20	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 21	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 22	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 23	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 24	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 25	2	0,03	-3,53	-0,10

INDICE DE SHANNON –WEAVER		2.30
$H = - \sum_{i=1}^s \pi_i \ln \pi_i$		
H= 2.30		
<i>Diversidad máxima posible (Hmax)</i>		<i>Equitabilidad</i>
Hmax= log _e s		J= H/Hmax
Hmax= ln 25		J= 2.3/3.22
Hmax= 3.22		J= 0,71
RESULTADOS		
<i># total de individuos =</i>		51
<i># total de especies registradas =</i>		25
<i>Indice de Shannon Weaver =</i>		2.30

<i>Diversidad máxima posible (Hmax) =</i>	3.22
<i>Equitabilidad (J) =</i>	0,71

SITIO RAYO	
TRANSECTO N°	3
ALTITUD:	741 m.s.n.m
COORDENADAS:	9939456 N
	17 711611 E
LONGITUD TRANSECTO:	10 metros

ESPECIE	FRECUENCIA	π	$\ln \pi$	$\pi * \ln \pi$
Especie 1	9	0,75	-0,29	-0,22
Especie 2	1	0,13	-2,02	-0,27
Especie 3	3	0,01	-4,22	-0,06
Especie 4	21	0,04	-3,12	-0,14
Especie 5	1	0,31	-1,17	-0,36
Especie 6	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 7	2	0,01	-4,22	-0,06
Especie 8	1	0,03	-3,53	-0,10
Especie 9	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 10	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 11	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 12	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 13	3	0,01	-4,22	-0,06
Especie 14	2	0,04	-3,12	-0,14
Especie 15	1	0,03	-3,53	-0,10
Especie 16	2	0,01	-4,22	-0,06
Especie 17	1	0,03	-3,53	-0,10
Especie 18	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 19	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 20	1	0,01	-4,22	-0,06

ÍNDICE DE SHANNON –WEAVER		2.18
$H = - \sum_{i=1}^s \pi_i \ln \pi_i$		
H= 2.18		
<i>Diversidad máxima posible (Hmax)</i>		<i>Equitabilidad</i>
Hmax= log _e s		J= H/Hmax
Hmax= ln 20		J= 2.18/3.00
Hmax= 3.00		J= 0,73
RESULTADOS		
<i># total de individuos =</i>		55
<i># total de especies registradas =</i>		20
<i>Índice de Shannon Weaver =</i>		2.18
<i>Diversidad máxima posible (Hmax) =</i>		3.00
<i>Equitabilidad (J) =</i>		0,73

SITIO RAYO	
TRANSECTO N°	5
ALTITUD:	739 m.s.n.m
COORDENADAS:	9940641 N
	17 709450 E
LONGITUD TRANSECTO:	10 metros

ESPECIE	FRECUENCIA	π	$\ln \pi$	$\pi * \ln \pi$
Especie 1	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 2	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 3	30	0,44	-0,82	-0,36
Especie 4	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 5	2	0,03	-3,53	-0,10
Especie 6	2	0,03	-3,53	-0,10
Especie 7	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 8	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 9	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 10	8	0,12	-2,14	-0,25
Especie 11	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 12	3	0,04	-3,12	-0,14
Especie 13	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 14	1	0,01	-4,22	-0,06
Especie 15	2	0,03	-3,53	-0,10
Especie 16	2	0,03	-3,53	-0,10
Especie 17	3	0,04	-3,12	-0,14
Especie 18	3	0,04	-3,12	-0,14
Especie 19	4	0,06	-2,83	-0,17

ÍNDICE DE SHANNON –WEAVER		2.17
$H = - \sum_{i=1}^s \pi_i \ln \pi_i$		
H= 1.96		
<i>Diversidad máxima posible (Hmax)</i>		<i>Equitabilidad</i>
Hmax= log _e s		J= H/Hmax
Hmax= ln 19		J= 1.96/2.83
Hmax= 2.83		J= 0,69
RESULTADOS		
<i># total de individuos =</i>		68
<i># total de especies registradas =</i>		19
<i>Índice de Shannon Weaver =</i>		2.17
<i>Diversidad máxima posible (Hmax) =</i>		2.83
<i>Equitabilidad (J) =</i>		0,69

Fuente: Estudio de prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Rayo, ESPE Agosto-2008

Sitios destinados a las principales obras civiles

Proyecto Hidroeléctrico Rayo



Foto 6.1.1. Sitio destinado a la obra de captación, ESPE Agosto-2008



Foto 6.1.2. Sitio destinado al canal de conducción, ESPE Agosto-2008

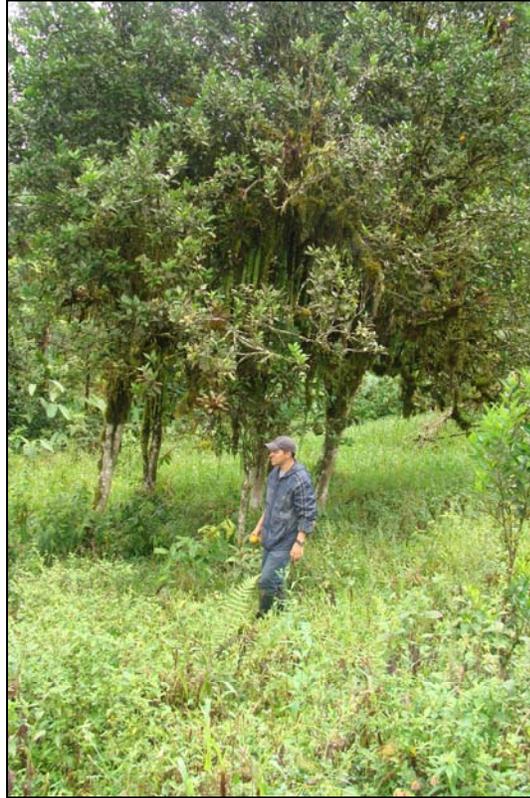


Foto 6.1.3. Sitio destinado al tanque de carga, ESPE Agosto-2008



Foto 6.1.4. Sitio destinado a la tubería de presión, ESPE Agosto-2008



Foto 6.1.5. Sitio destinado a la obra de casa de máquinas, ESPE Agosto-2008



Foto 6.1.6. Sitio destinado al canal de descarga, ESPE Agosto-2008

Anexo 6.2

**Lista de chequeo para predicción de impactos
Proyecto Hidroeléctrico Rayo**

Componente	Criterio de Afectación	Existencia
Físico	Afectación al clima	
	Alteración de la estabilidad de los suelos	X
	Fomento de procesos erosivos	X
	Afectación a terrenos agrícolas, pecuarios, urbano y otros usos	
	Afectación de usos de agua destinados a fines domésticos, agropecuarios, industriales, recreativos u otros	
	Deterioro de la calidad de agua	X
	Afectación a la cantidad y ocurrencia de los recursos hídricos superficiales o subterráneos	X
	Cambios en las formas del terrenos, orillas, cauces o riberas	X
	Riesgo por la proliferación de patógenos y vectores sanitarios por el efecto del represamiento de cursos de agua	
	Afectación de los caudales ecológicos	
	Aumento de los niveles sonoros	X
	Incremento de residuos sólidos y basuras	X
Biótico	Afectación de las áreas pertenecientes a las Zonas Intangibles	
	Afectación a las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)	
	Afectación a ecosistemas frágiles: bosques, páramos, manglares y humedales (incluyendo lagunas y cuerpos de agua lénticos)	
	Alteración del hábitat o afectación a especies de flora o fauna, en especial en peligro de extinción o incluidas en alguna categoría de conservación	X
Antrópico (Socio-cultural)	Mejoramiento de la infraestructura social y reducción del nivel de necesidades básicas insatisfechas	X
	Apertura de nuevas actividades económicas sustentables	X
	Incremento del empleo o ingreso	X
	Afectación de la calidad de vida de las comunidades	X
	Afectación de sistemas de vida y costumbres de comunidades protegidas por leyes especiales (indígenas y afroecuatorianos)	
	Afectación a las culturas ancestrales y religiosas	
	Reasentamiento o reubicación temporal de las poblaciones	
Afectación de las áreas pertenecientes al patrimonio cultural, histórico, arqueológico y antropológico		
Perceptual	Afectación de los sitios con valor paisajístico	X
	Afectación de los sitios con interés turístico y recreacional	
Riesgos Naturales e Inducidos	Amenazas naturales por: deslizamientos, terremotos, erupciones volcánicas e inundaciones, por encima de los criterios y parámetros aplicados al diseño	X
	Evento destructivo que para su control se requiere del apoyo de entidades de respuesta a emergencias externas al proyecto	
	Paralización total de la operación del proyecto debido a la materialización de amenaza de origen natural o antrópica	
	Evacuación de la comunidad externa al proyecto en caso de emergencia	

Tabla referencial tomada del CONELEC, Anexo 4.2: Guía para la Preparación del EIAP de Proyectos de Generación de Energía Hidroeléctrica, Marzo-2005

ANEXOS MATRICES

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO RAYO

FACTORES			FASE DE CONSTRUCCIÓN																		NÚMERO DE ACTIVIDADES IMPACTANTES	
			Rehabilitación y Construcción de Caminos de Acceso			Instalación y Operación de Talleres y Campamentos		Construcción de la Obra de Captación, Canal de Conducción y Tanque de Carga			Construcción de la Tubería de Presión			Construcción de la Casa de Máquinas y Canal de Descarga			Construcción de la Línea de Subtransmisión			Escombreras		
			Desbroce y limpieza de vegetación	Excavación y movimiento de tierras	Construcción de obras civiles	Construcción y operación de obras	Transporte y movilización de personal, maquinarias y equipos	Desbroce y limpieza de vegetación	Excavación y movimiento de tierras	Construcción de obras civiles	Desbroce y limpieza de vegetación de los portales	Excavación y movimiento de tierras	Montaje de tubería de acero	Desbroce y limpieza de vegetación	Excavación y movimiento de tierras	Construcción de obras civiles	Desbroce y limpieza de vegetación de trochas	Excavación, relleno y compactación	Montaje de estructuras y tendido de conductores	Transporte de material excedente de la obra		Excavación, acopio y disposición final
Componente Físico	Suelo	Geomorfología		X					X			X	X		X				X	7		
		Calidad del suelo		X	X	X	X		X	X		X	X		X	X			X	X	13	
	Agua	Calidad del agua superficial	X	X		X		X	X	X				X	X	X				X	10	
		Calidad del aire		X	X	X	X		X	X		X	X		X	X			X	X	12	
	Aire	Ruido		X	X				X	X		X	X		X	X		X	X	X	12	
		Estabilidad de taludes		X					X			X			X			X		X	6	
	Procesos	Erosión	X					X		X				X			X				5	
Compactación				X	X	X			X					X		X				6		
Paisaje					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				14	
Componente Biótico	Flora	Estrato arboreo						X	X		X	X		X	X		X	X		X	9	
		Estrato arbustivo	X	X		X	X	X	X		X	X		X	X		X	X		X	13	
		Estrato herbáceo	X	X		X	X	X	X		X	X		X	X		X	X		X	13	
		Especies acuáticas						X	X	X				X	X	X					6	
	Fauna	Macrobentos			X			X	X	X				X	X	X					7	
		Ictiofauna			X			X	X	X				X	X	X					7	
		Especies endémicas			X			X	X	X				X	X	X					7	
Especies en peligro				X			X	X	X				X	X	X					7		
Componente Socioeconómico	Población	Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19	
		Educación y capacitación				X	X	X	X	X											5	
		Salud	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19
		Servicios básicos				X	X														2	
		Nivel de Organización	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19
NÚMERO DE FACTORES IMPACTADOS			7	11	11	12	11	15	19	15	8	12	8	14	18	14	8	13	5	5	12	

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO RAYO

ACCIONES FACTORES			FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						NÚMERO DE ACTIVIDADES IMPACTANTES
			Operación de la Central Hidroeléctrica y Subestación				Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica y Subestación		
			Transporte y movilización de personal, maquinarias y equipos	Funcionamiento de campamentos y oficinas	Generación de energía	Distribución de energía	Mantenimiento rutinario de obras civiles	Mantenimiento rutinario de turbinas	
Componente Físico	Suelo	Geomorfología						0	
		Calidad del suelo	X	X			X	3	
	Agua	Calidad del agua superficial		X	X		X	X	4
		Calidad del aire	X		X			X	3
	Aire	Ruido	X	X	X		X	X	5
		Procesos	Estabilidad de taludes						
Erosión								0	
Compactación	X							1	
Paisaje	Paisaje	X	X	X	X	X	X	6	
Componente Biótico	Flora	Estrato arboreo							0
		Estrato arbustivo	X						1
		Estrato herbáceo	X						1
		Especies acuáticas			X		X		2
	Fauna	Macrobentos			X		X		2
		Ictiofauna			X		X		2
		Especies endémicas			X		X		2
		Especies en peligro			X		X		2
Componente Socioeconómico	Población	Empleo	X	X	X	X	X	X	6
		Educación y capacitación	X	X	X	X	X	X	6
		Salud	X	X	X	X	X	X	6
		Servicios básicos	X	X	X	X	X	X	6
		Nivel de organización	X	X	X	X	X	X	6
NÚMERO DE FACTORES IMPACTADOS			12	9	14	6	13	10	

MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO RAYO

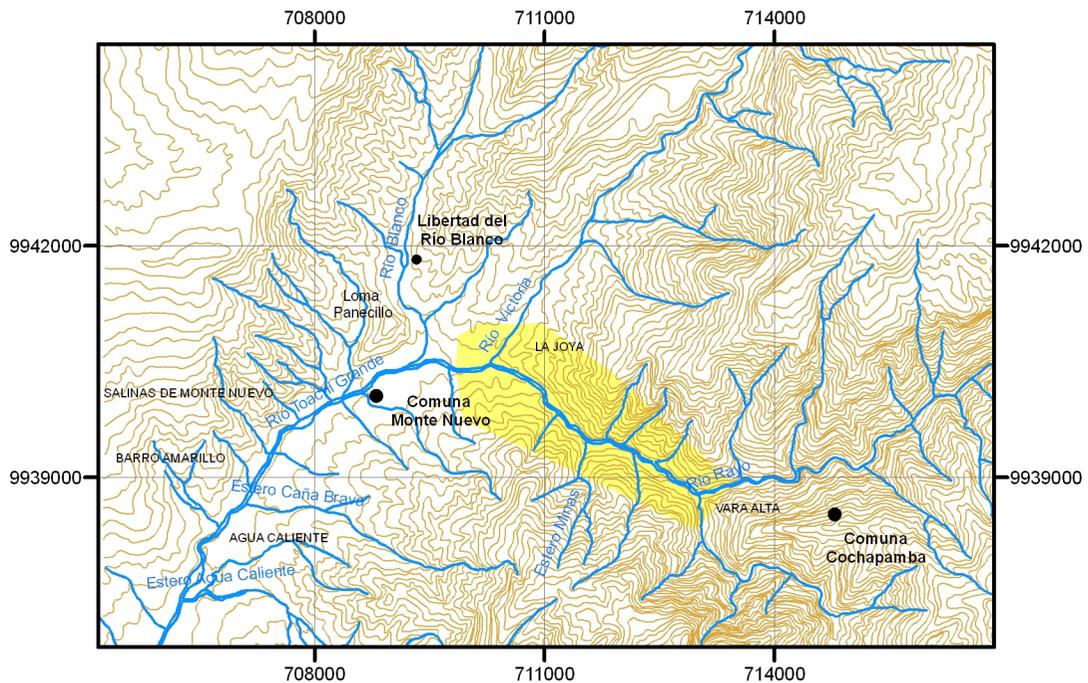
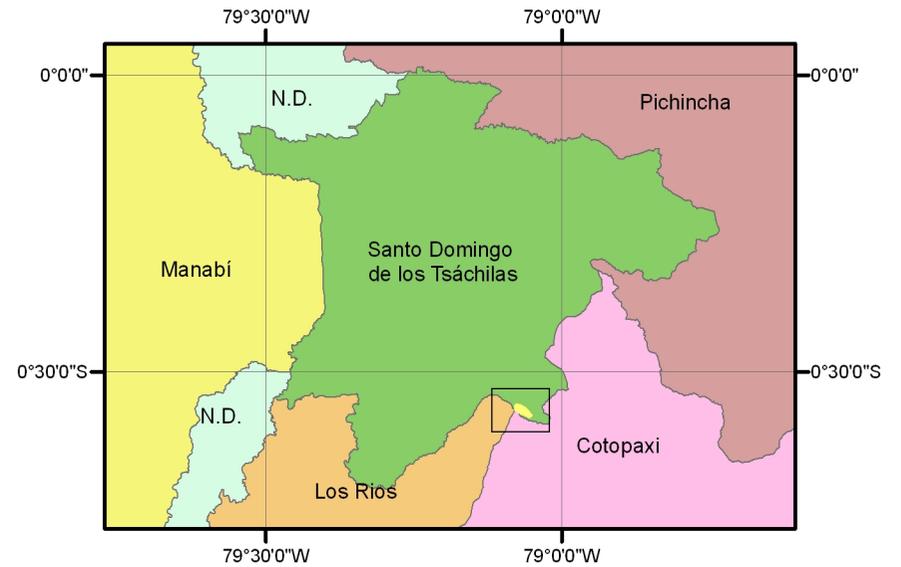
ACCIONES FACTORES			FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
			Operación de la Central Hidroeléctrica y Subestación				Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica y Subestación	
			Transporte y movilización de personal, maquinarias y equipos	Funcionamiento de campamentos y oficinas	Generación de energía	Distribución de energía	Mantenimiento rutinario de obras civiles	Mantenimiento rutinario de turbinas
Componente Físico	Suelo	Geomorfología						
		Calidad del suelo	- T, A, D, Rv, Rc, Ai	- P, A, D, Irv, Irc, C				- T, A, D, Rv, Rc, Ai
	Agua	Calidad del agua superficial		- P, A, D, Irv, Irc, C	- P, A, D, Rv, Rc, Ai		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	- T, A, D, Rv, Rc, Ai
		Aire	Calidad del aire	- T, A, D, Rv, Rc, Ai		- P, A, D, Irv, Irc, C		
	Ruido		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	- P, A, D, Rv, Rc, C	- P, A, D, Rv, Rc, C		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	- T, A, D, Rv, Rc, Ai
	Procesos	Estabilidad de taludes						
		Erosión						
Compactación		- P, A, D, Rv, Rc, Ai						
Paisaje	Paisaje	- T, S, I, Rv, Rc, Ai	- T, S, I, Rv, Rc, Ai	- T, S, I, Rv, Rc, Ai	- T, S, I, Rv, Rc, Ai	- T, S, I, Rv, Rc, Ai	- T, S, I, Rv, Rc, Ai	
Componente Biótico	Flora	Estrato arboreo						
		Estrato arbustivo	- T, A, I, Rv, Rc, Ai					
		Estrato herbáceo	- T, A, I, Rv, Rc, Ai					
		Especies acuáticas			- P, A, D, Irv, Irc, C		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	
	Fauna	Macrobentos			- P, A, D, Irv, Irc, C		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	
		Ictiofauna			- P, A, D, Irv, Irc, C		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	
		Especies endémicas			- P, A, D, Irv, Irc, C		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	
		Especies en peligro			- P, A, D, Irv, Irc, C		- T, A, D, Rv, Rc, Ai	
Componente Socioeconómico	Población	Empleo	+ T, A, D, Irv, Irc, Ai	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ T, A, D, Rv, Rc, Ai	+ T, A, D, Rv, Rc, Ai
		Educación y capacitación	+ T, A, I, Irv, Irc, Ai	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, I, Irv, Irc, C	+ P, A, I, Rv, Rc, Ai	+ P, A, I, Rv, Rc, Ai
		Salud	+ T, A, D, Irv, Irc, Ai	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Rv, Rc, Ai	+ P, A, D, Rv, Rc, Ai
		Servicios básicos	+ P, A, D, Irv, Irc, Ai	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, I, Rv, Rc, Ai	+ P, A, I, Rv, Rc, Ai
		Nivel de organización	+ P, A, D, Irv, Irc, Ai	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Irv, Irc, C	+ P, A, D, Rv, Rc, Ai	+ P, A, D, Rv, Rc, Ai

MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO RAYO

ACCIONES FACTORES			FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						Afecciones Negativas	Afecciones Positivas	Agregación de Impactos
			Operación de la Central Hidroeléctrica y Subestación				Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica y Subestación				
			Transporte y movilización de personal, maquinarias y equipos	Funcionamiento de campamentos y oficinas	Generación de energía	Distribución de energía	Mantenimiento rutinario de obras civiles	Mantenimiento rutinario de turbinas			
Componente Físico	Suelo	Geomorfología							0	0	0
		Calidad del suelo	-2 / 1	-1 / 1				-2 / 3	3	0	-9
	Agua	Calidad del agua superficial		-1 / 1	-1 / 1		-2 / 3	-2 / 3	4	0	-14
		Aire	Calidad del aire	-2 / 1		3 / 4			-2 / 1	2	1
	Ruido		-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2		-2 / 2	-2 / 2	5	0	-14
	Procesos	Estabilidad de taludes							0	0	0
		Erosión							0	0	0
		Compactación	-1 / 1						1	0	-1
	Paisaje	Paisaje	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	6	0	-6
	Componente Biótico	Flora	Estrato arboreo							0	0
Estrato arbustivo			-1 / 1						1	0	-1
Estrato herbáceo			-1 / 1						1	0	-1
Especies acuáticas					-2 / 1		-1 / 1		2	0	-3
Fauna		Macrobentos			-2 / 1		-1 / 1		2	0	-3
		Ictiofauna			-2 / 1		-1 / 1		2	0	-3
		Especies endémicas			-1 / 1		-1 / 1		2	0	-2
		Especies en peligro			-1 / 1		-1 / 1		2	0	-2
		Componente Socioeconómico	Población	Empleo	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	3 / 2	3 / 2	0
Educación y capacitación	3 / 3			3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 2	3 / 2	0	6	48
Salud	3 / 4			3 / 4	3 / 4	3 / 4	2 / 3	2 / 3	0	6	60
Servicios básicos	4 / 4			4 / 4	4 / 4	4 / 4	2 / 3	2 / 3	0	6	76
Nivel de Organización	4 / 4			4 / 4	4 / 4	4 / 4	3 / 2	3 / 2	0	6	76
Afecciones Negativas			7	4	8	1	8	5			285
Afecciones Positivas			5	5	6	5	5	5			
Agregación de Impactos			60	65	67	68	14	11	285		

ANEXOS MAPAS

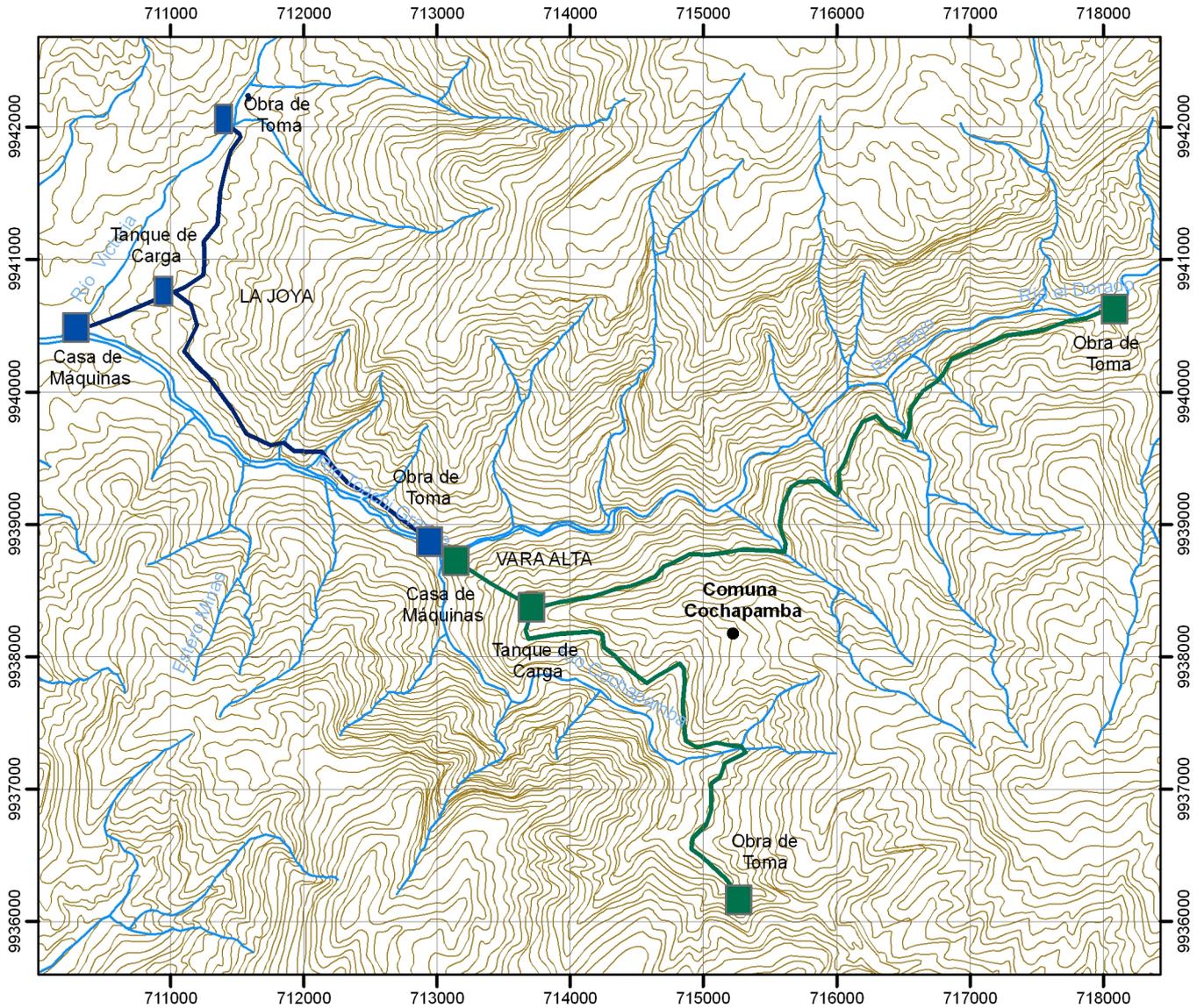
Ubicación Geográfica "Proyecto Hidroeléctrico Rayo"



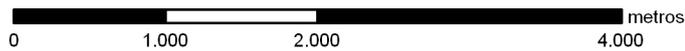
SIMBOLOGÍA	
	Ríos
	Curvas de nivel
	Área de estudio
	Centros Poblados

Datum Horizontal:
La Canoa 1956
Proyección:
UTM Zona 17 Sur PSAD 56
Fuente Información:
Infoplan SENPLADES IGM

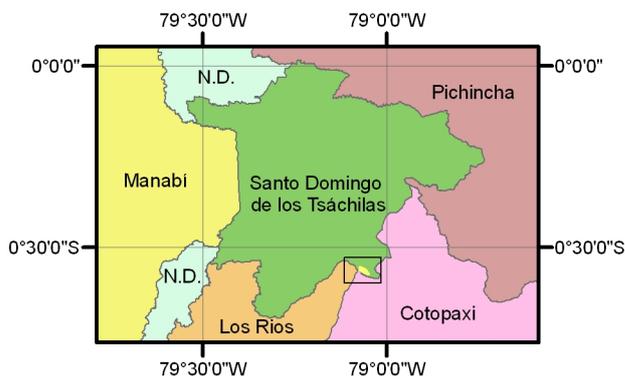
Trazado de alternativas iniciales
"Proyecto Hidroeléctrico Rayo"



Escala Gráfica



UBICACIÓN

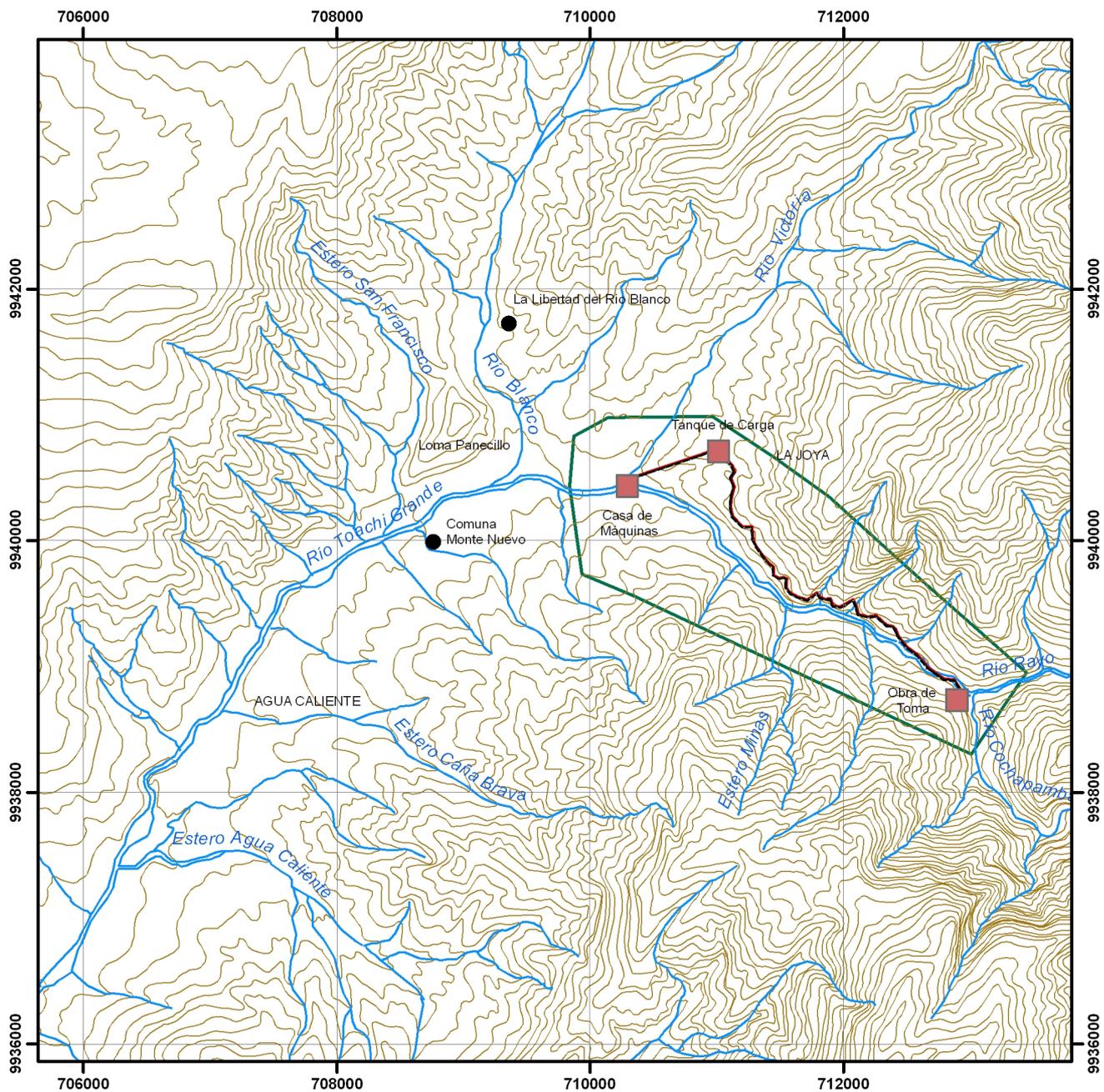


Datum Horizontal:
La Canoa 1956
Proyección:
UTM Zona 17 Sur PSAD 56
Fuente Información:
Infoplan SENPLADES IGM

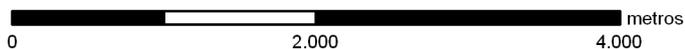
SIMBOLOGÍA

	Trazado ex INECEL
	Trazado inicial ESPE
	Ríos
	Curvas de Nivel
	Centros Poblados
	Obras Civiles

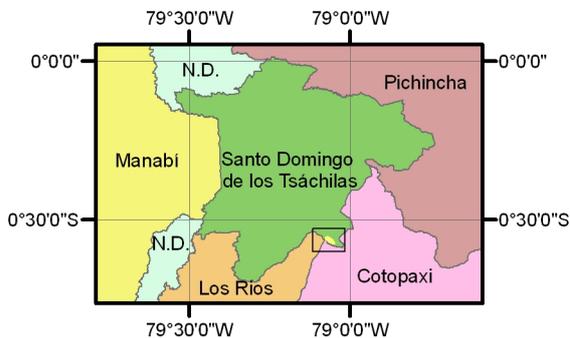
Trazado de alternativa seleccionada "Proyecto Hidroeléctrico Rayo"



Escala Gráfica



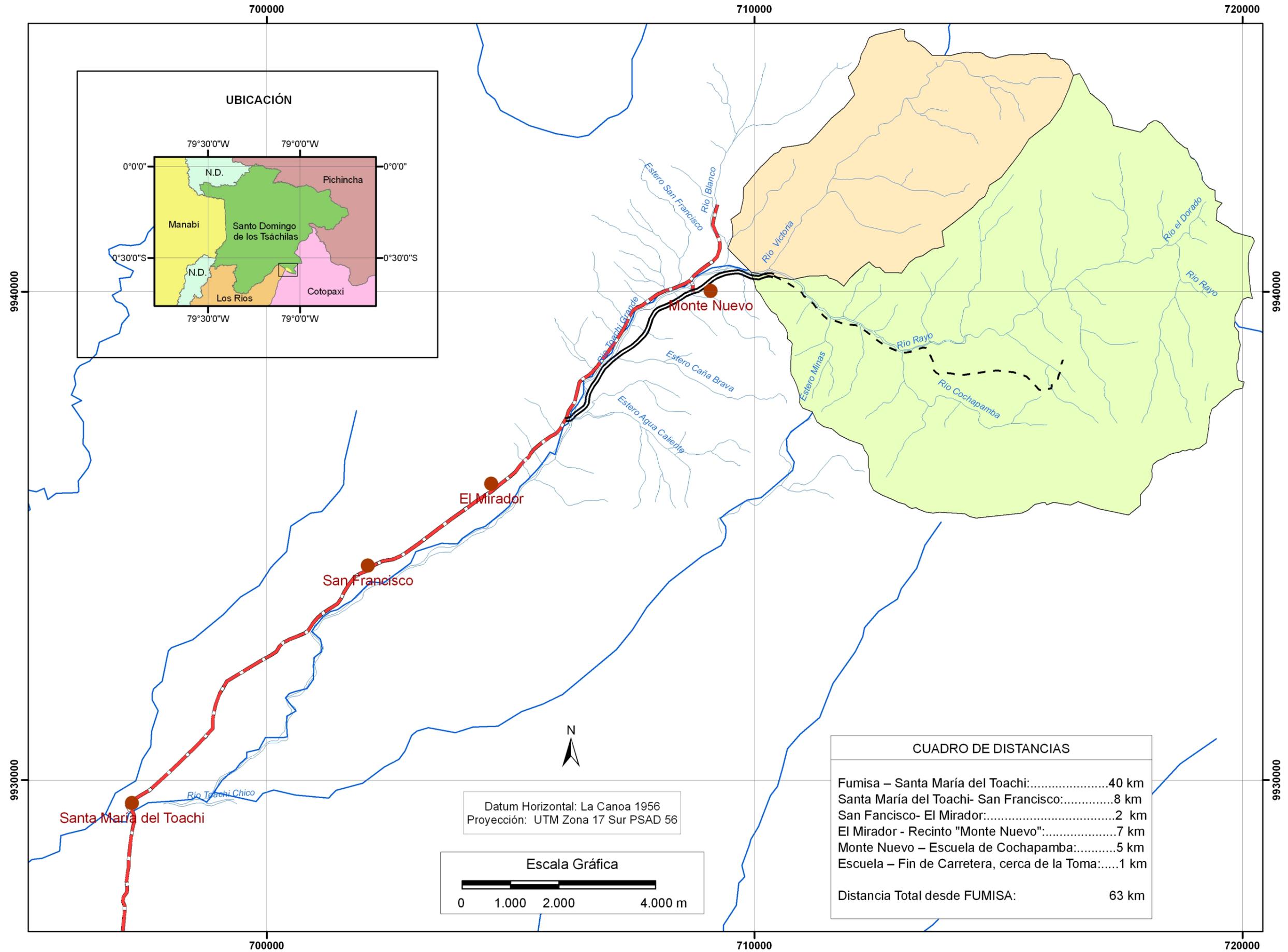
UBICACIÓN



Datum Horizontal:
La Canoa 1956
Proyección:
UTM Zona 17 Sur PSAD 56
Fuente Información:
Infoplan SENPLADES IGM

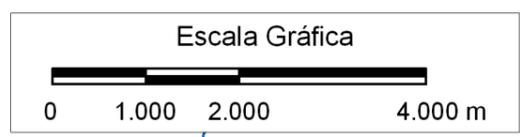
SIMBOLOGÍA	
	Trazado Seleccionado
	Ríos
	Curvas de Nivel
	Área de estudio
	Centros Poblados
	Obras Civiles

Vías de comunicación
"Proyecto Hidroeléctrico Rayo"

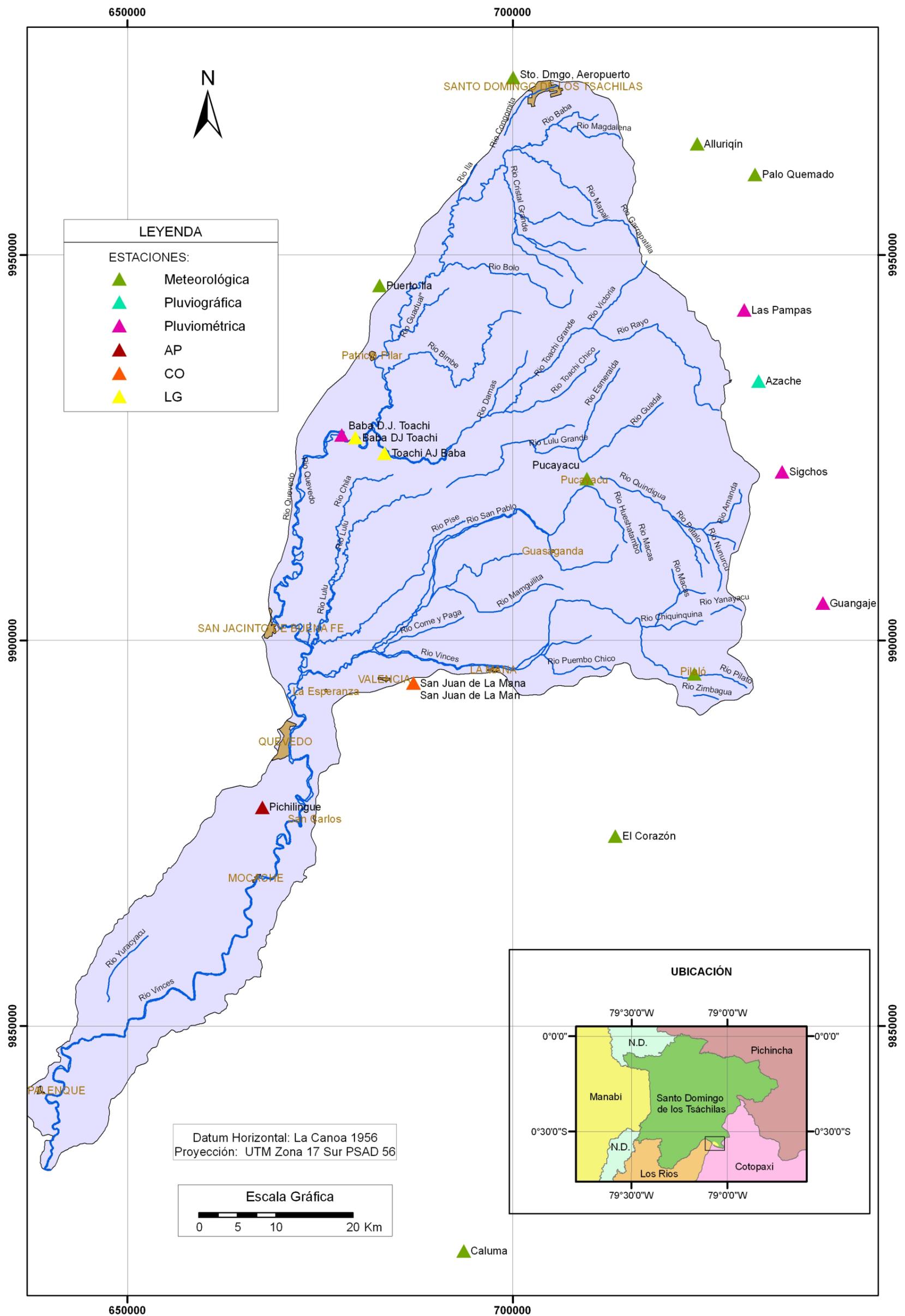


CUADRO DE DISTANCIAS	
Fumisa – Santa María del Toachi:.....	40 km
Santa María del Toachi- San Francisco:.....	8 km
San Francisco- El Mirador:.....	2 km
El Mirador - Recinto "Monte Nuevo":.....	7 km
Monte Nuevo – Escuela de Cochapamba:.....	5 km
Escuela – Fin de Carretera, cerca de la Toma:.....	1 km
Distancia Total desde FUMISA:	63 km

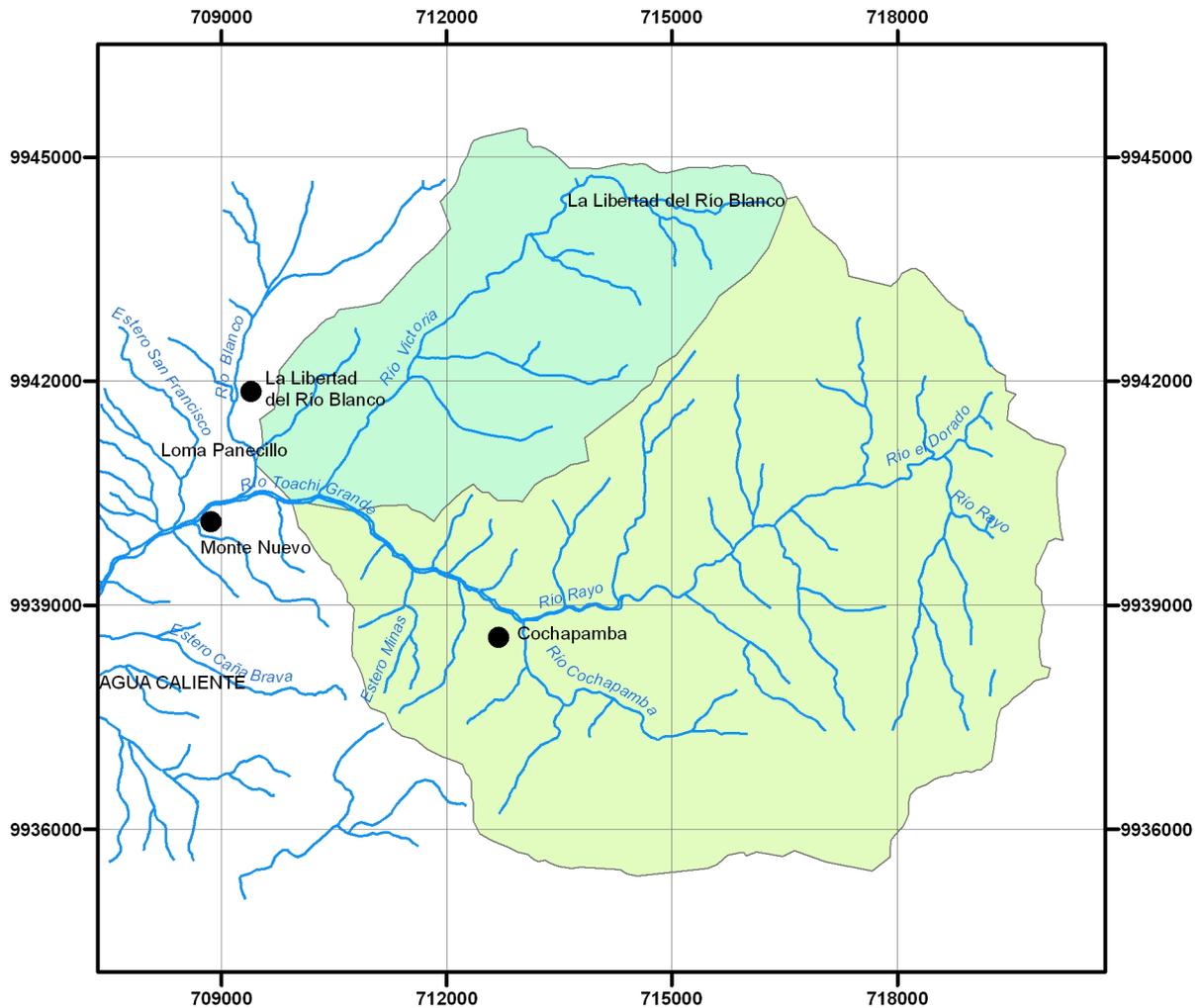
Datum Horizontal: La Canoa 1956
Proyección: UTM Zona 17 Sur PSAD 56



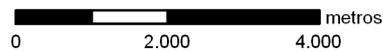
Estaciones meteorológicas
"Proyecto Hidroeléctrico Rayo"



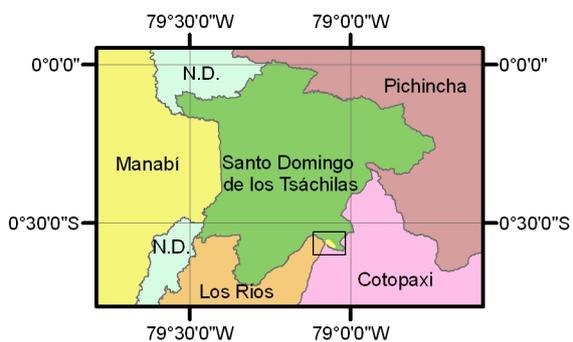
Cuencas Hidrográficas "Proyecto Hidroeléctrico Rayo"



Escala Gráfica



UBICACIÓN

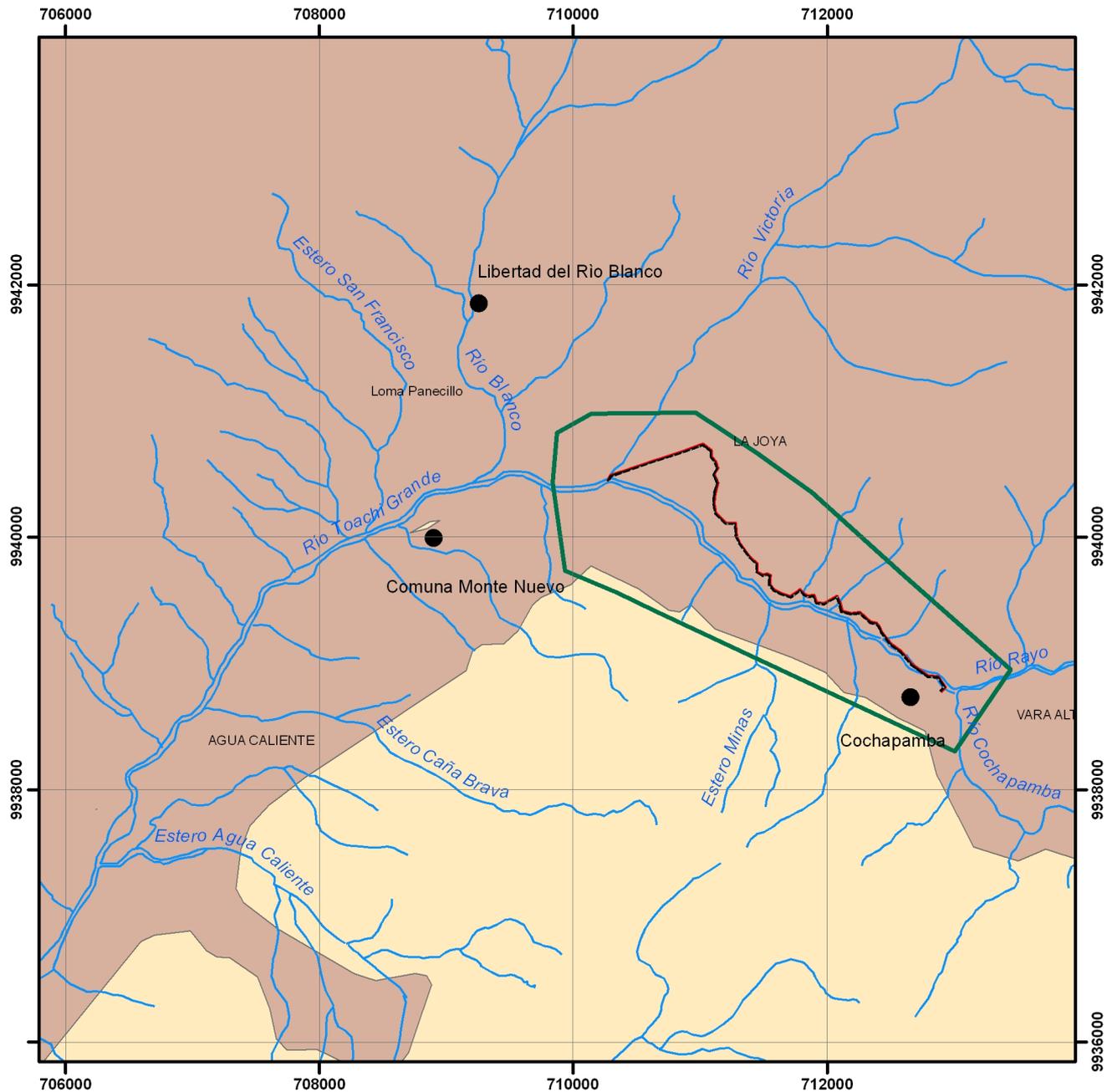


SIMBOLOGÍA

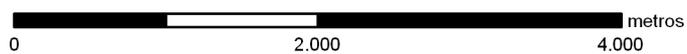
- Área Drenaje Río Rayo
- Área Drenaje Río Victoria
- Ríos
- Poblados

Datum Horizontal:
La Canoa 1956
Proyección:
UTM Zona 17 Sur PSAD 56
Fuente Información:
Infoplan SENPLADES IGM

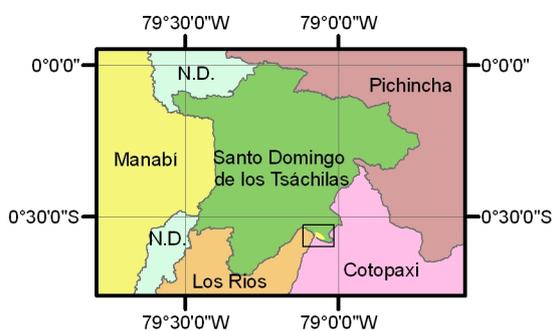
Clasificación taxonómica de suelos "Proyecto Hidroeléctrico Rayo "



Escala Gráfica



UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA

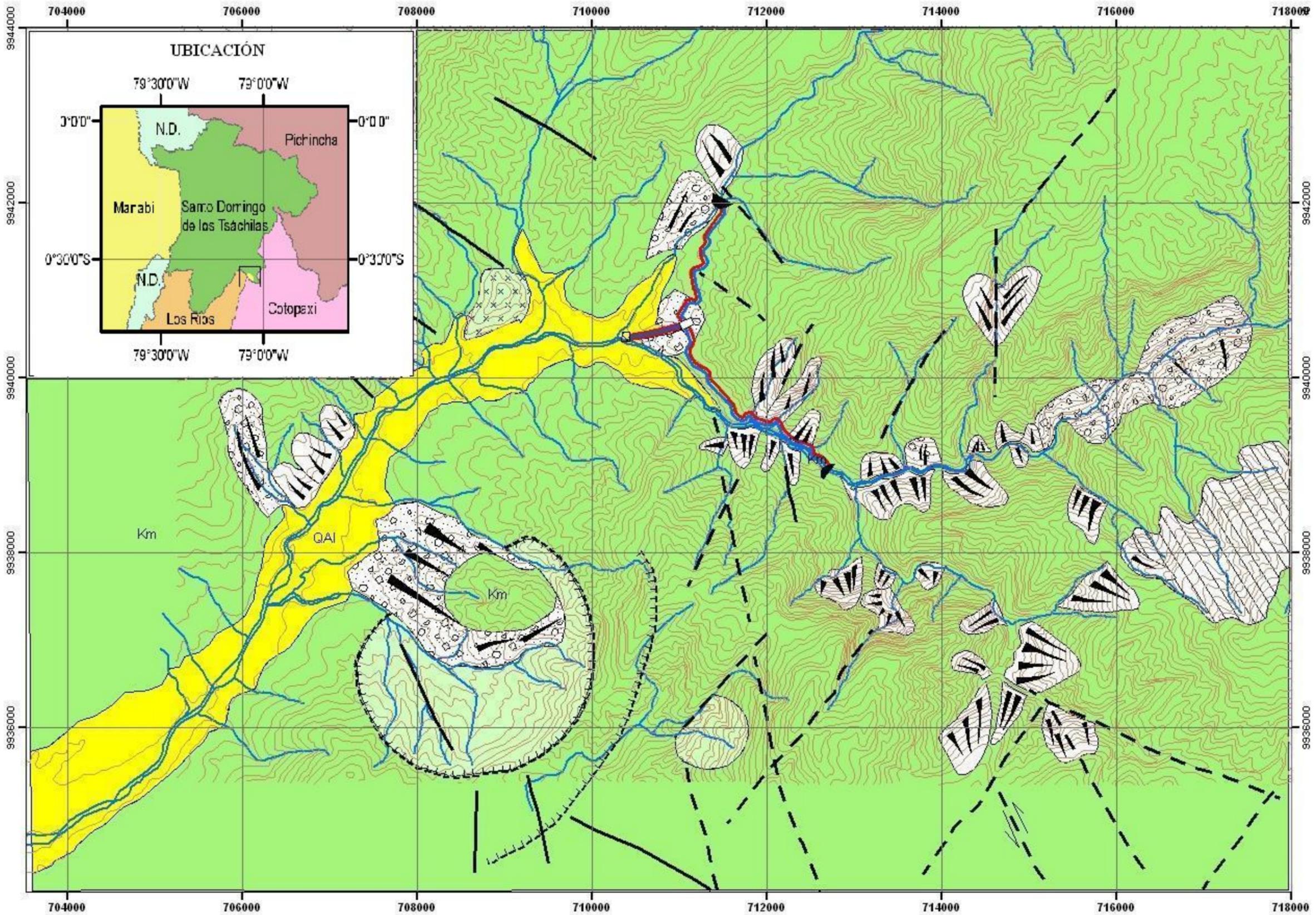
- Trazado del Proyecto Rayo 1
- Rios
- Curvas de Nivel
- ▭ Área de Estudio
- Centros Poblados

LEYENDA

- INCEPTISOL
- INCEPTISOL+ENTISOL

Datum Horizontal:
La Canoa 1956
Proyección:
UTM Zona 17 Sur PSAD 56
Fuente Información:
Infoplan SENPLADES IGM

Mapa Geológico
 Proyecto Hidroeléctrico Rayo



LEYENDA	
QAI	Aluvial y Lahares
Km	Lavas, brecha, toba

SIMBOLOGÍA	
	Tubería de Presión
	Canal de Conducción
	Casa de Máquinas
	Tanque de Carga
	Sitio de Toma
	Deslizamiento
	Coluvión Estabilizado
	Zona Erosionada
	Falla Inferida
	Contacto Geológico Observado, Inferido
	Depresión Morfológica
	Curva de Nivel
	Río



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTER, Larry W, *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental “Técnicas para la Elaboración de los Estudios de Impacto”*, Larry W. Ed. Nomos S.A, Segunda Edición, Colombia 2003.

GARMENDIA, Alfonso Adela, CRESPO, Cristina, GARMENDIA, Luis, *Evaluación de Impacto Ambiental*, Ed. Prentice Hall, España 2005.

GARCÍA, Dennis, *El Agua: Patrimonio y Derecho, Foro de los Recursos Hídricos*, Primera Edición, Julio 2006, Quito-Ecuador.

SANGUCHO, Rocío, *Estudio de Impacto Ambiental de la Construcción y Operación de la Presa “Geovanny Calles”*, Sangolquí 2003.

Guía de Participación Ciudadana en los Estudios de Impacto Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Octubre-2006, Quito-Ecuador.

CONELEC, *Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyectos y Actividades Eléctricas, Módulo 2: Bases de la EIA*, Enero-2005.

CONELEC, *Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyectos y Actividades Eléctricas, Módulo 3: Marco Legal e Institucional*, Marzo-2005.

CONELEC, *Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyectos y Actividades Eléctricas, Módulo 3: Marco Legal e Institucional, Anexo 3.1: Legislación aplicable al Sector Eléctrico*, Marzo-2005.

CONELEC, *Anexo 4.2: Guía para la Preparación del EIAP de Proyectos de Generación de Energía Hidroeléctrica*, Marzo-2005.

INECEL, *Potencial Hidroeléctrico Lineal Teórico del Ecuador*, Septiembre-1982, Ecuador.

INAMHI/ORCYT, *Balance Hídrico Superficial de la República del Ecuador, Informe Final Programa Hidrológico Internacional*, Abril-1992.

IRD-INAMHI, *Anuario Hidrológico de la Cuenca del Río Guayas*, Julio-2000.

CEDEGE-CAMINOSCA, *Proyecto Hidroeléctrico Baba, Hidrología – Sedimentología*, Julio-2003.

CAMINOSCA, *Central Hidroeléctrica Salto del Bimbe*, Estudio Hidrológico, Julio-2006.

CAMINOSCA, *Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo Previo a la Ingeniería de Detalle Durante la Construcción*, Volumen 4; Estudios ambientales, Tomo 2: Estudios de Impacto Ambiental Definitivo, 2007.

ENTRIX, *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo*, Proyecto Hidroeléctrico Topo, Julio-2008.

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA, Dirección de Planificación y Ambiente, *Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos Provincia de Pichincha*, Marzo-2003.

CARDOSO, A.R, *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*, EDIPUCRS, 2003, Porto Alegre-Brasil.

BURGOIS, F, *El Instituto Nacional de Pesca y el Resultado de sus Labores (1961–1966)*, Instituto de Pesca del Ecuador, Quito.

CHIRIBOGA, H.A.G, *La Pesca en el Ecuador*, Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil-1966.

FAO, *Report to the Government of Brazil on the Fisheries of the Amazon Region*, Brasil-1966.

FAO, Instituto Nacional de Pesca del Ecuador, *Informe final, Tomo 1. General, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, Roma-1969.

MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y COMERCIO, Departamento de Piscicultura, *Folleto de propaganda, La Piscicultura en el Ecuador*, Quito-1965.

MILES, Cecil, *Los Peces del Río Magdalena*, Editorial El Gráfico, Bogotá-Colombia, 1947.

ACOSTA, S. M, *División fitogeográfica y formaciones geobotánicas del Ecuador*, Casa de la Cultura Ecuatoriana, Quito-1968.

BALDOCK, J.W, *Geology of Ecuador, Explanatory Bulletin of the National Geological Map of the Republic of Ecuador*, 1982.

CAÑADAS, L, *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*, MAG-PRONAREC, Quito-1983.

CERESIS, *Catálogos de Terremotos para América del Sur, Datos de hipocentros e intensidades*, Lima-1985.

MEER-ESPE, *Estudios de Prefactibilidad de los Proyectos Hidroeléctricos Palmar, Chinambí, Alambí y rayo, Informe Final*, Quito-2008.

HIDRO EQUINOCCIO S.A, *Estudio de Impacto Ambiental Preliminar “Proyecto Hidroeléctrico Chontal”*.

GÓMEZ OREA, Domingo, *Evaluación del Impacto Ambiental*, Ed. Mundi-Prensa y Editorial agrícola Española S.A, Primera Edición, Madrid-1999.

CONESA FERNÁNDEZ-VITORA, Vicente, *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*, Ed. Mundi-Prensa, Tercera Edición, 1997.

CONELEC, *Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano, Resumen del Primer Semestre del 2007*, 2007.

ESPINOZA, Guillermo, *Fundamentos de Evaluación de Impactos Ambientales*, Santiago-Chile, 2001.

CONELEC, *Plan Maestreo de Electrificación 2007-2016*, Diciembre-2007

REFERENCIAS INTERNET

<http://www.ambiente-ecologico.com/revist56/berton56.htm>

<http://www.fao.org/docrep/v9727s/v9727s0a.htm>

http://www.adurcal.com/mancomunidad/_themes/studio/stud1011.css

http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/2transparencia/docs/DPCC_intro.htm

<http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/PAGINAS/Ley.deAguas.CC.htm>

http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/3normativa/norma_ambiental.htm

<http://www.senagua.gov.ec/>

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORIZACIÓN

Yo, MARIELA NOEMI VILLAMARIN PAREDES

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del Proyecto de Grado titulado “*Estudio de Impacto Ambiental Preliminar de la Construcción y Operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo*”; cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Mayo de 2010

Mariela Noemi Villamarin Paredes

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, MARIELA NOEMI VILLAMARIN PAREDES

DECLARO QUE:

El proyecto de grado titulado “*Estudio de Impacto Ambiental Preliminar de la Construcción y Operación del Proyecto Hidroeléctrico Rayo*”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Mayo de 2010

Mariela Noemi Villamarin Paredes

HOJA DE ENTREGA

El presente proyecto de grado fue entregado a la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército.

Mariela N. Villamarin P.

AUTORA

Ing. Francisco León.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE ING GEOGRAFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE

Abg. Vanessa Andrade.

SECRETARIA ACADEMICA DE LA CARRERA DE ING. GEOGRAFICA Y DEL
MEDIO AMBIENTE.

Sangolquí,de 2010.