Estudio de Impacto Ambiental

Proyecto Modernización y Ampliación Planta Hidroeléctrica Cachí

Expediente Administrativo D1-1382-2007
Resolución Nº 579-2008 SETENA

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
UEN PROYECTOS Y SERVICIOS ASOCIADOS
CENTRO DE SERVICIO GESTIÓN AMBIENTAL
Abril, 2009

Prohibida su reproducción total o parcial según indica el Art. 14 inciso C de la Ley Nº 6683 de Derechos de Autor y Derechos Conexos

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (JUSTIFICACIÓN) 21

1.1 Introducción 21

1.2 Ubicación 21

1.3 Información General 21

1.3.1 Obras temporales 26

1.3.2 Información sobre la persona física o jurídica 26

1.4 Justificación técnica del proyecto 26

1.5 Concordancia con el plan de uso de la tierra 27

1.6 Área estimada del Proyecto y áreas de influencia 27

2 FASES DE DESARROLLO 29

2.1 Actividades a realizar en cada fase del proyecto 29

2.2 Tiempo de ejecución: 30

2.3 Flujograma de actividades 30

2.4 Infraestructura a desarrollar 33

2.5 Fase de Construcción 34

2.5.1 Información Básica 34

2.5.1.1 Excavación del Túnel 35

2.5.2 Equipo y materiales a utilizar 42

2.5.2.1 Materiales a utilizar 42

2.5.2.1.1 Combustibles y lubricantes 42

2.5.2.1.2 Tintas, pinturas y diluyentes 43

2.5.2.1.3 Alimentos y Bebidas 43

2.5.2.1.4 Materiales y productos metálicos 43
2.5.2.1.5 Materiales y productos minerales y asfálticos 43
2.5.2.1.6 Madera y sus derivados 43
2.5.2.1.7 Materiales y productos eléctricos 44
2.5.2.1.8 Materiales y productos de vidrio 44
2.5.2.1.9 Materiales y productos de plástico 44
2.5.2.1.10 Herramientas e instrumentos. 44
2.5.2.2 Rutas de movilización del equipo 44
2.5.2.3 Frecuencia de movilización 46
2.5.2.4 Mapeo de rutas más transitadas por el efecto del proyecto, incluyendo los accesos 47
2.5.3 Necesidad de recursos en esta fase 49
2.5.3.1 Agua 49
2.5.3.2 Energía eléctrica 52
2.5.3.3 Alcantarillado 53
2.5.3.4 Vías de acceso 53
2.5.3.5 Mano de obra 55
2.5.3.6 Campamentos - Talleres - Almacenes- Oficinas 56
2.5.4 Otros 56
2.5.4.1 Disposición de desechos y residuos ordinarios, especiales, industriales, peligrosos 56
2.5.4.2 Sólidos 56
2.5.4.3 Líquidos (incluyendo drenajes) 57
2.5.4.4 Gaseosos 57
2.5.4.5 Reciclables y/o reusables 58
2.5.4.6 Inventario y manejo de materias y sustancias peligrosas 58
2.6 Fase de Operación 58
2.6.1 Necesidades de recursos en esta fase 58
2.6.1.1 Agua 58
2.6.1.2 Energía eléctrica 58
2.6.1.3 Alcantarillado 59

2.6.1.4 Mano de obra 59
2.6.2 Disposición de desechos y residuos ordinarios especiales, industriales y peligrosos 59
2.6.2.1 Sólidos 59
2.6.2.2 Líquidos (incluyendo los drenajes) 59
2.6.2.3 Gaseosos 60
2.6.2.4 Reciclables y/o reusables 60
2.6.3 Inventario y manejo de materias primas y sustancias peligrosas 60
3 DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL 63
3.1 Marco Jurídico 63
3.2 Disposiciones constitucionales 63
3.3 Ambiente 64
3.4 Construcciones 67
3.5 Regencias 69
3.6 Aguas 70
3.7 Aguas residuales 71
3.8 Transporte de carga 72
3.9 Suelos 73
3.10 Desechos 74
3.11 Permiso de funcionamiento 74
3.12 Contaminación 75
3.13 Salud ocupacional 75
3.14 Corta de árboles en bosques y potreros 78
3.15 Expropiaciones 79
3.16 Energía 79
4 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO 81
4.1 Geología 81

4.1.1 Aspectos geológicos regionales 81

4.1.2 Aspectos geológicos locales (Figura N°.4.1.1) 81

4.1.3 Análisis estructural y evaluación 84

4.1.4 Mapa geológico del AP y AID 86

4.2 Caracterización geotécnica 86

4.2.1 Propiedades mecánicas y físicas de la roca intacta 87

4.2.1.1 Ensayos anteriores 87

4.2.1.2 Ensayos actuales 88

4.2.2 Ensayos del macizo rocoso 90

4.2.3 Estabilidad de taludes 95

4.2.3.1 Taludes de caminos de acceso 95

4.3 Geomorfología 100

4.3.1 Descripción geomorfológica regional 100

4.3.1.1 Geomorfología y pendientes 100

4.3.1.2 Geoformas de áreas montañosas 100

4.3.2 Descripción geomorfológica local 101

4.3.2.1 Microcuenca del río Urasca 101

4.3.2.2 Microcuenca río Guatuso. 103

4.3.2.3 Microcuenca del río Hamaca 105

4.3.3 Mapa geomorfológico Figura N° 4.3.1 – Mapa de Pendientes Figura N° 4.3.2 108

4.4 Clima 111

4.5 Hidrología (Información general) 118

4.5.1 Aguas Subterráneas 136

4.5.1.1 Vulnerabilidad a la contaminación 137

4.5.1.2 Mapa de elementos hidrogeológicos- de Isofreáticas del Túnel II Cachí 137

4.6 Calidad del aire 137

4.6.1 Ruido y vibraciones 139

4.6.2 Olores 140

4.6.3 Gases 140

4.7 Amenazas naturales 140

4.7.1 Amenaza sísmica 140

4.7.1.1 Sismicidad histórica 141

4.7.1.2 Neotectónica 145

4.7.1.3 Evaluación de la amenaza sísmica 149

4.7.2 Fallas geológicas activas 152

4.7.3 Movimientos en masa 152

4.7.4 Erosión 152

4.7.5 Mapa de susceptibilidad 158

5 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO 163

5.1 Introducción (Información General) 163

5.2 Ambiente terrestre (Cobertura Vegetal – Fauna Asociada) 167

6 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO 177

6.1 Uso actual de la tierra en sitios aledaños 177

6.1.1 Actividades agrícolas identificadas dentro del área de estudio. 181

6.2 Tenencia de la tierra en sitios aledaños 184

6.2.1 Cachí. 184

6.2.2 Tucurrique 185

6.2.3 Aproximación a tenencia de la tierra en las áreas de Cachí y Tucurrique 185

6.2.4 Efecto del Proyecto PMA Cachí sobre el patrón de tenencia 191

6.3 Características de la población 191

6.3.1 Introducción General 191

6.3.2 Metodología 192

6.3.3 Caracterización de la población. 194

6.3.4 Aspectos Demográficos 197

6.3.5 Culturales y sociales 199

6.3.5.1 Análisis de las fuerzas impulsoras y obstructoras del proyecto 201

6.3.6 Económicas 203

6.3.7 Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular 205

6.4 Servicios de emergencia disponibles 207

6.5 Servicios básicos disponibles 207

6.6 Percepción local sobre el proyecto y sus posibles impactos 210

6.6.1 Investigación social: enfoque cualitativo y cuantitativo 211

6.6.1.1 Nivel de información sobre el proyecto 216

6.6.1.2 Conflictos sociales 219

6.7 Infraestructura comunal 233

6.7.1 Carretera Presa- El Congo. 257

6.7.1.1 Descripción 258

6.7.1.2 Estructura y pavimento. 264

6.7.1.3 Puentes. 264

6.7.1.4 Sistemas de drenaje. 265

6.7.1.5 Aspectos geotécnicos. 269

6.7.1.6 Seguridad vial. 275

6.8 Sitios históricos, culturales 277

6.9 Mapa de áreas socialmente sensibles 281

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 283

7.1 Resumen del proyecto 283

7.2 Elementos del proyecto generadores de impactos ambientales 284

7.3 Factores del medio ambiente susceptibles de ser impactados 285

7.4 Identificación y pronóstico de impactos ambientales 289

7.4.1 Enfoque Metodológico 289

7.5 Impactos ambientales que producirá el proyecto y sus opciones 298

7.6 Mapa de susceptibilidad ambiental integral vrs componentes del proyecto 302

8 EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS 303

8.1 Impactos Severos –Críticos SIA ≥ 50 303

8.1.1 Medio Físico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo físico) 303

8.1.2 Medio Biótico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo biótico) 303

8.1.3 Medio socioeconómico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo socioeconómico) 306

8.2 Análisis de los efectos acumulativos 318

8.3 Análisis de los efectos sinérgicos de otros proyectos en construcción y operación 319

8.4 Síntesis de la evaluación de impactos ambientales 320

9 PRONÓSTICO - PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA) 323

9.1 Organización del proyecto y ejecutor de las medidas 323

9.1.1 Plan de superación ambiental post-operacional 324

9.2 Cuadro del pronóstico - Plan de gestión ambiental 325

10 ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA 333

10.1 Fuentes de riesgo ambiental 333

10.2 Evaluación del efecto del riesgo ambiental 335

10.3 Plan de contingencias 338

11 CALIDAD AMBIENTAL DEL AP Y EL ÁREA DE INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL (AID-AII) 341

11.1 Pronóstico de la Calidad Ambiental del AP y el área de influencia biofísica y social (AID-AII) 341

11.2 Síntesis de compromisos ambientales del Proyecto 341

11.3 Política ambiental del proyecto 344

12 MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN 345

13 TÉRMINOS ESPECÍFICOS 347

13.1 Escombreras 347

13.1.1 Posibles sitios de ubicación de las escombreras (ubicación y descripción) 348

13.1.2 Medidas ambientales para su conformación y operación 352

13.1.3 Método para la selección, diseño y construcción de escombreras del ICE 353

13.2 Manantiales 355

13.2.1 Hidrogeología 355

13.2.1.1 Líneas de Flujo 357

13.2.1.2 Diagramas de Stiff 357

13.2.1.3 Conclusiones en el tema de la Hidrogeología 357

13.2.1.4 Recomendaciones 360

13.2.2 Estado Ambiental de los Manantiales (Ubicación - Descripción) 361

13.2.3 Uso y tenencia del recurso hídrico: síntesis descriptiva 366

13.2.4 Inventario de los servicios de abastecimiento de agua en el área de influencia ambiental del Proyecto. 374

13.2.5 Caracterización de fincas que se abastecen de agua para satisfacer actividades agropecurias (Riego-Abrevaderos). 375

13.2.6 Tanques principales de distribución de agua potable 388

13.2.7 Calidad de las aguas 392

13.2.8 Formulación de medidas preventivas 399

13.2.9 Posibles impactos por abatimiento - Medidas ambientales 403

14 DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA) 405

14.1 Introducción 405

14.2 Descripción del Proyecto 405

14.3 Monto Global de la Inversión 406

14.4 Características Ambientales del área 408

14.5 Impactos del Proyecto 412

14.6 Pronóstico Plan de Gestión Ambiental (PGA) 414

14.7 Resumen Compromisos Ambientales 414

15 BIBLIOGRAFÍA GENERAL 419

16 ANEXOS 423

PRESENTACIÓN

El presente Estudio de Impacto Ambiental responde a la continuación del proceso de evaluación ambiental que fue solicitado al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (Setena) en su resolución N°. 579-2008 en respuesta al Expediente Administrativo D1 .1382-2007 SETENA EIA Proyecto Modernización- Ampliación P. H. Cachí. ACUERDO CUARTO - Formulario de Términos de Referencia para la Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental. (Anexo N°.1)

Fue elaborado por el siguiente equipo profesional (información del equipo profesional ejecutor del EsIA) :

Geógrafo Rogelio Zeledón Ureña (Coordinador)
Número de registro Consultor en la Setena 056-1996

Sociólogo Vladimir Mesen Montenegro
Número de registro Consultor en la Setena 079-2008

Geólogo Carlos Madrigal Morales
Número de registro Consultor en la Setena CI- 244-2005

Biólogo Rosibel Barrantes Barrantes
Número de registro Consultor en la Setena CB.089-2000

Ing. Pablo Obando Fonseca
Número de registro Consultor en la Setena CI-063-2001

Colaboradores

AREA	NOMBRE DEL PROFESIONAL
Amenaza Riesgos	Geóg. Sergio Arce S.- Geól. Rolando Valdés C.
Arqueología	Licda. Cristina Hernández A.
Biología	Biól. Rosibel Barrantes B. - Biól. Carlos Arrieta Quesada - Biól. Carlos Gamboa- Téc. Max Piñar
Dirección del Proyecto (a.i.)	Ing. Alexander Solís Barboza
Diseño:	Ing. Alfonso Hidalgo Ramírez
Edición	Geóg. Rogelio Zeledón Sr. Luis Artavia A.- Geóg. Gerardina Araya A.
Forestal	Tec. Max Piñar Obando
Geología:	Geól. Fabio Morera Lobo
Geomorfología	Geóg. Joaquín Méndez Arguello
Geotecnia:	Ing. Marlon Jiménez Jiménez
Hidrología:	Ing. Carlos Roberto Rodríguez Meza - Ing. Ricardo Calvo Porras
Ingeniería Económica	Ing. Miguel Hernández Alfaro.
Marco Legal	Lic. Minor Gutiérrez González - Licda. Ana María Bolaños Calderón
Operación Planta	Sr. Carlos Coto Fernández, Ing. Cristian Toti
SIG	Geóg. Max Ureña Ferrer
Sismología	Geól. Eliana Boschini López - Geól. Guillermo Alvarado I.
Suelos	Ing. Miguel Chinchilla A
Tenencia Tierra	Geóg. Alfredo Calderón G.
Uso del Suelo	Ing. William Garcia Arias

Director Centro de Servicio Gestión Ambiental Ing. Jorge Valverde Barrantes

El documento está dividido en 13 Capítulos o Secciones, más la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) Capítulo N°.14, consta de un total de 531 páginas incluyendo Anexos.

Términos de Referencia emitidos por la Setena - Resolución N°. 579-2008 – SETENA
A incluir en el EsIA (Ver Anexo N°.1)

	TEMA
1.	Índice
2.	Declaratoria de Impacto Ambiental
3.	Introducción
4.	Información General
4.1	Información sobre la persona Física o Jurídica (Certificados)
4.2	Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA
4.3	Términos de referencia del EIA
5	Descripción del Proyecto
5.1	Ubicación geográfica
5.2	Ubicación Política –Administrativa
5.3	Justificación técnica del Proyecto
5.4	Concordancia con el plan de uso de la tierra
5.5	Área estimada del proyecto y su área de influencia
5.6	Fase de desarrollo
	- Actividades a realizar en cada fase de desarrollo
	- Tiempo de ejecución
	- Flujograma de actividades
	- Infraestructura a desarrollar
5.7	Fase de Construcción
5.7.1	Equipo y materiales a utilizar
	- Materiales a utilizar
	- Rutas de Movilización de equipo
	- Frecuencia de movilización

	- Mapeo de rutas más transitables por efecto del proyecto, incluyendo accesos
5.7.2	Necesidades de recursos durante esta fase
	- Agua
	- Energía Eléctrica
	- Alcantarillado (Aguas servidas)
	- Vías de acceso
	- Mano de obra
	- Campamentos
	- Otros
5.7.3	Disposición de desechos y residuos ordinarios especiales, industriales, peligrosos
	- Sólidos
	- Líquidos (incluyendo drenajes)
	- Gaseosos
	- Reciclables y / o reusables
5.7.4	Inventario y manejo de materias primas y sustancias peligrosas en esta fase
5.8	Fase de Operación
5.8.2	Necesidades de recursos durante esta fase
	- Agua
	- Energía Eléctrica
	- Alcantarillado (Aguas servidas)
	- Vías de acceso
	- Mano de obra
	- Otros
5.8.3	Disposición de desechos y residuos ordinarios especiales, industriales, peligrosos
	- Sólidos
	- Líquidos (incluyendo drenajes)
	- Gaseosos

	- Reciclables y / o reusables
5.8.4	Inventario y manejo de materias primas y sustancias peligrosas en esta fase
6	Descripción de la normativa legal
	- Marco Jurídico
7	Descripción del ambiente físico
7.1	Geología
	- Aspectos geológicas regionales
	- Aspectos geológicas locales
	- Análisis estructural y evaluación
	- Caracterización geotécnica
	- Mapa geológico del AP y del AID
	- Estabilidad de taludes
7.2	Geomorfología
	- Descripción geomorfológica regional
	- Descripción geomorfológica regional
	- Mapa geomorfológico
7.3	NO FUE SEÑALADO EN EL FETER (ver Anexo N°.1)
7.4	Clima
7.5	Hidrología
7.5.1	NO FUE SEÑALADO EN EL FETER (ver Anexo N°.1)
7.5.2	Aguas subterráneas
	- Vulnerabilidad a la contaminación
	- Mapa de elementos hidrogeológicos
7.6	Calidad del aire
	- Ruido y vibraciones
	- Olores
	- Gases

7.7	Amenazas naturales
	- Amenaza sísmica
	- Fallas geológicas activas
	- Movimientos en masa
	- Erosión
	- Mapa de susceptibilidad
8.	Descripción del ambiente biológico
8.1	Introducción
8.1.1	Ambiente Terrestre
	- Cobertura vegetal
9	Descripción del ambiente socioeconómico
9.1	Uso de la tierra en sitios aledaños
9.2.	Tenencia de la tierra en sitios aledaños
9.3	Características de la población
	- Demográficas
	- Culturales y sociales
	- Económicas
9.4	Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular
9.5	Servicios de emergencia disponibles
9.6	Servicios básicos disponibles
9.7	Percepción local sobre el proyecto
	- Estudios Cualitativo
9.8	Infraestructura comunal
9.9	NO FUE SEÑALADO EN EL FETER (ver Anexo N°.1)
9.10	Sitios históricos culturales

10	Diagnóstico ambiental
10.1	Resumen del Proyecto
10.2	Elementos del proyecto generadores de impactos ambientales
10.3	Factores del Medio Ambiente susceptibles de ser impactados
10.4	Identificación y pronóstico de impactos ambientales
10.5	Impactos Ambientales que producirá el Proyecto
10.6	NO FUE SEÑALADO EN EL FETER (ver Anexo N°.1)
10. 7	Mapa de susceptibilidad ambiental integral vrs componentes del Proyecto.
11	Evaluación de impactos y medidas correctivas
11.1	Medio Físico
11.2	Medio Biológico
11.3	Medio Socioeconómico
11.4	Análisis de los efectos acumulativos
11.5	Análisis de los efectos Sinergísticos
11.6	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales
12.	Pronóstico Plan de Gestión ambiental (PGA)
12.1	Organización del Proyecto y Ejecutor de las medidas
12.2	Cuadro del Pronóstico – Plan de Gestión Ambiental
12.3	Monitoreo –Regencia
12.3	Cronograma de ejecución
12.5	Plan de recuperación ambiental post-operacional
12.6	Costos de la gestión ambiental
13	Análisis de Riesgo y Planes de Contingencia
13.1	Fuentes de riesgo ambiental
13.2	Evaluación del Riego Ambiental
13.3	Plan de contingencia

14	NO FUE SEÑALADO EN EL FETER (ver Anexo N°.1)
15	Calidad Ambiental del AP y Área de influencia biofísica y social
15.1	Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia biofísica y social
15..2	Síntesis de los compromisos ambientales del Proyecto
15.3	Política Ambiental del Proyecto
16	Monto Global de la Inversión
17	Otros términos específicos
	Indicar y analizar los posibles sitios de ubicación de las escombreras. Establecer las medidas ambientales para la conformación de dichas escombreras. Identificar y analizar todos los manantiales que se ubiquen dentro del área de influencia inmediata del Túnel. Dentro el análisis deberá incluirse: ubicación, caudal, calidad del agua y usos. Identificar posibles impactos y proponer las correspondientes medidas de mitigación. Analizar posibles impactos por abatimiento de dichos manantiales, debido a la construcción del Túnel
18	Equipo profesional mínimo que debería realizar el Estudio
	Biólogo(a)
	Geógrafo(a)
	Geólogo(a) Hidrogeólogo(a)
	Sociólogo(a)
	Otro: Ingeniero Civil

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (JUSTIFICACIÓN)

1.1 Introducción

Ante los excesos de agua en la época lluviosa del río Reventazón se pretende ampliar y modernizar la Planta Hidroeléctrica Cachí (P.A.M. P. H. Cachí) construyendo un túnel paralelo al actual, un tanque de oscilación, la tubería forzada y un edificio anexo a la casa de máquinas para albergar una unidad adicional. La Unidad 3 de la Planta, alimentada por la actual tubería forzada, sería conectada a la nueva tubería, alimentando cada túnel dos (2) unidades. La potencia instalada de la Planta se incrementará en 60 MW y la energía anual en 360 GWh; cada túnel descargaría un caudal máximo de 36 m^3/s, la potencia instalada total quedaría en 160 MW mientras que la energía anual sería de 1000 GWh. La toma de aguas actual posee una prevista para el nuevoTtúnel por lo que, al igual que la Presa, no requiere de ninguna obra adicional.

1.2 Ubicación

La Planta Hidroeléctrica de Cachí se ubica en la provincia de Cartago, entre los cantones de Paraíso y Jiménez, distritos Cachí y Tucurrique. Las comunidades del área de influencia ambiental directa o por donde pasará el trazado del nuevo túnel paralelo a una profundidad de 80 metros o más, son: Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel y El Congo, ésta última del distrito de Tucurrique.

En la Hoja Topográfica Istarú IGN, escala. 1: 50000, coordenadas planas 202-207 N / 558-564 E. (Figura N°. 1.1)

1.3 Información General

El presente Proyecto se encuentra en la cuenca del río Reventazón, la cual tiene un área de 765 Km^2 hasta el sitio de Presa. Entre las obras asociadas al Centro Productivo, está la Represa de Cachí, que es un embalse artificial construido por el ICE, que tiene una área de 326 hectáreas, en su mayor capacidad hídrica (diseño - inicial) almacenaba un volumen de 54 000000 m^3 (54 Hm^3). Esta obra se abastece de varios ríos de la zona, entre los cuales tenemos el Reventazón, Palomo y río Navarro.

Estos ríos tributarios se caracterizan por ser de gran arrastre de sedimentos, lo cual deposita en el embalse limos y materia orgánica procedentes de las zonas agrícolas altas de la provincia de Cartago, que debe ser limpiado una vez al año, para mantener su capacidad de almacenamiento y de esta manera garantizar la seguridad operativa de esta obra, la cual es de suma importancia para la satisfacción de la demanda energética del país y por ende de la estabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.

Esta planta fue construida por el Instituto Costarricense de Electricidad entre los años 1962-67, con una potencia inicial de 64 MW (dos unidades Francis de eje vertical). En el año 1978 se amplió la planta anexando una tercera unidad de 36,110 KW a la tubería de presión existente por medio de un bifurcador. La conducción tiene alrededor de 5,960 metros de longitud y 3.80 metros de diámetro interno. La tubería forzada tiene 470 m de longitud con un diámetro que varía de 2.90 a 2.80 m.; en los ramales el diámetro varía de 2.0 a 1.45 m de diámetro.

La capacidad instalada actualmente es de 108 MW, con una generación promedio anual de 657.47 GWh.

En el año 2004 se reemplazaron las dos unidades originales 1 y 2 ante el deterioro que mostraban sus componentes, por dos unidades de 36 MW cada una.

El caudal máximo de operación en la actualidad es 54-m^3/s, con pérdidas que ascienden a 43 mca (metros de columna de agua) en promedio, para una caída bruta de 220.6 m. La elevación máxima del embalse es 990 m.s.n.m., y la mínima 960 m.s.n.m. La restitución es a la cota 725 m.s.n.m. Con la construcción del presente Proyecto este caudal máximo sería aumentado en 18 m^3/s, con una redistribución de 36 m^3/s para cada túnel.

Es importante tener claro que estas son labores normales en una hidroeléctrica de éstas características con más de 40 años de operación con fines de aumentar su eficiencia, no se trata de un nuevo proyecto hidroeléctrico convencional. No obstante el ICE de forma pro-activa está tomando todas las consideraciones técnicas, legales y ambientales del caso, para cumplir con nuestras políticas institucionales y la legislación vigente.

Asimismo, las condiciones geológicas son conocidas y no se prevén impactos ambientales a destacar, pues las actividades constructivas son relativamente menores, en su mayoría subterráneas o en áreas muy cercanas a las obras existentes de propiedad de la Institución.

En este caso, el caudal de diseño seria de 36 m^3/s, el cual corresponde aproximadamente al caudal requerido por dos unidades para funcionar simultáneamente y bajo las condiciones de carga actuales, es decir 18 m^3/s para cada unidad.

El túnel de derivación tendría 5,950 metros de longitud hasta el tanque de oscilación, con un diámetro interno de 3.70 metros. La tubería de presión asociada tendrá un diámetro de 2.95 metros, con una longitud de 573 metros. El tanque de oscilación es del tipo de orificio restringido, su diámetro es de 8 metros y una altura de 87 metros. Dadas las condiciones topográficas, éste sería enterrado con su corona a la cota 1,016 m.s.n.m. Bajo estas condiciones la caída neta es de 243 metros, lo que permite una potencia de 76.64 MW para este túnel y una generación total en el Centro de Producción de 950.1 GWh. Por otro lado, al eliminar la conexión de la tercera unidad en el Túnel actual, se reducen las pérdidas en la conducción aumentando la energía en 36.7 GWh producto del nuevo enrutamiento del agua. Ello representaría un incremento de entre 53.2 MW y 292 GWh con respecto a la condición actual.

El impacto ambiental producido por accesos y líneas de transmisión son mínimos debido a que dichas estructuras ya existen, lo cual representa un aspecto positivo para la ampliación y modernización de la Planta.

Las escombreras se localizarían en las cercanías de los frentes de trabajo, en terrenos propiedad del ICE o arrendados para tal fin, se estima preliminarmente que el volumen total de escombros no excederá los 200,000 m^3.

En la Figura N°.1.1, se adjunta una Planta General de localización de las obras propuestas montadas sobre la base de la Hoja del I.G.N. Istarú, en escala 1: 50,000.

Figura N°.1.1

El Congo
Sabanillas - Tucurrique
San Miguel
San Jerónimo
Guatusito
Urasca
Cachí
RIO REVENTAZON
VENTANA B
SAN MIGUEL
Posible Futuro Acueducto
Sitio Perforación
TUNEL
RIO URASCA
EMBALSE
PRESA
TOMADO DE LA HOJA IGN ISTARU 1 : 50,000
ICE
PLANTA HIDROELÉCTRICA CACHÍ
PROYECTO AMPLIACIÓN CACHÍ
PLANTA GENERAL DEL PROYECTO
P. H. AMPLIACIÓN CACHÍ
PLANTA GENERAL

Cuadro N°. 1.1 Perfil Constructivo del Proyecto

Obra	Diámetro (M)	Longitud (M)	Observaciones
Presa			Se utiliza la misma estructura que además cuenta con una prevista para el segundo Túnel Se estará revisando y reparando la compuerta actual Se implementará un limpiarrejas en la estructura existente que sirva para el conjunto de tomas
Túnel	3.80	5960	Diámetro Terminado
Ventanas			Se utilizarán los emboquillados de las dos Ventanas existentes, denominadas Ventana A y Ventana B
Revestimiento			Concreto 50 cm. de espesor
Casa de Válvulas			Se construye una estructura junto a la Casa de Válvulas actual.
Tubería Forzada	2.90/280	470	Junto a la tubería actual que se utiliza para alimentar la Unidad 3 ya instalada y en operación y para suplir a la Unidad 4 a instalar.
Tanque de Oscilación	8.00	87	De orificio restringido, prácticamente todo el tanque será enterrado, sobresalen 4 m en superficie
Casa de Máquinas			1 turbina tipo Francis de 40 MVA, se realiza una ampliación de la estructura actual para ubicar la unidad 4.
Restitución			Se construye un estructura desfogue independiente de la tercera unidad que descarga al río Reventazón y no a la cámara de carga de la planta La Joya
Obras de transmisión			En principio las líneas actuales están capacitadas para el incremento de producción de Cachí. En cuanto a las obras de sub-estación, se construirá un modulo adicional e independiente para la cuarta unidad en una zona aledaña a la subestación actual

1.3.1 Obras temporales

Será necesaria la habilitación de varios caminos de acceso, principalmente el acceso a la Ventana A y al Tanque de Oscilación, sin embargo el trabajo más relevante será el del acondicionamiento de la Ventana B donde el camino actual deberá de ser modificado para lograr establecer áreas de trabajo.

Adicionalmente deberán construirse las redes de distribución eléctrica que le den energía a las obras, los ramales más importantes a desarrollar son los necesarios para alimentar la construcción del Tanque de Oscilación, las obras por la Ventana A y la Ventana B y la Casa de Válvulas.

Los campamentos centrales se estarán construyendo en el sitio de campamentos utilizado durante la construcción de las primeras fases de la Planta Cachí, sitio donde actualmente opera un vivero institucional. El sitio deberá ser acondicionado para poder hospedar a unos 360 trabajadores, además del personal administrativo que el proyecto requiera.

1.3.2 Información sobre la persona física o jurídica

Que con vista en la Sección de Personas del Registro Público, y según las citas dos mil nueve-veintidós mil novecientos trece uno-uno, **GRAVIN MAYORGA JIMÉNEZ,** mayor, casado una vez, ingeniero civil, cédula de identidad número uno- cuatro cientos cuarenta y tres- novecientos ocho, vecino de San José, San Francisco de Dos Ríos**,** es Subgerente del Sector Electricidad del **INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD** (entidad autónoma de este domicilio, con cédula jurídica cuatro- cero cero cero-cero cuarenta y dos mil ciento treinta y nueve), con facultades de **APODERADO GENERAL** conforme el artículo mil doscientos cincuenta y cinco del Código Civil, así como las de sustituir dichos poderes en todo o en parte, revocar sustituciones y hacer otras de nuevo, reservándose o no su ejercicio. Dicho poder se encuentra vigente. (Anexo N°.2)

1.4 Justificación técnica del proyecto

A raíz de la crisis energética en que se está nivel mundial con el incremento de los precios del barril de petróleo llegando en el año 2008 a la cifra record cercana a los $147 USD/ barril y al hecho de mantener una tasa de crecimiento de la demanda energética anual cercana al 5 % en nuestro país, lo que implicaría al 2009 la instalación adicional de una planta de 100 MW de potencia para el 2010, unido a la incertidumbre del comportamiento hídrico y al atraso de la entrada en operación de plantas hidroeléctricas importantes programadas dentro el plan de expansión de energía del país por causas complejas asociadas a los lineamientos políticos y de financiamiento en su mayoría de origen externo a esta Institución para los próximos 3 años (antes que entren a operar los proyectos señalados) como mínimo se va a requerir la disposición de plantas térmicas para la operación al 100 % de su capacidad durante las 24 horas, ante un escenario de un futuro cercano nada halagador todo lo contrario este tiende a ser más restringido ya que si bien los precios de los combustibles han entrado en un periodo de tendencia a la baja lejos de estabilizarse en esos niveles de cotización éstos tienden de nuevo a la alza

así como la posposición de los periodos de construcción de proyectos hidroeléctricos adicionales que contienen dentro sus diseño embalses que permiten el almacenaje de aguas de la estación lluviosa para ser utilizadas en la estación seca.

Ante la escasez de recursos económicos y la creciente crisis energética a nivel nacional descripta, la renovación de los equipos de generación de plantas hidroeléctricas y/o su ampliación se convierten en una opción para ampliar la capacidad instalada del Sistema Eléctrico Nacional (SIN) uno de éstos es el presente proyecto de modernización y ampliación del Centro de Producción Cachí, situado en los distritos de Tucurrique y Cachí, de los cantones de Jiménez y Paraíso respectivamente, provincia de Cartago. Desde su concepción, se previó la ampliación futura de la planta hidroeléctrica Cachí con un segundo Túnel, razón por la cual se dejó su prevista en la toma, y de igual forma se preparó el área destinada tanto al tanque de oscilación como a la tubería forzada. Actualmente y durante la época de lluviosa, la cantidad de agua vertida es cuantiosa por lo que la ampliación de la planta es una opción a considerar, dentro la presente crisis energética la cual se magnifica con la crisis económica a nivel mundial en que se está. .

1.5 Concordancia con el plan de uso de la tierra

Tanto la Municipalidad de Paraíso como la del cantón de Jiménez no poseen un plan de regulación territorial de las tierras bajo su jurisdicción.

En la actualidad el Órgano “Planificación Urbana de la Gran Área Metropolitana“ (PRUGAM) **contrató a la empresa consultora española IDOM,** ganadora de la licitación realizada, para la elaboración, actualización y homologación de los 31 Planes Reguladores de los Municipios de la GAM, en estos se encuentran el municipio de Paraíso, de la cual se esperaba contar con un primer documento para su revisión a finales del 2008.

El plan regulador es el instrumento legal con el que cuenta cada municipio para lograr el ordenamiento del territorio y definir las áreas según el tipo de actividades a desarrollar.

Al tratarse de una ampliación en una de las obras civiles asociadas al complejo del Centro de Producción Hidroeléctrico de Cachí, el cual cuenta con más de 40 años de estar operando en la zona y al hecho que se trata de una obra subterránea como es la excavación de un nuevo Túnel paralelo al actual en operación, se asume que no hay una discordancia con el uso actual que poseen esas tierras.

1.6 Área estimada del Proyecto y áreas de influencia

Ver Figura N°. 1.1

Área del Proyecto (AP): aproximadamente 50 hectáreas. (Incluye las escombreras)

Área de influencia ambiental directa (AID): 6 km^2. Se extiende a lo largo del trazado del nuevo Túnel en una franja de un Km de ancho con línea de centro el nuevo Túnel.

Área de influencia Indirecta (AII): Incluye la localidad de Sabanillas y el centro urbano del distrito de Tucurrique.

2 FASES DE DESARROLLO

2.1 Actividades a realizar en cada fase del proyecto

Las actividades a realizar en el ciclo de desarrollo del proyecto en estudio serán las siguientes:

A. Diseño básico
B. Ejecución del Estudio de Impacto Ambiental
C. Arranque del Pronóstico Plan de Gestión Ambiental (PGA)
D. Compra o Alquiler de Terrenos
E. Arranque de la Construcción
    a. Revisión de compuerta en sitio
    b. Desmontaje de compuerta para reparación
    c. Reparación de compuerta
    d. Instalación de compuerta
F. Preparación de escombreras
G. Campamentos
    a. Oficinas y bodegas
    b. Dormitorios y Comedor
H. Línea de distribución eléctrica
    a. Portal Ventana A
    b. Portal Ventana B
    c. Sitio de Presa
    d. Tanque de oscilación y tubería
    e. Casa de máquinas
I. Caminos de acceso
    a. Ventana A
    b. Ventana B
    c. Sitio de Presa
J. Tanque de oscilación y tubería
K. Túnel (3 frentes de excavación)
    a. Excavación
        i. Excavación Ventana A (300 m.)
        ii. Excavación Túnel 1 - Boca 1 (2000 m.)
        iii. Excavación Túnel 1 - Boca 2 (2038 m.)
        iv. Excavación Túnel II – Boca 1 (1942 m.)
        v. Excavación Ventana B (300 m)
    b. Revestimiento
        i. Instalaciones Revestimiento
        ii. Revestimiento
        iii. Túnel I (2000 m.)
        iv. Túnel II (2038 m.)
        v. Túnel III (1942 m.)
    c. Blindaje (300 m.)
    d. Inyección

    e. Limpieza
L. Tubería
    a. Excavación de trinchera
    b. Eliminación Pantalón Unidad 3
    c. Excavación Pozo- Túnel Bifurcador
    d. Construcción Tubería
        i. Montaje bifurcador
        ii. Montaje de tubería
M. Tanque de Oscilación
    a. Excavación de pozo
        i. Anillo de cimentación
        ii. Pozo (60 m.)
N. Blindaje
    a. Pozo (60 m.)
O. Casa de Máquinas
    a. Excavación general
P. Construcción electromecánica
    a. Edificio a nivel grúa viajera
    b. Montaje
    c. Pruebas finales
Q. Entrada en operación de IV Turbina
R. Labores de mantenimiento

2.2 Tiempo de ejecución:

Tiempo estimado de construcción 2 años

2.3 Flujograma de actividades

5 COMPRA O ALQUILER DE TERRENOS	115 días	12/03/2009	07/09/2009	28
6 ARRANQUE DE CONSTRUCCION	1 día	11/03/2009	12/03/2009	2;4;5;6
7 REPARACION COMPUERTA ACCESO A TUNEL	**127 días**	**15/09/2008**	**03/04/2009**	
7.1 Revision de compuerta en sitio	1 día	15/09/2008	16/09/2008	
7.2 Desmontaje de compuerta para reparacion	3 días	24/02/2009	27/02/2009	17
7.3 Reparación de compuerta	20 días	27/02/2009	31/03/2009	31
7.4 Instalación de compuerta	3 días	31/03/2009	03/04/2009	32
8 PREPARACION ESCOMBRERAS	1 día?	02/01/2008	02/01/2008	
9 CAMPAMENTOS	**120 días**	**04/08/2009**	**08/02/2010**	
9.1 Oficinas y bodegas	120 días	04/08/2009	08/02/2010	22;6;28;3
9.2 Dormitorios y Comedor	120 días	04/08/2009	08/02/2010	22;6;28;3
10 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	**83.82 días**	**04/08/2009**	**03/12/2009**	
10.1 Portal Ventana A	22 días	18/08/2009	18/09/2009	21;6;45;3
10.2 Portal Ventana B	22 días	01/10/2009	02/11/2009	21;39;46;3
10.3 Sitio de Presa	22 días	04/08/2009	04/09/2009	21
10.4 Tanque de Oscilación y Tuberia	22 días	02/11/2009	03/12/2009	21;40;47
10.5 Casa de Máquinas	22 días	04/09/2009	06/10/2009	21;41
11 CAMINOS DE ACCESO	**60 días**	**02/07/2009**	**01/10/2009**	
11.1 Ventana A	30 días	02/07/2009	18/08/2009	6;28;3
11.2 Portal Ventana B	60 días	02/07/2009	01/10/2009	6;28;3
11.3 Tanque de Oscilación y Tuberia	30 días	02/07/2009	18/08/2009	6;28;3
12 SITIO DE PRESA	200 días	22/03/2012	30/01/2013	6;5;13;14;82FF
13 TÚNEL (3 Frentes de Excavación)	**675 días**	**11/01/2010**	**15/11/2012**	
13.1 Excavación	**540 días**	**11/01/2010**	**01/05/2012**	
13.1.1 Excavación Ventana A (300 m)	60 días	11/01/2010	09/04/2010	15;16;18;39;45;2
13.1.2 Excavación Túnel 1 - Boca 1 (2000 m)	480 días	09/04/2010	01/05/2012	51
13.1.3 Excavación Túnel 1 - Boca 2 (2038 m)	431 días	09/04/2010	10/02/2012	55
13.1.4 Excavación Tunel 2 - Boca 1 (1942 m)	406 días	09/04/2010	05/01/2012	55
13.1.5 Excavacion Ventana B (300 m)	60 días	11/01/2010	09/04/2010	15;16;18;40;46;2
13.2 Revestimiento	**175 días**	**24/02/2012**	**15/11/2012**	
13.2.1 Instalaciones Revestimiento	40 días	24/02/2012	01/05/2012	52FF;53FF;54FF
13.2.2 Revestimiento	**105 días**	**01/05/2012**	**03/10/2012**	

13.2.2.1 Tunel 1 (2000 m)	57 días	01/05/2012	24/07/2012	57;52;5;19
13.2.2.2 Tunel 2 (2038 m)	58 días	10/07/2012	03/10/2012	57;53;61;5
13.2.2.3 Tunel 3 (1642 m)	47 días	01/05/2012	10/07/2012	57;54;5;19
13.2.3 Blindaje (300 m)	75 días	01/05/2012	20/08/2012	57;54;5;19
13.2.4 Inyección	100 días	24/05/2012	17/10/2012	59CC+15 días;61
13.2.5 Limpieza	20 días	17/10/2012	15/11/2012	63
14 TUBERÍA	**735 días**	**11/01/2010**	**22/02/2013**	
14.1 Excavación de trinchera	88 días	11/01/2010	28/05/2010	47;5;13;14;19;42
14.2 Eliminación Pantalon Unidad 3	15 días	28/05/2010	18/06/2010	66
14.3 Excavación Pozo-Tunel Bifurcador	60 días	18/06/2010	16/09/2010	67
14.4 Construcción de Tubería	**427 días**	**05/05/2011**	**22/02/2013**	
14.4.1 Montaje de bifurcador	80 días	05/05/2011	02/09/2011	20;23;66;81;68
14.4.2 Montaje de tuberia	120 días	20/08/2012	22/02/2013	20;23;62
15 TANQUE DE OSCILACIÓN	**120 días**	**06/01/2012**	**07/07/2012**	
15.1 Excavación de Pozo	**60 días**	**06/01/2012**	**03/04/2012**	
15.1.1 Anillo de Cimentación	20 días	06/01/2012	04/02/2012	42;47;5;16;54;27
15.1.2 Pozo (60 m)	40 días	04/02/2012	03/04/2012	74
15.2 Blindaje	**60 días**	**03/04/2012**	**07/07/2012**	
15.2.1 Pozo (60 m)	60 días	03/04/2012	07/07/2012	75;20
16 CASA DE MÁQUINAS	**779 días**	**28/11/2009**	**28/03/2013**	
16.1 Excavación General	5 mss	28/11/2009	28/05/2010	66FF;27
16.2 Construcción	**669 días**	**28/05/2010**	**28/03/2013**	
16.2.1 Edificio a nivel grua viajera	10 mss	28/05/2010	05/05/2011	79
16.2.2 Montaje	15 mss	02/09/2011	30/01/2013	81;70;25;26
16.2.3 Pruebas Finales	1 ms	22/02/2013	28/03/2013	82;77;71;64;11
17 FIN DE PROYECTO	1 día	28/03/2013	29/03/2013	83

2.4 Infraestructura a desarrollar

Obra	Diámetro (m)	Longitud (m)	Observaciones
Presa			Se utiliza la misma estructura que además cuenta con una prevista para el segundo Túnel Se estará revisando y reparando la compuerta actual Se implementará un limpiarrejas en la estructura existente que sirva para el conjunto de tomas
Túnel	3.80	5960	Diámetro Terminado
Ventanas			Se utilizarán los emboquillados de las dos Ventanas existentes, denominadas Ventana A y Ventana B
Revestimiento			Concreto 50 cm. de espesor
Casa de Válvulas			Se construye una estructura junto a la Casa de Válvulas actual.
Tubería Forzada	2.90/280	470	Junto a la tubería actual que se utiliza para alimentar la Unidad 3 ya instalada y en operación y para suplir a la Unidad 4 a instalar.
Tanque de oscilación	8.00	87	De orificio restringido, prácticamente todo el tanque será enterrado, sobresalen 4 m en superficie
Casa de Máquinas			1 turbina tipo Francis de 40 MVA, se realiza una ampliación de la estructura actual para ubicar la unidad 4.
Restitución			Se construye un estructura desfogue independiente de la tercera unidad que descarga al río Reventazón y no a la cámara de carga de la planta La Joya
Obras de transmisión			En principio las líneas actuales están capacitadas para el incremento de producción de Cachí. En cuanto a las obras de sub-estación, se construirá un modulo adicional e independiente para la cuarta unidad en una zona aledaña a la subestación actual

2.5 Fase de Construcción

Introducción

Ante los excesos de agua en la época lluviosa del río Reventazón se pretende ampliar y modernizar la Planta Hidroeléctrica Cachí (P. H. Cachí) construyendo un Túnel paralelo al actual, un tanque de oscilación, la tubería forzada y un edificio anexo a la casa de máquinas para albergar una unidad adicional. La *Unidad 3* de la *Planta*, alimentada por la actual tubería forzada, sería conectada a la nueva tubería, alimentando cada Túnel II unidades. La potencia instalada de la Planta se incrementará en 60 MW y la energía anual en 360GWh; cada Túnel descargaría un caudal máximo de 36 m^3/s, la potencia instalada total quedaría en 160 MW mientras que la energía anual sería de 1000 GWh. La toma de aguas actual posee una prevista para el nuevo Túnel por lo que, al igual que la Presa, no requiere de ninguna obra adicional.

2.5.1 Información Básica

Actualmente se cuenta con la información hidrológica. Es una de las cuencas del país que cuenta con mejor instrumentación y registros, gracias a los varios proyectos hidroeléctricos que el ICE ha construido en ella desde 1965. Adicionalmente se cuenta con alguna topografía levantada a lo largo de los años desde el inicio de la construcción original de la Planta.

En la Figura N° 1.2 se muestra un dibujo de la sección típica del nuevo Túnel a excavar

Figura N°. 1.2 Sección del Túnel a construir

Para efectos de contemplar diferentes alternativas de excavación del nuevo Túnel se consideró incorporar dentro de la descripción del proceso constructivo dos posibles opciones que se disponen en el marco tecnológico actual, si bien existen grandes posibilidades que escoja la primera de ellas: Sistema de Inyección al Avance (opción A) por ajustarse más a las condiciones operativas allí preexistentes (Túnel paralelo en operación) se ha considerado las posibilidades de contar con otra opción (B) que sería empleando una Máquina Tuneladora conocida también con las letras TBM.

Como fue mencionado en los diferentes foros o reuniones que se efectuaron de participación abierta con las comunidades del área de influencia ambiental del proyecto a largo del proceso de ejecución del presente EIA, lo que se ha evaluado desde un principio es irse por la opción (A) que reduciría el riesgo de una mayor infiltración de agua hacia el Túnel lo que ayudaría a reducir el secado temporal de algunos de los manantiales ubicados a lo largo de su trazado; la opción B aumentaría ese riesgo pero los impactos a esperar serían los mismos que se provocarían con la primera, a diferencia que presentarían una mayor intensidad, a pesar que está última opción goza de menos posibilidades de ser seleccionada dentro el plan de gestión ambiental (PGA) del presente EIA se consideró el escenario de excavación más severo a la hora de formular las respectivas medidas ambientales de tal manera que sin importar la opción seleccionada se cuente con la certeza y la seguridad de poder cubrir con los requerimientos de amortiguación que exigirían los impactos allí identificados incluyendo una eventual ruptura en el suministro continuo del agua en el sistema de acueductos de la zona.

2.5.1.1 Excavación del Túnel

Opción A

Sistema de excavación con inyección al avance

Dadas las condiciones que se tienen para la construcción de nuevo Túnel del P.A.M. P. H. Cachí se debe establecer un método constructivo que garantice dos aspectos, el primero de éstos es que las condiciones de presión que tiene el Túnel ya construido se mantengan para que no se afecte su régimen de operación y la planta actual pueda seguir produciendo durante la fase de ampliación y el segundo aspecto a garantizar es que el impacto en los niveles freáticos sea el mínimo posible. Esto no se puede lograr con un sistema constructivo tradicional con drenaje al avance, más bien en este caso lo que se plantea es desarrollar un sistema de avance con inyecciones de cemento que aumenten la impermeabilidad del medio rocoso y a su vez ayuden a mejorar la condición geo-mecánica de los materiales a excavar.

El proceso a desarrollar consiste en establecer una plantilla de perforación a todo lo largo del perímetro de la sección de excavación, la cantidad de huecos por plantilla dependerá de la calidad del material pero al menos se puede pensar que para este Túnel se tendrán que realizar entre 10 y 12 perforaciones como mínimo. La Figura Nº 1.3 muestra una plantilla típica de perforación, en este caso utilizada en el Túnel del P. H. Pirrís.

Figura N°.1.3

La longitud de cada perforación será de 15 m. y se perforan con una apertura hacia el macizo de manera que se produzca una ampliación del cono de tratamiento. Estas perforación son utilizadas para poder inyectar lechada de cemento a presión, la presión utilizada dependerá de las condiciones especificas de cada tramo de Túnel, pero en este Túnel deberá estar entre 20 y 30 kg/cm2. La lechada penetrará en las diferentes fisuras del medio rocosa reduciendo la infiltración de agua y de paso mejorando la condición geo-mecánica de la roca. La Figura Nº 1.4 muestra un esquema de la configuración de una zona tratada.

Una vez finalizado el tratamiento de la sección de 15 m. se procede a dar tiempo de fragua y posteriormente se realiza el trabajo de excavación, en este caso la distancia a avanzar será de 10 m. en ciclos de avance de 2 a 3 m. de longitud. Posterior a que se excaven los 10 m. se procede a repetir el ciclo de perforación e inyección en otro nuevo tramo de 15 m., el proceso se repite en forma sistemática. Como se puede observar al leer los párrafos anteriores, siempre se dejará una zona de 5 m. tratada pero sin excavar, esto para mantener siempre una zona de seguridad en el proceso de excavación y que no se produzca un flujo de agua y material a alta presión en el interior del Túnel.

Figura N°.1.4

Este procedimiento ya ha sido probado en los Túneles del P. H. Pirris y Toro III con éxito, en el caso de Toro III se logró cruzar por debajo del río Toro Amarillo con una cobertura muy baja, inferior a 20 metros teniéndose al final una infiltración muy baja. En el caso del P. H. Pirris, el proceso de inyección permitió excavar el último tramo de Túnel con una cobertura de más de 800 m. y con una presión superior a los 60 kg/cm2.

Opción B

Sistema de excavación con Maquina Tuneladora (TBM)

Una alternativa que puede ser usada para la excavación del Túnel del Proyecto Ampliación Cachí, es mediante el uso de una máquina tuneladora adaptada a las condiciones geomecánicas del sitio. Este sistema a diferencia del sistema de perforación y voladura (Drill and Blasting) requeriría de un solo frente de trabajo y debe ser excavado desde aguas abajo hasta aguas arriba, para ello, el único sitio posible para el ingreso de la máquina tuneladora es a través del pozo del tanque de oscilación, la extracción de la máquina tuneladora deberá hacerse por el mismo sitio por lo que supone el desarme de la cabeza perforadora en el interior del Túnel.

Figura N° 1.5

En este caso la máquina que debe ser usada en una máquina de doble escudo, la cual está diseñada para atravesar medios geológicos difíciles. La excavación se realiza con los rodillos de corte ubicados en la cabeza perforadora la cual gira a gran velocidad y presionando la roca de la cara del Túnel, esto tritura la roca en pequeños fragmentos los cuales son recogidos a través de una serie de ductos y enviados al interior de la cabeza donde una banda transportadora los envía hasta la superficie. Conforme se realiza el corte de la roca y se avanza en el Túnel, la tuneladora está equipada con un sistema de instalación de dovelas de concreto, estas van asegurando el terreno recién excavado y además las mismas dovelas se convierten en el revestimiento definitivo.

Figura N° 1.6

Figura N° 1.7

El contacto entre las dovelas y el terreno es llenado mediante la colocación de gravilla, la misma es inyectada con lechada u otro producto impermeabilizante con el fin de reducir la infiltración de agua del macizo al Túnel.

Con este equipo existe el riesgo de que la infiltración hacia el Túnel afecte las diferentes nacientes que se ubican en superficie en forma temporal, las mismas se pueden recuperar una vez que el proceso de excavación finaliza y el Túnel entra en operación. Por otra parte, la excavación con TBM, reduce el riesgo de vibraciones sobre el Túnel existente y hacia la superficie, este sistema puede reducir significativamente el periodo de excavación y revestimiento en comparación con el sistema convencional, sin embargo la dificultad radica en lograr conseguir un equipo en el mercado de alquileres que se adapte a los requerimientos del proyecto.

La excavación con una máquina tuneleadora también implica una concentración de maquinaria y recursos en un punto específico y a una mayor intensidad, en este caso en la zona del tanque de oscilación. Esta concentración se debe a que el método de excavación con TBM puede llegar a ser 5 veces más rápido que el convencional. Uno de los aspectos relevantes en este sistema es el uso de dovelas, este material específico requiere de áreas importantes para su almacenamiento temporal y implica un tráfico de camiones plataforma importante, el movimiento se da desde el sitio de fabricación hasta los sitios de almacenamiento y luego hasta el Túnel. El avance en el frente de excavación está totalmente ligado a suministro de dovelas.

Figura N° 1.8

Figura N° 1.9

Obras temporales

Será necesaria la habilitación de varios caminos de acceso, principalmente el acceso a la Ventana A y al Tanque de Oscilación, sin embargo el trabajo más relevante será el del acondicionamiento de la Ventana B donde el camino actual deberá de ser modificado para lograr establecer áreas de trabajo.

Adicionalmente deberán construirse las redes de distribución eléctrica que le den energía a las obras, los ramales más importantes a desarrollar son los necesarios para alimentar

la construcción del Tanque de Oscilación, las obras por la Ventana A y la Ventana B y la Casa de Válvulas.

Los campamentos centrales se estarán construyendo en el sitio de campamentos utilizado durante la construcción de las primeras fases de la Planta Cachí, sitio donde actualmente opera un vivero institucional. El sitio deberá ser acondicionado para poder hospedar a uno 360 trabajadores, además del personal administrativo que el proyecto requiera. Manteniendo las actuales instalaciones del vivero forestal en operación

Las instalaciones de oficinas y de almacenes serán construidas en la colindancia del edificio que ocupa actualmente la casa de máquinas de la P. H. Cachí en terrenos propiedad del ICE.

Procesos de la fase constructiva

Proceso de Diseño final: en esta etapa se desarrollan los diseños finales para la construcción de las obras principales. El Diseño final se debe tener listo en el año 2009, sin embargo en el caso del revestimiento final del Túnel, el diseño definitivo se concluye una vez que se haya concluido el proceso de excavación o bien cuando este ya alcance un avance importante, lo mismo sucederá con los diseños para la inyección final de la conducción.

Proceso de planificación: Se desarrolla previo a los trabajos constructivos y consiste en determinar la metodología constructiva a aplicar en cada obra y determinar una serie de electos claves para el desarrollo de las obras. Se determinan los equipos necesarios, la cantidad y tipo de personal que se requiere, el plan de compras para el proyecto, se establecen las estrategias de alimentación y hospedaje y se hace una valoración de los servicios que se requieren y las posibles fuentes de suministro y se determinan las necesidades para cumplir con lo establecido en el PGA. En este proceso se tiene mucho trabajo de oficina, sin embargo se requiere hacer una fuerte trabajos de identificación de los posibles proveedores en la zona de algunos servicios. Se tiene los primeros contactos con los vecinos de las obras y es frecuente pedir algunos permisos para realizar algunas mediciones topográficas, en este proceso se define el Plan de ejecución del Proyecto.

Proceso de habilitación de servicios básicos: Una vez establecido el Plan de Ejecución del Proyecto, las primeras actividades se concentran en habilitar los servicios básicos, agua potable, agua para operación de obras, servicios eléctricos, servicios de telecomunicaciones, construcción de campamentos y caminos de acceso. Al final de este proceso se espera

Proceso de realización de obras: en este proceso se desarrollaran las obras principales del proyecto, a saber, el Túnel de conducción, la Casa de Válvulas, la Tubería Forzada, Ampliación Casa de Máquinas y restitución y las obras de compensación y mitigación que deben ser implementadas. El desarrollo de estas obras supone la mayor cantidad de recursos del proyecto y en esta etapa se alcanza el pico de personal contratado.

2.5.2 Equipo y materiales a utilizar

2.5.2.1 Materiales a utilizar

Por el tipo de proyecto, es claro que se utilizarán una gran cantidad de tipos de materiales, sin embargo los mismos se pueden englobar en las siguientes categorías:

- Combustibles y lubricantes
- Tintas, pinturas y diluyentes
- Alimentos y bebidas
- Materiales y productos metálicos
- Materiales y productos minerales y asfálticos
- Madera y sus derivados
- Materiales y productos eléctricos, telefónicos y computo
- Materiales y productos vidrio
- Materiales y productos plásticos
- Herramientas o instrumentos

2.5.2.1.1 Combustibles y lubricantes

Estos se refieren a los combustibles que se requieren para la operación de la maquinaria y vehículos del ICE o alquilados que se utilizan en los diferentes procesos constructivos, a saber, excavaciones a cielo abierto, obras subterráneas, obras civiles, montajes e instalaciones provisionales, el principal consumidor sin duda será la maquinaria de excavación utilizada en el Túnel y a la flotilla de vehículos del proyecto. En estos momentos no es posible determinar si el combustible se suplirá en las Estaciones de servicio de la zona o si se construirá una estación de almacenamiento en el plantel central como se ha hecho en otros proyectos, lo anterior ocurre porque se requiere valorar la existencia de varias estaciones en la comunidad de Paraíso. Sin embargo en cualquiera de las opciones se requiere de traslado de combustible en pequeñas tanquetas hacia los sitios de obra para la recarga de equipos, para lo cual se hará necesario de disponer de alguna zona de maniobra.

En el caso de los lubricantes estos se utilizarán para el mantenimiento de los equipos y las actividades de lubricación se realizarán en los talleres del plantel central o en talleres menores ubicados en obra

2.5.2.1.2 Tintas, pinturas y diluyentes

En este grupo se tiene las pinturas y diligentes utilizados durante la construcción de campamentos cuya cantidad es relativamente baja y las pinturas especiales que se requieren para el acabado de obras como la tubería forzada. Cabe indicar que si bien es cierto en obra se utilizaría una cantidad importante la mayoría se ocuparía en la fábrica de tubería ubicada en La Garita.

2.5.2.1.3 Alimentos y Bebidas

Este tipo de material se refiere a los productos que se requieren para producir la alimentación necesaria para las cuadrillas de trabajo de los diferentes frentes, esto hace necesario la construcción de un centro de producción central en el campamento principal y de comedores satélites en las obras. La mayor cantidad de trabajo se genera en las obras subterráneas debido a que laboran 24 horas al día.

2.5.2.1.4 Materiales y productos metálicos

Este tipo de materiales son uno de los más importantes, se refieren a todos los materiales de acero y otros metales que se requieren para la construcción de obras definitivas o para la elaboración de piezas para los equipos utilizados. Dentro de las obras de mayor consumo están los campamentos, principalmente aquí se utiliza piezas tipo RT, acero de refuerzo, láminas de hierro para techos, tornillería y clavos, además de algunos tipos de tubería de HG y malla tipo ciclón. El Túnel también requieren estos productos en forma intensa, aquí predomina el uso de láminas de acero de diferentes espesores, vigas del tipo WF o H, malla electrosoldada, pernos de anclaje de acero, acero de refuerzo, este último de mucho uso durante el revestimiento, y tuberías de acero liviano para transporte de agua y aire. Se tiene un gran consumo de laminas de acero en la construcción de la tubería forzada y un consumo importante aunque menor en la construcción de la Casa de Máquinas.

2.5.2.1.5 Materiales y productos minerales y asfálticos

Principalmente se refieren al cemento y los agregados utilizados en la construcción de las obras, se estima preliminarmente que se ocuparan unos 85000 m^3 de concreto en este proyecto, uno de los más importantes consumidores será sin duda el Túnel con alrededor de 60 000 m^3. Se estima un consumo de cemento de 29 750 toneladas de cemento. No se espera una gran utilización de mezcla asfáltica, salvo la necesaria para la reparación y mejoramiento de los caminos ya existentes.

2.5.2.1.6 Madera y sus derivados

La madera principalmente será utilizada para la construcción de campamentos y en una menor cantidad en el uso de formaletas especiales en las obras de Casa de Máquinas.

Principalmente se trata de piezas de madera de 1x2, 1x3, 1x4, 2x4, 2x6, 4x4 y tablas de 1x12 y 1x10, laminas de plywood y algunas laminas de madera contrachapada.

2.5.2.1.7 Materiales y productos eléctricos

Uno de los materiales de mayor utilización ya que se requieren en la construcción de líneas de alimentación eléctrica, en los sistemas par la red de infocomunicación requerida durante la construcción y para el cableado de todos los equipos que operaran en forma permanente en la nueva unidad de la Planta Cachí. Estos materiales van desde cable en diferentes calibres, transformadores, lámparas, interruptores hasta pequeños integrados utilizados en los sistemas electrónicos de los equipos de construcción.

2.5.2.1.8 Materiales y productos de vidrio

Se refiere específicamente a los materiales de vidrio utilizados en los ventanales de los edificios tanto transitorios como permanentes del proyecto, Además de algunos artículos necesarios en las líneas eléctricas como aisladores.

2.5.2.1.9 Materiales y productos de plástico

El principal material utilizado son las tuberías del tipo PVC de diferentes diámetros, las mismas se utilizan para los sistemas de agua potable y alcantarillado de los campamentos e instalaciones permanentes aunque también son utilizados en el proceso constructivo para la construcción de drenajes, soporte de perforaciones. Además se incluyen en esta categoría los materiales plásticos utilizados para almacenamiento, por ejemplo baldes, bolsas o estañones plásticos. También se incluyen materiales o productos de plástico utilizados en la operación, transporte y consumo de alimentos.

2.5.2.1.10 Herramientas e instrumentos.

En esta categoría se consideran todos las herramientas de construcción que se requieren para el desarrollo del proyecto, van desde herramientas elementales como martillos, palas y serruchos hasta instrumentos de medición sofisticados utilizados en los talleres mecánicos y eléctricos y en los laboratorios.

2.5.2.2 Rutas de movilización del equipo

Si bien es cierto este tipo de proyectos provocan una gran movilización de materiales y equipos desde diferentes lugares del país, las rutas de mayor utilización serán la ruta 10 entre Cartago y Paraíso, la ruta 225 en dos tramos principalmente, entre Paraíso y la Presa de la Planta Cachí y entre la Presa y la zona de Casa de Máquinas en la

comunidad del Congo, también aunque en menor grado se utilizará la ruta 226 entre la comunidad de Río Macho y Cachí.

Uso de la ruta 10

Esta ruta sería muy utilizada principalmente por vehículos de trasporte pesado ya que por esta ruta se tendrá el suministro de los principales materiales para la construcción, en especial el cemento, en el caso que la excavación del Túnel se hiciera con la TBM para el transporte de las dovelas. Sin duda también se utilizará para la entrega del equipo electromecánico donde se espera que las cargas más importantes estén entre las 30 y las 40 toneladas. Se esperaría una mayor utilización en el arranque del proyecto, y hacia el final de las obras, específicamente con el arranque del montaje electromecánico y las obras de revestimiento e inyección del Túnel principal.

Uso de la ruta 225

Al igual que la ruta 10, será muy utilizada para el transporte de maquinaria y materiales principales en especial el tramo entre Paraíso y la zona del sitio de Presa Cachí, específicamente al sitio de campamento principal ubicado a unos 600 m del cruce hacia la comunidad de Urasca. Sin embargo el tramo de esta misma ruta entre el campamento principal y la zona de Casa de Máquinas en el Congo tendría una utilización más intensa por parte del proyecto ya que sería la ruta de transito diario del personal en obras y de los suministros menores que se requieren transportar para la ejecución de los trabajos. Cabe indicar que en el sitio denominado Ventana B ubicada 3 kilómetros antes de la zona de Casa de Máquinas Cachí. Se tendría un importante centro de trabajo relacionado con la construcción del Túnel, cerca de este lugar estaría ubicándose la escombrera principal por lo que se tendría un tránsito moderado de vagonetas de 12 m^3. Por la metodología de excavación no se tendrán avances diarios significativos por lo que el volumen de transporte diario no supera los 100 m^3, unos 8 viajes de vagoneta al día. Cabe destacar que esta ruta si tendría transito por las noches dado que durante la excavación del Túnel y el revestimiento se estará laborando 24 hora al día, por la urgencia del proyecto es posible que esta condición se de al menos uno de cada dos domingos.

Uso de la ruta 226, esta ruta entre la zona de Río Macho y Cachí se utilizaría en forma discreta ya que su uso sería principalmente para el transporte de personal y como ruta alterna de vehículos livianos en caso de problemas en la ruta 225. Lo anterior debido a que esta ruta tiene limitaciones para el paso de vehículos pesados a la altura del puente sobre el río Palomo.

Figura Nº 2.5.1

Ubicación de Campamento, Ventana A y Ventana B

2.5.2.3 Frecuencia de movilización

Es difícil poder determinar en forma exacta la cantidad de movimientos que se tendrán en las rutas antes mencionadas, sin embargo si se puede indicar aquellos periodos en que se estima una intensificación de los flujos.

Durante el año 2009, en especial en el último semestre de ese año y en el primer semestre del 2010 se tendrá una movilización importante de equipos y materiales, esto porque los procesos de compra más importantes se llegarán a culminar y la gran cantidad de materiales y equipos llegaran al proyecto. En especial a las bodegas ubicadas en el plantel central cerca de la Presa Cachí. Para el resto del año 2010, si bien es cierto habrán empezado obras importantes como la excavación del Túnel, los flujos no serán tan intensos, básicamente se concentrará el movimiento entre el sitio de Presa y la Casa de Máquinas de Cachí, aquí se tendrán alrededor de unos 8 viajes de vagoneta al día, además de movimientos de vehículos livianos de transporte de personal y materiales. En este último caso las horas de mayor tránsito se concentrarán entre las 5:00 y 7:00 la

mañana y las 4:30 y 6:30 en la tarde. Durante el día se podrán movilizar varios vehículos tipo pick up de 1 y 2 toneladas.

Para finales del 2011 y durante el año 2012 se tendrá un flujo más intenso ya que en paralelo se estará construyendo el revestimiento del Túnel, la tubería forzada y la parte más intensa de los montajes en la Casa de Máquinas, aquí posiblemente el flujo más importante lo produzca el suministro de cemento, unas 5 pipas podrán viajar durante el día. En este mismo periodo, el transporte de las tuberías de acero provenientes de la zona de Alajuela también será importante, aquí se pueden esperar de 8 a 10 viajes por semana utilizando tanto la ruta 10 como la 225. Para este periodo e transporte de personal y de suministros menores entre el plantel central y la Casa de Máquinas también se producirá con mayor intensidad, principalmente al inicio y final de la jornada diurna. Se puede esperar tener una flotilla de unos 30 vehículos entre los de tipo rural, pick up de 1 y 2 toneladas y busetas y autobuses para transporte de personal.

Sobre los horarios especiales, es importante indicar que durante el revestimiento e inyección del Túnel se estará laborando las 24 horas del día y un domingo cada dos semanas por lo que el tránsito de vehículos livianos en la madrugada se estará produciendo, sin embargo se trata a lo sumo de 4 a 6 unidades. En cuanto a maquinaría salvo las pipas de cemento (1 o 2 en la noche), solamente se podría movilizar automezcladoras entre la planta de concreto ubicada en Casa de Máquinas y la Ventana B. aquí el flujo si puede ser importante de 3 a 4 unidades por hora durante las coladas de concreto

2.5.2.4 Mapeo de rutas más transitadas por el efecto del proyecto, incluyendo los accesos

Figura N° 2.5.2

EIA PROYECTO
MODERNIZACIÓN - AMPLIACIÓN P.H. CACHÍ

RUTAS A UTILIZAR

Ruta 1
(Trasiego de cemento)
Distancia : 6.73 Km.

Ruta 2
(Trasiego de cemento - equipo - agregados y personal)
Distancia : 23.66 Km.

Ruta 3
(Trasiego de cemento - equipo - agregados - personal y concretos)
Distancia : 5.23 Km.

Ruta 4
Opciones alternas
Distancia : 21.02 Km.

Solicitó: Geóg. Rogelio Zeledón U.
S.I.G. Luis Fdo. Artavia A.
Noviembre, 2008

Fuentes : I.G.N. Hojas 1:50.000
Istarú - Tapantí - Tucurrique

2.5.3 Necesidad de recursos en esta fase

2.5.3.1 Agua

En este sentido se tienen dos requerimientos importantes, se requiere de agua potable para el personal del proyecto y agua de trabajo para la operación de los equipos y la ejecución de los trabajos.

Agua Potable

El principal requerimiento se establecerá en el plantel central ubicado en la zona de la Presa del proyecto. El agua potable es fundamental para la operación del comedor y el consumo normal del personal que laborar y descansa en estas instalaciones. En el plantel la fuente de agua requerida deberá suplir un caudal de aproximadamente 4 l/s. en los sitios de obra se tendrá que suplir al personal de agua potable, sin embargo el consumo es mucho menor y normalmente se envía en recipientes adecuados desde el plantel central, normalmente en estos sitios el requerimiento de agua potable es de 0.20 l/s. En el caso del Proyecto Ampliación Cachí (P. A. Cachí) se tendría este requerimiento en cinco frentes, a saber, Ventana A, Ventana B, Tanque de Oscilación, Tubería Forzada y Casa de Válvulas.

Agua empleada en labores constructivas.

El agua de trabajo resulta muy importante para el desarrollo de las obras, se prevé tres sitios de alto consumo, la Ventana A y la Ventana B, esto producto del proceso de excavación del Túnel y el posterior revestimiento e inyección. En el caso de la excavación se requiere un sistema de suministro de agua para el uso eficiente de los Jumbos perforadores, las perforadoras manuales, para la preparación de concreto y de lechada de inyección y para procesos específicos como el rocío de escombros de voladura y la limpieza de paredes y piso de excavación. Posteriormente durante el revestimiento se tiene un alto consumo en los proceso de limpieza, debe recordarse que se está planteando un sistema de avance con impermeabilización por inyección por lo que es muy probable que en varios tramos se utilice agua para el proceso de curado del concreto. Cada uno de estos frentes puede llegar a ocupar un suministro de 2 a 3 l/s.

Otro sitio de alto consumo será la planta de concreto ubicada en el sector de Casa de Máquinas, aquí el proceso de fabricación ocupa un suministro de al menos 3 l/s. Cabe destacar que tanto en la planta de concreto como en los frentes antes mencionados normalmente se utilizan depósitos de almacenamiento, esto para poder tener suministro si la línea de agua falla o si por efecto de la lluvia la misma no puede ser utilizada, esto porque si bien es cierto no se requiere agua potable si debe reunir cierto nivel de calidad.

Con el objetivo de conocer la calidad de las aguas en las potenciales fuentes de aprovechamiento identificadas en la zona de influencia del proyecto se realizo un muestro y análisis de las aguas en 10 posibles sitios de captación de aguas a saber:

N^{o}. Sitio	Lugar
1	Tanque Desarenador que se dirige a Patalillo
2	Tanque Distribución Urasca a bajo
3	Tanque arriba Guatusito
4	Tanque La Parada
5	Naciente Finca laderas del Cerro Doán
6	Tanque de San Miguel
7	Tanque parcelas San Miguel
8	Tanque Sabanilla
9	Tanque principal de Tucurrique
10	Tanque El Congo

La selección de los sitios anteriores se efectuó con un doble propósito: el primero de ellos sería abastecer las necesidades de agua en los diferentes frentes de trabajo del Proyecto y el segundo estaría relacionado con las medidas preventivas que el ICE ha evaluado ante un escenario severo de abatimiento del nivel freático provocado por la excavación del Túnel que ponga en riesgo la continuidad del abastecimiento del agua en las zona tanto para consumo humano como para el sector agropecuario.

Además prevaleció el criterio de contar con fuentes hasta sea permitido independientes al sistema de acueductos local con el fin de evitar el uso compartido con las fuentes que actualmente están siendo utilizadas por las comunidades en ubicadas en el área influencia ambiental directa del proyecto en estudio.

Este trabajo fue contratado al Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Sociales. Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología de la Universidad Nacional de Costa Rica, esto con fin de arrogar resultados imparciales de lo allí acontece en cuanto a la calidad de las aguas actualmente aprovechadas para el consumo humano (Anexo N°. 3.)

A continuación se presentan los resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de las aguas en los sitos señalados de las muestras obtenidas el 25 de setiembre de 2008, **en cuanto a residuos de Plaguicidas todas las aguas dieron no detectables en los 10 sitios muestreados**.

Cuadro Nº. 2.5.1 Resultados Físico – Químicos

Análisis	Unidades	Nuestra. Nº.1	Nuestra. Nº.2	Nuestra. Nº.3	Nuestra. Nº.4	Nuestra. Nº.5	Nuestra. Nº.6	Nuestra. Nº.7	Nuestra. Nº.8	Nuestra. Nº.9	Nuestra. Nº.10
pH (25°c)	± o,o4	7,44	7,20	5,94	6,39	7,38	7,12	7,05	7,58	7,54	7,38
Conductividad	µS/cm	89±8	130±8	49±8	125±8	61±8	88±8	72±8	151±8	164±8	185±8
Turbiedad	UNT	0,46±0,03	0,15±0,03	0,10±0,03	0,18±0,03	0,08±0,02	0,43±0,03	0,20±0,03	1,26±0,05	0,29±0,03	0,51±0,02
Cloruro	mg/L	1±1	2±1	6±1	2±1	1±1	2±1	2±1	1±1	2±1	1±1
Sulfato	mg/L	<2	3±1	<2	2±1	<2	<2	<2	4±1	<2	3±1
Nitrato	mg/L	<2	3±2	2±2	3±2	<2	<2	2±2	<2	2±2	2±2
Alcalinidad	mg/L	54±2	72±2	32±2	58±2	32±2	54±2	40±2	86±2	99±2	103±2
Dureza Total	mg/L	43±1	65±1	22±2	71±1	31±1	45±1	39±1	72±1	114±2	82±1
Dureza Cálcica	mg/L	26±1	37±1	12±1	41±1	20±1	26±1	22±1	47±1	80±1	61±1
Sodio	mg/L	4,1±0,2	6,0±0,2	4,7±0,2	5,4±0,2	3,8±0,2	5,0±0,2	4,0±0,2	8,0±0,3	7,1±0,3	11±1
Potasio	mg/L	1,19±0,08	2,36±0,08	0,58±0,08	1,81±0,08	1,19±0,08	0,83±0,08	0,82±0,08	1,76±0,08	1,65±0,08	1,09±0,08

En acuerdo resultados fisicoquímicos todas las muestras cumplen y presentan un valor normal para agua potable en su mayoría son muy bajos y cumplen con la norma, excepto para el pH de las muestras N° 3.y N° 4. Para lo cual es mejor inspeccionar los tanques y posteriormente repetir los análisis para confirmar.

Cuadro N° 2.5.2 Análisis Microbiológicos

Análisis	Unid	Muestra N°1.	Muestra N°2.	Muestra N°3.	Muestra N°4.	Muestra N°5.	Muestra N°6	Muestra N°7	Muestra N°8	Muestra N°9.	Muestra N°10.
Coliformes totales	NMP /100 mL	1600	< 2	< 2	49	7	130	49	920	540	49
Coliformes fecales	NMP /100 mL	23	< 2	< 2	2	< 2	5	8	170	540	11

La norma para coliformes fecales es ausente o negativa. En los reportes un valor < 2 significa no detectable interpretado como negativo. De las muestras analizadas sólo la 2, 3,y 5 cumplen con la norma para coliformes fecales. El resto presentan problemas principalmente la 8 y 9.

Resumiendo entre los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, apegándose al reglamento, solos las muestras 2 y 5 estarían en regla para ambos.

A raíz de los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos en los sitios de muestreo N°. 8 y N°.9 se mando a repetir la toma de muestras en éstos agregando un sitio nuevo que es el tanque en se unifican las tomas de Palmichal sitio N°.11 (Tomas construidas por el P. H. La Joya) ese último muestreo se efectuó el 10 de noviembre 2008.

Análisis	Unidades	Nuestra N°.8	Muestra N°.9	Muestra N°.11
Coliformes totales	NMP /100 mL	540	5	4
Coliformes fecales	NMP /100 mL	< 2	< 2	< 2

2.5.3.2 Energía eléctrica

Durante la construcción del P. A. Cachí se tendrán seis bancos importantes de suministro de energía eléctrica. Estos bancos se ubican en el Plantel Central cerca del sitio de Presa, la Ventana A, la Ventana B, el Tanque de Oscilación, la Tubería Forzada y la Casa de Máquinas. Los dos centros de mayor consumo serán los frentes de excavación de Túnel con bancos de transformación de 1.5 megavatios de potencia. Los frentes de Casa de Máquinas, Tubería Forzada y Tanque de Oscilación tendrán bancos de transformación de 1.0 megavatios de potencia y el sitio de campamento un banco de transformación de 500 kilo vatios. Si bien es cierto, la potencia instalada es de 6500 megavatios, la utilización no es sostenida durante las 24 horas, existen diferentes factores de uso, según el proceso que se tenga que se esté desarrollando, se puede decir que se podría hacer uso en forma simultánea de unos 4700 megavatios de potencia.

2.5.3.3 Alcantarillado

Por tratarse de obras temporales, normalmente se desarrollan sistemas de manejo de aguas servidas locales. En el plantel central se espera atender la zona de campamentos mediante sistemas de tanque séptico, en cuanto a las aguas servidas del comedor se espera establecer un sistema de trampas de grasa, sedimentadores y un biofiltro al final del proceso de manera que las aguas que se lleven a un cuerpo de agua permanente estén dentro de los parámetros establecidos.

En el caso de las obras, se utilizarán sistemas locales para las baterías de servicios sanitarios y se implementaran sistemas de retención de sedimentos en los frentes de excavación de Túnel, no se prevé la instalación de comedores de producción en estos frentes por los que no se ocupara un sistema de tratamiento para las aguas de producción.

2.5.3.4 Vías de acceso

Tal y como se indica en los puntos 1.2 y 1.3 de este documento, las principales vías que se utilizarán corresponden a las rutas naciones número 10, 225 y 226, aunque se hará uso de caminos internos dentro de las propiedades del Instituto Costarricense de Electricidad, debidamente habilitados para el proceso constructivo. Las rutas de mayor tránsito vehicular será la ruta 10 y la 225, siendo los años 2011 y 2012 los de mayor volumen de trabajos ya que se concentrarán obras como la tubería forzada, los montajes de Casa de Máquinas, el revestimiento del Túnel y la construcción del Tanque de Oscilación, tal y como se puede observar en la Figura Nº 2.5 3.

Figura Nº 2.5.3

Obras entre 2010 y 2012

13 TÚNEL (3 Frentes de Excavación)	**675 días**	**lun 11/01/10**	**jue 15/11/12**
13.1 Excavación	**540 días**	**lun 11/01/10**	**mar 01/05/12**
13.1.1 Excavación Ventana A (300 m)	60 días	lun 11/01/10	vie 09/04/10
13.1.2 Excavación Túnel 1 - Boca 1 (2000 m)	480 días	vie 09/04/10	mar 01/05/12
13.1.3 Excavación Túnel 1 - Boca 2 (2038 m)	431 días	vie 09/04/10	vie 10/02/12
13.1.4 Excavación Tunel 2 - Boca 1 (1942 m)	406 días	vie 09/04/10	jue 05/01/12
13.1.5 Excavacion Ventana B (300 m)	60 días	lun 11/01/10	vie 09/04/10
13.2 Revestimiento	**175 días**	**vie 24/02/12**	**jue 15/11/12**
13.2.1 Instalaciones Revestimiento	40 días	vie 24/02/12	mar 01/05/12
13.2.2 Revestimiento	**105 días**	**mar 01/05/12**	**mié 03/10/12**
13.2.2.1 Tunel 1 (2000 m)	57 días	mar 01/05/12	mar 24/07/12
13.2.2.2 Tunel 2 (2038 m)	58 días	mar 10/07/12	mié 03/10/12
13.2.2.3 Tunel 3 (1642 m)	47 días	mar 01/05/12	mar 10/07/12
13.2.3 Blindaje (300 m)	75 días	mar 01/05/12	lun 20/08/12
13.2.4 Inyección	100 días	jue 24/05/12	mié 17/10/12
13.2.5 Limpieza	20 días	mié 17/10/12	jue 15/11/12
14 TUBERÍA	**735 días**	**lun 11/01/10**	**vie 22/02/13**
14.1 Excavación de trinchera	88 días	lun 11/01/10	vie 28/05/10
14.2 Eliminación Pantalon Unidad 3	15 días	vie 28/05/10	vie 18/06/10
14.3 Excavación Pozo-Tunel Bifurcador	60 días	vie 18/06/10	jue 16/09/10
14.4 Construcción de Tubería	**427 días**	**jue 05/05/11**	**vie 22/02/13**
14.4.1 Montaje de bifurcador	80 días	jue 05/05/11	vie 02/09/11
14.4.2 Montaje de tuberia	120 días	lun 20/08/12	vie 22/02/13
15 TANQUE DE OSCILACIÓN	**120 días**	**vie 06/01/12**	**sáb 07/07/12**
15.1 Excavación de Pozo	**60 días**	**vie 06/01/12**	**mar 03/04/12**
15.1.1 Anillo de Cimentación	20 días	vie 06/01/12	sáb 04/02/12
15.1.2 Pozo (60 m)	40 días	sáb 04/02/12	mar 03/04/12
15.2 Blindaje	**60 días**	**mar 03/04/12**	**sáb 07/07/12**
15.2.1 Pozo (60 m)	60 días	mar 03/04/12	sáb 07/07/12
16 CASA DE MÁQUINAS	**779 días**	**sáb 28/11/09**	**jue 28/03/13**
16.1 Excavación General	5 mss	sáb 28/11/09	vie 28/05/10
16.2 Construcción	**669 días**	**vie 28/05/10**	**jue 28/03/13**
16.2.1 Edificio a nivel grua viajera	10 mss	vie 28/05/10	jue 05/05/11
16.2.2 Montaje	15 mss	vie 02/09/11	mié 30/01/13

2.5.3.5 Mano de obra

Aun no se puede precisar el detalle del personal que se requiere para este proyecto ya que aún están elaborándose los diseños finales y se está en el proceso de planificación constructiva, sin embargo se espera que el flujo de personal este entre los 700 y 800 personas, esto compuesto por técnicos especializados, profesionales de diferentes áreas y personal operativo desde artesanos calificados hasta obreros de apoyo. En este tipo de obras los porcentajes históricos indican que el 80 % del personal operativo, el 10 % es personal técnico especializado, el 5 % es personal profesional e igualmente el 5 % es personal administrativo. En la Figura Nº 2.5.4 se puede observar la distribución mencionada

Figura Nº 2.5. 4

Es importante indicar que parte del personal será contratado en la zona, normalmente se llega a tener entre un 60 y un 70 % recurso humano perteneciente al lugar de desarrollo del proyecto y entre el 30 y el 40 % de la población ocupacional es de zonas fuera del área de influencia del proyecto, esto porque se trata de personal muy especializado que no se puede conseguir en la zona o bien personal de mucha experiencia encargado de la dirección de las obras. Un tema importante es que el personal foráneo pasará la mayoría del tiempo en la zona del proyecto y en el plantel central se estarán dando las facilidades necesarias para un descanso oportuno.

2.5.3.6 Campamentos - Talleres - Almacenes- Oficinas

Se deben destacar dos tipos de instalaciones, las de descanso y administración central y las instalaciones para el desarrollo de las obras. En cuanto a las instalaciones de descanso y administración central se espera construir un campamento central ubicado cerca del sitio de Presa en el mismo sitio utilizado en la construcción de la primera planta Cachí y donde actualmente el ICE tiene un vivero institucional. En este lugar se tendrán las oficinas centrales, los almacenes y bodegas principales, el comedor central y los sitios de dormitorio en tres tipos diferentes, los dormitorios generales, dormitorios para personal técnico y dormitorios para personal profesional. Adicionalmente a los dormitorios se construirán salas de televisión y entretenimiento, gimnasio y salas de capacitación, también se tendrá un dispensario central para la atención del personal del proyecto.

Las otras instalaciones corresponden a las instalaciones de obra, en estos lugares se ubicaran oficinas de control, bodegas pequeñas para materiales y las cuadrillas de personal, pequeñas tolvas dosificadoras para preparación de concreto, talleres de mantenimiento de equipo, dispensarios de atención básica y sitios para la distribución de alimentación al personal. Estos lugares se ubicarán principalmente en Ventana A, Ventana B, el área del Tanque de Oscilación y la zona de Casa de Máquinas, es posible en esta última zona se distribuyan en dos sitios uno cercano a las máquinas generadoras y otro cerca de la zona de la casa de Válvulas.

Las instalaciones en Ventanas A y B operarán todo el día y en principio se espera que los otros lugares solo durante la jornada diurna, sin embargo si el proyecto lo requiere podrían tener también jornadas las 24 horas.

2.5.4 Otros

2.5.4.1 Disposición de desechos y residuos ordinarios, especiales, industriales, peligrosos

En este sentido, el proyecto en su fase constructiva, aplicara lo que la normativa institucional tenga normado en relación al manejo de los diferentes tipos de desechos y residuos. Ya existen procedimientos específicos para el manejo y desecho de materiales explosivos por ejemplo y lineamientos sobre el manejo de desechos de metal y de aceites y lubricantes.

2.5.4.2 Sólidos

Con respecto a los desechos sólidos, los mismos se manejaran según sea el tipo, en este caso tenemos lo siguiente:

Basura ordinaria producto de la operación de oficinas administrativas, bodegas y campamentos, esta se manejará en rellenos sanitarios autorizados, se debe valorar la posibilidad de que el proyecto desarrolle uno para las necesidades propias o buscará el

proyecto un acuerdo con las municipalidades locales para poder hacer uso de los ya existentes.

Materiales reciclables: Desechos sólidos como papel, vidrio, y recipientes plásticos, se recolectarán En el caso de artículos como papel y recipientes plásticos y de vidrio se busca concretar acuerdos con grupos de reciclaje formalmente constituidos para que mediante un convenio de donación o venta puedan hacer uso de los mismos. Aún debe identificarse estos posibles grupos, formalizar la relación y establecer los convenios, sin embargo son una buena alternativa para el manejo de los materiales.

Madera: En el caso de la madera, los desechos de este material se entierraran para que se degrade naturalmente, en este sentido se cuidará que los desechos de madera a enterrar no contengan químicos contaminantes.

Metales: Estos desechos normalmente se almacenan para que mediante los procedimientos institucionales vigentes sean subastados,. el proyecto prepara un sitio de almacenamiento, debidamente identificado, establece las reglas de operación y finalmente gestiona ante la unidad respectiva para que sea de inicio al trámite de subasta.

2.5.4.3 Líquidos (incluyendo drenajes)

Aguas servidas: Tal y como se indicó en el caso de las aguas servidas de los dormitorios se estarán construyendo sistemas locales de tratamiento (Tanques sépticos). En este sentido el proyecto procede a realizar una contratación para la limpieza de los mismos cuando así se requiera. Con respecto a las aguas servidas del comedor central se establecerá un sistema de trampas de grasa y sólidos y además un biofiltro para lograr que el agua puesta en un cuerpo de agua permanente tenga los valores de calidad establecidos en la ley. En el caso de la excavación y revestimiento de Túnel, no se espera un flujo importante de agua de infiltración en el Túnel, sin embargo se tendrá en cada frente un sistema de sedimentadores que eviten la llegada de materiales a los cuerpos de agua cercanos

Aceites y lubricantes: En el caso de los aceites y lubricantes, existen convenios con diferentes compañías para el desecho respectivo, el proyecto lo que hace es garantizarse una adecuada recolección de estos materiales en “estañones” y luego enviarlos a los centros de acopio establecidos para que los responsables institucionales procedan con el desecho.

2.5.4.4 Gaseosos

En cuando a la producción de gases, no se tendrán equipos que produzcan una cantidad significativa de gases contaminantes, sin embargo tanto los equipos ICE como los alquilados deben cumplir con los lineamientos y regulaciones sobre la emisión de gases contaminantes, periódicamente el grupo de talleres de mantenimiento realiza pruebas para verificar que los equipos cumplen con la normativa vigente.

2.5.4.5 Reciclables y/o reusables

Es ya una política de la Institución el promover el reciclaje de los materiales y del equipo que así lo permitan, en el presente caso por el cuidado que se debe tener en las labores de excavación del Túnel por el hecho de estar a la par de uno similar en operación se empleará en las labores de excavación - remoción y transporte de los materiales únicamente equipo nuevo que luego será reutilizado en otros proyectos. En cuanto a la infraestructura o edificaciones de los campamentos, una vez finalizado el presente proyecto éstos se desmantelarán y se llevarán a otros Proyectos de la Institución.

2.5.4.6 Inventario y manejo de materias y sustancias peligrosas

Sobre materiales peligrosos, en el P. A. Cachí se tendrán materiales explosivos, en este sentido existe toda una reglamentación interna (ICE) para el uso, control y manejo de los mismos al igual que para los proceso de desecho de los materiales sobrantes según sea el caso. En general los procesos de compra se han desarrollado con el fin de que no se presenten sobrantes por caducidad.

2.6 Fase de Operación

2.6.1 Necesidades de recursos en esta fase

2.6.1.1 Agua

El gasto actual de agua para el Sistema de Enfriamiento con tres unidades generadoras: 2.5 l/s.

Con una cuarta unidad sería: 3 l/s.

El gasto actual de agua para el consumo humano es de 0.2 l/s.

Este consumo varía 0.3 l/s con la cuarta unidad porque se prevé contratar dos técnicos para el mantenimiento.

Se tiene disponibilidad de un acueducto construido por el Centro Producción Cachí y la fuente de abastecimiento es por medio de tanques de captación ubicados en las partes altas del bosque primario y secundario de la zona.

2.6.1.2 Energía eléctrica

Durante el año 2007 hubo un consumo de 981 MW/año con tres unidades.
Con cuatro unidades el consumo sería 1308 MW/año.

Las fuentes de abastecimiento de energía eléctrica provienen de un Transformador de Tres Devanados ubicado en la Subestación Cachí y un Transformador de Servicio Propio Auxiliar ubicado en el nivel de generadores, conectado a la salida de los generadores.

Esta energía abastece todos los equipos auxiliares de las unidades, así como los edificios construidos en la planta.

2.6.1.3 Alcantarillado

Alrededor de la planta se cuenta con el sistema de alcantarillado adecuado, el cual orienta las aguas pluviales hacia el desfogue.

2.6.1.4 Mano de obra

Para cumplir con las labores de mantenimiento de la nueva unidad se requiere contratar un técnico mecánico y un técnico eléctrico. La operación de la misma será atendida por el personal que se tiene actualmente.

2.6.2 Disposición de desechos y residuos ordinarios especiales, industriales y peligrosos

2.6.2.1 Sólidos

La basura doméstica generada por los trabajadores en las colonias, Casa de Máquinas y Sitio de Represa se envía al relleno sanitario de Tucurrique y Paraíso respectivamente.

2.6.2.2 Líquidos (incluyendo los drenajes)

En lo que se refiere a desechos por grasas y aceites, este centro produce muy poca cantidad debido a que no es su naturaleza el empleo de estos productos para la operación. En estas plantas los depósitos de lubricantes tienen medidores de nivel con sistemas de alarmas para detección de derrames y muros de contención. Si ocurriera un derrame, podrían recogerse y almacenarse en estañones.

Una pequeña cantidad de desechos líquidos proviene de las trampas de grasas y desechos domésticos ubicadas en los talleres, y comedores, que una vez extraído se deposita en estañones y se almacenan en el Centro de Acopio de la Planta. Posteriormente se coordinará con el grupo HOLCIM para su tratamiento final.

Dentro de este tipo de desechos se encuentra el aceite hidráulico y pocas cantidades de diesel, canfín y aguarrás.

Permiso sanitario de funcionamiento es: N°. RCE-ARST-PAH-518-2007
Cantidad desechos líquidos recolectados por mes en planta Cachí
Trampa de grasas Taller Eléctrico y Civil: 78 litros
Trampa de grasas Taller Mecánico : 56 litros
Trampa desechos domésticos : 27 litros
Con cuatro unidades
Trampa de grasas Taller Eléctrico y Civil: 104 litros
Trampa de grasas Taller Mecánico : 75 litros
Trampa desechos Domésticos : 36 litros
Con cuatro unidades:

Algunas de las trampas serán desplazadas, ya que los talleres deberán reubicarse para el montaje de la nueva unidad generadora.

2.6.2.3 Gaseosos

En este momento el proyecto emite emisiones solamente las de la planta de Emergencia del Sitio de Represa y posteriormente se instalará una Planta en Casa de Máquinas.

Las emisiones evacuadas son muy pocas porque estas plantas de Emergencias, solamente se utilizan cuando falla la energía normal.

2.6.2.4 Reciclables y/o reusables

Aquellos desechos producidos a diario por las actividades de mantenimiento en Casa de Máquinas y sitio de Represa como: trapos impregnados con aceite, cartón, vidrio, plástico, madera y papel, son clasificados y depositados en recipientes y almacenados en el Centro de Acopio de la Planta, para luego enviarlos al almacén de Logística en Paraíso. Como estos desechos son clasificados, quiere decir que son de buena calidad para luego ser reutilizados durante el proceso.

Los desechos generados con cuatro unidades durante el proceso de generación para ser reciclados serían los siguientes:

Trapos: 26 Kilos
Madera: 10 Kilos
Vidrio: 12 Kilos
Cartón: 12 Kilos
Plástico: 3 Kilos.
.
Se cuenta con un local para materiales reutilizables, sean sobrantes o materiales aprovechables de construcciones o de equipos desmontados (materiales metálicos como perling, angulares, varillas; madera y otros). Está aledaño al centro de acopio. También las cuadrillas eléctrica y mecánica tienen una bodega pequeña (9 m) donde recuperan componentes que puedan reutilizarse o que tengan piezas aprovechables.

2.6.3 Inventario y manejo de materias primas y sustancias peligrosas

El siguiente inventario de materiales y sustancias, es cambiante dependiendo de los proyectos a desarrollar, sin embargo el método de almacenamiento utiliza siempre el mismo procedimiento.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
ACEITE 460	12	L
ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL-GASOLINA # SAE 15W-40	66.08	L
ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR DIESEL (TBN-18) # SAE 30	131.59	L
ACEITE LUBRICANTE P/MOTOR GASOLINA (TBN-7) # SAE 30	158.35	L
ACEITE LUBRICANTE P/TRANSMISION MECANICA # SAE 85W-140	953.64	L
ACEITE LUBRICANTE P/TRANSMISION MECANICA SAE-90	19	L
ACEITE P SISTEMA HIDRAULICO AERO-SHELL FLUID-4	412	L
ACEITE ISO 68	2,669.00	L
ACEITE PENETRANTE	190	L
ACEITE PENETRANTE EN AEROSOL	42	c/u
ACEITE PENETRANTE "CARAMBA" ENV AEROSOL 460 GRS	21	c/u
PENETRANTE P/REVELAR FISURAS SKD-S2 AEROSOL 330 GRS	20	c/u
ACEITE AUTBOARD TC-W3 ENVASE 0.946 L	15	c/u
LUBRICANTE PARA ENGRANAJE ABIERTO LUBERTRAC DE 500 GRS	31	c/u
ACEITE LUBRICANTE ISO VG 46 SAE 10	5,689.63	L
GRASA ALVANIA 2	17.4	kg
DIESEL	137	L
GASOLINA ROJA	110	L
ESMALTE P/MAQUINARIA (FAST DRY) GRIS ENV 3,785 LTS	3	c/u
PINTURA ACEITE ENV 3.785 LTS	1	c/u
COMPONENTE EPOXICO A Y B COLOR GRIS ENV. 3.785 L	12	c/u
PINTURA ACRILICA VERDE TIERNO ENV. 3.785 L	7	c/u
PINTURA ANTICORROSIVA ALUMINIO ENV 3,785 LTS	8	c/u
PINTURA ANTICORROSIVA P/TECHO VERDE ENV 3.785 LTS	30	c/u
PINTURA ANTICORROSIVA MARRON ENV 3,785 LTS	9	c/u
BARNIZ TRANSPARENTE ENV 3,785 LTS	7	c/u
BARNIZ AISLANTE TRANSPARENTE 16 OZ AEROSOL.	55	c/u
REMOVEDOR P/PINTURA Y ESMALTE ENV 3,785 LTS	2	c/u

Estos combustibles y lubricantes se encuentran almacenados en tambores, dependiendo de su capacidad en el Almacén de Materiales Inflamables, que está provisto de una trampa para recolectar derrames en caso de emergencia.

3 DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA LEGAL

3.1 Marco Jurídico

Introducción

En el presente capítulo se analizará la normativa ambiental aplicable al Proyecto de Modernización – Ampliación P. H. Cachí, que servirá de guía a la Instituto Costarricense de Electricidad, para la toma de decisiones y consecuentemente la obtención de los permisos requeridos una vez obtenida la aprobación por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental- SETENA.

El análisis comprende la legislación ambiental aplicable, las etapas de construcción y operación del Proyecto.

3.2 Disposiciones constitucionales

La Constitución Política como norma de mayor rango jurídico, sirve de base para el desarrollo y la convivencia social y política, permite al Estado mediante sus estructuras orgánicas e institucionales hacer efectivas las disposiciones contempladas en el ordenamiento jurídico, entendido este como el conjunto de leyes, reglamentos y cualquier otra regulación normativa.

El artículo 50 constitucional, resulta de vital importancia en la ejecución del Proyecto Modernización – Ampliación P. H. Cachí, puesto que en él confluyen una serie de factores y componentes de nuestra sociedad, en donde el Estado procurará el mayor bienestar de sus habitantes, organizando y estimulando la producción procurando el más adecuado reparto de la riqueza. Durante más de cincuenta años el Instituto Costarricense de Electricidad como ente descentralizado del Estado ha contribuido con lo aquí dispuesto al logar que un 98% de la población tenga acceso a un servicio público como lo es la electricidad, servicio cuya demanda se incrementa conforme aumenta la población y el desarrollo socio económico.

Lo anterior será posible en el tanto y en el cuanto se actúe con total respeto al principio constitucional del que gozan los habitantes del país como lo es el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el que en caso de sufrir daño alguno implica para quien lo cause la obligación de repararlo, de allí la necesidad de cumplir con las disposiciones que el ordenamiento jurídico defina en defensa del ambiente, toda vez que el desarrollo sostenible implica una utilización adecuada, integral y armónica de todos sus elementos y su relación con aspectos: económicos, políticos, culturales, sociales y tecnológicos.

3.3 Ambiente

- **Ley Orgánica del Ambiente N° 7574**

Ley marco en materia ambiental, de amplio alcance e influencia en el control del desempeño ambiental del Proyecto (aire, agua, suelo), en cualquiera de sus fases susceptibles de generar impactos ambientales, sean estos positivos o negativos (factibilidad, construcción y operación).

La norma supra referida exige al desarrollador en este caso al ICE, someterse al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental bajo la responsabilidad tutelar de la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA); para obtener la viabilidad-licencia ambiental y poder continuar con la fase de construcción y operación según los términos definidos.

Adicionalmente, establece la obligatoriedad que la obra cuente con un Responsable Ambiental, quien dará seguimiento a las medidas de control ambiental comprometidas por el ICE en el Plan de gestión Ambiental, debiendo llevar una bitácora para el control ambiental de la obra y emitir los informes correspondientes.

Por otra parte debe el desarrollador rendir las garantías ambientales del caso, (cumplimiento y funcionamiento) y rendir una Declaración Jurada de Compromisos Ambientales, mediante la cual el proponente se compromete a cumplir las medidas ambientales inscritas en el Plan de Gestión Ambiental- PGA, aprobado por La SETENA.

- **Ley General de Salud N° 5395.**

Esta norma tutela la salud humana, por lo cual debe tenerse presente para aquellas actividades a realizar por el Proyecto y relacionadas con habitación, manejo de combustibles, lubricantes y otros químicos utilizados en los distintos procesos de construcción sea por el ICE o por eventuales contratistas.

Adicional a lo anterior, el ICE debe tener presente las normas generales definidas en la presente ley dirigida regular el manejo de desechos (orgánicos e inorgánicos, contaminantes o inocuos), contaminación del aire (por emisiones atmosféricas provocadas por maquinaria y equipo que emplea motores de combustión interna; así como la generación de ruido por estos componentes), en materia de suelos (durante labores de excavación, remoción superficial, relleno, compactación, etc.) y de aguas (vertido de aguas de uso doméstico de campamentos o aporte de sedimentos arrastrados por la lluvia o que por efecto de la gravedad alcanzan diversos tipos de cauces hídricos),

Adicionalmente, la protección a la salud de las personas (en este caso los trabajadores y vecinos de los frentes de obra o de instalaciones de trabajo), debiendo implementar las medidas de control que procedan para cumplir con los alcances de esta norma en esos campos, así como su vínculo con las distintas actividades susceptibles de generar desechos o impactar los elementos ambientales: aire, agua, suelos y ser humano.

De igual forma, se obliga de conformidad con el artículo 305 de la presente ley, a que los campamentos de trabajo en los que albergará a sus trabajadores estarán provistos de los

elementos de saneamiento básico para protegerla salud y bienestar de sus trabajadores y evitar la constitución de focos de infección o contaminación del ambiente.

- **Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317 y Reglamento a la Ley de Conservación de Vida Silvestre N° 26435 — MINAE.**

Como disposición general en el artículo 132, establece la prohibición de arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminantes en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, aguas dulces, y salobres o saladas, debiendo impedirse además, que los desechos sólidos o aguas contaminadas destruyan la vida silvestre, aspecto que deberá tomarse en cuenta por el ICE en la ejecución de sus obras. En ese sentido, y en atención del principio precautorio, habrá que adoptar aquellas medidas a fin de prevenir las infracciones estipuladas en esta norma.

- **Ley Forestal y sus Reformas N° 7575**.

Su aplicación al proyecto, radica en la necesidad de que las obras a construirse requieran eventualmente tala de árboles, misma que se realizara cumpliendo con los trámites y permisos que exige la ley ante la Administración Forestal del Estado.

Estas actividades serán fiscalizadas por un profesional en ciencias forestales (Regente Forestal), quien ejecutará los inventarios forestales, llevará a cabo los trámites ordinarios ante el MINAET y presentará periódicamente al Colegio de Ingenieros Agrónomos, mediante informes de regencia, el estado de ejecución de las labores de tala.

- **Reglamento a la Ley Forestal N° 25721 — MINAE.**

En el presente reglamento se delega en la Administración Forestal del Estado, la concesión de permisos de uso del patrimonio natural y forestal del Estado, únicamente en aquellos proyectos que no requieran aprovechamiento forestal y que no afecten los ecosistemas, la vida silvestre, los suelos, los humedales y los sistemas acuíferos, excepto las actividades expresamente permitidas por la Ley 6084 de Parques Nacionales y la Ley de Conservación de Vida Silvestre 7317. Excepciones adicionales se permitirán únicamente en el interés público y sujeto a un estudio de impacto ambiental y al cumplimiento de sus recomendaciones.

Por otra parte establece las responsabilidades y las funciones de los regentes forestales, dentro de las cuales se encuentra, velar por el cumplimiento de los planes de manejo. En ese sentido las recomendaciones y observaciones del regente durante la ejecución del plan resultarán de carácter obligatorio para el ICE.

En cuanto a controles, el reglamento establece que las oficinas sub-regionales de las Áreas de Conservación, como parte de la Administración Forestal del Estado, tendrán bajo su responsabilidad auditar los planes de manejo. Para ello podrán ingresar al inmueble donde se ejecuten las actividades, las veces que considere conveniente.

Debe además tener presente el desarrollador lo relacionado a posibles áreas de protección de nacientes, que se ubiquen dentro de de el área de influencia del proyecto.

- **Ley de Biodiversidad N° 7788.**

El objetivo de la presente ley es conservar la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos, así como distribuir en forma justa los beneficios y costos derivados. En relación con el Proyecto, ante la magnitud de sus obras, mismas que tendrán efectos sobre la flora y fauna en algunas área de forma directa y en otras de forma indirecta, deberá mantenerse durante el proceso constructivo del Proyecto una vigilancia permanente a través de la Regencia Ambiental, velando por el cumplimento de las medidas de control ambiental plasmadas en el PGA, donde se fomente el respeto por todas la formas de vida, como bien lo apunta la presente ley.

Los criterios de aplicación de la ley de biodiversidad (el criterio preventivo, el criterio precautorio o *in dubio pro natura,* el criterio de interés público ambiental, criterio de integración), han de ser necesariamente tomados en cuenta para la elaboración del PGA, además de los artículos de conservación de especies in situ, y conservación de especies ex situ, en lo que respecta a las medidas en las áreas forestales y biológicas.

- **Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Decreto Ejecutivo No 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC.**

Este instrumento es de alcance general para todo proyecto de desarrollo susceptible de generar impactos ambientales sobre el entorno, por lo que constituye el marco metodológico técnico y de procedimientos reglamentarios, de referencia obligatoria, que el Desarrollador ha empleado, o empleará a fin de garantizar a las partes interesadas (desarrollista, Estado, comunidad) que en el Proyecto implementará y operará, dentro de un marco de respeto a la normativa ambiental y social de distinta índole, que está relacionada con esta obra.

- **Políticas Ambientales del Instituto Costarricense de Electricidad; y Lineamientos Ambientales del Sector Energía del ICE.**

Resume la política ambiental que la institución promulgó mediante Acuerdo del Consejo Directivo, articulo 2, sesión N°. 5388 del 19 de marzo de 2002, las cuales fueron modificadas mediante el artículo 1, sesión N°. 5486 del 11 de febrero de 2003; así como los Lineamientos Ambientales particulares del Sector Electricidad de la Institución, comunicados mediante nota de la Subgerencia de Sector, N°. 9110.55795.2002 del 1° de noviembre de 2002.

En ellos la institución se compromete a llevar a cabo las actividades que la ley de su creación le encomendó en materia de desarrollo de los servicios eléctricos y telefónicos; asumiendo una filosofía y procesos de trabajo que aseguren el menor impacto ambiental sobre el entorno en el que se analizan, ejecutan y operan sus proyectos.

El ICE desarrolla sus proyectos de telecomunicaciones y de generación, transmisión y distribución eléctrica, en un amplio ámbito de condiciones ambientales, existe en consecuencia múltiples probabilidades de ocasionar impactos ambientales sobre una variada gama de elementos del entorno; razón por la cual, todas sus actividades deben ser alineadas por un solo eje central de acción en materia de resguardo, protección y uso racional de los recursos naturales y sociales presentes en el área de influencia de sus

proyectos; lo que se pretende a través de la promulgación, divulgación, concientización e implementación operativa de su política ambiental.

Atendiendo a lo anterior, las distintas fases del ciclo de vida del Proyecto (v.g. prefactibilidad, factibilidad, ejecución, operación-mantenimiento), deberán apegarse al cumplimiento, en todo momento y sin mediar excepción, de la Política y Principios Ambientales que la institución asumió, así como los lineamientos Ambientales propios del Sector Eléctrico y que constituyen en su conjunto integrador, su compromiso público de garantizar que obras como ésta, además de satisfacer las necesidades de desarrollo del país, lo harán con eficiencia ambiental y apego al marco legal vigente, bajo una filosofía y proceso de mejoramiento continuo de la gestión, encaminada al logro del desarrollo sostenible.

- **Reglamento a la Ley Nacional de emergencias y prevención de riesgo, Decreto No. 34361-MP**

El propósito de este instrumento es desarrollar los conceptos de la Ley 8488, que garanticen la reducción de las causas del riesgo, manejo oportuno, coordinado y eficiente de las situaciones de emergencia. Como parte de la estructura del Estado que participa en la prevención y atención de impactos negativos que sean consecuencia directa de sucesos de fuerza mayor o caso fortuito. Su aplicación en el Proyecto está relacionada, con las acciones que se estaría tomando en caso de una eventual emergencia que surgieran con motivo de la construcción de las obras.

3.4 Construcciones

- **Ley de Construcciones. N° 833.**

Debe indicarse que la aplicación de esta Ley para el proyecto en cuestión contiene artículos que por la naturaleza de las obras de construcción que se desarrollan, tiene suficientes alcances para aplicarse. En principio esta Ley alberga o rige para todo edificio o estructura que se pretenda construir, así como a obras de movimientos de tierra y demoliciones.

Por otra parte, contiene regulaciones concernientes a la necesidad de que las construcciones que se realicen deben de acatar todas las disposiciones referentes al respeto de las vías públicas y los alineamientos establecidos, a sí mismo establece la prohibición que existe de acumular desechos provenientes de diferentes fuentes o procesos en sitios públicos o privados no autorizados para este fin; y la obligación de respetar los lineamientos que emite el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos con respecto a materiales de construcción y la figura de un profesional responsable a cargo de las obras de construcción, así como la responsabilidad de reparar todo daño que durante los procesos constructivos se causen sobre infraestructura privada y de uso público.

La norma exime a los entes públicos a tramitar los permisos de obras de construcción ante las Municipalidades, en el entendido que cada institución designará un profesional en el diseño e inspección de las obras. No obstante, en el caso del ICE como institución descentralizada, coordinará y comunicará las obras que vaya ejecutar a las Municipales según lo establece el artículo 6 del Código Municipal.

- **Ley General de Caminos Públicos. N° 5060.**

Su aplicación resulta de vital importancia en el Proyecto puesto que contempla aspectos que deben tenerse claros al momento de formular, planificar y desarrollar un Proyecto como el presente. Este cuerpo normativo permite identificar los distintos tipos de redes viales identificadas, las normas aplicables y organismos facultados para su administración según tipo. A su vez faculta tanto a entes privados como descentralizados para que ejecuten labores de reparación de las vías existentes e incluso la construcción de nuevas vías, en el tanto el desarrollador cuente con la autorización emanada del rector como lo es Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

En MOP tendrá la facultad de valorar y aprobar o rechazar solicitudes presentadas por instituciones descentralizadas dirigidas a hacer uso de servidumbres de vías públicas o variar los alineamientos de ley. Adicional a los temas anteriores, la presente ley regula el tránsito de equipos especiales que por su naturaleza o su peso, pongan en peligro el estado o calidad de las vías, obligando a los interesados a transportar dichos equipos en dispositivos aprobados. Así mismo, incluye regulación dirigida cierres parciales y totales de vías de acceso, lo cual es comúnmente requerido en las actividades propias de construcción, por lo que se debe recurrir a las entidades correspondientes cada vez que se requiera una acción de este tipo.

- **Ley para el Establecimiento de un Código Antisísmico en Obras Civiles. N° 6119.**

Cualquier construcción a realizar en el territorio nacional debe regirse por normas mínimas que aseguren un buen desempeño de las estructuras que puedan verse afectadas por factores naturales, como lo son los sismos o terremotos. Es por esta razón que el ente rector (en este caso el Estado y en su momento el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos) deben aplicar una normativa para poder llevar a cabo dichos procesos y controles que aseguren una buena calidad en la construcción.

Para el caso específico del Proyecto, desde el momento del diseño hasta su construcción ha de tenerse claro el cumplimiento de las normas mínimas establecidas, responsabilidad del personal del ICE que se encargara de revisar y controlar su calidad y nivel de cumplimiento de las exigencias formadas, entre ellas, lo que tiene que ver con el diseño antisísmico de las estructuras; para proteger la vida e integridad física de las personas y asegurar la continuidad de los servicios esenciales y minimizar los daños a la propiedad.

- **Código Sísmico, Decreto Ejecutivo No. 31553-MICIT-MOPT**

Esta reglamentación viene a definir los requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción sismo-resistente de edificaciones y obras afines. No obstante, el diseñador no debe limitarse a estos requisitos, sino debe tomar todas las medidas en aspectos estructurales, calidad de materiales y otros, que garantice o proteja la vida humana y la integridad física de las personas, reduciendo los daños materiales y las pérdidas económicas ocasionadas por los sismos y minimizar el impacto social y económico ante terremotos.

Es importante tener presente que la norma excluye de su aplicación obras que por su carácter singular, importancia, costo, requieran metodologías específicas más específicas tanto para definir su demanda sísmica como en los métodos de análisis o en el cálculo y detalle de sus elementos y componentes; tal es el caso de Represas, proyectos hidroeléctricos, entre otros. No obstante, si deben considerarse estos requisitos mínimos para efectos de la construcción de campamentos.

- **Ley de Catastro Nacional. N° 6545**.

La Oficina de Catastro Nacional, como instancia de consulta, permite verificar que los propietarios que eventualmente verían afectos alguno de sus derechos, coincida con la realidad material y la información registral correspondiente.
Es posible que el desarrollador requiera inscribir ante dicha dependencia algún plano nuevo o realizar alguna modificación sobre la descripción gráfica, numérica, o de cualquier otro tipo; para la inscripción de una finca o servidumbre y con esto garantizar la conciliación entre el asiento de catastro y registro; que le brinde la seguridad jurídica a las partes intervinientes.

- **Código Municipal, N° 7794.**

De conformidad con lo que establece el artículo 6 del Código Municipal, el ICE deberá coordinar con las Municipalidades respectivas las acciones necesarias para las obras a ejecutarse con el Proyecto Modernización – Ampliación P. H. Cachí.

En cuanto a la ejecución propiamente de la obra, deberá el desarrollador adoptar las acciones necesarias para mantener la limpieza durante y después de las actividades; a su vez mantendrá los bienes inmuebles de su propiedad o a su cargo respetando las condiciones mínimas de salubridad, cercará sus terrenos y los mantendrá sin maleza.

3.5 Regencias

- **Ley Orgánica del Colegio de Ingenieros Agrónomos, N° 7221 y Reglamento de Regencias Forestales del Colegio de Ingenieros Agrónomos, N° 26870- MINAE**.

Esta norma particularmente regula el trabajo de los Ingenieros Forestales, Ingenieros Agrónomos y Economistas Agrícolas que ejerzan como: Regentes o Peritos en acciones vinculadas al Proyecto. Este proceso comprende las fases de investigación, de estudio, de planeamiento, de inversión, de producción, y de mercadeo para propiciar el fomento y el desarrollo de las actividades del agro, sin que se ocasione perjuicio al ambiente; para que se mantenga y se fortalezca el balance y el equilibrio naturales y para que se evite el deterioro ecológico; todo ello en beneficio del país y de sus habitantes.

Esta ley faculta al Colegio para fiscalizar a los profesionales que intervienen en el proyecto cuyas áreas de especialidad profesional se rigen por su normativa, como inscripción para el ejercicio legal de la profesión, respeto de los derechos y deberes del profesional para con el Colegio y la sociedad misma, sobre la actividad en la que interviene y que pueda estar generando impactos o alteraciones.

3.6 Aguas

- **Ley de Aguas. N° 276.**

De conformidad con el artículo 17 de la presente ley, para el aprovechamiento de las aguas públicas resulta necesario contar con la respectiva autorización, requerimiento exigible tanto para empresas de interés público o privado. Para efectos del proyecto, es necesario identificar los diferentes frentes de trabajo de la fase constructiva que requerirán del recurso atendiendo la naturaleza de las distintas labores a ejecutar. Para tal efecto, según el artículo 22, la concesión que se otorgue no podrá aplicarse a un fin distinto del autorizado.

Los artículos 145 al 159, tratan sobre las medidas referentes a la conservación de árboles para evitar la disminución de las aguas, lo que se complementa con lo dispuesto en la Ley Forestal 7575, debiendo conservar los árboles, en la orilla de los ríos y en los sitios donde nace el agua, se prohíbe la corta de árboles que se encuentren en pendientes, a orillas de las carreteras y demás vías de comunicación, a excepción, de lo estipulado en artículo 19 inciso b), de la Ley Forestal. Además, de lo que al efecto establece el Decreto Ejecutivo número 25721 del 17 de octubre de 1996, donde se declara a las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad como de conveniencia nacional. Esta declaración le da al ICE la potestad de cortar, de ser estrictamente necesario, árboles de especies en peligro de extinción, en áreas de protección y de intervenir áreas de bosque, siempre y cuando se guarde la proporcionalidad en la corta, es decir, que no exceda los requerimientos estrictamente técnicos para la habilitación de la obra principal.

- **Ley General del Agua Potable. N° 1634.**

Esta norma de alcance general, entre otros aspectos busca un uso óptimo del recurso agua, evitando desperdicios en cualquier localidad del país. Además, reprime aquellas personas que perturben el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Debe el desarrollador evitar la construcción de instalaciones, edificaciones, o labores comprendidas en las zonas cercanas a fuentes de abastecimiento, plantas purificadoras o cualquiera otra parte del sistema, que afecte la operación, distribución, o condiciones físicas, químicas o bacteriológicas del agua.

- **Ley Constitutiva del Instituto de Acueductos y Alcantarillados. N° 2726.**

Entre otros aspectos de importancia para la construcción y operación del Proyecto, esta Ley regula lo correspondiente al control de la contaminación de los recursos de agua; vela

porque se aproveche, utilice, gobierne o vigile, según sea el caso, todas las aguas de dominio público y hace cumplir la Ley General de Agua Potable.

Todo proyecto de construcción, ampliación o modificación a sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas servidas y pluviales, público o privado, deberá ser aprobado previamente por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, como por ejemplo: sistemas de manejo de aguas residuales y servidas de campamentos de trabajadores, tanto del ICE como de las empresas contratistas.

El abastecimiento de agua potable para campamentos, oficinas, talleres y lugares de trabajo del personal del ICE, dependerá de las posibilidades de suministro y desarrollo que tenga en A y A o los acueductos rurales administrados bajo la tutela de dicho Instituto. En ese sentido es imperiosa la necesidad de coordinar acciones y entablar relaciones con las Oficinas encargadas para lograr buenos resultados.

- **Ley de la Autoridad Reguladora le los Servicios Públicos, N° 7593.**

La presente ley establece en su artículo 14 las obligaciones del los prestatarios de servicios públicos dentro de los cuales a efectos de la construcción del Proyecto interesa lo dispuesto en el inciso e) correspondiente a la obligación de proteger, conservar, recuperar y utilizar racionalmente los recursos naturales relacionados con la explotación del servicio público, de conformidad con la normativa vigente; al igual que la Ley Orgánica del Ambiente establece la obligatoriedad de presentar un estudio de impacto ambiental.

3.7 Aguas residuales

- **Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales No 33604-S-MINAE**

El presente reglamento será de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional relacionado con el manejo de aguas residuales, independientemente de su origen, teniendo por objetivo principal la protección de la salud pública y del ambienta, mediante una gestión ambiental adecuada de dichas aguas.

En ese sentido, siendo el Proyecto un potencial ente generador entendido como éste último como “persona física o jurídica pública o privada, responsable del reuso de aguas residuales, o de su vertido en un cuerpo receptor o alcantarillado sanitario” se encuentra sujeto a la aplicación de lo que establece la Ley General de Salud y al artículo 132 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre, en consecuencia los edificios, establecimientos a su cargo deberán estar provistos de sistemas de tratamiento para aguas residuales, evitando con ello perjuicios a la vida silvestre, a la salud, o al bienestar humano.

En cumplimiento de lo anterior, el ente generador (desarrollador) deberá confeccionar reportes operacionales, los cuales deberán presentarse ante la División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud si el afluente es reusado o vertido a un cuerpo receptor

y si el efluente es vertido a un alcantarillado sanitario al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y al ente administrador del alcantarillado.

Además de lo expuesto, la normativa establece una serie de condiciones que según se trate deberán cumplirse como: parámetros de análisis obligatorio, muestreo, análisis y reportes operacionales, límites para el vertido de aguas residuales; establece el reuso de aguas residuales para lo cual autoriza su reuso en el tanto no se deteriore la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y establece una clasificación que podría ser utilizada en algunas de la obras a ejecutarse por Proyecto.

3.8 Transporte de carga

- **Ley de Tránsito por Vías Públicas y Terrestres, N° 7331.**

Esta ley es de uso general y compete tanto a este proyecto como cualquier otra actividad que requiera de medios de transportes, establece las pautas generales en el trazo de las vías públicas, así como los requisitos legales y físicos que deben cumplir los vehículos y conductores conlleva una serie de criterios en el caso de accidentes de tránsito, así como el establecimiento de la póliza obligatoria y las infracciones.

En este Proyecto, el movimiento de personal y materiales en las diferentes áreas y etapas, es diario y se contará con una serie de vehículos institucionales y alquilados para este fin, tanto aportados por la Institución (fase constructiva y operativa), como los que ponga en servicio el contratista responsable de la fase constructiva, sobre los que se velará que cumplan con las exigencias que la presente ley establece.

- **Ley Orgánica del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) N° 3155.**

De manera general esta ley establece las funciones generales del MOPT, el cual es el ente que construye, supervisa y regula las actividades de las vías públicas. El Proyecto requerirá principalmente en su fase constructiva el empleo de una serie de vehículos que transitarán por las vías públicas y acatar el cumplimiento de todo lo estipulado por este ministerio.

Adicionalmente, si como consecuencia del proceso constructivo de esta obra se produjera alguna afectación sobre bienes ubicados en el área de dominio de este ministerio, entre ellos: a) vegetación implementada por ASECAN; b) carreteras y sus zonas de amortiguamiento y c) infraestructura complementaria a obras viales: puentes, sistemas de drenaje, etc., administradas por CONAVI; deberá coordinarse de previo toda acción con este ministerio y sus dependencias, a fin de garantizar la recuperación de los bienes alterados al menos hasta su condición inicial y que las alteraciones provocadas no privarán del derecho de circulación y seguridad de los usuarios de estas obras públicas.

- **Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga. N° 31363- MOPT.**

Si el desarrollador requiere transportes equipos o componentes mayores, que puedan implicar exceso de peso, necesariamente deberán tener presente lo estipulado en este

instrumento jurídico, para efectos de sus vehículos o los de los contratistas, circulen dentro de los límites de pesos y dimensiones máximos permitidos.

- **Reglamento del Transporte de Automotor de Carga Local N° 15624**.

Este reglamento menciona los aspectos generales a cumplir con los vehículos destinados al transporte de carga sobre el territorio nacional, establece las condiciones generales que debe acatar, las clasificaciones y las condiciones que deben cumplir las empresas que se dediquen a esta actividad.

En el presente caso, se requerirá transportar una serie de materiales necesarios para las distintas obras como: alimentos, combustibles, estructuras, conductores, equipos de construcción y materiales de construcción.

RTCR 305: 1998 Transporte Terrestre de Productos Peligrosos. Señalización de las unidades de Transporte Terrestre de Materiales y Productos Químicos Peligrosos. Decreto Nº 27008-MEIC-MOPT

Define las principales señalizaciones que deben tener los equipos de transporte de materiales peligrosos como combustibles, productos inflamables, oxidantes, explosivos. Entre las señalizaciones está el código de material y peligrosidad, basada en la normativa norteamericana NFPA, establece la posición y tamaños de los rótulos informativos exigidos. Lo cual deberá tener presente el Desarrollador durante el periodo de construcción de la obra.

3.9 Suelos

- **Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779 y su Reglamento N° 29375.**

Mediante esta ley se fomenta la protección del recurso suelo, su conservación y mejora de gestión integrada y sostenible con los demás recursos naturales, lo cual habrá de tenerse en cuenta a la hora de realizar el proceso constructivo, estableciendo para ello medidas preventivas o correctivas ante la posible degradación o contaminación en detrimento de la capacidad de uso del suelo.

La norma establece la obligatoriedad de aplicar técnicas adecuadas de manejo de aguas que favorezcan la infiltración en los terrenos o la evacuación de las aguas sobrantes hacia causes naturales, disminuyendo la degradación del suelo por erosión, asentamiento, salinización, hidromorfismo, u otros efectos perjudiciales y establece la necesidad de eliminar residuos sólidos, y realizar el lavado de herramientas y maquinaria que contaminen el suelo en lugares seguros, aspectos todos a tomarse en cuenta en cada una de las obras o actividades a ejecutarse.

3.10 Desechos

- **Reglamento sobre el Manejo de Basuras N° 19049-S.**

El manejo de basuras en un Proyecto como el presente, incluye residuos sólidos domiciliarios, institucionales, industriales, combustibles e inflamables, por lo cual la organización debe buscar soluciones prácticas para el manejo de estos desechos o residuos, asegurándose que su disposición final en la medida de lo posible cauce el menor impacto.

En ese sentido, se deberá asignar responsabilidades u obligaciones para mantener las condiciones óptimas en el manejo de los desechos en los sectores habitacionales, oficinas y los procesos constructivos.

La organización se deberá comprometer a mitigar el impacto que con sus actividades le haga al ambiente involucrando: el manejo, almacenamiento y transporte de la basura y el cumplimiento de esta normativa. En cuanto a los residuos de explosivos, los manejará según lo declarado en el procedimiento del área de salud ocupacional para tal fin, si en algún momento se requiriese emplear este tipo de sustancias.

En las instalaciones que el Proyecto habilite, ya sea en la figura Institucional o por parte del contratista responsable de la construcción, se designará un lugar específico para el almacenamiento de basuras generadas durante las labores constructivas ordinarias.

- **Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Industriales N° 27001-MINAE y Reglamento sobre Características de Desechos Peligrosos Industriales N° 27000-MINAE.**

Los procesos constructivos deberán de cumplir e identificar los desechos de carácter peligrosos que se produzcan.

Así el Desarrollador debe tener claro en cual proceso se genera estos desechos, para que posterior a su clasificación, realice un adecuado almacenamiento y disposición final de tales desechos El manejo y descarte de desechos peligrosos se hará según lo dicten los procedimientos y normativa aplicable.

3.11 Permiso de funcionamiento

REGLAMENTO GENERAL PARA EL OTORGAMIENTO DE PERMISOS DE FUNCIONAMIENTO DEL MINISTERIO DE SALUD, Decreto 34728-S

La aplicación de este reglamento guarda relación con los servicios de alimentación que se brinden en las instalaciones que al efecto construya el ICE o el contratista que para la entrada en operación deberán cumplir con lo dispuesto en artículo 5. Consecuentemente,

según la categoría que se le asigne contará con un Plan de Gestión Ambiental que a su vez contemple el manejo de desechos, atención de emergencias y un plan de salud ocupacional, los cuales serán tratados en el presente documento según las normas que los regulen.

3.12 Contaminación

Ruido

- **Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido, DE 28718-S**

Tomando en cuenta que existe ua limite para la realización de actividades que afectan la salud humana en razón de tratarse de un bien jurídico tutelado por el Estado, el Proyecto deberá observar en todo momento las disposiciones que establece el presente Reglamento. Para ello, se asegurará que sus actividades se ejecutarán dentro de los límites establecidos en el artículo 20 caso contrario deberá implementar acciones correctivas y llevar la situación a los límites permitidos, y será el ente rector Ministerio de Salud el que realice las acciones tendientes a normalizar la situación, el incumplimiento de lo aquí dispuesto se estará a lo dispuesto a las sanciones que establece la Ley General de Salud.

A tomar en consideración, el artículo 23 exime de la presentación de requisitos establecidos en el artículo 22, si se cumple con algunos supuestos allí establecidos como: a) si el ruido generado se realiza en el período diurno comprendido entre las 6:00 horas y las 20:00 horas; cuando se trate de sonidos temporales para reparación y mantenimiento de hogares y sus dependencias, sonidos producidos por el disparo de armas livianas de fuego en polígono autorizados entre otros.

- **Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones N° 10541-TSS**

Se deben señalizar todos los sitios de trabajo que emitan ruido en niveles superiores a ochenta y cinco dB (A), con el objetivo de evitar la exposición por personas sin equipos de protección auditivos debidamente certificados. Así mismo, se debe capacitar a todos los trabajadores sobre técnicas de uso y mantenimiento de equipo de protección auditiva, la cual deberá ser exigida en todo momento de exposición.

3.13 Salud ocupacional

- **Reglamento de Seguro de Salud**

Todo personal que se contrate, de forma temporal o permanente, para desempeñar actividades de trabajo, deberá estar asegurado, bajo el principio de que el seguro de salud es universal, obligatorio y forzoso. Ningún colaborador del proyecto, o de empresas proveedoras del proyecto estará exento de esta disposición, de acuerdo con los requisitos establecidos en este reglamento, que regulan la cobertura y prestaciones médico-sanitarias, la responsabilidad, los subsidios, y otorgamientos de incapacidades.

- **Reglamento sobre las Normas Internas de las Relaciones y Condiciones Laborales en los Centros de Trabajo N°4- MTSS.**

Para la planificación de prevención de riesgos laborales dentro de las instalaciones y frentes de trabajo del Proyecto, se aplicarían las normas de seguridad e higiene dispuestas en el reglamento anterior.

- **Reglamento sobre Higiene Industrial N° 11492-S.**

Este instrumento establece distintas disposiciones que deberán respetarse según actividad que se ejecute que eventualmente cause una distorsión a las comunidades que se encuentren a sus alrededores, debiendo tomarse las previsiones necesarias para reducir al máximo las mismas. Así mismo, considerará los efectos que dichas actividades tengan sobre los trabajadores.

Las previsiones o acciones a considerar por el Proyecto estarán dirigidas a reducir los posibles efectos producidos por: por ruidos, trepidaciones, humo, malos olores, cambios sensibles de temperatura, luces, polvo, gases, humedad u otros inconvenientes, evitar situaciones insalubres o peligrosas. En las instalaciones que se requiera para ejecución y operación del Proyecto se observaran los requisitos que establece el presente reglamento que comprenden: tipos de pisos, medidas mínimas de áreas de trabajo, altura de instalaciones, techos impermeables entre otros.

Así mismo, el Proyecto se asegurará de la potabilización de agua en las instalaciones para consumo y abastecimiento, la disposición de las aguas residuales. Contará además con servicios sanitarios separados de acuerdo al género, a razón de uno por cada veinte trabajadores y de lavamanos de uno por cada veinticinco.

- **Norma Oficial para Colores en Seguridad y su Simbología N° 12715- MEIC.**

La norma establece los colores convencionales para identificar riesgos físicos, objetos y tuberías, para los efectos de prevenir accidentes en las actividades humanas. Durante la realización de las distintas actividades constructivas en particular aquellas vinculadas a proceso industriales, se deberá utilizar la simbología y los colores de seguridad formados para la señalización y rotulación en el uso, transporte y almacenamiento de: Materiales peligrosos (materiales industriales). De igual forma se utilizará la simbología y colores de seguridad para la identificación e información de: pasillos principales y secundarios en talleres, áreas con riesgo de incendio, áreas con riesgo eléctrico (alta y baja tensión), equipos de extinción (portátiles y fijos), áreas con desniveles, caminos públicos (carreteras, autopistas, calles, y caminos dedicados al paso vehicular), zonas de trabajo con maquinaria o equipo especial, equipos de protección Personal, puertas y salidas de emergencias (rutas de evacuación).

- **Reglamento General de los Riesgos del Trabajo N° 13466 – TSS**

El presente instrumento tiene como propósito de proteger al trabajador durante el ejercicio de sus trabajos, en ese sentido el Proyecto se asegurará de que el personal que presta servicios se encuentre cubierto por la póliza de riesgos del trabajo (accidentes o enfermedades laborales), de acuerdo con las directrices internas del Instituto Nacional de Seguros.

Toda medida de prevención de riesgos que se señale por parte de las autoridades competentes será remitida al servicio de seguridad ocupacional del proyecto y éste deberá comunicarla a la dirección para su implementación.

- **Reglamento de Seguridad en Construcciones N° 25235-MTSS.**

De conformidad con este instrumento, el Proyecto debe de mantener los procedimientos y regulaciones para la seguridad e higiene en los procesos de trabajo, atención de emergencias naturales y antrópicas, para el suministro, capacitación, uso y mantenimiento de equipos de protección personal y equipos auxiliares de seguridad. A su vez, implementará las medidas de seguridad e impartirá capacitación en técnicas básicas de almacenamiento de materiales a granel, estructuras metálicas, materiales peligrosos, herramientas, materiales de construcción (varillas, tubos, entre otros).

Se debe elaborar, capacitar e implementar: a) procedimientos de seguridad en técnicas básicas de levantamiento manual y mecánico de cargas, b) procedimientos de seguridad para la protección contra riesgo eléctrico de baja y alta tensión. Se debe especificar, certificar, suministrar, capacitar y supervisar el uso, mantenimiento y almacenamiento seguro de los equipos de protección personal, de acuerdo a las características de exposición y probabilidad del riesgo identificado, entre otros. Lo anterior procederá según la cantidad de personal requerido para la ejecución de la obra.

- **Norma RTCR 226:1997 Extintores Portátiles Contra el Fuego N° 25986- MEIC.**

Los equipos de extinción portátil, tales como extintores, que se coloquen en las instalaciones y centros de trabajo donde se valore la carga de *fuego* y se estime el riesgo de los contenidos, deben cumplir con los requisitos de clasificación, selección, instalación, inspección, mantenimiento, pruebas y señalización en conformidad con el tipo de fuego identificado y la necesidad de cobertura del área.

- **Reglamento Técnico RTCR 292:1997 Seguridad contra incendios**. **Señalización N° 26204-MEIC**.

Se debe implementar programas de señalización para la prevención, mitigación y evacuación para áreas de seguridad en caso de incendio, además de las regulaciones contempladas en la norma de colores de seguridad para señales de prevención e información.

Lo anterior deberá habilitarse en los campamentos e instalaciones que el contratista o el ICE habilite durante las actividades constructivas y operativas independientemente de que se trate de instalaciones temporales.

- **Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. Decreto 13466**

Es obligación del patrono o desarrollador asegurar a sus trabajadores según los términos del artículo 195 del Código de Trabajo. Como acción complementaria, el Proyecto desarrollará módulos de capacitación técnica y gerencial, para el control de los riesgos identificados en la obra. Así como tomar las acciones necesarias para el mantenimiento y revisión de las condiciones de seguridad.

De igual forma tendrá al día los documentos que exigen las normas a afecto de tenerlas al día al momento en que le sean solicitadas por las autoridades competentes.

- **Norma Técnica INTE 31-01-02-00, Principios Generales para Selección y uso de equipo de protección personal en los centros de trabajo.**

Esta norma técnica establece los parámetros a seguir por el desarrollador en la selección y uso de equipo de protección personal en los centros de trabajo. A tal efecto el Proyecto realizará los estudios y análisis necesarios para identificar el riesgo y seleccionar los equipos pertinentes según corresponda. Así mismo, proporcionará a los trabajadores la formación necesaria para su uso, limpieza, mantenimiento, limitaciones y almacenamiento del equipo de protección personal, de lo cual dejará constancia. A su vez solicitará a la Oficina de Salud Ocupacional la evaluación y aprobación técnica de los equipos y dotará a los trabajadores con el equipo de protección personal de acuerdo al riesgo específico.

- Reglamento sobre Oficinas o Departamento de Seguridad Ocupacional. Decreto N° 27434- MTSS

Al superar la población laboral en más de cincuenta trabajadores, el desarrollador conformará una oficina de Salud Ocupacional, a cargo de elaborar y actualizar un diagnóstico de las condiciones de seguridad de la obra, los factores causales de accidente y enfermedades (medicina de empresa). Esta a su vez, llevará los índices de accidentabilidad de la obra (Frecuencia, Incidencia y Gravedad de los accidentes), Tasa de ausentismo laboral, y los indicadores de implementación del programa de Seguridad en conformidad con lo que establece la norma INTE 31-09-09-00 Guía para la elaboración del programa de Salud y Seguridad en el trabajo. Aspectos Generales.

3.14 Corta de árboles en bosques y potreros.

- **Reglamento del Ministerio de Ambiente y Energía. DE 300077- MINAE,**

Establece la estructura de funcionamiento del Ministerio del Ambiente y Energía, cuya injerencia sobre las actividades del proyecto se da en varios sentidos:

a. A través de la Secretaría Técnica Ambiental (SETENA), en lo que al trámite de los Estudios de Impacto Ambiental y las Licencias Ambientales de construcción se refiere.

b. A través de las Oficinas Regionales y Sub-regionales del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, en especial por los permisos de captura y recolección de flora y fauna (para estudios ambientales de prefactibilidad y factibilidad, autorizaciones de corta y eliminación de vegetación.

c. A través del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), entidad que regula y establece los lineamientos y autorizaciones en caso de propiedades privadas o estatales sometidas a los pagos por servicios ambientales, que puedan verse afectadas por la construcción y operación de una línea de transmisión.

d. A través de la Contraloría Ambiental y el Tribunal Ambiental, órganos encargados de imponer las sanciones administrativas contenidas en la Legislación Ambiental.

3.15 Expropiaciones

- **Ley de Expropiaciones, Ley 7495 y Ley de Adquisiciones, Expropiaciones y Servidumbres del Instituto Costarricense de Electricidad, Ley 6313.**

Al igual que la Ley de Jurisdicción Agraria, estas dos normas se relacionan con el proceso de solicitud, confección y trámite de avalúos. Ambas se indican en el apartado 7 (Normativas aplicables) del Reglamento sobre Procedimiento para la Solicitud, Confección y Trámite de Avalúos (La Gaceta N° 109, deI 07106105, acta de la sesión N° 5669 del Consejo Directivo del (CE, celebrada el 10/05/05), como de aplicación obligatoria para el Proyecto en todas sus etapas.

Ambas leyes permiten al ICE como institución pública, realizar el avalúo de adquisición de derechos y el mismo puede seguir por el camino de la expropiación administrativa cuya gestión se realiza en sede administrativa y por acuerdo entre las partes o bien, puede tomar el camino de expropiación judicial cuya gestión se lleva a cabo en la vía jurisdiccional por no haber un acuerdo entre las partes.

Cuando exista ocupación ilícita de bienes inmuebles propiedad de la Institución afectos al Proyecto, el ICE como desarrollador procederá ejercer sus derechos y acciones judiciales correspondientes tendientes a la recuperación de los mismos.

3.16 Energía

Ley de Regulación de Uso Racional de la Energía N° 747 y Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía N° 25584 -MINAE-H- MP.

La aplicabilidad de esta norma para efectos del Proyecto, radica en los alcances que este instrumento pueda tener sobre las regulaciones aplicables a los vehículos, maquinaria, equipos e instrumentos consumidores de energía eléctrica y combustibles que el ICE, el contratista o los subcontratistas importen al país para efectos de los procesos de construcción y operación de este proyecto (Artículo 15).

El ICE está obligado a acatar estas disposiciones, por cuanto así lo dicta la Ley, al indicar que para asegurar un consumo energético eficiente, las instituciones y las empresas públicas, centralizadas y descentralizadas, deberán acatar las disposiciones que dicte el Poder Ejecutivo en materia energética, especialmente en lo relativo al uso y la adquisición de materiales, equipo, maquinaria, vehículos y en cuanto al tendido de nuevas instalaciones eléctricas.

También resulta aplicable esta norma al Proyecto, en lo concerniente a las disposiciones sobre el control de emisión de gases (Artículo 27), al que deberán someterse los equipos, vehículos y maquinaria consumidora de combustibles que se emplee durante la construcción y operación de este proyecto; cuando los límites permitidos no estén contemplados en la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres N°7331.

Ley de Creación del ICE Decreto Ley N° 449 de 1948.

Esta norma es aplicable al Proyecto, en tanto que este proyecto constituye una obra más de las que el Instituto Costarricense de Electricidad está llamado a desarrollar, como parte de las obligaciones que la misma ley de creación le confiere a esta institución.

Es claro el artículo 2, de esta norma, en sus subíndices a) y b), al indicar que las principales gestiones del Instituto se encaminarán a llenar el objetivo de satisfacer las necesidades energéticas de la nación, usando para ello todos los medios técnicos, legales y financieros necesarios, y su programa básico de trabajo será el de construcción de nuevas plantas de energía hidroeléctrica y de redes de distribución de la misma. Esta tarea será llevada a cabo dentro de los límites de las inversiones económicamente justificables.

Además, se plantea la necesidad de unificar los esfuerzos separados para satisfacer la necesidad de energía eléctrica mediante procedimientos técnicos que aseguren el mejor rendimiento de los aprovechamiento de energía y sus sistemas de distribución, actividades todas que se realizarán utilizando en forma racional los recursos naturales como lo indica el inciso c i) del artículo citado supra.

El presente Proyecto responde cabalmente a esas obligaciones facultadas por la ley constitutiva del ICE, en tanto que su implementación ayudará a resolver las necesidades de distribución eficiente de la energía, para efectos de satisfacer la demanda donde se esté originando, a la vez que se contribuye al fortalecimiento del Sistema Nacional Interconectado.

4 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

4.1 Geología

4.1.1 Aspectos geológicos regionales

La geología regional donde está enmarcado este Proyecto, comprende el área que abarca el curso medio del valle del río Reventazón, desde la desembocadura del río Macho, hasta el sitio conocido como Las Juntas.

El valle del río Reventazón ha sido estudiado por varios geólogos (entre los que vale citar a Branson, E.B., 1928; Schaulfelberger, P.,1931; Lohman. W., 1931 y 1934; Dondoli, C. y Torres, J.A., 1954; Umaña, J., 1962 y Madrigal, C. (ed). 1984 .

Las rocas más viejas que afloran en el área, pertenecen al Mioceno Medio, que es la Formación Pacacua (Serie Conglomerados -Arenisca), Mioceno Medio Formación San Miguel (Serie Calcáreo – Arenosa), Plioceno Formación Doán (Grupo Volcánico Cachí), Pleistoceno Inferior Formación Ujarráz (Flujo Lacustre), Pleistoceno Medio Formación Reventado (Miembro Paraíso), Pleistoceno Superior Formación Cervantes (Lavas en Bloques Andesítico – Basáltico), Tobas y Terrazas. Fuera del área de estudio afloran rocas que pertenecen al Eoceno (Calizas las Animas) afloran al NE de la ciudad de Turrialba ([1]).

El río Reventazón ha abierto su valle cortando a través de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas (diques y sills), de diferentes edades geológicas.

En el curso superior del río afloran principalmente rocas sedimentarias (areniscas tanto calcáreas como sílices, arenones y asperones del tipo encontrado en la región del Destierro en el Proyecto de Tapantí.

A partir del pueblo de Orosi y una vez dejadas atrás las areniscas calcáreas y sílicias, el río atraviesa, al comienzo de su curso medio, afloramientos en los que predominan el tipo sedimentario en la margen Izquierda (Formación San Miguel) y volcánico (Formación Doán) en la margen Derecha.

Aguas abajo de la confluencia del Reventazón con el río Navarro y hasta el puente de Angostura el río mantiene su curso siguiendo el contacto, en algunos casos, de coladas de lava que se encuentran en su margen izquierda al Norte y Oeste y en la margen derecha Brechas que aparecen al Sur y Este.

4.1.2 Aspectos geológicos locales (Figura N°.4.1.1)

El área donde se ubicará el nuevo Túnel y la tubería forzada estará distante aproximadamente 30 m. al NO del existente, hacia el cauce del río Reventazón.

La litología que estará interactuando con las diferentes obras civiles a ejecutar corresponde a la Formación Doán, a excepción de la parte final de la Tubería Forzada y la

Casa de Máquinas donde existen unos depósitos de materiales in consolidados, constituidos por coluvio y aluvión. Así mismo, hacia los alrededores están presentes: Formación Reventado, Formación Cervantes, Toba Nueva y Flujo Lacustre.

La Formación Doán está constituida por rocas de origen volcánico, duras, formadas principalmente por brechas volcánicas, tobas, ignimbritas y por coladas de lavas.

Además la formación consiste típicamente en una brecha masiva con pequeñas intercalaciones y lentes de tobas duras, la brecha por lo general se presenta generalmente caótica, con componentes angulares y a veces subredondeados, de muy variados tipos de rocas andesíticas basálticas y tufáceas en diferentes estados de meteorización. La matriz siempre es una toba dura de varias tonalidades en la gama del marrón. Esta brecha de esta formación en algunas partes es de origen lahárico.

MAPA GEOLÓGICO P.H. CACHI TÚNEL 2
ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

Figura N° 4.1.1

La roca que se excavará en el Túnel está compuesta, en su mayor parte por brechas; formada de fragmentos ígneos que varían en tamaño desde fracciones de decímetros hasta más de un metro, unidos por una matriz tobácea y cementación silícea de constitución física buena, además de coladas de lava y tobas y de algunos diques o sills.

En la parte final de la tubería forzada estarán presentes unos materiales in consolidados formados por coluvios producto de la alteración y remoción principalmente de las brechas, que debido a la fuerte pendiente en el sitio y a la alteración de las rocas de la Formación Doán lo formaron.

La terraza de la Casa de Maquinas está formada por una capa de aluvión, que en algunas partes adquiere espesores mayores a los 20 m.

Las otras formaciones prácticamente no estarán actuando durante la fase de excavación y construcción de las obras.

4.1.3 Análisis estructural y evaluación

En el área del Proyecto solamente está presente una Falla Activa, indicada en el plano la Figura N°.4.1.2 “Mapa de Deslizamientos P. H. Cachí Túnel II” con el nombre de Falla Urasca, con una dirección NO- SE, la cual es la prolongación de la Falla Doán, indicada en el Atlas Tectónico de Costa Rica de Denyer. P., et al, 2003.

Así mismo, existen otras fallas geológicas indicadas en el mapa geológico, con direcciones NO - SE, las cuales fueron corroboradas durante la construcción del primer Túnel, año 1963, no manifiestan actividad reciente, su afectación en las obras a realizar va a ser poca, tomando las medidas de protección pertinentes durante el proceso de construcción y ejecución en las obras.

También existen una serie de alineamientos, con direcciones diferentes, las cuales no interferirán con ninguna de las obras del Proyecto.

Todas estas fallas y alineamientos están indicadas en el plano geológico respectivo.

MAPA DE DESLIZAMIENTOS P.H. CACHI TÚNEL 2

Figura N° 4.1.2

4.1.4 Mapa geológico del AP y AID

Ver Figura N°.4.4.1 “Mapa Geológico P. H. Cachí Túnel II / Área de Influencia Directa

4.2 Caracterización geotécnica

La caracterización geotécnica realizada se refiere a las rocas volcánicas de la Formación Doán, citada en el apartado 4.1.2 Aspectos geológicos locales. Esta formación geológica es la que tiene influencia directa sobre las obras del proyecto.

Específicamente, la caracterización geotécnica se ha aplicado a las brechas y a las lavas, materiales característicos de dicha formación. Las brechas son las rocas que en su mayoría componen los macizos rocosos que serán atravesados por el Túnel y por la trinchera de la tubería forzada. Por otra parte, como se verá adelante, las lavas conforman el segundo grupo de rocas en cuanto a importancia para las obras del proyecto.

Para otros materiales como las tobas y las rocas ígneas que constituyen los diques intrusivos que atravesará principalmente el Túnel, no ha sido posible realizar ensayos de laboratorio debido a que su existencia se conoce a partir de información generada durante la excavación del primer Túnel de la central hidroeléctrica (entre los años 1964 y 1969). A lo largo de la línea de Túnel actual, estos tipos de roca no se encuentran aflorando en superficie, y tampoco se han encontrado testigos con la investigación realizada a la fecha (perforaciones PHTCHT2-1, PHTCHT2-3, PHTCHT2-6). No obstante, el porcentaje de estos materiales a excavar mediante el nuevo Túnel es bajo, del orden de 10%, en comparación con los porcentajes estimados de brechas y lavas, según la versión actual del modelo geológico del nuevo Túnel[1]. Se estima que el porcentaje de brechas a lo largo del Túnel nuevo será de 62% y el de lavas de 17%.

En el Cuadro N° 4.2.1 se presenta, por tipo de material, el porcentaje estimado a excavar, así como los posibles usos de dichos materiales.

Cuadro N° 4.2.1 Tipos de rocas a excavar, porcentajes estimados y usos potenciales

Tipo de material	Porcentaje estimado	Uso potencial
Brechas	62,1	Lastre para caminos
Lava brechosa y coladas de lava	17,3	Agregados para concreto no estructural
Tobas	5,4	Colocar en escombreras
Aluviones cementados	4,9	Colocar en escombreras
Diques intrusivos	4,2	Agregados para concreto
Relleno de falla	6,1	Colocar en escombrera

[1] Morera F., Madrigal C., (2008). ICE. UEN PSA. Modelo geológico del Túnel II. Ampliación P. H. Cachí.

Adicionalmente, se hace referencia a las características geotécnicas de los materiales inconsolidados tipo aluviones, del final de la tubería forzada y del área de ampliación de la casa de máquinas.

Con respecto de las fallas geológicas citadas en el apartado 4.1.3 Análisis estructural y evaluación, no se ha tenido aún acceso a los materiales que las componen, no obstante se han realizado algunas estimaciones basándose en los antecedentes del primer Túnel. El porcentaje de estos materiales fallados a atravesar por el Túnel nuevo se ha estimado en aproximadamente 6%.

4.2.1 Propiedades mecánicas y físicas de la roca intacta

A partir de referencias existentes[2], se han estimado las propiedades geomecánicas de estos materiales, las cuales se comprobarán con el avance de las investigaciones geológicas y geotécnicas.

Para las brechas y lavas, la caracterización geotécnica actual se ha realizado tanto para condición de roca intacta, mediante ensayos de laboratorio en testigos de perforación, como para los macizos rocosos.

4.2.1.1 Ensayos anteriores

Se reportan los valores de los ensayos de laboratorio tomados de la referencia citada, los cuales se realizaron con testigos tomados de las perforaciones PC-1, PC-2, PC-13, realizadas en la primera mitad de la década de los años 60, durante las investigaciones geotécnicas. En esa época, hubo que llevar las muestras a un laboratorio de la Universidad de Illinois, USA. Probablemente por esa razón hay muy pocas pruebas de ese entonces.

Cuadro N° 4.2.2 Resultados de ensayos de laboratorio en roca intacta de las perforaciones PC-1, PC-2, y PC-13.

Procedencia	PC-1	PC-2	PC-13
Elevación (m.s.n.m.)	960,00	914,00	938,00
Profundidad (m)	43,00	69,00	69,00
Litología	Brecha	Brecha	Brecha
RCS (kg/cm^2)	394,0	606,0	470,5
G_s seca	2,39	2,38	2,42
G_s bruta	2,16	2,18	2,20
Absorción (%)	11,0	11,6	5,0

[2] Umaña J., (1963). ICE. Sección de Geología. Informe Geológico Final al Proyecto Hidroeléctrico de Cachí.

4.2.1.2 Ensayos actuales

Adicionalmente, se presentan los resultados de ensayos en roca intacta realizados en el Laboratorio Geotécnico del Área de Ingeniería Geotécnica del ICE, sobre testigos de la perforación PHCHT2-1 realizada en junio de 2008.

a) Ensayos de propiedades físicas

Se realizaron ensayos de ultrasonido en testigos seleccionados a diferente profundidad, mediante los que se determina la velocidad de onda compresiva u onda p. Los valores de onda p se pueden correlacionar con las características físicas y mecánicas de la roca intacta.

En el Cuadro N° 4.2.3 se resumen los resultados de los ensayos de onda p realizados a la fecha.

Cuadro N° 4.2.3 Resultados de ensayos de velocidad de onda compresiva v_p, en testigos de la perforación PHCHT2-1.

Litología	N^o. muestra	Profundidad (m)	V_p (m/s)
Brecha marrón	1	62,8	2570
	2	88,5	2704
	3 y 4(1)	88,5 – 88,8	3186
	3 y 4(2)	88,5 – 88,8	2843
	5	89,1	3176
Lava gris	6	112,0	2997
	7	112,3	3166
	8	112,5	2829
	9(1)	111,8	3014
	9(2)	111,8	3259
Brecha gris	10	134,3	3063
	11(1)	134,7	2613
	11(2)	134,7	2686
	12(1)	132,0	2439
	12(2)	132,0	2426
	13	132,5	2511

Según el criterio de calidad física que se obtiene con el ensayo de ultrasonido, las muestras de roca intacta analizadas, tienen una condición física buena a muy buena, que se pudría asociar con resistencia a la compresión media.

Adicionalmente, se realizaron ensayos para determinar los valores de las propiedades físicas de las rocas tales como la gravedad específica (G_s), en condición seca, y saturada superficie seca, porcentaje de absorción y peso específico ( ). Valores altos de G_s y , se relacionan con condiciones físicas buenas a muy buenas en la roca intacta. En el caso de

absorción, si los valores obtenidos son bajos, la porosidad también es baja, y por lo tanto, la roca intacta tiene buena calidad física y mecánica.

Cuadro N° 4.2.4 Resultados de ensayos de propiedades físicas en testigos de la perforación PHCHT2-1.

Procedencia	PHCHT2-1	PHCHT2-1	PHCHT2-1
Profundidad (m)	62,80	112,00	132,55
Litología	Brecha marrón	Lava gris	Brecha gris
Peso unitario (kg/m^3)	2087,5	2256,6	2278,5
G_s seca	2,34	2,41	2,44
G_s bruta	2,13	2,28	2,30
Absorción (%)	10,2	6,0	6,3

Como puede verse, se han obtenido valores de propiedades físicas como el Gs, altos correlacionables con calidad física buena. No obstante, los valores de absorción son relativamente altos y éstos se pueden correlacionan con un grado de alteración medio a bajo observado en los testigos. En el caso del peso unitario, este también está acorde con el grado de consolidación de la matriz de los testigos ensayados, que tiende a ser bajo. Una ligera mejoría de las propiedades físicas de la roca se observa conforme aumenta la profundidad. Sin embargo esta tendencia debe comprobarse cuando se cuente con más testigos ensayados tomados de las demás perforaciones a realizar.

b) Ensayos de propiedades mecánicas

Respecto de los ensayos para determinar las propiedades mecánicas, se han realizado las pruebas para determinar la resistencia a la compresión simple (RCS), con medición de desplazamientos para poder calcular el módulo de elasticidad de la roca, y de resistencia a la tracción por el método brasileño.

El valor de la RCS permite clasificar la roca intacta según varios criterios existentes, entre roca blanda hasta roca dura. Esta propiedad es de mucha importancia en mecánica de rocas pues es un parámetro presente en los sistemas de clasificación de macizos rocosos y en criterios de rotura empíricos que permiten estimar las propiedades de resistencia del macizo rocoso que para efectos del diseño de obras subterráneas es requerido.

Cuadro N° 4.2.5 Resultados de ensayos de propiedades mecánicas en testigos de la perforación PHCHT2-1.

Litología	N°. muestra	Profundidad (m)	RCS, $_c$ (kg/cm^2)	Módulo promedio (kg/cm^2)	Resistencia a tracción, $_t$ (kg/cm^2)	Razón $_t$/ $_c$ (%)
Brecha marrón	1	62,8	40,1	8543,0		
	2	88,5			22,3	
	3 y 4(1)	88,5 – 88,8			34,5	
	5	89,1			37,8	
Lava gris	6	112,0	171,0	29897,0		12,6
	8	112,5			21,5	
Brecha gris	10	134,3			22,9	
	12(1)	132,0			20,0	
	13	132,5	214,3	160005,0	23,5	10,3

De los resultados de los ensayos de RCS, se concluye que los testigos de las rocas ensayados de la perforación PHCH2-1, presentan valores bajos de resistencia por lo que a partir de esos valores la roca se puede considerar blanda. Desde el punto de vista geomecánico, no se observa diferencia entre las lavas y las brechas, excepto porque estas últimas sufren el efecto de disgregación de los clastos por falta de adherencia entre los clastos y la matriz. Este no es un resultado directo de los ensayos de RCS, pero si es una observación realizada cuando se prepararon los especímenes para los ensayos. Con los valores de RCS, se podrá estimar con menor incertidumbre la resistencia del macizo rocoso.

Los valores de la resistencia a la tracción, obtenidos con el ensayo de tracción brasileño, son congruentes con lo observado a nivel internacional, ya que representan aproximadamente entre el 12% y el 10% de la RCS, excepto por el testigo de la brecha marrón que en este caso no resultó ser representativo. El valor de la resistencia a la tracción permite calibrar el criterio de ruptura para estimar la resistencia del macizo rocoso.

Conforme se avance en la etapa de investigación, deberán realizarse muestreos sistemáticos para mejorar la estadística y las desviaciones de los valores de las propiedades de los materiales, en función de sus condiciones de alteración y micro fracturamiento.

4.2.2 Ensayos del macizo rocoso

Deformabilidad

A continuación, se reportan los valores de los ensayos de módulo elástico realizados in situ sobre las brechas en el sitio de Presa. En los informes consultados, no se reportan ensayos que se hubieren realizado en el primer Túnel (tomados de Umaña J, 1963). En la actualidad no hay facilidades para realizar este tipo de ensayo por no contar con sitios de prueba. Sobre la marcha de las investigaciones se realizarán nuevos ensayos. No obstante, con la aplicación de un criterio de ruptura empírico como el de Hoek y Brown, o

mediante ensayos de dilatómetro en las futuras perforaciones, se pueda aproximar el rango de valores de este parámetro de diseño.

Cuadro Nº 4.2.6 Módulo elásticos medios medidos en las paredes de las galerías de investigación en el sitio de Presa (Umaña, 1963).

Cámara Nº	Pared Izquierda		Pared Derecha	
Módulo	Elástico (Kg/cm^2)	Del macizo (Kg/cm^2)	Elástico (Kg/cm^2)	Del macizo (Kg/cm^2)
1	25400	23900	29900	28500
2	24200	23300	17700	17000
3	56100	53000	106700	101300
4	38800	37400	21800	20700
5	54600	50600	122100	113200

Cuadro Nº 4.2.7 Módulo elásticos medios medidos en la corona y piso de las galerías de investigación en el sitio de Presa (Umaña, 1963)

Cámara Nº	Superior		Inferior	
Módulo	Elástico (Kg/cm^2)	Del macizo (Kg/cm^2)	Elástico (Kg/cm^2)	Del macizo (Kg/cm^2)
1	39700	34700	56200	49700
5	102200	87800	213000	178300

Resistencia al corte del macizo rocoso

La resistencia al corte del macizo puede ser obtenida a partir de la aplicación de criterio de Hoek & Brown, que a su vez permite la determinación de los parámetros de resistencia al corte de Mohr-Coulomb[3]. Esta información será de particular interés al determinar la estabilidad de la excavación subterránea, para realizar análisis de estabilidad de taludes, y para diseñar la excavación y el revestimiento del Túnel.

[3] Hoek, E.; Carranza, C.; Corkum, B. 2002. Hoek-Brown Failure Criterion-2002 Edition.

El criterio generalizado de Hoek & Brown puede ser expresado por la ecuación (1) siguiente:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci}\left(m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s\right)^a \quad (1)$$

Donde:

- σ'_1 y σ'_3: esfuerzos principales mayor y menor a la falla

- σ_{ci}: resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta

- m_b, a y s: constantes del material que pueden ser obtenidas como sigue:

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right) \quad (2)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right) \quad (3)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{\frac{-GSI}{15}} - e^{\frac{-20}{3}}\right) \quad (4)$$

Es conveniente clasificar el terreno a atravesar con el Túnel no solo por la litología, sino más bien por el comportamiento geomecánico de las diferentes clases de macizo. De acuerdo con la versión actualizada del perfil geológico del Túnel, se pueden esperar varias clases de macizo de acuerdo con el sistema de clasificación de macizos rocosos Rock Mass Rating (RMR), que en este caso van desde la clase II hasta la clase V.

Para el caso que nos ocupa, los valores de los parámetros de entrada para la aplicación del criterio de ruptura, tales como la resistencia a la compresión simple obtenida mediante ensayos en el laboratorio comentados antes, GSI (Geological Strength Index), mi (constante de la roca intacta) y D (factor de reducción por el método de excavación), se muestran en el Cuadro N° 4.2.8.

Cuadro N° 4.2.8 P. H. Ampliación Cachí. Valores de los parámetros de entrada al criterio de ruptura según la clase de macizo rocoso.

Clase de macizo rocoso	Valores de los parámetros de entrada para aplicación del criterio de ruptura				
RMR	GSI	ci (MPa)	m_i	D	Densidad, (kg/m^3)
II	65	30	20	0	2200
III	55	20			
IV	40	15			
V	20	5			1900

Finalmente, los valores de a, mb y s han sido determinados a partir de las expresiones 2, 3 y 4 anteriores. El valor de D empleado es de 0.5, que corresponde a una excavación mediante medios mecánicos y voladuras controladas, según se indica en la figura siguiente:

Figura N° 4.2.1 Valores de D en el criterio de Hoek & Brown 2002 para obras subterráneas

Figura N° 4.2.1 Valores de D en el criterio de Hoek & Brown 2002 para taludes

Finalmente se obtienen valores preliminares de los parámetros del criterio de Hoek Brown por clase de macizo para el diseño básico de la excavación subterránea, según se muestra en el Cuadro N° 4.2.9.

Cuadro N° 4.2.9 Valores de los parámetros de salida del criterio de ruptura según la clase de macizo rocoso.

Criterio de ruptura de Hoek-Brown				
Parámetro	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
Mb	5,73	3,35	2,35	1,15
S	0,0205	0,0039	0,0013	0,0001
A	0,502	0,506	0,511	0,544
Cohesión aparente (MPa)	1,20	0,80	0,60	0,25
Ángulo de fricción (grados)	49,0	42,0	37,0	24,0
Módulo de deformación del macizo (MPa)	5500,0	1780,0	695,0	66,2

4.2.3 Estabilidad de taludes

La evaluación de las condiciones de estabilidad de taludes se refiere exclusivamente a los cortes que se deben realizar para los caminos de acceso a las obras, y taludes de la trinchera de la tubería forzada.

4.2.3.1 Taludes de caminos de acceso

No se requiere la construcción de nuevas obras viales para acceder a frentes de trabajo. Los únicos caminos de acceso a rehabilitar son el acceso a la Ventana A, que requiere de mejoras de la calzada en un tramo corto, y el camino hacia el Tanque de Oscilación que requiere de mejoras en la calzada, y manejos de agua adecuados.

Acceso a la Ventana A

El camino a la Ventana A inicia a unos 300 m. aproximadamente medidos desde la intersección entre Urasca y Cachí, en ruta a Urasca. Consiste básicamente de 4 tramos ondulosos a rectos, de longitud y pendientes variables unidos mediante 3 curvas con radio de curvatura cerrado. La longitud total de camino es de 1900 m. Su pendiente varía de 2 % a 12% aproximadamente.

Los primeros 1000 m. son bastante planos. Los taludes de este camino están constituidos por brechas meteorizadas. Su altura es variable desde 12 m. hasta 25 m. aproximadamente. El terreno fue excavado a inicio de los años 60 para habilitar dos frentes de trabajo desde el Túnel. Como el camino no será ampliado en su totalidad, estos cortes permanecerán en la condición de estabilidad actual que en la mayoría de los casos es adecuada. Los problemas de inestabilidad local superficial se presentan hacia el tercio final del camino.

Durante los reconocimientos realizados, fue en ese sector donde se observaron rupturas o colapsos de talud inactivos actualmente pero que han dejado cicatrices en el terreno que evidencian desprendimientos de terreno, que cae sobre la zona baja del camino que hace las veces de berma. Hay evidencias de que durante la vida útil del camino ha debido estar removiendo escombros, pero no hay evidencias de intentos de estabilizar dichas zonas, actualmente cubiertas por vegetación.

En los primeros 450 m., el camino es un corte en balcón en una ladera constituida por suelo residual y brechas volcánicas con grados de meteorización variables, desde muy meteorizadas hasta ligeramente meteorizadas. En este corte en balcón, el talud interno en el sentido de avance hacia la Ventana A, soporta cortes con pendientes de hasta 70 grados, y alturas de hasta 12 m. Estos taludes presentan solamente algunas inestabilidades locales y superficiales que han ocurrido a lo largo del tiempo, y que no amenazan el acceso actual ni a futuro. No obstante, entre los 100 y 200 m. de camino, hay árboles en la cresta del talud interno con inestabilidad precaria por pérdida paulatina del terreno por erosión.

El talud externo da hacia la carretera principal, y tiene pendientes variables de 70 a 45 grados, y alturas de hasta 20 m. sin muestras de inestabilidad. El talud externo está cubierto de vegetación más densa (tipo charral) que la del talud interno. En el talud externo no se observaron signos de inestabilidad.

En la estación 0+450 m, el camino se aleja del talud externo, porque penetra hacia el macizo con una curva cerrada donde se cambia el sentido del camino casi en 180 grados. Al mismo tiempo, el talud interno va disminuyendo de altura hasta que en la estación 0+700 m de camino, el terreno se vuelve plano y el camino deja de tener taludes. Desde 0+450 hasta los 0+800 m aproximadamente, en el lado izquierdo en el sentido de avance hacia la Ventana A, el terreno de topografía plana es propiedad del ICE, donde actualmente se ubica un vivero.

De 0+800 m en adelante el camino se hace angosto requiriéndose de trabajos de ampliación bien planificados, dado que de aquí en adelante, se observaron signos de inestabilidad superficial local, que requerirán la realización de obras de contención y refuerzo de taludes así como de manejos de agua adecuadamente diseñados y construidos. En la estación 0+950 m está la segunda curva de 180 grados y cambio de dirección del camino.

Desde 1+000 m en adelante, la conformación del terreno es en corte de balcón, con talud interno a la izquierda y talud externo a la derecha en el sentido de avance hacia la Ventana. Hasta 1+300 m, la altura de ambos taludes es baja (menor de 10 m), y las pendientes son menores de 45 grados observándose cubiertos de vegetación densa y sin muestras de inestabilidad. En la estación 1+400, la altura del talud externo aumenta hasta 15 m.

En adelante, se notan inestabilidades en las estaciones 1+300, 1+380, 1+400, 1+530, 1+600, y 1+700. En el Cuadro N° 4.2.10 se presenta la descripción del tipo de inestabilidad observada, su ubicación (talud externo o interno), y la recomendación del tipo de obra geotécnica requerida para su estabilización.

En 1+500 se alcanza la curva 3, de poco radio de curvatura y que requerirá de ampliación. En este punto el talud interno acaba y la configuración del camino cambia a un corte en balcón con el talud externo en la margen izquierda. En el lado derecho, la altura del talud interno aumenta paulatinamente de pendiente. La pendiente del talud externo es del orden de 45 a 60 grados y alcanza una altura de 30 a 40 m.

De 1+600 hasta 1+700 hay espacio para ampliar el ancho del camino y no se observan signos de inestabilidad. En 1+780 hay una caída de agua desde el talud interno que requerirá de un manejo adecuado mediante un diseño hidráulico para su conducción. Esta caída de agua ha deteriorado el tramo final del camino.

En 1+900 el camino termina al alcanzarse el portal de la Ventana A, sobre la entrada a la Ventana no se observaron signos de inestabilidad en el talud. Una quebrada caudalosa pasa bajo un puente que une el final del camino y el macizo en que se excavó la obra subterránea. El puente actual deberá de ser sustituido con uno que tenga los elementos estructurales sanos y diseñados para soportar las solicitaciones debidas al proceso constructivo.

Cuadro N° 4.2.10 Inestabilidades de los taludes del camino a la Ventana A desde la estación 1+300 a la 1+700.

Estación	Tipo de inestabilidad	Ubicación	Recomendaciones geotécnicas
1+300	Superficial, local. Indicio de inestabilidad en forma de cuchara. Longitud afectada: 15 m.	Talud externo	Obra de contención con muro de gravedad de 4 m. de altura.
1+380	Superficial, local. Tramo de inestabilidad reciente. Longitud afectada: 30 m.	Talud interno	Redefinición geométrica y refuerzo con pernos y concreto lanzado.
1+400	Local. Longitud afectada: 20 m.	Talud externo	Relleno reforzado con geomallas de 3 a 4 m. de altura.
1+530	Local, caída de bloques de roca. Longitud afectada: 15 m.	Talud interno	Refuerzo con pernos localizados y concreto lanzado.
1+600	Local, erosión de la ladera por descarga de caídos de roca desde 1+530. Longitud afectada: 15 m.	Talud externo	Relleno reforzado con geomallas de 3 a 4 m. de altura.
1+700	Superficial, local. Caída de saprolito (suelo residual con bloques) desde 25 m. de altura. Longitud afectada: 15 m.	Talud interno	Refuerzo con pernos localizados y concreto lanzado.

Con la activación de un nuevo proceso constructivo, es importante que en el tercio final del camino se consideren recursos para la construcción de obras de manejo de agua con cunetas debidamente revestidas de concreto, con bajadas con quiebra gradientes para controlar la energía y el poder erosivo del agua, y también materiales como gaviones, mallas de refuerzo e inclusive pernos pasivos y concreto lanzado para coser tramos de taludes que muestran inestabilidades para ser tratadas con este tipo de solución.

Camino de acceso al sitio de construcción del Tanque de Oscilación

El camino requerido para que la maquinaria, equipos, materiales y personal accedan al lugar, tiene una longitud de 650 m aproximadamente. Su pendiente promedio es del orden de 2%, con lo cual es prácticamente plano. Inicia a unos 1000 m medidos desde la entrada al acceso de la Casa de Máquinas de la Central, en la ruta entre San Jerónimo y el Congo.

Hasta la estación 0+470 en un corte en balcón, con taludes internos y externos de alturas importantes, variables de 25 a 40 m. De la estación 0+470 0+570 los cortes son tipo “gaveta”, con un pequeño talud interno en el borde externo para después continuar con el terreno en la ladera natural. El ancho del camino es adecuado para el tránsito de maquinaria en dos carriles y de ser necesario se puede ampliar sin hacer cortes adicionales.

Los cortes de los taludes son en brechas con grados de meteorización variable desde meteorización media a alta. No obstante, el perfil de meteorización de la brecha es muy delgado, con zonas donde aflora roca sana, incluso en la rasante del camino.

Los cortes en esta litología soportan pendientes importantes, casi verticales con pendientes del orden de 70 hasta 80 grados. Los taludes están cubiertos de vegetación y a lo largo de todo el tramo no se observan inestabilidades.

Al pie de algunos taludes, cerca de la intersección hacia el caserío de San Miguel, se observan coluvios de poco espesor que se estima se han depositado desde el inicio de la construcción del camino ya que se muestran consolidados.

Al final del camino, cerca del T.O. actual la intersección con el camino hacia san Miguel, estrangula el ancho del camino, siendo esta situación crítica para el proceso constructivo, por lo que se considera que se requerirá ampliar el camino realizando cortes de taludes e introduciendo sistemas de contención o de refuerzo en un tramo de al menos 100 m.

Las inspecciones geotécnicas realizadas al sitio permitieron identificar que los cortes en las brechas de este sector del proyecto soportan taludes con pendientes y alturas importantes sin mostrar signos de inestabilidad, lo que indica que las condiciones de estabilidad de los taludes son muy favorables en este camino.

Camino de acceso a la Casa de Máquinas para las obras de ampliación.

Es un camino de uso diario por los funcionarios que laboran en la Casa de Máquinas de la Planta Cachí, y ha funcionado por más de 40 años. Tiene pendientes de hasta 12% y 15% y un ancho limitado aunque en los últimos años ha sido objeto de trabajos de manejos de agua con amplias cunetas que permiten tramos para el paso de dos vehículos.

Tiene longitud de 1400 m medidos desde su inicio en la entrada a la comunidad del Congo en la ruta hacia Tucurrique, hasta la terraza plana donde se ubican patios aledaños a la Casa de Máquinas. Por las altas pendientes del camino, hay varias curvas cerradas que ya han sido ampliadas y una calzada con pavimento de asfalto.

En general es un camino de cortes en balcón, los taludes se excavaron en materiales tipo coluvios que han alcanzado el ángulo de reposo a través del tiempo, y por consiguiente estabilidad.

Los coluvios sobreyacen a las brechas de condición muy meteorizada a nivel superficial en este sector. En el contacto de los coluvios con las brechas es común ver agua aflorando. Sin embargo, debido a la densa vegetación y árboles con raíces que amarran el terreno no se observaron signos importantes de inestabilidad a lo largo del reconocimiento geotécnico del camino, excepto en las estaciones 0+300 y 1+200, según se detalla en el Cuadro N° 4.2.11. En general los taludes tienen pendientes de entre 50 y 70 grados y alturas de hasta 25 y 30 m.

Cuadro Nº 4.2.11 Inestabilidades de los taludes del camino a la Ventana A desde la estación 1+300 a la 1+700.

Estación	Tipo de inestabilidad	Ubicación	Recomendaciones geotécnicas
0+300	Superficial, local. Inestabilidad de coluvios y suelo de poco espesor. Longitud afectada: 15 m.	Talud interno	Obra de contención con muro de gravedad de 4 a 5 m de altura.
1+200	Local. Deslizamiento de magnitud importante en coluvio sobre brecha. El frente del talud que da al camino se mantiene estable, pero hacia lo profundo de la ladera, a unos 80 m del camino en una propiedad privada, se ha producido una inestabilidad importante. No afecta directamente al camino.	Talud interno	Mantener en observación el problema. Confirmar que no va a evolucionar afectando el acceso a la Planta.

Taludes de la trinchera de la Tubería de Alta Presión

La trinchera de la Tubería de Alta Presión (TAP), fue excavada en brechas de meteorización ligera a media, con una matriz bien soldada. Los taludes internos se cortaron con pendientes del orden de 45 grados, y los taludes principales con pendientes variables entre 40 y 80 grados. Estos taludes no fueron protegidos o reforzados con concreto lanzado, u otro tipo de protección. Actualmente se encuentran cubiertos con vegetación tipo pastizal solamente.

Los taludes de la trinchera no muestran signos de inestabilidad interna o externa. Tampoco se han observado rupturas locales. El talud principal sirve de cimentación de la TAP que le transmite al terreno importantes esfuerzos. El macizo rocoso constituido por las brechas, tiene adicional una capacidad de soporte admisible alta porque tampoco se han observado desplazamientos locales de las monturas o de los bloques de anclaje.

Desde 1999, se ha realizado un control geodésico constante, por parte del área de Auscultación de Obras del Centro de Servicio Estudios Básicos de la UEN PySA, cuando se instalaron 23 guías sobre el eje de la tubería que sirven para verificar si ésta sufre desplazamientos importantes.

El comportamiento de los taludes, aún en durante las solicitaciones de las sacudidas sísmicas que han ocurrido a lo largo del tiempo desde su construcción, ha sido de estabilidad.

En la revisión de las mediciones geodésicas se ha determinado que los desplazamientos máximos con respecto a la lectura base varían en un rango de orden de $5x10^{-3}$ mm hasta $1,6x10^{-2}$ mm, en diferentes épocas y diferentes años de lectura. Estos desplazamientos son prácticamente despreciables y demuestran que la estabilidad del talud de la trinchera de la tubería con las cargas impuestas, es muy alta.

La trinchera también fue excavada dejando espacio para cimentar la nueva tubería. Las cargas adicionales que impondrá la nueva tubería en el talud principal, aún no se conocen debido a la etapa actual del proyecto. En la siguiente etapa del proyecto, cuando se conozcan mejor las dimensiones y las cargas que la nueva tubería transmitirá al talud principal de la tubería, se deberán realizar análisis de estabilidad detallados, con las características del terreno determinadas mediante ensayos geotécnicos de campo.

4.3 Geomorfología

4.3.1 Descripción geomorfológica regional

4.3.1.1 Geomorfología y pendientes.

Se definió un área alrededor de la futura obra de ampliación del Túnel de Cachí de 2 Km. a cada lado del trazo de la conducción lo que corresponde a 3091 hectáreas para este estudio geomorfológico.

El área donde se circunscribe el proyecto se caracteriza por dos grupos de Unidades Geomórficas. Por un lado se distinguen las geoformas de áreas montañosas y en segundo plano las geoformas debidas a procesos agradacionales, las cuales corresponden a la serie de depósitos coluvio aluviales ubicados en las márgenes del cauce principal del río Reventazón y que están dispuestos en niveles de terrazas o depósitos fluvio lacustres. (Ver Figura N°. 4.3.1 Mapa Geomorfológico)

4.3.1.2 Geoformas de áreas montañosas.

El río Reventazón sirve de límite natural para separar dos unidades morfológicas, en la margen izquierda dominan la geoformas volcánicas cuaternarias, asociadas a la actividad del conjunto volcánico del Irazú. Mientras en la margen derecha se distinguen las geoformas denudacionales y erosiónales de edad terciaria. Aunque estas últimas corresponden a litologías volcánicas, la mayor antigüedad de estas formaciones respecto a las litologías volcánicas de la margen izquierda del río Reventazón, hace que presenten una mayor afectación por procesos denudativos. Lo que se refleja en formaciones superficiales con fuerte interperización, suelos con perfiles muy profundos y rojizos.

Las formaciones volcánicas de la margen izquierda del río Reventazón corresponden apenas a un pequeño sector del área estudia para este proyecto. El relieve de este sector ha sido determinado en mayor parte por la colada de Cervantes, lo evidencia un relieve muy juvenil, donde destacan formas multiconvexas, taludes de erosión, cañones fluviales, escarpes y frentes de colada bien marcados. El frente de la colada presenta en su parte superior un relieve moderado ondulado con pendientes que van de 0 a 30 %, lo que contrasta con los taludes de erosión y paredes de los cañones de los ríos que tributan con el río Reventazón, así por los taludes que definen el curso del río Reventazón los cuales presentan pendientes entre 60% a 75% y más.

La margen derecha dominada por las formas de relieve denudativos de litología terciario, comprende por completo la zona de paso del Túnel y obras de ampliación. El relieve se caracteriza presentar marcados interfluvios de aguas, lo que permite distinguir tres micro-cuencas importantes: La micro cuenca del río Urasca, la microcuenca del río Guatuso y la microcuenca de la quebrada Hamaca.

Como insumo metodológico en este análisis se decidió utilizar algunos criterios morfométricos como el *Coeficiente de forma* (K_f) el cual establece el grado de achatamiento de una cuenca, en donde los valores altos cercanos a 1 indican tendencias a la concentración de aguas o la formación de crecidas.

El factor de forma está dado por la ecuación:

$K_f = A/ L^2$

Donde:

A: Área de captación

L: Longitud de la cuenca

En segundo lugar está el *Coeficiente de Compacidad* (K_c) el cual mide el grado de circularidad, donde los valores cercanos a uno en orden decreciente indican la capacidad de una cuenca de concentrar mayor volumen de agua por escurrimiento.

La ecuación para este cálculo es:

$K_c = 0.28^* (P/ \sqrt{A})$

Donde:

P: Perímetro de la cuenca

A: Área de la Cuenca.

4.3.2 Descripción geomorfológica local

4.3.2.1 Microcuenca del río Urasca

Esta microcuenca representa el 13% (402.69 ha) del total de área estudiada. Un 25% de la microcuenca no se incluye dentro del corredor de 4 km. de área de análisis. (Ver Figura N°. 4.3.2 Mapa de pendientes).

La microcuenca presenta taludes de erosión bien conformados en sus laderas pero de pendientes más distribuidas en mayores rangos debido a que corresponden con relieves más desgastados.

Cuadro N° 4.3.1 Categorías de pendiente microcuenca río Urasca

Código	Categoría	Hectáreas	% Microcuenca	% Área Corredor
1	0- 15%	11.5555	2.87	0.37
2	15 – 30%	24.7300	6.14	0.80
3	30 – 45%	52.9286	13.14	1.71
4	45 – 60%	103.2748	25.65	3.34
5	60 -75%	119.1897	29.60	3.86
6	75% y más	91.0189	22.60	2.94
	Totales:	402.6975	100.00	13.03

Como se observa en el cuadro anterior los valores de pendiente se concentran mayoritariamente entre los tres últimos rangos que van de 45 % a más de 75%. Aunque hay que destacar que las pendientes más fuertes en esta micro cuenca sumadas representan solo un 6.8 % del total del corredor de estudio.

Figura N° 4.3.3 Perfil del río Urasca

El perfil anterior muestra que el río presenta una moderada pendiente longitudinal bien definida, la cual sumado a los rangos de pendiente que presentan las laderas, son un reflejo del efecto que tiene los alineamientos estructurales a que es sometido el río Urasca.

Para la microcuenca del río Urasca los valores morfométricos de K_f y K_c son de 0.26 y 1.39 respectivamente lo que indica que es una microcuenca ligeramente achatada en forma y más oblonga que circular, por lo que la misma no tiene capacidad de concentrar tanta agua ni de captarla, lo que genera escurrimientos rápidos. Presenta una pendiente de cauce baja, pero si se considera el hecho de que presenta laderas con fuerte pendiente, puede favorecer eventualmente alguna crecida repentina a consecuencia de algún evento climático extraordinario. (Ver Figura N°.4.3.4)

Figura N°. 4.3.4 Ortomodelo de la microcuenca del río Urasca

4.3.2.2 Microcuenca río Guatuso.

Cubre un 10.5% del área del corredor estudiada lo que equivale a 324.7 ha de extensión.

En el cuadro siguiente resalta que un 39. 52 % de las pendientes se ubican entre el rango de 30 – 45%, son terrenos ondulados que se extienden en los sectores más elevados de la microcuenca. Las pendientes más fuertes con relieves fuertemente ondulados y escarpados equivalen a un 13.8% de los terrenos de la microcuenca, corresponden con los sectores que han sido afectados por fallamientos geológicos.

Cuadro N° 4.3.3 Categorías de pendiente microcuenca río Guatuso

Código	Categoría	Hectáreas	% Microcuenca	% Área Corredor
1	0- 15	0.0329	0.01	0.00
2	15 – 30	53.3123	16.42	1.72
3	30 – 45	128.3553	39.52	4.15
4	45 – 60	98.1501	30.22	3.17
5	60 -75	24.9705	7.69	0.81
6	75 y más	19.9443	6.14	0.65
	Totales	**324.7654**	**100.00**	**10.50**

Figura N°.4.3.5 Perfil longitudinal río Guatuso

El perfil del río Guatuso muestra un patrón muy regular en los primeros 2400 metros de longitud, lo que le da una categoría de pendiente moderada al río. La zona corresponde con las áreas donde se ubican las pendientes desde los 15 a 60 %. Cabe señalar que son entre las pendientes entre 30 a 45 % donde se activan la mayoría de los procesos morfo genéticos y que para el caso de esta microcuenca las áreas presentan coberturas de pastos, los cuales favorecen la formación de procesos de solifluxión, erosión generalizada, terracetas, pie de vaca entre otros.

El cambio topográfico en el perfil a partir de los 2400 metros de longitud se asocia al control estructural ejercido por la falla Guatuso, la cual ha formado laderas con taludes entre 60 a más 75% en algunos pequeños sectores que confinan el curso del río. Evidencias en el relieve de movimientos en masa y cicatrices de desprendimientos en el sector son asociados a esta falla. (Ver Figura N°. 4.3.6)

Los coeficientes morfométricos para esta microcuenca son muy similares a los del río Urasca. Se tiene así un K_f de 0.28 y un K_c de 1.33 lo que determina de igual manera que no es una micro cuenca capaz de concentrar mucha agua por escurrimiento, aunque a diferencia de la cuenca del río Urasca, presenta un perfil de cauce longitudinal más alto en el total del recorrido, por el efecto de los gradientes provocados por la tectónica local. Esto permite prever que los últimos 1400 metros del cauce bajo los 1100 m. de elevación, puedan originarse avenidas o crecidas, mientras que la parte superior de estos fallamientos sobre los 1200 metros de elevación la morfología permite que pueda tener un patrón de escurrimiento mas permanente, y más tiempo para favorecer la infiltración y saturación del suelo en algunos sectores.

Figura N°. 4.3.6 Ortomodelo de la microcuenca del río Guatuso

4.3.2.3 Microcuenca del río Hamaca

Corresponde a un 12.4 % del área de estudio, la morfología presenta un relieve más ondulado, en la mayor parte de la microcuenca. El perfil longitudinal del cauce (ver Figura N°. 4.3.6) destaca como al llegar a la sección media de la microcuenca, el relieve adquiere una forma convexa, la pendiente a lo largo de esta sección media se establece entre los rangos de 30 a 45 %, el cual cubre 26.8 % del área de la microcuenca.(Ver Cuadro N° 4.3.4).

Figura N° 4.3.7 Perfil longitudinal quebrada Hamaca

Esta morfología debe su origen a grandes procesos de remoción en masa que se mantienen activos en la sección media de la microcuenca y que dan forma a una zona de depósitos por deslizamientos en los alrededores de la población de San Miguel. En este sector la relación entre las formaciones litológicas fuertemente alteradas ha permitido la formación de suelos de perfiles profundos, así la presencia de coberturas de pastos y cultivos varios, permite la formación de procesos de solifluxión generalizada, terracetas y pie de vaca.

Cuadro N°. 4.3.4 Categorías de pendiente microcuenca quebrada Hamaca.

Código	Categoría	Hectáreas	% Microcuenca	% Área Corredor
1	0- 15	28.9395	7.53	0.94
2	15 – 30	65.5724	17.06	2.12
3	30 – 45	103.3136	26.87	3.34
4	45 – 60	96.6554	25.14	3.13
5	60 -75	56.0379	14.58	1.81
6	75 y más	33.9039	8.82	1.10
	Totales	**384.4227**	**100.00**	**12.43**

Como se observa en el cuadro anterior un 25% de los terrenos se ubican en una categoría entre 45-60 %, los cuales corresponden en su mayoría a los sectores más elevados de la microcuenca.

Los parámetros morfométricos indican que el K_f tiene un valor de 0.27 lo que indica que es una cuenca ligeramente achatada con poca capacidad de concentrar agua para formar crecidas. El K_c tiene un valor de 1.38 el cual significa que la microcuenca es más ovalada que circular lo que le da una condición moderada para concentrar agua por escurrimiento. A su vez la pendiente longitudinal del cauce presenta un valor fuerte que se acentúa en los últimos 1500 metros de recorrido a consecuencia del gradiente formado

por la falla Hamaca que corre transversalmente a la quebrada del mismo nombre. La mayoría de las pendientes más fuertes y escarpadas del orden de 60 % y más se concentran en este sector y representan cerca de un 12% del total de la microcuenca. (Ver Figura N°.4.3.8)

Figura N°. 4.3.8 Ortomodelo de la microcuenca de la quebrada Hamaca

Entre las microcuencas del río Guatuso y la quebrada Hamaca, propiamente donde se ubica la Ventana de acceso al Túnel de Cachí, se concentran terrenos escarpados con pendientes mayores 60 %, en un talud se evidencia una cicatriz de desprendimiento que en la actualidad se encuentra cubierta por vegetación boscosa.

Los terrenos con pendientes más suaves u ondulados que presentan pendientes de entre 15 a 30 %, se asocian a antiguos movimientos en masa o deslizamientos que en la actualidad se encuentran inactivos. Las áreas más planas cercanas al cauce del río Reventazón con pendientes de 0-15%, corresponden a antiguos niveles de terraza fluviales conformados por materiales depositados por el río Reventazón. Es en uno de estos sectores donde se espera ubicar una de las escombreras asociadas a la excavación del Túnel. (Ver Figura N°.4.3.9)

Figura N°.4.3.9 Ortomodelo del sector de la Ventana y Escombrera 1

4.3.3 Mapa geomorfológico Figura N° 4.3.1 – Mapa de Pendientes Figura N° 4.3.2

Figura N° 4.3.1

GEOMORFOLOGÍA
Area de Proyecto
Ampliación del Túnel de Cachí.
Poblaciones
Red vial
Conduccion Tunel
GEODINÁMICA INTERNA
Falla Normal
Meseta Estructural
PROCESOS EROSIVOS
Talud de Erosión
Remoción en masa por solifluxión
Divisorias
PROCESOS SEDIMENTARIOS
Conos coluvio - aluviales
MODELADO FLUVIAL
Rio o quebrada
Terraza fluvial
Lecho mayor actual
Depósitos fluvio lacustres
Litologia
Sedimentario
Volcánico
Cronologia
Holoceno
Pleistoceno
Terciario
Fuente
Bergoeing J. P. 2007 Geomorfología de la hoja Bonilla, Costa Rica 1: 50 000. Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica.
Bergoeing, J P y Mala vassi E 1981 Mapa geomorfológico del Valle Central, Costa Rica. 1: 50 000 (Hoja Tucurrique) Instituto Geográfico Nacional
Cervantes J F, Rojas M, Arias O 2005 Mapa Geológico regional
Informe de Factibilidad P H Reventazón. ICE
Cartografía y SIG
Geóg. Joaquín Méndez Argüello
Centro de Gestión Ambiental - ICE
Mesitas
SANTA MARTA
Bajo Congo
Final Tunel (F.T)
Ventana
Escombrera 1
Joyas
CONGO
SAN JERÓNIMO
Puente Fajardo
Guatusito
Rio Guatuso
URASCA
Nueva Ujarras
Toma
Ajenjal
Bajo Dorotea
Bajos Urasca
Rio Urasca
Meters
558000
560000
562000
564000
206000
204000
202000

Figura N° 4.3.2

CATEGORÍAS DE PENDIENTE
Area del Proyecto de
Ampliación Túnel de Cachí
N
S
W
E
Poblaciones
Conduccion Túnel
Red vial
Red Hidirca
Categorias
0- 15% 636.06 20.57 %
15 - 30% 427.12 13.82 %
30 - 45 % 450.71 14.58 %
45 - 60% 456.23 14.76 %
60 - 75% 392.77 12.70 %
75 % y más 728.71 23.57 %
Fuente:
Hojas Topográficas Birris, Ujarrás y Urasca
escala 1 : 10 000 del IGN 1959
Modelo de elevación digital escala
1: 10 000. de las Hojas Topográficas del I.G.N.
Modelado con Arc Gis 8.2
Cartografía y SIG:
Geóg. Joaquín Méndez Argüello.
Centro de Gestión Ambiental - ICE.
558000
560000
562000
564000
206000
204000
202000
SANTA MARTA
Mesitas
Bajo Congo
CONGO
Joyas
SAN JERÓNIMO
Puente Pajardo
Guatusito
Río Guatuso
URASCA
Nueva Ujarraz
Río Urasca
Ajenjal
Bajo Dorotea
Bajos Urasca
0 250 500 1,000 1,500 2,000 2,500
Meters

4.4 Clima

El embalse Cachí, con su cuenca tributaria, está ubicado en lo que se conoce como la parte alta y media alta de la cuenca del río Reventazón (elevaciones de más de 3000 m.s.n.m. a aproximadamente los 850 m.s.n.m.) en la vertiente Caribe de nuestro país. En la Figura N° 4.4.1 se muestra tanto la cuenca como la red de ríos que drenan hacia el embalse, junto con la red hidrometeorológica que se ha instalado dentro de ésta.

Figura N° 4.4.1 Cuenca del río Reventazón hasta el Embalse Cachí.

Como se puede observar la orografía es bastante abrupta en distancias relativamente cortas, esto origina que la variación climática sea marcadamente alta. Existen áreas que tienen su propio microclima; no obstante, en cuanto a la producción de escorrentía anual se podrían tipificar dos regímenes:

1. Asociado a lo que se ha llamado parte norte de la cuenca (del embalse tomando hacia Cartago hasta llegar al volcán Irazú). Esta parte de la cuenca tiene un comportamiento mucho más seco que su contraparte sur. Para ilustrar la forma cómo varía la lluvia en esta parte de la cuenca se muestran los datos mensuales de las estaciones 73011 Sanatorio Durán y 73104 Cóncavas, que tienen una lluvia acumulada anual de 1544 mm y 1632 mm respectivamente.

Figura N° 4.4.2 Comportamiento de la lluvia mensual en la estación 73011 Sanatorio Durán

Figura N° 4.4.3 Comportamiento de la lluvia mensual en la estación 73014 Cóncavas.

De las figuras anteriores se observa que el período con menor presencia de lluvias va de enero a abril, en mayo se inicia el ciclo de mayores precipitaciones, con una discontinuidad en el mes de julio (asociado a lo que comúnmente se conoce como el veranillo de San Juan) para retomar con mayor fuerza en los meses de agosto, setiembre y octubre, para finalmente pasar a los meses de noviembre y diciembre que son de transición a la época más seca.

2. Lo que se ha conocido como sub-cuenca sur comprende esencialmente la cuenca del río Grande de Orosi (Palomo, Orosi, hasta la parte alta de la cordillera de Talamanca por el Cerro de la Muerte) y es realmente la que aporta en mayor medida el agua que llega al embalse. Justamente dentro de esta área se ubica uno de los mayores núcleos de concentración de lluvia del país, muy cercano a la ubicación de la estación 73036 T Seis, que presenta un acumulado anual de 7664 mm (véase la Figura N°. 4.4.4).

Figura N°. 4.4.4 Comportamiento de la lluvia mensual en la estación 73036 T-Seis.

De la figura anterior, es claro que por tratarse de una zona de altísima precipitación solo se distingue una disminución de lluvias para los meses de enero a abril, de mayo a diciembre siempre se tienen valores de más de 600 mm por mes. En otros sitios de esta sub-cuenca sur, la lluvia alcanza valores también altos, aunque ya se puede observar algunas variaciones mensuales, como es el caso de las estaciones Toma de Agua Montecristo y Belén.

Figura N°. 4.4.5 Comportamiento de la lluvia estaciones Montecristo y Belén.

Los acumulados de lluvia para Montecristo son de 3149 mm, y para Belén de 3283 mm, mensualmente los máximos los alcanzan para el mes de setiembre y rondan los 400 mm., tienen un período de disminución de lluvias para los meses de enero a abril (precipitaciones menores a los 150 mm), meses de transición en mayo (entrando a la parte lluviosa) y noviembre – diciembre (saliendo del período lluvioso) con una leve disminución en el mes de julio. En general se puede afirmar que la vertiente del Caribe de Costa Rica se caracteriza por no tener una época seca claramente definida, presentándose precipitaciones durante todo el año.

Clasificación climática:

El relieve de la cuenca cerrando en Cachí muestra elevaciones que van desde el nivel en el fondo de la Presa 928 m.s.n.m., hasta aproximadamente 3500 m.s.n.m.; esto origina diversos tipos de climas en distancias relativamente cortas. Según la clasificación de Köppen, la cuenca del río Reventazón presenta los siguientes climas:

a) Clima Templado Lluvioso Cw´a

Éste se da en la parte alta de la cuenca entre los 2000 y 3500 m.s.n.m., se caracteriza por presentar una disminución en las lluvias durante los meses correspondientes al invierno del hemisferio norte (diciembre a abril). Las lluvias del mes más lluvioso durante el verano del hemisferio norte son 10 veces mayores que las lluvias del mes más seco durante el invierno boreal. La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C; el mes más caluroso es cálido con temperaturas superiores a los 20° C.

b) Clima Templado Húmedo Cfa

Se presenta en la parte media superior de la cuenca entre los 850 y 2000 m.s.n.m., se caracteriza por no definirse claramente una estación seca; en el mes de menos lluvias la precipitación supera los 30 mm, la temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C; los meses correspondientes al verano en el hemisferio norte son cálidos y en el mes más caluroso la temperatura sobrepasa los 22° C.

Comportamiento Mensual de la Temperatura y la Humedad Relativa:

Las distribuciones mensuales de la temperatura, la humedad relativa y la evaporación se presentan en los Cuadros N°. 4.4.1 y N° 4.4.2. Las estaciones 73080 Repetidora Cerro de la Muerte y 73046 Cachí, se tomaron como las más representativas de los parámetros arriba enumerados para la cuenca de Cachí en los niveles, altos y medios respectivamente. La estación 73080 Repetidora Cerro de la Muerte se encuentra en la cuenca del Reventazón a una elevación de 3475 m.s.n.m., y la estación 73046 Cachí se ubica en los alrededores de la Presa del mismo nombre con una elevación de 1018 m.s.n.m.

En la cuenca del río Reventazón en general, el patrón de distribución mensual de temperaturas muestra muy poca variación a lo largo del año. Por el contrario, la temperatura muestra una notable variación con la altura, en la estación 73080, Cerro de la Muerte, a una elevación de 3475 m.s.n.m., la temperatura promedio anual es de 8.1 ºC. La temperatura promedio mensual más alta se registra en el mes de abril con un valor de 8.9 ºC, mientras que la temperatura promedio mensual más baja se da durante el mes de diciembre y tiene un valor de 7.3 ºC. Cabe recordar que el gradiente de temperatura varía con la altura a razón de 6° C por cada 1000 metros. En la Figura N°. 4.4.6 se grafican los valores de la temperatura en la estación del Cerro de la Muerte.

Cuadro N°. 4.4.1 Valores mensuales de parámetros climáticos en Cerro de la Muerte

VALORES MEDIOS MENSUALES EN LA ESTACION 73080 CERRO DE LA MUERTE

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
T. MÁXIMA	12.0	12.7	13.6	13.5	12.8	12.4	11.8	11.9	11.9	11.6	11.4	11.3	12.2
T.PROMEDIO	7.5	7.9	8.7	8.9	8.8	8.4	7.8	8.0	7.9	7.9	7.8	7.3	8.1
T.ÍINIMA	3.0	3.2	3.7	4.3	4.9	4.7	4.2	4.3	4.5	4.5	4.2	3.5	4.1
EVAPORACIÓN	88.8	86.0	101.2	84.2	64.1	58.8	59.9	63.7	57.6	54.6	54.4	70.1	843.4
HUM. RELATIVA	80	80	79	83	90	91	91	91	92	92	90	86	87

Figura N°. 4.4.6 Promedios mensuales de temperatura en Cerro de la Muerte

La estación 73046 Cachí se ubica a orillas de la Presa del mismo nombre y se considera que es representativa de las condiciones climáticas de la zona media de la cuenca. En el Cuadro N° 4.4.2 se muestran los valores promedio mensuales de varios parámetros en esta estación.

Cuadro N°. 4.4.2 Valores mensuales de parámetros climáticos en Cachí

VALORES MEDIOS MENSUALES EN LA ESTACION 73046 CACHÍ

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
T. MAXIMA	24.5	25.0	26.1	26.7	27.1	26.7	26.0	26.3	26.8	26.5	25.4	24.3	25.9
T.PROMEDIO	18.8	19.1	19.9	20.7	21.2	21.0	20.4	20.6	20.7	20.6	20.0	19.1	20.2
T.MINIMA	13.6	13.8	14.2	15.4	16.3	16.3	16.0	15.9	15.9	15.8	15.5	14.4	15.3
EVAPORACION	100.6	106.5	134.0	128.7	116.9	101.8	104.4	105.6	106.5	109.5	92.4	92.0	1298.7
HUM. RELATIVA	83	82	80	79	81	84	84	84	84	84	85	85	83

En la estación 73046, Cachí, la temperatura media anual es de 20.2 ºC. El mes más frío es enero con una temperatura media de 18.8 ºC y el mes más cálido es mayo con una temperatura promedio de 21.2 ºC. En la Figura Nº 4.4.7 se muestra el gráfico de temperaturas en Cachí

Figura No. 4.4.7 Promedios mensuales de temperatura en Cachí

La humedad relativa muestra valores altos en toda la cuenca del río Reventazón a lo largo del año. Estos valores están en concordancia con el régimen de precipitación de la zona que no muestra una marcada época seca en esta región del país. El valor promedio anual de la humedad relativa en la estación 75002, Siquirres es de 83%, en la estación 73080, Cerro de la Muerte es de 87% y en la estación 73046 Cachí es 85%. En el comportamiento mensual es que se notan ligeras variaciones, en Siquirres y Cachí los valores son muy similares a lo largo del año, pero en el Cerro de la Muerte se nota una mayor variación entre los meses que corresponden a la estación seca en la vertiente del Pacífico, diciembre a abril, y los que corresponden a la estación lluviosa, mayo a noviembre. Esto se debe a la ubicación de la estación en la divisoria continental, esto hace que las características climáticas propias de la vertiente del Pacífico influyan en su comportamiento; a esto debe sumarse la altitud de la estación que favorece la presencia de niebla durante la tarde y horas de la noche. En el gráfico de la Figura Nº 4.4.8 se muestra el comportamiento de la humedad relativa en las tres estaciones.

Figura N° 4.4.8 Promedios mensuales de humedad relativa en estaciones del Reventazón

4.5 Hidrología (Información general)

La entrada de agua al embalse proveniente de las dos vertientes mencionadas se mide en estaciones hidrológicas ubicadas estratégicamente para que cumplan con ese fin. La sub-cuenca norte drena hasta el río Agua Caliente, luego de la confluencia de éste con el río Navarro, (véase la Figura N° 4.5.1) se han tenido dos estaciones, la 9-24 La Troya y la 9-45 Puente Negro, que para efectos prácticos, pueden considerarse como una única, ya que la primera operó de enero de 1981 a agosto de 1998 cuando el río la arrasó durante una crecida; mientras que Puente Negro opera desde setiembre de 1998 y se ubica unos 50 metros aguas arriba del puente del mismo nombre, justo donde cruza la conducción de AyA que lleva el acueducto Orosi hacia San José, aproximadamente unos 850 metros aguas arriba del sitio de la antigua estación La Troya.

Figura N° 4.5.1 Ubicación de Plantas de Generación y estaciones medidoras de Caudal.

Los caudales promedio mensuales se presentan en el Cuadro N° 4.5.1. El caudal promedio de todo el registro es de 9.3 m^3/s, con un valor máximo de 37.05 m^3/s registrado para octubre de 1999, y un mínimo de 2.17 m^3/s en abril de 1984. Históricamente el registro presenta variación estacional como se nota de la Figura N° 4.5.2, con períodos de caudales bajos (también llamados secos) de enero a abril, un mes de inicio de la época húmeda en mayo, una leve disminución en julio, un fuerte incremento para setiembre y octubre y una transición paulatina de recesión en noviembre y diciembre. Este comportamiento es muy similar al presentado anteriormente en la estación Cóncavas. Por otra parte, la variación anual de los caudales, que se muestran en la Figura N° 4.5.3, evidencian que también existe una fuerte variación por períodos de tiempo (tomando varios años), se observa que el caudal promedio es un valor que no representa la condición real que sucede con la escorrentía de esta parte de la cuenca. Dada dicha condición se hace un análisis para conocer como pueden ser las tendencias que se han venido dando históricamente, éstas se muestran en la Figura N° 4.5.4. El análisis que se presenta es un simple acumulado de las desviaciones respecto al promedio, las que sirven para mostrar si la escorrentía tiende a subir o bajar, por lo que se confirma que tomar el valor promedio como representativo del comportamiento puede conducir a errores fuertes.

Cuadro N° 4.5.1 Caudales promedio mensuales registrados en el río Agua Caliente.

	Caudal estación 9-24 La Troya + 9-45 Puente Negro (m^3/s)												
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Prom
80-81									7.53	6.16	5.87	5.85	6.35
81-82	10.00	16.57	11.56	13.90	16.58	14.19	17.75	10.35	6.55	4.45	3.63	3.18	10.73
82-83	5.84	9.44	11.36	6.92	10.87	20.44	11.14	5.28	4.11	3.13	3.05	2.68	7.85
83-84	3.66	5.56	5.15	5.86	10.17	15.08	11.79	5.14	4.66	3.18	2.88	2.17	6.28
84-85	3.07	5.15	10.41	16.44	31.93	24.30	18.63	11.34	6.79	4.86	4.04	3.24	11.68
85-86	3.07	6.74	6.59	8.65	10.27	11.19	8.70	5.00	4.52	3.87	3.65	3.12	6.28
86-87	4.29	7.41	4.36	4.48	7.70	13.73	5.18	3.51	3.08	3.42	2.41	2.93	5.21
87-88	3.90	3.94	6.27	10.23	6.73	17.91	6.01	5.24	4.81	4.37	3.74	3.20	6.36
88-89	3.90	7.33	8.59	25.30	29.61	26.61	9.55	7.31	6.20	4.75	3.37	3.08	11.30
89-90	3.28	6.20	6.71	7.03	13.83	7.47	7.31	7.99	5.51	3.94	3.75	2.58	6.30
90-91	3.98	6.72	7.83	7.43	9.58	26.78	13.09	11.32	6.00	5.47	3.44	2.92	8.71
91-92	4.20	5.67	7.83	7.03	7.45	12.78	8.24	6.30	4.76	4.27	3.96	3.17	6.31
92-93	3.71	5.22	7.46	6.05	16.56	13.32	6.72	6.96	5.75	4.87	3.40	2.97	6.92
93-94	9.34	9.17	9.83	7.46	13.10	12.06	7.59	8.31	4.87	3.66	2.42	2.75	7.55
94-95	4.33	5.15	4.83	7.24	7.87	8.24	10.50	11.64	4.82	3.84	3.55	6.67	6.56
95-96	4.32	11.63	7.89	17.59	23.62	30.02	14.17	5.01	3.52	7.46	3.59	2.55	10.95
96-97	9.68	8.02	16.12	8.36	10.07	16.34	10.79	9.34	5.46	5.17	5.58	6.14	9.26
97-98	10.22	18.97	10.12	11.02	11.75	26.63	20.09	13.22	6.94	5.25	4.67	3.62	11.88
98-99	5.15	10.28	15.33	11.37	14.50	25.33	16.85	13.15	7.84	5.84	4.65	5.37	11.30
99-00	13.78	12.63	7.85	14.79	31.11	37.05	15.09	20.15	20.47	11.63	7.52	6.27	16.53
00-01	10.73	14.89	9.57	8.78	19.29	15.11	13.52	11.13	8.56	6.12	4.56	5.12	10.61
01-02	4.82	5.74	5.96	7.36	9.25	9.46	11.95	8.34	7.28	5.79	5.33	5.18	7.20
02-03	10.93	10.28	8.62	15.68	18.96	14.50	15.76	10.54	5.73	4.82	4.29	4.86	10.41
03-04	8.16	28.73	10.64	5.16	23.26	32.34	14.03	14.78	8.68	5.57	5.62	5.17	13.51
04-05	22.64	13.01	10.98	8.01	29.78	12.85	29.47	9.76	11.94	6.94	5.72	5.16	13.85
05-06	5.63	13.64	10.64	10.71	20.98	24.44	14.41	7.21	7.91	6.66	5.86	5.45	11.13
06-07	6.07	8.74	9.99	7.51	11.62	8.43	8.94	6.17	4.90	4.50	4.87	4.79	7.21
Min	3.07	3.94	4.36	4.48	6.73	7.47	5.18	3.51	3.08	3.13	2.41	2.17	2.2
Máx	22.6	28.7	16.1	25.3	31.9	37.0	29.5	20.2	20.5	11.6	7.5	6.7	37.0
Prom	6.9	9.9	8.9	10.1	16.2	18.7	12.7	9.1	6.7	5.2	4.3	4.1	9.3
D.E.	4.6	5.6	3.0	4.9	8.2	8.2	5.5	3.8	3.4	1.8	1.2	1.4	6.3

Figura N° 4.5.2 Variación mensual de los caudales en el río Agua Caliente

Figura N° 4.5.3 Variación anual del caudal registrado en el río Agua Caliente.

Figura N° 4.5.4 Gráfico de las tendencias históricas del caudal, río Agua Caliente

.

La entrada de agua al embalse de la sub-cuenca sur se mide en la estación 9-19 Palomo sobre el río Grande de Orosi. Siguiendo un procedimiento análogo al realizado anteriormente se presentan los resultados.

Cuadro N° 4.5.2 Caudales promedio mensuales registrados en el río Grande de Orosi.

Caudal Afluente estación 9-19 Palomo (m^3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Prom
80-81	23.68	46.32	46.81	44.17	58.63	39.40	52.11	73.32	37.26	20.91	24.66	26.41	41.14
81-82	46.87	52.09	41.58	38.51	49.61	49.65	81.47	47.32	24.19	16.29	12.04	9.98	39.13
82-83	23.97	41.23	51.23	38.31	52.75	63.25	45.41	21.50	20.80	9.93	10.80	8.29	32.29
83-84	23.90	41.90	39.20	39.00	53.30	69.50	63.50	30.90	43.50	27.90	27.40	12.40	39.37
84-85	28.00	46.50	49.40	41.10	46.00	43.20	43.40	42.50	23.80	19.50	14.60	11.70	34.14
85-86	15.20	48.60	36.10	43.80	45.90	46.00	41.20	22.80	26.80	15.80	23.70	17.70	31.97
86-87	22.40	38.20	44.60	33.00	34.70	54.80	32.90	20.20	19.40	13.10	7.40	17.70	28.20
87-88	21.70	37.50	38.30	55.10	38.40	55.00	29.20	20.20	29.60	26.60	19.20	11.00	31.82
88-89	14.70	28.90	38.40	48.90	64.50	67.20	32.20	28.80	23.50	18.70	16.00	13.10	32.91
89-90	17.80	39.20	39.20	54.20	66.90	57.80	48.60	42.40	26.40	13.60	18.20	12.10	36.37
90-91	28.40	49.70	50.00	50.90	50.70	66.50	47.80	65.00	19.20	17.30	11.90	10.50	38.99
91-92	21.40	28.90	31.70	42.10	49.10	49.70	44.40	33.10	14.70	10.90	9.80	9.77	28.80
92-93	19.10	24.60	38.70	40.70	60.10	51.10	28.40	25.90	22.30	22.70	24.70	14.50	31.07
93-94	39.60	39.53	41.00	33.60	62.20	52.10	37.20	44.60	19.41	13.98	9.88	11.61	33.73
94-95	25.35	29.26	31.25	46.64	45.86	50.53	47.65	33.17	13.41	15.75	9.64	12.79	30.11
95-96	24.01	32.00	34.35	44.11	50.15	47.90	30.71	15.75	39.95	59.74	15.01	11.48	33.76
96-97	37.16	40.58	64.19	44.56	48.85	49.39	41.18	40.00	18.62	32.10	23.01	12.28	37.66
97-98	37.19	48.92	35.45	34.65	43.02	50.81	65.94	38.75	18.18	9.44	14.21	8.83	33.78
98-99	15.53	49.99	67.25	50.95	57.44	54.83	45.09	65.38	31.42	33.88	23.69	23.70	43.26
99-00	56.81	49.23	40.04	38.54	55.28	67.68	52.32	77.61	72.25	38.20	19.37	21.39	49.06
00-01	39.38	64.40	44.31	39.68	69.49	56.96	49.39	32.66	41.52	21.94	10.60	19.01	40.78
01-02	19.30	34.28	40.85	43.20	44.69	48.80	66.65	40.60	45.61	21.05	15.18	13.24	36.12
02-03	43.83	27.49	41.23	51.17	64.79	47.61	80.05	41.17	23.99	15.64	9.37	26.22	39.38
03-04	52.48	76.58	50.49	51.28	72.84	72.33	63.34	103.48	35.54	19.45	20.83	16.56	52.93
04-05	61.56	50.45	40.97	38.35	63.70	56.88	98.11	40.00	95.88	25.20	10.83	23.02	50.41
05-06	19.93	36.20	28.12	36.83	51.92	42.11	51.62	18.20	48.48	30.07	20.17	18.64	33.52
06-07	25.02	42.71	55.81	36.57	43.65	40.89	49.17	43.69	21.52	10.17	7.98	11.51	32.39
Min	14.7	24.6	28.1	33.0	34.7	39.4	28.4	15.8	13.4	9.4	7.4	8.3	7.4
Máx	61.6	76.6	67.3	55.1	72.8	72.3	98.1	103.5	95.9	59.7	27.4	26.4	103.5
Prom	29.8	42.4	43.0	43.0	53.5	53.8	50.7	41.1	31.8	21.5	15.9	15.0	36.8
D.E.	13.4	11.7	9.0	6.3	9.7	8.8	17.2	20.9	18.5	10.8	5.9	5.4	18.0

Figura N° 4.5.5 Variación mensual de los caudales en el río Grande de Orosi.

Del cuadro y figura anterior se puede concluir que el aporte de agua al embalse proviene sustantivamente de esta parte de la cuenca, todos los caudales mensuales y el promedio anual son alrededor de 3 veces los registrados en el río Agua Caliente. Además, aún cuando se distinguen 2 períodos, uno más seco (con disminución de lluvias), y otro donde los caudales promedio mensuales superan los 40 m^3/s desde junio hasta diciembre, tienen menos variaciones (junio, julio, agosto y diciembre tienen prácticamente el mismo valor; mientras que setiembre, octubre y noviembre son similares y más intensos).

Figura N° 4.5.6 Variación anual del caudal registrado en el río Grande de Orosi.

Figura N° 4.5.7 Gráfico de las tendencias históricas del caudal, río Grande de Orosi.

El comportamiento interanual del caudal en esta vertiente de la cuenca es muy similar al de la sub-cuenca norte, se ha venido registrando un descenso desde el año 1980-81 hasta el 1997-98, a partir de donde arranca el proceso ascendente hasta el año 2004-05. La diferencia con la otra parte de la cuenca es que el cambio a ascendente en aquella inicia en el año 1994-95 y esta tendencia se mantiene hasta el 2005-06; es decir, en período tiene 4 años más que la sub-cuenca sur.

La totalidad del agua afluente al embalse se compone de la suma de los registros de las estaciones 9-45 Puente Negro más 9-19 Palomo, y a esta se le adiciona un 15% extra que se ha determinado equivale a los aportes directos de algunos pequeños ríos o quebradas (como Naranjo, Toyogres y otros). Esta estimación ha sido debidamente estudiada y corroborada tanto por la práctica (balance entre entradas y salidas) como mediante modelaciones determinísticas con modelos de simulación matemática. Los datos y análisis del caudal afluente al embalse se muestran a continuación:

Cuadro N° 4.5.3 Caudales promedio mensuales afluentes al embalse Cachí.

	Caudal Afluente (m^3/s)												
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Prom
80-81	34.32	71.78	66.27	62.07	84.69	61.13	72.19	96.96	52.23	31.01	35.25	39.75	59.11
81-82	65.40	78.96	61.11	60.27	76.12	73.42	114.11	66.32	35.36	23.85	18.02	15.14	57.46
82-83	34.29	58.27	71.98	52.01	73.17	96.24	65.03	30.79	28.61	15.02	15.96	12.61	46.35
83-84	31.65	54.54	51.02	51.60	72.94	97.31	86.54	41.42	55.43	35.74	34.81	16.74	52.51
84-85	35.68	59.37	68.83	66.12	89.67	77.60	71.39	61.89	35.17	27.99	21.44	17.14	52.82
85-86	20.96	63.65	49.08	60.30	64.56	65.78	57.34	32.02	36.01	22.61	31.48	23.96	44.06
86-87	30.74	52.47	56.26	43.08	48.75	78.77	43.79	27.28	25.84	18.98	11.28	23.68	38.53
87-88	29.41	47.66	51.24	75.07	51.91	83.82	40.50	29.20	39.59	35.61	26.42	16.38	44.00
88-89	21.44	41.64	54.04	85.32	108.26	107.94	47.96	41.51	34.16	26.94	22.23	18.66	51.00
89-90	24.27	52.22	52.78	70.44	92.81	75.04	64.29	57.97	36.73	20.15	25.24	16.87	49.22
90-91	37.18	64.89	66.46	67.13	69.37	107.26	70.07	87.72	29.03	26.15	17.63	15.48	55.10
91-92	29.43	39.72	45.51	56.54	65.04	71.84	60.59	45.31	22.39	17.42	18.65	14.88	40.69
92-93	26.20	34.27	52.84	53.82	88.14	74.04	40.35	37.80	32.23	31.69	32.33	20.06	43.72
93-94	56.33	56.00	58.42	47.21	86.57	73.81	51.48	60.87	27.92	20.28	14.14	16.52	47.63
94-95	34.13	39.57	41.49	61.96	61.78	67.58	66.87	51.53	20.96	22.53	15.16	22.38	42.26
95-96	32.58	50.18	48.57	70.96	84.83	89.61	51.61	23.87	49.98	77.28	21.40	16.13	51.28
96-97	53.87	55.89	92.36	60.86	67.76	75.59	59.76	56.75	27.69	42.86	32.88	21.18	54.08
97-98	54.52	78.07	52.41	52.52	62.99	89.05	98.94	59.78	28.90	16.89	21.71	14.31	52.68
98-99	23.77	69.31	94.97	71.66	82.72	92.17	71.23	90.30	45.16	45.68	32.59	33.43	62.87
99-00	81.18	71.13	55.08	61.32	99.35	120.43	77.52	112.43	106.63	57.31	30.92	31.81	75.59
00-01	57.62	91.18	61.96	55.73	102.09	82.88	72.35	50.36	57.58	32.26	17.44	27.74	59.16
01-02	27.74	46.03	53.83	58.15	62.03	66.99	90.38	56.28	60.83	30.87	23.59	21.18	49.92
02-03	62.97	43.44	57.33	76.87	96.31	71.43	110.18	59.47	34.18	23.53	15.72	35.74	57.39
03-04	69.74	121.11	70.29	64.91	110.51	120.36	88.97	136.01	50.85	28.78	30.41	24.99	76.56
04-05	96.84	72.98	59.74	53.32	107.50	80.19	146.72	57.22	124.00	36.95	19.03	32.41	74.04
05-06	29.39	57.32	44.57	54.67	83.84	76.54	75.93	29.23	64.85	42.24	29.94	27.70	51.32
06-07	35.75	59.17	75.67	50.70	63.56	56.72	66.83	57.35	30.39	16.87	14.78	18.75	45.71
Mín	21.0	34.3	41.5	43.1	48.8	56.7	40.3	23.9	21.0	15.0	11.3	12.6	11.3
Máx	96.8	121.1	95.0	85.3	110.5	120.4	146.7	136.0	124.0	77.3	35.3	39.7	146.7
Prom	42.1	60.4	59.8	60.9	79.9	82.7	72.7	57.7	44.2	30.6	23.3	22.1	53.0
D.E.	20.0	18.6	12.9	9.8	17.4	16.2	24.7	27.6	24.2	13.7	7.3	7.5	26.4

Figura N° 4.5.8 Variación mensual de los caudales afluentes al embalse Cachí.

Figura N° 4.5.9. Variación anual del caudal afluente al embalse Cachí.

Figura N° 4.5.10 Gráfico de las tendencias históricas del caudal afluente al Embalse Cachí.

El caudal afluente al embalse tiene un promedio histórico de 53.0 m^3/s, esto indica que si el embalse se trabajara como una toma a filo de agua y la generación se tuviera a plena carga permanentemente (consumo de 54 m^3/s), prácticamente se mantendría el nivel del agua permanentemente. Pero, como bien se conoce, la entrada de agua no siempre es la misma, ni mensual ni anualmente, como se observa de las Figuras N° 4.5.8 y N° 4.5.9. El comportamiento mensual evidencia una dominancia del comportamiento de la cuenca sur, mientras que si se analiza inter-anualmente se nota un efecto combinado de ambas cuencas (Figura N° 4.5.10). Consecuentemente la forma como se opere el embalse puede

incidir fuertemente de acuerdo a la tendencia que se traiga, y de los pronósticos que se tengan.

Condición actualizada del volumen del embalse Cachí

Antecedentes.

Desde el año de 1988 se ha tomado como volumen total del embalse 48 Hm^3, información obtenida a partir de 40 secciones transversales (no fue de levantamientos topográficos, ni de batimetrías).

Ante la presencia de gran cantidad de lirio, especialmente en la zona conocida como la cola del embalse, que conjugado con la dificultad de mantener el embalse alrededor de la cota máxima 990 m.s.n.m., han complicado la realización de sondeos (batimetrías) que aporten una buena cantidad de puntos de elevación del fondo del reservorio (puntos referenciados x, y, z) con los que se pueda construir un modelo tridimensional del fondo del embalse.

Dadas estas condiciones se planteó el “levantado” de puntos en la zona de la cola, trabajo que se realizó en marzo del 2008. Esta información junto con los datos del sondeo de agosto del 2003 (el sondeo con mayor cantidad de puntos) se unieron para obtener el volumen del embalse que se presenta en este informe.

Volumen actual.

El volumen actual del embalse, se puede considerar de los resultados de unir el sondeo de agosto 2003 más los puntos de la cola que se obtuvieron en marzo 2008. La Figura N° 4.5.11 muestra numéricamente y gráficamente los valores por cota de elevación.

Figura N° 4.5.11 Curva elevación – volumen, Embalse Cachí.

Sondeo 2003 + cola 2008	
Cota (msnm)	Vol_2003 (x 10^6 m^3)
947	0.34
948	0.42
949	0.52
950	0.63
951	0.76
952	0.91
953	1.08
954	1.27
955	1.48
956	1.71
957	1.96
958	2.22
959	2.50
960	2.80
961	3.13
962	3.48
963	3.86
964	4.28
965	4.73
966	5.22
967	5.75
968	6.34
969	6.99
970	7.69
971	8.45
972	9.26
973	10.18
974	11.18
975	12.25
976	13.40
977	14.62
978	15.90
979	17.25
980	18.67
981	20.17
982	21.74
983	23.38
984	25.12
985	27.00
986	29.06
987	31.30
988	33.72
989	36.32
990	39.06

De la figura anterior es claro el cambio entre la información que se había venido utilizando, donde en la cota 990 m.s.n.m. el volumen fue de 48 millones de m^3, mientras que con la nueva información este pasa a 39.06 millones de m^3. Este cambio se explica ante el retroceso de los límites del embalse, como se muestra en la Figura N° 4.5.12.

Figura N° 4.5.12 Límites del embalse y ubicación de los puntos de sondeos.

Ésta figura muestra el recorrido que realizó la lancha en el sondeo de agosto del 2003 y que generó 35233 puntos (en azul), más los puntos del levantado de la cola (en verde) de marzo 2008, con los que fue posible construir el modelo tridimensional del embalse (Figuras N° 4.5.13, N° 4.5.14 y N° 4.5.15.). También se muestran las áreas que definen los límites del embalse para 1988 (en blanco) y para agosto 2003 (en celeste).

Figura N° 4.5.13 Modelo tridimensional del embalse de Cachí con datos del sondeo 2003 y 2008.

Las siguientes figuras muestran vistas más explicativas del modelo 3D.

Figura N° 4.5.14 Modelo tridimensional del embalse Cachí, zona media y final (Presa).

Figura N° 4.5.15 Modelo tridimensional del Embalse Cachí, zona de la cola.

Finalmente se presentan un par de fotografías de la zona de la cola que proporcionan una buena idea del tamaño, y por lo tanto, del volumen que se almacena en la zona de la cola. También sirven para constatar que la simulación del modelo se ajusta consistentemente.

Figura N° 4.5.16 Vista de la cola del embalse Cachí.

Figura N° 4.5.17 Acercamiento de la vista de la cola del embalse Cachí. Utilización histórica del embalse.

Conociendo la condición tanto del caudal afluente al embalse como del volumen real de éste, es importante mostrar la cantidad de agua que se ha tenido que dejar pasar, lógicamente luego de satisfacer la demanda de generación y agotando la capacidad de almacenaje del reservorio.

Cuadro N° 4.5.4 Caudales promedio mensuales generados en la Planta Cachí.

	Caudal Generado (m^3/s)												
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Prom
80-81	22.92	42.32	33.81	25.80	38.67	42.83	33.12	21.40	14.27	27.86	32.09	33.80	30.69
81-82	39.88	36.69	43.17	42.41	39.97	34.65	41.80	22.90	28.27	20.86	20.49	15.30	32.28
82-83	25.92	32.14	36.84	43.23	42.88	35.82	42.04	29.00	26.95	15.89	18.25	16.60	30.55
83-84	28.05	33.71	37.79	41.20	34.97	41.40	43.38	35.03	37.04	24.82	31.43	15.50	33.76
84-85	23.35	39.63	42.96	44.49	40.55	27.65	35.20	43.03	31.19	23.03	23.68	20.14	32.98
85-86	20.15	15.39	37.16	37.01	29.73	35.36	37.85	28.73	29.44	20.24	21.24	29.80	28.58
86-87	25.47	33.55	41.89	46.28	42.68	41.21	38.72	23.76	19.67	20.62	13.68	23.09	30.93
87-88	30.53	39.21	24.23	45.12	46.91	42.92	39.04	26.42	22.75	30.90	24.93	23.74	33.03
88-89	19.95	33.45	46.55	45.89	29.25	43.90	41.38	38.24	32.16	23.59	26.05	25.13	33.90
89-90	21.52	39.04	42.61	42.71	38.58	46.80	46.02	38.04	35.07	19.57	27.13	17.13	34.63
90-91	31.34	40.07	40.26	46.88	47.37	33.77	44.04	45.55	22.45	27.70	16.26	17.53	34.46
91-92	28.66	35.85	38.95	44.04	45.16	45.61	44.00	40.36	19.90	17.43	18.39	15.74	32.90
92-93	26.65	28.72	28.60	33.98	46.66	45.94	40.15	37.17	31.22	30.12	24.67	28.63	33.54
93-94	35.38	46.41	48.65	43.44	43.46	33.39	26.15	36.28	24.46	18.20	15.55	11.17	31.99
94-95	23.85	35.30	33.74	43.58	47.82	46.66	45.33	45.04	21.03	21.84	17.66	20.24	33.56
95-96	30.60	33.27	42.25	38.73	43.49	34.04	42.55	23.50	31.90	40.04	21.73	20.05	33.46
96-97	32.69	42.91	46.03	46.94	43.67	33.85	47.85	44.24	31.18	27.24	32.81	26.61	38.07
97-98	33.48	35.44	48.88	48.95	46.26	35.29	42.04	43.70	28.51	14.69	14.59	16.69	34.19
98-99	17.19	37.43	41.79	46.40	43.28	35.39	41.15	37.43	34.79	38.71	29.85	28.82	35.98
99-00	31.49	40.06	44.54	41.50	36.18	28.20	41.00	36.77	27.75	40.92	36.30	27.59	36.00
00-01	32.84	27.47	26.21	39.00	46.44	36.75	43.20	35.51	32.86	32.97	18.45	20.87	32.69
01-02	21.74	31.75	36.19	33.62	33.64	27.99	30.35	31.62	35.50	29.33	17.25	20.06	29.09
02-03	25.25	35.77	40.79	37.88	34.16	31.20	41.88	35.64	26.64	25.47	13.89	26.68	31.28
03-04	26.54	32.67	33.62	28.58	15.58	6.77	17.07	14.95	15.27	15.58	23.93	27.27	21.50
04-05	21.76	21.10	25.36	25.85	31.06	27.08	36.48	34.06	27.25	33.94	25.22	30.66	28.26
05-06	28.69	29.98	36.67	40.76	31.98	18.17	30.64	33.71	29.15	41.26	24.99	31.34	31.37
06-07	28.43	40.17	41.66	45.10	31.67	42.53	45.42	43.94	30.24	19.92	15.19	23.92	34.12
Mín	17.2	15.4	24.2	25.8	15.6	6.8	17.1	15.0	14.3	14.7	13.7	11.2	6.8
Máx	39.9	46.4	48.9	49.0	47.8	46.8	47.9	45.6	37.0	41.3	36.3	33.8	49.0
Prom	27.2	34.8	38.6	40.7	39.0	35.4	39.2	34.3	27.7	26.0	22.4	22.7	32.3
D.E.	5.4	6.6	6.9	6.4	7.6	9.2	6.8	8.1	6.1	8.1	6.3	6.1	9.4

Comparando estos caudales con los afluentes se tiene:

Figura N° 4.5.18 Comparación del caudal afluente y del caudal generado.

La figura anterior muestra que la escorrentía que drena hacia el embalse excede con creces lo que se ha generado. En otras palabras, para todos los años la cantidad de agua que llega al embalse es mucho mayor que lo que se puede generar.

Yendo un poco más allá, si se obtiene la diferencia entre la cantidad de agua que entra y la que se consume por año y ésta cantidad se divide entre el volumen real del embalse (39 Hm^3) se obtiene el número de veces que ha dejado pasar el volumen del embalse por año.

Figura N° 4.5. 19 Número de veces que ha dejado pasar una escorrentía igual al volumen del embalse

Esta última figura es contundente en cuanto a que el agua que llega al embalse por año excede las necesidades actuales de generación, y de capacidad del embalse, por lo que hay que dejarla pasar. Aún para los años más secos se ha dejado pasar más de 5 veces el volumen del embalse.

Conclusión y recomendación.

El régimen hidrológico que alimenta al embalse de Cachí es sumamente rico en cuanto a la producción de escorrentía. No obstante su gran variabilidad tanto espacial como temporal, dicha cantidad de agua siempre ha excedido en demasía la demanda de generación de la Planta y la capacidad de almacenamiento del embalse, por esta razón la búsqueda de un mayor aprovechamiento del agua que drena al embalse está más que justificada.

4.5.1 Aguas Subterráneas

La hidrogeología es la variable ambiental más sensible del proyecto, esto debido a la gran cantidad de manantiales ubicados a lo largo del área de estudio y que actúan como suministro de agua potable a de los acueductos rurales de las comunidades de Tucurrique, el Congo, San Miguel, Guatuso y Urasca y también como anegado de los sembradíos ubicados en las parcelas localizadas en la misma área de estudio, cabe destacar que estos manantiales posiblemente se sequen tal como ocurrió durante la construcción del Túnel del P. H. La Joya, esto porque los materiales sobre los que se

construirá el nuevo Túnel son los mismos que se usaron durante la construcción de dicho proyecto, por lo tanto deberá implementar un sistema constructivo en el Túnel que ayude a evitar el abatimiento de estos manantiales.

A solicitud de la Setena este tema se aborda con más detalle en la Sección 13.2 “Estudios Específicos – Manantiales” de este estudio de impacto ambiental.

4.5.1.1 Vulnerabilidad a la contaminación

Como se ha señalado el potencial efecto en el cuerpo de aguas subterráneas en el área del Proyecto sería el de un escurrimiento temporal del manto freático durante el periodo de construcción del nuevo Túnel, sería un efecto de carácter físico en función al comportamiento de los niveles de fluidos y caudales y no de índole biológico o químico por ser una acción que no implicaría el contacto de esas aguas con un elemento externo que pueda generar cambios significativos en su calidad, el escenario se mantendrá tanto en la fase constructiva como en la etapa de operación del Proyecto. En ese sentido la vulnerabilidad de contaminación de esas aguas sería nula.

4.5.1.2 Mapa de elementos hidrogeológicos- de Isofreáticas del Túnel II Cachí

4.6 Calidad del aire

Sobre este tema es importante resaltar que el área del proyecto (AP) se ubica en un sitio transfronterizo de la Gran Área Metropolitana (GAM) y a barlovento de los vientos predominantes del país (alisios) cuya dirección promedio es del E-Noreste; que su flotilla vehicular diaria es bastante reducida a excepción de los días feriados o fines de semana que ésta tiende aumentar pero no a los niveles comparativos de lo que sucede en el día a día en la GAM, a pesar de ello debido a las cercanías de dos volcanes activos como son el Irazú y Turrialba y a la presencia en la margen izquierda del río Reventazón del Ingenio Juan Viñas, es de esperar calidades químicas del aíre con algunas fluctuaciones en particular en gases tipo invernadero, SO_x, NO_x y en las partículas en suspensión
.

MAPA HIDROGEOLÓGICO P.H. CACHI TÚNEL 2

Figura N° 4.5.20

Por lo que agregar las emisiones de las fuentes móviles (maquinaria) asociadas a la construcción del Proyecto, en el que más de un 80 % de sus obras son subterráneas o bajo techo, de carácter temporal y a las reducidas posibilidades de interceptar "bolsas" confinadas de gas natural durante el proceso de excavación del Túnel por el tipo de geología allí existente, los cambios inducidos a la calidad del aíre por éstas acciones se esperan que sean despreciables o irrelevantes.

A manera de referencia en Costa Rica no se cuenta con datos continuos, permanentes y sistemáticos que valoren o determinen la calidad fisicoquímica del aire que respiramos y su incidencia en la salud de la población. Sin embargo se cuenta con algunas estaciones en las cercanías o dentro de la GAM de monitoreo automática de la calidad del aire, donadas por Gobiernos amigos que son operadas y administradas por el Laboratorio de Química de la Atmósfera de la Escuela de Química de la Universidad Nacional LAQAT-UNA. El LAQA.

Bibliografía

Estado La Nación – Gestión de la Calidad del Aire – Octavo Informe sobre el Estado de La Nación – Desarrollo Humano Sostenible – Dr. Juan Valdés G. , 10 páginas, 2002

4.6.1 Ruido y vibraciones

Como se ha señalado se trata en su mayoría de obras civiles subterráneas o bajo techo, en que las primeras se realizarán a 80 metros o a más de profundidad (construcción del nuevo Túnel) y en el segundo caso se realizarán dentro de las instalaciones de la actual casa de máquinas del Congo-Cachí, ubicada en el fondo del valle del río Reventazón. En que por el espesor de la capa rocosa del "techo" del Túnel así como por lo profundo del cañón del río Reventazón no se espera que se incumpla los niveles de ruido señalados en el ***Decreto Ejecutivo No. 28718 – S Reglamento para el control de la contaminación del ruido*"** en su entorno social inmediato.

Además el circuito de la red vial que será utilizado por la maquinaria del proyecto se circunscribirá a un área relativamente pequeña, en su mayoría se trata de terrenos dedicados a las actividades del agro o propiedad de la Institución; en todo caso en la sección de formulación de las medidas ambientales se retomará este tema con el fin de evitar la menor alteración a la calidad vida de los habitantes de su área de influencia ambiental directa tales como horarios para la circulación de ciertos tipos de maquinaria entre otras medidas.

La modalidad de excavación del Túnel con preinyección de concreto implicará la utilización de explosivos pero debido a la profundidad promedio en que se ubica su trazado (80 m) y por el tipo de geología de origen volcánica no se espera generar molestias a los pocos habitantes identificados en los terrenos sobre su trazado, en su mayoría se trata de tierras dedicadas al agro.

4.6.2 Olores

Por ser una zona rural y a pesar de su cercanía con el cauce del río Reventazón cuyas aguas están relativamente contaminadas, en el área de influencia ambiental directa del Proyecto no se detectan olores desagradables a excepción de los asociados a las actividades del agro como son los emitidos por los agroquímicos y/o los animales de granja. Condiciones que no se verán alteradas por la construcción ni la operación del presente Proyecto. Se debe considerar que este es un tema sumamente subjetivo, lo que es bueno o aceptable para algunos no lo es para otros.

4.6.3 Gases

Como se señaló los únicos gases que se podrían dar o detectar en la zona son los de origen volcánico por su relativa cercanía a dos volcanes activos como son el Irazú y el Turrialba; estos gases no se modificarán ni en concentración o diversidad por la construcción (efecto temporal) y menos en la fase de operación de la nueva unidad de generación hidroeléctrica en la Casa de Máquinas de Cachí.

4.7 Amenazas naturales

4.7.1 Amenaza sísmica

Introducción

El proyecto se encuentra localizado en un área sísmicamente activa y localmente caracterizada por la existencia de fallas activas y potencialmente activas, las cuales inclusive, cortan el trazo del Túnel.

Localmente, los daños asociados con la ocurrencia de un evento sísmico pueden ser el resultado de los efectos directos del cruce de una falla a través de las obras del Túnel, o más probablemente debido a los efectos de la sacudida sísmica del suelo (propagación de las ondas sísmicas). Sin embargo, efectos secundarios relacionados con la sacudida sísmica, como lo es el comportamiento del suelo (deslizamientos y compactación de sedimentos), deben ser tomados en cuenta para las obras de toma de aguas y casa de máquinas.

En el presente estudio, se realizó una revisión de la información sismológica y sismotectónica de estudios previos, así como los datos que se tienen de la Red Sismológica Nacional de los últimos 15 años.

4.7.1.1 Sismicidad histórica

Dentro de la zona de interés para este informe, tenemos que se han presentado varios terremotos importantes durante los siglos XIX y XX (Cuadro N°. 4.7.1). De ellos, los más destructivos han sido los de 1841 y 1910 que provocaron gran cantidad de daños en las ciudades de Cartago y Paraíso principalmente. Estos terremotos se originaron en el sistema de fallas Agua Caliente-Guarco-Coris (Montero & Miyamura, 1981). El de 1951 por su ubicación, puede estar asociado a la falla A.

Agua Caliente o la Navarro (Boschini, 1989). El terremoto de 1952 se ubica en el costado oeste del volcán Irazú, en la localidad de Patillos, en donde se generaron grandes deslizamientos (Montero & Alvarado, 1995).

Cuadro N° 4.7 1 Sismicidad histórica de la región Sur y SE del Valle Central

Fecha	Mag.*	Intensidades Máx.
1841/09/02	6,4	IX
1910/04/13	5,2	VII
1910/05/05	6,4	IX
1912/02/21	5,2	VII
1951/08/21	5,0	VII-VIII
1952/12/30	5,7	VII-VIII
1993/07/10	5,5	----
1993/07/13	5,3	------

* Los valores de magnitud fueron obtenidos de Ambraseys & Adams (2001), con excepción de los sismos de 1993, cuya magnitud es la reportada por la RSN.

Sismicidad superficial reciente del Valle Central

La sismicidad dentro del Valle Central es dispersa con algunos focos ubicados hacia el norte de Cartago, NE y S de San José y Cartago (Figura N°.4.7. 1).

La sismicidad superficial registrada y localizada al sur y sureste del Valle Central en los últimos 15 años, se caracteriza principalmente por la ocurrencia de sismos de magnitud

moderada a baja (entre 2 y 4), que se extiende por varios días o semanas, siendo las profundidades de los sismos por lo general menores a 20 Km.

En 1990 y 1991 se produjeron varios enjambres sísmicos al sur de Tejar del Guarco, disparados por el terremoto de Cóbano del 25 de marzo de 1990 y posteriormente por el de Limón del 22 de abril de 1991. En 1993, ocurrieron dos sismos dañinos en el área de Tucurrique.

Figura N° 4.7. 1 Mapa de sismos y fallas de los eventos registradosa por la Red Sismológica Nacional (RSN: ICE-UCR) entre 1992 y 2006.

Cuadro N° 4.7.2 Sismicidad período 1992-2006 (RSN:ICE-UCR)

Rango Magnitud	M < 3,0	3,0 ≤ M < 4,0	4,0 ≤ M <5,0	M ≥ 5,0
N^o. Sismos	1430	327	6	5

Los principales sismos ocurridos en la zona durante los últimos 20 años se presentan en el Cuadro N° 4.7.3. Como se puede observar, en la Figura N° 4.7.2 hay una buena cantidad de eventos sísmicos en las cercanías o sobre las trazas de las fallas Agua Caliente, Navarro y Orosi y en las cercanías de las fallas ubicadas al sur de Turrialba, elemento muy importante para estimar la amenaza sísmica en el Túnel.

Cuadro N° 4.7.3 Sismos locales sentidos (1985-2005) de la zona sur de Cartago

N°	Fecha	Lat	Long	Mag	Prof	Epicentro
1	06/01/1987	9.89	-83.92	2,0	2	Cartago
2	06/01/1987	9.88	-83.92	2,0	2	Cartago
3	22/09/1987	9.66	-83.80	3,8	4	19 Km. S. Cachí Cartago
4	31/01/1988	9.78	-83.79	5	14	20 km. S Juan Viñas
5	27/06/1988	9.8	-83.94	2,8	6	Navarro
6	23/10/1988	9.89	-83.91	3,6	9	2 Km. N Cartago
7	23/10/1988	9.83	-83.94	2,6	5,1	Tejar
8	29/09/1989	9.84	-83.98	3,4	5	2 Km. NW Tobosi
9	17/04/1990	9.84	-83.94	2,3	6,8	Tejar
10	10/07/1990	9.81	-83.97	3,3	14,2	Tejar
11	30/07/1990	9.82	-83.92	3,1	3,6	Tejar
12	31/07/1990	9.81	-83.92	3,1	4,4	Tejar
13	01/08/1990	9.83	-83.92	2,8	15,6	Tejar
14	29/04/1991	9.76	-83.91	4,7	22,5	10 Km. SE Tejar
15	30/06/1991	9.31	-83.80	4,1	4	16 Km. SE Cartago
16	21/07/1992	9.65	-83.71	4	15	Orosi
17	14/07/1993	9.71	-83.78	3,5	11	12 Km. SW Orosi
18	14/07/1993	9.71	-83.79	3,9	13	14 Km. SE Orosi

Continuación del Cuadro N° 4.7.3 Sismos locales						
19	25/09/1994	9.72	-84.02	3,4	7	15 Km. SW Cartago
20	03/11/1994	9.79	-83.84	3,3	6	Orosi
21	27/04/1995	9.72	-83.9	3,9	11	8 Km. SW Orosi
22	17/11/1995	9.77	-83.88	3,5	10	5 Km. SW Orosi
23	08/10/1997	9.72	-83.91	3,8	13	15 Km. Sur Cartago
24	20/05/1999	9.78	-83.93	3,1	20	10 Km. SSW Cartago
25	03/06/1999	9.81	-84.02	2,8	13	12 Km. SSW Guarco
26	16/10/2003	9.735	-83.799	4	10	9 Km. SW Orosi
27	16/10/2003	9.742	-83.811	3,1	14	8 Km. SW Orosi
28	02/06/2004	9.721	-83.938	3,7	11	15 Km. Sur Cartago
29	25/10/2005	9.813	-83.935	3,1	10	6 Km. S Cartago

Figura N°. 4.7.2 Sismos de magnitud mayor o igual a 3,5 localizados al sureste de Cartago y sur de Turrialba (1992-2006).

4.7.1.2 Neotectónica

La región central de Costa Rica corresponde con un ancho sistema de fallas que atraviesa transversalmente al país, desde la fosa Mesoamericana, en el lado Pacífico, hasta el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, en el sector Caribe (Montero, 2001). Este complejo sistema de fallas, de diferentes tipos y geometrías, se denomina Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica (CDCCR) y constituye el límite entre la placa Caribe y la Microplaca de Panamá (Montero, 2001). Diversos eventos sísmicos que han ocurrido en la historia del país se pueden relacionar con fallas pertenecientes a este sistema de fallas, por lo que considerar la existencia de éstas en las cercanías de la línea de Túnel es de importancia para determinar la amenaza sísmica.

Las fallas más importantes a considerar en las cercanías del Túnel de Cachí son las siguientes:

Sistema de Fallas Navarro

Linkimer (2003) menciona un Sistema Navarro que consiste en una serie de fallas de rumbo NE, que se extienden desde la cabecera del río Navarro, al norte del Empalme hasta el río Bonilla, al norte de Lajas, con una longitud total de 54 Km. Aunque el rumbo de predominante de las fallas es NE, se ha reconocido un cambio de rumbo a E-W en los alrededores de las comunidades de Cervantes, Juan Viñas y Pacayas. La falla más importante del sistema es la falla Navarro, que tiene rumbo promedio NE. Existen una serie de fallas más cortas que transcurren de forma paralela a la Navarro. A este Sistema,

en general, Linkimer (2003) le estimó un potencial sísmico de generar sismos máximos con magnitudes MW entre 5,3 y 6,7.

Para efectos de su influencia en el Túnel de Cachí, por su cercanía, en este informe nos interesa tratar las Fallas Navarro y Santiago.

Falla Navarro

El estudio de Salazar et al. (1992) y de Geomatrix (1994), basado en las evidencias de la interpretación de las fotografías aéreas, imágenes de radar e investigaciones de campo (incluyendo trincheras), concluyen que la falla del río Navarro, orientada ENE, por más de 15 km, es de rumbo sinestral con componente normal, en donde el bloque norte está hundido con respecto al sur, con desplazamientos verticales acumulados del orden de varias decenas a centenas de metros. En una trinchera realizada, se observó la zona de complejo fallamiento (normal, inverso y de rumbo) desarrollada en tobas y en depósitos fluvio-lacustres. No obstante, depósitos aluviales datados en 12 000 años, no presentaron evidencia de fallamiento o deformación en uno de los tramos de la falla.

De acuerdo con Montero (2001) la falla Navarro con un rumbo ENE a NE es una falla de desplazamiento siniestral que en su extremo oeste sigue el borde norte del valle del río Navarro. Al salir de este valle al este, modifica su rumbo al N40E y en esta zona debe de tener además una componente normal, donde el bloque este baja. Sobre la falda sur del volcán Turrialba, la falla retoma un rumbo ENE. Cerca de Juan Viñas toma un rumbo N50E hasta el río Bonilla, al norte de la población de Lajas (Linkimer, 2003), por lo que se le ha asignado una longitud de 54 Km.

Es una falla activa, con expresión superficial prominente, con una inclinación predominantemente vertical, aunque se ha apreciado que puede tener una ligera inclinación hacia el sur o el sureste en algunos sitios.

Una trinchera realizada por Geomatrix (1994) al sur de Paraíso mostró que es una falla activa con una zona de falla de al menos 50 metros de ancho. Esta misma empresa estimó que los desplazamientos, en el caso de un movimiento telúrico originado en la Falla Navarro, que tenga manifestación en superficie, serían del orden de 0,2 a 0,5 m. (horizontal máximo, movimiento puro) y 0,14 a 0,35 m. (máximo vertical).

Según Aguilar (1980) y Montero (2001) tiene sismicidad asociada, aunque nunca ha llegado a su máximo estimado de Mw 6,7. La distribución de daños originados por el terremoto de Orosi del 9 de agosto de 1951 de magnitud 5,0 (Boschini, 1989), sugiere que esta falla fue la generadora.

La traza superficial de la falla Navarro se encuentra a unos 2,5 Km. (distancia mínima) del sitio de toma del Túnel en el embalse de Cachí y a esa misma distancia de la casa de máquinas.

Falla Santiago

Está expresada por un lineamiento prominente de 4 Km. de longitud localizado al SW de la población de Santiago. Tiene un rumbo que varía de N55E en su sector occidental, a E-W en su parte oriental. Se reconoce por el valle lineal en un tramo del río Reventazón, justo unos 2 km al norte de la línea de Túnel y de la quebrada Mesas y una silla de falla. Se interpreta un deslizamiento sinestral de 200 m. en el río Birrís (Linkimer, 2003).

Sistema de fallas Atirro-Río Sucio

El sistema de fallas Atirro-Río Sucio consiste en una serie de falla dextrales, de rumbo predominantemente NW, que se extienden desde el río Patria (al oeste de Guápiles) hasta el río chirripó (al noreste de la fila Matama). Linkimer (2003) identificó al menos 20 lineamientos que sugieren ser fallas activas o neotectónicas, con una longitud de 80 Km. y una ancho máximo de 12 Km. en el sector de Turrialba; estima que estas fallas pueden generar sismos con magnitudes que oscilan entre 4,8 y 6,8 MW. Los sismos más recientes que causaron daños ocurrieron el 10 y el 13 de julio de 1993, con magnitudes de 5,5 y 5,3, respectivamente; fueron localizados en el área de Pejivalle.

Falla Campano

Según Montero (2003) se denomina falla Campano a la falla que se ubica del lado oeste y sur de Tucurrique, sobre el sector este de los cerros Campano y Gavilucho. Geomórficamente se expresa por un escrape de prominencia moderada a fuerte, con facetas triangulares que miran al este, que origina diferencias de altura hasta de 300 m, el escarpe va cambiando de rumbo N-S al este del cerro Campano a un rumbo NW y luego W sobre el flanco noreste del cerro Gavilucho, antes de unirse al este con la falla Tucurrique. Asimismo, al oeste de Tucurrique, la falla Campano parece originar un desvío dextral de la fila montañosa del cerro Campano. Lo anterior sugiere que esta falla combina desplazamientos dextrales con normales, aunque éste último componente de desplazamiento debe ser mayor, considerando que esta falla limita uno de los bordes de la cuenca de tracción Turrialba-Irazú. Esta falla junto con la Chiz ha favorecido el desarrollo de la cuenca donde se ubica Tucurrique.

Linkimer (2003) da las siguientes características de la falla Campano:

Longitud: 15 Km.

Rumbo promedio: N20W y N80W

Inclinación: Vertical

Sentido del movimiento: Normal-dextral

Expresión superficial: Moderada

Grado de actividad: Activa

Sismicidad asociada: Si

Sismo máximo: 6,4 MW

Según Linkimer (2003) la falla consiste en una serie de lineamientos con expresión de moderada a prominente, que se extienden con una longitud de 15 km desde el sur de la población de Capellades, hasta la ladera norte del cerro Gavilucho, al sur de Tucurrique. Su traza inicia a lo largo del valle lineal de la quebrada Honda, al sur de Capellades. En este sector, 4 lineamientos de rumbo cercano a norte-sur se expresan en forma de escarpes, una trinchera de falla y un valle lineal. La traza más prominente transcurre hacia el sur por el valle lineal de la quebrada Honda, hasta el río Reventazón. Un cambio en el rumbo de la traza del lineamiento, ocurre cuando intercepta dos lineamientos relacionados con la falla Navarro, los cuales tienen rumbo E-W en este sector.

Al sur del río Reventazón, la traza continúa con una expresión débil y un rumbo N30W por el valle de la quebrada Hamaca. Dos segmentos paralelos, de rumbo N20W, continúan por la cima del cerro Congo: el más oriental tiene una longitud de 2,5 Km. y se caracteriza por dos valles lineales; el segmento occidental transcurre por un valle lineal y un escarpe de 60 m, al oeste del cerro Congo, y luego cambia su rumbo hacia el N80W y continúa por la ladera sur del cerro Campano y más hacia el oeste, por una berma de falla ubicada en la ladera norte del cerro Gavilucho. La falla finaliza al interceptar la falla Tucurrique al sur del río Vueltas.

Son precisamente los alineamientos N20-30W al sur del río Reventazón los que cruzan la traza del Túnel entre la Ventana B y el Tanque de Oscilación, aproximadamente en la estación 5+500 m.

La sismicidad relocalizada por Linkimer (2003) permitió establecer que durante el período 1992-2002 ocurrieron seis sismos con epicentro muy cercano a la traza de la falla Campano y pueden estar asociados con su actividad en este período. Estos sismos tuvieron magnitudes entre 1,4 y 2, 8 ML. Cabe destacar que en el extremo norte de la falla Campano, convergen las fallas del sistema Navarro, por lo que tres de estos sismos bien podrían haber sido producidos por las fallas de este sistema (fallas Navarro, Santiago y Pacayas).

Falla Tucurrique

Esta falla transcurre a una distancia ligeramente menor que 3 Km. de la Casa de Máquinas; está ampliamente descrita en Montero (2003).

La falla Tucurrique corresponde con el ramal oeste de la falla Atirro. Se extiende en forma prominente por 20 Km. desde la fila Rincón de la Esperanza, hasta la comunidad de Juan Viñas, no obstante Montero (2001) la extiende hacia el noroeste hasta el cerro Pasquí. El rumbo de la falla es N30W en el extremo norte y N60W en el extremo sur. Tomando en cuenta su longitud, esta falla podría generar un sismo máximo de 6,6 MW (Linkimer, 2003). La falla Tucurrique tiene un movimiento dextral, asumido por el desplazamiento del río Vueltas. Además, localmente muestra una componente de levantamiento en el bloque este, lo que ha provocado el encajonamiento del curso del río Pejivalle, inmediatamente al NE de la traza de falla y la acumulación de potentes depósitos aluviales en la región donde se localiza la población de Pejivalle (Montero, 2001).

La expresión geomórfica y la juventud de los depósitos aluviales que son desplazados por esta falla sugieren que es activa (Montero, 2001). De acuerdo con Alvarado et al. (1998), esta falla afecta depósitos coluvio-aluviales y laháricos presumiblemente del Cuaternario superior.

Falla Duán

Aparece descrita en el estudio de impacto ambiental del P. H. La Joya (2002). Tiene un rumbo NNW a NW y una longitud aproximada de 7 Km. Caracterizada por mostrar varios valles lineales alineados, sillas de falla y la separación de unidades litológicas. Tiene expresión fuerte y carácter lineal, lo cual indica un alto ángulo de inclinación de su plano de falla. Muestra un desvío dextral de los valles de los ríos Naranjo y Taus. En sus alrededores hay ausencia de sismos, según lo muestran los mapas de sismicidad. La proyeción en superficie de la traza de esta falla, indica que puede estar cortando la línea

de Túnel en las cercanías de la Ventana A, coincidiendo quizás con la falla Urasca que se menciona en el informe del ICE de 1963.

4.7.1.3 Evaluación de la amenaza sísmica

Tratándose el proyecto de ampliación del Túnel de una obra principalmente subterránea, se ha considerado innecesario hacer una estimación probabilística o determinística de la amenaza sísmica en términos de la aceleración máxima del suelo (PGA), ya que no involucra el diseño y construcción de obras civiles importantes con excepción del Túnel. No obstante, es de relevancia considerar que el proyecto se encuentra localizado en un área sísmicamente activa y localmente caracterizada por la existencia de fallas activas y potencialmente activas, las cuales inclusive, cortan la traza del Túnel.

Localmente, los daños asociados con la ocurrencia de un evento sísmico pueden ser resultado de los efectos directos del cruce de una falla a través de las obras del Túnel, o más probablemente debido a los efectos de la sacudida sísmica del suelo (propagación de las ondas sísmicas). Sin embargo, efectos secundarios relacionados con la sacudida sísmica, como lo es el comportamiento del suelo (deslizamientos y compactación de sedimentos), deben ser tomados en cuenta para las obras de toma de aguas y casa de máquinas.

Una vez aclarado lo anterior, se considera importante hacer constar en este informe las estimaciones de aceleraciones del terreno realizadas para dos proyectos importantes en las cercanías del Túnel. Esto es para el Acueducto de Orosi, en la zona cercana a su paso por el río Navarro y el Proyecto Hidroeléctrico La Joya.

Acueducto Orosi:

Dadas sus dimensiones y cercanía con respecto al acueducto, se consideró que la amenaza sísmica en el sitio de estudio, estaría controlada por la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud 6,6 en la falla Navarro, cuyo foco se ubicaría a 10 Km. de profundidad y a una distancia epicentral de 6,5 Km. al punto central del tramo de tubería estudiado en este informe (sitio Sifón). La sacudida sísmica, para este evento estaría representada por una aceleración horizontal pico máxima de 0,5 g y de considerar la ocurrencia de sismos mayores en fuentes sísmicas más lejanas como la subducción, la sacudida sísmica máxima del terreno tendría además valores de 45 cm/s y 25 cm. para la velocidad y desplazamiento, respectivamente (Barquero et al., 2006).

P. H. La Joya:

En el Estudio de Impacto Ambiental presentado ante SETENA por el P.H. La Joya (2002) se estimó un valor de PGA de 6,68 m/s2 para un período de retorno de 500 años en el sitio de Casa de Máquinas del proyecto. Este valor obtenido es relativamente alto, pero es reflejo de que el proyecto se ubica en una zona sísmicamente activa con presencia de un fallamiento activo que debe ser tomado en cuenta en el diseño de las obras (EsIA P. H. La Joya, 2002). Otros valores de aceleración obtenidos para el sitio de Casa de Máquinas del P. H. La Joya, considerando que se cimente en roca, se resumen en la tabla siguiente:

Período de retorno (años)	Aceleración máxima en suelo firme (m/s^2)
50	3,18
100	4,05
500	6,68
1000	8,22

Conclusiones

La tectónica de la zona sur de Cartago es compleja, con varios sistemas de fallas importantes entre los que destacan, por su cercanía al Túnel, el Sistema de Fallas Navarro y el Sistema de Fallas Atirro-Río Sucio.

El proyecto se encuentra localizado en un área sísmicamente activa y localmente caracterizada por la existencia de fallas activas y potencialmente activas, las cuales inclusive, cortan el trazo del Túnel entre la Ventana B y el tanque de oscilación.

Históricamente, han ocurrido terremotos importantes en esta región, siendo los de 1910 los más importantes pues provocaron severos daños en la ciudad de Cartago y numerosas muertes (400 fallecidos); el terremoto de 1951, que puede estar asociado ya sea a la falla Navarro o a la falla Agua Caliente; y los terremotos de Pejivalle de 1993 que fueron de magnitud moderada. A pesar de que no han vuelto a ocurrir sismos causantes de daños, la historia sísmica demuestra que es un área susceptible a estos fenómenos y que han de repetirse en el futuro y en el período de vida útil del Túnel. Debido a la existencia de tantas fallas con potencial sísmico, es imposible pronosticar cuál será la que ocasione sismos en el futuro, por lo que el diseño del Túnel debe considerar el peor escenario, el cual sería que los sismos ocurran en las fallas que lo cortan directamente y causen un desplazamiento en sus paredes, para lo cual debe estimarse un desplazamiento probable que ha de tomarse en cuenta en el diseño del revestimiento del Túnel.

Localmente, los daños asociados con la ocurrencia de un evento sísmico pueden ser el resultado de los efectos directos del cruce de una falla a través de las obras del Túnel, o más probablemente debido a los efectos de la sacudida sísmica del suelo (propagación de las ondas sísmicas). Sin embargo, efectos secundarios relacionados con la sacudida sísmica, como lo es el comportamiento del suelo (deslizamientos y compactación de sedimentos), deben ser tomados en cuenta para las obras de toma de aguas y casa de máquinas.

Referencias

Aguilar, A., 1980: Sismicidad del 3 al 9 de setiembre de 1980 y su relación con la geología en la cabecera del río Navarro, Cartago.- Tesis de Licenciatura, Escuela Centroamericana de Geología, Univ. Costa Rica, 160 pp.

Alvarado, G.E., Barquero, R., Climent, A., 1998: Informe Sismológico y Neotectónico Actualizado para la Etapa de Factibilidad del P. H. Pacuare.- Inf. Interno ICE, OSV.98.02.ICE. 47 pp+ 11 fotos.

Ambraseys, N.N. & Adams, R.D., 2001: The Seismicity of Central America. A descriptive Catalogue 1898-1995. Imperial College Press. 309 pp.

Boschini, I.M., 1989: Incidencia de las Fuentes Sísmicas en a Región Caribe de Costa Rica.- Tesis de Licenciatura, Esc. Cent. de Geología, Univ. de Costa Rica, 97 pp.

Geomatrix, 1994: Informe Final. Acueducto de Orosi. Sub-Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Conducción: El Llano a Tres Ríos, Provincia de Cartago, Costa Rica. Geomatrix Consultants, San Francisco, California, viii + 149 pp. + apéndices.

Linkimer, L., 2003: Neotectónica del extremo oriental del Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica.- Tesis de Licenciatura, Esc. Cent. de Geología, Univ. de Costa Rica, 103 pp + 6 anexos + 2 mapas.

Montero, W., 1986: Períodos de recurrencia y tipos de secuencias sísmicas de los temblores interplaca a intraplaca en la región de Costa Rica. -Rev. Geol. Amér. Central, 5:35-72; San José.

Montero, W., 2001: Neotectónica de la región central de Costa Rica: frontera oeste de la microplaca de Panamá.- Rev. Geológica de Amér. Central, 24: 29-56.

Montero, W., 2003: El sistema de falla Atirro-Río Sucio y la cuenca de tracción Turrialba-Irazú: Indentación tectónica relacionada con la colisión del levantamiento del Coco.- Rev. Geológica de Amér. Central, 28: 05-29.

Montero, W. & Alvarado, G.E., 1995: El terremoto de Patillos del 30 de diciembre de 1952 (Ms= 5,9) y el contexto geotectónico de la región del volcán Irazú, Costa Rica. - Rev. Geol. Amér. Central, 18:25-42.

Montero, W. & Miyamura, S., 1981: Distribución de intensidades y estimación de los parámetros focales de los terremotos de Cartago de 1910, Costa Rica, América Central. – Rev. Inst. Geográfico Nac., julio-diciembre, 9-34.

P.H. La Joya, 2002: Estudio de Impacto Ambiental, Cap.6: Inventarios y descripción del ambiente físico, pág. 233-446.

Salazar, L.G. Obando, L. & Mora, R., 1992: Acueducto Metropolitano, tramo Embalse El Llano-río Navarro (Costa Rica): Un sitio bajo amenaza. Rev. Geol. Amér. Central, 14: 85-96.

4.7.2 Fallas geológicas activas

En el punto 4.1.3 de este informe se indicó que solamente está presente una falla activa, la cual es la prolongación de la Falla Doán ([1]), con una dirección NO – SE, en la zona de estudio se le dio el nombre de Falla Urasca.

Otras fallas se encuentran en el área de Proyecto, las cuales no han mostrado actividad reciente, su dirección son NO – SE; además se tienen una serie de alineamientos estructurales, con direcciones en diferentes sentidos.

Todas estas estructuras se indican en el Mapa Geológico P. H. Cachí Túnel II (Mapa geológico de AP).

4.7.3 Movimientos en masa

En el Mapa de Deslizamientos del P. H. Cachí Túnel II, se señalan las coronas de los deslizamientos presentes en el área de interés donde se desarrollará la Modernización y Ampliación de la Planta Hidroeléctrica Cachí.

Estos deslizamientos se asocian a movimientos en masa, de origen regolítico, de poco espesor, originados por las fuertes pendientes existentes y por la alteración física mecánica de las rocas propias de la región (Formación Doán).

Hacia la parte SE y E del Plano se observan los deslizamientos activos y en la parte SO y O se localizan los deslizamientos inactivos.

Estos deslizamientos no estarán interactuando con las obras a realizar, por cuanto la mayor parte de estas serán subterráneas y las otras obras se encuentran alejadas de los deslizamientos, (tubería forzada y casa de máquinas).

Un deslizamiento activo se encuentra en el área de la comunidad de San Miguel, el cual ha causado daños en el pasado y actualmente presenta rasgos de su actividad en las vecindades. Sus efectos si son muy evidentes en los alrededores de la plaza y de la antigua escuela. Las obras del Proyecto en esta área son subterráneas y no estarán interactuando con la masa que se desliza, ya que el Túnel estará siendo excavado y construido a una profundidad mayor a los 80 m. y a una distancia superior a los 300 m.

4.7.4 Erosión

El concepto general de erosión de suelos se refiere al desprendimiento y arrastre de las partículas (arenas, limos, arcillas), ligado a factores geológicos, geomorfológicos, antrópicos, hídricos o eólicos. Estas partículas son desprendidas y arrastradas por agua de escorrentía. A continuación, sedimentan en áreas bajas y depresionales, o son

conducidas hasta el mar. De esta manera, la erosión de suelos se puede dividir en tres etapas básicas: desprendimiento, transporte y sedimentación. Figura N° 4.7.3

Figura N° 4.7.3 Esquema de la erosión de suelos

La erosión hídrica causada por el agua incluye la erosión laminar, erosión en surcos, erosión en terracetas y la erosión en cárcavas. Estos procesos están influenciados por la mineralogía, textura, estructura y contenido de materia orgánica del suelo, además de la influencia de la pendiente y las condiciones climáticas, como agresividad de la lluvia, manejo de suelos y cobertura vegetal. También abarca la remoción en masa, la cual se divide en solifluxión, deslizamientos y derrumbes, coladas de barro, hundimientos y desprendimientos o desplomes. La mayoría de estos procesos ocurren por saturación hídrica de los suelos, asociado a su mineralogía, y a procesos geológicos, geomorfológicos y climáticos. Otros se encuentran ligados a construcción de caminos.

En este informe se utilizaran categorías de erosión de acuerdo con los siguientes criterios de campo:

Erosión Nula: Sin Síntomas de erosión.

Ligera o leve (Erosión laminar y en surcos ligera): Se considera que se ha perdido menos del 25 % de la capa organomineral superficial original (Horizonte A). Hay presencia de pedestales de poca altura y canalículos de escasos centímetros de profundidad después de la lluvia.

Moderada (Erosión laminar y en surcos moderada): Se considera que se ha perdido hasta un 50% de la capa organomineral superficial original (Horizonte A). Hay pedestales altos (3 a 5 cm), presencia generalizada de surcos poco profundos en campos cultivados y trillos poco profundos entre macollas de gramíneas en áreas dedicadas a potreros.

Severa (Erosión laminar y surcos fuertes; cárcavas incipientes): El suelo ha perdido hasta un 100 % de la capa organomineral superficial original (Horizonte A). Hay presencia de abundantes surcos profundos y trillos profundos sin vegetación y pequeños deslizamientos en laderas, con macollas sobre pedestales (5 a 10 cm.) de tierras en pastos.

Muy Severa (Cárcavas profundas y densas): Los suelos están prácticamente destruídos o son fuertemente truncados. Esta categoría incluye los deslizamientos y deposiciones masivas de suelos que se han desplazado desde su lugar de origen.

Bajo el criterio anterior, se hizo un análisis de un área alrededor de la futura obra de ampliación del Túnel de Cachí de 2 Km. a cada lado del trazo de la conducción. En general, las tierras en el área de influencia directa del proyecto muestran considerables procesos erosivos en categorías de moderados a severos. Estos procesos se ven favorecidos con un régimen de precipitación alto, relieves ondulados (15 a 30%), muy ondulados (30 a 60%) y escarpados (más de 60%), prácticas inadecuadas de uso de la tierra, el sobre pastoreo, construcciones de caminos sin diseños ingenieriles adecuados e ineficiente manejo de aguas; esto se traduce en manifestaciones de erosión laminar, erosión en surcos, erosión en cárcavas, erosión en terracetas, y la presencia de deslizamientos y derrumbes a lo largo de la zona estudiada.

Para identificar el problema de erosión en el área de influencia directa, se procede a dividir la zona en dos sectores, el primero formado por el cañón del río Reventazón y sus tributarios, donde en los relieves escarpados es común observar perdida severa del poco suelo existente por conflictos de uso de la tierra. (Figuras Nº 4.7.4 y N° 4.7.5)

Figura Nº 4.7.4 La construcción de caminos en tierras con relieve escarpado, sin adecuado diseño ingenieril y de manejo de aguas, son potenciales disparadores de procesos erosivos como los deslizamientos. (Chinchilla, M. 2008)

Figura N° 4.7.5 Erosión severa de tierras ubicadas en relieves escarpados (mayor a 60% de pendiente) cultivadas con café y con conflicto de uso de la tierra en el cañón del río Urasca. (Chinchilla, M. 2008)

El otro sector está compuesto por terrenos ondulados a muy ondulados (15 a 60%) con pendientes cóncavas y convexas, donde es fácil observar, procesos erosivos tipo pie de vaca, cicatrices de deslizamiento, coronas de deslizamientos recientes, micro deslizamientos, erosión en surcos, antiguos movimientos en masa o deslizamientos que en la actualidad están inactivos. En este sector, las áreas que han sido o están bajo un uso de pastoreo, es viable encontrar cerca a la superficie del suelo, y producto del pisoteo animal, procesos de reducción oxidación formando capas compactas que reducen la conductividad hidráulica y aumentan la escorrentía superficial, ello lleva al invariable transporte de sedimentos hasta depresiones naturales o corrientes fluviales que llegan al mar Caribe. En este sector y en donde se ha sustituido la cobertura natural por pastos para ganadería y para la actividad agrícola anual o permanente, hay importantes manifestaciones de procesos erosivos en categoría moderada a severa.

Figura Nº 4.7.6 Raíces expuestas mostrando erosión severa (laminar) en terrenos con un uso de potreros cerca del poblado de San Miguel (Chinchilla, M. 2008)

Figura Nº4.7.7 Erosión severa con desplome de talud en el camino que conduce a la comunidad de San Miguel. (Chinchilla, M. 2008).

Procesos de degradación de tierras, como la erosión del suelo, tienen en un alto porcentaje de ocurrencia en factores económicos, sociales y culturales, que se traducen en la sobreexplotación del recurso y en prácticas inadecuadas de manejo de suelos y agua, siendo su consecuencia más grave la pérdida de fertilidad del suelo, la reducción de los rendimientos y un empobrecimiento generalizado de los sistemas de producción agropecuaria.

No obstante, en los alrededores del poblado de San Miguel, es muy importante destacar la existencia de movimientos en masa activos y desplazamientos masivos y lentos por gravedad de los suelos (solifluxión).

Por su parte, en áreas con uso agropecuario, es muy común la no utilización de prácticas de conservación de suelos y aguas, lo que provoca erosión laminar y en surcos moderada; erosión laminar y en surcos fuertes con cárcavas incipientes. (Figura Nº 4.7.8)

Figura Nº 4.7.8 En el área de influencia directa, es común la mala práctica en el uso del suelo de sembrar el Café sin sombra y a favor de la pendiente en laderas fuertemente onduladas, con lo que se aumenta la energía hidráulica del agua de escorrentía y así un disparador de los procesos erosivos. (Chinchilla, M. 2008)

Figura Nº 4.7.9 Se hallan áreas con conflicto de uso de tierra que ocasionan erosión severa en terrenos de laderas fuertemente onduladas. Aquí por sobre pastoreo hay perdida de cobertura vegetal de hasta un 50%, por lo que el suelo está desnudo al impacto de las gotas de lluvia y así vulnerable a la erosión. (Chinchilla, M. 2008)

4.7.5 Mapa de susceptibilidad

ANÁLISIS DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS (Anexo N°.4)

Se empleó la información de 7 mapas los cuales se utilizaron de manera independiente para analizar cada tema, posteriormente se le dio a cada uno un grado de importancia según su potencial influencia a la inestabilidad de taludes, se les hizo una clasificación de susceptibilidad de mayor a menor según cada tema en rangos no mayores de 5, los rangos se transformaron en elementos porcentuales denominados factores y se obtuvo el valor final del producto y la importancia del mapa temático.

Se procedió luego con el álgebra de mapas donde entraron en juego los 7 temas dando como producto final el Mapa de Susceptibilidad a la Inestabilidad de Laderas.

En este se determinan claramente dos zonas de mayor potencialidad a la inestabilidad (alta a muy alta), una al Este de la zona entre coordenadas 561500-563500 E y 203000-206200N donde se incluye el deslizamiento de San Miguel, deslizamiento activo que ha obligado a reubicar a los pobladores de este caserío; además de San Miguel se incluyen los cerros Copal, Congo y las quebradas Honda, Hamaca y el flanco oeste de la Zapote. En esta zona se localiza la Tubería de Presión, la que a la fecha está estable.

El otro tramo de susceptibilidad alta a muy alta está entre coordenadas 559500-561500 E y 204800-205500 y aquí se encuentra el cerro Cruces y la Planta Birrís 1. Este tramo no afecta ninguna de las obras de ampliación y de igual forma, las labores a desarrollar por el ICE no generarán ninguna influencia sobre éste.

Las demás zonas presentan susceptibilidades a la inestabilidad de medianas a muy bajas por lo que no requieren mayor atención.

Figura N° 4.7.10 Esquema de la metodología utilizada. Fuente: C.S. Diseño. (2008).

Desde el punto de vista de sismología el proyecto se encuentra localizado en un área sísmicamente activa y localmente caracterizada por la existencia de fallas activas y potencialmente activas, las cuales inclusive, cortan el trazo del Túnel entre la Ventana B y el Tanque de Oscilación. Debido a la existencia de tantas fallas con potencial sísmico, es imposible pronosticar cuál será la que ocasione sismos en el futuro, por lo que el diseño del Túnel debe considerar el peor escenario.el cual sería que los sismos ocurran en las fallas que lo cortan directamente y causen un desplazamiento en sus paredes.

Figura N° 4.7.11 Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas Fuente: C.S. Diseño, (2008).

Conclusión:

- Al realizar el álgebra de mapas para determinar las zonas de mayor potencialidad a la inestabilidad se definieron dos zonas importantes, la primera de ellas al Este del área de estudio, entre coordenadas 561500-563500 E y 203000-206200N, donde la única obra involucrada es la Tubería de Presión, no obstante ésta será la misma de la Planta actual que hasta la fecha se ha comportado completamente estable.

- El otro tramo de susceptibilidad alta a muy alta está entre coordenadas 559500-561500 E y 204800-205500 y no afecta ninguna de las obras de ampliación y de igual forma, las labores a desarrollar por el ICE no generarán ninguna influencia sobre éste.

Recomendaciones

Durante la fase constructiva se deberá implementar un control topográfico para determinar si se está dando algún movimiento y un diseño de manejo de aguas en la Tubería de Presión a fin de garantizar la estabilidad de la misma, no obstante haberse mantenido estable esta la fecha.

Bibliografía

- Informe Geológico e hidrogeológico de factibilidad ampliación del P. H. Cachí. Madrigal Morales Carlos, Morera Lobo José Fabio, C.S. Diseño, UEN PYSA, 2008.

- Estudio de Amenazas Naturales y Antrópicas en la Cuenca del río Pirris. Inestabilidad de Laderas, C.S. Diseño, UEN PYSA, 2007.

5 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO

5.1 Introducción (Información General)

Las Zonas de Vida comprendidas en el área de proyecto (AP), corresponden a Bosque húmedo Premontano (bh-P) y Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P), Figura N° 5.1. Su descripción se hace con base en Bolaños & Watson (1993).

La zona de vida Bosque húmedo Premontano tiene una precipitación que oscila entre 1200 y 2200 mm anual, la biotemperatura media anual y la temperatura son iguales y van de 17 a 24ºC. El periodo seco efectivo es de 3.5 a más de 5 meses. (En el sitio del Proyecto la duración es menor a 3.5 meses).

Presenta un bioclima favorable para asentamientos humanos y para el desarrollo de actividades basadas en el uso de la tierra

El bosque es poco denso, semidecíduo, de dos estratos, con árboles de fustes cortos y macizos, alcanzando una altura aproximada de 25 m., con pocas epífitas.

El Bosque muy húmedo Premontano, tiene un promedio de precipitación anual mayor al anterior y va de 2000 a 4000 mm, la temperatura y biotemperatura también oscilan de 17 a 24ºC.

A diferencia del Bosque húmedo Premontano el mayor nivel de precipitación hace de esta una zona de vida favorable pero no óptima para el desarrollo de actividades de uso de la tierra, es más adecuado para cultivos permanentes y pastos.

La vegetación característica es de mediana altura (30-40 m.), medianamente denso, de dos o tres estratos, siempreverde, solo algunas de sus especies son decíduas y la cantidad de epífitas es de moderada a abundante.

Las áreas boscosas en el AP y AID corresponden a fragmentos ya que en su mayoría es una zona agrícola donde han quedado pequeños parches de bosque.

Se realizaron muestreos de los cuatro parches de bosques que se identificaron en el AP, en esta sección se hace una breve descripción de sus características y en la sección de cobertura vegetal se detalla en su composición.

ZONAS DE VIDA -TÚNEL CACHÍ

CENTRO DE GESTIÓN AMBIENTAL Solicitó : Biól. Rosibel Barrantes B. S.I.G.: Luis Fdo. Artavia A. Julio, 2008	ICE	Figua N° 5.1 Fuentes : Mapa de Zonas de Vida de Costa Rica Escala 1:200.000 Carreteras - Ríos - Poblados del I.G.N. Escala 1:50.000 Trabajo de campo.

Se identificaron dos parches de bosque ripario en el AP, uno de ellos en la zona donde se ha considerado la ubicación de una escombrera en la margen derecha del río Reventazón (sitio que luego fue descartado para ser utilizado como escombrera). Es un bosque de crecimiento secundario, aparentemente de unos 15 a 20 años, atravesado por una quebrada intermitente (Figura N° 5.2), el sotobosque es poco denso, se observaron escasas epífitas, heliconias y palmas. Las características observadas en este bosque son similares a las descritas en la zona de vida Bosque muy húmedo Premontano, que le corresponde.

Figura N° 5.2 A la izquierda se observa parte del Bosque ripario de crecimiento secundario en el área de la eventual escombrera y a la derecha la quebrada intermitente que está dentro del mismo.

El otro bosque ripario está en las inmediaciones de la quebrada sin nombre (SN) cercana a la denominada Ventana 2. También es un bosque de crecimiento secundario con una edad aproximada de 30 años, localizado en una pendiente (Figura N° 5.3), con presencia de palmas y algunos helechos arborescentes.

Figura N° 5.3 Bosque ripario de crecimiento secundario localizado a orillas de la quebrada SN

El parche de bosque que se localiza en las tomas de agua del acueducto de Tucurrique, es un bosque secundario, la edad estimada es de 20 a 25 años. El área de sotobosque es densa con maraña de bejucos, palmas, herbáceas y helechos arborescentes, en el dosel se observan epífitas y líquenes (Figura N° 5.4).

Figura N° 5.4 En las fotografías se observan las características del sotobosque y el dosel del bosque secundario (der.) localizado en las inmediaciones del acueducto de Tucurrique (comunidad de San Miguel).

Donde iría la tubería de alta presión de la etapa de ampliación y modernización de la planta se encuentra un bosque de crecimiento secundario de aproximadamente 20 a 25 años, con predominio de árboles de poró **(***Erythrina poeppigiana***)** y guarumo (*Cecropia spp*) (Figura N° 5.5).

Figura N° 5.5. Bosque secundario en el área donde estaría la tubería de alta presión.

5.2 Ambiente terrestre (Cobertura Vegetal – Fauna Asociada)

Para determinar la cobertura vegetal en el AP y AID se identificaron en un mapa y se corroboraron en el campo las áreas con cobertura boscosa localizadas en el AP, posteriormente se realizaron muestreos en parcelas de 20x50 m (1000 m^2), de igual forma se realizaron muestreos en parcelas de áreas no boscosas donde estarían localizadas obras de intervención superficial tal es el caso de los sitios propuestos para escombreras y campamentos, en total se realizó muestreo en siete parcelas que para efectos de análisis de datos se codificaron de acuerdo a lo indicado en el Cuadro N° 5.1. Se aclara que en un tramo de la ruta del Túnel localizado en la comunidad de San Jerónimo se encuentra un parche de bosque de coníferas (predominio de pinos, cipreses y casuarinas), que no pudo ser muestreado porque no se obtuvo el permiso de acceso por parte de los propietarios del terreno. La cobertura correspondiente a cultivos se determinó con base en la información del SIG y su respectiva comprobación de campo .La ubicación de las parcelas se muestra en la Figura N° 5.1., según los códigos que están en la Cuadro N° 5.1

Cuadro N° 5.1 Coordenadas, elevación y codificación de los sitios de muestreo de vegetación y fauna asociada

Sitio	Código	Coordenadas		Elevación (m.s.n.m.)
San Miguel	SMG	561080	204772	1162
Ventana 2	Vent	566019	205129	1237
Tubería de Presión	TPr	563169	205879	1208
Campamento Colonia	CC	557996	202224	1024
Escombrera Ventana 2	EV2	560667	205530	1205
Casa de Máquinas Congo	CMC	563172	206221	1201
Vivero Campamento	VC	558005	203042	1035
San Jerónimo	SJ	559723	203978	1135

Fuente: Datos de campo

En el Cuadro N° 5.2 se encuentra la lista de las principales especies vegetales identificadas en cada una de las parcelas estudiadas. En total se reportan 61 especies, distribuidas en todas las parcelas.

En la Ventana B y en San Miguel es donde se encontró el mayor número de especies siendo de 22 y 19 respectivamente.

Los sitios Vivero Campamento (VC) y Casa de Máquinas Congo (CMC), corresponden más bien a áreas de charral con árboles dispersos y en el primer caso predominan árboles de guayaba (*Psidium guajaba*). En el denominado Campamento Colonia corresponde a un área de charral con árboles dispersos, en su mayoría de guayaba y también se ha reforestado y se encuentran árboles pequeños de ceiba (*Ceiba pentandra*). Estas parcelas se estudiaron porque son sitios donde se prevé intervención superficial más fuerte, al ser sitios donde se localizarían campamentos y áreas de escombrera.

Cuadro N° 5.2 Lista de las principales especies vegetales identificadas en las parcelas donde se realizaron los muestreos. (Ver sitios Figura N° 5.6 mapa de nacientes)

Familia	Especie	Nombre Común	Sitio						
			SMg	Vent	TPr	CC	EV2	CMC	VC
Piperaceae	*Piper sp*	Cordoncillo	X	X	X	X			X
Fabaceae (papilionoideae)	*Erythina fusca*	Poró copey	X	X	X				
Melastomataceae	*Miconia argentea*	María	X						
Hydrophyllaceae	*Wigandia urens*	Ortiga de montaña	X		X		X		
Lauraceae	*Ocotea sp*	Quizarrá	X				X		
Moraceae	*Ficus sp*	Matapalo	X	X					
Annonaceae	*Rollinia sp*	Anonillo	X						
Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Lagartillo	X						
Piperaceae	*Piper angustifolium*	Cordoncillo	X	X				X	
Tiliaceae	*Heliocarpus appendiculatus*	Burío	X	X				X	
Lauraceae	*Nectandra sp*	Nectandra	X				X		
Myristicaceae	*Virola koschnyi*	Fruta dorada	X	X					
Solanaceae	*Acnistus arborescens*	Güitite	X		X	X			
Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	X	X	X				
Fabaceae (Mimosoideae)	*Inga sp*	Guaba	X	X	X		X	X	
Cecropiaceae	*Cecropia sp*	Guarumo	X	X	X		X	X	
Euphorbiaceae	*Sapium thelocarpum*	Yos	X						
Arecaceae	*Chamaedorea tepejilote*	Pacaya	X	X					
Cyatheaceae	*Cyathea sp*	Helecho arborescente	X	X					
Asteraceae	*Vernonia canescens*	Tuete		X					
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	Aguacatillo		X					
Meliaceae	*Cedrela tonduzii*	Cedro dulce		X		X			X
Euphorbiaceae	*Croton niveus*	Colpachí							
Moraceae	*Ficus costaricensis*	Higueron		X					
Fabaceae (papilionoideae)	*Erythina poeppigiana*	Poró gigante		X		X	X	X	X
Heliconiaceae	*Heliconia sp*	Heliconia			X		X		
Musaceae	*Musa acuminata*	Plátano			X		X		
Poaceae	*Pennisetum sp*	Zacate gigante			X				
Poaceae	*Pennisetum purpureum*	King grass			X		X		
Rubiaceae	*Coffea arabica*	Café			X				
Rutaceae	*Citrus reticulata*	Mandarina			X				
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Laurel			X			X	
Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba				X			
Myrtaceae	*Psidium guajaba*	Guayaba				X			X
Fabaceae (papilionoideae)	*Gliricidia sepium*	Madero Negro				X			
Poaceae	*Pennisetum sp*	Zacate gigante				X			
Meliaceae	*Trichilia glabra*	Uruca				X		X	X
Fabaceae (Mimosoideae)	*Calliandra calothyrsus*	Cabello de angel				X			

Continuación Cuadro N° 5.2

Familia	Especie	Nombre Común	Sitio						
			SMg	Vent	TPr	CC	EV2	CMC	VC
Verbenaceae	*Citarexylum caudatum*	Dama				X			
Poaceae (Gramineae)	*Brachiaria tanner*	Zacate yegüero				X			
Fabaceae (Caesalpinioideae)	*Senna reticulata*	Saragundí				X			
Myrtaceae	*Syzygium sp*	Eugenia o manzana				X			
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Targua				X	X		
Fabaceae (Mimosoideae)	*Zygia latifolia*	Sotacaballo				X		X	
Zingiberaceae	*Hedichium coronarium*	Heliotropo					X		
Musaceae	*Musa sp*	Banano					X		
Moraceae	*Ficus americana*	Higuito					X		
Meliaceae	*Trichilia sp*	Trichilia					X		
Bignoniaceae	*Spathodea campanulata*	Llama del bosque					X		
Rubiaceae	*Coffea arabica*	Café					X		
Bombacaceae	*Ochroma pyramidale*	Balsa					X		
Melastomataceae	*Conostegia oerstediana*	Cantarillo					X		
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Papaturro					X		
Zamiaceae	*Zamia fairchildiana*	Cycads						X	
Sterculiaceae	*Theobroma cacao*	Cacao						X	
Arecaceae	*Bactris gasipaes*	Pejibaye						X	
Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango							X
Fabaceae (Mimosoideae)	*Entereolibuim cyclocarpum*	Guanacaste							X
Zamiaceae	*Zamia neurophyllidia*	Cycads							X
Annonaceae	*Rollinia sp*	Anonillo					X		
Zamiaceae	*Zamia sp*	Cycads					X		
Asteraceae	*Vernonia canescens*	Tuete					X		

Fuente: Datos de campo, identificó: Dasónomo Max Piñar Obando

Fueron 23 las especies de árboles que presentaron diámetros a la altura de pecho (DAP), mayor o igual a 15 cm. En el Cuadro N° 5.3 se presenta la lista con sus respectivos datos DAP por especie por sitio y el cálculo de número de individuos con esas características por hectárea.

De acuerdo a estos datos las densidades de árboles con DAP igual o mayor a 15 cm. por hectárea va de 160 a 290 árboles. En el caso del sitio Casa de Máquinas Congo que es el sitio con mayor densidad tiene predominancia de guarumo (*Cecropia sp*), que es una especie pionera (etapa sucesional inicial) y poró (*Erythrina poeppigiana*).

De las áreas boscosas estudiadas la Ventana B (Vent), es la que presenta mayor densidad con 200arb/ha mayores o iguales a 15 DAP con predominancia de burío (*Heliocarpus appendiculatus*), guarumo (*Cecropia sp*), guaba (*Inga sp*) y matapalo (*Ficus sp*).

En el bosque que se estudió en San Miguel la densidad de árboles mayores a 15 cm. DAP fue de 200arb/ha con predominancia de burío (*Heliocarpus appendiculatus*). Donde

estaría ubicada la escombrera cerca de la Ventana B (EV2), la densidad fue de 210arb/ha y predominan el poró (*Erythrina poeppigiana*) y el targuá (*Croton draco*).

Cuadro N° 5.3 Datos DAP para los árboles registrados en las parcelas y cálculo de número de individuos igual o mayor a 15 cm DAP

Sitio	DAP por especie												Arb/ha
	Ochroma pyramidale (Balsa)												
EV2	17.1												10
	Heliocarpus appendiculatus (Burío**)**												
SMg	20.5	54.5	36.0	76.0	92.0	31.8	72.0	46.5	30.6	15.5	44.5	47.8	120
Vent	62.0	40.0	32.0	50.2	42.0	51.0							60
CMC	51.0	34.0	16.1	15.2	26.0								50
	Cecropia spp (Guarumo)												
SMg	31.0												10
EV2	51.0	16.1	47.4										30
CMC	17.9	33.5	34.5	21.5	20.8	23.0	25.0	17.6	31.1	22.9	44.2		110
Vent	26.0	22.0	32.0	20.0	16.0								50
TPr	19.0	18.0											20
	Cedrela tonduzii (Cedro dulce)												
Vent	24.0												10
	Croton niveus (Colpachí)												
Vent	20.0	24.0											20
	Ficus costaricensis (Higuerón)												
EV2	79.4												10
	Fraxinus uhdei (Fresno)												
SMg	16.7												10
	Psidium guajaba (Guayaba)												
CC	15.2	15.1	25.6	19.6	21.6	15.9							60
VC	26.0	22.0											20
	Acnistus arborescens (Güitite)												
CC	15.1												10
	Inga sp (Guaba)												
Vent	39.5	22.5	22.0	18.0	23.0								50
TPr	15.0												10
EV2	31.0												10
CMC	30.0	34.5											20
	Cordia alliodora (Laurel)												
TPr	28.0												10
	Gliricidia sepium (Madero negro)												
CC	21.5												10
	Citrus reticulata (Mandarina)												
TPr	22.5	30.3											20
	Mangifera indica (Mango)												
VC	31.5	40.5	30.0										30

Continuación Cuadro N° 5.3

Sitio	DAP por especie												Arb/ha
	Ficus sp (Matapalo)												
SMg	56.0	31.0											20
Vent	25.0	15.0	40.9	26.0	18.0	16.0							60
	Nectandra sp (Nectandra)												
SMg	16.3												10
	Piper sp (Cordoncillo)												
VC	15.3												10
	Erythina poeppigiana (Poró)												
Vent	40.5	22.0	24.0	34.5	21.6	28.0	15.5						70
TPr	260.0	135.0	43.5	125.0	15.0	19.0	58.0	110.0	134.0	120.0	65.0	115.0	120
CC	33.8	31.7	34.5	25.8	24.5								50
EV2	80.5	45.0	125.0	110.0	36.6	48.5	123.0	140.0					80
CMC	44.8	88.0	40.0	50.7	98.0	90.0	36.5	78.0	45.0	49.0	48.0		110
VC	33.4	35.0	36.0	20.0	30.0	21.5	30.0	38.5	18.0				100
	Ocotea sp (Quizarrá)												
SMg	125.0	79.0											20
	Croton draco (Targuá)												
EV2	47.0	54.0	36.8	27.0	20.0								50
	Trichilia sp (Trichilia)												
EV2	31.0												10
	Trichilia glabra (Uruca)												
CC	15.1	22.9	22.7	19.5	15.6	15.7	18.7						70
	Sapium thelocarpum (Yos)												
SMg	23.1												10

Arb/ha = Arboles por hectarea

Las áreas no boscosas corresponden a pastos, hortalizas y granos, plantas ornamentales, servicios urbanos, tacotal y charral (Figura N° 6.1.1 Mapa de uso de la tierra donde se observan las diferentes coberturas vegetales en el AP y el AID).

Con respecto a la fauna asociada del grupo de los mamíferos solo se observaron rastros de armadillos en el sotobosque (probablemente de la especie *Dasypus novencinctus*).

En el Cuadro N° 5.4, se incluye la lista de aves que se observaron en las parcelas de muestreo y sus alrededores. Dos de las especies observadas se encuentran en peligro de extinción de acuerdo al Decreto Ejecutivo Nº 32633-MINAE (2005), a saber el ave de sol (*Eurypyga helias*) y la chorca o bolsero coliamarillo (*Icterus mesomelas*). La primera especie solo se observó en la ribera del río Reventazón donde se localizaría la escombrera de la Ventana 2 (EV2) y la chorcha se observó en el área donde iría la tubería de presión (TPr) y en San Jerónimo (SJ).

La lora (*Aratinga nana*) que se observó en cuatro sitios diferentes es una especie que según dicho decreto se encuentra con poblaciones reducidas.

Cuadro N° 5.4 Lista de aves observadas en las parcelas donde se realizan los muestreos y sus alrededores.

Familia	Especie	Nombre Común	Sitio							
			SMg	Vent	TPr	CC	EV2	CMC	VC	SJ
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	X	X	X	X			X	X
Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Gavilán chapulinero				X			X	
Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Elanio tijereta				X			X	
Eurypygidae	***Eurypyga helias****	Garza del sol					X			
Columbidae	*Columba fasciata*	Paloma collareja		X						
Columbidae	*Columba nigrirostris*	Paloma piquicorta					X			
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma aliblanca	X				X			X
Psittacidae	***Aratinga nana***	Perico			X	X	X			X
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Tijo				X		X		
Cuculidae	*Piaya cayana*	Bobo chizo		X						
Trochilidae	*Amazilia tzacatl*	Colibrí	X		X	X	X		X	
Trochilidae	*Campylopterus hemileucurus*	Colibrí		X						
Trochilidae	*Chlorostilbon canivetii*	Colibrí	X							
Trochilidae	*Selasphorus scintilla*	Colibrí		X						
Trogonidae	*Trogon violaceus*	Trogón violáceo			X					
Formicariidae	*Hylopezus perspicullatus*	Tororoi pechilistado	X							
Thamnophilida	*Myrmotherula axillaris*	Hormiguerito café					X			
Thamnophilida	*Myrmotherula schisticolor*	Hormiguerito pizarroso			X	X	X			
Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Pibí tropical	X				X			
Tyrannidae	*Contopus lugubris*	Pibí sombrío				X				
Tyrannidae	***Myodynastes luteiventris****	Mosquero vientriazufrado	X							
Tyrannidae	*Myiozetetes granadensis*	Mosquero cabecigris			X					
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Pecho amarillo	X	X	X	X	X	X	X	
Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Mosquero de agua			X	X				
Tyrannidae	*Conopias albovittata*	Mosquero cabecianillado	X							
Hirundinidae	***Riparia riparia****	Golondrina ribereña					X			
Corvidae	*Cyanocorax morio*	Pia pia	X							X
Turdidae	*Turdus grayi*	Yigüirro				X		X	X	
Parulidae	***Dendroica magnolia****	Reinita colifajeada			X					
Parulidae	***Dendroica pensylvanica****	Reinita de costillas castañas	X							
Parulidae	***Mniotila varia****	Reinita trepadora		X						
Parulidae	***Seirus aurocapillus****	Reinita hornera					X			
Parulidae	***Seirus motacilla****	Reinita hornera	X							
Icteridae	***Icterus dominicensis****	Bolsero capuchinegro		X			X			
Icteridae	***Icterus mesomelas****	Bolsero coliamarillo			X					X
Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola	X		X	X	X	X		X
Thraupidae	*Ramphocelus sanguinolentus(")*	Sangre de toro							X	
Thraupidae	*Ramphocelus passerinii*	Sargento	X	X			X	X	X	
Thraupidae	*Tangara icterocephala*	Tangara dorada	X							
Thraupidae	*Tangara larvata*	Tangara capuchidorada					X	X		X
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Viuda	X			X	X		X	
Thraupidae	*Euphonia luteicapilla*	Agüío							X	
Cardinalidae	*Cyanocompsa cyanoides*	Picogrueso negroazulado	X							
Emberizidae	*Arremonops aurantiirostris*	Pinzón piquinaranja					X			
Emberizidae	*Melozone leucotis*	Pinzón orejiblanco					X			
Emberizidae	*Oryzoborus funereus*	Semillero picogrueso	X					X		X
Emberizidae	*Sporophila americana*	Setillero				X			X	
Emberizidae	*Sporophila aurita*	Espiguero					X			
Emberizidae	*Tiaris olivacea*	Gallito	X	X		X	X		X	X
Emberizidae	*Volatina jacarina*	Semillero negroazulado	X			X				
Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	Come maíz					X			
Fringilidae	*Carduelis psaltria*	Mozotillo de charral					X			X
Insertae sedis	*Tityra inquisitor*	Tityra coroninegra								X

*especies migratorias, **especies con poblaciones reducidas o amenazadas, ***especies en peligro de extinción
(") nombre científico según Garrigues & Dean (2007), cc *Phlogothraupis sanguinolentus* , según Stiles & Skutch (1989)

Fuente: Datos de campo, nombres comunes de Stiles & Skutch (1989)

Además ocho de las especies observadas son migratorias, seis son de la familia Parulidae, que realizan migraciones en diferentes épocas del año, normalmente migran hacia el trópico en la época de invierno. El mosquero (*Myodynastes luteiventris*), de la familia Tyrannidae realiza migraciones de paso arribando entre los meses de marzo y abril y se va a mediados de octubre y la golondrina (*Riparia riparia*), de la familia Hirundinidae, realiza migraciones en ambas costas y hasta los 1500 m.s.n.m. El bolsero capuchinegro (*Icterus dominicensis*) de la familia Icteridae, realiza migraciones altitudinales entre los 700 y 1200 m.

Del grupo de anfibios y reptiles el sapo (*Ollotis melanochlora*), que es una especie endémica de la familia Bufonidae se observó en todos los sitios de muestreo, y está catalogada como una especie amenazada de extinción y está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre Nº7317, además de la Ley Orgánica del Ambiente Nº7554 y el decreto Nº 26435-MINAE (Elizondo, L.H, 2000) y actualización del mismo Decreto Ejecutivo Nº32633-MINAE (2005). La lista de especies observadas en cada sitio (observaciones casuales), se encuentra en el Cuadro N° 5.5.

Cuadro N° 5.5 Lista de especies de anfibios y reptiles observados en las parcelas donde se realizaron los muestreos y sus alrededores.

Familia	Especie	Nombre Común	Sitio							
			SMg	Vent	TPr	CC	EV2	CMC	VC	SJ
Bufonidae	*Ollotis melanochlora***	Sapo	X	X	X	X	X	X	X	X
Bufonidae	*Rhaebo haematiticus*	Sapo	X							
Scincidae	*Sphenomorfus cherriei*	Esquinco de bosque café			X	X				
Polychrotidae	*Norops biporcatus*	Lagartija					X			

** especies con poblaciones reducidas o amenazadas

En las cercanías de los sitios denominados Casa de Máquinas Congo y San Miguel, se localizan nacientes (Figura N° 5.6), que podrían ser parte del abastecimiento hídrico para la vegetación que se reportó en estos sitios.

Figura N° 5.6 – Mapa Nacientes Túnel- Cachí

6 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO

6.1 Uso actual de la tierra en sitios aledaños

Utilizando fotografías aéreas ortorectificadas del Proyecto CENAT – NASA del año 2005 se hizo una interpretación de los diferentes usos de la tierra para un perímetro de 1 Km. alrededor de la línea de Túnel. Además, se complementó con trabajo de campo para la actualización de los resultados.

Es así que se identificaron en el uso de la tierra dos grandes categorías: las áreas urbanas y las rurales. Dentro de cada una de ellas se clasificaron una serie de usos siguiendo la simbología de la cartografía de uso de la tierra a escala 1:10 000 (IGN, 2008)

El área total fotointerpretada fue de 1567.44 ha aproximadamente, de la cual 97.9 % de la misma está dominada por usos rurales, ligados a diferentes actividades agropecuarias entremezclada con otros usos más naturales, como el bosque y un poco más intervenidos los tacotales. En el Cuadro N° 6.1 se hace un detalle de las categorías y los usos asociados.

Cuadro N° 6.1 Uso de la tierra por categoría – Túnel Ampliación Cachí

Categoría	Uso actual	Superficie (ha)
Uso urbano	Residencia	16.24
	Uso industrial	1.76
	Parque y zona verde	0.84
	Deporte y recreación	5.01
	Cementerio	0.33
	Otros servicios urbanos	9.07
	Subtotal	**33.25**
Uso rural	Hortalizas y granos	8.67
	Café	208.34
	Caña de azúcar	12.00
	Plantas ornamentales	18.19
	Frutal	3.95
	Otros cultivos	86.83
	Pastos	262.08
	Pastos con árboles dispersos	312.04
	Bosque	295.24
	Plantación forestal	21.46
	Tacotal	96.62
	Charral	158.39
	Explotación agrícola confinada	0.83
	Agua superficial	49.55
	Subtotal	**1534.19**
	TOTAL	**1567.44**

Elaboración: M. Ureña. 2008

Área Urbana

Las áreas urbanas se caracterizan por la presencia de elementos artificiales o construidos, que reflejan las distintas intervenciones espaciales de los habitantes de la región. Los usos encontrados son las siguientes (Figura N° 6.1 - Mapa Uso Actual de la Tierra):

Residencia: edificio individual de una o más plantas para uso habitacional.

Uso industrial: área de fábricas y sus facilidades.

Parque y zona verde: parque o zona verde pública.

Deporte y recreación: facilidades para deportes, atletismo y recreación.

Cementerio: área destinada a la inhumación.

Otros servicios urbanos: otros servicios públicos como suministro, tratamiento, telecomunicaciones, energía, etc.

Área Rural

Estas áreas presentan una mezcla de usos diversos con áreas agropecuarias, seminaturales que muestran una intervención humana bastante evidente y por último las naturales que exteriorizan poca o ninguna intervención humana. A continuación se hace un detalle de los usos presentes (Figura N° 6.1)

Hortalizas y granos: terreno de cultivo estacional para hortalizas y granos. En la zona encontramos cultivos como vainica, pepino, tomate, chile, ayote, etc.

Café: terreno agrícola bajo cultivo de café. Este puede ser café con sombra de árboles, frutal, banano o guineo se clasifica en este uso.

Caña de azúcar: terreno agrícola bajo cultivo de caña de azúcar.

Plantas ornamentales: terreno agrícola bajo cultivo de flores y plantas ornamentales. En la zona lo que se encuentra principalmente son helechales.

Frutal: terreno agrícola bajo cultivo de frutales. En el área analizada se desarrolla el cultivo de limón, naranja, banano, mandarina, macadamia y otros.

Otros cultivos: corresponde a otros cultivos estacionales y permanentes o terreno agrícola para plantas variadas en pequeña escala.

Pastos: terreno con pastos para diferentes usos. Especialmente en la zona para ganadería extensiva.

Pastos con árboles dispersos: terreno de pastos con árboles dispersos para diferentes usos. En particular para la ganadería extensiva.

Bosque: área de bosque con árboles nativos. Incluye bosque primario y secundario. Así como el bosque a las orillas de las quebradas y ríos.

Plantación forestal: área de bosques para reforestación. Localizado sobre todo alrededor del embalse de Cachí.

Tacotal: terreno que presenta formas de crecimiento o regeneración natural de áreas boscosas, compuesta por la alta densidad de especies herbáceas y leñosas.

Charral: terreno con una mezcla de arbustos o malezas, vegetación arbustiva.

Explotación agrícola confinada: facilidades para el manejo de animales y el almacenamiento de productos agrícolas y maquinaria agropecuaria.

Agua superficial: terreno con agua superficial permanente. Ejemplo: ríos, quebradas, lagunas, lagos, embalses, etc.

Figura N° 6.1
USO DE LA TIERRA
Ampliación Túnel Cachí
558000
560000
562000
564000
206000
204000
202000
de Guineo
Mesas
Mesitas
Q. Mesas
R. Callejón
R. Reventazón
Santa Marta
R. Naranjo
Bajo Congo
Flor
Santiago
R. Birrisito
R. Burrís
R. Reventazón
Q. Hanuca
Q. Congo
Congo
Q. Tuba
Joyas
Sabanilla
Piedra Azul
Pedregal
San Jerónimo
R. Reventazón
Q. Joas
Esperanza
Q. San Miguel
Puente Fajardo
Guatusito
Urasca
Q. Honda
Q. Durán
Bajos de Urasca
Q. Urasca
Ajenjal
R. Naranjo
Pueblo Nuevo
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000
Metros
Simbología
Poblaciones
Ríos
Carretera con pavimento
Carretera sin pavimento
Camino de tierra
Veredas
Otros caminos
Área de análisis
Túnel de conducción
USO URBANO
CEMENTERIO
DEPORTE Y RECREACIÓN
OTROS SERVICIOS URBANOS
PARQUE Y ZONA VERDE
RESIDENCIA
USO INDUSTRIAL
USO RURAL
HORTALIZAS Y GRANOS
CAFÉ
CAÑA DE AZÚCAR
PLANTAS ORNAMENTALES
FRUTAL
OTROS CULTIVOS
PASTOS
PASTOS CON ÁRBOLES DISPERSOS
BOSQUE
PLANTACIÓN FORESTAL
TACOTAL
CHARRAL
EXPLOTACIÓN AGROPECUARIA CONFINADA
AGUA SUPERFICIAL

6.1.1 Actividades agrícolas identificadas dentro del área de estudio.

La variedad productiva en el área de estudio superior (Urasca – San Jerónimo) es muy variada, cultivándose en su mayoría hortalizas, frutas y café, entre otras. La Agencia de Servicios Agropecuarios (ASA – MAG) Paraíso, en el 2007 identificó para las comunidades de Urasca y San Jerónimo (Guatusito), las diferentes actividades agrícolas. Ver, Cuadro Nº 6.2.

Cuadro Nº 6. 2 Actividad agropecuaria de Urasca y San Jerónimo (Guatusito).

Comunidad	Actividad agroproductiva
Urasca	Café, chayote, tomate, limón, ayote, chile dulce, maracuyá, elote, vainica, papaya, banano criollo, plátano enano, limón dulce, naranja, mandarina, culantro, ayote, pepino, ganadería extensiva.
San Jerónimo (Guatusito)	Banano, plátano enano, vainica, pepino, tomate, naranja, limón, chile, ayote, jaibas, mini-vegetales, follajes y ganadería extensiva.

Fuente: Agencia de Servicios Agropecuarios, ASA –Paraíso (Trabajo de campo – 2008).

Igualmente, la variedad productiva en el área de estudio baja (San Miguel – El Congo) es muy variada (solo que de menor intensidad), cultivándose en su mayoría frutas, café, caña de azúcar y pastos entre otras. La Agencia de Servicios Agropecuarios (ASA – Tucurrique) Jiménez, no identifica ningún cultivo (dice-se no poseer actividad con esos productores). Sin embargo, mediante comprobación de campo se identificó para esas comunidades (San Miguel y El Congo), variada actividad agropecuaria. Ver, Cuadro Nº 6.3, adjunto.

Cuadro Nº 6.3 Actividad agropecuaria de San Miguel y El Congo.

Comunidad	Actividad agroproductiva
San Miguel	Banano, plátano enano, vainica, pepino, tomate, naranja, limón, chile, ayote, jaibas, mini-vegetales, caña de azúcar, follajes y ganadería extensiva.
El Congo	Banano, plátano enano, vainica, pepino, tomate, naranja, limón, chile, ayote, jaibas, mini-vegetales, macadamia y caña de azúcar.

Fuente: Trabajo de campo, 2008.

Particularidad productiva del área de estudio.

Algunas de las principales actividades agro-productivas del área de estudio Urasca – San Jerónimo, se exponen a continuación, *(Fotografías tomadas a finales del mes de junio, estación seca e inicio de la estación lluviosa, 2008)*, las cuales muestran en este caso, el panorama agropecuario dominante de la margen derecha e izquierda de los ríos Reventazón (Ujarrás - Urasca), e igualmente de San Jerónimo (Guatusito).

El área de estudio superior, muestra un panorama agropecuario dominado por la producción de café, hortalizas y ganadería extensiva en las laderas inferiores identificándose claramente mediante una vista panorámica la frontera agrícola. Las siguientes ilustraciones muestran las inmediaciones de la comunidad de Urasca y San Jerónimo (margen derecha del río Reventazón). Ver, Figuras Nº 6.2 y Nº 6.3, adjuntas.

Figura Nº 6.2 Panorama agrícola de la comunidad de Urasca (Café, chayote, banano criollo).

Figura Nº 6 .3 Panorama pecuario de la comunidad de Urasca (Trucha y ganadería extensiva).

La comunidad de San Jerónimo (Guatusito), muestra un panorama dominado por café y follaje (Helecho de cuero), entre otros cultivos de hortalizas. Ver, Figura Nº 6. 3, adjunta.

Figura Nº 6.4 Panorama pecuario de la comunidad de San Jerónimo/Guatusito (Helecho, café y ganadería extensiva).

Igualmente, la comunidad de San Miguel muestra se particularidad agroproductiva. (Ver Figura Nº 6. 4 adjunta.)

Figura Nº 6.5 Panorama agrícola y pecuario de la comunidad de San Miguel (Caña de azúcar y ganadería extensiva).

Bibliografía

- Jaubert, Marco. Instituto Costarricense de Electricidad. El ICE, UEN - Proyectos y Servicios Asociados - UMC, unidad de manejo de la cuenca del rio Reventazon – UMCRE, Descripción General 2000 –2001, San José Costa Rica, abril 2002.
- Jiménez, Francisco. B. Ramakrishna. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Programa Ambiente y Desarrollo Rural, Curso "Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas", Turrialba, 27,31 de mayo 2002.
- CATIE, 2002. Curso de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Turrialba, Costa Rica. Mayo del 2002.
- MAG. (2003 - 2006). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Despacho Ministerial – Planificación Estratégica: Programa Direcciones Regionales – Cartago (Agencia de Servicios Agropecuarios de Paraíso y de la Agencia de Servicios Agropecuarios de Tucurrique, 2003 – 2006.
- http://www.mag.go.cr
- http://www.catie.ac.cr
- http://www.minae.go.cr
- http://www.engormix.com

6.2 Tenencia de la tierra en sitios aledaños

Caracterizar de forma general los patrones de tenencia de la tierra del AID y el AP, y analizar el efecto del proyecto obra o actividad sobre tales patrones (La Gaceta Nº85 del jueves 4 de marzo del 2006. Págs. 24 y 28). Esto es lo que pide el Orientador Conceptual de la SETENA sobre este tema

El material ideal para elaborar este componente es la información censal agropecuaria y de tenencia, sin embargo el último censo agropecuario disponible es de 1984 por lo cual se trata de datos desactualizados y poco útiles para un análisis actualizado. Por lo anterior se aprovechan los datos de las Áreas de Salud de Paraíso- Cervantes y Turrialba-Jiménez que ofrecen datos equivalentes a la tenencia de las Viviendas, tanto en **Cachí** como en **Tucurrique**, que en general cubren a los poblados del Área de Influencia Directa e indirecta (AID y AII) del proyecto PMA Cachí.

6.2.1 Cachí.

Cachí es el cuarto distrito de Paraíso, cantón segundo de la Provincia de Cartago. Está formado por los siguientes caseríos:

- Cachí Centro
- Peñas Blancas
- Cieneguita
- Pueblo Nuevo
- Mercado
- Urbanización Las Rosas
- Calle Volio
- Loaiza
- Ciudadela Murray
- Calle Boza
- La Primavera
- Urbanización Robles
- Río Orosi
- Bajos de Urasca
- Urasca
- San Jerónimo

Se encuentra ubicado a dos kilómetros aproximadamente, de la Represa construida por el ICE en Cachí. El número de habitantes oscila en 5038 según censo realizado en 2001.

Actualmente y sin contar con la parte del bosque, la familia Murray posee aproximadamente 500 manzanas de cafetal; mientras que el beneficio de café, después de haber sido adquirido por varios bancos, fue adquirido en 1998 por la empresa La Meseta, continuando con la tradición cafetalera que aun caracteriza el lugar.

Por otra parte el suelo de esta comunidad es plano con un relieve regular de gran fertilidad y riqueza natural, favoreciendo la producción de cultivos como: café, agricultura en menor cantidad y helechos.

De igual manera Cachí cuenta con tierras aptas para la agricultura, centrada principalmente en la cosecha de tomate, chile, vainica, chayote, ayote, culantro, caña de azúcar y banano; dedicándose el 25% para el consumo local y el resto para la venta en las ferias del agricultor y los mercados de las provincias de Cartago y San José.

6.2.2 Tucurrique

Tucurrique es uno de los tres distritos que conforman el Cantón de Jiménez de la provincia de Cartago. Tucurrique tiene una extensión de 36.19 km^2.

El sector de Tucurique está conformado por once localidades:

- Tucurrique
- Las Vueltas
- Sabanillas
- El Congo
- San Miguel
- El ICE
- Alsacia
- El Sitio
- Joyas
- La Flora
- Bajo Chiz

El sector tiene dos vías de acceso: Turrialba y Cachí con caminos en parte lastreados y en parte asfaltados, que se mantienen en buen estado en la estación seca pero en la época de lluvias generalmente se deterioran, por derrumbes en el sector montañoso que en algunas ocasiones han dejado al pueblo incomunicado. Cuenta con servicio de buses con destino a Cartago dos veces al día y con destino a Turrialba cinco veces al día.

6.2.3 Aproximación a tenencia de la tierra en las áreas de Cachí y Tucurrique

Ante la falta de un censo agropecuario reciente (el último fue en 1984) una forma de aproximarse al dato de la tenencia de la tierra es por medio de los datos de las Áreas de Salud próximas al AP (Turrialba –Jiménez y Paraíso –Cervantes) que son más recientes (años: 2004 y 2005).

El uso de la tierra que indica mayor involucramiento con el ser humano es el uso para vivienda, por lo tanto se propone considerar la tenencia de la vivienda como una acción correlacionada fuertemente a la tenencia de la tierra. Es a partir de esa visión que se presenta el siguiente análisis.

Cuadro Nº 6.4
Tipo de Tenencia de la Vivienda en Cachí 2005

Tenencia	Número	Porcentaje
Propia	1035	78.8
Prestada	109	8.3
Alquilada	71	5.4
Amortizada	99	7.5
Total	**1314**	**100.0**

Fuente: Balances de ATAP, Área de Salud Paraíso-Cervantes*2005.*

Como podemos notar en la tenencia de la vivienda, una gran cantidad son propias (el 78.8%), esto se debe a que en este sector, los movimientos poblacionales (emigración, inmigración) son casi imperceptibles, siendo una población bastante estable en el contexto migratorio, la gran mayoría corresponde a personas cuyo núcleo familiar es originario de esta comunidad y deciden establecerse por cercanía con sus demás familiares en este sector.

Cuadro Nº 6.5
Tipo de Tenencia de la Vivienda en Tucurrique 2004

Tenencia	Número de viviendas	Porcentaje
Total	1252	100.0
Propia	1016	81.15
Prestada	35	2.79
Alquilada	62	4.95
Hipotecada	0	0.0
Desocupada	139	11.10

Fuente: Balances de ATAP, Área de Salud Turrialba-Jiménez *2004*

Según la tenencia de la vivienda de Tucurrique, una gran cantidad de viviendas (más que en Cachí) son propias (el 81.15%), esto se debe quizás a que en este sector, los movimientos poblacionales (emigración, inmigración) son casi imperceptibles, siendo una población bastante estable en el contexto migratorio, la gran mayoría corresponde a personas cuyo núcleo familiar es originario de esta comunidad y deciden establecerse por cercanía con sus demás familiares en este sector. Se sabe que durante la época de la

zafra los nicaragüenses se trasladan a vivir a Tucurrique y durante diferentes épocas del año algunas familias indígenas llegan a Tucurrique por pocos días y luego se marchan.

Aproximación a la tenencia de la Tierra según dato de propietarios: (Lista según encuesta de Uso agropecuario y Usos del Agua realizada por el Ing. William García. CGA-ICE).

Cuadro N° 6.6

Lista de propietarios PMA Cachí
Según caserío de residencia
Julio-Agosto del 2008

San Jerónimo (Guatuso)				
Propietario	**Área finca (ha)**	**Finca propia**	**Finca alquilada o prestada**	**Coordenadas/msnm**
Heriberto Vásquez Solano	1.5	X		0558725 0205105 1199
Manuel Francisco Vásquez (Vincho)	1.5	X		0558663 0205033 1159
Gilberto Ramírez Solano (Hno. de Antonio)	5.0	X		(igual a Antonio Ramírez Solano)
Jorge Edo. Solano Carvajal	15.0	X		0559486 0204803 1256
Adolfo Solano Núñez	0.75	X		0558702 0204988 1154
Sergio Quirós Brenes	1.5	X		0558736 0204880 1154
Hugo Solano Solano	1.7	X		0579122 0204689 1161
Olman Solano Carvajal	8.0	X		0559716 0203993 1278
Lisimaco Mora Solano	10.0	X		0558620 0203943 1048
Zoila R.Cordero Rosas	7.0	X		0558614 0203984 1047
Manuel Vásquez Solano (Fca. río Guatuso)	11.0	X		0558843 0204283 1033
Abelardo Ramirez Solano	13.0	X		0559486 0204803 1256
Abelardo Ramírez Cordero (hijo)	3.0	X		0559209 0204963 1213
Blanca Rosa Loría Fernández	5.0	X (herencia)		0559078 0204673 1154
Teodoro Solano Solano	2.5	X		0559233 0204676 1186
Antonio Ramírez Solano	5.0	X		0558999 0204663 1088
Enrique Sterlock Loría	2.5	X		0558594 0204080 1039
Enrique Sterlock Loría (Ventana II Palmichal)	20.0	-		0560431 0205334 913

Continuación Cuadro Nº 6.6

Propietario	Área finca (Ha)	Finca propia	Finca alquilada o prestada	Coordenadas/msnm
William Vázquez Solano	10.0	x		0560685 0205144 980
José Fco. Solano González	12	x		
El Congo				
Oscar Fallas Fernández	30.0	x		0563581 0206188 888
Luis Gmo. Calvo Brenes	1.0	x		0563321 0205422 940
Planta Cachí Del ICE	-	x		-
Colonia ICE	-	x		0566302 0205361 893
Rigoberto Fernández Meneses	2.0	x (IDA)		0563281 0205507 885
Urasca				
Francisco Quirós Gónzalez	2.0	x		0558220 0203533 1047
Armando Chaves Moya	0.5	x		0559285 0202874 1112
Javier Quirós González	25.0	x		0559847 0202785 1109
Miguel Moya Cháves	10.0	x		0559899 0202720 1138
María Luisa Segura Rodríguez	0.75	x		0559428 0202808 1116
Lidieth Quirós Solano	0.75	x		0558514 0203098 1056
Albertino Cortés Balladares	4.0	x		0558251 0203435 1037
Filiberto Carvajal Alfaro	1.0	x		0558423 0203237 1051
Saúl Quiros Rojas	1.5	x		0558362 0203346 1063
Álvaro Núñez (soda)	0.25		x	0558050 0202555 1033
Donato Gutiérrez Fallas	1.5	x		0558255 0202580 1077
Agro El Roble Sabanero S.A.	7.0	-	-	0558625 0202864 1056
Javier Coto Echeverría	80.0	x		0558944 0202933 1056

Continuación Cuadro N° 6.6

Propietario	Área finca (Ha)	Finca propia	Finca alquilada o prestada	Coordenadas/msnm
Javier Coto Echeverría	25.0		x	0558037 0202798 1050
Javier Coto Echeverría	300.0	x		0559051 0202957 1059
Presa Cachí (ICE- Ofic. Presa)	-	-	-	0557989 0202733 1038
Zalmarí S.A. (La Victoria)	0.5	-	-	0558027 0202589 1041
DABI-ICE Cachí (Daniel Chaves)	4.0	x		0557902 0203018 1041
Fernando Chaves Rosas	2.5	x		0559646 0202676 1127
José H. Torres Bravo	6.3	x		0560004 0202834 1137
Pedro Obando Navarro	1.0		x	0560380 0202831 1172
María E. Quirós González	1.0	x		0558312 0203411 1063
Pitalillo (Piedra Azul)				
Armando Gamboa Quirós	4.0	x		0557380 0204183 1079
Asdrúbal Serrano Solano	1.5	x		0557539 0203253 1045
San Miguel				
Asdrúbal Sánchez Rivera	4.0	x		-
Julio Sánchez Rivera	9.0	x		0562002 0205355 1148
Julio Sánchez Rivera	6.0	x		0562733 0206138 979
Fernando Solano Gonzalez	6.5	x		-
Mario Enrique Cortés Carvajal	3.0		x	-

Entre los productores entrevistados se destacan como grandes propietarios: Jorge Solano y Enrique Sterlock de San Jerónimo; Oscar Fallas de El Congo; y Javier Coto de Urasca, todos con mayor extensión que el promedio (13.3 ha).

Otro dato que apunta en la dirección de una gran tenencia propia de la tierra es el hecho de que de 51 productores entrevistados sólo 4 trabajan en tierra alquilada o prestada. Unido a lo anterior se identificaron 44 productores en fincas cuya superficie es inferior al promedio (13.3 ha), entre las cuales 9 (el 18% de los productores) son fincas de 1 ha o menos.

6.2.4 Efecto del Proyecto PMA Cachí sobre el patrón de tenencia

En general de trata de pequeñas fincas con un promedio aproximado de 13.3 ha y que en cuanto a propiedad no serían afectadas directamente ya que el Túnel del proyecto es subterráneo por tanto no se esperan cambios en el patrón de tenencia como efecto del PMA Cachí. Esta característica de pequeña propiedad parece indicar la subdivisión familiar de grandes fincas precedentes que han originado una gran cantidad de pequeños propietarios con un gran arraigo a la tierra, lo que evidencia una alta estabilidad en el contexto migratorio a nivel de propiedades de gran arraigo territorial y familiar.

En cuanto al efecto del Proyecto PMA Cachí sobre el patrón de tenencia (entendido en este caso como tenencia de la vivienda y complementado con un listado de productores entrevistados) se espera que sea nulo, dada la estabilidad en el contexto migratorio y la gran cantidad de pequeños propietarios indicados y que se reflejan en el alto porcentaje de viviendas consideradas como tenencia propia. Podemos concluir que el proyecto PMA Cachí no podría inducir cambios en los patrones actuales de tenencia de la tierra ni dichos patrones de tenencia podrían afectar al proyecto.

6.3 Características de la población

6.3.1 Introducción General

El presente estudio procura dar a conocer los aspectos más relevantes en torno al análisis y gestión social del proyecto Modernización y Ampliación Cachí (PMA Cachí). El área de influencia y población de estudio, estuvo comprendido por dos cantones, el primero de ellos es el cantón de Paraíso, distrito Cachí, y las comunidades de Urasca, Bajos Urasca y San Jerónimo. El segundo cantón es Jiménez, distrito Tucurrique, y las comunidades de El Congo, Sabanillas y en general Tucurrique.

Las especificaciones técnicas del proyecto PMA Cachí, indican que el trabajo a realizar es la construcción de un nuevo Túnel paralelo al actual, separada del viejo por una distancia de 35 metros, aproximadamente a 80 metros de profundidad o más del suelo y con una longitud de 6 kilómetros. El nuevo Túnel estaría pasando por debajo de varias comunidades, a saber: Urasca, San Jerónimo, San Miguel y el Congo (Tucurrique).

Sin embargo, la principal preocupación en relación a las obras de construcción y operación del PMA Cachí, es la expresada por los pobladores en relación a la pérdida del recurso hídrico, principalmente, por las posibles infiltraciones de las captaciones que los abastecen y de los manantiales que hay.

Esta preocupación, ha sido externada por los grupos organizados y vecinos en general, sumándose las comunidades de Sabanillas y de Tucurrique, argumentando lo ocurrido como precedente con el Proyecto Hidroeléctrico La Joya, y refiriéndose nuevamente al problema del recurso hídrico.

Por lo tanto, se consideró para efectos metodológicos de la presente investigación, como el área de sensibilidad social aquellas comunidades que se encuentran en el trazado del

nuevo Túnel, y las comunidades aledañas que tienen captaciones de agua en esta misma ruta, que en resumen son: Urasca, Bajos Urasca, San Jerónimo, San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique.

6.3.2 Metodología

El presente estudio se abocó a la identificación y mapeo de los actores sociales, es decir, los grupos organizados, líderes comunales, instituciones y vecinos en general, su percepción, actitudes, temores y expectativas con respecto al Proyecto Modernización y Ampliación Cachí (PMA Cachí). Esta indagación se realizó con el objetivo de identificar los potenciales impactos sociales que podría generar el proyecto, y establecer medidas de mitigación, compensación o correctivas, según corresponda.

Los objetivos específicos que guiaron este estudio se plantearon de acuerdo a las especificaciones para los resultados a obtener:

1. Identificar los principales actores sociales de las comunidades en estudio y sus respectivos intereses, cuotas de poder, grado de legitimidad y eventual afectación u oposición al proyecto Modernización y Ampliación P. H. Cachí (PMA Cachí)
2. Identificar la o las zonas y actividades potencialmente afectadas directa o indirectamente con el desarrollo de las obras.
3. Identificar los sectores de población potencialmente afectados y sus posiciones en relación al proyecto
4. Identificar la percepción local de las comunidades en relación al proyecto.
5. Cuantificar el potencial impacto socioeconómico a corto, mediano y largo plazo.

En el planteamiento de la estrategia metodológica, se partió del estudio de caso del potencial impacto social con la construcción del nuevo Túnel paralelo en las comunidades de Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique centro.

El desarrollo metodológico está basado en la investigación con estudios de casos, en sus diversas etapas, así como en la recolección y análisis de la información, tal como lo plantea Robert E. Stake (1998). Dadas las características del objeto de estudio se optó por una investigación cualitativa, se utilizó entrevistas abiertas a informantes clave, para explorar la cotidianidad, percepción, posición, actitudes y preocupaciones de los habitantes del área de influencia social sobre la ejecución del proyecto, obra o actividad, las transformaciones generadas a partir de éste, así como la percepción de potenciales impactos socio ambientales que podría generar dicha ejecución.

Se realizó un extensivo trabajo de investigación cuantitativo, utilizando como instrumento, una encuesta de percepción local a las comunidades en mención, en total se recogieron ciento tres instrumentos de percepción local con el llenado y la información correspondiente, que se entregó a los principales actores sociales en las diferentes comunidades. (Anexo N°.5)

En este sentido, el tipo de muestra es no probabilística de tipo intencionada (Blalock, 1994), que consiste en elegir de manera arbitraria, designando a cada unidad según

características que sean relevantes para el investigador. Suele emplearse en los estudios de casos.

Cabe destacar, que los elementos de la muestra son seleccionados por procedimientos al azar ó con probabilidades conocidas de selección. Por lo tanto es imposible determinar el grado de representatividad de la muestra.

En nuestro caso, se utilizó el muestreo por juicio, selección experta o selección intencional (Gómez, 1997): lo que significa que cómo investigador social, se tomó la muestra seleccionando los elementos que a criterio profesional nos parecieron representativos o típicos de la población, por lo que dependió del criterio del investigador.

Con este instrumento de percepción local, se logró identificar la percepción que tiene la población sobre el proyecto, obra o actividad, y finalmente se identificaron y caracterizaron los posibles conflictos sociales que se pueden derivar de la ejecución.

El instrumento de percepción local fue auto suministrado, se repartieron una serie de instrumentos (encuestas) con la colaboración de las asociaciones de desarrollo integral de las comunidades del AID y del AII, así como de los centros educativos de Urasca, San Jerónimo, San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique.

Para efectos de la presente investigación, se optó particularmente por: "...conceptuar sobre la realidad con base en el comportamiento, los conocimientos, las actitudes y los valores que guían el comportamiento de las personas estudiadas. El proceso de investigación cualitativo explora de manera sistemática los conocimientos y valores que comparten los individuos en un determinado contexto espacial y temporal. Esto implica que no aborda la situación empírica con hipótesis deducidas teóricamente, sino que de manera inductiva pasa del dato observado a identificar parámetros normativos de comportamiento, que son aceptados por los individuos en contextos específicos históricamente determinados" (Bonilla y Rodríguez, 1997, p. 47)

Finalmente, para efectos metodológicos cabe destacar que la "Guía general para la elaboración de instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental (Guía EIA), publicado en la Gaceta Nº 85 del jueves 4 de mayo del 2006, en la página 29, especifica para el desarrollo del apartado de percepción local lo siguiente:

- Indicar cuál es la percepción, posición, actitudes y preocupaciones de los habitantes del área de influencia social sobre la ejecución del proyecto, obra o actividad, las transformaciones generadas a partir de éste, así como la percepción de potenciales impactos ambientales que podría generar dicha ejecución.
- Además identificar las necesidades de información que tiene la población sobre el proyecto, obra o actividad.
- Identificar y caracterizar los posibles conflictos sociales que se pueden derivar de la ejecución.

6.3.3 Caracterización de la población.

El Proyecto Modernización y Ampliación P. H. Cachí se ubica a lo largo de dos grandes distritos de la provincia de Cartago, cada distrito cuenta con varias comunidades que están involucradas con la construcción del nuevo Túnel, por lo que a continuación se analizarán las características de la población con los indicadores regionales y/o nacionales correspondientes, considerando las particularidades encontradas en el AP y el AID, así como la influencia del proyecto en cada una de ellas.

El primer distrito es Cachí y las comunidades son: Urasca, Bajos Urasca y San Jerónimo. El segundo distrito es Tucurrique, y las comunidades son: San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique en general. A continuación se presenta el siguiente cuadro que refleja las comunidades del Área de Influencia (AI) del proyecto, su población y número de viviendas.

Cuadro Nº 6.7 Comunidades del Área de Influencia del Proyecto Modernización y Ampliación Cachí, según población total y número de viviendas

Distritos	Comunidades	Total de población	Viviendas
Cachí	Urasca	245	140
	Bajos Urasca	86	57
	San Jerónimo	225	134
	San Miguel	164	70
Tucurrique	Tucurrique (incluye Congo y Sabanillas)	4511	1252
TOTAL		5231	1653

Fuente: Análisis de la situación de salud. ASIS Cachí y Tucurrique. 2007

En el caso de Cachí es el cuarto distrito de Paraíso, cantón segundo de la provincia de Cartago; situado a 18 Km. hacia el este de la provincia de Cartago y 11 Km. al suroeste del cantón de Paraíso, con una extensión aproximada de 36 km^2 y a 1050 metros de altitud. Está formado por los siguientes caseríos: Cachí Centro, Peñas Blancas, Cieneguita, Pueblo Nuevo, Mercado, Urbanización Las Rosas, Ciudadela Murray, Calle Boza, La Primavera, Urbanización Robles, Calle Volio, Loaiza, río Orosi, Bajos de Urasca, Urasca, y San Jerónimo. De acuerdo a los puntos cardinales, limita: Al norte con Tucurrique; al sur con el distrito de Orosi; al oeste con Ajenjal y Ujarrás; al este con las montañas de Duán.

El contexto geográfico y las características de la población en cuanto a fuentes de empleo nos ubican en una zona eminentemente rural.

Cuadro Nº 6.8
Vivienda según Ubicación

Ubicación	Total
Urbana	0
Rural	1314

Fuente: Balances de ATAP, EBAIS Cachí, Área de Salud Paraíso-Cervantes 2005.

El caso del distrito de Tucurrique, cantón de Jiménez, tiene como principal acceso la ruta Nº 225, Cartago – San Jerónimo, siguiendo la ruta Nº 234, Tucurrique – Pejibaye hasta llegar a Humo (poblado de Pejibaye). Históricamente el patrón de uso del suelo ha sido de carácter agrícola, principalmente con los cultivos de café y caña.

Tucurrique pertenece al cantón de Jiménez provincia de Cartago. Tiene una superficie de 284.8 Km., está conformado por los distritos de Juan Viñas, con un área de 39.38 Km., Tucurrique con una extensión de 36.19 Km., y por último Pejibaye con una extensión de 209.23 Km. El distrito de Tucurrique está conformado por once localidades: Tucurrique, Las Vueltas, Sabanillas, El Congo, San Miguel, el ICE, Alsacia, El Sitio, Joyas, La Flora y Bajo Chiz.

Cuadro Nº 6.9
Centros Educativos de las Comunidades del Área de Influencia del Proyecto Modernización y Ampliación Cachí

Instituciones educativas	Comunidad	Encargado
Liceo Enrique Guier Sáenz	Cachí centro	Caroline Rojas Mejía, directora
Escuela Urasca	Urasca	Jessica Navarro Rivera, directora
Escuela José María Loría Vega	San Jerónimo	José Roland Carrillo Jiménez
Escuela San Miguel	San Miguel	José Julián Meneses Monge
Escuela El Congo	El Congo	Kathia Montoya
Escuela Eduardo Peralta Jiménez	Tucurrique	Iria Calderón
Escuela Sabanillas	Sabanillas	Mario Solano

Fuente: Investigación social.

Los principales comercios en el centro del poblado de Cachí son: supermercados (Súper Lalita, Súper Anita), zapaterías, verdulerías, tiendas de ropa, bazares, abastecedores, restaurantes (la Casona del cafetal y las Fanegas), almacenes (la Colonial), salones de bailes, bares, ferretería, peluquerías, criaderos de truchas, hotel de montaña, taller mecánico y un beneficio de café.

Por otra parte, en la tenencia de la vivienda en el distrito de Cachí, una gran cantidad de viviendas son propias, esto se debe a que en este sector, los movimientos poblacionales (emigración, inmigración) son casi imperceptibles, siendo una población bastante estable en el contexto migratorio, la gran mayoría corresponde a personas que su núcleo familiar es originario de esta comunidad y deciden establecerse por cercanía con sus demás familiares en este sector.

Cuadro Nº 6.10
Tenencia de la Vivienda

Tenencia	Total
Propia	1035
Prestada	109
Alquilada	71
Amortizada	99
Total	**1314**

Fuente: Balances de ATAP, EBAIS Cachí, Área de Salud Paraíso-Cervantes 2005.

Con relación a las características de la población del distrito de Tucurrique y las comunidades de Sabanillas y El Congo, encontramos que los adultos constituyen el grupo etario predominante en estas poblaciones, pues representan el 35.2% de la población, seguido por los niños con un 20.98%, los adolescentes con 20.48%, los adultos jóvenes con 15.58%, y por último, los adultos mayores que representan el 5.71% de la población, tal como lo expone el Análisis de la Situación de Salud (ASIS) del Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (***EBAIS***) de Tucurrique del año 2004.

Además para el año 2003, se registran un total de 69 nacimientos con una tasa de natalidad de 15.29%, dato inferior a la tasa de natalidad de 17.78 establecida a nivel nacional. En cuanto a la tasa de fecundidad, la misma corresponde a un 66.22%, que también cabe destacar, no hay embarazos a este año de adolescentes menores de 15 años.

Con respecto al estado nutricional de los niños menores de 6 años adscritos al EBAIS de Tucurrique, se detectó que hay problemas de desnutrición del 9.51%, pero no hay casos de desnutrición severa. En cuanto a la mortalidad, se determinó una tasa de mortalidad de 3.10% dato inferior a 3.85 defunciones por cada 1000 mil habitantes establecido a nivel nacional.

6.3.4 Aspectos Demográficos

Entre los principales aspectos demográficos que presentan la población de Cachí y la población de Tucurrique, podemos observar en el siguiente cuadro, la distribución según grupo etario y sexo de las comunidades.

Cuadro. Nº 6. 11
Indicadores demográficos por cantón y distrito

	TOTAL			URBANO			RURAL		
Cantón y distrito	Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
PARAÍSO	152393	26265	26128	33923	16863	17060	18470	9402	9068
Cachí	5173	2604	2569	---	---	---	5173	2604	2569
JIMÉNEZ	14.046	7212	6834	6363	3236	3127	7683	3976	3707
Tucurrique	4.284	2218	2066	2402	1224	1178	1882	994	888

Fuente: INEC, Censo 2000

En el distrito de Cachí, los grupos con una mayor concentración poblacional la constituyen entre los 15 y 54 años, que significa en criterios sociales y económicos, como una importante población económicamente activa y joven. En cuanto a la distribución según sexo, se presenta una homogeneidad entre la mayoría de los grupos etéreos.

La distribución de la población por sexo, muestra que en el caso del distrito de Cachí, hay 2604 hombres y 2569 mujeres. Asimismo, esta zona está tipificada como predominantemente rural. Mientras que en el caso de Tucurrique, hay un total de 4284 personas, de las cuales, 2218 son hombres y 2066 mujeres, de los cuales, 1224 hombres viven en zonas urbanas y 1178 mujeres también. Por otro lado, hay 1882 personas que viven en zona rural, de los cuales hay 994 hombres y 888 mujeres, según indican datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

En otro orden de ideas, en el caso de los hechos vitales se destaca que la natalidad en Cachí, que está por debajo de la tasa nacional, esto debido a que hay una mayor cantidad de mujeres en control de planificación familiar, según se expone en el ASIS de Cachí (2007), por lo que a su vez, la fecundidad es menor a la tasa nacional por la misma razón.

En cuanto a las defunciones, la tasa de mortalidad infantil es de 4.76% que es una cifra que evidencia un buen manejo en los programas de embarazo y lactancia.

Cuadro Nº 6.12
Hechos Vitales

Hecho Vital	Total	Tasa Local	Tasa Nacional
Fecundidad		27,38%	63,4%
Nacimientos	65	15,48%	20,4%
Defunción menor año	2	4.76%	13%
Defunción general	16	3,02%	4%

Fuente: Balances de ATAP EBAIS Cachí, Área de Salud Paraíso-Cervantes 2005.

Con respecto al distrito de Tucurrique, la población según el Análisis de Situación Salud EBAIS Tucurrique del año 2004, el total de la población es de 4511 personas, la población mayor de 65 años es de 258 personas, para un porcentaje de 5.72%. La tasa de fecundidad general es para ambos distritos de 2.1%.

Otras características demográficas del poblado de Cachí muestran que hay una disminución de la natalidad y un ligero incremento en la población adulta mayor. Además se puede observar los efectos en los cambios demográficos de la estructura de la población y el porcentaje de población de 65 años y más, en el cantón de Paraíso y el distrito de Cachí, al igual que en el cantón de Jiménez y el distrito de Tucurrique.

Cuadro. Nº 6. 13
Indicadores demográficos por cantón y distrito

Cantón y distrito	Población total	Densidad de población	Población urbana	Relación hombres y mujeres	Relación dependencia demográfica	% población 65 años y más	% población nacida en el extranjero	Tasa de fecundidad general	% personas unidas o casadas
PARAÍSO	52393	63.6	64.7	101	62.8	4.5	2.0	2.1	53.0
Cachí	5173	70.3	0.0	101	64.1	5.8	2.3	2.1	52.7
JIMÉNEZ	14.046	24.5	45.3	106	63.3	5.8	2.3	2.1	52.7
Tucurrique	4.284	59.4	56.1	107	66.8	5.7	0.6	2.1	55.7

Fuente: INEC, censo 2000

En el distrito de Cachí hay una población total de 5173 personas, y una densidad de población de 70.3 habitantes por cada kilómetro cuadrado. A su vez, en el distrito de Cachí, el porcentaje de población urbana es según el Censo 2000 de 0%.

Mientras que en el caso de Tucurrique el porcentaje de población urbana es de 59.4%, es decir, transición a zona urbana de manera acelerada. En cuanto a la población de Tucurrique, para el año 2000, se reportaron 4284 personas y una densidad de población de 59.4 habitantes por kilómetro cuadrado.

6.3.5 Culturales y sociales

En este apartado se presentan los principales indicadores sociales del distrito de Cachí y el distrito de Tucurrique, que incluye a los poblados del área de influencia directa, además se realiza una caracterización general de los principales patrones o tendencias culturales que pueden verse directamente afectadas por el proyecto. Además, se presenta una breve caracterización de las organizaciones sociales con incidencia en la zona, así como las estructuras de organización social predominantes en la zona, identificando y analizando grupos de interés alrededor del proyecto.

Finalmente, se desarrolla un análisis de las fuerzas impulsoras y obstructoras del proyecto, así como la combinación de varios grupos, que pueden interactuar simultáneamente en la ejecución del proyecto.

En cuanto a los indicadores sociales, para el distrito de Cachí, destaca que hay un 58.2% de asistencia a la educación regular, y un 19.3% de población con secundaria y más. La escolaridad promedio de Cachí es de 5.8%, y se refleja que el porcentaje de analfabetismo de Cachí, que se encuentra para el año 2000, en 5.6%.

Con respecto a los porcentaje de analfabetismo, muestra que en el caso del distrito de Cachí, las tasas son del 5.6% y en el distrito de Tucurrique del 6.3%.

Cuadro. Nº 6.14
Indicadores sociales por indicador, según cantón y distrito

Cantón, distrito	% Alfabetismo	Escolaridad promedio	% asistencia a educación regular	% de asistencia básica	% población con secundaria y más	Tasa de discapacidad	% población no asegurada
PARAÍSO	4.9	6.7	64.2	84.6	32.9	4.4	14.4
Cachí	5.6	5.8	58.2	82.1	19.3	5.5	11.9
JIMÉNEZ	7.0	6.0	61.9	83.1	24.2	5.6	10.0
Tucurrique	6.3	5.8	60.1	81.9	20.7	5.0	13.0

Fuente: INEC, censo 2000

En el caso de Tucurrique, la escolaridad promedio es del 5.8%, la asistencia a educación regular es de 60.1%. En el caso de la población con secundaria y más, es de un 20.7%, y además hay alrededor de 13.0% de personas no aseguradas.

Por otro lado, en el distrito de Cachí y los poblados de Urasca, Bajos Urasca, San Jerónimo y San Miguel, estos indicadores sociales, no han impedido que la ciudadanía se organice en torno a sus principales preocupaciones, que en este caso versan sobre los procesos socio naturales y las prácticas humanas, con relación a un distrito que se configura como un escenario de riesgo y amenazas naturales.

La principal agrupación de Cachí, además de las Asociaciones de Desarrollo Integral, es la Red Local para la Reducción de Riesgos ante los Desastres en el distrito de Cachí, que trabajan actualmente en los siguientes proyectos:

- Plan de mitigación de riesgos en los acueductos rurales de San Miguel y Peñas Blancas
- Censo en el poblado de San Miguel
- Organización para la atención de las emergencias
- Enlaces locales e institucionales relacionados con la gestión local
- Apoyo al proyecto educativo en las escuelas de San Miguel y Peñas Blancas

Por otra parte, en cuanto a las características sociales y culturales de estas poblaciones, es imprescindible referirse en primera instancia al concepto de cultura y su relación con los patrones sociales, es importante esclarecer epistemológicamente sobre lo que hablamos, en este caso White y Clifford Geertz, definen cultura como: "… *el patrón de significados incorporados a las formas simbólicas entre las que se incluyen acciones enunciados y objetos significativos de diversos tipos en virtud de los cuales los individuos se comunican entre sí y comparten sus experiencias*" (1964 y 1998)

Los patrones culturales son acciones y manifestaciones sociales que reflejan el universo de valores, costumbres, leyes, formas de conocimiento, arte y creencias que comparte una comunidad determinada.

Algunos ejemplos de patrones culturales son: las actividades religiosas de Semana Santa, la estética y la belleza, el éxito en el trabajo, el sistema de castas, la diferencia entre ricos y pobres, el matrimonio, la vida en familia, el machismo, el clasismo y racismo, son otros casos de patrones culturales.

En cuanto a la comunidad de Cachí y en relación al proyecto Modernización y Ampliación P. H. Cachí, y el respectivo Túnel a construir, uno de los principales patrones culturales es la capacidad organizativa y de asociación para resolver necesidades inmediatas como el techo de la iglesia, el arreglo de la plaza, pero también la posición defensiva y la percepción de riesgo de la población, y principalmente la capacidad de asociación de las diferentes comunidades en torno al tema del riesgo y amenazas naturales. En este caso, no hay patrones o tendencias culturales que se puedan ver afectados por el proyecto.

En el distrito de Tucurrique, una de las principales costumbres es que a finales de octubre y principios de noviembre de todos los años, celebran "La feria del Pejibaye", donde venden todo tipo de comidas a base de pejibaye, desde tamales, ceviche, pan casero, picadillo e incluso cajetas. Otros productos que también se ponen a la venta son: artesanías de la zona, plantas ornamentales y medicinales. También se realizan actividades culturales y recreativas.

Otro ejemplo ilustrativo de los patrones culturales de Tucurrique, es que prácticamente todo el pueblo se une en la víspera del 2 de noviembre para encender velas en el cementerio, día de los difuntos, lo cual atribuyen a una costumbre que es legado de sus antepasados indígenas.

Se han desarrollado actividades y organizaciones sociales que procuran la mejora de algunas situaciones negativas de las comunidades, que según el ASIS del EBAIS de Tucurrique, datos del año 2004 han incrementado: alcoholismo, consumo de drogas, tabaquismo, deserción escolar, trabajo de menores de edad, violencia domiciliaria.

Existe una investigación considerable para comprender los procesos de cambio en los patrones socioculturales de la población de Cachí en relación a la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Cachí en 1962, que fue realizada por el antropólogo José Luis Amador (1991), y se refiere al caso de los tuneleros del ICE procedentes de Cachí, a partir de un análisis de historias de vida.

6.3.5.1 Análisis de las fuerzas impulsoras y obstructoras del proyecto

Para identificar la red de relaciones internas y la estructura social de los diversos actores sociales de las comunidades de Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, El Congo de Sabanillas y Tucurrique, en relación al proyecto Modernización y Ampliación P. H. Cachí, se desarrolló un “análisis del ámbito social”, a partir de variables tales como poder, legitimidad e interés. También se llevaron a cabo una serie de reuniones con las comunidades, dentro de una lógica de procesos de participación social, que han tenido como objetivo presentar el proyecto e identificar las dinámicas de organización comunal.

Cuadro Nº 6.15
Proceso participativo del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Modernización y Ampliación Cachí, 2008

Fecha	Lugar	Comunidades participantes
20 marzo	Salón Comunal de San Jerónimo	San Jerónimo, Urasca, Sabanillas y El Congo
30 de abril	Salón, Colonia de la Planta Cachí	San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique
20 mayo	Escuela Cachí centro	Cachí y además Red local de atención a riesgos y desastres y personeros del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)
24 junio	Escuela El Congo	El Congo (ADI y ASADA)
31 julio	Escuela San Miguel	San Miguel
23 setiembre	Concejo Municipal de Tucurrique	Tucurrique
30 setiembre	Concejo Municipal de Paraíso	Paraíso
26 de noviembre	Asociación administradora de acueducto rural de Tucurrique	Tucurrique

Por otra parte, se utilizó la metodología de los sistemas de análisis social de colaboración, conflicto, legitimidad interés y poder (Balderas, 2006), por lo que se utilizaron una serie de fichas para sistematizar la información recolectada en el trabajo de campo y en revisión bibliográfica.

En cuanto a la metodología de análisis social (Balderas, 2006), se cumplieron con los siguientes pasos:

1. Plantear la situación o acción propuesta: construcción de un nuevo Túnel paralelo al actual y las obras relacionadas con el PMA Cachí (escombreras y campamentos)

2. Mapeo de actores; 3. Análisis de poder; 4. Intereses netos de cada actor; 5. Niveles de legitimidad de los actores basados en la ley o en las costumbres locales; 6.Construcción de Diagramas.

De esta manera, se desarrolló un sociograma, que es una radiografía grupal, es decir, busca obtener lo más gráfico posible, las distintas relaciones entre los actores sociales que conforman grupos, y se relacionan con un contexto y medio ambiente particular. Las relaciones que mantienen los grupos, no necesariamente son formales, por lo que el sociograma identifica en su mayoría los casos informales. La técnica utilizada para construir el sociograma fue la observación participante, análisis de contexto, mapeo de actores, y el análisis social respectivo.

En este sentido, el sociograma se desarrolló de la siguiente manera. En primer lugar, se partió del concepto de poder, que para efectos del presente trabajo es la habilidad del actor para utilizar los recursos que controla para lograr sus objetivos. Por ejemplo, la ASADA de Tucurrique controla el recurso hídrico, y capta las nacientes de Palmichal que son eventualmente las que se verían afectadas por la construcción del nuevo Túnel, ya que pasaría por debajo de las nacientes y sus respectivas captaciones. Además, otros recursos en el caso de la ASADA de Tucurrique son: riqueza o acceso económico, autoridad política, habilidad para utilizar la fuerza o amenazar con utilizarla, acceso a la información (conocimiento y habilidades), medios y capacidad para comunicarse y convocar a la prensa.

Con respecto a la legitimidad, esta se da cuando otros actores reconocen por ley o mediante las costumbres locales sus derechos y responsabilidades, y la determinación que muestra para ejercerlos.

Asimismo, los intereses son las pérdidas o ganancias que podrían resultar para los diferentes actores involucrados en un problema central o acción. En el caso de la Asociación Administradora de Acueductos Rurales de Tucurrique, en su valoración, ellos consideran que el nuevo proyecto de la construcción de un nuevo Túnel paralelo al actual, puede afectar las nacientes y captaciones que abastecen aproximadamente a 900 casas, y que se prevé suministrar a mediano plazo a 2000 habitaciones.

Este tipo de situaciones ha sido considerado de manera rigurosa, y se han establecido diferentes medidas de mitigación, compensación y correctivas, de manera que se tomen en cuenta las opiniones, percepciones y actitudes de los pobladores de las diferentes comunidades como reacción al proyecto.

Por otra parte, el siguiente diagrama realiza una tipología de actores de las comunidades del área de influencia social, según las variables de poder, legitimidad e intereses.

Cuadro Nº 6.16
Diagrama de Categoría de Actores de las comunidades del área de influencia directa e indirecta Según las variables: poder, legitimidad e interés

6.3.6 Económicas

En este apartado se incluye la identificación de actividades económicas en la zona y de la población en estudio, indicadores de empleo, tasa de desempleo abierto de la población del AID, de manera que se establezca que el requerimiento de la mano de obra del proyecto puede ser satisfecha en la zona (o en su defecto indicar cómo se van a satisfacer estas demandas del proyecto), condiciones de pobreza e ingreso de la población en estudio, así como otras características económicas relevantes y la influencia del proyecto en las condiciones económicas del área de influencia social.

En relación a importantes aspectos socioeconómicos del distrito de Cachí, reflejan la siguiente información, cuenta con una población de 5038 personas, según el Censo 2000. Las principales fuentes de producción del distrito son: Agricultura, Beneficio Los Ángeles (café), panaderías, producción de helechos y artesanías. La mayoría de los terrenos aledaños están destinados para la ganadería.

En el caso de Tucurrique, según el Censo 2000, hay una población económicamente activa de aproximadamente 3133 personas, de las cuales el 52.1% es población inactiva, es decir, pueden estar buscando empleo o se dedican a otras actividades que no son productivas económicamente.

Cuadro. Nº 6.17
Indicadores económicos por indicador, según cantón y distrito

Cantón y distrito	Población de 12 años y más	Tasa neta de participación	Tasa de ocupación	Tasa de desempleo abierto	% Población inactiva	Relación dependencia económica	% Población ocupada sector primario	% Población ocupada en sector terciario
PARAÍSO	38.313	48.0	46.1	4.0	52.0	1.1	27.2	43.6
Cachí	3.797	46.6	44.4	4.8	53.4	1.1	44.7	33.8
JIMÉNEZ	10.505	46.4	44.0	5.1	53.6	1.2	45.2	31.1
Tucurrique	3.133	47.9	45.6	4.8	52.1	1.1	46.6	26.8

El principal ingreso familiar, proviene de la agricultura, del sector construcción, de la empresa empacadora y exportadora de Chayotes Bali S.A., de la empresa PELARICA. Según el ASIS de Cachí del año 2007, realizado por el EBAIS de la zona, los ingresos de los pobladores de Cachí, rondan los ¢30.000 a ¢40.000 quincenales.

En el caso de las comunidades del área de influencia, tanto de Tucurrique como de Cachí, las principales fuentes de empleo son:

- Agricultura: cultivo y recolección de pejibaye, café, macadamia y caña de azúcar
- Productora y exportadora de helechos " Verdes Superiores”
- Fábrica de ropa íntima BALÍ. Esta empresa cerró en esta comunidad pero mantiene laborando a un grupo importante de personas que se trasladan diariamente a Cartago.
- Empresa privada local como supermercados, panaderías, ferreterías, sodas, trapiches (en Sabanillas), etc.
- Proyecto Hidroeléctrico Cachí, ICE
- Proyecto Hidroeléctrico La Joya, UNIÓN FENOSA

En cuanto a procesos migratorios, en época de la zafra se traslada una cantidad importante de nicaragüenses a trabajar en Tucurrique; y durante algunas épocas del año algunas familias indígenas llegan a Tucurrique por pocos días y luego se marchan, aprovechando a su vez consultar en el EBAIS de la zona.

En la comunidad de Tucurrique el desempleo disminuyó durante el año 2003, debido a la apertura del Proyecto Hidroeléctrico La Joya, aprovechando la restitución de las aguas del embalse de la Represa Cachí. En este sentido, existe una gran expectativa con respecto a fuentes de empleo en relación al PMA Cachí en las diferentes comunidades.

6.3.7 Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular

Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular

En este apartado, se establecen las características actuales de la red vial del AID, los niveles de seguridad y los conflictos actuales de circulación, y analizarlos en función de la ejecución y operación del proyecto. Además de la percepción de la población sobre los potenciales impactos que puede generar el proyecto sobre la seguridad vial y circulación vehicular.

A continuación, se presenta un cuadro que sintetiza las principales rutas de transporte público en el área de influencia, que muestran a su vez, que hay tres rutas que contemplan las comunidades de Urasca, San Jerónimo, El Congo, Sabanillas y Tucurrique.

Cuadro Nº 6.18
Rutas de transporte público en las comunidades del área de influencia directa

Provincia	Ruta	Descripción de la ruta	Empresa	Representante legal	Dirección física	Teléfonos
3	340	Cartago Tucurrique Sabanillas	Autotransportes Cachí S.A.	VICTOR ARAYA ARRIETA	CALLES 8-10, AVENIDA 4,	551-0644
3	340	Cartago – Cachí	Autotransportes Victor	VICTOR ARAYA ARRIETA	CALLES 8-10, AVENIDA	551-0644
3	349	Turrialba Tucurrique Sabanillas	TENCIO Y MORA Ltda.	OMAR ROMERO ROMERO	100 O 50 S REST.KINGSTON, CIUD.DEBRAVO,TURR	OFIC 556-6539 / 556-1752

El sector de Tucurrique tiene dos vías de acceso: Turrialba y Cachí, ambos son caminos lastreados y en parte asfaltados, en la época seca se mantienen en buen estado, pero en la época de lluvias generalmente se deterioran, sufriendo derrumbes por el sector montañoso. Cuenta con servicio de autobuses con destino a Cartago dos veces al día y con destino a Turrialba cinco veces al día.

En su gran mayoría las carreteras son lastreadas o pavimentadas en regular estado, con curvas y pendientes peligrosas, lo cual confiere un importante riesgo de ocurrencia de accidentes. Además, se debe contemplar el hecho que en época lluviosa se dan frecuentes deslizamientos en el camino. Estos aspectos relacionados a potenciales riesgos en la seguridad vial son considerados y evaluados en el plan de gestión, en relación a los sitios de escombreras, que se ubican cerca de la Ventana B del actual Túnel, carretera a San Miguel.

Asimismo, con respecto a los sitios de escombreras identificados al inicio del año 2009, hay que tomar medidas importantes de seguridad en las comunidades de San Jerónimo,

Guatusito, San Miguel, y sobre todo en la comunidad de El Congo, ya que la escuela de este poblado se encuentra en la entrada de la comunidad, ruta hacia Tucurrique, y con ubicación aledaña a la carretera principal, por lo que hay que invertir en señalización, cunetas, y todo tipo de obras civiles y medidas preventivas valoradas en el plan de gestión ambiental.

Se puede observar en la ruta 224 donde se ubica Bajos de Urasca hasta San Jerónimo hay 3.960 Km. de distancia, y hasta la de El Congo existen 11.350 Km., y finalmente hasta la Iglesia de Tucurrique existen 15.410 Km.

Finalmente se puede decir que estas rutas están en constante mantenimiento por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, y por los gobiernos locales correspondientes.

No hay conflictos actuales de circulación, solamente deslizamientos casuales y deterioro de las vías por efecto del clima y las condiciones físicas del terreno y de la carretera.

Estas mismas condiciones ambientales adversas afectan caminos de acceso a fincas y propiedades sobre la carretera, al igual que el camino de acceso a la comunidad de San Miguel.

En general, con respecto a la percepción de la población sobre los potenciales impactos que pueda generar el proyecto sobre la seguridad vial y circulación vehicular, la principal preocupación es en relación al mantenimiento de las vías, lo cual es considerado en el plan de gestión ambiental, para su respectiva valoración socio ambiental.

6.4 Servicios de emergencia disponibles

El distrito de Cachí y el distrito de Tucurrique cuentan con servicios públicos tales como teléfonos, servicio de autobuses, Equipos básicos de Atención Integral, Guardia Rural, Centro de Nutrición Infantil (CEN CINAI), alumbrado público en la mayoría de los caseríos, agua potable y recolección de basura. Existen varias organizaciones sociales comunales, tales como: Asociaciones de Desarrollo, Patronato, Comité de vivienda, Comité de Aguas y Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales (tal es el caso de los poblados de San Jerónimo, El Congo, Sabanillas y Tucurrique).

Cuadro Nº 6.19
Servicios de emergencia disponibles para las comunidades del Área de influencia del PMA Cachí

Institución	Teléfono	Dirección
Área de Salud de Paraíso	2574-7473	Paraíso Centro
Cruz Roja de Paraíso	2574-6066	Paraíso Centro
Bomberos de Paraíso	25746160	Paraíso Centro
Guardia Asistencia Rural	2577-1022	Cachí Centro
Equipo básico de Atención Integral en Salud (EBAIS) Cachí	2577-1190	Cachí Centro
Bomberos Juan Viñas/ para atención a Tucurrique	2532-2258	Juan Viñas
Equipo básico de Atención Integral en Salud (EBAIS) Tucurrique	25350810	Tucurrique
DINADECO	2551-0005	Cartago centro

6.5 Servicios básicos disponibles

El distrito de Cachí y el distrito de Tucurrique cuentan con los servicios básicos de urbanismo. No obstante, las condiciones de accesibilidad para los habitantes en comunidades como Bajos Urasca, Guatusito, y San Miguel son escasas, ya que hay carencia de aceras, alcantarillado, caminos asfaltados, y las viviendas están ubicadas en sus márgenes en las laderas, fallas sísmicas, alrededores de los ríos, terrenos quebrados y sitios en general de alto riesgo ante una amenaza o desastre natural.

En el poblado de San Miguel por ejemplo, en época de lluvias se encuentra con situaciones tales como aguas estancadas, ya que no existen sistemas de evacuación de aguas pluviales y servidas, además hay presencia de erosión de terrenos deforestados y mal ordenamiento habitacional en general, tomando en cuenta las características topográficas y geológicas de la zona.

En el caso de las comunidades del área de influencia del proyecto, existe una importante cantidad de personas que se dedican a la agricultura, lo que conlleva el uso importante de plaguicidas y agroquímicos que constituye una fuente importante de contaminación a los

suelos y aguas. Además, en algunas comunidades de Tucurrique, se ha dado en los últimos años una proliferación de "chancheras", los cuales en su mayoría han sido denunciados al Ministerio de Salud, según se rescata de la información del Análisis de Situación Salud de Tucurrique.

En las comunidades del área de influencia, se cuentan con pocos espacios de recreación, por ejemplo, en la comunidad de Urasca existe solo una cancha de fútbol, al igual que en San Miguel es la cancha de Fútbol la que permite organizar eventos y actividades en torno a pequeños torneos entre las comunidades. En el caso de Tucurrique, se cuenta con cuatro canchas sintéticas de fútbol 5, un gimnasio, tres piscinas y dos mesas de pool. Sin embargo, el mantenimiento y uso es mínimo por parte de la comunidad.

- **Agua potable y alcantarillado:**

En cuanto al agua potable en las comunidades de Urasca las mismas son abastecidas por acueducto municipal, en San Jerónimo por ASADA, y de igual manera en San Miguel tienen un comité de guas, que cabe rescatar no tiene personería jurídica.

La comunidad de El Congo, se alimenta del rebalse de la toma del ICE para la Planta de Producción Cachí, y la comunidad de Sabanillas y Tucurrique captan sus aguas en las nacientes llamadas Palmichal, y de allí abastecen mediante una ASADA aproximadamente 900 viviendas. En el caso de Sabanillas tienen dos ASADAS como se mencionó anteriormente.

Cuadro Nº 6.20
Condición de Vivienda según Abastecimiento de Agua
EBAIS Cachí, Área de Salud Paraíso-Cervantes
2005

Cañería	Total
Buena	1302
Mala	12
Total	**1314**

Fuente: Balances de ATAP, 2005.

En el caso del distrito de Cachí, con respecto al abastecimiento de agua, destaca según el ASIS consultado, que casi la totalidad de las viviendas del sector cuentan con buen abastecimiento de la misma, esto en parte por la organización y coordinación entre los grupos organizados del sector y la municipalidad local *(Balances de ATAP, 2005)*

Por otra parte, en relación al tratamiento de aguas negras, en el caso del distrito de Cachí, la gran mayoría de las viviendas cuentan con tanque séptico, esto resulta más ventajoso sobre la presencia de letrinas, debido a que no existe un sitio local de tratamiento de aguas residuales.

Cuadro Nº 6.21
Disposición de Excretas de las Viviendas

Condición	Total
Letrina	17
Tanque Séptico	1297

Fuente: Balances de ATA EBAIS Cachí, Área de Salud Paraíso-Cervantes P, 2005.

Con respecto a las viviendas según tipo de disposición de excretas, de las 1252 viviendas de Tucurrique, 1071 cuenta con tanque séptico, y 42 viviendas con letrina.

Cuadro Nº 6.22
Disposición de Excretas de las Viviendas

Tipo de disposición de excretas	Viviendas	
	Número	Porcentaje
Total	1252	100%
Tanque séptico	1071	85.54%
Cloaca	0	0%
Letrina	42	3.35%

Fuente: EBAIS Tucurrique, Área de Salud Turrialba Jiménez - Balances de Atención Primaria 2005.

- **Electricidad y telefonía:**

En cuanto a la disponibilidad de energía eléctrica, el informe de Análisis de la Situación Salud tanto de Cachí como de Tucurrique, indican que en general y aproximadamente el 80% de las casas que fueron censadas cuentan con luz eléctrica, y el 30% de esta población tiene telefonía fija en sus casas de habitación. En el caso de las viviendas con electricidad para Tucurrique, 1071 viviendas cuentan con el servicio, y 42 no tienen electricidad.

- **Transporte Público:**

En general, las comunidades utilizan las siguientes rutas de transporte público: 1. Cartago, Tucurrique, Sabanillas; 2. Cartago, Cachí; 3. Turrialba, Tucurrique, Sabanillas.

- **Recolección de basura:**

Se cuenta con un buen servicio municipal de recolección de basura, esto se debe a que el sector poblacional más importante se encuentra en el centro del sector, las demás corresponden en su mayoría a viviendas localizadas en zonas más alejadas, donde es difícil el acceso del vehículo de recolección de basura.

Cuadro Nº 6.23
Disposición de Basura según Vivienda

Disposición	Total
Recolección Pública	1300
Enterrada	3
Quemada	10
Campo	1314
Total	**2627**

Fuente: Balances de ATAP, EBAIS Cachí, Área de Salud Paraíso-Cervantes 2005.

Con respecto a la situación de Tucurrique en el servicio de recolección de basura, de las 1252 viviendas, solo 800 casas cuentan con el servicio de recolección pública, 293 viviendas queman su basura, a su vez, 7 casas entierran su basura y 13 viviendas echan la basura al campo o río.

Cuadro Nº 6.24
Viviendas según disposición de basura

Tipo de disposición de basura	Viviendas	
	Número	Porcentaje
Total	1252	100%
Recolección pública	800	65.89%
Quemada	293	23.40%
Enterrada	7	0.55%
Campo o río	13	1.04%

Fuente: EBAIS Tucurrique, Área de Salud Turrialba Jiménez Balances de Atención Primaria 2005.

No cuentan con un relleno sanitario debidamente aprobado por el marco legal y técnico atinente.

6.6 Percepción local sobre el proyecto y sus posibles impactos

Cabe destacar que la “Guía general para la elaboración de instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental (Guía EIA), publicado en la Gaceta Nº 85 del jueves 4 de mayo del 2006, en la página 29, especifica para el desarrollo del apartado de percepción local lo siguiente:

- Indicar cuál es la percepción, posición, actitudes y preocupaciones de los habitantes del área de influencia social sobre la ejecución del proyecto, obra o

actividad, las transformaciones generadas a partir de éste, así como la percepción de potenciales impactos ambientales que podría generar dicha ejecución.

- Además identificar las necesidades de información que tiene la población sobre el proyecto, obra o actividad.
- Identificar y caracterizar los posibles conflictos sociales que se pueden derivar de la ejecución.

6.6.1 Investigación social: enfoque cualitativo y cuantitativo

El presente informe de sistematización y análisis de la información de las encuestas suministradas a las comunidades, se basó en la lógica de unidades habitacionales y no de persona en persona, ya que lo que se busca es una rápida percepción y representación, según la opinión que guardan o expresan las familias de las poblaciones del área de influencia directa, sobre varias categorías y variables fundamentales en el estudio de análisis social, como por ejemplo: sentido de comunidad, nivel de información sobre el proyecto, actitud frente al proyecto, potenciales impactos y posibles conflictos sociales.

En el proceso de investigación y gestión social, la información sobre la percepción local en relación al proyecto, fue trascendental para establecer la adecuada metodología, en relación al proceso de participación local interactiva, que se ha llevado a cabo desde el mes de febrero del 2008, y que aún a la fecha se mantiene activa, en relación a reuniones, notas informativas, actividades de información y aclaración para los y las vecinas.

Además, se ha realizado un permanente proceso de monitoreo sociológico, no solo para explicar las estructuras sociales, económicas, políticas y culturales de las comunidades del área de influencia, sino también las dinámicas de cambio social, y los procesos sociales como reacción al anuncio de la construcción del proyecto de Modernización y Ampliación Cachí.

En este sentido, se han realizado visitas semanales a cada una de las comunidades, con el objetivo de conversar, escuchar y responder, las preguntas, dudas o interrogantes de los pobladores, y de los principales actores sociales. Se presenta un breve cuadro que sintetiza los principales informantes clave con quienes se mantiene el monitoreo de la fase de investigación social:

Cuadro Nº 6.25
Principales entrevistas a informantes clave, 2008

Personas entrevistadas	Representación
Señor Fernando Chávez (“Mecate”)	Asociación de Desarrollo de Urasca y representante de la Red Local de Atención de Riesgos y Desastres
Señor Hugo Solano Solano	Presidente de la Asociación Administradora de Acueducto Rural de San Jerónimo
Ing. Jaime Astúa	Departamento de Aguas, Municipalidad de Paraíso
Señora Maritza Montoya	Representante de la Asociación de Desarrollo integral
Señora Kattya Montoya	Director Escuela El Congo
Señor Alberto Chávez	Superintendente Concejo Municipal de Tucurrique
Señor Hugo Prieto	Asociación de Desarrollo Integral de Cachí
Señora Flor María Castilo Jiménez	Asociación de Desarrollo Integral de Tucurrique
Señora Nuria Sánchez	Lideresa comunal de San Miguel
Señora Flory Cerdas Chaves	Administradora Asociación Administradora de Acueducto Rural de Tucurrique
Señora Magda Araya	Red Local para la Reducción de Riesgos ante los desastres Cachí, Universidad de Costa Rica
Señora Marisol Díaz	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Tucurrique
Señor Manuel Enrique	Representante de San Miguel para la Red Local para la Reducción de Riesgos ante los desastres Cachí
Señor José Araya	Ex presidente de la Asociación Administradora de Acueducto Rural de Tucurrique
Señor Juan Carlos Cubero	Junta Administrativa Instituto Desarrollo Agrario
Señor Martín Sánchez	Presidente de la Asociación Administradora de Acueducto Rural de Sabanillas
Señora Iria Calderón	Escuela Tucurrique
Señor Raquel Giantilini	Presidente de la Asociación Administradora de Acueducto Rural de Tucurrique
Señora Lidiette Quirós Solano	Asociación de Desarrollo Integral de Urasca
Señora Jessica Navarro Rivera, directora	Escuela Urasca
Señor José Roland Carrillo Jiménez	Escuela José María Loría Vega
Señor José Julián Meneses Monge	Escuela San Miguel

En este mismo orden de ideas, se presenta el respectivo análisis sobre las posiciones, actitudes, temores, potenciales impactos sociales y percepción en general de las comunidades del área de influencia directa.

- **Sentido de Comunidad**

En este apartado se indagó en el sentido de comunidad, es decir, los sentimientos de afiliación (procedencia) y filiación (inscripción) que remiten a la manera en que las personas nos vinculamos con nuestros semejantes, pero principalmente con nuestro entorno.

En el proceso de sistematización y análisis de resultados de los instrumentos suministrados en las comunidades del área de influencia el proyecto, se encontraron algunas particularidades en algunas variables que permiten comprender la manera en que los vecinos se relacionan con sus medio ambiente tanto natural como humano, la opinión y percepción que tienen de la misma, a partir de las siguientes preguntas:

¿Cuántos años hace que vive en su comunidad?, ¿Qué es lo que más le gusta de su comunidad?, ¿Qué es lo que menos le gusta de su comunidad? ¿Se siente identificado con su comunidad?, ¿Se siente a gusto con su comunidad?, ¿Cuáles son los servicios básicos disponibles que hay cerca de su comunidad?

Cuadro Nº 6.26
Frecuencia y porcentajes de las comunidades del área de influencia del PMA Cachí, 2008

Comunidades	Frecuencia	Porcentaje válido
Urasca	18	17.5%
San Jerónimo	29	28.2%
San Miguel	7	6.8%
El Congo	4	3.9%
Sabanillas	5	4.9%
Tucurrique	40	38.8%
Total	**103**	**100%**

Por ejemplo, en cuanto a la distribución de los encuestados por comunidades, destaca el hecho que la mayor participación y colaboración para completar las encuestas, se dio en Tucurrique con un 38.8%, seguido de San Jerónimo con 28.2%, y en tercer lugar la comunidad de Urasca con un 17.5%, y en menor medida los poblados de San Miguel con 6.8% y el Congo con solo un 3.9%. En total, hubo una participación de 103 núcleos habitacionales de las seis comunidades en estudio.

En el caso de San Jerónimo y Tucurrique la participación con respecto a completar las encuestas fue liderada por los hombres, caso contrario en Urasca y El Congo, donde la participación de hombres y mujeres fue igual.

Figura Nº 6.6
Distribución de los encuestados por comunidades del área de influencia del Proyecto Modernización y Ampliación Cachí (PMA Cachí)

En la comunidad de Tucurrique el 22.30% de los encuestados fueron hombres y el 16.50% fueron mujeres. En el caso de San Jerónimo el 24.30% hombres y el 3.90% mujeres. En total hubo una participación de 61.20% hombres y de un 38.80% mujeres.

Por otra parte, con respecto a las ocupaciones de los encuestados de las comunidades del área de influencia, la mayoría son agricultores, con un 30.40%, el siguiente oficio es el de actividades técnicas, operarias o de construcción con un 20.70%, posteriormente las labores de ama de casa son de un18.20%.

En el caso del poblado de San Jerónimo la mayoría de los encuestados son predominantemente agricultores, con un 17.60%. En cuanto al poblado de Urasca, quienes colaboraron en completar la encuesta, fueron principalmente amas de casa, con un 4.90%.

Figura Nº 6.7
Distribución de los encuestados por ocupación, según comunidades del área de influencia del Proyecto Modernización y Ampliación Cachí (PMA Cachí)

En cuanto a la percepción de los encuestados sobre los que más les gusta de su comunidad, la mayoría de las comunidades respondieron que la paz y tranquilidad de sus comunidades con un 68%, siendo la comunidad de Tucurrique con un 21% y San Jerónimo con esta opción al tener un porcentaje del 18%. La segunda opción que escogieron los encuestados de las comunidades del área de influencia fueron algunos aspectos relacionados con el medio ambiente y los recursos naturales, con un 22%.

Figura Nº 6.8
Percepción de los encuestados en relación a lo que más les gusta de su comunidad

En cuanto a lo que menos les gusta a los encuestados de las comunidades del área de influencia directa, destaca la falta de organización comunal y malas relaciones internas en los pueblos, con un 33%. El segundo aspecto que más les preocupa a las comunidades es la falta de empleo con un 16% de encuestados que mencionaron esta situación. En tercer lugar, los encuestados señalaron que la ineficiente gestión municipal con un 9% es un aspecto que les impide su desarrollo comunal.

Figura Nº 6.9
Percepción de los encuestados en relación a lo que menos les gusta de su comunidad

6.6.1.1 Nivel de información sobre el proyecto

Con respecto al nivel de información sobre el proyecto, la mayor parte de los encuestados de las diferentes comunidades, aludieron poco conocimiento sobre el proyecto, aproximadamente un 51%, y un 38% señalaron que no conocen nada sobre el proyecto.

Las comunidades que manifestaron menos conocimiento sobre el proyecto fueron Tucurrique con un 34% y San Jerónimo con un 24%, ambas comunidades dicen tener poco o nada de conocimiento.

La pregunta en este caso se formuló de la siguiente manera: **¿Tiene usted conocimiento sobre el Proyecto Modernización y Ampliación de la Planta Hidroeléctrica Cachí que se pretende realizar cerca de su comunidad?**

Cabe destacar que ante la identificación de esta necesidad de información sobre el proyecto, el equipo de trabajo del Estudio de Impacto Ambiental decidió elaborar una "Nota Informativa" y un "Boletín", explicando en detalle el proyecto, y abriendo espacios para realizar consultas, preguntas o aclarar dudas, principalmente en la comunidad de San Jerónimo y Tucurrique, que fueron las dos comunidades que manifestaron poco conocimiento.

Figura Nº 6.10
Nivel de conocimiento sobre el Proyecto Modernización y Ampliación Cachí, por parte de las comunidades del área de influencia directa, en enero del 2008

Esta medida fue necesaria, ya que si bien se han realizado varias reuniones en las comunidades y con los representantes de los grupos organizados para presentar el proyecto, un sector de la población no comparte una cultura de participación, lo que significa que no asisten a reuniones ni tampoco se relaciona con los grupos organizados como por ejemplo, las asociaciones de desarrollo y las asociaciones administradores de acueductos rurales.

Sin embargo, una de las preguntas clave de la encuesta es la posición de los encuestados con respecto a la ejecución del proyecto. En este caso, los encuestados respondieron a la siguiente pregunta: **¿Estaría de acuerdo con que se construya un**

nuevo Túnel paralelo al actual de la Represa hidroeléctrica Cachí a la casa de máquinas en el Congo, y que pase cerca de su comunidad?

La respuesta de los núcleos habitacionales de las comunidades del área de influencia del proyecto, muestra que un 54.40% indica que sí estaría de acuerdo, y un 33% señala que no estaría de acuerdo. Cabe destacar que la comunidad de Tucurrique señala en un 24.30% estar a favor de la construcción del nuevo Túnel, mientras que solo un 10.70% de esta comunidad indica que no estaría a favor.

En el caso de la comunidad de San Jerónimo, el 8.70% de los encuestados está a favor de la construcción del Túnel, mientras que un 15.50% de esta comunidad está en contra. Hay que destacar que un 12.60% de los encuestados en las diferentes comunidades señalan que no saben o no respondieron a esta pregunta.

Figura Nº 6.11
Posición de los encuestados en relación a si está o no de acuerdo con que se lleve a cabo el Proyecto Modernización y Ampliación Cachí

Por otro lado, en la comunidad de Urasca el 12.60% está de acuerdo ante un 1.90% que no está a favor de la construcción del nuevo Túnel, y un 2.90% que no sabe o no responde. En el caso de la comunidad de San Miguel, el 3.90% de los encuestados está favor de la construcción, y un 2.90% está en contra. En el caso de la comunidad de El Congo y Sabanillas, la mayoría de los encuestados está a favor de la construcción del Túnel.

- **Actitud frente al proyecto**

En este mismo orden de ideas, la encuesta en este proceso de trabajo cuantitativo del análisis social, logró que los pobladores de las comunidades del área de influencia, respondieran a la siguiente pregunta: **¿De qué manera cree que el proyecto influiría en su comunidad?** El 50% de los encuestados de las comunidades del área de influencia respondió que el proyecto influiría en sus comunidades de manera “positiva”, y un 23% respondió que negativamente, un 10.30% respondió “indiferente”, y un 18% marcó la casilla NS/NR.

Figura Nº 6.12
Opinión de las comunidades del área de influencia directa sobre la manera en que puede influir el proyecto en su comunidad

En relación a la misma pregunta, el 23% de los encuestados de Tucurrique respondió que "positivamente", al igual que en Urasca con un 11%, San Miguel y El Congo con un 3%. La única comunidad que respondió de manera negativa a esta pregunta fue San Jerónimo con un 14%.

Cabe destacar que si bien el 50% respondió que el proyecto influiría positivamente en las comunidades, y el 23% respondió que negativamente, hay un 10% que respondió en la casilla indiferente y un 18% que no sabe o no respondió a la pregunta.

En este orden de ideas, posteriormente se le preguntó a los encuestados en el área de influencia la siguiente pregunta: **¿Cree usted que este proyecto traerá a su comunidad?, dando las siguientes opciones: beneficios, perjuicios, ninguno, NS/NR.**

El 50% de los encuestados de las comunidades del área de influencia social respondieron que el proyecto traerá a las comunidades beneficios, mientras que solo el 20% de los encuestados respondió que el proyecto traería perjuicios a las comunidades, el 15% respondió que ninguno, es decir, no traería ni beneficios ni perjuicios, y un 16% señaló que no sabe o no respondió.

Es importante resaltar que la comunidad de Tucurrique indica en un 23% de los encuestados que el proyecto traerá a la comunidad beneficios, y un 7% señala que traerá perjuicios. En el caso de San Jerónimo, el 10% señala beneficios y un 11% perjuicios.

Figura Nº 6.13
Opinión de los encuestados del área de influencia directa sobre el impacto del proyecto en cada una de sus comunidades

Asimismo, si bien es cierto que el 50% de las personas encuestadas opinó que el proyecto traerá "beneficios" para sus comunidades. En el caso de San Jerónimo y San Miguel, una cantidad considerable de vecinos tiene una percepción de riesgo, que significa un temor hacia lo que el proyecto pueda traer en su comunidad, es decir, en este poblado hay una serie de preocupaciones que se están considerando, para informar y explicar de mejor manera los alcances del proyecto.

A su vez, en el poblado de Urasca el 8% considera que traerá beneficios, y solo un 1% considera que traerá perjuicios, un 7% respondió que "ninguno", y un 2% marcó NS/NR.

En términos globales, el 50% de todas las comunidades del área de influencia, considera que el proyecto traerá beneficios, un 20% perjuicios, un 15% respondió que "ninguno", es decir, que no traerá ni beneficios ni perjuicios para las comunidades, y un 16% indicó que NS/NR.

6.6.1.2 Conflictos sociales

El último apartado de la encuesta se concentra en identificar impactos sociales expuestos por los pobladores de las comunidades del área de influencia. La primera pregunta de este apartado tiene varias opciones que deben ser marcadas con X, en relación a los servicios públicos locales. La pregunta es: **¿De qué manera piensa que el proyecto podría influir en los servicios públicos locales?**

Figura Nº 6.14
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en el servicio de agua potable, según las comunidades del área de influencia

Se puede observar que aproximadamente el 48% de los encuestados de las comunidades en el área de influencia directa opina que el impacto del proyecto sobre el servicio de agua potable sería negativo. Sin embargo, un 25% respondió que el impacto puede ser positivo, un 8% respondió “indiferente” y un 20% señala que no sabe o no respondió.

Cabe destacar que en el caso de Tucurrique, un 14% señala influencia positiva, y un 15% influencia negativa del proyecto hacia el servicio de agua potable. Mientras que en el caso de San Jerónimo es donde se concentra la mayor preocupación, dado que un 19% considera que el proyecto podría influir negativamente en este servicio, en contraposición a un 6% de los encuestados que considera que podría traer una influencia positiva.

Con relación a la percepción de los entrevistados sobre los potenciales impactos al servicio de luz / energía, existe una alta expectativa un 57% de los encuestados esperan que el mismo mejore, en contraposición a solo un 2% que considera puede más bien afectar el servicio, un 9% de los encuestados consideran que la influencia del proyecto sobre la luz/energía es poco significativa, mientras que un 32% mantiene cierta expectativa al indicar que no sabe o no responde.

En el caso de Tucurrique, el 26% considera que la influencia sobre este servicio será positiva, al igual que en las demás comunidades tales como Urasca y San Jerónimo con un 12%. La única comunidad que manifestó que podría traer una influencia negativa sobre este servicio fue precisamente en San Jerónimo pero tan solo un 2% de los encuestados.

Figura Nº 6.15
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en el servicio de luz/energía, según las comunidades del área de influencia

En cuanto a los servicios públicos, el impacto del PMA Cachí en la percepción de las personas, por ejemplo, en lo referido a telecomunicaciones, tiene una tendencia positiva e indica una alta expectativa. Por ejemplo, un 44% de los encuestados señalan que esperan un impacto positivo del proyecto en la mejoría de las telecomunicaciones, mientras que solo un 2% indica una influencia negativa sobre este servicio por causa de la construcción del Túnel. Hay que destacar que un 11% señala que no sabe o no responde sobre la influencia sobre el servicio de telecomunicaciones y un 18% se mantiene indiferente.

Figura Nº 6.16
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en el servicio de telecomunicaciones, según las comunidades del área de influencia

Sobre el potencial impacto del proyecto con respecto al servicio de transporte público, el 27% considera que puede ser positivo, el 5% respondió que negativo, el 23% respondió que considera que el proyecto ni tiene influencia positiva ni negativa sobre los servicios de transporte público, y el y el 45% de los encuestados señala que no sabe o no respondió a la pregunta.

Figura Nº 6.17
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en el servicio de transporte público, según las comunidades del área de influencia

Con respecto a la percepción de los encuestados sobre la influencia del proyecto en las nacientes/ manantiales que abastecen a las comunidades del área de influencia, el 18% de los encuestados considera que la influencia es positiva, en contraposición a un 68% de los encuestados que señalan que la influencia de la construcción del nuevo Túnel influirá de manera negativa en las nacientes/manantiales.

Figura Nº 6.18
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en las nacientes/manantiales, según las comunidades del área de influencia

La influencia del proyecto en actividades pecuarias según la percepción de los encuestados, indica a su vez, que el 24% considera que el proyecto influiría de manera positiva, y el 16% de manera negativa, mientras que un 13% se posiciona de manera indiferente, y un 48% no sabe o no responde.

Figura Nº 6.19
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en las actividades pecuarias, según las comunidades del área de influencia

Por otra parte, la percepción de los encuestados sobre la influencia del proyecto en actividades comerciales, muestra que un 35% considera que la influencia puede ser positiva, mientras que solo un 6% la considera negativa. Mientras que un 7% es indiferente y un 49% no sabe o no respondióa esta pregunta.

Figura Nº 6.20
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en las actividades comerciales, según las comunidades del área de influencia

Con relación a la eventual o potencial afectación al ambiente natural, en cuanto a las fuentes de agua, existe una alta percepción de riesgo por parte de los pobladores del área de influencia del proyecto. Ante la pregunta: **¿De qué manera piensa que el proyecto PMA Cachí podría influir en el ambiente natural local: fuentes de agua?** El 60% respondió que negativamente, el 18% dijo que influiría de manera positiva, el 2% indico una posición indiferente, y el 19% se expresó señalando que no sabe o no respondió a la pregunta.

Figura Nº 6.21
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en las fuentes de agua existentes, según las comunidades del área de influencia

La percepción de las familias encuestadas del área de influencia del proyecto, con respecto a la manera en que el proyecto puede influir en el ambiente natural, en este caso en los bosques, el 38% señaló que el impacto sería negativo, el 37% no sabe o no respondió, para el 37% es indiferente, y para el 17% puede ser positivo. Nuevamente la percepción negativa en relación al impacto del proyecto sobre los diferentes componentes del medio ambiente y humano, es por parte de la comunidad de San Jerónimo con un 12% de impacto negativo, y de Tucurrique con una percepción negativa sobre la influencia del proyecto a los bosques en un 16%.

Figura Nº 6.22
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en el medio ambiente local: flora-bosques, según las comunidades del área de influencia

Para un 41% de las comunidades encuestadas en relación a la afectación de la fauna silvestre por parte del proyecto indicaron que no saben o no responden, mientras que un 34% indica que el impacto sería negativo, y para un 16% positivo, y un 10% se caracteriza por una posición indiferente.

Figura Nº 6.23
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en el medio ambiente local: fauna silvestre, según las comunidades del área de influencia

El 30.40% de las personas encuestadas provienen de hogares donde se dedican predominantemente a la agricultura. Sin embargo, el 38% respondió que no sabe o no responde sobre el impacto que podría tener el proyecto en esta actividad. Con respecto a la influencia negativa del proyecto sobre esta actividad, un 22% tiene esta percepción, mientras que un 25% considera que podría influir de manera positiva.

Figura Nº 6.24
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en la actividad agrícola, según las comunidades del área de influencia

En relación al paisaje, el 27% de los encuestados opina que el proyecto podría influir de manera positiva en el paisaje, pero un 19% opina que la influencia o impacto sería negativo. Sin embargo, es el 45% de los encuestados quienes son mayoría y no saben o no responden a esta pregunta, y finalmente un 9% respondió indiferente.

Figura Nº 6.25
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en el paisaje, según las comunidades del área de influencia

En el caso de las comunidades de Urasca, Bajos Urasca, San Jerónimo y San Miguel, estos poblados se están organizando para negociar con el Instituto Costarricense de Electricidad en relación a la construcción del nuevo Túnel, de manera que se firmen los acuerdos y compromisos socio ambientales en conjunto estas tres comunidades asociadas y organizadas y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

En síntesis el análisis de los resultados de la encuesta suministrada, evidencia que aproximadamente el 50% de los encuestados respondió que tienen poco conocimiento sobre el proyecto.

Sobre esta situación hay que insistir en que se llevo a cabo un proceso de información, reuniones y se creó una ventanilla única para canalizar las principales inquietudes, tal como se muestra en los siguientes apartados. Es decir, en el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental se abordó las variables socio ambientales, pero permanecieron ciertas inquietudes con respecto al desarrollo de las obras civiles que deben subsanarse en el desarrollo de las siguientes etapas del proyecto.

Cabe aclarar que el proceso de información y relación con las comunidades es un proceso dinámico y activo, que continúa no solo en la etapa del Estudio de Impacto Ambiental, sino en las etapas posteriores de manera más intensiva, debido al desarrollo de las actividades constructivas. Por ejemplo, entre las medidas socio ambientales y en procura de mitigar potenciales conflictos sociales, se estableció la creación de un “Comité de Seguimiento Socio Ambiental” del proyecto, integrado por diferentes representaciones de las comunidades, asegurando de esta forma la transparencia e información horizontal con las comunidades y el Instituto Costarricense de Electricidad.

- **Proceso participativo interactivo: presentación del proyecto, atención consultas, dudas, sugerencias y comunicación horizontal.**

En el transcurso del año 2008, se realizó un proceso de información, sensibilización y educación ambiental en los diferentes centros educativos, comunidades y gobiernos locales del área de influencia del proyecto Modernización y Ampliación P. H. Cachí, con el objetivo de acercar de una manera participativa los proyectos del Instituto Costarricense de Electricidad.

En primer lugar, en los centros educativos se promovió explicar a los estudiantes sobre el proceso de generación, transmisión y distribución de energía, particularmente el caso de la Represa Hidroeléctrica Cachí que se encuentra cerca de sus respectivas comunidades, en aras de que se apropien de las actividades que se desarrollan en su localidad y fortalezcan sus procesos formativos de identidad y valor comunal. A continuación se presentan algunas fotografías al respecto:

Figura Nº 6.26
Presentación del proyecto en la Escuela Jose María Loría Vega en la comunidad de San Jerónimo.

Figura Nº 6.27
Presentación del proyecto en la Escuela Jose María Loría Vega en la comunidad de Sabanillas.

Figura Nº 6.28
Presentación del proyecto en la Escuela de Urasca

Por otra parte, se han realizado varias reuniones y presentaciones del proyecto a diferentes actores sociales:

- Concejo Municipal de Paraíso
- Concejo Municipal de Tucurrique
- Asociaciones de desarrollo comunal de San Jerónimo, Urasca, El Congo y Sabanillas
- Asociación Administradora de Acueductos Rurales de San Jerónimo, El Congo, Sabanillas y Tucurrique.
- Representantes comunales como: Parceleros del asentamiento Café y Azúcar.
- Parceleros del poblado de San Miguel
- Centros educativos, grupos organizados y vecinos (as) en general

A continuación se presenta un registro fotográfico de algunas reuniones sostenidas:

Figura Nº 6.29
Presentación del proyecto en oficinas de la Asociación Administradora del Acueducto Rural de Tucurrique

Figura Nº 6.30
Presentación del proyecto en el Concejo Municipal de Paraíso

Figura Nº 6.31
Presentación del proyecto en el Concejo Municipal de Tucurrique

Figura Nº 6.32
Presentación del proyecto en la comunidad de San Miguel

Figura Nº 6.33
Reunión sostenida en la comunidad El Congo

Finalmente, entre los principales hallazgos y recomendaciones de la investigación social cabe destacar, que, se identificaron una serie de impactos sociales que son considerados en la matriz de la gestión ambiental, así como establecer una serie de medidas socio-ambientales.

A su vez, se indica que la competencia del trabajo sociológico de este estudio se encuentra en identificar los principales impactos sociales y proponer recomendaciones a las mismas, pero es mediante un trabajo de equipo y de la coordinación del estudio de impacto ambiental, que se definen las medidas ambientales, sus costos y responsables.

Bibliografía

Amador Matamoros, José Luis (2001) De jornaleros agrícolas a obreros de la construcción de Túneles: el caso de los tuneleros del I.C.E. procedentes de Cachí, un análisis de historias de vida. Tesis (licenciatura en antropología con énfasis en antropología social)--Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Sociales. Escuela de Antropología y Sociología, 1991.

Baráibar, José M. (2003) Análisis de necesidades formativas. En: La construcción de procesos formativos en educación no formal. Universidad de La Rioja.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Curso de Marco Lógico para la formulación de proyectos. Consulta el 19 de julio, 2007, de http://iadb.org/int/rtc/ecourses/esp/marcologico.htm

Brenes Brenes, Francisco (1988) Diagnostico agroeconómico del cultivo de pejibaye (Bactris gasipaes H. B. K.) en el distrito de Tucurrique, Cantón de Jiménez. Tesis (licenciatura en ingeniería agronómica con énfasis en producción)--Universidad de Costa Rica. Sede Universitaria Regional del Atlántico. Carrera de Agronomía, 1988.

Bonilla y Rodríguez (1997). Más allá del dilema de los métodos. Editorial: Norma. Bogota.

Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos. Sección Cartografía Censal. Departamento de Censos (Autor corporativo) Distrito 4° Cachí, Cantón 2° Paraíso / Dirección General de Estadística y Censos, Sección Cartografía y Divulgación, Departamento de Censos. San José, C.R.

Fonseca Corrales, Elizabeth (1994) Orígenes e historia del pueblo de Tucurrique :: un nexo entre la investigación interdisciplinaria y la acción social / / Elizabeth Fonseca C., Eugenia Ibarra R., Patricia Gudiño F. San José, C.R. : UCR, Cent. de Investigaciones Históricas, [1994]

Geertz, C. 1989. La interpretación de las culturas. Barcelona, Gedisa. 1994. Conocimiento local. Barcelona, Paidós.

Geertz, C.; Clifford, J.; y otros. 1998. El surgimiento de la antropología posmoderna. Barcelona, Gedisa. Presentación de Carlos Reynoso.

Guerrero Portilla, Lidiette (Autor) San Miguel de Tucurrique: una comunidad en lucha por asegurar su alimentación / Lidiette Guerrero Portilla. Revista crisol No.4 p. 10-12

Ibarra Rojas, Eugenia (1987). Tucurrique : historia de un pueblo indígena / Elizabeth Fonseca C., Eugenia Ibarra R., María Elena Calzada C.. - 1. ed. San José, C.R. : Edit. de la UCR, 1987

Instituto Mixto de Ayuda Social. Dirección Técnica (Costa Rica) (Autor corporativo) Cachí: estudio socioeconómico / / Dirección Técnica, Departamento de Investigación, IMAS San José, C.R. : IMAS, s1973

Le Belle, T (1980) Educación no formal y cambio social en América Latina, Nueva Imagen México

Maslow, A. (1982). La amplitud potencial de la naturaleza humana. México, D. F. Trillas.

Rivera Camacho, Ernesto (2001) Análisis de estabilidad del deslizamiento en San Miguel de Cachí. Tesis (licenciatura en ingeniería civil)--Universidad de Costa Rica. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil

White, L. 1964. La ciencia de la cultura. Un estudio sobre el hombre y la civilización. Paidós, Buenos Aires

Legislaciones:

Guía general para la elaboración de instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental (Guía EIA), publicado en la Gaceta Nº 85 del jueves 4 de mayo del 2006

6.7 Infraestructura comunal

En el desarrollo de este apartado se lleva a cabo una caracterización de la infraestructura comunal, con relación a caminos, puentes, centros educativos y centro de salud, parques, viviendas, sitios de recreación existente, que pueden ser afectados por el proyecto, obra o actividad.

A la vez de la percepción de la población sobre los potenciales impactos que puede generar el proyecto, obra o actividad sobre la infraestructura comunal. Considerando lo expuesto en la "Guía general para la elaboración de instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental (Guía EIA), publicado en la Gaceta Nº 85 del jueves 4 de mayo del 2006, que indica que para este apartado se debe señalar de forma específica y detallada, si el desarrollo del proyecto implica el desplazamiento de personas, familias o comunidades, en cuyo caso se debe hacer un inventario o censo de esos actores sociales y su opinión respecto a la situación que les plantea el proyecto, obra o actividad.

Cabe destacar que para el presente proyecto, no es necesario el desplazamiento de personas, familias o comunidades.

Análisis de la infraestructura actual existente

Por otra parte, en relación a la infraestructura actual existente, cabe mencionar que el proyecto PMA Cachí no generará impactos directos o indirectos a centros educativos, centros de salud, parques, viviendas o sitios de recreación. Sin embargo, en algunos tramos, principalmente en los relacionados con la ubicación de escombreras y campamentos, se realizarán algunas obras que demandan medidas socio ambientales, ya sean de prevención, mitigación, compensación que se han tomado en cuenta, en relación al impacto a la infraestructura de carreteras y puentes.

En este orden de ideas, y sobre la eventual formulación de medidas socio ambientales de compensación para la comunidad, es que se llevo a cabo el siguiente trabajo, con el objetivo de establecer cuáles son las condiciones existentes, y sus respectivas carencias o necesidades.

En primer lugar, se inició el análisis de infraestructura comunal en la cabecera del distrito de Cachí, en este lugar existe un asentamiento humano considerable, ubicado en el Valle de Orosi en la provincia de Cartago. Este poblado fue creado en torno a la construcción de la Represa Hidroeléctrica, a continuación presentamos un registro fotográfico como apoyo al respectivo análisis sobre su infraestructura comunal.

Figura Nº 6.34
Poblado del distrito de Cachí

La comunidad de Cachí en su cuadrante principal muestra accesos asfaltados, con un desarrollo comercial de locales que venden electrodomésticos, ropa y bisuterías, además de un pequeño supermercado.

Figura Nº 6.35
Calle de acceso al distrito de Cachí

En cuanto a los Centros de Salud, en la comunidad de Cachí se encuentra la clínica, tal como se puede observar en la siguiente figura:

Figura Nº 6.36
Clínica de Cachí, Caja Costarricense del Seguro Social

Asimismo, la comunidad de Cachí cuenta con un terreno grande donde se ubica la Iglesia Católica que se llama Santa Isabel de Portugal y el Centro Pastoral. Hay que tomar en cuenta, que Cachí es una zona de atractivo turístico, tanto por la Represa Hidroeléctrica como por las ruinas de Ujarrás.

Figura Nº 6.37
Iglesia Católica, del distrito de Cachí

El principal espacio de recreación y esparcimiento es la plaza de fútbol, donde los domingos usualmente se realizan partidos, además de un local de fútbol 5.

Figura Nº 6.38
Plaza de Fútbol, del distrito de Cachí

Además de la clínica de salud, la comunidad de Cachí cuenta con un Centro de Educación y Nutrición del Ministerio de Salud.

Figura Nº 39
Centro de Educación y Nutrición Cachí, del Ministerio de Salud en el distrito de Cachí.

Estos son los llamados CEN-CINAI, que tiene como fin los siguientes objetivos:

a) Contribuir a mejorar el estado nutricional de la población materno-infantil y el adecuado desarrollo del niño, que viven en condiciones de pobreza y/o riesgo social.

b) Brindar al niño en condición de pobreza y/o riesgo social la oportunidad de permanecer en servicios de atención diaria de calidad, facilitando la incorporación de los responsables de su tutela al proceso productivo y educativo del país.

c) Incorporar la participación organizada de los responsables de la tutela del menor, y la comunidad en los procesos de análisis y toma de decisiones relacionados con la ejecución del programa.

Por otra parte, la comunidad de Cachí cuenta con una característica particular, ya que se encuentra en una zona de riesgo, principalmente por los problemas de deforestación y deslizamientos, por lo que se estableció una Red Local para la Reducción de Riesgos, en coordinación con varias instituciones, entre ellas la Comisión Nacional de Atención a Emergencias (CNE) y la Universidad de Costa Rica (UCR). Por tal motivo, la CNE tiene un local en la zona, entre los estudios que se han realizado destacan un análisis geomorfológico, un sistema de información geográfica, la formación a líderes estudiantiles juveniles y el establecimiento de una estrategia de divulgación dirigida a sectores relacionados con la problemática ambiental local y nacional.

Figura Nº 6.40
Oficinas locales del Concejo Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias

En cuanto a los centros educativos, en Cachí centro se encuentra la Escuela Florencio del Castillo.

Figura Nº 6.41
Escuela del distrito de Cachí

Además, en el Centro de Cachí está el Liceo Enrique Guier Sáenz, donde la Universidad de Costa Rica mediante el Trabajo Comunal Universitario realiza trabajos sobre gestión local, capacitaciones y procesos de educación no formal, involucrando además de los estudiantes de este centro educativo a la comunidad en general.

Figura Nº 6.42
Colegio Enrique Guier, ubicado en el distrito de Cachí

Por otro lado, en Cachí centro se ubica la Guardia Civil y la Guardia de Asistencia Rural, que son cuerpos especialmente encargados de la vigilancia general y la seguridad ciudadana.

Figura Nº 6.43
Guardia de Asistencia Rural, Cachí centro

El Instituto Costarricense de Electricidad ha impulsado como una de sus políticas ambientales la creación de 60 viveros, tanto escolares e institucionales como administrados por mujeres, en los cuales se han introducido 1 824 079 árboles de muy variadas especies, especialmente nativas, que han permitido reforestar aproximadamente 1 550 hectáreas.

Figura Nº 6.44
Vivero Forestal Cachí – ICE

Cabe destacar que una zona del Vivero Forestal Cachí ICE pretende ser utilizado como campamentos para los funcionarios en la construcción del nuevo Túnel, dicho campamento no va a imposibilitar que el vivero continúe en funcionamiento, ya que la propiedad es bastante grande, a su vez, la misma no se encuentra en calle principal, sino en un camino marginal que lleva a la Ventana A del actual Túnel y a la comunidad de Urasca. El terreno es propiedad del ICE.

En las siguientes figuras se puede observar una inspección realizada al vivero en el mes de agosto del 2008, por algunos funcionarios del equipo encargado del Estudio de

Impacto Ambiental, con el objetivo de constatar las condiciones del mismo, e identificar sus procesos productivos, de manera tal que sean tomadas en cuenta las medidas socio ambientales necesarias.

Se puede observar que existen terrazas listas, que actualmente están cubiertas por cobertura vegetal y árboles dispersos, además de dos edificaciones que en algún momento funcionaron como campamentos y actualmente no están en uso.

Figura N 6.45
Terreno en el que se encuentra el Vivero Forestal Cachí ICE, y se pretende establecer un campamento para la construcción del nuevo Túnel

El camino que lleva al vivero es una entrada de lastre sobre carretera principal asfaltada. En cuanto a otros sitios o puntos de trabajo, se ha vislumbrado en la carretera hacia el poblado de Cachí, un terreno enfrente de unas colonias del ICE, que podrían ser utilizadas eventualmente como oficinas del proyecto. Sobre la ubicación de frentes de trabajo, y sitios donde se colocará infraestructura del proyecto, son aspectos que se tomaron en cuenta en el Plan Pronóstico de Gestión Ambiental.

Por otra parte, se puede observar que la carretera que va hacia Tucurrique, y que pasa por el poblado de Urasca, la misma está asfaltada.

Además en la comunidad de Urasca, existe una plaza de fútbol donde se organizan campeonatos y se hacen venta de comidas, usualmente organizadas por la Asociación de Desarrollo Integral. La construcción del nuevo Túnel estaría pasando cerca de la misma de manera subterránea.

Figura Nº 6.46
Plaza de Fútbol del poblado de Urasca

Otra infraestructura comunal importante en Urasca es el Salón Comunal, que actualmente se utiliza alquilado para el empaque y distribución de chayote y otros cultivos.

Figura Nº 6.47
Salón Comunal de Urasca

En la siguiente Figura se puede observar el poblado de Urasca y la carretera que conduce a la entrada de Bajos Urasca, y también a la Iglesia Católica de Urasca, y a la Escuela de Urasca. Por esta misma carretera se pasa por las comunidades de San Jerónimo, El Congo, Sabanillas y Tucurrique.

Figura Nº 6.48
Carretera principal de Urasca hacia Tucurrique

Después de la Represa Hidroeléctrica, aproximadamente a un kilómetro de distancia se encuentra la Iglesia Católica de Urasca, frente a esta iglesia se encuentra el camino hacia el poblado de Bajos Urasca, que es la comunidad madre del asentamiento actual de Urasca o “Nuevo Urasca”.

Figura Nº 6.49
Iglesia Católica del poblado de Urasca

A la par de la Iglesia Católica de Urasca, se encuentra la Escuela de Urasca, que es dirigida por la señora Jéssica Navarro Rivera.

Figura Nº 6.50
Centro Educativo de Urasca

En el poblado de Bajos Urasca se puede identificar entre la infraestructura comunal, el Centro Pastoral, que es una pequeña edificación, tal como se observa en la siguiente figura:

Figura Nº 6.51
Centro Pastoral de Bajos Urasca

El camino de acceso a la comunidad de Bajos Urasca no está asfaltada es un camino rural de lastre. Esta comunidad cuenta con servicio de electricidad y con teléfono público en las partes bajas, ya que por la topografía del terreno, existen viviendas en zonas altas que no tienen este servicio, lo que es una de sus principales peticiones: telefonía y electricidad para las zonas altas.

Figura Nº 6.52
Camino de acceso al poblado de Bajos Urasca

En la comunidad de Bajos Urasca se encuentra a su vez, un Equipo Básico de Atención Integral en Salud (EBAIS). En este sentido, este EBAIS se alimenta de los funcionarios del Centro de Salud de Cachí. Cabe recordar, que los EBAIS implican en esencia, la asignación de un grupo de funcionarios en atención primaria a un sector geográfico, con una población que oscila entre 2.500 y 6.000 habitantes, definida bajo criterios demográficos, medios de comunicación y accesibilidad, cantidad y tipo del recurso humano disponible, asignación de recursos según necesidades, utilización de infraestructura de menor costo, costo beneficio y economías de escala.

Figura Nº 6.53
EBAIS de Urasca, ubicado en Bajos Urasca

La comunidad de Bajos Urasca está bien organizada, de hecho cuenta con un Bancomunal Desarrollo Urasca S.A, que funge como un pequeño banco para agricultores, de manera que puedan hacer en términos económicos sostenibles sus actividades accediendo de una manera más expedita, ágil y práctica a créditos.

Figura Nº 6.54
Banco Comunal de Desarrollo Urasca A.

Entre las principales actividades turísticas que se encuentran en Bajo Urasca, se encuentran principalmente la pesca turística, donde hay dos localidades de diferentes dueños donde predomina la cría y pesca de trucha.

Figura Nº 6.55
Actividades de turismo en Bajos Urasca

Carretera a Tucurrique, una vez que se deja Bajos Urasca, el camino conduce donde está ubicado el actual cementerio de la comunidad, tal como se observa a continuación.

Figura Nº 6.56
Cementerio del poblado de Urasca

Posteriormente a 3.960 Km. de Bajos Urasca, se encuentra el poblado de San Jerónimo, y la Escuela José María Loría Vega. Esta escuela presente una gran deficiencia en cuanto a su sistema eléctrico, el cual es sumamente artesanal. La exposición de cables por los que fluye electricidad es un peligro y gran preocupación de los padres de familia y tal como lo expresó el señor José Rolando Carrillo, director de la Escuela, teme a que ocurra una tragedia con algún niño o niña.

En este sentido, una de las principales solicitudes de la comunidad de San Jerónimo como apoyo y proyección del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) hacia las comunidades donde se encuentran proyectos de generación y producción de electricidad, es colaborar como medida de compensación con las instalaciones físicas de la escuela tal como la ha expresado el señor Carrillo en varias reuniones sostenidas en la comunidad.

Figura Nº 6.57
Escuela José María Loría Vega en el poblado de San Jerónimo

Por otra parte, en la comunidad de San Jerónimo existe entre la infraestructura local principal: una escuela, la iglesia católica, las oficinas de la Asociación Administradora del Acueducto y el Salón Comunal, en el cual el ICE ha realizado por lo menos una reunión de presentación del proyecto a la comunidad.

Figura Nº 6.58
Asentamiento del poblado de San Jerónimo

Tal como se puede observar, existe una edificación pequeña que alberga una oficina para los funcionarios de la Asociación Administradora del Acueducto de San Jerónimo.

Figura Nº 6.59
Local de la Asociación Administradora del Acueducto de San Jerónimo

Asimismo, existe una pequeña Iglesia Católica en la comunidad de San Jerónimo, la cual se puede observar a continuación.

Figura Nº 6.60
Iglesia Católica del poblado de San Jerónimo

Después de la comunidad de San Jerónimo, la carretera conduce hasta la entrada al pueblo de San Miguel, el cual pertenece a dos cantones: Paraíso y Jiménez. La parte alta pertenece a Paraíso, que es donde se encuentra la Iglesia Católica, la escuela y la plaza.

La siguiente figura ilustra el camino principal que lleva tanto al tanque de oscilación del actual Túnel y a la comunidad de San Miguel. En este caso, lo que ocurrió según comentaron los miembros de la Asociación de Desarrollo Integral en varias reuniones y entrevistas con ellos, es que el camino hasta el tanque de oscilación fue construido por el ICE, y que la entrada al pueblo de San Miguel era por la comunidad de El Congo. Sin embargo, algunos pobladores habilitaron un acceso hasta el pueblo de San Miguel, aprovechando el camino construido por el ICE para ingresar al actual tanque de oscilación.

En este caso, la comunidad de San Miguel vive una situación compleja, siendo una de las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, y a su vez, una de las más sensibles, esto porque el asentamiento humano se construyó en una zona de riesgo y amenaza ante desastres naturales.

La percepción de riesgo de esta comunidad se acentúa con la construcción del nuevo Túnel, ya que meses antes la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (C.N.E), declaró una parte del poblado de San Miguel como inhabitable , principalmente por la cercanía de la falla Hamaca y por la inestabilidad de los suelos. Así consta en el Informe Técnico DPM-INF-1592-2007, titulado “Evaluación del terreno donado para construcción de la Escuela de San Miguel”, realizado por Johanna Méndez Herrera, en representación del Departamento de Prevención de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

Esta situación ha generado muchas especulaciones, desde aludir que todo San Miguel se declaró como no habitable hasta comentar, que pese a que la Escuela de San Miguel y la Junta Educativa consiguieron fondos para construir una nueva escuela, los terrenos para la misma no son aptos, dadas las características de vulnerabilidad antes mencionadas.

A raíz de lo anterior señalado, la comunidad de San Miguel mediante la Junta Educativa y algunos vecinos, solicitaron colaboración por parte del ICE para realizar los estudios de suelos de una nueva propiedad para construir la escuela de San Miguel. Esto último es particularmente importante, dado que la comunidad de San Miguel tiene una alta percepción de riesgo, y para ellos es incomprensible que cerca de su comunidad se permita construir un nuevo Túnel subterráneo paralelo al actual, y no se les permita construir una escuela, tal como lo comentó el señor Director de la escuela de esa localidad

Vale la aclaración que a criterio del equipo de geólogos del proyecto en estudio (comunicación personal Geól. Carlos Madrigal Morales - 2009) las posibilidades que el proceso de excavación este nuevo Túnel acelere o modifique lo que allí sucede según lo señalado por CNE son nulas o inexistentes por lo siguiente:

- El deslizamiento de San Miguel no tiene la profundidad para ser afectado por la excavación del nuevo Túnel.
- El trazado del nuevo Túnel se localiza aproximadamente a 3 Km. al Norte del pueblo de San Miguel
- El deslizamiento de San Miguel está activo, se nota en la margen izquierda de la Quebrada Hamaca, por la presencia constante de materiales en esa quebrada, además la gente menciona que han sentido movimientos en los periodos del año donde habido una intensidad de lluvia, esto se debe a que al saturarse el suelo y al haber una inclinación de la base del deslizamiento, ocurre un empuje provocando movimiento y asentamiento.

Por lo tanto, la medida de mitigación a este impacto social de percepción de riesgo de la comunidad de San Miguel, es colaborar como mínimo en la elaboración de los estudios de suelos, para tener la evidencia empírica y científica, y no permitir que se generen más especulaciones, y de esta manera el ICE también ejecute la proyección institucional a las comunidades donde tiene proyectos de esta índoles.

Figura Nº 6.61
Acceso principal al tanque de oscilación y a la comunidad de San Miguel

En cuanto a la ubicación del actual tanque de oscilación y la construcción del nuevo, lo principal en relación a la percepción de la comunidad, es su solicitud para mejorar el acceso hasta San Miguel. En este caso se ha considerado dentro el plan de trabajo constructivo del Proyecto la habilitación el camino antiguo que comunicaba la localidad del Congo con esa comunidad así como mejorar dicho acceso hasta el centro del poblado lo anterior para evitar molestias a la libre vía de peatones mientras se realizan las obras constructivas en detrimento de la viabilidad social y ambiental del proyecto. Esta situación se tomó en cuenta en el Plan Pronóstico de Gestión Ambiental, se desarrollo una medida para la particular.

Este camino de acceso así como el acueducto local para el abastecimiento de agua unido al deterioro de la infraestructura de la escuela son los principales problemas en cuanto a las obras civiles comunales que actualmente posee esa localidad, por lo que en el proceso de contacto con sus representantes se recibieron varias solicitudes de ayuda para subsanar dichos problemas.

Figura Nº 6.62
Tanque de Oscilación ubicado en el poblado de San Miguel

En cuanto a la plaza de fútbol es la principal zona de recreación y esparcimiento del poblado, y una fuente de ingresos para la Asociación de Desarrollo Integral y el Comité de Aguas, ya que organizan campeonatos para recaudar fondos.

Figura Nº 6.63
Plaza de Fútbol del poblado de San Miguel

En relación a la Escuela de San Miguel, es uno de los temas medulares, que requieren un buen manejo para no tener inconvenientes con la viabilidad social del proyecto. La situación de la escuela se concentra en el hecho de que su edificación está en malas condiciones, y consiguieron fondos para construir en un nuevo lugar, que al momento no han definido ni conseguido, ya que requieren de los estudios de suelos para determinar la viabilidad del proyecto, ya que San Miguel se encuentra cerca de una falla geológica. La Junta educativa y el director de la escuela, el señor José Julián Meneses solicitan colaboración del ICE para efectuar dichos estudios.

Figura Nº 6.64
Escuela del poblado de San Miguel

En esta comunidad, existe una Iglesia Católica ubicada en un terreno a la par de la escuela, y frente a la plaza de fútbol como se aprecia en la siguiente figura.

Figura Nº 6.65
Iglesia de la comunidad de San Miguel

Después del poblado de San Miguel, se ubica la comunidad El Congo, que es donde está a su vez, las instalaciones de la Planta Hidroeléctrica Cachí. En la comunidad El Congo hay una situación que genera cierto malestar en la comunidad, según el trabajo de campo realizado, que consistió en observaciones participantes y entrevistas abiertas no estructuras.

Esta situación se focaliza en las instalaciones de la Escuela El Congo, ya que su edificación es una antigua Caballeriza, y alberga aproximadamente unos 50 estudiantes que van desde kínder hasta sexto grado, siendo un centro educativo unidocente, es decir, existe una única maestra, que funge a la vez como directora de la misma.

La directora de la Escuela El Congo, es la señora Kathia Montoya Fernández, que en varias reuniones y entrevistas, expresa la necesidad de construir nuevas instalaciones de la Escuela en un terreno anexo a las instalaciones actuales, que también son propiedad del Centro Educativo.

Según expresa la señora Fernández, el contraste entre las instalaciones de la Colonia del ICE y la Escuela El Congo que se encuentra en frente de las mismas, refleja que el ICE no apoya a la comunidad, y que no colabora con la misma, obviando o invisibilizando el estado deplorable de la infraestructura de la escuela. Además la directora, está preocupada por la seguridad vial y peatonal de los y las estudiantes, por lo que solicita que se tomen medidas para salvaguardar la seguridad de los estudiantes. Esta situación se tomó en cuenta en la elaboración de una medida ambiental en el Plan Pronóstico de Gestión Ambiental.

En este sentido, es clave mejorar las relaciones con la comunidad, y construir un ambiente de receptividad frente a la construcción del nuevo Túnel, por lo que se sugiere como una medida de compensación, el apoyo a la Escuela El Congo, tanto con materiales didácticos, como con la infraestructura de la misma. Se presentan a continuación figuras de la Escuela El Congo y de su entorno.

Figura Nº 6.66
Vista de la Escuela El Congo, desde la entrada a la Colonia y Área de Recreo de la Planta El Congo

Por otra parte, la plaza de fútbol del Congo, se encuentra a la par de la escuela, pero la misma no se encuentra en buenas condiciones.

Figura Nº 6.67
Plaza de Fútbol de la comunidad El Congo

La Iglesia Católica del Congo cuenta con un planche techado, donde realizan actividades y/o reuniones, además de la escuela. En la siguiente figura se observa la infraestructura de la edificación.

Figura Nº 6.68
Iglesia Católica de El Congo

Posteriormente de la comunidad de El Congo, carretera a Tucurrique Centro, se encuentra el poblado de Sabanillas, que tiene como infraestructura local comunal, una escuela, algunos comercios dispersos y una cancha de fútbol.

Figura Nº 6.69
Escuela Carlos Luis Valverde Vega, ubicada en Sabanillas de Tucurrique

Finalmente, luego del poblado de Sabanillas, se encuentra el poblado de Tucurrique Centro, que cuenta efectivamente con una carretera principal asfaltada. Además de varios comercios, está la Escuela Eduardo Peralta Jiménez.

Figura Nº 6.70
Carretera de Tucurrique

Entre la infraestructura comunal de la comunidad de Tucurrique Centro, destaca las oficinas de la ASADA, el Concejo Municipal de Tucurrique, la Iglesia Católica, la plaza de fútbol, y las oficinas de la Guardia Rural.

Figura Nº 6.71
Oficinas de la Asociación Administradora del Acueducto Rural

Figura Nº 6.72
Concejo Municipal de Tucurrique

Figura Nº 6.73
Plaza de Fútbol de Tucurrique

Figura Nº 6.74
Iglesia Católica de Tucurrique

- **Percepción local con respecto al impacto en la infraestructura comunal.**

Con respecto a la encuesta de percepción local, y en específico a la infraestructura comunal, el potencial impacto del proyecto sobre las viviendas, es percibido por las comunidades en un 18% de manera negativa, un 22% positivo, un 23% indiferente, pero destaca que para la mayoría de los encuestados señalo que no sabe o no respondió, con un 37% de las encuestas suministradas.

Figura Nº 6.75
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en la infraestructura local: viviendas, según las comunidades del área de influencia

En opinión de los encuestados, el impacto del PMA Cachí en relación a la infraestructura de caminos y puentes es positivo, según la percepción del 35%, lo cual evidencia una alta expectativa en este sentido, el 12% de los encuestados opina que será negativo, el 18% expresa indiferencia ante esta pregunta, y el 35% no sabe o no respondió a esta pregunta.

Figura Nº 6.76
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en la infraestructura local: caminos y puentes, según las comunidades del área de influencia

En cuanto a la percepción de las comunidades encuestadas sobre el impacto del proyecto sobre los servicios de salud, el 17.20% dijo que esperaba que fuera positivo, en contraposición a un 32.80% de la población que teme algún tipo de impacto, que en general no especificaron, mientras que un 34.50% no respondió o no sabe, y finalmente, un 15.50% optó por una posición indiferente al respecto.

Figura Nº 6.77
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en la infraestructura local: centros de salud, según las comunidades del área de influencia

Con respecto a la percepción de las comunidades encuestadas sobre el impacto del proyecto a la infraestructura de los centros educativos, se mantiene una tendencia a considerar una afectación negativa con un 28%, frente a un 22% de la población que considera que puede impactar de manera positiva. Asimismo, la mayor cantidad de encuestados, con un 34% mantuvo una posición indiferente, al igual que un 16% no sabe o no respondió a esta pregunta.

Figura Nº 6. 78
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en la infraestructura local: centros de educación, según las comunidades del área de influencia

Finalmente en cuanto a la percepción de los encuestados sobre la influencia del proyecto en la infraestructura comunal de las áreas de recreación, hay un 39.80% que no sabe o no respondió a esta pregunta, mientras que un 30.10% sostiene una influencia positiva del proyecto sobre estas áreas, y un 21.40% sostiene indiferencia a esta influencia, mientas que el 8.70% considera que se puede dar eventualmente una influencia negativa a las áreas de recreación.

Figura Nº 6. 79
Percepción de los entrevistados sobre la influencia del proyecto en la infraestructura local: áreas recreativas, según las comunidades del área de influencia

6.7.1 Carretera Presa- El Congo.

Carretera Presa- El Congo.

Generalidades.

La construcción del Proyecto de Modernización y Ampliación de la Planta Hidroeléctrica Cachí demandará un uso intensivo de la carretera Presa-El Congo por las siguientes razones:

1- Los campamentos se ubicarán en un área cercana a la Represa y la ampliación de la Casa de Máquinas será unos de los principales frentes de trabajo.
2- La Ventana B, que se ubica a la mitad de esta carretera, habilitará dos frentes para la construcción del Túnel y por tanto será una ruta muy frecuente de movilización de equipos y de acarreo de material de excavación hacia la escombrera.

Figura Nº 6 .80
Portal de entrada a la Ventana B.

Por este motivo dentro de la descripción de la infraestructura existente en la zona el análisis detallado de las características y condiciones actuales de esta vía reviste especial importancia.

Esta carretera fue construida por el ICE a principios de los años sesenta con el propósito de habilitar accesos hacia los frentes de trabajo de la construcción del P.H. Cachí , debido a que en esa época el desarrollo de la zona era muy incipiente y apenas se contaba con caminos vecinales que comunicaban con Turrialba y Juan Viñas.

Por tratarse de una carretera intercantonal su mantenimiento está bajo responsabilidad del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) por medio de la oficina regional ubicada en la Ciudad de Turrialba. En las visitas efectuadas con motivo de este estudio se pudo constatar la ejecución de trabajos de conservación vial que se detallarán adelante.

6.7.1.1 Descripción

Esta carretera tiene una longitud de 14 kilómetros medidos desde la Represa de la Planta Cachí hasta la entrada a la Casa Máquinas de la misma planta en la localidad de El Congo.

El trazado de la vía es bastante sinuoso ya que el desarrollo total excede en más de un cien por ciento a la proyección en línea recta que une los puntos de inicio y fin. Lo anterior se debe a que el trazado corre paralelo al río mediante cortes practicados a laderas que unen las cimas de una fila montañosa con la ribera de la margen derecha, hacia aguas abajo, del río Reventazón. Esta condición es también muy importante en el aspecto geotécnico, que se mencionará adelante.

Figura Nº 6.81
Panorámica de un sector de la carretera. Nótese el trazado sinuoso y el paralelismo con el cauce del río Reventazón.

Continuando con el trazado las curvas presentan, en su mayoría, un desarrollo horizontal suficientemente amplio que permite la visibilidad y la maniobrabilidad de unidades de transporte de longitud considerable; que se requerirán para la ejecución y eventualmente para el mantenimiento del proyecto.

En cuanto a las pendientes se puede caracterizar dos tramos. Un primer sector de la Presa a la Ventana con inclinaciones entre leves y moderadas y un segundo tramo entre la Ventana y la localidad de El Congo en donde las pendientes incrementan de moderadas a severas.

La carpeta de rodamiento consta de dos carriles con anchos variables. El ancho total oscila entre los seis y ocho metros, predominando los menores dentro del rango.

La demarcación y señalización son muy escasas a lo largo de toda la vía.

El trazado se inicia con una recta ubicada a la izquierda en la primera intersección localizada a la salida del puente adyacente a la Represa.

Figura Nº 6.82
Tramo recto de inicio de la carretera.

Sobre esta recta se localiza un rótulo que contiene los nombres de algunas de las principales comunidades localizadas a lo largo de la vía.

Figura Nº 6.83
Rótulo colocado al inicio de la carretera.

Después de la recta se ubica el puente sobre el río Urasca, estructura que se describe adelante. Seguidamente se localiza las entradas a las poblaciones de Urasca Viejo y Nuevo Urasca, fácilmente localizables por la ubicación del templo católico. Aproximadamente al alcanzar el kilómetro cinco se localiza el poblado San Jerónimo, conocido también como Guatuso.

Figura Nº 6.84
Curva localizada entre el templo de Urasca y San Jerónimo.

Dos kilómetros adelante se localiza el portal de entrada a la Ventana B, que como se había mencionado marca la mitad del recorrido del tramo en estudio. Seguidamente se inicia el tramo con mayores pendientes, que se ilustra con las fotografías siguientes.

Figura N° 6. 85
Vista de segmento del tramo Ventana B-El Congo.

Figura Nº 6.86
Vista de curva en el tramo Ventana B-El Congo. Nótese lo angosto de los carriles.

Figura Nº 6.87
Vista de segmento del tramo Ventana B-El Congo.

Figura Nº 6.88
Vista de segmento del tramo Ventana B-El Congo.

Figura Nº 6.89
Vista de segmento del tramo Ventana B-El Congo.

Figura Nº 6.90
Panorámica mostrando La Colonia del ICE en El Congo, la entrada a casa de máquinas y la continuación de la carretera hacia la localidad de Tucurrique.

Figura Nº 6.91
Rótulo ubicado en la entrada a Casa Máquinas en El Congo.

6.7.1.2 Estructura y pavimento.

Aunque no existe modo de verificarlo visualmente ni está documentado, puede inferirse que la estructura de subrasante y base es muy resistente, considerando la edad de la obra y el buen estado de conservación.

La superficie de rodamiento consiste en un pavimento de concreto asfáltico en toda la longitud. Es muy importante señalar que no presenta hoyos ni baches. Se notan tramos de la superficie que han sido recarpeteados completamente y presenten un buen grado de conservación y acabado.

Lo anterior pude observarse en las fotografías precedentes.

6.7.1.3 Puentes.

Tal como se mencionó atrás existe un solo puente sobre el cauce del río Urasca muy cerca del inicio del tramo en estudio.

Se trata de una estructura de concreto con una longitud de 10.0 metros y un ancho de cinco metros. Presenta superficie de rodamiento, aceras y barandas en concreto
.

Figura Nº 6.92
Superestructura del puente sobre el río Urasca

La subestructura está construida en concreto y consta de un bastión en cada orilla que soportan vigas de concreto que abarcan toda la luz.

Se nota que la estructura acumula una cantidad apreciable de años de servicio que han producido un grado moderado de deterioro visible.

Figura Nº 6.93
Subestructura del puente sobre el río Urasca. Nótese la falta de mantenimiento.

6.7.1.4 Sistemas de drenaje.

La vía presenta cunetas triangulares de concreto a ambos lados de la superficie de rodamiento en la mayoría de su longitud, se estima que comprenden al menos un 60 %. El estado de conservación de estas cunetas y de las cajas de captación y alcantarillas que completan el sistema de drenaje es aparentemente muy bueno. Sin embargo no es

posible asegurar completamente este criterio por cuanto gran parte de las obras están cubiertas por maleza.

A continuación se presenta una serie de fotografías que ilustran el estado de este sistema de drenaje.

Figura Nº6.94
Cunetas de concreto a ambos lados de la vía.

Figura Nº6.95
Caja de captación de aguas pluviales.

Figura Nº 6.96
Cuneta de concreto. Nótese el dimensionamiento generoso y la obstrucción con una roca y residuos vegetales.

Figura Nº 6. 97
Caja de captación de aguas pluviales. La falta de mantenimiento es evidente.

Figura Nº 6.98
Punto de disposición de un tramo de cuneta. Nótese la falta de una estructura de desfogue.

Figura Nº 6.99
Cuneta de concreto en un tramo recto.

Figura Nº 6.100
Cunetas de concreto en un solo lado de la vía.

6.7.1.5 Aspectos geotécnicos.

Tal como se mencionó atrás esta vía está construida sobre una berma excavada en una pendiente que desemboca en un río. Cuando se presenta esta condición en cualquier carretera se requiere que exista una combinación de bajas pendientes, materiales con buenas características geotécnicas y obras de protección en los puntos críticos. De lo contrario las posibilidades de desestabilización y daños son muy altas.

En el caso en estudio puede apreciarse pendientes fuertes en gran parte de trazado tal como se ilustra en la fotografía siguiente:

Figura Nº 6.101
Aprovechamiento agrícola en ladera de pendiente fuerte

Con el agravante de que algunas de estas fuertes pendientes se limpian de la cobertura vegetal para dedicarlas a cultivos en pequeñas parcelas en donde se efectúa el manejo de aguas de escorrentía.

También se presentan casos en que cursos de agua desviados de su cauce natural irrumpen, sin ningún control, en una ladera de fuerte pendiente contribuyendo a desestabilizarla.

Figura Nº 6.102
Irrupción de aguas en una ladera.

Los suelos que pueden apreciarse a simple vista en los cortes presentan un aspecto muy heterogéneo en donde se mezclan limos con cantos rodados y fragmentos de roca meteorizada. Del examen visual puede inferirse que se trata de materiales de poca cohesión y bastante permeabilidad.

Figura Nº 6.103
Un corte recién practicado permite visualizar algunas características del suelo.

Figura Nº 6.104
Características del suelo descubierto por irrupción de aguas.

En el talud inferior existen varios muros de concreto, cuya apariencia permite deducir que su construcción se realizó hace bastantes años. Algunos de estos muros se encuentran muy cubiertos por vegetación y su visualización es dificultosa.

Figura Nº 6.105
Muro de concreto apenas visible, cubierto por vegetación.

Figura Nº 6. 106
Muros de concreto.

Figura Nº 6.107
Muro de concreto descubierto con desfogue de aguas.

Es notorio que el proceso de desestabilización del talud inferior y en algunos casos afecta una porción importante de la superficie de rodamiento. En gira efectuada el día 3 de setiembre del año 2008 fue posible apreciar dos deslizamientos recientes, uno de los cuales estaba en proceso de reparación.

Figura Nº 6.108
Deslizamiento reciente que inhabilita un carril completo de la vía.

Figura Nº 6.109
. Proceso de construcción de muro de protección en deslizamiento

Figura Nº 6.110
Detalle de excavación para construcción de muro de gaviones.

También en la fecha mencionada fue posible apreciar un muro de gaviones de construcción reciente con estructura de desfogue provista de disipador de energía.

Figura Nº 6.111
Muro de gaviones de construcción reciente.

Figura Nº 6. 112
Detalle de disipador de energía en desfogue protegido por muro de gaviones.

6.7.1.6 Seguridad vial.

La carretera en estudio presenta un tránsito promedio diario bastante reducido, aspecto que favorece la seguridad vial.

Sin embargo presenta en este aspecto algunas condiciones desfavorables que deben ser tomadas en cuenta. A pesar de que casi todo el trazado corre paralelo a un talud inferior solamente en un tramo cuenta con barda de protección.

Tal como se mencionó anteriormente la demarcación y la señalización son muy escasas, una gran porción de la superficie no cuenta con línea demarcatoria central y carece casi por completo de captaluces, elemento muy necesario en esa zona para reforzar las condiciones de visibilidad nocturna y en casos de eventos de lluvia fuerte y neblina que son muy frecuentes en la zona.

También es notoria la falta completa de espaldones, situación que produce obstaculización de al menos un carril en caso de avería de vehículos y en la labor de cargar en camiones los productos de la actividad agrícola desarrollada en parcelas adyacentes a la orilla de la vía.

Figura Nº 6.113
Cunetas de concreto en un solo lado de la vía.

Otro potencial riesgo muy importante lo constituye la posibilidad de caída de boleos del talud inferior. En la fotografía siguiente se muestra un ejemplo a la vez ilustrativo y preocupante de esta situación.

Figura Nº 6. 114
Boleo de considerable tamaño a un lado de la vía.

Es importante recalcar que en esta vía, especialmente en el segmento comprendido entre la Ventana B y la zona de la escombrera el tránsito de personas a pie es sumamente escaso por existir muy pocas viviendas a los lados de la vía y porque las distancias considerables entre las diferentes poblaciones obligan a las personas o movilizarse utilizando el servicio público de autobuses, camiones de carga y vehículos livianos.

6.8 Sitios históricos, culturales

El presente apartado, se basa en lo estipulado en la "Guía general para la elaboración de instrumentos de evaluación ambiental", publicada en la Gaceta Nº 32966 MINAE, que solicita señalar y caracterizar sitios históricos y culturales en el área de influencia y analizar el efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos.

Se debe abarcar: lugares, edificaciones, estructuras, formas tradicionales de cultivo y toda manifestación de la actividad humana que represente la historia nacional o local; lugares donde ocurrieron sucesos históricos de relevancia; lugares, edificios, árboles o evidencias relacionadas con personalidades importantes para la historia.

Asimismo, indica que se deberá coordinar con las autoridades correspondientes establecidas en la legislación vigente e incluir la percepción de la población sobre los potenciales impactos que puede generar el proyecto, obra o actividad sobre los sitios históricos y culturales.

Un ejemplo de actividades culturales del distrito de Tucurrique son las actividades que celebran a finales octubre y principios de noviembre de todos los años: "La feria del Pejibaye".

En esta feria se venden todo tipo de comidas a base de pejibaye, desde tamales, ceviche, pan casero, picadillo e incluso cajetas. Otros productos que también se ponen a la venta son: artesanías de la zona, plantas ornamentales y medicinales. También se realizan actividades culturales y recreativas.

Otras actividad cultural importante en el distrito de Tucurrique es el encuentro del pueblo en la víspera del 2 de noviembre para encender velas en el cementerio, día de los difuntos, lo a atribuyen que es una costumbre que es legado de sus antepasados indígenas.

Por otra parte, cabe destacar que el área de influencia social son las comunidades cercanas a la ruta de construcción del nuevo Túnel, que incluye los siguientes poblados:

Cuadro Nº 6.27
Área de influencia social, comunidades en el área de influencia directa e indirecta

Provincia	Cantón	Distrito	Poblado
Cartago	Jiménez	Tucurrique	San Miguel Sabanillas El Congo Tucurrique Centro
Cartago	Paraíso	Cachí	Urasca San Jerónimo Guatusito San Miguel

La aproximación a los sitios históricos y culturales del área de influencia en relación al PMA Cachí, obliga a diferenciar la existencia de dos distritos: Cachí (cantón Paraíso) y Tucurrique (Cantón Jiménez), es decir, diferentes comunidades, diferencias culturales e históricas y aún más, patrones socioculturales distintos.

Por un lado, para el poblado de Cachí fue trascendental para su desarrollo la llegada del ICE a la zona, con la construcción en 1962 del proyecto hidroeléctrico. Mientras que para Tucurrique fue la llegada del proyecto BOT La Joya. Ambas experiencias para estas comunidades, les ha significado la modificación de su realidad sociocultural, de manera que los proyectos hidroeléctricos en la zona han sido agentes de cambio de sus patrones socioculturales.

Sin embargo, más allá de estos proyectos, para ambas comunidades hay una historia que comparten sobre pueblos indígenas, de la cual existe bastante literatura. Por ejemplo, para la época precolombina, lo que hoy se conoce como el cantón de Paraíso estuvo poblado por indígenas del “Reino Huetar de Oriente”.

La comunidad de Cachí, se caracteriza por estar ubicada en el Valle Orosi de la provincia de Cartago, donde uno de los principales atractivos turísticos son las Ruinas de Ujarrás, primera iglesia colonial de Costa Rica, construida en 1570, silenciosas testigos de la presencia española y de su colonización en la región.

Figura N° 6.115
Iglesia Católica de Ujarráz

Otro atractivo turístico con relevancia cultural e histórica es “La Casona del Cafetal”, un restaurante típico famoso de la zona. Otro sitio de interés cultural es la “Casa de Madera” del ya fallecido escultor costarricense Macedonio Quesada, y por supuesto, el embalse de la Represa Hidroeléctrica Cachí.

No obstante, la particularidad de cada comunidad, exige hacer una síntesis de sitios históricos y culturales, y su relación con el proyecto Modernización y Ampliación P. H. Cachí. De esta manera, se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 6.28
Sitios históricos y culturales en el área de influencia social

Ubicación	Sitio histórico y/ cultural	Características	Antecedentes	Efecto del proyecto
Cartago, Orosi y Ujarrás.	Poblado de Orosi y Ujarraci o Ujarrás Importantes patrimonios históricos: la iglesia y el museo colonial de Orosi.	En ley No. 36 de 7 de diciembre de 1848, se constituyó en el cantón segundo de la provincia de Cartago, con el nombre de El Paraíso junto con los pueblos de Térraba, Boruca, Orosi y Tucurrique.		No hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos.
Poblado de Orosi y Ujarraci o Ujarrás	Iglesia Católica de Orosi	En ley No. 63 de 4 de noviembre de 1825, Ujarrás constituyó un distrito del Departamento Oriental, uno de los dos en que se dividió en esa oportunidad, el territorio del Estado. Distrito conformado por la villa de igual nombre y los pueblos de Tucurrique y Orosi.	Ujarrás o Ujarrasi (actual Cachí) era el nombre indígena del valle donde los españoles fundaron un pueblo, dentro de la cuenca del río Ucús o Reventazón. Ujarrás significa "lugar de tierra arenosa", y era habitado intermitentemente por el cacique Guarco.	No hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos.
Poblado de Ujarrás	Ruinas de Ujarrás	Las ruinas de Ujarrás permiten un encuentro cercano con el pasado del país.		No hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos.
Distrito de Cachí	Pesca deportiva	En Cachí ofrecen pesca deportiva, como el rancho Urasca y Montaña Trucha.		Si hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos. Se realizó un análisis del uso social del agua en las comunidades, para identificar los impactos y establecer sus respectivas medidas ambientales.
Distrito de Cachí	Expo feria Turística del Café, Cachí, Cartago			No hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos.
Distrito de Cachí	Paradero turístico llamado	El otro sector importante es el de Cachí, con las ruinas de Ujarrás y la gran		No hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los

Ubicación	Sitio histórico y/ cultural	Características	Antecedentes	Efecto del proyecto
	Charrara.	Represa del río Reventazón.		mismos.
Distrito de Cachí y Distrito Tucurrique (El Congo)	Proyecto Hidroeléctrico Cachí	Relación de la Represa con el imaginario social de las comunidades aledañas, es un referente histórico, social y económico.	Inició las obras constructivas en 1962.	Construcción de un nuevo Túnel. Se identificaron los impactos relevantes y se realizaron sus respectivas medidas ambientales.
Distrito Tucurrique	La feria del Pejibaye	Venden todo tipo de comidas a base de pejibaye, desde tamales, ceviche, pan casero, picadillo e incluso cajetas. Otros productos que también se ponen a la venta son: artesanías de la zona, plantas ornamentales y medicinales. También se realizan actividades culturales y recreativas.	En el caso del distrito de Tucurrique, una de las principales costumbres es que a finales octubre y principios de noviembre de todos los años, celebran “La feria del Pejibaye”,	No hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos.
Distrito Tucurrique	Día de los difuntos	Otro ejemplo ilustrativo de los patrones culturales de Tucurrique, es que prácticamente todo el pueblo se une en la víspera del 2 de noviembre para encender velas en el cementerio, día de los difuntos, lo cual atribuyen a una costumbre que es legado de sus antepasados indígenas.	El pueblo se reúne el 2 de noviembre para encender velas en el cementerio.	No hay efecto del proyecto, obra o actividad sobre los mismos.

6.9 Mapa de áreas socialmente sensibles

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

7.1 Resumen del proyecto

La Planta Hidroeléctrica Cachí se encuentra en la cuenca del río Reventazón, la cual tiene un área de 765 Km^2 hasta el sitio de Presa del mismo. Esta planta fue construida por el Instituto Costarricense de Electricidad entre los años 1962-67, con una potencia inicial de 64 MW (dos unidades Francis de eje vertical). En el año 1974 se amplió la planta anexando una tercera unidad de 36,110 KW a la tubería de presión existente por medio de una tubería auxiliar (*by-pass*). Recientemente se reemplazaron las dos unidades originales ante el deterioro que de sus componentes y la pérdida de eficiencia, por dos unidades de 40 MW cada una. La conducción tiene alrededor de 5,960 metros de longitud y 3.80 metros de diámetro interno. La tubería forzada tiene 470 m. de longitud con un diámetro que varía de 2.90 a 2.80 m.; en los ramales el diámetro varía de 2.0 a 1.45 m. de diámetro.

El caudal máximo de operación es en la actualidad de 54 m3/s, con pérdidas que ascienden a 43 mca en promedio, para una caída de 220.6 m. La elevación máxima del embalse es 990 m.s.n.m., y la mínima 960 m.s.n.m. La restitución es a la cota 725 m.s.n.m. La capacidad instalada actualmente es de 100 MW, con una generación promedio anual de 657.47 GWh.

Ante la escasez de recursos económicos, la renovación de los equipos de generación de plantas hidroeléctricas y/o su ampliación se convierten en una opción muy atractiva para ampliar la capacidad instalada del Sistema Nacional Interconectado (SIN). Desde su concepción se previó la ampliación futura de la Planta con un segundo Túnel, razón por la cual se dejó su prevista la toma, un pequeño trecho de Túnel y de igual forma se preparó el área destinada tanto al tanque de oscilación como a la tubería forzada.

Actualmente y durante la época de lluvias, la cantidad de agua vertida es considerable (en el orden de 5 a 6 veces el volumen del embalse) por lo que la ampliación de la planta es una opción a considerar.

Entre las principales ventajas de una eventual ampliación de la Planta, se cuenta con el conocimiento de las condiciones geológicas (se dispone de los informes y bitácoras de la excavación del Túnel existente), no se requiere construir la Presa ni sus obras conexas, todas las obras superficiales se ubican en terrenos ICE, a excepción del riesgo de un potencial secado de manantiales a ser provocado por el abatimiento del manto freático a raíz de la construcción del nuevo Túnel no se prevén impactos ambientales severos a destacar, pues las actividades constructivas son relativamente menores, en su mayoría subterráneas o en áreas muy cercanas a las obras existentes.

Se planea construir un Túnel paralelo, similar al actual, e instalar una unidad generadora adicional. El caudal de diseño sería de 36 m^3/s, el cual corresponde aproximadamente al caudal requerido por dos unidades para funcionar simultáneamente y bajo las condiciones de carga actuales, es decir 18 m^3/s para cada unidad. Ello permitiría dejar permanentemente trabajando dos unidades por conducción.

El Túnel de derivación tendría 5,950 metros de longitud hasta el tanque de oscilación, con un diámetro interno de 3.70 metros. La tubería de presión asociada tendrá un diámetro de 2.95 metros, con una longitud de 573 metros. El tanque de oscilación es del tipo de orificio restringido, su diámetro es de 8 metros y una altura de 87 metros. Dadas las condiciones topográficas, éste sería enterrado con su corona a la cota 1,016 msnm. Bajo estas condiciones la caída neta es de 243 metros, lo que permite una potencia de 76.64 MW para este Túnel y una generación total del proyecto de 950.1 GWh.

La potencia máxima quedaría en 76.6 MW para cada Túnel, con una energía total asociada de 950 GWh. Ello representa un incremento de entre 53.2 MW y 292 GWh con respecto a la condición actual. Al eliminar la tubería auxiliar de conexión de la tercera unidad en el Túnel actual, se reducen las pérdidas (en unos 30 m) en la conducción, con respecto a su condición actual, aumentando la energía en 36.7 GWh producto del nuevo enrutamiento del agua.

El impacto ambiental producido por accesos y líneas de transmisión son mínimos debido a que dichas estructuras ya existen, lo cual representa un aspecto positivo para la ampliación y modernización de la Planta.

7.2 Elementos del proyecto generadores de impactos ambientales

Los elementos del proyecto generadores de impacto que a continuación se señalan fueron obtenidos a través de un trabajo en consenso entre el coordinador del presente EIA y los coordinadores de las etapas o fases de su ciclo de desarrollo, a saber: Construcción – Operación.

(Ver Figura N°. 7.2.1 Matriz Interactiva Causa –Efecto)

1) Compra o arrendamiento de tierras. (Escombreras)
2) Construcción campamentos Instalaciones
3) Explotación, extracción, traslado y acopio de materiales o agregados
4) Reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B
5) Construcción del Túnel
6) Traslado y acopio de escombros
7) Construcción del Tanque Oscilación
8) Construcción de la Tubería de Presión
9) Construcción (Ampliación de la Subestación)
10) Ampliación –Modernización de la Casa de Máquinas
11) Manejo de materia prima - sustancias peligrosas (concretos-aditivos- explosivos)
12) Disposición de desechos del campamento - instalaciones temporales
13) Eliminación de los rebalses en la Represa
14) Generación y trasiego de energía eléctrica
15) Labores de operación y mantenimiento de la planta
16) Recolección - disposición de desechos

7.3 Factores del medio ambiente susceptibles de ser impactados

Ver Figura N°. 7.2.1 Matriz Interactiva Causa – Efecto

Los siguientes factores del medio ambiente fueron seleccionados siguiendo lo señalado en los términos de referencia que fueron emitidos por la Setena en su Resolución N°. 579-2008 en respuesta al documento D1 -1382-2007 SETENA Evaluación Ambiental potencial del presente Proyecto. (Anexo N°. 1)

Medio Físico

1) Atmósfera (microclima, ruido, aire)

Por tratarse de obras subterráneas y las superficiales muy puntuales no se espera cambios en esta variable del entorno a no ser algunas molestias por la contaminación del aíre por partículas en suspensión o polvo, para ello se implementarán las medidas preventivas necesarias que se suelen aplicar ante estos casos.

Agua

2) Escurrimiento superficial
3) Subterránea
4) Calidad del agua (físico-biológica-química)

Se considerará en particular el eventual efecto que se puede presentar en la calidad de las aguas subterráneas debido a la excavación del nuevo Túnel

Tierra

5) Relieve (Geomorfología)

No se esperan cambios significativos por el tipo de obras a construir aún así se tomarán las precauciones en particular en cuanto a la estabilidad de los taludes

Procesos

6) Erosión y depositación
7) Sismicidad
8) Abatimiento manto freático
9) Estabilidad Taludes

Se hará énfasis al abatimiento del manto freático del acuífero libre que se ubica a lo largo del trazado del nuevo Túnel, debido a la modalidad de excavación del Túnel, en el caso en que se vaya a emplear la preinyección de concreto no se esperarían niveles severos de abatimiento que pongan en peligro de secado los manantiales ubicados sobre su trazado, si fuera otra la metodología de excavación se considerarían todas las precauciones para asegurar el suministro de agua que se obtiene de éstos.

Medio Biológico

Flora

10) Cobertura Vegetal

Fauna

11) Fauna terrestre

Se espera que esta variable ambiental va a ser afectada de manera no significativa por el tipo de obras a construir y en el caso específico de las obras superficiales a pesar de su carácter puntual se tomarán las medidas necesarias para prevenir y reducir sus eventuales repercusiones, solamente abordarán los ecosistemas terrestres en particular lo atinente a la cobertura vegetal según a lo señalado en los T de R de la Setena.

Factores Humanos

Uso de la Tierra

12) Plantaciones (cultivos)
13) Pastos actividad pecuaria
14) Acuicultura
15) Habitacional (Tenencia de la tierra)

Por ser una zona rural en la que se ubica el proyecto, se hará énfasis a las actividades del agro, en particular su dependencia con el abastecimiento del recurso agua.

Infraestructura

16) Red vial, puentes, etc.
17) Edificaciones
18) Red suministro servicios (agua, luz, tel., etc.)

Como ya se mencionó la construcción de la nueva infraestructura que no será subterránea se circunscribirá en áreas muy puntuales por lo que no se esperan cambios significativos no así en lo referente a lo de la red vial, en esta implementarán todas las medidas precautorias que existan tanto para la movilización, trasiego de equipo y materiales como en su apropiado mantenimiento.

Social

19) Demografía - densidad población
20) Calidad de vida (salud-seguridad-educación)
21) Elementos Culturales y Sociales
22) Seguridad vial

Se tomarán las precauciones que demandan el manejo e inserción de nuevos grupos de individuos o personas a la dinámica social de la zona aunque sean de carácter temporal en particular en el suministro de los servicios básicos, así como en los

trastornos temporales que acompañan a este tipo de proyectos, en este caso particular por un aumento en la movilización de vehículos por la red vial local.

Economía

23) Empleo
24) Comercio
25) Cambio en el valor de la tierra
26) Poder adquisitivo

No hay discusión alguna que la inserción de un proyecto de esta envergadura inyectará a la economía local un gran empuje, no solamente en el poder adquisitivo de los trabajadores sino que también en el comercio de su área de influencia ambiental, además de las mejoras asociadas a las obras o infraestructura comunal. En estas variables socio ambientales se promoverá maximizar los beneficios a ser ocasionados por el Proyecto.

Figura N° 7.2.1 Matriz Interactiva Causa – Efecto

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MODERNIZACIÓN / AMPLIACIÓN PLANTA HIDROELÉCTRICA CACHÍ

MATRIZ INTERACTIVA CAUSA/EFECTO

MATRIZ / ACCIÓN / FACTOR AMBIENTAL			Responsable		FASE DE CONSTRUCCIÓN												FASE DE OPERACIÓN				
					Compra o arrendamiento de tierras. (Escombreras) (1)	Construcción campamentos Instalaciones (2)	Traslado y acopio de materiales o agregados (3)	Reacondicionamiento de los accesos a las ventanas A y B (4)	Construcción /Excavación del túnel (5)	Traslado y acopio de escombros (6)	Construcción de Tanque Oscilación (7)	Construcción de Tubería de Presión (8)	Construcción (Ampliación de la Subestación (9)	Ampliación - Modernización de la Casa de Máquinas(10)	Manejo de materia prima (concretos-aditivos) - sustancias peligrosas (explosivos) 11	Disposición de desechos del campamento - instalaciones temporales (12)	Reducción de los rebalses en la presa (13)	Generación y trasiego de energía eléctrica (14)	Labores de operación y mantenimiento de la planta (15)	Recolección - disposición de desechos (16)	# Int. ∑
MEDIO FÍSICO		Atmósfera (microclima, ruido, aire)	CRRM	1			(-)			(-)											2
MEDIO FÍSICO	AGUA	Escurrimiento superficial	CRRM	2					(+)								(+)(+)				3
MEDIO FÍSICO	AGUA	Subterránea	CMM	3					(-)		(-)						(-)				3
MEDIO FÍSICO	AGUA	Calidad del agua (fís-bio-química)	CMM	4													(+)			(-)	2
MEDIO FÍSICO	TIE	Relieve (Geomorfología)	JMA	5				(-)		(-)	(-)	(-)									4
MEDIO FÍSICO	PROCES	Erosión y depositación	MCHA	6		(-)		(-)		(-)	(-)	(-)					(-)				5
MEDIO FÍSICO	PROCES	Sismicidad	IBL	7																	0
MEDIO FÍSICO	PROCES	Abatimiento manto freático	CMM	8					(-)		(-)										2
MEDIO FÍSICO	PROCES	Estabilidad Taludes	MJJ	9				(+)						(-)							2
MEDIO BIOLÓ	FLOR	Cobertura Vegetal	RBB	10		(-)		(-)		(-)	(-)	(-)									5
MEDIO BIOLÓ	FLOR		MP																		
MEDIO BIOLÓ	FAUN	Fauna terrestre	RBB	11		(-)		(-)		(-)	(-)	(-)									5
FACTORES HUMANOS	USO TIE	Plantaciones (cultivos)	WGA	12				(+)	(-)	(-)	(+)(+)	(-)			(-)						7
FACTORES HUMANOS	USO TIE	Pastos actividad pecuaria	MUF	13				(+)	(-)												2
FACTORES HUMANOS	USO TIE	Acuicultura	WGA	14					(-)(-)												2
FACTORES HUMANOS	USO TIE	Habitacional (Tenencia de la tierra)	ACG	15	(+)														(+)		2
FACTORES HUMANOS	INFR	Red vial, puentes, etc.	POF	16			(-)		(-)	(-)	(-)		(-)	(-)							6
FACTORES HUMANOS	INFR	Edificaciones Comunales -Otras	VMM	17		(-)			(-)												2
FACTORES HUMANOS	INFR	Red suministro servicios (agua, luz, tel.,	VMM-1	18	(-)	(-)	(-)		(-)		(-)	(-)						(+)			7
FACTORES HUMANOS	SOCIAL	Demografía - densidad población	VMM	19		(-)															1
FACTORES HUMANOS	SOCIAL	Calidad de vida (salud-seguridad-educación)		20		(-)		(+)	(-)(-)(-)												5
FACTORES HUMANOS	SOCIAL	Elementos Culturales y Sociales		21						(-)	(-)(-)										3
FACTORES HUMANOS	SOCIAL	Seguridad vial		22			(-)	(+)(+)	(-)	(-)(-)				(-)							7
FACTORES HUMANOS	ECONOI	Empleo	VMM	23					(+)(+)												2
FACTORES HUMANOS	ECONOI	Comercio		24					(+)												1
FACTORES HUMANOS	ECONOI	Valor de la tierra		25	(+)			(+)													2
FACTORES HUMANOS	ECONOI	Poder adquisitivo		26					(+)												1
∑ # Int.					3	7	4	11	17	10	12	6	1	3	1		5	1	1	1	83

Geóg. Rogelio Zeledón Ureña
C.S. GESTIÓN AMBIENTAL / PySA - agosto 2008

7.4 Identificación y pronóstico de impactos ambientales

7.4.1 Enfoque Metodológico

El enfoque está orientado a la obtención de una tipificación de los impactos y valoraciones ambientales, con el objetivo de diseñar las medidas de control y de atenuación a través de la formulación de un plan de gestión ambiental, en el que se asegure la viabilidad ambiental del presente Proyecto.

A efectos de cumplir con la normativa ambiental nacional, se ha aplicado el procedimiento metodológico, que establece la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, los lineamientos ambientales establecidos por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

Para ello se contó con el apoyo de la guía del instructivo: Decreto Nº 32966-MINAE *Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)- Parte IV "Guía -Estudios de Impacto Ambiental y Pronósticos-Plan de Gestión Ambiental, valoración de los impactos ambientales y términos de referencia*",*del 20 de febrero del 2006* Asi como el Decreto N° 32079 Manual EIA parte I D1 y D2 y Código de Buenas Prácticas.

La metodología propuesta establece la denominada Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIIA), utilizada por la SETENA desde el año 1997, según su Resolución 588 – 1997, así como la valoración de impactos relevantes incluyendo la formula siguiente.

A continuación <u>se transcribe textualmente lo señalado en las normativas o manuales mencionados emitidos por la Setena</u> en cuanto al significado de los mencionados símbolos que conforman el elemento tipo de la matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia.

Signo

- El signo de efecto, y por lo tanto del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que actúan sobre los distintos factores considerados.
- Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, debidamente justificados y argumentados, un tercer carácter (*), que reflejaría efectos asociados con circunstancias externas a la actividad, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.
- Al evaluar una actividad, obra o proyecto se estudian los impactos perjudiciales, o sea los que presentan signo (-). Si éstos superan los estándares preestablecidos, en particular en función del marco regulatorio, se deberá contemplar la introducción de medidas correctoras que den lugar a impactos beneficiosos (+), que reduzcan o anulen los efectos de aquellos.

Intensidad (IN)

- Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. La escala de valoración estará comprendida entre 1 y 12, en la que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que

se produce el efecto (AP total), y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias, las cuales deben ser debidamente justificadas y argumentadas.

- Debe tomarse en cuenta que esta valoración se realiza en función de porcentaje del área del proyecto (AP y/o sus áreas de influencia, cuando aplique) que está siendo directamente afectada.

Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). En Costa Rica se utilizará como referencia para cuantificación el Área de Influencia Directa (AID) Biofísica y Social.

- Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

- En el caso de que el efecto, se produzca en un lugar crítico (vertido próximo y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.), se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Si además de crítico, el efecto es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa a la operación, o proceso de la actividad que da lugar al efecto, anulando la causa que lo produce.

Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor /aspecto ambiental considerado.

- Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, largo plazo, con valor asignado de (1).

- Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor cuatro unidades por encima de las especificadas (ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario -inmediato-, previsible aparición de una plaga o efecto pernicioso en una explotación justo antes de la recolección -medio plazo-).

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medio naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

- Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 5 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 5 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor (4).

- La persistencia, es independiente de la reversibilidad.

- Un efecto permanente (contaminación permanente del agua de un río consecuencia de los vertidos de una industria), puede ser reversible (el agua del río recupera su calidad ambiental si cesa la acción como consecuencia de una mejora en el proceso industrial), o irreversible (el efecto de la tala de árboles ejemplares es un efecto permanente irreversible, ya que no se recupera la calidad ambiental después de proceder a la tala). Por el contrario, un efecto irreversible (perdida de la calidad paisajística por destrucción de un jardín durante la fase de construcción de infraestructura), puede presentar una persistencia temporal, (retorno a las condiciones iniciales por implantamiento de un nuevo jardín una vez finalizadas las obras).

- Los efectos fugaces y temporales son casi siempre reversibles o recuperables.

Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

- Si es corto plazo, es decir menos de un año, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo, es decir un período que va de 1 a 5 años (2) y si el efecto es irreversible, o dura más de 5 años, le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos, son idénticos a los asignados en el parámetro anterior.
-

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad acometida, es decir las posibilidades a retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

- Si el efecto es totalmente recuperable, y si lo es de manera inmediata, se le asigna un valor de 1, o un valor de 2, si lo es a mediano plazo, si la recuperación es parcial y el efecto es mitigable, toma un valor de 4; cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por acción natural como por la

humana) le asignamos el valor de 8. En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será de 4.

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocada por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provoca actúan de manera independiente y no simultánea. (La dosis letal de un producto A, es DLA y la de un producto B, DLB. Aplicados simultáneamente la dosis letal de ambos productos DLAB es mayor que DLA + DLB).

- Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor de 1, si presenta un sinergismo moderado, toma el valor de 2 y si es altamente sinérgico deberá asignársele un valor de 4.

- Cuando se presentan casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (Ac)

Este atributo da la idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. (La ingestión reiterada de DDT, al no eliminarse de los tejidos, da lugar a un incremento progresivo de su presencia y de sus consecuencias, llegando a producir la muerte).

- Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4)

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto en términos de su direccionalidad, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Un impacto puede ser directo e indirecto al mismo tiempo, aunque en factores distintos, dado que la escala es excluyente, y no se valora el hecho de que pueda ser directo e indirecto, hay que hacer la valoración excluyente.

- El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, se le asigna un valor de 4. (La emisión de CO, impacta sobre el aire del entorno).

- En caso de que se presente un efecto indirecto o secundario, es decir que tiene lugar a partir de un efecto primario, y no existe un efecto directo asociado a esa misma acción, se le asigna al impacto un valor de 1. Su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. (La emisión de

fluorocarbonos, impacta de manera directa sobre la calidad del aire del entorno y de manera indirecta o secundaria sobre el espesor de la capa de ozono).

Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma esporádica en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (continuo).

- A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos un valor de 2, y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, así como a los discontinuos un valor de 1.

- Un ejemplo de efectos continuo, es la ocupación de un espacio consecuencia de una construcción. El incremento de los incendios forestales durante la época seca, es un efecto periódico, intermitente y continuo en el tiempo. El incremento del riesgo de incendios, consecuencia de una mejor accesibilidad a una zona forestal, es un efecto de aparición irregular, no periódico, ni continuo pero de gravedad excepcional.

Importancia del impacto (I)

Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor/aspecto ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.
La importancia del impacto viene representado por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en el Cuadro N° 7.4.1, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm [IN + 2\,EX + MO + PE + PV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

Presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o sea, compatibles, o bien las medidas ambientales se contemplaron en el diseño del proyecto. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Banderas Rojas

En aquellas casillas de cruce que correspondan a los impactos más importantes, o que se produzcan en lugares o momentos críticos y sean de imposible corrección, que darán lugar a las mayores puntuaciones en el recuadro relativo a la importancia, se le superpondrán las llamadas Alertas o Banderas Rojas, para llamar la atención sobre el efecto y buscar alternativas, en los procesos productivos de la actividad, obra o proyecto, que eliminen la causa o la permuten por otra de efectos menos dañinos.

Una vez recopilada y analizada la información, se realizaron identificaciones e interacciones de impactos potenciales en el área del proyecto de la Ampliación de la Planta Hidroeléctrica de Cachí, y se generó una de cálculo para la valoración de impactos ambientales. (Cuadro N°. 7.4.2). Esto acorde con el marco metodológico explicado en esta Sección.

Cuadro Nº 7.4.1
Datos básicos para la valoración de impactos ambientales

NATURALEZA
-
Impacto beneficios +

- Impacto perjudicial -

INTENSIDAD (IN)
(Grado de Destrucción)

- Baja 1
- Media 2
- Alta 4
- Muy alta 8
- Total 12

EXTENSIÓN (EX)
(Área de influencia)

- Puntual 1
- Parcial 2
- Extenso 4
- Total 8
- Crítica (+4)

MOMENTO (MO)
(Plazo de manifestación)

- Largo plazo 1
- Medio plazo 2
- Inmediato 4
- Crítico (+4)

PERSISTENCIA (PE)
(Permanencia del efecto)

- Fugaz 1
- Temporal 2
- Permanente 4

REVERSIBILIDAD (RV)

- Corto plazo 1
- Medio plazo 2
- Irreversible 4

SINERGIA (SI)
(Potenciación de la manifestación)

- Sin sinergismo (simple) 1
- Sinérgico 2
- Muy sinérgico 4

ACUMULACIÓN (AC)
(Incremento progresivo)

- Simple 1
- Acumulativo 4

EFECTO (EF)
(Relación causa-efecto)

- Indirecto (secundario) 1
- Directo 4

PERIODICIDAD (PR)
(Regularidad de la manifestación)

- Irregular, esporádico o aperiódico y discontinuo 1
- Periódico 2
- Continuo 4

RECUPERABILIDAD (MC)
(Reconstrucción por medios humanos)

- Recuperable inmediato 1
- Recuperable medio plazo 2
- Recuperable parcialmente, Mitigable y/o compensable 4
- Irrecuperable 8

IMPORTANCIA (I)

$$I = \pm [3\,IN + 2EX + MO + PE + PV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Figura N°. 7.4.2 Hoja de Cálculo Valoración de Impactos (Anexo N°. 6)

PROYECTO: MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN PH CACHÍ

TABLA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Codigo del impacto	FxxAxx
Acción impactante del Proyecto	Construcción del Túnel
Elemento del medio afectado	Medio Físico - Agua - Subterránea

Valoración de Impacto	+ / −	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia
	(-)											

criterios de valoración		
carácter	+	Positivo
	-	Negativo
Intensidad	1	Efeco leve
	2	Efecto medio
	4	Efecto alto
(IN)	8	Efecto muy alto
	12	Efecto crítico
Extensión	1	Puntual
	2	Área de influencia Directa
(EX)	4	Área de influencia indirecta
	8	Extenso
	12	Crítico
Momento de aparición	1	Largo plazo
	2	Plazo medio
(MO)	4	Inmediato
	8	Crítico

Escala de valoración	
0-25	Compatible: el impacto es solucionado en diseño o asumido por el medio
25-50	Moderada: requiere medidas simples o regulación constructiva/operativa
50-75	Severa: requiere medidas específicas o adecuaciones de diseño
75a 100	Crítica: el impacto no puede ser atenuado, daños al medio no recuperables

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO:

	Persistencia	1	Corta duración
		2	Temporal
	(PE)	4	Permanente
	Reversibilidad	1	Reversible
		2	Reversible plazo medio
	(RV)	4	Ireversible
	Recuperabilidad	1	Recuperable corto plazo
		2	Recuperable plazo medio
	(MC)	4	Recuperación parcial
		8	Irrecuperable
	Sinergia	1	Leve o nula
		2	Moderado
	(SI)	4	Alto
	Acumulación	1	No acumulativo
	(AC)	4	Acumulativo
	Efecto	1	Indirecto
	(EF)	4	Directo
	Perioricidad	1	No periódico
		2	Recurrente
	(PR)	4	Continuo

Área para insertar imagen

7.5 Impactos ambientales que producirá el proyecto y sus opciones

Lista global de impactos identificados

Cuadro N° 7.4.3. Lista de general de Impactos identificados

#	Variables Interactivas	Nombre del impacto Ambiental	Género (- / +)	(SIA)
1	VA15vs AP1 ACG	Aumento de plusvalía y habilitación de accesos en terrenos con fuertes pendientes	+	40
2	VA15vsAP15 ACG	Mejoramiento de caminos e infraestructura local institucional en la zona	+	33
3	VA3vsAP5 CMM	Contaminación del agua subterránea	-	32
4	VA8vsAP5 CMM	Disminución del nivel freático	-	76
5	VA3vsAP7 CMM	Contaminación del agua subterránea	-	21
6	VA8vs AP7 CMM	Disminución del nivel freático	-	40
7	VA11 vs.AP6 RBB	Eliminación y alteración de hábitat de fauna terrestre	-	68
8	VA10vs AP4 RBB	Pérdida de la cobertura vegetal (área en regeneración)	-	38
9	VA10vs.AP2 RBB	Perdida Cobertura vegetal (arboles dispersos y área de reforestación)	-	55
10	VA10vsAP6 RBB	Pérdida de bosque ripario y otra cobertura vegetal	-	80
11	VA10vsAP7 RBB	Afectación a la cobertura vegetal en tanque de oscilación	-	36
12	VA10vsAP8 RBB	Eliminación de vegetación en proceso de regeneración	-	54
13	VA11vsAP2 RBB	Alteración de hábitat para fauna terrestre en área de campamentos e instalaciones	-	35
14	VA11vsAP4 RBB	Modificación a nivel de microhábitat de especies animales		35
15	VA11vsAP7 RBB	Desplazamiento de especies animales hacia áreas aledañas por alteración de hábitat	-	40
16	VA11vsAP8 RBB	Alteración de hábitat que usan especies de fauna en el área de la Tubería de Presión	-	48
17	VA5 vs. AP4 JMA	Modificación del Relieve en los accesos a las Ventanas A y B	-	21
18	VA5 vs AP6 JMA	Alteración de la morfología en antiguos niveles de terraza en los sectores destinados a escombreras.	-	26
19	VA5 vs. AP7 JMA	Modificación del Relieve	-	25
20	VA5 vs.AP8 JMA	Activación de procesos morfodinámicos en laderas	-	26
21	VA6 vs. AP2 MCHA	Remoción de capa orgánico mineral del suelo	-	46
22	VA6 vs. AP6 MCHA	Remoción de capa órgano mineral del suelo (manejo de las escombreras)	-	51
23	VA6 vs. AP4 MCHA	Remoción de capa órgano mineral del suelo (reconstrucción de accesos)	-	56

#	Variables Interactivas	Nombre del impacto Ambiental	Género (- / +)	(SIA)
24	VA6 vs. AP7 MCHA	Remoción de capa órgano mineral del suelo (construcción de tanque de oscilación)	-	50
25	VA6 vs. AP8 MCHA	Remoción de capa órgano mineral del suelo (construcción de tubería de presión)	-	46
26	VA12 vs.AP4 WGA	Mejoramiento en condiciones de acceso para la comercialización agropecuaria.	+	28
27	VA14vsAP5 WGA	Afectación a los estanques por reducción del caudal hídrico superficial.	-	54
28	VA12vsAP5 WGA	Disminución del recurso hídrico en los sistemas de riego de cultivos y abrevaderos por la construcción del Túnel.	-	52
29	VA12vs AP6 WGA	Transición temporal de actividades agrícolas.	-	54
30	VA12vs AP7 WGA	Afectación permanente de las áreas utilizadas para cultivo por la construcción de la nueva infraestructura.	-	69
31	VA12 vs AP7 WGA	Mejoramiento de vías de acceso a zonas de producción.	+	28
32	VA12 vs AP8 WGA	Disminución de las áreas de cultivo de manera permanente por la construcción de la tubería.	-	68
33	VA12 vsAP11 WGA	Afectación a plantaciones por eventual contaminación de aguas de riego por uso de químicos u otro tipo de aditivos para concretos	-	43
34	VA2vs AP13CRM	Disminución frecuencia de los rebalses de la Presa	+	30
35	VA2 vs AP 5CRM	Variación en el patrón del escurrimiento del río	+	17
36	VA1vs AP6CRM	Ruido debido al acarreo de materiales	-	24
37	VA1 vs AP3 CRM	Polvo - partículas en suspensión producto del acarreo de materiales	-	23
38	VA 2 vs.AP13 CRM	Modificación de los caudales entre la restitución en Casa de Máquinas Cachí y la restitución de la Planta La Joya.	+	30
39	VA9 vs AP4 POF	Mejoría en la estabilidad de taludes, por readecuación accesos a Ventanas A y B.	+	58
40	VA9 vs.AP10 POF	Abatimiento nivel freático por excavaciones para casa de máquinas.	-	54
41	VA16 vs.AP3 POF	Afectación a red vial por traslado de materiales y agregados.	-	77
42	VA14 vs. AP5 POF	Afectación a acuicultura por indisponibilidad de aguas producto de la construcción de Túnel.	-	94
43	VA16 vs AP5 POF	Afectación a red vial por transporte de materiales y equipos para la construcción del Túnel.	-	71
44	VA16 vs.AP6 POF	Afectación a la red vial por traslado de de escombros.	-	71
45	VA16vsAP7 POF	Afectación a red vial por acarreo de equipos y materiales para construcción del tanque de oscilación.	-	71
46	VA16vsAP9 POF	Afectación a red vial por acarreo de equipos y materiales para construcción de la ampliación de la subestación.	-	71

#	Variables Interactivas	Nombre del impacto Ambiental	Género (- / +)	(SIA)
47	VA16vsAP10 POF	Afectación a red vial por acarreo de equipos y materiales para construcción de la ampliación y modernización de la casa de máquinas.	-	71
48	VA18 vsAP2 POF	Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción y operación de campamentos e instalaciones.	-	54
49	VA18vs.AP3 POF	Incremento en la demanda de servicios públicos por explotación, extracción, traslado y acopio de materiales y agregados.	-	54
50	VA18vs.AP5 POF	Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción del Túnel.	-	54
51	VA18vs.AP7 POF	Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción del tanque de oscilación.	-	54
52	VA18vs.AP8 POF	Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción de la tubería de presión.	-	54
53	VA18vs.AP14 POF	Incremento en la disponibilidad de energía eléctrica de bajo costo para el sistema nacional interconectado.	+	94
54	VA20vs.AP4 POF	Incremento en la calidad de vida producido por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.	+	74
55	VA22 vs.AP3 POF	Afectación a la seguridad vial por explotación, extracción, traslado y acopio de materiales y agregados.	-	57
56	VA22 vs.AP4 POF	Mejora en la seguridad vial por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.	+	66
57	VA22 vs.AP6 POF	Afectación a la seguridad vial por traslado y acopio de escombros.	-	55
58	VA22 vs.AP10 POF	Afectación a la seguridad vial por construcción de la Ampliación y Modernización de la Casa de Máquinas.	-	59
59	VA3 vs.AP13 POF	Pérdida de aguas subterráneas por eliminación de rebalses de presa.	-	64
60	VA23 vs AP5 VMM	Aumento fuentes de empleo por la construcción del Túnel.	+	72
61	VA23 vs AP5 VMM	Riesgos de accidentes por la construcción del Túnel	-	41
62	VA17vs.AP2 VMM	Afectación a la operación de viveros por construcción de campamentos e instalaciones.	-	55
63	VA18vs.AP VMM	Presión y demanda del recurso hídrico para el consumo de campamentos e instalaciones	-	88
64	VA21vs.AP7 VMM	Modificación de las dinámicas sociales por alteración de vías de acceso debido a la construcción del tanque de oscilación, casa de válvulas y tubería de presión.	-	62
65	VA21vs.AP6 VMM	Aumento de la percepción de riesgo en las comunidades por el traslado y acopio de escombros (sitios de escombrera)	-	66
66	VA19 vs.AP2 VMM	Presión sobre características demográficas en las comunidades por los trabajadores que residen y laboran en campamentos e instalaciones.	-	76
67	VA20 vs.AP5 VMM	Aumento en la demanda de servicios como educación, salud, seguridad, por parte de los trabajadores	-	60

#	Variables Interactivas	Nombre del impacto Ambiental	Género (- / +)	(SIA)
68	VA20vs.AP5 VMM	Afectación a la calidad de vida de las comunidades por la construcción del Túnel	-	92
69	VA20vs.AP2 VMM	Aumento en la cantidad de desechos por la construcción y operación de campamentos.	-	86
70	VA20 vs.AP5 VMM	Secado temporal de los manantiales que alimentan a la red de acueductos locales	-	88
71	VA22vs.AP4 VMM	Afectación a la seguridad y circulación vial por la construcción y reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas a y b.	-	86
72	VA22vs.AP6 VMM	Incremento en el riesgo de accidentes peatonales o vehiculares por el traslado y acopio de materiales (escombreras)	-	94
73	VA22vs.AP5 VMM	Incremento de potenciales riesgos de accidentes por la construcción del Túnel	-	72
74	VA17vs.AP5 VMM	Presión en la infraestructura local para satisfacer la creciente demanda por el ingreso de mano de obra en la construcción del Túnel.	-	74
75	VA24vs.AP5 VMM	Aumento en las actividades comerciales por la construcción del Túnel y obras civiles en general.	+	64
76	VA26 vs.AP5 VMM	Aumento en el poder adquisitivo de la población debido a las fuentes de empleo derivadas de la construcción del Túnel.	+	96
77	VA25vs.AP4 VMM	Aumento en el valor de la tierra de las propiedades cercanas al AP, por la mejoría en las vías y accesos del proyecto	+	68
78	VA21vs.AP7 VMM	Aumento de un potencial conflicto social en las comunidades por percepción de riesgo, debido a la construcción del tanque de oscilación y obras civiles.	-	62
79	VA 4 vs.AP13 RZU	Reducción de la contaminación de las aguas tramo cauce Reventazón eje Presa – C. M.	+	31
80	VA13vs AP4 MUF	Aumento en la salida de productos de la actividad pecuaria	+	36
81	VA13vs AP5 MUF	Disminución del agua superficial para uso del ganado	-	36
82	VA25 vs AP1 ACG	Aumento de plusvalía en terrenos con fuertes pendientes	+	37
83	VA4 vs AP16 CCF	Contaminación del agua por vertidos líquidos y sólidos	-	25

- *Las hojas de cálculo de donde salieron los valores del Cuadro N° 7.4.3, significancia ambiental "**SIA**" se encuentra en el anexo N°.6, en la columna N° 2 se señala la variable ambiental impactada y la acción del proyecto impactante según lo señalado en la matriz interactiva así como las iníciales del nombre del especialista que identificó y valoró el impacto*
- *VA Variable Ambiental, AP Acción del Proyecto, ACG Geóg. Alfredo Calderón G., CMM Geól. Carlos Madrigal M., RBB Biol. Rosibel Barrantes B., JMA Geóg. Joaquín Méndez A., MCHA Ing. Agro. Miguel Chinchilla A, WGA Ing. Agro. William García A., CRM Ing. Carlos R. Rodríguez M, POF Ing. Pablo Obando F., VMM Lic. Soc. Vladimir Mesén M., RZU Geóg. Rogelio Zeledón U., MUF Geóg. Max Ureña F., CCF Carlos Coto F.*

7.6 Mapa de susceptibilidad ambiental integral vrs componentes del proyecto

8 EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS

8.1 Impactos Severos –Críticos SIA ≥ 50

8.1.1 Medio Físico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo físico)

Disminución del nivel freático SIA (76)

Como el impacto causa perjuicios este es negativo.

Se ha dado el valor de 12 (efecto crítico) para la intensidad, debido a que las nacientes ubicados por encima del Túnel bajarán su nivel durante el proceso constructivo, ya que el Túnel se convierte en un drenaje temporal, con una recuperación paulatina en unos meses.

Con respecto a la extensión se ha dado el valor de 8 a causa de esta es a lo largo de la obra.

Se ha dado un valor de 4 al momento aparición ya que el tiempo de aparición es un año.
El efecto de persistencia es temporal, ya que este dependerá del momento en el que sea colocado el revestimiento. En el punto referente a la reversibilidad se ha calificado como 2 ya que su efecto con respecto al abatimiento será revertido entre 1 y 5 años.

Con el revestimiento hecho en el Túnel se está consiguiendo que el periodo de recuperación sea plazo medio.

En el punto referente a sinergía, se tiene que existe la interacción entre varios procesos como lo son la construcción del Túnel, el agua subterránea y la litología, lo que causa una sinergía entre estos procesos, esto nos indica que el valor que corresponde es de 2 para este caso.

El Túnel tocará varias nacientes durante su trayectoria afectándolas, lo que provocará un efecto acumulativo de 4.

El efecto es directo ya que el abatimiento es inmediato, repercutirá directamente sobre las nacientes. La periodicidad es de 4, los efectos serán continuos durante la construcción del Túnel.

8.1.2 Medio Biótico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo biótico)

Pérdida de bosque ripario y otra cobertura vegetal (SIA 80)

Este impacto se daría si se elimina el bosque ripario que está en la margen izquierda del río Reventazón donde se prevé la ubicación de una escombrera cerca a la Ventana B,

dicho bosque de crecimiento secundario tiene unos 15 a 20 años de madurez, es atravesado por una quebrada. *Vale aclarar que el sitio aquí evaluado luego fue descartado del todo para utilizarlo como escombrera pero por motivos metodológicos no se elimina de este análisis.*

Considerando lo anterior el impacto por el acopio de escombros tendría una intensidad de efecto crítico, la extensión del impacto sería en el área de influencia directa, la aparición del impacto sería inmediata porque la vegetación que se requiera cortar se haría inmediato al ingreso de la maquinaria, el efecto sería permanente, sería irreversible, sería irrecuperable, presentaría una sinergia en grado 4 si se considera que la eliminación permanente de un bosque en la margen de un río acarrea otros efectos negativos hacia el medio, el efecto sería acumulativo, el efecto sería directo y sería un efecto continuo cuya periodicidad igual a 4.

Se describe este impacto por ser el de más magnitud en el caso de la cobertura vegetal, sin embargo, en la matriz se señalan las interacciones que se dan por eliminación de cobertura vegetal en la fase constructiva al hacer el reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B, la construcción de campamentos e instalaciones, la construcción del tanque de oscilación y la tubería de presión que implican intervención parcial de la cobertura vegetal correspondientes a áreas abiertas ya intervenidas en algunos casos con pasto, árboles dispersos o en proceso de regeneración.

Eliminación y alteración de hábitat de fauna terrestre (SIA 68)

Al igual que en el caso de la cobertura vegetal el impacto más alto hacia la fauna terrestre está relacionado con el acopio de escombros, porque del bosque que se eliminaría hacen uso de él una especie de aves declaradas en peligro de extinción (el ave de sol, un perico, ver Cuadro 5.4), y otras aves de hábitos migratorios

El impacto tendría una intensidad de efecto muy alto, la extensión del impacto sería en el área de influencia directa, la aparición del impacto sería inmediata porque el hábitat se alteraría inmediato al ingreso de la maquinaria, el efecto sería permanente, sería irreversible, sería irrecuperable, presentaría una sinergia en grado 4 si se considera que la eliminación del hábitat es una de las causas para la extinción de especies, el efecto sería acumulativo, sería directo y sería un efecto continuo con periodicidad igual a 4.

Las áreas que serían intervenidas para la fase constructiva al hacer el reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B, la construcción de campamentos e instalaciones, la construcción del tanque de oscilación y la tubería de presión también tendrían impactos cuyas interacciones se señalan en la matriz, pero son de menor magnitud que el descrito en este apartado.

Eliminación de vegetación en proceso de regeneración (SIA 54)

La construcción de la Tubería de Presión tendría una intensidad de efecto alto sobre la cobertura vegetal porque atravesaría una zona en regeneración con predominancia de guarumo que es una especie pionera y poró, la extensión del impacto sería en el área de influencia directa, la aparición del impacto sería inmediata porque la vegetación que se requiera cortar se haría inmediato al ingreso de la maquinaria, el efecto sería permanente,

sería irrecuperable porque el área donde estaban los árboles permanecería ocupada por la infraestructura y su respectiva servidumbre, presentaría una sinergia en grado 2, el efecto sería acumulativo, el efecto sería directo y sería un efecto continuo cuya periodicidad igual a 4.

Pérdida Cobertura vegetal (árboles dispersos y área de reforestación) SIA 55

La construcción de campamentos o instalaciones afectará la cobertura vegetal en las áreas previstas porque se cortaría la vegetación para dar cabida al levantamiento de infraestructura en este caso la intensidad del impacto es 8 porque aunque la vegetación no sería eliminada en su totalidad si se cortaría parte importante de la cobertura existente, dadas las dimensiones de las obras, la extensión del impacto sería en el área de influencia directa, la aparición del impacto sería inmediata porque se eliminaría la vegetación para disponer del espacio para construcción, el efecto sería permanente, irreversible, la recuperación sería parcial si se revegetar áreas aledañas a la construcción, presenta una sinergia en grado 2 si se considera que se van a incrementar el fraccionamiento de la cobertura vegetal, el efecto acumulativo sería simple, el efecto sería directo y sería un efecto continuo cuya periodicidad sería igual a 4.

Remoción de capa órgano mineral del suelo (reconstrucción – ampliación accesos) SIA 56

Las ampliaciones de accesos durante su reacondicionamiento provoca la remoción de capas de suelo órgano mineral, por ello la intensidad del impacto es muy alta, asimismo por depender de la longitud de los accesos a reacondicionar el impacto es extenso e inmediato; el efecto sería irreversible, pero recuperable con medidas de mitigación a plazo medio; presentaría una sinergia en grado 2; el efecto no sería acumulativo, pero sería directo (4) y es no continuo cuya periodicidad igual a 1.

Remoción de capa órgano mineral del suelo (área de escombreras – sitio tanque de oscilación) SIA 51

Se requiere remover la capa de suelo órgano mineral generando una intensidad de impacto muy alta, puntual e inmediato; el efecto sería irreversible, pero recuperable con medidas de mitigación a plazo; presentaría una sinergia en grado 2; el efecto no sería acumulativo, pero sería directo (4) y es continuo cuya periodicidad igual a 4.

Remoción de capa órgano mineral del suelo (construcción de tanque de oscilación) SIA 50

Con el tanque de oscilación se ejerce un efecto de intensidad muy alta por eliminación de la capa de suelo órgano mineral del sitio de construcción; asimismo, genera un impacto de extensión puntual e inmediato, el efecto sería irreversible y la eliminación del suelo en este sitio tiene lugar durante menos de un año; presentaría una sinergia en grado 2; el efecto no sería acumulativo, pero sería directo (4) y continuo cuya periodicidad igual a 4.

8.1.3 Medio socioeconómico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo socioeconómico)

Afectación a los estanques por reducción del caudal hídrico superficial. SIA 54

La reducción de caudal hídrico superficial por eventual abatimiento del manto freático podría causar anoxia por la disminución o pérdida del oxígeno disuelto (cantidad de agua en los estanques), construcción del Túnel.
La intensidad podría ser de un efecto muy alto (8) no obstante las principales trucheras están ubicadas en la parte alta del río Urasca (*fuera del área de influencia directa*) sin embargo, existen estanques de tilápia aunque de corte de autoconsumo, en dirección directa superior a la Ventana 2, como también en la comunidad de San Miguel. La extensión podría ser de carácter total (8) aunque el impacto sea de orden parcial o extenso, la vulnerabilidad de la actividad misma podría presentar las peores consecuencias (muerte de peces). El momento es (4) de aparición a corto plazo, en el caso de que se esté llevando a cabo la perforación del Túnel y presente repercusiones negativas en las aguas superficiales (nivel friático). La persistencia podría ser de efecto temporal (2) oscilando la persistencia entre uno y cinco años, la reversibilidad es a corto plazo (1) si es menor a un año, la capacidad de recuperabilidad podría ser a mediano plazo (2). El efecto podría presentar un sinergismo con otras acciones moderado (2), la acción no produce acumulativos (1) es de acumulación simple, el efecto sería indirecto (1) y tendría una periodicidad igual a (1).

Disminución del recurso hídrico en los sistemas de riego de cultivos y abrevaderos por la construcción del Túnel. SIA (52)

La reducción de caudal hídrico superficial por eventual abatimiento del manto freático puede causar desabasto en los sistemas de riego de cultivos y/o abrevaderos, distribuidos dentro del área de influencia directa (construcción del Túnel)

La intensidad puede ser de un efecto muy alto (8) la factibilidad de que suceda la acción sobre el factor es baja, sin embargo las actividades agropecuarias ubicados en la confluencia de la Ventana 2 entre otras podrían tener un impacto alto, la extensión es extenso (4) porque el o los sitios podrían ser impactados, pero se desconoce el alcance del mismo. El momento es (4) de aparición a corto plazo, que se esté llevando a cabo la perforación del Túnel y esta acción presente repercusiones negativas en las aguas (nivel freático), en el peor de los casos. La persistencia es de efecto temporal (2) el efecto podría oscilar entre fugaz y temporal (uno y menos a cinco años), la reversibilidad es a medio plazo (2) si va de uno a cinco años, la capacidad de recuperabilidad podría ser a mediano plazo (2). La acción podría presentar un sinergismo alto con otras acciones (4), la acción puede producir efectos acumulativos (4), el efecto sería indirecto (1) y tendría una periodicidad igual a (1) la ocurrencia puede ser discontinua.

Transición temporal de actividades agrícolas SIA 54

Se da un cambio de uso de la tierra, porque se da una transición de actividades agrícolas (café y musáceas) a un sitio de traslado y acopio de escombros.

La intensidad es de un efecto crítico (12) porque se da un cambio de uso de la tierra, pasando de áreas de cultivo a un sitio de acopio de escombros, la extensión es puntual (1) porque el sitio de escombrera estará ubicado en un lugar especifico, el momento (4) de aparición es inmediato, en tanto esté listo el sitio de acopio de escombros se inicia el traslado al mismo, la persistencia es temporal (2) pues el efecto tiene una duración menor a cinco años, la reversibilidad es a mediano plazo (2) siendo por un periodo menor a cinco años, cuando la capacidad de recuperabilidad es parcial (4) el efecto es mitigable. La acción presenta un sinergismo moderado (2) con otras acciones (1), la acción no produce acumulativos (1), el efecto sería indirecto (1) y tendría una periodicidad igual a (1).

Afectación permanente de las áreas utilizadas para cultivo por la construcción de la nueva infraestructura. SIA 69

Se da el cambio de uso de la tierra por la construcción del Tanque de Oscilación como una acción permanente, sobre o muy cerca a áreas de cultivo (cítricos).

La intensidad es de un efecto crítico (12) porque se da un cambio de uso de la tierra al cambiar el paisaje inmediato del área de frutales a un sitio de construcción permanente, la extensión es puntual (1) porque el sitio del tanque de oscilación estaría ubicado en un lugar especifico, el momento es (4) porque la aparición es inmediata en el tanto sea construido, la persistencia es permanente (4) pues el efecto tiene una duración mayor a cinco años, el efecto es irreversible (4), la capacidad de recuperabilidad es nula (8) pues el efecto es irrecuperable, presenta una sinergia moderada (2), la acción no produce acumulativos (1), el efecto es directo o primario y se da como punto negativo al área de cultivo adyacente (4) y tendría una periodicidad igual a (4) siendo este un efecto continuo.

Disminución de las áreas de cultivo de manera permanente por la construcción de la tubería. SIA 68

El cambio de uso de la tierra se da por la construcción de la Tubería de Presión como una acción permanente, ésta se construye sobre áreas de cultivo adyacente (margen izquierda, banano)

La intensidad es de un efecto crítico (12) porque se da un cambio de uso de la tierra, al cambiar el paisaje inmediato del área de cultivo (musaceas) a un sitio de construcción permanente, la extensión es puntual (1) porque el sitio del tanque de oscilación estaría ubicado en un lugar especifico, el momento es (4) porque la aparición es inmediata en el tanto sea construido, la persistencia es permanente (4) pues el efecto tiene una duración mayor a cinco años, la reversibilidad es irreversible (4) durando esta un periodo mayor a cinco años, cuando la capacidad de recuperabilidad es nula (8) el efecto es irrecuperable. No presenta sinergia con otras acciones (1), la acción no produce acumulativos (1), el efecto es directo o primario como punto negativo al área de cultivo adyacente (4) y tendría una periodicidad igual a (4) siendo este un efecto continuo.

Mejoría en la estabilidad de taludes, por readecuación accesos a Ventanas A y B. SIA 58

La readecuación de los accesos a las Ventanas A y B incluirá la realización de labores de rectificación de taludes, construcción de obras de estabilización y control de aguas de escorrentía, estas obras mejorarán sustancialmente la estabilidad de los taludes.

Abatimiento nivel freático por excavaciones para casa de máquinas.SIA 54

La construcción de la casa de máquinas requiere de excavaciones profundas que desestabilizarán los taludes de la ribera del río y además crearán nuevos taludes en un relleno inestable.

Afectación a red vial por traslado de materiales y agregados.SIA 77

El traslado de materiales y agregados causará deterioro a la red vial existente, especialmente la carretera Presa- El Congo, por la movilización frecuente de cargas de magnitud considerable.

Se presenta sinergia con el traslado de escombros.

Afectación a acuicultura por indisponibilidad de aguas producto de la construcción de Túnel.SIA 94

La excavación del Túnel afectará depósitos de agua subterránea produciendo incremento en el drenaje y haciendo que el manto freático se abata y que los manantiales y fuentes de agua reduzcan su caudal lo cual impedirá disponer de fuentes de agua para las actividades de acuicultura que son muy importantes como fuente de producción alimenticia y atracción turística.

Afectación a red vial por transporte de materiales y equipos para la construcción del Túnel.SIA 71

El transporte de los materiales y equipos requeridos para la construcción del Túnel causará deterioro de la red vial por la frecuencia y magnitud de las cargas movilizadas.

Se presenta sinergia con el acarreo de escombros y de equipos y materiales para otros frentes de trabajo.

Afectación a la red vial por traslado de escombros SIA 71

El transporte de los materiales y equipos requeridos para la construcción del Túnel causará deterioro de la red vial por la frecuencia y magnitud de las cargas movilizadas.

Se presenta sinergia con el acarreo de escombros y de equipos y materiales para otros frentes de trabajo.

Afectación a red vial por acarreo de equipos y materiales para construcción del tanque de oscilación.SIA 71

El transporte de los materiales y equipos requeridos para la construcción del tanque de oscilación causará deterioro de la red vial por la frecuencia y magnitud de las cargas movilizadas.

Se presenta sinergia con el acarreo de escombros y de equipos y materiales para otros frentes de trabajo.

Afectación a red vial por acarreo de equipos y materiales para construcción de la ampliación de la subestación SIA 71

El transporte de los materiales y equipos requeridos para la ampliación de la subestación causará deterioro de la red vial por la frecuencia y magnitud de las cargas movilizadas.

Se presenta sinergia con el acarreo de escombros y de equipos y materiales para otros frentes de trabajo.

Afectación a red vial por acarreo de equipos y materiales para construcción de la ampliación y modernización de la casa de máquinas. SIA 71

El transporte de los materiales y equipos requeridos para la ampliación de la subestación causará deterioro de la red vial por la frecuencia y magnitud de las cargas movilizadas.

Se presenta sinergia con el acarreo de escombros y de equipos y materiales para otros frentes de trabajo.

Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción y operación de campamentos e instalaciones SIA 54

La construcción y sobre todo la operación de los campamentos e instalaciones demandarán servicios públicos de agua, electricidad y teléfonos produciendo presión hacia la saturación de las redes.

Incremento en la demanda de servicios públicos por traslado y acopio de materiales y agregados.SIA 54

El traslado y acopio de materiales y agregados demandará servicios públicos de agua, electricidad y teléfonos produciendo presión hacia la saturación de las redes.

Existe interacción con las demandas de los campamentos, instalaciones y otros frentes de trabajo.

Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción del Túnel.SIA 54

La construcción del Túnel demandará servicios públicos de agua, electricidad y teléfonos produciendo presión hacia la saturación de las redes.

Existe interacción con las demandas de los campamentos, instalaciones y otros frentes de trabajo.

Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción del tanque de oscilación.SIA 54

La construcción del tanque de oscilación demandará servicios públicos de agua, electricidad y teléfonos produciendo presión hacia la saturación de las redes.

Existe interacción con las demandas de los campamentos, instalaciones y otros frentes de trabajo

Incremento en la demanda de servicios públicos por construcción de la tubería de presión.SIA 54

La construcción de la tubería de presión demandará servicios públicos de agua, electricidad y teléfonos produciendo presión hacia la saturación de las redes.

Existe interacción con las demandas de los campamentos, instalaciones y otros frentes de trabajo.

Incremento en la disponibilidad de energía eléctrica de bajo costo para el sistema nacional interconectado.SIA 94

La generación de cantidades adicionales de energía y el incremento en la potencia instalada fortalecen el servicio eléctrico a nivel nacional.

Incremento en la calidad de vida producido por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B. SIA 74

Las obras de mejoramiento de la carretera Presa-El Congo producen incremento en la calidad de vida de los habitantes de la región al proporcionarles una red vial en mejor estado y con mejores condiciones de seguridad.

Afectación a la seguridad vial por explotación, extracción, traslado y acopio de materiales y agregados.SIA 57

El traslado de materiales y agregados incrementará fuertemente el tránsito de equipo pesado por la carretera produciendo peligro de accidentes de la circulación vehicular.

Existe sinergia con la movilización de maquinaria y materiales hacia todos los frentes de trabajo.

Mejora en la seguridad vial por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.SIA 66

Las obras de reacondicionamiento de acceso a la Ventana B mejorarán la seguridad vial ya que facilitarán la movilización continua de maquinaria y equipo pesado. Al finalizar la construcción del proyecto estas mejoras permanecerán para el beneficio de las comunidades allí establecidas.

Afectación a la seguridad vial por traslado y acopio de escombros.SIA 55

El traslado y de escombros incrementará fuertemente el tránsito de equipo pesado por la carretera produciendo peligro de accidentes de la circulación vehicular.

Existe sinergia con la movilización de maquinaria y materiales hacia todos los frentes de trabajo

Afectación a la seguridad vial por construcción de la Ampliación y Modernización de la Casa de Máquinas.SIA 59

La movilización de maquinaria y equipos hacia el frente de construcción de la Ampliación y Modernización de la Casa de Máquinas afectará la seguridad vial.

Existe sinergia con el acarreo de agregados y escombros y con la movilización de equipos y materiales hacia los demás frentes de trabajo.

Pérdida de aguas subterráneas por eliminación de rebalses de Presa.SIA 64

La eliminación de los rebalses de la Presa va a incrementar la condición seca del cauce hasta el Desfogue del Proyecto La Joya, impidiendo la infiltración de aguas hacia el subsuelo.

Aumento en fuentes de empleo por la construcción del Túnel. SIA 72

La construcción del proyecto y sus respectivas obras civiles como la construcción del Túnel, tiene un impacto positivo directo para las comunidades del AID y AII del proyecto, ya que durante la fase constructiva se contratará personal.

Se estima la creación de cerca de 500 nuevos puestos de trabajo para las comunidades del AID y AII.

El grado de incidencia es de un efecto muy alto, ya que se espera contratar personal de la zona, intensidad (8). La extensión es tanto del AID como del AII, la extensión es total (8) El momento de aparición es inmediato (4) La persistencia es temporal (2 El impacto es irreversible (4) La recuperabilidad a las condiciones anteriores es parcial, ya que se espera que los nuevos trabajadores logren mayores competencias para colocarse laboralmente con la experiencia adquirida en el ICE (8) La sinergia es moderada (2) El efecto es acumulativo (4) durante por lo menos tres años. El efecto es directo sobre la población (4) y la periodicidad es continua (4)

Afectación a la operación de viveros por construcción de campamentos e instalaciones.SIA 55.

La construcción y sobre todo la operación de los campamentos e instalaciones demandará la construcción de edificaciones y el desmantele de algunas galeras que son usadas como viveros.

Hay un cambio de uso parcial, que disminuye el terreno dedicado como vivero.

Intensidad (8) El grado de intensidad de la acción (construcción de campamentos e instalaciones) sobre el factor ambiental (edificaciones) es muy alto, ya que hay construcción de edificaciones nuevas y cambio del terreno que antes era predominantemente vivero. En cuanto a la extensión, es decir, al área de influencia del impacto en relación con el entorno de la actividad, el impacto es parcial, por lo que tiene un valor de 2. Con respecto al momento de aparición, es decir, la aparición del impacto es inmediato al igual que su efecto, ya que modifica las edificaciones existentes en el vivero del ICE, por lo que el valor es 8, la incidencia de la acción es crítica. La persistencia

del impacto es temporal, por lo que tiene un valor de 2. La reversibilidad del impacto es a medio plazo, es decir un período que va de 1 a 5 años, por lo que tiene un valor 2. La posibilidad de recuperabilidad parcial, es decir, a mediano plazo, con un valor 4. Existe sinergia, en relación a los efectos por acciones que actúan simultáneamente, por tanto, tiene un valor 4. La acción, en relación a la Acumulación es simple, el efecto se valora con 1. El Efecto es directo, ya que la recuperación de la acción es consecuencia directa de ésta, se le asigna un valor 4. El Efecto es periódico, es decir, recurrente, por lo que tiene un valor 2.

Presión y demanda del recurso hídrico para el consumo de campamentos e instalaciones SIA 88

El incremento en la demanda de servicios como el agua para el campamento e instalaciones ICE, requiere solicitar el recurso agua al Concejo Municipal de Paraíso, al Departamento de Aguas de la Municipalidad de Paraíso y a la Asociación de Desarrollo Integral de Urasca, este recurso es sumamente sensible para las comunidades, y requiere un proceso de negociación.

La incidencia de la construcción de campamentos (acción) sobre la red de suministro de servicios (agua, luz, telefonía) es de un efecto crítico (valor 12), dada la sensibilidad del recurso hídrico. La extensión total (valor 8), se ubica en el área de influencia directa, y afecta al área de influencia indirecta. El momento de aparición del impacto es crítico, ya que tanto la construcción y operación de los campamentos, reflejan un impacto en la demanda del recurso hídrico inmediato (valor 8), y dicho recurso es sensible tanto como recurso natural como para las comunidades. La persistencia del impacto es permanente, ya que se seguirá utilizando los servicios de la red pública (valor 4). Con respecto a la Reversibilidad, el impacto es irreversible (valor 4). Sobre la recuperabilidad, el efecto es irrecuperable, ya que la alteración es imposible de reparar, ya que la demanda del servicio es constante, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias (valor 4). El impacto es altamente sinérgico, ya que la demanda de servicios, tiene otros impactos asociados en el ámbito social, en relación a las expectativas comunales y apoyo en infraestructura comunal, por lo que se le asigna un valor de 4. Acumulación, persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera, por lo que la construcción de campamentos demanda servicios públicos de manera continuada, el valor es 4. El efecto, es decir la relación causa efecto, de la construcción de campamentos sobre los servicios públicos es directo (valor 4). La periodicidad del impacto es continua, dado que la demanda de servicios es constante en el tiempo (valor 4)

Modificación de las dinámicas sociales por alteración de vías de acceso debido a la construcción del tanque de oscilación, casa de válvulas y tubería de presión. SIA 62

La construcción de un nuevo tanque de oscilación, de una casa nueva de válvulas y de otra tubería de presión, genera una alteración en la manera en que las personas se relacionan con su entorno, por ejemplo el paisaje y las vías de acceso de las comunidades próximas.

Intensidad con efecto alto por tratarse de un obra civil que puede afectar el ingreso y salida de los pobladores y parceleros (4), la extensión de la acción es localizada, pero el impacto tiene una influencia generalizada en la población y parceleros de San Miguel, por lo cual se identifica como crítico, por los impactos en la cotidianidad y los potenciales

conflictos sociales asociados a una obra de este tipo (12). Momento es inmediato entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, dado los efectos en los patrones socio-culturales, y las molestias que puede generar el libre tránsito, se considera crítico (8). La persistencia es temporal (valor 2). El impacto es reversible (valor 1) recuperabilidad, hay posibilidad de reconstrucción total del factor afectado, por lo menos a medio plazo (valor 2) Sinergia: Se dan varias obras civiles en el AP, por lo que el impacto es altamente sinérgico (valor 4). El efecto de varias obras es acumulativo (valor 4). El efecto es directo (4). La periodicidad es constante en el tiempo, dado que se da una ocupación de un espacio consecuencia de una construcción.

Aumento de la percepción de riesgo en las comunidades por el traslado y acopio de escombros (sitios de escombrera) SIA 66

El traslado y acopio de materiales, en lo que se llama escombreras sumado a las obras civiles del proyecto, aumenta el temor y la percepción de riesgo de las comunidades.

El aumento de la percepción de riesgo es alta por parte de las comunidades sobre la afectación tanto a sus recursos naturales como a sus bienes culturales, y sus valores sociales como sus formas de vida y de su manera de convivir.

La intensidad del impacto en relación al grado de incidencia del traslado y acopio de materiales sobre los elementos culturales y sociales, están en relación a la modificación del paisaje y el cambio sobre valores sociales acerca del patrimonio y la biodiversidad, según la percepción de los encuestados con el instrumento de percepción local para el EsIA del PMA Cachí (8). La extensión de los sitios de escombreras es extenso (4). El plazo de manifestación del impacto es inmediato (4). La permanencia del impacto tiene una duración superior a 5 años, la persistencia (4). La posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida dura más de 5 años, por lo que la reversibilidad es 4. En cuanto a la recuperabilidad, la misma es de más de 5 años y las condiciones nunca serán las mismas, por lo que el valor es 8. La ejecución de varias obras civiles a lo largo de un período de tiempo en el trayecto de varias comunidades, evidencian que puede generarse efectos acumulativos para la población, significa que es altamente sinérgico (4). A su vez, la sumatoria de estas obras civiles en el transcurso de tres años que dura la fase constructiva podría representar la acumulación de las mismas para la percepción local, el valor es 4. El efecto es directo (4). La periodicidad del impacto es continuo en el tiempo (4)

Presión sobre características demográficas en las comunidades por los trabajadores que residen y laboran en campamentos e instalaciones.SIA 76

Con la construcción de campamentos e instalaciones, y su eventual operación, se va a dar en las comunidades próximas un aumento en la densidad poblacional considerable.
-Se da un aumento de mano de obra que estará presente en las obras civiles, que a su vez, van a hacer uso y demanda de bienes y servicios de las comunidades más próximas, que en este caso son Cachí centro y Urasca.

La presión de las características demográficas se dará efectivamente en el espacio físico donde se ubique el campamento, que se tiene previsto sea en la zona donde actualmente está el vivero del ICE, pero hay una relación con el entorno directa e indirecta.

El grado de incidencia de la construcción de campamentos e instalaciones sobre la cantidad de personas por metro cuadrado, puede aumentar, es un efecto crítico 12. En este caso la extensión se refiere también al área de influencia directa e indirecta tanto biofísica como social, por lo que el impacto tiene un carácter extenso que abarca inclusive a las área de influencia indirecta, la extensión es total (8). La manifestación de impacto inmediata (valor 4). La persistencia es temporal, ya que dura entre 1 y 5 años (2) La reversibilidad es a medio plazo, en caso de que disminuya la demanda de mano de obra y ya no sean necesarios los campamentos (2). La recuperabilidad del entorno a sus condiciones iniciales antes de la construcción de los campamentos e instalaciones es recuperable a medio plazo (2). Hay sinergia, ya que hay reforzamiento de dos o más efectos simples (4). Es acumulativo, ya que se da un ingreso de aproximadamente 500 plazas (4). El efecto es directo (4). La periodicidad es recurrente, dado que es un efecto periódico, mientras dura la fase constructiva (2)

Aumento en la demanda de servicios como educación, salud, seguridad, por parte de los trabajadores (y sus familias). SIA 60

En las obras constructivas del Túnel se requiere de una cantidad de mano de obra considerable (tanto para los trabajadores como para su familia), que eventualmente pueden requerir de servicios de salud, seguridad y educación.

Intensidad es muy alta (8) por tratarse de impactos potenciales en relación a incidencia de la construcción del Túnel sobre la calidad de vida no solo de la mano de obra contratada sino sobre las condiciones existentes. La extensión abarca tanto el AID como el AII, por lo que el valor es total (8). El momento de aparición es inmediato (4), que puede ocurrir una demanda de los servicios de salud (2). La persistencia del impacto sería temporal (2) La reversibilidad es a mediano plazo, que va de 1 a 5 años (2). Recuperabilidad de la calidad de vida, específicamente en la demanda en el uso de servicios para la calidad de vida en función de las obras constructivas, es parcial (4). Las acciones que actúan simultáneamente son tanto la construcción del Túnel y demás obras civiles, como la cantidad de personal en la zona, por lo que se intensifica tanto las actividades como la población que demanda servicios. La sinergia es alta (4) Hay un efecto de acumulación de varios factores que inciden en la calidad de vida (4). El efecto es directo (4). La periodicidad es recurrente, ya que se da o podría presentarse de manera latente y manifiesta durante el tiempo que dure la fase constructiva (2).

Afectación a la calidad de vida de las comunidades por la construcción del Túnel SIA 92

La construcción del Túnel afecta la percepción de riesgo en las comunidades, sobre el sistema de valores en los que vive y en relación con sus expectativas, sus normas e inquietudes.

La intensidad tiene un efecto crítico, que amerita monitorear este impacto social en la fase constructiva, en aras de preservar la calidad de vida sobre todo la salud de las personas y el medio ambiente (12). La extensión impacta el área de influencia directa e indirecta, es crítica (12). El momento de la aparición crítico (2). La persistencia de este impacto es permanente (4). El impacto es irreversible (4). La recuperabilidad de la calidad de vida como percepción de las comunidades es parcial (4). La sinergia es puntualmente por las acciones propias de la fase constructiva, la sinergia es alta (4). El efecto es acumulativo,

ya que la fase constructiva durará aproximadamente 3 años (4) El efecto es directo sobre las personas y su percepción sobre la afectación a su contexto y expectativas es directo (4). La periodicidad es continua, ya que se da durante una línea de tiempo y las obras continúan hasta casi 3 años (4).

Aumento en la cantidad de desechos por la construcción y operación de campamentos.SIA 86

La construcción y operación de campamentos e instalaciones generará una cantidad considerable de desechos sólidos, residuales y especiales que deben ser depositados adecuadamente en un lugar aprobado por el Ministerio de Salud.

Intensidad es crítica debido a la elevada cantidad de desechos a generar(12). La extensión impacta el AP, AID y AII; es crítico (12) El momento de la aparición es a medio plazo (2) La persistencia de estas actividades son temporales (2). El impacto es irreversible (4) La recuperabilidad se da a plazo medio (2) La sinergia es alta por las acciones propias de la fase constructiva y principalmente en la fase operativa (4). El efecto es acumulativo, ya los campamentos estarán en la zona durante aproximadamente 3 a 4 años (4) El efecto es directo sobre las personas y el entorno (4) La periodicidad es continua, ya que se da durante una línea de tiempo y las obras continúan hasta casi 3 años (4).

Secado temporal de los manantiales que alimentan a la red de acueductos locales.SIA 88

La construcción del Túnel genera el riesgo de un secado parcial de los manantiales que alimentan la red local de acueductos lo que ha generado un creciente temor y molestia en las comunidades del AID y el AII.

El tema del recurso hídrico es crítico por su sensibilidad en las comunidades, y por ser el principal factor para potenciales conflictos sociales.

Intensidad tiene un efecto crítico (12) La extensión impacta el AID y AII, es crítico (12) El momento de la aparición es a medio plazo (2) La persistencia de estas actividades son temporales (2) El impacto es reversible a mediano plazo (2)El impacto tiene recuperación parcial (4) La sinergia alta, debido a la diversidad de variables que inciden sobre este impacto (4) El efecto es acumulativo, ya que la fase constructiva durará aproximadamente 3 años (4) El efecto del ruido es directo sobre las personas y el entorno (4) La periodicidad es continua, ya que se da durante una línea de tiempo y las obras continúan hasta casi 3 años (4).

Afectación a la seguridad y circulación vial por la construcción y reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas a y b. SIA 86

Reacondicionamiento Ventana B e interrupción de esta vía temporalmente.

Afectación en la circulación vial por Ventana B. Aumento en el riesgo de la seguridad vial. Intensidad tiene un efecto crítico, ya que hay un grado de incidencia sobre la seguridad vial con una afectación constante sobre diversos factores ambientales (12). El impacto en cuanto a la extensión es crítico (12). El momento de aparición es inmediato que se inician

las obras constructivas (4). La persistencia es temporal (2). Los impactos son reversibles plazo medio (2). La recuperabilidad es de plazo medio (2). Hay varios factores ambientales impactados por varias acciones, por lo que hay alta sinergia (4). Los efectos son acumulativos (4). El efecto es directo (4). La periodicidad es de aproximadamente tres años, es continuo (4).

Incremento en el riesgo de accidentes peatonales o vehiculares por el traslado y acopio de materiales (escombreras) SIA 94

El traslado y acopio de materiales, requiere acondicionar varios terrenos como escombreras, por lo que amerita posibles obras civiles en la carretera en la fase constructiva, y en la fase operativa, además de un flujo vehicular de traslado y acarreo de materiales de los frentes del Túnel hasta los sitios de escombreras.

La intensidad es de un efecto crítico (12). La extensión muestra un impacto extenso, ya que está asociado tanto con el AID como con el AII, es una extensión crítica por el tipo de ruta vial (12). El momento de aparición es crítico por las consecuencias en la alteración de la vía (12). La persistencia es temporal (2). La reversibilidad es de plazo medio (2) La recuperabilidad es parcial, ya que se da una alteración (4). La sinergia es alta, ya que confabulan varias variables en este impacto (4) El efecto es acumulativo (4) El efecto es directo (4) y la periodicidad es recurrente (2).

Incremento de potenciales riesgos de accidentes por la construcción del Túnel SIA 72

La construcción del Túnel de 80 metros o más por debajo del trayecto aumenta los potenciales riesgos de accidentes de los trabajadores.

La intensidad es de un efecto crítica (12). La extensión muestra un impacto extenso, ya que está asociado tanto con el AID como con el AII (4) El momento de aparición es inmediato (4) La persistencia es temporal (2) La reversibilidad es de plazo medio (2) La recuperabilidad es parcial (4) La sinergia alta, ya que se unen varios factores en la variable de riesgo de accidentes (4) El efecto es acumulativo (4) El efecto es directo (4) y la periodicidad es continuo (4).

Presión en la infraestructura local para satisfacer la creciente demanda por el ingreso de mano de obra en la construcción del Túnel. SIA 74

Con la contratación de mano de obra para la construcción del Túnel, se requiere de infraestructura local que tenga capacidad de carga de aproximadamente las 500 nuevas plazas para construir el Túnel y sus respectivas familias.

La intensidad tiene un efecto crítico, que amerita monitorear este impacto en la fase constructiva, en aras de preservar la viabilidad social del proyecto, de las personas y el medio ambiente (12). La extensión impacta el área de influencia directa e indirecta (4) El momento de la aparición es inmediato (4). La persistencia de estas actividades son temporales (2). El impacto es irreversible (4). La recuperabilidad del aire y la calidad de vida, se da a plazo medio (4) La sinergia es puntualmente por las acciones propias de la fase constructiva, la sinergia es alta (4). El efecto es acumulativo, ya que la fase constructiva durará aproximadamente 3 años (4). El efecto es directo sobre las personas y

el factor aire (4) La periodicidad es continua, ya que se da durante una línea de tiempo y las obras continúan hasta casi 3 años (4).

Aumento en las actividades comerciales por la construcción del Túnel y obras civiles en general.SIA 64

La construcción de las obras civiles como la construcción del Túnel significan un aumento del acceso económico de la población que reactivará el comercio local.

Además con las nuevas 500 plazas para la construcción del Túnel, es de suponer, según economía básica, que entre más poder adquisitivo tengan las personas mayores son sus gastos, es decir, su consumo, por lo que esto puede ser bastante positivo para el comercio local.

La economía local será estimulada por la construcción del Túnel y se prevé un crecimiento significativo.

El grado de incidencia es de un efecto muy alto, ya que se espera contratar personal de la zona, por lo que aumentaría el ingreso económico familiar y su capacidad adquisitiva, intensidad (8). La extensión es tanto del AID como del AII (4) El momento de aparición es crítico (8) La persistencia es temporal (2) La reversibilidad es a plazo medio (2) La recuperabilidad a las condiciones anteriores es parcial, ya que se los nuevos trabajadores mejoraran sus condiciones económicas (4) La sinergia es alta (4) El efecto es acumulativo (4) durante por lo menos tres años. El efecto es directo sobre la población (4) y la periocidad es continua (4).

Aumento en el poder adquisitivo de la población debido a las fuentes de empleo derivadas de la construcción del Túnel. SIA 96

La contratación de mano de obra local mejorará el poder adquisitivo de la población, lo que mejora la calidad de vida y las condiciones socioeconómicas de las comunidades, además, reactiva la economía local, por lo que estas condiciones son altamente considerables.

El grado de incidencia es de un efecto crítico, debido a sus implicaciones socioeconómicas (12). La extensión crítica (12) El momento de aparición es crítico (8) La persistencia es temporal (2) La reversibilidad es a plazo medio (2) Es irrecuperable, es decir, el aumento en el poder adquisitivo modifica las condiciones existentes de manera tajante (8). La sinergia es alta (4) El efecto es acumulativo (4) durante por lo menos tres años. El efecto es directo sobre la población (4) y la periodicidad es continua (4).

Aumento en el valor de la tierra de las propiedades cercanas al AP, por la mejoría en las vías y accesos del proyecto SIA 68

El reacondicionamiento de accesos y caminos, incrementaría el valor de terrenos cercanos al AP que al momento no tienen accesos.

El grado de incidencia es de un efecto muy alto (8), debido a sus implicaciones socioeconómicas (12). La extensión es parcial (2) El momento de aparición es crítico (8) La persistencia es permanente (4) Es irreversible (4) Es irrecuperable, es decir, el

reacondicionamiento de vías y accesos repercute en mejores condiciones para terrenos cercanos (8) La sinergia es alta (4) El efecto es acumulativo (4) durante por lo menos tres años. El efecto es directo sobre la población (4) y la periodicidad es continua (4).

Aumento de un potencial conflicto social en las comunidades por percepción de riesgo, debido a la construcción del tanque de oscilación y obras civiles. SIA 62

Se genera temor, posiciones defensivas, y alta percepción de riesgos de las comunidades próximas: San Jerónimo, San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique. Es un potencial conflicto social.

Intensidad con efecto alto por tratarse de una obra civil que puede afectar el ingreso y salida de los pobladores y parceleros (4). La extensión de la acción es localizada, pero el impacto tiene una influencia generalizada en la población y parceleros de San Miguel , por lo cual se identifica como crítico, por los impactos en la cotidianidad y los potenciales conflictos sociales asociados a una obra de este tipo(12). Momento es inmediato entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, dado los efectos en los patrones socio-culturales, y las molestias que puede generar el libre tránsito, se considera crítico (8). La persistencia es temporal (valor 2). El impacto es reversible (valor 1) Recuperabilidad, hay posibilidad de reconstrucción total del factor afectado, por lo menos a medio plazo (valor 2). Sinergia: Se dan varias obras civiles en el AP, por lo que el impacto es altamente sinérgico (valor 4) El efecto de varias obras es acumulativo (valor 4) El efecto es directo (4) La periodicidad es constante en el tiempo, dado que se da una ocupación de un espacio consecuencia de una construcción.

8.2 Análisis de los efectos acumulativos

Impacto Acumulativo: Aquel impacto que, al prolongarse en el tiempo la acción de la causa, incrementa progresivamente su gravedad o beneficio" Diccionario del Medio Ambiente E-I Bolivia. 2008"

Los efectos acumulativos del presente proyecto en los medios: Físico y Biológico son los que estarían vinculados directamente con el abatimiento del manto freático de un acuífero libre identificado en el sitio del proyecto a raíz de la excavación del nuevo Túnel así como con la pérdida de la cobertura vegetal en los sitios de construcción, con la ventaja que éstos últimos son pocos y poseen una extensión bastante reducida. En el medio Humano la totalidad de los impactos significativos identificados se les categorizó con este atributo a la hora de su valoración tanto en los impactos negativos como en los positivos, particularidad que se considerará en la formulación del plan de gestión ambiental del proyecto los cuales establecerán las acciones o mecanismos que ayuden a verificar la efectividad de las respectivas medidas formuladas para su control o mitigación o de maximización de sus beneficios en el caso de los positivos.

Se prestará especial atención a los impactos que alteren la calidad de vida de los habitantes del área del Proyecto en particular los que pueden generar interrupciones en la continuidad del suministro de los servicios básicos de esas comunidades, entre éstos los más sensibles de ser afectados por el proyecto como son el suministro de agua potable y facilidades de comunicación y/o transporte.

8.3 Análisis de los efectos sinérgicos de otros proyectos en construcción y operación

"La sinergia es la integración de elementos que da como resultado algo más grande que la simple suma de éstos, es decir, cuando dos o más elementos se unen sinérgicamente crean un resultado que aprovecha y maximiza las cualidades de cada uno de los elementos."

"Impacto Sinérgico: Aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales, contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo, aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos." Diccionario del Medio Ambiente E-I Bolivia. 2008"

Como se ha señalado en la descripción del escenario cero o base del entorno del presente proyecto, se trata de una zona rural en que la economía local gira alrededor de las actividades agropecuarias y en menor medida del turismo, a raíz de la construcción del PMA Cachí se ha generado una sinergia dentro de las comunidades de su área de influencia ambiental ante el temor de una repetición de la repercusión o similar a la que fue generada por la excavación del Túnel de la Planta La Joya propiedad de Unión Fenosa, la cual en el año 2004 durante su proceso constructivo se secaron los manantiales que alimentaban el acueducto local de aquel momento. Como una medida retributiva la empresa señalada construyó un nuevo acueducto para la comunidad de Tururrique (comunidad afectada directamente en aquel momento) así como varias tomas más en el sitio conocido como "Palmichal" en las cercanías del trazado del nuevo Túnel que planea excavar el ICE; es por ello que en el presente EIA se le ha prestado una atención especial a una posible repercusión en esta variable ambiental aunque en el presente caso se darían varios hechos diferentes con lo que aconteció en la pasada experiencia en particular por la profundidad que iría el nuevo trazado así como por la tecnología de excavación del Túnel que se empleará la cual debe tener presente la cercanía de un Túnel en operación lo que exigirá tener presente una serie prevenciones al respecto como es el caso de la modalidad excavación conocida como de preinyección concreto, es por ello que se tomarán todas las medidas preventivas y de seguridad necesarias para evitar un colapso en este último que ponga en serio peligro la operación actual de la Planta Hidroeléctrica de Cachí, y el resto de las plantas hidroeléctricas ubicadas aguas abajo, a raíz de lo anterior el nivel de avance de las excavaciones programado va a ser muy lento a diferencia de los niveles de avance que se manejaron en la excavación del Túnel del P. H. La Joya. A pesar de lo anterior y ante el caso de un cambio en el proceso de excavación se ha mantenido desde ya un contacto directo con las diferentes asociaciones comunales que administran actualmente los acueductos locales (ASADAS y otros) con el fin de mantenerlos informados así como establecer medidas preventivas en conjunto para asegurarles el suministro de agua durante el nuevo proceso constructivo.

En la formulación del plan de gestión ambiental podrán apreciar las medidas preventivas que el ICE se está comprometiendo a realizar con el fin de evitar o atender efectivamente cualquier eventual contratiempo o repercusión en el suministro del agua en la zona a causa de la excavación del nuevo Túnel.

A parte del anterior impacto sinérgico no se detectaron otros a ser provocados por el presente proyecto de una igual significancia por tratarse de una ampliación de una planta hidroeléctrica ya existente en la cual no se va agregar ningún otro mega-componente adicional (llámese edificación, Represa, embalse, subestación) a excepción del nuevo Túnel, que ponga en riesgo de manera sumatoria con otras acciones preexistentes las variables socio- ambientales allí existentes. Si las hay éstas serán de carácter temporal de baja repercusión como sería las relacionadas con la movilización vehicular o la creación de nuevas fuentes de trabajo durante la fase constructiva del proyecto.

8.4 Síntesis de la evaluación de impactos ambientales

Una vez filtrado e integrada la lista general o global de impactos (Cuadro N° 7.4.3) se presenta a continuación el cuadro con los impactos terminales más relevantes a ser considerados en la formulación del pronóstico - plan de gestión ambiental (P- PGA) del presente Proyecto.

N°.	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	GÉNERO
1	Emisión de polvo - partículas en suspensión producto del acarreo de materiales	-
2	Remoción de capa órgano mineral del suelo	-
3	Disminución del nivel freático	-
4	Perdida Cobertura vegetal (bosque ripario - árboles dispersos - área de reforestación - en proceso de regeneración)	-
5	Eliminación y alteración de hábitat de fauna terrestre	-
6	Disminución del recurso hídrico en los sistemas de riego de cultivos y abrevaderos por la construcción del Túnel.	-
7	Transición temporal de actividades agrícolas	-
8	Afectación permanente de las áreas utilizadas para cultivo por la construcción de la nueva infraestructura.	-
9	Afectación a los estanques (cultivo de tilapias) por reducción del caudal hídrico superficial	-
10	Afectación a red vial local (infraestructura)	-
11	Presión en la infraestructura local para satisfacer la creciente demanda del recurso hídrico para el consumo de campamentos e instalaciones por el ingreso de mano de obra en la construcción del Túnel.	-
12	Afectación a la operación de viveros por construcción de campamentos e instalaciones.	-
13	Incremento en la demanda de servicios públicos	
14	Incremento en la disponibilidad de energía eléctrica de bajo costo para el sistema nacional interconectado.	+
15	Presión sobre características demográficas en las comunidades por los trabajadores que residen y laboran en campamentos e instalaciones.	
16	Incremento en la calidad de vida producido por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.	+
17	Afectación a la calidad de vida de las comunidades por la construcción del Túnel	-
18	Aumento en la cantidad de desechos por la construcción y operación de campamentos.	-
19	Modificación de las dinámicas sociales por alteración de vías de acceso debido a la construcción del tanque de oscilación, casa de válvulas y tubería de presión	-
20	Secado temporal de los manantiales que alimentan a la red de acueductos locales.	-
21	Afectación a la seguridad y circulación vial (Incremento en el riesgo de accidentes peatonales o vehiculares por el traslado y acopio de materiales)	-
22	Mejora en la seguridad vial por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.	-
23	Aumento en fuentes de empleo por la construcción del Túnel.	+
24	Aumento en las actividades comerciales por la construcción del Túnel y obras civiles en general.	+
25	Aumento en el valor de la tierra de las propiedades cercanas al AP, por la mejoría en las vías y accesos del proyecto	+
26	Aumento en el poder adquisitivo de la población debido a las fuentes de empleo derivadas de la construcción del Túnel.	+

9 PRONÓSTICO - PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)

9.1 Organización del proyecto y ejecutor de las medidas

Cómo se ha evidenciado a lo largo del presente estudio de impacto ambiental las repercusiones del presente proyecto se circunscriben a la acción de la excavación del nuevo Túnel y en menor medida por las obras de construcción asociadas al tanque de oscilación y a la tubería a presión. Desde esta óptica los principales impactos que se han identificado y evaluado están relacionados principalmente con potenciales efectos provocados por el abatimiento del manto freático y por el manejo de escombros, rehabilitación de accesos y por la movilización de la maquinaria y equipo por la red vial local y los asociados a la concentración de una población de trabajadores por un lapso de tiempo no mayor de 2 años que incidirán en una demanda temporal de los servicios públicos en el área de influencia ambiental del Proyecto en estudio ya descripta.

Tanto en lo biológico, como en las otras variables ambientales del entorno en que predominan las manifestaciones o acciones superficiales terrestres como es el caso de la arqueología se detectaron impactos de magnitudes mínimas o nulos por tratarse de obras civiles en su mayoría subterráneas asociadas a un número mínimo de obras superficiales de una reducida área de construcción o de carácter temporal.

Es por ello que se le prestó una especial atención a las obras o medidas ambientales formuladas relacionadas con la mitigación o compensación de los potenciales impactos provocados en el sistema del acueducto local allí instalado tanto para el consumo o abastecimiento humano como para otros usos: riego y para el consumo de los animales de granja; considerando lo anterior el área de influencia ambiental del proyecto se dividió en dos secciones a saber: la que se extiende desde la Toma (Represa) hasta la sección del trazado del futuro Túnel en las cercanías de la Ventana B del que está operando, en ella se ubican las comunidades Urasca y San Jerónimo y otros caseríos asociados a éstas, la segunda sección sería desde la Ventana B hasta la llegada de la nueva tubería a presión a casa de maquinas, en ella se ubican las comunidades de San Miguel, El Congo, Sabanillas y el centro urbano de Tucurrique.

En la primera sección se está recomendando el reacondicionamiento de la red del acueducto existente desde de la mejora de los tanques de regulación y almacenamiento hasta la mejora de las conducciones y tomas en éstas últimas cuanto a número así como una revisión del estado operatividad que presentan.

En cuanto al segundo tramo o sección señalada se evaluaron varias opciones para atender cualquier contingencia que se diera o presentara por el secado de algunos de los manantiales que actualmente están siendo explotados, éstas irían desde la perforación de pozos horizontales al actual acuífero que interceptará el nuevo Túnel a profundidades que aseguren la continuidad el suministro de agua hasta la adquisición o compra de una propiedad por parte de la Institución en la que se han identificado varios manantiales en las cuales brota un agua de muy alta calidad así como de un flujo o caudal con una permanencia a lo largo del todo el año, ubicada en las tierras altas de la cordillera, en la que se construiría un acueducto de una longitud aproximada de 5 Km. con un doble

propósito que sería atender la demanda de aguas que exigirá la construcción y la operación del proyecto en estudio así como para atender cualquier situación que se diera por el secado temporal de algunos de los manantiales que están siendo aprovechados por las comunidades señaladas durante el proceso de excavación del nuevo Túnel.

En la siguiente sección se presenta el cuadro que contiene el detalle del plan de gestión ambiental (PGA) que el equipo de trabajo de este estudio formuló para viabilizar ambientalmente el presente proyecto. En éste se incluye: Organización del proyecto y ejecutor de las medidas - -Costos de la gestión ambiental - Monitoreo – regencia Cronograma de ejecución.

9.1.1 Plan de superación ambiental post-operacional

En la fase de operación del proyecto se mantendrá nombrado un regente ambiental con el fin de darle la continuidad a las medidas ambientales señaladas en el pronóstico plan de gestión ambiental (PGA) que superen la fase constructiva, el cual deberá remitir informes a la Setena con una periodicidad que se ajuste a esa fase del ciclo de desarrollo del presente proyecto, éste atenderá los imprevistos y o contingencias no contempladas en el EIA debido al estado del arte en cuanto al diseño del proyecto en el momento de su ejecución.

9.2 Cuadro del pronóstico - Plan de gestión ambiental

Formulario del Plan de Gestión Ambiental

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN PLANTA HIDROELÉCTRICA DE CACHÍ

Dependencia	**UEN Proyectos y Servicios Asociados - CS Gestión Ambiental**	**Octubre, 2008**
Nombre del Estudio de Imapcto Ambiental	**Proyecto de Modernización y Ampliación P. H. Cachí**	**RESOLUCIÓN No. 579-2008 SETENA**
Nombre del Coordinador del EIA	**Lic. Geóg. Rogelio Zeledón Ureña**	**Provincia Cartago - cantones: Paraíso - Jiménez**
Nombre del Director del CS Gestión Ambiental	**Ing. Jorge Valverde Barrantes**	

Actividad (generó impacto)	Variable Ambiental (Impactada)	Impacto Ambiental	Regulación ambiental atinente	Acciones Correctivas	Responsable Ejecución (9.2.1 Organización del proyecto y ejecutor de las medidas)	Objetivos Ambientales (compromiso ambiental) (9.2.2 Plan de superación ambiental post-operacional)	Recursos (9.2.3 Costos de la gestión ambiental US $)	Tipo de Monitoreo - Responsable (indicadores de desempeño) (9.2.4 Monitoreo - regencia)	Fecha de Inicio (10)	Fecha Término (11)
Traslado y acopio de materiales o agregados (3)	Medio Físico - Atmósfera (microclima, ruido, aire)	Emisión de polvo - partículas en suspensión producto del acarreo de materiales (1)	CO-POL: Constitución Política. L 5395 Ley General de Salud. L 7554 Ley Orgánica del Ambiente. D 10541 Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones. D 11492 Reglamento sobre Higiene Industrial. D 28718 Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.	1- Utilizar únicamente equipos (maquinaria - flotilla vehicular) en excelente estado y verificar su mantenimiento. 2- Establecer velocidades moderadas y bajas para la circulación de vagonetas. 3- Exigir y controlar el uso de lonas para cubrir totalmente el material transportado. 4- Instalar sistemas aspersores de agua en los sitios de acopio.	Director del Proyecto. Regente Ambiental.	Minimizar la contaminación del aire. Minimizar la contaminación sónica.	COSTO ASOCIADO A LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO.	El monitoreo en este tipo de medidas ambientales es el seguimiento del cumplimiento de las disposiciones señaladas tanto en el marco normativo externo como en el protocolo interno de la seguridad laboral del Proyecto, a través del personal capacitado asignado a esas tareas.	Inicio del proyecto (tralasdo de agregados y escombros)	Inmediatamente después de finalizar la fase constructiva
Reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B - Traslado y acopio de escombros - Construcción de Tanque Oscilación	Medio Físico Erosión y depositación	Remoción de capa órgano mineral del suelo (2)	L- 276: Ley de Aguas. L-7317: Ley de Conservación de la Vida Silvestre. L-7575: Ley Forestal y sus reformas. L-7788: Ley de Biodiversidad. D-25721: Reglamento a la Ley Forestal. -D29375 Reglamento a la Ley de uso , manejo y conservación de suelos - L7914 Ley Nacional de Emergencia LEY 7779 USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS del veintitrés de abril de mil novecientos noventa y ocho	En el presente caso por tratarse de obras civiles en su mayoría de tipo subterráneo su grado de relevancia estará enfocado a los sitios puntuales de construcción de las obras de conducción superficial y asociadas como es el caso del tanque de oscilación así como a los sitios que serán empleados por las escombreras. 1. En los sitios de destape y escombreras, traslado de al menos los primeros 20 cm de suelo orgánico superficial hasta sitios de acopio. 2. Siembra de plantas de rápido crecimiento con abundante follaje como las leguminosas arbustivas o rastreras en los sitios de acopio, cuyo fin es su incorporación para mejorar el suelo almacenado (abonos verdes), además de protegerlo del impacto directo de la lluvia. 3. Manejo de aguas de escorrentía superficial en el acopio. Manejo de aguas superficiales en las áreas excavadas y escombrera 4. Rehabilitar la escombrera y sitios a recuperar ambientalmente mediante la capa de suelo rico en materia orgánica y humus, que se cita en el ítem anterior. Manejo de aguas de escorrentía. Construcción de trampas de sedimentos. Escalonamiento o terraceo de taludes en caminos con el fin de evitar taludes de altura excesiva. Aprovechar la vegetación cortada (superior a 10 cm de diámetro) utilizándola como barreras de protección contra derrumbes y erosión. La medida de recuperación se debe realizar posterior a la finalización de la construcción del proyecto. 5. Además de subsolar estos terrenos, esta la incorporación de materia orgánica y la depositación de suelo superficial. Posteriormente se debe sembrar plantas con sistemas radicales pivotantes, que rompan las capas de suelo compactadas 6. Prohibir la quema de la fitomasa.	Encargado de construcción de cada excavación y equipo de gestión ambiental. Director de Proyecto. Equipo de gestión ambiental C.S. Diseño. Área de Geología y Suelos UEN PySA Área Geología y Suelos UEN PySA	Asociado con el presupuesto de construcción + $10 000/año de construcción. Asociado con la construcción del proyecto, hay que presupuestar los costos de traslado de materiales inconsolidados y la conformación final del suelo excavado en los sitios de escombrera seleccionados, de acuerdo con los volúmenes de las excavaciones consideradas por el proyecto	20,000	Seguimiento a los sitios de acopio del material orgánico del suelo removido con el objetivo de asegurar la sostenibilidad y enrequicimiento vegetal para el momento de su restitución. A raíz del grado de erosión y desestabilización de laderas que se observa en la zona el ICE puede como una acción compensatoria facilitar o promover ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y como un incentivo para el desarrollo local, la capacitación de los productores en medidas de manejo de suelo y prácticas mecánicas de conservación de suelos, incluyendo por medio de talleres enfocados a la capacitación en practicas agro conservacionistas, reconocimiento de prácticas inadecuadas de manejo de suelos y agua, identificación de la erosión y la importancia de realizar prácticas de conservación. También, en materia de manejo del sobre pastoreo planificación de fincas, deslizamientos de suelo, producción de sedimentos por mal drenaje y diseño de caminos, todo esto para la recuperación, protección y conservación a nivel de finca del recurso suelo y agua.	Al iniciar las excavaciones	Inmediatamente después de finalizar la fase constructiva

Construcción /Excavación del Túnel	Medio Físico - Procesos Abatimiento manto freático	Disminución del nivel freático (3)	L-276: Ley de Aguas y sus reformas. L- 7554: Ley Orgánica del Ambiente. D-30387: Reglamento sobre Perforación de Pozos para Aguas Subterráneas.	1- En el caso de la opción de la excavación por medio de la preinyección de concreto es necesario hacer inyección al avance, durante el proceso constructivo, tanto en el Túnel como en la Ventana según lo descripto en la sección correspondiente de este EIA, de esta manera se garantiza una menor disminución del manto freático causado por la excavación del Túnel, también terminado el proceso de construcción el revestimiento final también ayudará en este proceso. 2- En el caso de la opción de excavación del Túnel empleando el TBM el contacto de las dovelas con la pared de éste en el avance o frente de excavación debe ser llenado con gravilla inyectada con lechada u otro producto impermeabilizante con el fin de reducir la entrada del agua del macizo al Túnel.	Director del Proyecto El grupo constructivo que se encuentre realizando la obra, este grupo lo comprende el ingeniero, el capataz y los operarios, también como es natural el jefe del proyecto.	En ambas opciones de excavación del Túnel con la inyección de concreto u otro producto impermeabilizante al avance o durante la construcción de la obra se garantiza, una disminución en el abatimiento del nivel freático, en el caso de que este se abata, se mensiona la inyección ya que no existe otro metodo para controlar fugas de agua ya sea en Túneles o presas .	COSTO ASOCIADO A LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO.	Para monitoriar, el resultado de la inyección es necesario realizar mediciones del nivel freático cada semana (perforaciones piesométricas), en las perforaciones construidas, para llevar a cabo el control del comportamiento del nivel freàtico y así garantizar que el nivel se esta recuperando con la inyección efectuada.	Inicio de la excavac ión	Final de la exca vación
Traslado y acopio de escombros - Construcción campamentos Instalaciones - Construcción de Tubería de Presión	Medio Biológico - Cobertura Vegetal	Perdida Cobertura vegetal (bosque ripario - árboles dispersos - área de reforestación - en proceso de regeneración) (4)	L-7554: Ley Orgánica del Ambiente. L-7575: Ley Forestal. L-7788: Ley de Biodiversidad. D-25721: Reglamento a la Ley Forestal.	En el caso de la perdida del bosque ripario que estaría asociado al establecimiento de una escombrera; se deberá reubicar el sitio de escombrera en una zona que ya esté intervenida. En el caso del sitio donde se prevee la construcción de campamentos y que afectaría algunos arboles de ceibo (Ceiba pentandra) que fueron plantados por reforestación, al ser arboles que aun no alcanzan grandes tallas, se recomieda extraer junto con el adobe, los arboles que serían desplazados por la infraestructura y reubicarlos en un lugar donde puedan quedar de forma permanente. Los arboles dispersos que se talarían en el área donde se instalaría la tubería de presión, corresponden a arboles de poró, los cuales podrían ser reemplazados por reforestación , en áreas aledañas, en una porporción de 1 a 5, con la inserción de otras especies nativas (tales como tirrá, Ulmus mexicana), que resulten atractivas para la fauna predominante en el sitio que son aves de diversas especies.	El Director del proyecto de manera conjunta con el regente forestal serán los responsables de encontrar otro sitio apropiado para el establecimiento de la escombrera. La reforestación y el traslado de los arboles de ceibo (Ceiba pentandra) hacia otro sector donde pueden ser replantados de forma permanente es una acción que deberá ser supervisada y verificada por el responsable ambiental del proyecto y profesional en ciencias biológicas o forestales a cargo.	Con el establecimiento de la escombrera en una zona diferente al bosque ripario se evitaría la perdida de un bosque ripario como ecosistema que ha alcanzado una etapa sucecional avanzada y que brinda diversos servicios ecosistémicos a la cuenca (protección de suelos y recurso hídrico, biodiversidad, fijación de carbono, etc.). Con la reforestación se espera dar viabilidad a la recuperación ambiental de áreas alteradas para que se conforme un hábitat que brinde oportunidad al establecimiento de una mayor diversidad biológica y cobertura vegetal que favorezca la protección del suelo. (Se deben de reforestar unas 5 hectáreas)	10,000	Para verificar el desempeño de la primera medida el responsable ambiental del proyecto deberá verificar que la escombrera se estableció en un sitio diferente al bosque propuesto inicialmente. Las áreas reforestadas deberán monitorearse periodicamente (una vez al año durante los tres primeros años), para verificar la tasa de sobrevivencia de los árboles plantados y de ser necesario plantar nuevos arboles un año después de que se hayan plantado los primeros.	Previo e inicio de la construcción de las instalaciones temporales	A un año del arranque del proyecto se deberá finalizar la reforestación en áreas aledañas al campamento, como máximo dos años despues de la fecha anterior se finalizará la reforestación en áreas aledañas a la tubería de presión y el monitoreo para verificar los indicadores finalizaría en 3 años en el primer caso y en el segundo dos años después de la siembra.
Traslado y acopio de escombros	Medio Biológico - Fauna terrestre	Eliminación y alteración de hábitat de fauna terrestre (5)	Ley de conservación vida silvestre - L 7888 Ley Biodiversidad	Al referirse este item al impacto que provocaría el potencial establecimiento de una escombrera en un bosque ripario que alberga especies de fauna amenazadas y en peligro de extinción se deberá reubicar la escombrera en otro sitio y no utilizar este bosque. . De hecho esta recomendación en el momento de ejecución del presente EIA fue incorporada en el diseño constructivo del poryecto reubicando la escombrera de los materiales a extraer de la excavación del Túnel un sitio con un uso del suelo ya intervenido	El ingeniero a cargo del diseño y construcción de proyecto de manera conjunta con el regente forestal serán los responsables de encontrar otro sitio apropiado para el establecimiento de la escombrera.	Evitar la alteración del hábitat para diversas especies de flora y fauna cuya conformación como ecosistema se ha dado a través de muchos años y que no se podría recuperar de generarse el impacto de su desplazamiento por el establecimiento de una escombrera. Se debe crear una cuadrilla de trabajo de rescate de fauna para un mes de trabajo (i biólogo, 4 peones)	5,000	El responsable ambiental del proyecto deberá verificar que la escombrera se estableció en un sitio diferente al bosque propuesto inicialmente.	Previo a las obras de excavación	Fecha inicio de la excavación del Túnel
Construcción /Excavación del Túnel	Factores Humanos- Uso de la Tierra - Plantaciones (cultivos)	Disminución del recurso hídrico en los sistemas de riego de cultivos y abrevaderos por la construcción del Túnel. (6)	L 1634 Ley de Agua Potable. D-30387: Reglamento sobre Perforación de Pozos para Aguas Subterráneas.	1- Para los períodos secos (relativamente cortos en la zona), la consecuencia de una reducción en los niveles de escorrentía de los cuerpos de agua en la zona para el caso de los cultivos y abrevaderos es considerable, por lo que se deberán tomar medidas preventivas en cuanto almacenamiento del recurso hídrico, tales como la construcción de piletas y/o tanques de almacenamiento de agua para los sistemas de riego existentes (por ej. San Jerónimo y San Miguel - Congo)	El director del proyecto de manera conjunta con el Responsable o regente Ambiental y su equipo de trabajo serán los responsables de diseñar, implementar y monitorear, los sistemas de almacenamiento termporal de agua para los productores que disponen de un sistema de riego permanente.	Asegurar el suministro del recurso hídrico para los sistemas de riego de los productores en tiempo crítico, mediante un sistema de almacenamiento temporal, debidamente diseñado, implementado y monitoreado, que provea de dicho recurso a los productores, durante los períodos críticos.	50,000	Un sistema de almacenamiento temporal del recurso hídrico, que proveea del mismo a los sistemas de riego y/o abrevadero, en caso de producirse una disminución del recurso hídrico subterráneo	Previo a las obras de excavación	Fecha inicio de la excavación del Túnel

Traslado y acopio de escombros	Factores Humanos - Uso d ela Tierra - Plantaciones (cultivos)	Transición temporal de actividades agrícolas (7)	Ley Forestal 7575 y su Reglamento Ley de Uso y Conservación de Suelos No 7779 y su Reglamento 29375	Compensar árboles perdidos en proporción de 1:10, los árboles serán reproducidos o propagados en el vivero del ICE, el cual entregará según sus procedimientos al respectivo interesado.	El Director del proyecto de manera conjunta con el regente forestal serán los encargados de ejecutar la medida, en coordinación con los encargados del vivero.	Reponer en una proporción de 1:10 la cantidad de árboles frutales perdidos, con árboles reproducidos o propagados en el vivero del ICE (los cuales también puede comprar).	5,000	Árboles frutales perdidos debidamente compensados en una proporción de 1:10.	Previo e inicio de la construcción de las instalaciones temporales	Dar seguimiento en los siguientes tres años a partir de la entrega y la siembra
Construcción de Tanque Oscilación - Tubería de Presión	Factores Humanos - Uso de la Tiierra Plantaciones (cultivos)	Afectación permanente de las áreas utilizadas para cultivo por la construcción de la nueva infraestructura. (8)	Ley Forestal 7575 y su Reglamento Ley de Uso y Conservación de Suelos No 7779 y su Reglamento 29375	Compensar las cepas de banano criollo, la cantidad de cepas perdidas en proporción de 1:10, serán reproducidas o propagadas en el vivero del ICE, el cual entregará según sus procedimientos al respectivo interesado	El Director del proyecto de manera conjunta con el regente forestal serán los encargados de ejecutar la medida, en coordinación con los encargados del vivero.	Reponer en una proporción de 1:10 la cantidad de cepas de banano criollo perdidas, con cepas nuevas reproducidos o propagados en el vivero del ICE (las cuales también puede comprar).	5,000	Cepas de banano criollo perdidas debidamente compensadas en una proporción de 1:10.	Previo e inicio de la construcción de las obras de conducción superficial	Dar seguimiento en los siguientes tres años a partir de la entrega y la siembra
Construcción /Excavación del Túnel	Factores Humanos - Uso de la Tierra- Acuicultura	Afectación a los estanques por reducción del caudal hídrico superficial (9)	L276 Ley de aguas - Reglamento de normas técnicas y procedimientos para el mantenimiento preventivo de los sistemas de bastecimiento de agua	En caso de contingencia, al presentarse esta situación deberán asegurarse las condiciones de oxigenación de los estanques, utilizando para ello procesos de reinyección o recirculación de aguas, o bien sistemas de oxigenación artificiales, que permitan durante el período crítico mantener las condiciones de los estanques, o bien trasladar la población piscícola a condiciones de sobrevivencia, mientras se restablecen las condiciones normales del sitio (por ej. Urasca y San Miguel - Congo).	El Director del proyecto de manera conjunta con el regente ambiental serán los encargados de ejecutar la medida, en coordinación con el CS Gestión Ambiental.	Asegurar, en caso de contingencia, las condiciones de oxigenación de los estanques, utilizando para ello procesos de reinyección o recirculación de aguas, o bien sistemas de oxigenación artificiales, que permitan durante el período crítico mantener las condiciones de los estanques, o bien trasladar la población piscícola a condiciones de sobrevivencia, o bien mientras se restablecen las condiciones normales del sitio (por ej. Urasca y San Miguel - Congo).	50,000	Estanques existentes debidamente funcionando durante el período crítico.	Previo a las obras de excavación (preparados para atender la contigencia)	Dar seguimiento en los siguientes dos años a partir del inicio de la excavación
Traslado y acopio de materiales o agregados - Construcción /Excavación del Túnel - Traslado y acopio de escombros - Construcción de Tanque Oscilación - Construcción (Ampliación de la Subestación) - Ampliación - Modernización de la Casa de Máquinas	Factores Humanos - Infraestructura - Red vial, puentes, etc..	Afectación a red vial local (10)	L5060 Ley General de caminos públicos - L 7331 Ley de tránsito por vías públicas y terrestres - D31686 Reglamento de la Ley de Tránsito	1- Al inicio del proyecto debe realizarse una limpieza completa del sistema de drenajes y una evaluación de estado de la carpeta asfáltica, muros de concreto y gaviones,drenajes y puentes. 2- Efectuar las reparaciones que permitan el uso continuo de la carretera Pres-El Congo. Estas consisten en: reparación de cajas de registro, tuberías y cabezales, construir 4 muros de concreto en puntos críticos (total 100 m) y construir 4 protecciones de gaviones en sitios que presenten pérdida de ancho útil por deslizamientos. 3- Al finalizar la movilización de materiales y equipos pesados realizar una revisión exhaustiva y todas las reparaciones necesarias. 4. Se mantendrán y dejarán expeditas las vías de acceso al área de influencia, durante y después de la construcción del Túnel y las obras asociadas, permitiendo el uso de los caminos existentes, que sirven a las comunidades a lo largo de la red vial local, aún después de concluidos los trabajos. 5. Informar a los pobladores del área de influencia, acerca de las afectaciones a la red vial local, especificando fechas, horarios, duración y medidas de seguridad a ejecutar, de manera que la población tenga conocimiento e información de las acciones que realiza el ICE en el área de influencia. 6. En su momento se deberá evaluar la opción de reacondicionar la antigua entrada a la comunidad de San Miguel por la localidad del Congo un tramo de aproximadamente de 2 Km ya que el paso por la entrada actual podría ser de alto riesgo en cuanto la ocurrencia de un accidente por encontrarse allí las obras civiles del tanque de oscilación.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Asegurar que la eventual afectación a la seguridad vial sea atendida de la manera más expedita de parte del ICE, atendiendo ciertas afectaciones a la red vial existente. Evitar deterioro de la red vial. Evitar la ocurrencia de accidentes de tránsito	300,000	1. Informe del regente ambiental. 2. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Inicio del proyecto	Conclusión fase constructiva
Construcción /Excavación del Túnel	Factores Humanos - Infraestructura - Edificaciones Comunales -Otras	Presión en la infraestructura local para satisfacer la creciente demanda del recurso hídrico para el consumo de campamentos e instalaciones por el ingreso de mano de obra en la construcción del Túnel. (11)	L5395 Ley general de salud - L4240 Ley de planificación urbana	1 Contratar personal de la zona y brindar alojamiento al personal foráneo que sea estrictamente necesario contratar. 2. Se deben ejecutar estrictas medidas técnicas por parte del ICE para evitar daños a la infraestructura básica local, tales como redes distribución de agua potable, tanques de almacenamiento de agua, caminos y puentes, carreteras, infraestructura en general de las comunidades del área de influencia. 3 En cuanto al abastecimiento de agua a los campamentos se debe implementar la perforación de pozos para autosatisfacer las necesidades junto a las mejoras que se deberán de efectuar en la red del acueducto local que son señaladas en la medida para atender un eventual secado temporal de los manantiales en la zona citada.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Mantener las condiciones de infraestructura local adecuadas para la construcción y operación del Túnel del Túnel, y mejorar las condiciones dotando a las comunidades de la infraestructura básica local , en caso de que se de una afectación real y sea analizada con critrio de racionalidad.	550,000	1. Informe del regente ambiental. 2. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Inicio del proyecto	Conclusión fase constructiva

Construcción campamentos Instalaciones	Factores humanos-infraestructura Edificaciones Comunales -Otras	Afectación a la operación de vivero del ICE por construcción de campamentos e instalaciones. (12)	DL- 833: Ley de Construcciones y su reglamento	1.- Asegurar las condiciones técnicas necesarias para la continuidad operativa del vivero forestal allí instalado, y ubicar los campamentos e instalaciones en sitios propicios para los trabajadores (as). Lo anterior hará recomendable fraccionar la ubicación de éstos en dos sitios por lo que las Oficinas y bodegas serán ubicadas en las cercanías de la Casa de Maquinas del Cachí	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Mantener las condiciones óptimas para el funcionamiento del vivero.	COSTO ASOCIADO A LA CONSTRUCCIO N DEL PROYECTO.	Informe regencial	Inicio del proyecto	Conclusión fase constructiva
Construcción campamentos Instalaciones - Traslado y acopio de materiales o agregados - Construcción /Excavación del Túnel - Construcción de Tanque Oscilación - Tubería de Presión	Factores Humanos - Red suministro servicios (agua, luz, tel., etc.)	Incremento en la demanda de servicios públicos (13)	L2726 Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados - L6877 Ley de creación del servicio nacional de agua riego y avenamiento - N2001-248 Normas para el diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable en CR - Reglamento 19479 de servicio de alimentación al público L 7447 Ley regulación del uso racional de la energía -	1. Atender y plantear soluciones concretas por parte del ICE a la carencia de servicios públicos como electricidad y telefonía, en las comunidades de Bajos Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel y el Congo, en un tiempo y plazo razonables, a fin de mejorar los servicios públicos existentes, y hacerlos utilizables para la densidad poblacional por efecto de la construcción del nuevo Túnel. 2. Contemplar la afectación de instalaciones del proyecto a las diversas comunidades, y apoyar con las mejoras de infraestructura educativa.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	1. Valorar opciones para construir o mejorar infraestructura educativa. 2. Identificar y plantear las soluciones técnicas, a la carencia y mal estado de los servicios de electricidad y telefónía, en las comunidades del área de influencia, principalmente Bajos Urasca y San Miguel.	100,000	Informe regencial	Inicio del proyecto	Conclusión fase constructiva
Generación y trasiego de energía eléctrica	Factores Humanos - Red suministro servicios (agua, luz, tel., etc.)	Incremento en la disponibilidad de energía eléctrica de bajo costo para el sistema nacional interconectado. (14)	L 449 Ley de creación del Instituto Costarricense de Eléctricidad - L 7447 Ley regulación del uso racional de la energía	Suministro de energía mensual en promedio para 80 000 familias, bajo un escenario de consumo promedio / famila de 300 KWh / mes al agregar al SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ELECTRICIDAD 292 000 000 KWh /año	NA	NA	Valor agregado a la responsabilidad social empresarial (por cuantificarse)	NA	Inicio Fase Operación	Vida útil del proyecto
Construcción campamentos Instalaciones	Factores Humanos - Demografía - densidad población	Presión sobre características demográficas en las comunidades por los trabajadores que residen y laboran en campamentos e instalaciones. (15)	I5395 Ley General de Salud - L7554 Ley orgánica del ambiente	1. Mejorar las condiciones de infraestructura comunal para propiciar una mejor capacidad soportante y de absorción de las nuevas dinámicas demográficas, con prioridad en: salones comunales, centros educativos, caminos, puentes y tanques de almacenamiento de agua. Cada solicitud deberá ser analizada y resuelta con un criterio de racionalidad.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Facilitar las condiciones necesarias en las comunidades del área de influencia para armonizar las tendencias en las dinámicas demográficas.	100,000	1. Compromiso de responsabilidad socio ambiental del ICE con las comunidades y en especial con las escuelas, realizando mejorías eléctricas y de infraestructura, en aras de mejorar la proyección e imagen corporativa en la zona. 2. Informe del regente ambiental. 3. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Inicio del proyecto	Conclusión fase constructiva
Reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B	Factores Humanos - Calidad de vida (salud-seguridad-educación)	Incremento en la calidad de vida producido por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B. (16)	I5395 Ley General de Salud - L7554 Ley orgánica del ambiente	Se amplia las opciones para el trasiego de los insumos y productos agropecuarios así como para la industria del turismo en la zona	NA	NA	Valor agregado a la responsabilidad social empresarial (por cuantificarse)	NA	Inicio Fase Operación	Vida útil del proyecto
Factores Humanos - Calidad de vida (salud-seguridad-educación)	Calidad de vida (salud-seguridad-educación)	Afectación a la calidad de vida de las comunidades por la construcción del Túnel (17)	I5395 Ley General de Salud - L7554 Ley orgánica del ambiente	1. El proyecto deberá contar con un plan de relaciones con las comunidades para el control y prevención de conflictos sociales para su etapa constructiva y operativa. Por lo que es necesaio contar con apoyo de profesionales en el área de sociología. 2. Se dispondrá de un equipo técnico y social especialmente preparado para actuar en caso de presentarse contingencias durante la construcción del Túnel. 3. Se cumplirán las disposiciones vigentes en el campo de salud ocupacional y seguridad industrial. 4- En el caso que se detectara piezas o cerámicas de interés arqueológico en el proceso constructivo se deberá informar de inmediato al Museo Nacional además de la investigación y rescate del conocimiento arqueológico, patrimonial, arquitectónico e histórico del área de influencia a fin de evitar la pérdida de sus valores culturaless. 5. Se aplicará un plan de indemnizaciones para que en casos de daños a fincas debidamente identificados se apliquen a sus propietarios. 6. A fin de mantener la armonía entre la estructura y el paisaje es necesario la revegetación de (los) sitio (s) de escombrera una vez finalizada cada una de las etapas de almacenamiento y compactación de material..	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Propiciar la calidad de vida de las comunidades del área de influencia, según la definición de la Organización Mundial de la Salud :"...percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno. Es la conjunción de tres facetas diversas, por el estado físico-psíquico, la estabilidad emocional y	50,000	1. Plan de relaciones con las comunidades elaborado y aprobado para ser utilizado en la fase constructiva y operativa por el ICE. 2. Equipo técnico y social preparado para actuar en caso de presentarse contingencias durante la construcción del Túnel. 3. Plan de seguridad industrial y salud ocupacional. 4. Informe arqueológico realizado y con recomendaciones. 5. Plan de indemnizaciones y reasentamientos humanos en caso de una eventual afectación por causa de la construcción del Túnel. 6. Revegetación del sitio de escombrerar finalizado para su cierre. 7. Cumplimiento de horarios de trabajo enla fase constructiva del	Inicio del proyecto	Conclusión fase constructiva

				7. Se restringirá y/o prohibirá, cualquier trabajo que produzca perturbación en zonas sensibles (poblaciones, centros educativos, centros de salud, clínicas) entre las 20:00 y 06:00, a menos que las comunidades y el Gobierno Local, permitan otro horario. 8. Los campamentos principales y secundarios deberán ser provistos de sistemas de saneamiento básico, con la adecuada disposición de sus excretas y residuos sólidos, a fin de evitar la contaminación de suelos. 9. Se organizará e implementará una Comisión de Enlace entre el proyecto y las comunidades, que contemple la representación de los poblados del área de influencia directa, a saber: Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, El Congo, Sabanillas, y Tucurrique.		las expectativas de desarrollo personal" (Fuente: http://www.who.int/publications/es/)		proyecto. 8. Buen manejo de aguas negras y residuales en los campamentos e instalaciones. 9. Informe del regente ambiental. 10. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"		
Construcción /Excavación del Túnel	Factores Humnaos - Calidad de vida (salud-seguridad-educación)	Aumento en la cantidad de desechos por la construcción y operación de campamentos. (18)	L 5395 Ley General de Salud. L 7554 Ley Orgánica del Ambiente. D 11492 Reglamento sobre Higiene Industrial. D 19049 Reglamento sobre Manejo de Basuras. D 27000: Reglamento sobre la Caracterización y el Listado de los Desechos Peligrosos Industriales. D 27001: Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales.	1. Una vez concluidas las obras de construcción en un determinado frente, o cuando debe abandonarse un sitio de alguna obra civil, o un área destinada a campamento temporal, el ICE deberá realizar una adecuada limpieza de dicho lugar, debiendo retirar todo material residual y ubicarlo en un lugar autorizado por el Ministerio de Salud para su depósito. 2. Se deberá aplicar un programa de concientización y capacitación a los trabajadores del proyecto, sobre los procedimientos y normativas para el adecuado manejo de desechos. 3. Se deberá realizar la revisión y limpieza periódica de los desechos sólidos y líquidos por la construcción y operación de campamentos. 4 En el caso que no fuera posible utilizar el relleno sanitario municipal se deberá construir uno temporal para el apropiado manejo de los desechos de los campamentos y resto de instalaciones.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Evitar deterioro ambiental por malas prácticas de manejo de desechos. Promover el reciclado y manejo apropiado desde el punto de vista de salud.	50,000	1. Plan de limpieza y disposición de materiales en lugar autorizado por el Ministerio de Salud. 2. Programa de capacitaión formulado y en ejecución para el adecuado manejo de desechos. 3. Informe del regente ambiental. 4. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Inicio del proyecto	Conclusión fase constructiva
Construcción de Tanque Oscilación	Factores Humanos-Elementos Culturales y Sociales	Modificación de las dinámicas sociales por alteración de vías de acceso debido a la construcción del tanque de oscilación, casa de válvulas y tubería de presión (19)	L5060 Ley General de caminos públicos - L 7331 Ley de tránsito por vías públicas y terrestres - D31686 Reglamento de la Ley de Tránsito	1. Mejorar el camino de acceso desde la entrada del poblado de San Miguel hasta la escuela de la comunidad. El mantenimiento de la vía corresponde a la Municipalidad. Habilitar el camino antiguo a la comunidad de San Miguel. El Congo - San Miguel. 2. El ICE debe promover el mejor y más eficiente y efectivo uso del paisaje, produciendo el menor impacto visual y ambiental. 3. Se deberán incorporar dentro del paisaje natural del espacio geográfico donde se ubicará el proyecto, aquellas obras que busquen aprovechar al máximo la presencia de barreras visuales, sean estas vegetales o rocosas. Dichas obras deberán armonizarse con el paisaje de la zona, de forma tal, que no genere contrastes visuales y paisajísticos desagradables. 4. Establecer una "Comisión de Enlace" entre el ICE y los vecinos (as) y grupos organizados de los poblados del área de influencia, para mantenerlos informados y monitorear el proceso constructivo del tanque de oscilación, la tubería de presión y el acopio de escombros. 5. - Se deberá tener presente en el caso que la opción B de la excavación Túnel sea la seleccionada (empleando TBM) la reubicación temporal a la antigua salida de la comunidad San Miguel por la localidad del El Congo, un tramo de vía pública de aproximadamente 2 Km.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Evitar obstaculizar o peligrar el tránsito de los vecinos de la comunidad de San Miguel.	300,000	1. Carta de compromiso del ICE para la reconstrucción del camino antiguo a la comunidad de San Miguel por el poblado de El Congo, y responsabilidad de la comunidad y Municipalidad de velar por su mantenimiento. 2. Uso de barreras visuales vegetales o rocosas donde sea posible utilizarlas. 3. Informe del regente ambiental. 4. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Inicio del proyecto	Previo al arranque de la construcción del Túnel

Construcción /Excavación del Túnel	Factores Humanos - Calidad de vida	Secado temporal de los manantiales que alimentan a la red de acueductos locales. (20)	L 1634 Ley de Agua Potable. D 32327 Reglamento para la Calidad del Agua Potable. MSALUD DV Procedimiento para la Certificación de la Calidad del Agua. • D 34361-MP Reglamento a la Ley Nacional de emergencias y prevención de riesgo,	1. Previo al inicio de las tareas constructivas debe existir una propuesta de solución satisfactoria para las comunidades del Área de Influencia Ambiental en cuanto asegúrales la continuidad del suministro, abastecimiento y distribución del recurso hídrico, ante un eventual secado temporal de los manantiales provocado por la excavación del nuevo Túnel, mediante un proceso consultivo y de negociación entre el ICE y las ASADAS, Asociaciones de Desarrollo Integral y Gobierno Local, del distrito de Tucurrique, y de los poblados de Urasca, San Jerónimo, Guatusito y San Jerónimo del distrito de Cachí, cantón de Paraíso. 2. Se deberá incentivar la comunicación entre el ICE y las comunidades a fin de evitar que la desinformación sobre la "la propuesta de solución" ante un potencial secado temporal de los manantiales en el trazado del nuevo Túnel que pueda causar susceptibilidades y signifique atrasos para la construcción y operación del proyecto. 3. En la sección toma - media del trazado del nuevo Túnel (Comunidades Urasca -San Jerónimo) se deberá mejorar el sistema de la red de acueductos locales con un doble propósito alimentar las necesidades agua a los Campamentos del proyecto en estudio (en el caso que amerite) y asegurar la continuidad del suministro agua en cuanto calidad y volumen a los actuales usuarios conectados a dicho acueducto. Los trabajos de mejoramiento implicarán: Ampliación de los actuales tanques de almacenamiento conectados a ese acueducto, mejora de las instalaciones de las tomas ubicadas en la microcuenca del río Urasca. 4. Para atender de manera expedita y segura la ocurrencia del impacto aquí señalado en la sección media - final del trazado del nuevo Túnel, el equipo de trabajo avaluó las siguientes opciones: A. Construcción de un nuevo acueducto, que contemplará la compra de un terreno y construcción de una captación de aguas con la infraestructura civil asociada (conducciones, quiebras gradientes y tanque de almacenamiento y de regulación) en las laderas del cerro Doán hasta un punto cercano a la conexión con la red de acueductos local en operación, en el poblado de San Miguel (longitud aproximada del trazado de tuberías 5 km) , con un doble propósito para satisfacer las necesidades de ese recurso para las tareas de la fase constructiva y operativa del proyecto en estudio y en el caso que se presentara un secado temporal de los manantiales que estén bajo un regimen de aprovechamiento que satisfaga la demanda de agua en las comunidades del área de infuencia que lo requieran. B. Montar una batería de perforación horizontales en el macizo entre las tomas de Palmichal y el tanque de la unión de las captaciones allí construídas hasta un punto de conexión con el acuífero actual en aprovechamiento a una profundidad e inclinación en la que se tenga certeza que el nivel del manto freático se va a mantener. Esta última opción goza de un grado de incertidumbre por el estado del arte en que se encuentra el proyecto en estudio por lo que se deberá investigar sus posibilidades de concreción. Esta no sería excluyente con la primera ya que se podría utilizar como especie de piezómetro.	El Desarrollador, en este caso el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) a través del Director del Proyecto que éste último designe y la Unidad Estratégica de Negocios Proyectos y Servicios Asociados (UEN PySA)	1. Disponer de un mecanismo sometido a consulta de las comunidades que asegure una respuesta inmediata por parte del Desarrollador (ICE) ante la eventual salida de operación de un acueducto local por el secado parcial o total de una de sus fuentes de abastecimiento de agua potable a causa del proceso de excavación del nuevo tunel en el sentido de asegurar la continuidad de la calidad del servicio de abastecimiento de agua en el área de influencia ambiental del proyecto en estudio . 2. Establecer las medidas de seguridad del Túnel actual y aegurar que la metodología propuesta pueda minimizar al máximo el impacto sobre los niveles freáticos de la zona. 3. Brindar el suministro de agua para las obras constructivas en los diferentes frentes del trabajo a lo largo de los 6 kilómetros de manera tal que no compita o altere la calidad del servicio en el resto de los usuarios de la zona.	1,000,000	1. Monitoreo continuo de la calidad y caudales en los mantiales que están bajo un régimen de aprovechamiento - en las aguas filtradas en el Túnel en construcción 2. Disponer en buen estado de operación las obras previstas para poder abastecer de manera inmediata la red de acueducto local ante la ocurrencia de cualquier contingencia provocada por la construcción del proyecto Responsable ejecución: Regente ambiental. Responsable se seguimiento: Comisión Comunal de Enlace CS Gestión Ambiental	Previo al inicio constructivo del Proyecto	Entrada de la fase operación del Proyecto
Traslado y acopio de materiales o agregados - Reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B - Traslado y acopio de escombros - Ampliación - Modernización de la Casa de Máquinas	Factores Humanos - Seguridad vial	Afectación a la seguridad vial (Incremento en el riesgo de accidentes peatonales o vehiculares por el traslado y acopio de materiales (21)	L5060 Ley General de caminos públicos - L 7331 Ley de tránsito por vías públicas y terrestres - D31686 Reglamento de la Ley de Tránsito	1. Se ejecutarán campañas educativas en las escuelas del área de influencia para prevenir accidentes viales en los sectores donde se estén realizando obras constructivas y/o operativas, principalmente relacionadas al acarreo de materiales o las rutas de tránsito de vehículos que desempeñan alguna función para el proyecto. 2. Señalizar los caminos que indiquen los riesgos y obras de construcción, a la vez que se mejore las condiciones de calzadas y señales de tránsito donde se encuentran centros educativos y áreas de salud de todas las comunidades del área de influencia directa. 3. Colocar rótulos preventivos en la carretera donde se encuentran los sitios de escombreras y en los tramos de carretera que requieran arreglos, mejorías o modificaciones. 4. Construir aceras en los tramos donde sea factible, según solicitud de las comunidades y valoración razonable por parte del desarrollador.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Prever la oucrrencia de accidentes u otro tipo de contingencia que ponga en peligro o afecte algunos de los miembros de las comunidades aledañas . Reducir la afectación en la calidad de vida dellos habitantes de la zona	60,000	1. Campañas educativas formuladas y en ejecución en los diferentes centros educativos del área de influencia. 2. Informe del regente ambiental. 3. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Previo al inicio constructivo del Proyecto	Entrada de la fase operación del Proyecto
Reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B	Factores Humanos - Seguridad vial	Mejora en la seguridad vial por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B. (22)	L5060 Ley General de caminos públicos - L 7331 Ley de tránsito por vías públicas y terrestres - D31686 Reglamento de la Ley de Tránsito	1. Se deberá contar con un plan de contingencias para atención de emergencias, percances, riesgos o accidentes viales para el traslado y acopio de escombros, además de traslado de maquinaria, vehículos y todo tipo de transporte asociado a la construcción del proyecto. 2. El ICE debe invertir en las condiciones de seguridad vial necesarias para el poblados de Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, y El Congo, principalmente en la seguridad de niños y niñas, apoyando en la infraestructura de estos centros educativos y los terrenos donde se ubican, dando señalización necesaria, calzadas, aceras, demarcación, e infraestructura en general. 3. Elaborar un programa de atención y seguridad vial para que sea implementado en los centros educativos del área de influencia.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Mejorar las condiciones de seguridad vial para las obras constructivas de reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.	10,000	1. Plan de contingencias para atención de emergencias listo. 2. Apoyo en la infraestructura (materiales y mano de obra) a las escuelas de Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel y El Congo. 3. Informe del regente ambiental. 4. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Previo al inicio constructivo del Proyecto	Entrada de la fase operación del Proyecto

Construcción /Excavación del TúnelB	Factores Humanos Empleo	Aumento en fuentes de empleo por la construcción del Túnel. (23)	L5395 Ley General de Salud - L7554 Ley orgánica del ambiente - Reglamento sobre las oficinas o departamentos de salud ocupacional D1 Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo - L6727 Ley sobre el riesgo del trabajo	1. Contratar principalmente mano de obra local, administrativa y profesional de las comunidades del área de influencia directa: Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel , El Congo, Sabanillas y Tucurrique. 2. Se contratará mano de obra local, para todos aquellos trabajos no calificados, dicha posibilidad deberá beneficiar a todas las poblaciones ubicadas en el área de influencia. Además de brindar fuentes de empleo a las comunidades del área de influencia para la fase constructiva de las obras y actividades del proyecto.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Mejorar la calidad de vida en la zona- promover el desarrollo local en el área de influencia de impacto ambiental Aumentar las fuestes de empleo en por lo menos 500 plazas para la fase de construcción del Túnel.	Valor agregado a la responsabilidad social empresarial (por cuantificarse)	1. Boletín informativo 2. Campaña de información en ejecución Responsable ejecución: Regente ambiental. Responsable se seguimiento: Comisión Comunal de Enlace CS Gestión Ambiental	Previo al inicio constructivo del Proyecto	Fase operación del Proyecto
Construcción /Excavación del Túnel	Factores Humanos - Comercio	Aumento en las actividades comerciales por la construcción del Túnel y obras civiles en general. (24)	L5395 Ley General de Salud - L7554 Ley orgánica del ambiente	1. A través de campañas informativas se incentivará la comercialización de productos locales, a fin de volver más competitivos a los productores y así mejorar sus ingresos económicos. 2. Se adquirirán productos locales para la alimentación de los trabajadores en los campamentos como una forma de dinamizar la economía local. 3. Implementar un plan de charlas o talleres en las comunidades enfocados a una capacitación en temas que ayuden a incentivar el desarrollo local de éstas.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Propiciar menores condiciones económicas en la zona que puedan repercutir para su desarrollo comunal. Fomentar y facilitar la compra de bienes y servicios a los proveedores locales	10,000	1. Boletín informativo 2. Campaña de información en ejecución Responsable ejecución: Regente ambiental. Responsable se seguimiento: Comisión Comunal de Enlace CS Gestión Ambiental	Previo al inicio constructivo del Proyecto	Fase operación del Proyecto
Reacondicionamiento de los accesos a las Ventanas A y B	Factores Humanos Valor de la tierra	Aumento en el valor de la tierra de las propiedades cercanas al AP, por la mejoría en las vías y accesos del proyecto (25)	Ley de Adquisiones, expropiciones servidumbres del ICE, Ley 6313, Ley de Expropiaciones 7495	1. La compensación por la expropiación, compra o alquiler de las propiedades necesarias estará dada por el aumento en el valor de las mismas que se producirá como consecuencia de la construcción y operación del nuevo Túnel. 2. Mejorar las vías y accesos del proyecto, de manera que el reacondicionamiento de los accesos pueda ser utilizado por las comunidades luego de las obras constructivas, esto en caso de accesos, vías, caminos, carreteras o calles públicas.	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Mejorar las vías de acceso para los pobladores de las comunidades del Área de Influencia. Asegurar que las obras construidas al efecto mantengan una buena condición de funcionamiento al finalizar las actividades constructivas del proyecto.	Valor agregado a la responsabilidad social empresarial (por cuantificarse)	1. Propiedades listas para ser utilizadas por el ICE para sus diferentes actividades y obras del proyecto. 2. Informe del regente ambiental. 3. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Previo al inicio constructivo del Proyecto	Fase operación del Proyecto
Construcción /Excavación del Túnel	Factores Humanos - Poder adquisitivo	Aumento en el poder adquisitivo de la población debido a las fuentes de empleo derivadas de la construcción del Túnel. (26)	L 7472 Ley de promoción de la competencia y defensa efectivadel consumidor	1. Elaborar y ejecutar un programa de capacitación en desarrollo local y organización comunal, dirigido hacia los grupos organizados de las comunidades del área de influencia	Director del Proyecto. Regente Ambiental	Propiciar mejores condiciones económicas en la zona que puedan repercutir para su desarrollo comunal. Fomentar y facilitar la compra de bienes y servicios a los proveedores locales	25,000	1. Aumento de la población económicamente activa de las localidades del área de influencia. 2. Informe del regente ambiental. 3. Informe mensual por parte de la "Comisión de Enlace"	Inicio del proyecto	Fase operación del Proyecto
TOTAL ($ USA)							2,700,000			

10 ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA

10.1 Fuentes de riesgo ambiental

Definición de amenaza o riesgo ambiental:

Para el presente caso son aquellos elementos del medio ambiente o del proyecto que son peligrosos para el hombre o para el proyecto en sí mismo y que están causados por fuerzas extrañas a él (no predecibles)

Amenaza endógena

Es aquella amenaza que se origina por el desarrollo de las actividades asociadas a la construcción y operación del proyecto. A diferencia de los impactos ya identificados en el PGA en éstas se señalan los que ponen en grave riesgo la salud humana o el desarrollo del proyecto cuya ocurrencia es impredecible o de muy difícil predicción.

Amenaza exógena

Son fenómenos o actividades ajenas al Proyecto (construcción - operación) elementos perturbadores del medio ambiente (climáticos, geológicos, geográficos)

Amenaza Inducida

Aquélla amenaza que surge por la combinación sinérgica de una modificación del medio ambiente generada por el proyecto más la ocurrencia de un fenómeno natural o humano propio del lugar

Cuadro N° 10. 1 Identificación de Amenazas

AMENAZA	CAUSA	EFECTO DE LA AMENAZA
Endógena	Concentración de mano de obra en sitios reducidos hacinamiento de personal-	Accidentes de tipo laboral
	Daño al Túnel actualmente en operación provocado por la excavación del nuevo Túnel	Únicamente fase de construcción en la fase operación se descarta del todo este riesgo por un sistema hidrológico equilibrado. Salida temporal de operación de la actual planta hidroeléctrica de Cachí (657 GWh) por cierre brusco en la conducción de las aguas
Exógena	Deslizamientos - desprendimientos en bloque en masa (asociados a fuertes pendientes, sismicidad y a las lluvias)	Desplazamiento o aterramiento de las estructuras de conducción a presión y en los accesos a las obra civiles de la planta hidroeléctrica
Inducida	Aumento temporal de la flotilla vehicular en los caminos vecinales	Únicamente fase de construcción Accidentes de tránsito (colisiones – atropellos)

Las amenazas que aquí son señaladas son las esperadas que se den en el presente proyecto en estudio, éstas se obtuvieron de las experiencias vividas en otros proyectos de igual envergadura que el ICE a ha construido y de las características propias de su entorno inmediato como son las de origen humano (sinergia con el resto de las obras civiles actualmente en operación) y las geográficas que éste posee como es el caso del relieve y el uso del suelo que allí domina.

10.2 Evaluación del efecto del riesgo ambiental

Escala de valoración de las amenazas; para ello se utilizaron los siguientes criterios cualitativos de ponderación:

Duración del evento o manifestación (D)	Extensión (Área que se manifiesta) (E)	Intensidad (magnitud de la manifestación) (I)	Probabilidad de ocurrencia (P)
Persistente 10 (meses)	Cantón……10	Alta (Destrucción total) 10	Alta 10 (≥ 50 %)
Temporal 5 (semanas)	Distrito ……5	Media parcial 5	Media 5 (10 < 50)
Fugaz 2 (días)	Local (Puntual)…2	Baja ..mínima 2	Baja 2 (1≤ 10)

Distribución de pesos a los indicadores o atributos de ponderación:

Atributo	Pesos	%
Duración	0.15	15
Extensión	0.15	15
Probabilidad	0.20	20
Intensidad	0.50	50
∑	1.0	100

Relevancia de la Amenaza (RA)

RA = pD* D+pE*E+pP*P+pI*I

RA = 7 ≥ 10 (Alta)
RA = 5 < 7 (media)
RA = ≤ 5 (Baja)

A continuación se presentan copia de las hojas de cálculo que fue distribuida entre un grupo de profesionales en las diversas especialidades involucradas en el presente EIA, a saber: un geógrafo, dos ingenieros civiles, un biólogo, un sociólogo y un biólogo. . El fin fue el contar con un resultado promedio de la relevancia de la amenaza que integre dichos criterios:

Cuadro N° 10.12 Ejemplo hoja de cálculo - Valoración de Efectos de las Amenazas

Columna1	Co	Co	Co	Co	C	Col	Co	Col	Columna1
Efecto de la Amenaza	D	D*pD	E	E*pE	P	P*pP	I	I+pI	RA
Accidentes de tipo laboral	2	0.3	2	0.3	2	0.4	10	5	6
Salida de temporal de operación de la actual planta hidroeléctrica de Cachí (657 GWh) por cierre brusco en la conducción de las aguas	10	1.5	2	0.3	2	0.4	10	5	7.2
Desplazamiento o aterramiento de las estructuras de conducción a presión y en los accesos a las obra civiles de la planta hidroeléctrica	5	0.8	2	0.3	2	0.4	5	2.5	4.0
Accidentes de tránsito (colisiones – atropellos)	2	0.3	2	0.3	5	1	5	2.5	4.1
Evaluador: Alexander Solís Barboza									

A continuación se adjunta el cuadro promedio de la valoración de la relevancia del eventual efecto de la amenaza seleccionada (RA), como se puede apreciar según los criterios de los expertos consultados en promedio de las amenazas que fueron contempladas la de mayor relevancia es la atinente de manera exclusiva a la fase constructiva del Proyecto : “Daño al Túnel actualmente en operación provocado por la excavación del nuevo Túnel”, si bien se trata de resultados cualitativos se demuestra que hay cierta coincidencia en los valores obtenidos en tres de las cuatro amenazas seleccionadas gozan casi de una media RA, no detectó ninguna dentro el rango de alta RA es por ello que se decidió formular medidas atenuantes ante ocurrencia de las cuatro contingencias aquí señaladas a pesar que una ellas se ubicó en el rango de baja RA.

Cuadro N° 10.13 Valor promedio de la relevancia de los efectos de las amenazas a estará sujeto el Proyecto (RA)

Columna1	Colum	Columna	Colum	Colum	Colum	Colun	Column
Efecto de la Amenaza	RA (RZU)	RA (ASB)	RA (POF)	RA (RBB)	RA (VMN)	RA (FML)	RA Promedio
Accidentes de tipo laboral	7.6	6	7.6	5.1	5.3	3.5	5.9
Salida de temporal de operación de la actual planta hidroeléctrica de Cachí (657 GWh) por cierre brusco en la conducción de las aguas	5.9	7.2	6.5	5.9	4.0	7.2	6.1
Desplazamiento o aterramiento de las estructuras de conducción a presión y en los accesos a las obra civiles de la planta hidroeléctrica	4.7	4.0	5.8	4.6	5.3	4.0	4.7
Accidentes de tránsito (colisiones – atropellos)	6.6	4.1	6.6	6.6	8.3	4.1	6.0
Evaluador: Promedio							

10.3 Plan de contingencias

EFECTO DE LA AMENAZA	FASE DEL CICLO DEL PROYECTO MAS PROBABLE EN QUE SE PRESENTE	MEDIDAS PREVENTIVAS Y ATENUENTES A CONSIDERAR EN EL CASO QUE DE LA CONTINGENCIA
Accidentes de tipo laboral	Construcción / Operación	En el ICE existen 3 pólizas que cubren a la totalidad de empleados contra riesgos laborales Por Ley todas extendidas por el Instituto Nacional de Seguros (INS). Norma de gestión para la prevención de riesgos laborales aprobada por el ICE en el 2005 Norma No. OPN 11-00-005-2001 En el ICE existe una norma de brigadas, así como 32 grupos conformados en brigadas, con su respectivo plan de capacitación. Norma N°. 11.00.002.2001 Existe una norma de Equipos de Protección Personal y una guía de compra. Si se dota de los equipos; Norma N°. 11.00.001.2000. Existe la póliza U-500 para instalaciones operando. Para cuando se está construyendo obras, existen otras pólizas como la de Responsabilidad Civil. Extendida por ley por el INS En riesgos laborales esta el Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales (SGPRL). Norma Sistema de Gestión Prevención de Riesgos Laborales en el ICE, requisitos de implementación No. 11.00.005.2005

Salida de temporal de operación de la actual planta hidroeléctrica de Cachí (653.8 GWh), La Joya (294.2 GWh) por cierre brusco en la conducción de las aguas. Generación promedio diario Cachí 1,791,233 Kwh La Joya 806,027 Kwh Con base a una tarifa promedio de venta de transmisión 2009 US$Kwh 0.07046, a un costo promedio de generación térmica estimada al 2009 US$/Kwh 0.27. El costo diario a valores de tarifa venta a transmisión US$ - Cachí $126,212 (ciento veinte seis mil doscientos doce dólares) La Joya $ 56,794 (cincuenta seis mil setecientos noventa y cuatro dólares) ver Anexo N°.12	Construcción	Con el proceso constructivo de preinyección al avance, a utilizar en la excavación del Túnel, son mínimas las probabilidades de afectar el normal funcionamiento de la planta actual, en caso de algún problema se tomarían las siguientes medidas: 1. Maximizar la operación de las plantas hidroeléctricas en funcionamiento. 2. Aumentar el uso de plantas térmicas. Costo diario a costos promedio de generación térmica sustitución Cachí $485,063 (cuatro cientos ochenta y cinco mil sesenta y tres dólares) La Joya $218,271 (doscientos diez ocho mil doscientos setenta y uno dólares) ver Anexo N°.12
Desplazamiento o aterramiento de las estructuras de conducción a presión y en los accesos a las obra civiles de la planta hidroeléctrica	Construcción / Operación	*Desde el punto de vista de sismología* el proyecto se encuentra localizado en un área sísmicamente activa y localmente caracterizada por la existencia de fallas activas y potencialmente activas. Debido a la existencia de tantas fallas con potencial sísmico, es imposible pronosticar cuál será la que ocasione sismos en el futuro, por lo que el diseño del Túnel debe considerar el peor escenario. Desde la óptica de la construcción misma del proyecto por el grado de

		pendientes que se manejan así por la cercanía de la obras de conducción a presión al respecto se tratará de tomar todas las medidas durante el proceso constructivo, para evitar al máximo cualquier causa que provoque un deslizamiento como: manejo adecuados de aguas y mediciones constantes. Pero en caso de algún suceso se procederá de manera inmediata con la limpieza y mejoramiento de taludes, con maquinaria, de la zona afectada.
Accidentes de tránsito (colisiones – atropellos)	Construcción	Señalamientos para reducción de velocidades y otros mensajes precautorios en las vías a ser transitadas – Programación de horarios de movilización vehicular o maquinaria. Disposición de forma permanente durante esa fase del proyecto de Unidad Médica equipada para atender emergencias o accidentes de este tipo incluyendo el servicio de ambulancia

11 CALIDAD AMBIENTAL DEL AP Y EL ÁREA DE INFLUENCIA BIOFÍSICA Y SOCIAL (AID-AII)

11.1 Pronóstico de la Calidad Ambiental del AP y el área de influencia biofísica y social (AID-AII)

En esta sección del EIA se trata de efectuar una proyección del escenario natural en que se va a desarrollar la fase de operación del presente proyecto, sumando para ello todas sinergias posibles podríamos partir de las siguientes premisas, la primera de ellas es que desde la óptica del paisaje actual los cambios van hacer mínimos por tratarse de una obra subterránea asociada a una planta hidroeléctrica que lleva más de cuarenta años en operación, .pero desde la óptica de la gestión ambiental se van a dar una serie de cambios en su mayoría positivos o beneficiosos, iniciando con el hecho en que se estaría incorporando al régimen de mantenimiento y operación de esa vieja planta la figura de un regente ambiental, además algunas de las medidas del PGA estarían sobrepasando la fase constructiva como será el caso del tema del abastecimiento del agua tanto para los usos internos cómo para el abasto de las comunidades vecinas, a éstas últimas se les estaría asegurando un suministro continuo y sostenido del recurso agua con un esquema operativo más eficiente y seguro que del que poseen actualmente, sin contar con las obras de interés comunal que darían a raíz de lo señalado en el PGA como son las mejoras en la infraestructura de la red vial y edificaciones educativos por citar algunas.

11.2 Síntesis de compromisos ambientales del Proyecto

A continuación se transcriben los 20 compromisos ambientales más relevantes de los citados en el pronóstico plan de gestión ambiental (PGA).

- En los sitios de destape y escombreras, traslado de al menos los primeros 20 cm. de suelo orgánico superficial hasta sitios de acopio.

- Siembra de plantas de rápido crecimiento con abundante follaje como las leguminosas arbustivas o rastreras en los sitios de acopio, cuyo fin es su incorporación para mejorar el suelo almacenado (abonos verdes), además de protegerlo del impacto directo de la lluvia.

- Rehabilitar la escombrera y sitios a recuperar ambientalmente mediante la restitución de la capa de suelo rico en materia orgánica y humus, que se cita en el ítem anterior. Manejo de aguas de escorrentía. Construcción de trampas de sedimentos. Escalonamiento o terraceo de taludes en caminos con el fin de evitar taludes de altura excesiva. Aprovechar la vegetación cortada (superior a 10 cm. de diámetro) utilizándola como barreras de protección contra derrumbes y erosión. La medida de recuperación se debe realizar posterior a la finalización de la construcción del proyecto.

.

- En el caso de la opción de la excavación por medio de la preinyección de concreto es necesario hacer inyección al avance, durante el proceso constructivo, tanto en el Túnel como en la Ventana según lo descripto en la sección correspondiente de este EIA, de esta manera se garantizará una menor disminución del manto freático a ser causado por la excavación del Túnel, también terminado el proceso de construcción el revestimiento final también ayudará en este proceso.

- En el caso de la opción de excavación del Túnel empleando el TBM el contacto de las dovelas con la pared de éste en el avance o frente de excavación debe ser llenado con gravilla inyectada con lechada u otro producto impermeabilizante con el fin de reducir la entrada del agua del macizo al Túnel.

- En caso de una contingencia en el secado temporal de las fuentes de agua a las laguna piscícolas, al presentarse esta situación deberán asegurarse las condiciones de oxigenación de los estanques, utilizando para ello procesos de reinyección o recirculación de aguas, o bien sistemas de oxigenación artificiales, que permitan durante el período crítico mantener las condiciones de los estanques, o bien trasladar la población piscícola a condiciones de sobrevivencia, mientras se restablecen las condiciones normales del sitio (por ej. Urasca y San Miguel - Congo).

- Se mantendrán y dejarán expeditas las vías de acceso al área de influencia, durante y después de la construcción del Túnel y las obras asociadas, permitiendo el uso de los caminos existentes, que sirven a las comunidades a lo largo de la red vial local, aún después de concluidos los trabajos.

- Se deben ejecutar estrictas medidas técnicas para evitar daños a la infraestructura básica local, tales como redes distribución de agua potable, tanques de almacenamiento de agua, caminos y puentes, carreteras, infraestructura en general de las comunidades del área de influencia.

- Atender y plantear soluciones concretas por parte del ICE a la carencia de servicios públicos como electricidad y telefonía, en las comunidades de Bajos Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel y el Congo, en un tiempo y plazo razonables, a fin de mejorar los servicios públicos existentes, y hacerlos utilizables para la densidad poblacional por efecto de la construcción del nuevo Túnel.

- El proyecto deberá contar con un plan de relaciones con las comunidades para el control y prevención de conflictos sociales para su etapa constructiva y operativa.

- Se aplicará un plan de indemnizaciones para que en casos de daños a fincas debidamente identificados se apliquen a sus propietarios.

- Se organizará e implementará una Comisión de Enlace entre el proyecto y las comunidades, que contemple la representación de los poblados del área de influencia directa, a saber: Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, El Congo, Sabanillas, y Tucurrique.

- Mejorar el camino de acceso desde la entrada del poblado de San Miguel hasta la escuela de esa comunidad. Una vez efectuadas las mejoras el mantenimiento de la vía corresponde a la Municipalidad. Habilitar el camino antiguo a la comunidad de San Miguel. El Congo - San Miguel.

- Previo al inicio de las tareas constructivas debe existir una propuesta de solución satisfactoria para las comunidades del Área de Influencia Ambiental en cuanto asegúrales la continuidad del suministro, abastecimiento y distribución del recurso hídrico, ante un eventual secado temporal de los manantiales provocado por la excavación del nuevo Túnel, mediante un proceso consultivo y de negociación entre el ICE y las ASADAS, Asociaciones de Desarrollo Integral y Gobierno Local, del distrito de Tucurrique, y de los poblados de Urasca, San Jerónimo, Guatusito y San Jerónimo del distrito de Cachí, cantón de Paraíso.

- En la sección toma - media del trazado del nuevo Túnel (Comunidades Urasca - San Jerónimo) se deberá mejorar el sistema de la red de acueductos locales con un doble propósito alimentar las necesidades agua a los Campamentos del proyecto en estudio (en el caso que amerite) y asegurar la continuidad del suministro agua en cuanto calidad y volumen a los actuales usuarios conectados a dicho acueducto. Los trabajos de mejoramiento implicarán: Ampliación de los actuales tanques de almacenamiento conectados a ese acueducto, mejora de las instalaciones de las tomas ubicadas en la microcuenca del río Urasca.

- Para atender de manera expedita y segura un eventual secado temporal de las fuentes de agua que alimentan la red de acueductos locales en la sección media - final del trazado del nuevo Túnel, el equipo de trabajo avaluó las siguientes opciones: **A**. Construcción de un nuevo acueducto, que contemplará la compra de un terreno y construcción de una captación de aguas con la infraestructura civil asociada (conducciones, quiebras gradientes y tanque de almacenamiento y de regulación) en las laderas del cerro Doán hasta un punto cercano a la conexión con la red de acueductos local en operación, en el poblado de San Miguel (longitud aproximada del trazado de tuberías 5 Km.) , con un doble propósito para satisfacer las necesidades de ese recurso para las tareas de la fase constructiva y operativa del proyecto en estudio y en el caso que se presentara un secado temporal de los manantiales que estén bajo un régimen de aprovechamiento que satisfaga la demanda de agua en las comunidades del área de influencia que lo requieran. **B.** Montar una batería de perforaciones horizontales en el macizo entre las tomas de Palmichal y el tanque de la unión de las captaciones allí construidas hasta un punto de conexión con el acuífero actual en aprovechamiento a una profundidad e inclinación en la que se tenga certeza que el nivel del manto freático se va a mantener. Esta última opción goza de un grado de incertidumbre por el estado del arte en que se encuentra el proyecto en estudio por lo que se deberá investigar sus posibilidades de concreción. Esta no sería excluyente con la primera ya que se podría utilizar como especie de piezómetro.

- Señalizar los caminos que indiquen los riesgos y obras de construcción, a la vez que se mejore las condiciones de calzadas y señales de tránsito donde se encuentran centros educativos y áreas de salud de todas las comunidades del área de influencia directa.

- Construir aceras en los tramos donde sea factible, según solicitud de las comunidades y valoración razonable por parte del desarrollador.

- Contratar principalmente mano de obra local, administrativa y profesional de las comunidades del área de influencia directa: Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique.

- Elaborar y ejecutar un programa de capacitación en desarrollo local y organización comunal, dirigido hacia los grupos organizados de las comunidades del área de influencia.

11.3 Política ambiental del proyecto

En este caso aplica la política ambiental del ICE (Anexo N°.7)

12 MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN

El costo total directo del proyecto es cercano a los $110 000000 (ciento diez millones de dólares USA)

Cuadro Nº 12 .1 Resumen de los costos directos estimados del Proyecto

Obra	Costo ($)
Infraestructura (Campamentos, redes, terrenos y caminos)	1,949,000.00
Reparaciones y obras en sitio de Presa	1,659,000.00
Túnel	38,622,000.00
Tubería de Presión	9,353,000.00
Tanque de Oscilación	5,320,000.00
Casa de Máquinas (incluye equipos de generación)	24,194,000.00
Costos Indirectos (diseño, G. Amb, Admin. e Ingeniería)	25,662,000.00
Transmisión	2,990,000.00
Total	**109,749,000.00**

13 TÉRMINOS ESPECÍFICOS

13.1 Escombreras

A la fecha se han propuesto tres sitios de escombrera en el AP. Estos sitios se caracterizan por ser planos o de pendiente muy baja, y porque han sido previamente afectados por la actividad antropogénica, por lo que no poseen características biofísicas que puedan ser afectadas por el uso que se les dará durante la construcción del proyecto. No obstante, posterior al uso como escombrera, estas áreas serán sujeto de un proceso de cierre técnico y recuperación ambiental.

Para mitigar el efecto de la erosión, desde el diseño preliminar de las escombreras, se ha considerado un manejo de aguas con cunetas, contracunetas, bajadas de agua, alcantarillas y disipadores de energía. Adicionalmente, se propone la revegetación de los sitios mediante la cobertura de las áreas usadas con el suelo orgánico proveniente del destape de cada uno de los sitios. Este material, será excavado y almacenado adecuadamente para su posterior uso.

A partir del cálculo de los volúmenes de materiales a excavar en las distintas obras, se ha calculado la capacidad requerida de los sitios de escombrera. Los volúmenes estimados de estériles por obra, se detallan en el cuadro N° 13.1

Cuadro N° 13.1 Volúmenes de materiales a excavar para cada obra del proyecto

Obra	Volumen a excavar[4] (m^3)
Túnel y Ventanas de acceso	179 050.0
Tanque de Oscilación	9 400.0
Tubería Forzada	9 560.0
Pozo Tubería	1 620.0
Ampliación Casa de Máquinas	10 000.0
Total general	**209 630.0**

[4] Considera un factor de abultamiento de 1.25 en todos los casos.

13.1.1 Posibles sitios de ubicación de las escombreras (ubicación y descripción)

La ubicación de los tres sitios propuestos para escombreras se muestra en la Figura N° 13.1. Puede observarse la distribución espacial con respecto al Túnel y a los sitios de obras.

Escombrera 1

Es una propiedad privada ubicada entre las coordenadas 205482.7 N, 559210.4 E, y 205434.5 N, 560840.2 E, aproximadamente en la elevación 820 msnm, en una zona de terrazas elevadas en la margen derecha del río Reventazón. El acceso al sitio se realiza desde la carretera principal de asfalto que se dirige hacia el poblado del Congo, a 200 m. medidos desde la Ventana B que se usó como acceso al Túnel 1 durante su construcción. Del punto de acceso al sitio en adelante, el acceso es en propiedad privada por un camino pavimentado con un 12% de pendiente promedio y una longitud de 500 m.

En esa propiedad, se han ubicado cinco terrazas que en total suman un área de 35000 metros cuadrados. La pendiente promedio en las terrazas es de 2%. Las cinco terrazas que se proponen para usar como escombrera, tienen una capacidad total estimada de 200000 metros cúbicos.

Actualmente, en la finca se realiza la siembra de plantas para la exportación, sin embargo, las áreas que se requiere utilizar están sin uso. Desde el punto de vista de cobertura vegetal, están cubiertas por charral. Las terrazas están constituidas por coluvio aluviones que han alcanzado un grado de reposo y de estabilidad altos.

El relleno de escombros estériles se hará en forma de terrazas y bermas. La altura máxima de las terrazas será de 4.0 metros, con bermas de 2.0 metros de ancho, y con taludes con pendientes de 2.0H:1.0V. La altura total del relleno no excederá los 12 metros. En la fundación del relleno se prevé la construcción de subdrenajes en zanja, con forma de esqueleto de pescado, para alivio de las presiones del agua en el contacto entre el relleno y el terreno actual.

Capacidad volumétrica de sitios para escombrera

Escombrera	Terraza	Área (m²)	Capacidad volumétrica (m³)
1	1	7000	40000
	2	7000	40000
	3	7000	40000
	4	7000	40000
	5	7000	40000
2	6	4030	38000
3	7	5073	30000
Totales		44103	268000

Figura N° 13.1 UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS

Responsable: Ing. Marlon Jiménez Jiménez

Dibujó: Ing. David Núñez M.

PROYECTO: Ampliación y Modernización PH Cachí.

Fuente: IGN, 2004 ICE, 2008 | Escala indicada Setiembre 2008 | Coordenadas Lambert Norte

Las características geométricas de las terrazas a rellenar se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 13.2. Características geométricas de las terrazas de la escombrera 1

Lugar	Distancia a Ventana B (m)	Área (m^2)	Capacidad volumétrica (m^3)
Terraza 1	460	7000	40000
Terraza 2	630	7000	40000
Terraza 3	1325	7000	40000
Terraza 4	1490	7000	40000
Terraza 5	1730	7000	40000
Totales	--	35000	200000

El acceso a las terrazas se hará desde un camino que se diseñará y construirá para tal fin. Alternativamente, un sistema de bandas será usado para llevar los escombros hasta la Terraza 1, y de ahí en adelante se distribuirán el transporte de los escombros hacia las otras terrazas con vagonetas

Escombrera 2

Estará ubicada en una propiedad privada a una distancia de apenas 1100 m. del sitio de construcción del Tanque de Oscilación. Se pretende usar un área relativamente plana de una terraza ubicada al pie de una ladera con una pendiente aproximada a 30%. El área de la terraza es de 4030 metros cuadrados.

El sitio de interés se ubica entre las coordenadas 206438.6 N, 562318.4 E, y 206438.6 N, 562449.5 E, aproximadamente en la elevación 950 m.s.n.m., en una zona de laderas de pendiente suave (del orden de 20 grados) en la margen derecha del río Reventazón. La zona está cubierta por coluvios consistentes de bloques métricos flotando en una matriz limoarcillosa. En general, se observa que los coluvios han alcanzado un ángulo de reposo y de estabilidad adecuados, ya que en las visitas de reconocimiento geológico geotécnico, no se observó evidencia de inestabilidad en el área.

El acceso al sitio se realiza desde la carretera principal de asfalto que se dirige hacia el poblado del Congo, de ahí en adelante el ICE debe mejorar y ampliar el acceso a la terraza considerada factible para los rellenos de escombros. El sitio está en el borde izquierdo de la carretera principal en el sentido de avance hacia El Congo.

El uso de la tierra en este terreno consiste de cafetales en las parte altas y de mayor pendiente, y de plantación de pejibaye y charral en relativo abandono, en la zona plana,

que es la de mayor interés como escombrera. La finca es poco productiva y está afectada por la acción antropogénica.

En este sitio se pretende colocar los escombros provenientes de la excavación del Tanque de oscilación (9 400 metros cúbicos) y en caso de requerirse, hasta un 10% de los materiales excavados en las obras subterráneas (17 900 metros cúbicos) para un volumen total de 27 300 metros cúbicos.

El relleno de estériles se hará en terrazas y bermas. La altura máxima de las terrazas individuales será de 4.0 metros, con bermas de 2.0 metros de ancho, así como taludes con pendientes de 2.0H:1.0V. La altura total del relleno no excederá los 16 metros. El relleno se apoyará sobre la ladera, la cual será tratada eliminando la cobertura de cafetal hasta la altura requerida, y dejando una superficie endentada para el adecuado engrape del relleno de escombros. En la cimentación se propone el diseño y construcción de un sistema de subdrenajes en zanja, similares a los de la escombrera 1, a fin de disminuir la subpresión y aumentar la estabilidad en la fundación del relleno.

Las características geométricas de la terraza a rellenar se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 13.3 Características geométricas de la terraza de la escombrera 2

Lugar	Distancia a Tanque de Oscilación (m)	Área (m^2)	Capacidad volumétrica (m^3)
Terraza 6	1100	4030	38000

La longitud de la carretera principal que sería afectada con un flujo controlado de vagonetas es de 1100 m. hasta el acceso de la propiedad. Al igual que en el caso de la escombrera 1, con el fin de no afectar el tránsito en horas pico, se ha planeado trasladar los escombros en horas que no coincidan con los picos del tránsito diario, particularmente el transporte público.

Escombrera 3

Estará ubicada en una propiedad del ICE, en un sector de la terraza elevada donde actualmente se ubica la Casa de Máquinas de la P. H. Cachí, en la margen derecha del río Reventazón. Este sitio está cubierto por pastos de poca altura, y en la actualidad alberga algunos restos de chatarra.

El sitio de interés se ubica entre las coordenadas 206 421.5 N, 563 132.1 E, y 206 329.5 N, 563 270.0 E, aproximadamente en la elevación 700 msnm, el acceso al sitio se realiza desde la carretera principal de asfalto que se dirige hacia el poblado del Congo, de ahí en adelante el acceso continúa en asfalto por el camino público que lleva hacia la Casa de Máquinas de la P. H. Cachí, por un tramo adicional de 1220 m. El sitio está en el borde derecho del camino.

La terraza adecuada para colocar los escombros tiene un área de 5073 metros cuadrados y es prácticamente horizontal. La capacidad estimada de este sitio es de 30 000 metros cúbicos. En este sitio se colocarán los estériles provenientes de la excavación de la ampliación de la Casa de Máquinas, el Pozo de la Tubería, y la Tubería Forzada, para un total de 21 180 metros cúbicos.

Como en el caso de las otras dos escombreras, el relleno de escombros estériles se hará en terrazas y bermas. La altura máxima de las terrazas individuales será de 4.0 metros, con bermas de 2.0 metros de ancho, así como taludes con pendientes de 2.5H:1.0V a 2.0H:1.0V. La altura total del relleno no excederá los 4 metros.

Las características geométricas de la terraza a rellenar se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 13.4. Características geométricas de la terraza de la escombrera 3

Lugar	Distancia a Casa de Máquinas (m)	Área (m^2)	Capacidad volumétrica (m^3)
Terraza 7	450	5073	30000

13.1.2 Medidas ambientales para su conformación y operación

Para los sitios de escombrera descritos, el ICE aplicará el método interno para la selección, diseño y construcción de escombreras Código PIR-IN-02, vigente desde noviembre de 2002. El método define la conformación de un Grupo Ejecutor multidisciplinario con las Áreas involucradas.

Este método define los procedimientos para la selección, el diseño y construcción de los rellenos de escombros. Los materiales de desecho para los que aplica este procedimiento, son producto de las excavaciones superficiales o subterráneas requeridas para la construcción de las obras civiles de un proyecto.

El método es aplicable a rellenos realizados con materiales tipo suelo, roca sana, roca alterada, fragmentos de concreto o a una mezcla de los anteriores.
Las etapas que el ICE aplicará a cada uno de los sitios de escombrera son las siguientes:

Estudios preliminares

- Coordinación de estudios preliminares
- Definición de volúmenes
- Identificación de sitios de escombreras
- Valoración preliminar de impactos ambientales que afectan a los sitios propuestos
- Análisis y selección de opciones
- Trámites de adquisición o de permisos de uso del terreno
-

Análisis y diseño de las escombreras

- Identificación detallada de aspectos específicos tales como los biofísicos, y el impacto ambiental asociado y medidas de mitigación

- Investigación geológica y geotécnica del sitio
- Diseño geométrico de la escombrera
- Diseño geotécnico de la escombrera
- Diseño hidráulico de las obras de manejo de agua
- Diseño del tratamiento y recuperación ambiental del sitio

Construcción de las escombreras

- Planeamiento
- Trazado de bordes de la escombrera
- Preparación y limpieza del sitio
- Construcción de subdrenajes u obras requeridas en la fundación del relleno
- Colocación y compactación de escombros
- Monitoreo ambiental y aplicación de las medidas de mitigación de impactos
- Construcción de obras hidráulicas
- Construcción de obras de refuerzo y protección

Recuperación biotécnica de la escombrera

Inspección y control

El grupo de Gestión Ambiental del proyecto, podrá definir el cierre temporal o definitivo de uno o más sitios de escombreras debido a causas socio-ambientales que lo afecten. Una vez definido el cierre por ésta u otras causas, deberá coordinar las obras finales de recuperación ambiental. Finalmente deberá verificar las obras integrales de recuperación biotécnica del sitio y gestionar el recibo conforme de los acuerdos escritos iniciales con el propietario.

13.1.3 Método para la selección, diseño y construcción de escombreras del ICE

El siguiente esquema resume de manera sinóptica los procesos para la selección, diseño y construcción de sitios de escombreras. En este esquema se presenta de manera columnar a las diferentes áreas responsables, y horizontalmente se presentan las diferentes etapas del proceso, las cuales se deberán ejecutar de manera secuencial y sin omitir ninguna de ellas.

Aunque los procesos se encuentren separados por Áreas Responsables, las etapas serán llevadas a cabo de manera integrada y multidisciplinaria por el Grupo Ejecutor multidisciplinario

Método para la selección, diseño y construcción de escombreras

13.2 Manantiales

13.2.1 Hidrogeología

Se han cartografiado 60 manantiales a lo largo de la zona de estudio, con su respectiva localización en coordenadas, elevación, medida de caudales (ver Figura N°.4.5.1 y Cuadro N°. 13.5). Las medidas del caudal de los manantiales se realizaron en diferentes épocas del año, para así tener un mayor conocimiento de su comportamiento.

Como se puede observar en las tablas N°.13.1 estos caudales son relativamente pequeños, por lo que pensar en usar uno solo no es real, por lo tanto se deberá pensar en emplear varios de ellos. Los manantiales ubicados en la localidad conocida como la finca del gringo, sumados dan un caudal que supera los 5 litros por segundo por lo que, con una captación adecuada se puede considerar entre las opciones para suministrar las aguas, que las comunidades requieren para abastecerse.

La perforación PACH-1, ubicada a 300 m. de distancia de la ruta establecida como línea de Túnel, permitió ubicar el nivel freático a una profundidad de 52 m., este nivel corresponde con un acuífero libre (se entiende como libre, a aquel acuífero que no se encuentra confinado por capas impermeables sino que la filtración es directa) y no confinado (como ya se indico es aquel acuífero atrapado entre capas impermeables) como en principio se creía. La elevación de la perforación es de 1170 m.s.n.m. y el nivel freático se encuentra en la elevación 1118 m.s.n.m., a una elevación vertical de 128 m. por encima del Túnel, tal como se puede apreciar en la Figura N° 13.2 (que corresponde con trazado del Túnel), en la cual se aprecia un nivel freático regional basado en la perforación señalada y en las nacientes por las cuales pasa el Túnel así como con la geología del trazado

Los estudios hidrogeológicos efectuados en el área de estudio corroboraron que el sustrato de estos manantiales corresponde con brechas sanas bien cementadas y de buena calidad físico mecánica, las cuales tienen también como componentes incluidos en ellas tobas, que tienden a comportarse como lentes. Probablemente, estos lentes actúan en algunos sectores como sellos, permitiendo la formación de manantiales colgados (entiéndase por colgados, a aquellos acuíferos de pequeña magnitud, atrapados en el medio rocoso en forma de lentes y que una vez abatidos no sé restituyen de nuevo)

Así como la brecha tiende a comportarse como sello cuando se presenta soldada, también cuando está meteorizada acumula y transmite agua. Se ha observado en algunos afloramientos una brecha soldada, con una matriz muy suelta, arenosa, con mayor contenido de bloques o también lo contrario, un mayor contenido de matriz con un porcentaje bajo de bloques. Debido a esta situación, es posible pensar que exista algún tipo de conexión entre el nivel regional y los niveles locales, ya sea por percolación, fracturamiento de algunas brechas o por las mismas lavas presentes en la Formación Doán o en los extremos de los lentes tobáceos.

Figura N° 13.2

ICE
P.H. CACHÍ
PERFIL GEOLOGICO DE LINEA DE
TUNEL 2
(MODERNIZACION Y AMPLIACION PLANTA CACHI)

Debido a que las condiciones geológicas (Formación Doán), de este nuevo Túnel son las mismas sobre las cuales se construyó el Túnel del P. H. La Joya, es de esperar que los acuíferos cercanos al Túnel sean abatidos, por lo que se deberán tomar las medidas preventivas y de mitigación adecuadas para solucionar los problemas que esta situación implica. Sin embargo, muy probablemente el tiempo de abatimiento de los acuíferos, que se ubican sobre este nuevo Túnel, sea más lento que en el Túnel del P. H. La Joya, debido a que la cobertura es mayor en el nuevo Túnel.

13.2.1.1 Líneas de Flujo

Tomando como punto de partida la elevación de los manantiales con respecto al nivel del mar, se realizó un mapa de iso freáticas, con el fin de determinar las direcciones de las líneas de flujo y así de esta manera definir las zonas de recarga de los manantiales.

En la Figura N° 4.5.1 se puede apreciar que existen dos direcciones de flujo predominantes, una con una dirección de SW en un 80%, orientadas hacia el río Reventazón, lo que hace suponer que existe un nivel regional, que es recargado en las áreas cercanas al Cerro Doán. Este nivel es alimentado por aportes de las pequeñas micro cuencas ubicadas en la región y que se orientan con la misma dirección del nivel regional.

También se tiene otra orientación de las líneas de flujo, de dirección NE y que corresponde con las nacientes, localizadas en las cercanías de donde nace el río Urasca. La orientación de las líneas de flujo están probablemente influenciadas por la falla Urasca, que de acuerdo con la literatura actual esta falla se encuentra activa.

13.2.1.2 Diagramas de Stiff

Los resultados químicos, obtenidos de las muestras recolectadas en los manantiales, permitieron aclarar que las aguas de cada una de las nacientes muestreadas, tienen las mismas características químicas, con pequeñas diferencias asociadas a las condiciones de mineralización, de las rocas que sirven de sustrato a los manantiales.

Se notan también pequeñas diferencias en cuanto a los contenidos de los componentes de los aniones y cationes. La Figura N° 13.4, muestra muy claramente esta situación.

13.2.1.3 Conclusiones en el tema de la Hidrogeología

Podemos concluir, que las condiciones que se esperan en el nuevo Túnel serán semejantes al anterior, pero merece poner la debida atención a la preinyección antes de la excavación, así como al revestimiento de éste, tanto por la cercanía del Túnel anterior como también por el abatimiento y recuperación de los manantiales existentes en los alrededores, tomando en cuenta que en algunos casos este abatimiento no será inmediato. Debido a los aspectos geológicos e hidrogeológicos mencionados, se recomienda el revestimiento y la preinyección para todo el Túnel.

Figura N°. 13.4

GRÁFICOS DE STIFF: MUESTRAS DE AGUA DE NACIENTES
LÍNEA DE TÚNEL CACHÍ
TUNEL CACHÍ I-1
TUNEL CACHÍ I-2
TUNEL CACHÍ I-3
TUNEL CACHÍ I-4
TÚNEL CACHÍ I-5
TÚNEL CACHÍ I-6A
Cl
HCO3
SO4
Ca
Mg

No se esperan dentro del Túnel excavado burbujas de gas natural, primero por la edad de las brechas y segundo porque no se va excavar sobre un lahar (avalancha de bloques y piedras) sino sobre roca.

Dada las buenas condiciones topográficas de la ladera que baja con una pendiente de 35 grados y el tipo de rocas a encontrar para los anclajes, no se anticipa problemas serios durante la ejecución de la construcción de la tubería de presión

Los estudios de los aluviones localizados en el área de la casa de máquinas, permitieron dividir la zonas en dos partes: una superior de 15 metros de espesor compactada, de piedras redondeadas grandes y material arenoso grueso, y gránulos llenando los espacios entre las piedras redondeadas pero con relativamente poco limo, la segunda zona tiene un espesor inferior a los 5 metros y se presenta más compacta o mejor acomodada en donde los espacios entre piedras redondeadas están rellenados por arena y limo arcilloso.

Un factor adverso, que se visualizó en esa época y que tiene vigencia en el presente, para los trabajos de la excavación de la casa de máquinas, lo constituyó el nivel freático, que varió entre 3.25 metros y 7 metros (en la actualidad no se cuenta con ninguna perforación nueva). Para la excavación de la obra se sugirió la construcción de un sistema de pozos de succión, ya sea en serie o individuales, a fin de que por este medio se logre abatir el nivel freático, a una cota conveniente durante el proceso de excavación y construcción de la casa de máquinas.

Estos estudios hidrogeológicos, corroboraron que el sustrato de los manantiales, corresponde con brechas sanas bien soldadas y de buena calidad físico mecánica, las cuales tienen incluidos en ellas tobas como componentes, que tienden a comportarse en forma de lentes. Probablemente, estos lentes actúan en algunos sectores como sellos, permitiendo la formación de manantiales colgados.

Los manantiales ubicados en la localidad conocida como la finca del “gringo” presentan una opción que se debe considerar entre las alternativas que se estudian para asegurarles el suministro de agua a los habitantes del área del proyecto ante un eventual secado de los manantiales, ya que sumados dan un caudal que supera los 5 litros por segundo, por lo que con una captación adecuada, pueden perfectamente suministrar en el futuro las aguas, que las comunidades requieran para abastecerse.

La investigación de campo y la perforación efectuada, ha permitido definir un nivel freático regional, que posiblemente tenga algún tipo de conexión con los niveles locales, ya sea por percolación, fracturamiento de algunas brechas o por las mismas lavas fracturadas presentes en la Formación Doán o en los extremos de los lentes tobáceos.

Existen dos direcciones de flujo predominantes, una con una dirección de SW en un 80 %, orientadas hacia el río Reventazón, lo que hace suponer que existe un nivel regional, que se recarga en las áreas cercanas al Cerro Doán. Este nivel es alimentado por aportes de las pequeñas micro cuencas ubicadas en la región y que presentan la misma dirección del nivel regional.

También se tiene otra orientación de las líneas de flujo, de dirección NE y corresponde con las nacientes, ubicadas en las cercanías de donde nace el río Urasca y que se asocia con la falla Urasca.

Los resultados químicos, obtenidos de las muestras recolectadas en los manantiales, dieron como resultado que las aguas de cada uno de ellos tienen las mismas características químicas, con pequeñas diferencias en cuanto a concentraciones, debido a las condiciones de mineralización de las rocas, que sirven de sustrato a los manantiales.

Ya que las condiciones geológicas de este nuevo Túnel son las mismas sobre las cuales se construyó el Túnel del P. H. La Joya, es de esperar que los acuíferos cercanos al Túnel sean abatidos, aunque en un tiempo más lento tal y como ya se explico, por lo que se deberán tomar las medidas preventivas y de mitigación adecuadas para solucionar los problemas que esta situación implica.

Debido a la distancia que existe entre el trazado del Túnel, así como la profundidad de este, con respecto a las nacientes de Urásca, es muy probable que el cono de abatimiento que cause el Túnel no alcance estas nacientes.

13.2.1.4 Recomendaciones

Las condiciones de excavación que se esperan en éste nuevo Túnel serán semejantes al anterior, pero merece poner la debida atención a la preinyección antes de la excavación, así como al revestimiento de éste, tanto por la cercanía del Túnel anterior como también por el abatimiento y recuperación de los manantiales existentes en los alrededores. Debido a las condiciones geológicas (Formación Doán mencionada) e hidrogeológicas, se recomienda el revestimiento y la preinyección para todo el Túnel.

La perforación efectuada en el antiguo tanque de oscilación, evidenció una secuencia de lavas y tobas de coloración rojiza los primeros metros y gris oscuro después, con tramos de lava vesicular y amigdaloide hasta los 21 metros de profundidad (cota 981m.s.n.m.), seguidos por una brecha gris a gris café hasta la profundidad de 40 metros (cota 962), sin embargo dejó muy claro el aspecto hidrogeológico por lo que se recomienda efectuar una nueva perforación en este sitio a fin de obtener una mayor información.

Aunque se tienen buenas condiciones topográficas de la ladera que baja con una pendiente de 35 grados y un buen tipo de rocas para los anclajes, se recomienda realizar en el nuevo sitio una limpieza y por lo menos dos trincheras, para garantizar que no existan problemas serios, durante la ejecución de la construcción de la tubería de presión.

Los estudios realizados en los aluviones localizados en el área de la casa de máquinas, durante la primera etapa del P. H. Cachí permitieron dividirlos en dos zonas: una superior de 15 metros de espesor compactada, de piedras redondeadas grandes y material arenoso grueso, y gránulos llenando los espacios entre las piedras redondeadas pero con relativamente poco limo, la segunda zona tiene un espesor inferior a los 5 metros y se presenta más compacta o mejor acomodada en donde los espacios entre piedras redondeadas están rellenados por arena y limo arcilloso, sin embargo sería recomendable realizar por lo menos dos perforaciones para mejorar la información existente y así verificar sí el nivel freático aún se mantiene a la misma elevación.

Un factor adverso, que se visualizó en esa época y que tiene vigencia en el presente, para los trabajos de la excavación de la casa de máquinas, lo constituyó el nivel freático, que varió entre 3.25 metros y 7 metros (en la actualidad no se cuenta con ninguna perforación nueva). Para la excavación de la obra se sugirió la construcción de un sistema de pozos de succión, ya sea en serie o individuales, a fin de que por este medio se logre abatir el nivel freático, a una cota conveniente durante el proceso de excavación y construcción de la casa de máquinas.

13.2.2 Estado Ambiental de los Manantiales (Ubicación - Descripción)

"Ley Forestal No. 7575
De 13 de febrero de 1996
Alcance a La Gaceta No. 72 de 16 de abril de 1996

Artículo 33.- Áreas de protección

Se declaran áreas de protección las siguientes:
a) Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
b) Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.
c) Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.
d) Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley."

En el área de influencia del Proyecto de Ampliación de Cachí, se han localizado 45 sitios de monitoreo. Las surgencias identificadas en estos sitios, se localizan en el área que abarca las siguientes coordenadas: latitud 202000.00, 205500.00 y Longitud 559000.00, ,563000.00. (Cuadro N°.13.5)

Los trabajos realizados han consistido en determinar la ubicación y elevación de las nacientes, así como iniciar un proceso continuado de monitoreo de los aportes de los caudales; estos trabajos se iniciaron en el mes de marzo del 2008.

Del total de las nacientes identificadas el 44% se utilizan para abastecer los acueductos de las comunidades cercanas; estas nacientes cuentan con algún tipo de infraestructura que permite su captación y conducción a los acueductos de Poblados como San Jerónimo, San Miguel, el Congo, La Joya y otros. Los sitios donde se ubican estas nacientes, se encuentran en general con un buen estado de cobertura vegetal y poco estado de alteración desde un punto de vista antrópico. Los caudales de aporte registrados por estas nacientes van del orden de los 0.2 lts/s hasta caudales máximos del orden de los 9.3 lts/s registrados en las nacientes del acueducto del Congo.

El resto de las nacientes identificadas y monitoreadas, son utilizadas con fines de uso agropecuario, los lugares donde se localizan estas nacientes presentan un estado de alteración importante, o se encuentran directamente dentro del área de explotación. Su uso abarca toda una gama de labores que van desde el riego para cafetales y abrevadero de ganado vacuno hasta actividades de acuacultura. Muy pocos de estos sitios cuentan con una infraestructura formal para la captación y conducción del recurso, los caudales de aporte de estas nacientes se encuentran en el orden de los 0.3 lts/s hasta los 7.9 ltrs/s. Se incluirían dentro de este grupo aquellas nacientes que son el origen de las principales quebradas del área.

MONITOREO DE NACIENTES EN LÍNEA DE TÚNEL AMPLIACIÓN DE CACHÍ (CAUDAL EN L/SEG)

UBICA	El Cafetal Parte Acued. San Jerónimo			Los Helechos (Jorge Solano)		Berenjenas (William Vázquez)				Acueducto La Joya			Acueducto El Congo					Ventana (Margen Izquierda)		
LAT	559692	559682		559523	559573	560830	560835	560778	560712	561100	561129	561149	562941	562941	562941	562941	563209	561115	561171	561182
LONG	204406	204389		204756	204819	204871	204885	204924	204939	204850	204870	204894	205189	205189	205189	205189	205527	205379	205304	205231
ELEV	1270	1265		1283	1271	1060	1050	1095	1120	1040	1030	1037	986	986	986	986	986	995	1100	1110
																		Rebalse	Rebalse	Rebalse
																Rebalse		Joya	Joya	Joya
	N1	**N2**	**N2A**	**N3**	**N4 Poza**	**N5**	**N6**	**N17**	**N18**	**N6A**	**N7**	**N8**	**N9**	**N10**	**N11**	**N12**	**N13**	**N14**	**N15**	**N16**
FECHA																				
05/03/08													3.090	9.287	0.134	2.277	3.367			
06/03/08	0.287	1.978	0.050	0.330	0.015	1.241	2.263			0.591	3.427	0.066						8.800		1.375
09/03/08																				
11/03/08																				
12/03/08								0.272	0.883											
26/03/08																				
27/03/08										0.528	0.836	0.305	2.316	8.421	0.051	1.336	2.894			
02/04/08						1.101	2.345	0.245	0.786									3.390	0.361	0.967
03/04/08	0.031	1.204	0.025	Bomba	0.005															
08/04/08						1.010	1.896	0.228	0.725									0.598	0.402	3.467
09/04/08																				
16/04/08										0.724	1.878	0.309	1.739	7.985	0.036	3.270	2.035			
18/04/08	0.534	2.386	0.025	0.253	0.020															
23/04/08																				
24/04/08						0.988	1.884	0.215	0.784									1.015	0.713	3.790
29/04/08										0.643	1.667	0.298	1.757	7.603	0.035	0.563	2.393			
30/04/08	0.335	0.946	0.020	0.244	0.017															
07/05/08																				
08/05/08						0.773	1.760	0.189	0.620	0.282								1.056	0.345	3.870
09/05/08																				
13/05/08										0.308	1.234	0.407	1.449	7.342	0.027	0.301	1.745			
14/05/08	0.217	0.750	0.015	Bomba	0.007															
20/05/08						0.872	1.549	0.133	0.508									0.511	0.208	3.176
21/05/08																				
27/05/08										0.635	1.356	0.314	3.503	8.477	0.029	0.543	2.222			
03/06/08	0.383	1.513	0.031	0.407	0.077															
04/06/08																				
12/06/08						1.34	1.06	0.726	2.721									1.906	1.235	2.737
17/06/08																				
18/06/08																				
24/06/08										0.732	0.671	0.19								
25/06/08						0.934	1.041	0.256	1.449				2.906	7.159	seco		1.290	1.333	0.684	2.732
08/07/08	0.246	1.248	seco	0.383	0.053															
14/07/08						1.33	1.403	0.442	4.222									1.316	0.632	4.287
15/07/08										0.585	0.229	0.324	6.985	9.287	0.033	seco	3.03			
24/07/08																				
30/07/08	0.342	3.07	0.025	0.69	0.203															
31/07/08										0.555	0.392	0.279	6.896	7.451	0.031	seco	2.759			
08/08/08						1.418	0.619	0.429	4.082									1.27	0.584	4.182
13/08/08																				
19/08/08	0.781	3.279	0.036	0.705	0.206															
21/08/08						1.407	0.662	0.457	4.634	0.595	0.633	0.325	6.934	7.006	0.031	seco	2.581	1.653	Mucho ca	3.529
26/08/08																			Derrumb	
28/08/08																				
02/09/08																				
03/09/08						1.347	0.639	0.391	2.836	0.527	0.317	0.075						0.564		0.019
10/09/08	1.047	3.559	0.157	0.504	0.082								5.128	11.785	0.251	seco	2.612			
18/09/08						1.418	2.288	0.318	1.479	1.225	1.585	2.77						0.897	Mucho ca	0.333
19/09/08																				
24/09/08																				
25/09/08	1.036	2.512	0.153	0.489	0.063								5.034	10.849	0.181	seco	2.016			
30/09/08																				
01/10/08						1.422	1.859	0.294	2.502	0.841	1.253	2.41						2.286	Mucho ca	1.133
08/10/08													13.253	8.951	0.308	seco	5.494			
09/10/08	0.52	3.38	0.114	0.864	0.171															
16/10/08						1.481	1.942	0.297	2.637	0.842	0.887	4.545						2.33	Mucho ca	1.224
23/10/08																				
05/11/08	0.443	3.984	0.118	0.801	0.148					0.981	2.193	10.232						1.93	Mucho ca	1.384
06/11/08													6.377	6.959	0.268	seco	6.197			
12/11/08						1.58	2.053	0.312	2.74											
19/11/08																				
20/11/08						1.703	2.74	0.429	2.882	1.095	2.053	8.827						1.961	Mucho ca	1.499
02/12/08	0.398	4.563	0.167	0.248	0.4															
04/12/08						2.321	3.2	0.987	15.714	0.683	1.951	7.186	20.952	10.165	0.909	seco		1.802	Mucho ca	1.633
16/12/08																				
06/01/09						1.724	2.548	0.462	2.614	0.845	3.117	9.091						1.951	Mucho ca	1.004
14/09/09	0.362	0.333	0.096	0.242	0.059								4.711		0.429	seco	3.366			
16/01/09																				
20/01/09								0.383	1.201	0.81	2.557	12.771						0.997	0.987	0.842
27/01/09																				
03/02/09																		1.036	0.81	0.899
04/02/09													6.414	12.13	0.565		4.375			
PROM.	**0.464**	**2.314**	**0.074**	**0.474**	**0.102**	**1.337**	**1.776**	**0.373**	**2.801**	**0.701**	**1.486**	**3.185**	**5.850**		**0.207**	**1.382**	**3.024**	**1.838**	**0.633**	**2.099**

Continuación

UBICA						Q. La Vaca Muerta Acued. Sn. Miguel	Parceleros	Acued. San Miguel (Toma Princ)	Afluentes del río Hamaca					Nacientes Gringo	Acueducto San. Jerónimo (Guatusito)			A San Jerónimo (Urasca)	
LAT	560684	560372	559904	559750	559415	562378	561654	562153	562368	562308	562157	563300	562282	562706	561134	560439	560212	560614	560483
LONG	205212	205062	204968	204996	205046	204228	203588	203372	203882	203777	206566	203436	203503	201901	203874	203730	203947	202824	202833
ELEV	925	985	1075	1085	1125	1120	1390	1368	1257	1265	1286	1354	1314	1452	1405	1340	1350	1150	1180
	N19	**N20**	**N21**	**N22**	**N23**	**N24**	**N25**	**N26**	**N27**	**N28**	**N29**	**N36**	**N37**	**N30**	**N31**	**N32**	**N33**	**N34**	**N35**
FECHA																			
05/03/08																			
06/03/08																			
09/03/08						2.799													
11/03/08						3.111	1.256	1.798	1.081	0.400	1.369			3.598					
12/03/08	0.546	7.166	0.147	0.055	0.555		0.994								0.389	0.296	1.218		
26/03/08						2.26		1.537	0.864	0.336	1.329			3.238					
27/03/08																			
02/04/08	0.500	7.382	0.200	0.046	0.213														
03/04/08															0.288	0.262	0.583		
08/04/08	0.493	6.377	0.113	0.252	0.197														
09/04/08						2.799		1.628	1.333	0.480	1.487							4.783	0.130
16/04/08							0.890												
18/04/08														4.428	0.331	3.333	0.574		
23/04/08								1.732	1.660	0.431	1.544							4.944	0.142
24/04/08	0.588	9.875	0.199	0.369	0.991	3.225													
29/04/08							1.271												
30/04/08																0.513	0.552		
07/05/08						2.226		1.453	0.913	0.274	1.020	3.048	0.040						
08/05/08	0.383	5.898	0.124	0.339	0.691														
09/05/08																		4.508	0.147
13/05/08							1.002												
14/05/08														4.415	0.291	0.351	0.523		
20/05/08						2.206		1.349	0.825	0.265	1.044	3.067	0.010						
21/05/08	0.444	6.286	0.136	0.387	0.613													4.721	0.207
27/05/08							2.659												
03/06/08						5.529		3.388	2.817	0.677	3.134	13.275	1.198		1.14	0.657	1.198		
04/06/08																		5.555	0.336
12/06/08	0.657	10.426	0.538	0.873	1.538		3.674												
17/06/08						6.258		4.305	2.353	0.714	3.284	12.589	0.946	7.766					
18/06/08							3.894												
24/06/08																			
25/06/08	0.384	7.097	1.019	0.153	0.899														
08/07/08						5.239		2.781	3.226	0.757	3.67	7.836		7.863	2.198	0.709	1.163	5.867	0.539
14/07/08	1.81	1.619	0.846	1.695	2.199														
15/07/08							3.338												
24/07/08						6.24		3.941	3.039	0.873	3.546	12.651	1.06	4.965					
30/07/08															1.01	2.439	1.617	5.789	0.559
31/07/08							4.519												
08/08/08	1.653	8.627	0.828	1.454	1.835														
13/08/08						12.31			4.405	1.274	4.115	15.805	1.905						
19/08/08															1.067	2.581	1.686		0.893
21/08/08	0.284	9.565	0.324	0.741	1.77		4.033												
26/08/08																			
28/08/08						6.836		3.303	4.651	1.379	4.587	11.33	1.851	5.427					
02/09/08														8.936					
03/09/08	1.231	8.627	0.774	1.778	1.407	6.781		4.269	2.688	0.992	4.329	11.905	0.719						
10/09/08							2.412								1.368	0.909	1.267	6.667	0.61
18/09/08	0.207	9.778	0.382	0.639	2.288														
19/09/08						4.004		3.38	1.996	1.103	3.559	7.134	0.426						
24/09/08							1.912											6.044	0.222
25/09/08														8.921	0.937	0.825	1.056		
30/09/08						9.963		3.582	2.958	1.015	3.831	11.38	0.686						
01/10/08	0.913	9.565	0.506	0.931	3.846														
08/10/08							4.32												
09/10/08															1.311	1.27	2.989		1.356
16/10/08	0.941	10.232	0.535	0.956	4.255														
23/10/08						8.97		3.42	2.755	2.898	3.631	9.978	2.299						
05/11/08	0.703	6.984	0.943	1.432	5.65										0.842	0.811	1.379		
06/11/08							2.822												
12/11/08						5.652		2.866	2.571	2.618	3.115	6.756	1.942	9.086					
19/11/08																			1.504
20/11/08	0.752	7.12	0.71	1.21	4.854														
02/12/08						6.744		9.593	2.571	1.587	2.667	15.592	1.583	12.236	1.028	1.01	1.892	Con llave	
04/12/08	0.507	15.068	1.255	2.048	8.302														1.794
16/12/08							3.26												
06/01/09	0.246	1.874	0.538	1.216	4.898	4.255		3.284	2.278	0.86	2.584	8.733	1.019					6.587	
14/09/09															0.879	1.408	1.088		1.27
16/01/09																			
20/01/09	0.408	9.362	0.442	1.141	1.842														
27/01/09								3.697	3.077	1.026	0.356	15.965	0.965						
03/02/09	0.463	10.045	0.488	1.122	2.105														
04/02/09																			
PROM.	**0.672**	**7.903**	**0.526**	**0.897**	**2.426**	**5.378**	**2.641**	**3.241**	**2.403**	**0.998**	**2.710**	**10.440**	**1.110**	**6.740**	**0.934**	**1.158**	**1.252**	**5.547**	**0.694**

Continuación

UBICA	Acueducto Urasca (para Urasca)		Urasca (Pepino)	San Miguel	San Miguel	Cerro El Duan	Acueducto Tucurrique												
										Naciente Juan Dad									
LAT	560350	559678	559901	562000	562195		566429	566429	565888	566137			565950	563574	563574	563574	563574	563574	563574
LONG	202760	202666	202659	205353	205188		204211	204211	204185	204093			204065	206250	206250	206250	206250	206250	206250
ELEV	1150	1095	1120	1135	115														
	Varela	Mecate		Cañal	Tilapias														
	N38	N39	N40	N41	N42	N43	F14	F13	F1	1	2	3	F2	F4	F5	F6	F16	F17	F18
FECHA			5																
05/03/08																			
06/03/08																			
09/03/08																			
11/03/08																			
12/03/08																			
26/03/08																			
27/03/08																			
02/04/08																			
03/04/08							0	0	2.649	0.395	0.01	0.405	8.823	0.138	0.116	0	0	0	0.198
08/04/08																			
09/04/08																			
16/04/08																			
18/04/08																			
23/04/08																			
24/04/08																			
29/04/08				0.555	0.420														
30/04/08																			
07/05/08																			
08/05/08							0	0	2.420	0.002	0	0.287	8.028	0.100	0.082	0	0	0	0.183
09/05/08		5.462	1.010																
13/05/08				0.241	0.180														
14/05/08																			
20/05/08																			
21/05/08		5.022	1.180																
27/05/08																			
03/06/08																			
04/06/08																			
12/06/08		4.794	1.515				0	0	2.509	0.250	0.284	0.200	5.287	0.091	0.183	0	0	0	0.056
17/06/08																			
18/06/08						1.394													
24/06/08				1.418	0.655		0	0	2.627	2.836	seco	0.221	6.378	0.092	0.123	seco	seco	seco	0.049
25/06/08																			
08/07/08		4.034	0.838																
14/07/08																			
15/07/08				1.732	1.794														
24/07/08		4.123																	
30/07/08			1.099																
31/07/08				1.36	1.439														
08/08/08																			
13/08/08							0	0	4.469	2.424	0.011	0.266	9.672	0.18	0.585	seco	0.322	0.305	0.568
19/08/08		4.459	1.667																
21/08/08				1.29	1.504														
26/08/08						1.575													
28/08/08																			
02/09/08										0.383	0.58	0.405	7.729	0.224	0.958	0.198	0.629	0.442	0.757
03/09/08				0.685	1.282				2.944										
10/09/08		4.28	1.569																
18/09/08				1.689	0.84														
19/09/08																			
24/09/08			1.667			0.839													
25/09/08																			
30/09/08							0	0.538	2.625	0.145	0.751	1.016	1.856	0.278	1.316	0.247	0.781	0.483	0.726
01/10/08				3.175	1.692														
08/10/08																			
09/10/08		11.435	2.557																
16/10/08				4.219	2.294														
23/10/08							0	0.392	2.509	0.142	0.694	0.905	1.675	0.24	1.159	0.171	0.392	0.299	0.683
05/11/08				2.882	1.421														
06/11/08						1.587													
12/11/08		10.322	0.282				0	0.366	2.849	0.162	0.731	0.937	1.939	0.291	1.159	0.201	0.366	0.358	0.723
19/11/08				3.077	1.458														
20/11/08																			
02/12/08																			
04/12/08		22.251	2.817	3.478	1.25														
16/12/08						1.923													
06/01/09				1.829	0.942														
14/09/09		11.631	2.857																
16/01/09							0	0	2.66				6.872	0.221	2.37	0.126	1.515	0.26	0.885
20/01/09				1.186	0.687														
27/01/09																			
03/02/09							0	0	3.305	0.504	.82	1.216	6.095	0.286	2.801	0.158	1.374	0.314	0.953
04/02/09		12.372	3.521																
PROM.		**8.349**	**1.373**	**1.921**	**1.191**	**1.464**	**0.000**	**0.130**	**2.870**	**0.724**	**0.431**	**0.586**	**5.850**	**0.195**	**0.989**	**0.122**	**0.538**	**0.246**	**0.526**

13.2.3 Uso y tenencia del recurso hídrico: síntesis descriptiva

Poblado de Urasca

El 18 de junio del año 2008, personeros del ICE realizamos una gira de inspección, con el señor Carlos Gutiérrez López, representante de la Municipalidad de Paraíso, Departamento de Aguas, para identificar las captaciones de agua que alimentan a los poblados de Urasca y San Jerónimo.

Figura Nº 13.5.
Tanque de agua de María Reina en el poblado de Ajenal, Ujarrás.

Se realizó una visita a la naciente llamada “María Reina” ubicado en el poblado de Ajenal, Ujarrás, cerca de la comunidad de Urasca, Cachí. La misma no está en uso, y tiene aproximadamente 4 litros por segundo, cuenta con una tubería de 6 pulgadas. En los terrenos aledaños, hay siembra de chayotes, y sería recomendable hacer los estudios químicos respectivos al agua, para definir su potabilidad. En la siguiente fotografía se puede observar la laguna de la naciente de María Reina.

Figura Nº 13.6.
Captación de agua María Reina en el poblado de Ajenal, Ujarrás.

En el caso del poblado de Urasca, existen dos tomas de agua que son municipales, se pudo evidenciar su falta de mantenimiento. Cabe destacar que de estas captaciones de agua en Urasca se alimenta el poblado de San Jerónimo, la comunidad de Cuatro Calles o Cuatro X, que se ubica antes del puente de la Represa Hidroeléctrica Cachí, y aproximadamente a 10 parceleros de Pitalllo. Sin embargo, hay aproximadamente 35 agricultores independientes en Pitaliyo, alrededor de 23 parcelas en esta zona.

Figura Nº 13.7.
Captación de agua de la comunidad de Bajos Urasca e inspección funcionarios ICE y funcionarios municipales de Paraíso, junio 2008

Además, en Bajos Urasca, se encuentra una serie de actividades como la pesca deportiva, que cuenta con piscinas de tilapias y actividades predominantemente agrícolas. Asimismo, en la propiedad del señor Fernando Rosas, conocido como “Mecate”, existe una captación de 3 litros por segundo, que abastece a la comunidad de Urasca, o llamado “Urasca Nuevo”, es decir, aproximadamente 150 personas.

Figura Nº 6.8.
Estado de la captación de agua que abastece al poblado de Nuevo Urasca, Junio 2007.

Esta captación llamada también “Mecatico” que abastece a toda una comunidad, tiene severos daños, y es necesario darle mantenimiento continuo y mejorar su conducción, ya que se expone a altos riesgos de contaminación. La comunidad de Urasca Nuevo, tiene un alto riesgo de contaminación del agua de consumo humano.

Figura Nº 6.9
Estado de la captación de agua que abastece al poblado de Nuevo Urasca, Junio 2007.

Poblado de San Jerónimo

En la comunidad de San Jerónimo, se efectuó una reunión el martes 17 de junio del 2008 con el señor Hugo Solano, presidente de la ASADA, quien manifestó su apoyo a las labores del ICE, pero de igual manera, se expresó preocupado en relación a la eventual afectación al recurso hídrico, y a las necesidades de infraestructura comunal, como el caso del sistema eléctrico de la comunidad.

Figura Nº 13.10
Asociación Administradora de Acueducto Rural del poblado de San Jerónimo, Marzo 2008.

En el caso de San Jerónimo, la captación se encuentra en Urasca, la misma está protegida por malla perimetral y los tanques parecen estar en buen estado. En esta comunidad de San Jerónimo, existe una ASADA que abastece a 118 casas de habitación, tienen 126 previstas en total. El señor Solano, comentó que efectivamente el agua de San Jerónimo se capta de Urasca, y tiene aproximadamente 0.40 litros/segundo.

El señor Solano hace mención que en el caso de San Jerónimo, hay que contar con el hecho de que aproximadamente 10 viviendas cuenta con agua propia, ya sea por nacientes en sus propiedades o por pozos, principalmente en la zona alta, conocida como Guatusito.

Poblado de San Miguel

En la comunidad de San Miguel, las actividades que se desarrollan en la parte alta del río La Luisa, consiste en criaderos de cerdos y vacas, que ha significado cierto malestar por parte de algunos pobladores, que expresan que estos criaderos no cuentan con los permisos respectivos del Ministerio de Salud. En general, todos los desechos que se producen por actividades agropecuarias son drenados al río La Luisa.

Figura Nº 13.11. Actividades que se desarrollan a lo largo del río La Luisa que atraviesa la comunidad de San Miguel

Fuente: Informe del estado de toma de agua y del tanque de cloración de San Miguel. Trabajo Comunal Universitario: Atención a riesgos de la comunidad de Cachí. Universidad de Costa Rica. 2007

La comunidad de San Miguel, cuenta con una toma principal de agua para consumo humano, ubicado en la zona como Loma Burro, la cual presenta características boscosas y el ingreso a esta captación es por un camino de difícil acceso, por lo que no tiene un adecuado mantenimiento ni vigilancia del mismo.

Se pudo observar, un tramo de tubería PVC, con un diámetro aproximado de 37 mm (1 y 1/2), que conduce el agua potable, en general la tubería está enterrada, y el lugar presenta falta de mantenimiento.

Es primordial rescatar, que el área donde aflora y se ubica la toma de agua potable que alimenta el poblado de San Miguel, se encuentra en propiedad privada. Está rodeado de vegetación, carece de mantenimiento, y la toma o captación no tiene ningún tipo de concesión legal ante el Departamento de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía.

Figura Nº 13.12
Reunión de funcionarios ICE con los parceleros del Asentamiento Café y Azúcar de las comunidades de El Congo y San Miguel, marzo 2008.

El tanque de cloración presenta grietas importantes, no tiene una cimentación adecuada, y la tapa no cierra adecuadamente, por lo que se filtran sedimentos, hojas y otros desechos, no se cuenta con tanque desarenador. Esta situación evidencia la necesidad de realizar los estudios químicos correspondientes al agua, para evidenciar la calidad para consumo humano de la misma.

Figura Nº 13.13. .Esquema que muestra el estado de la infraestructura (ya no tiene cimentación) donde están los tanques de cloración de San Miguel

Fuente: Informe del estado de toma de agua y del tanque de cloración de San Miguel. Trabajo Comunal Universitario: Atención a riesgos de la comunidad de Cachí. Universidad de Costa Rica. 2007

Existe una infraestructura donde se encuentran los recipientes que contienen cloro para el tratamiento de agua, el tanque se construyó aproximadamente en 1995. El tanque para el tratamiento de agua tiene las dimensiones de 2.5 metros de ancho por 3 metros de largo por 1.8 metros de profundidad.

En la comunidad de San Miguel existe un Comité de Aguas, liderado por el señor Gerardo Solano, quien es la única persona capacitada por AyA para realizar el proceso de cloración, las otras personas desconocen la cantidad de cloro que el agua necesita para ser apta para consumo humano, por lo que existe un alto riesgo de salud pública en la comunidad.

En el caso de esta captación para consumo humano en la comunidad de San Miguel, es necesario un mantenimiento adecuado, válvulas de aire, tanques desarenadores, y realizar obras civiles para la infraestructura (pequeña habitación), ya que se puede observar problemas de erosión, que podrían hacer colapsar los tanques.

Poblado de El Congo de Tucurrique

En el caso de la comunidad del Congo, la misma se alimenta del rebalse del tanque que da agua a la colonia y de la casa de máquinas de la Planta de Cachí. En este momento, se está llevando a cabo un proceso de concesiones de agua por parte del ICE de sus captaciones, asegurando, en conversaciones y acuerdos con la ASADA de El Congo, para que ellos también realicen sus respectivas concesiones de agua, y no resulten perjudicados o carezcan del recurso hídrico en ningún momento.

El 24 de junio del 2008, se realizó una reunión en horas de la tarde en la Escuela El Congo, con los miembros de la ASADA y funcionarios ICE, para conversar y llegar a acuerdos con respecto al proceso de concesiones. Se estableció un canal de comunicación e información, y seguimiento de las concesiones.

Figura Nº 13.14
Tanque de agua de la ASADA de Tucurrique ubicada en El Congo, junio 2007.

Poblados de Sabanillas y Tucurrique

El caso del poblado de Sabanillas es muy particular, ya que en esta comunidad existen y operan 3 ASADAS. La razón por la cual hay varias ASADAS, es porque el proyecto Hidroeléctrico La Joya, construyó varios tanques, por ejemplo en Sabanillas hay dos, además de la captación de Palmichal que es para Tucurrique, pero que también alimenta algunas casas de Sabanillas.

El 29 de mayo del 2008 y el 2 de junio del mismo año, funcionarios del ICE nos reunimos con el señor José Araya Araya, presidente de la ASADA de Tucurrique y la señora Flory Cerdas Cháves, que nos expresaron sus preocupaciones en relación a la naciente de Palmichal, ya que en general el distrito de Tucurrique se alimenta de las captaciones de Palmichal.

En la siguiente figura se puede ver la toma de agua en la comunidad de Sabanillas construida por el proyecto La Joya, y cuyo excedente alimenta al poblado de Sabanillas y el tanque lleva el agua hasta Tucurrique y abastece también a esta comunidad. Este tanque en Sabanillas, se alimenta de la naciente llamada “El Sitio” en el Cerro Duan.

Figura Nº 13.15
Tanque de agua ubicado en el poblado de Sabanillas, abastece primordialmente a Tucurrique, julio 2007.

Actualmente, la ASADA de Tucurrique abastece aproximadamente a 900 casas, según nos expreso el actual presidente de esta asociación, mencionó también, que esta naciente tiene capacidad de abastecer hasta 2000 casas de habitación, lo cual es parte de los proyectos de la ASADA en un mediano plazo, y se encuentran en negociaciones con AyA para obtener tanques para captar y aprovechar más agua.

Por otro lado según lo obtenido del Balance de Atención Primaria del año 2002 con respecto al abastecimiento de agua en Tucurrique, el servicio se presta a 1252 viviendas, de estas 1108 es Intra domiciliar y 5 extra domiciliar.

La posición del Gobierno Local de Tucurrique con respecto al recurso hídrico

En la entrevista realizada al Intendente del Concejo Distrital de Tucurrique, el señor Alberto Chávez, el día 30 de julio del 2008, se conversó sobre la problemática del recurso hídrico desde la perspectiva y visión del Gobierno Local.

Para el Gobierno Local, el principal problema de Tucurrique en materia de agua, no es tanto el acceso de este recurso, sino la falta de capacidad de almacenamiento. Por ejemplo, la principal necesidad que expresa el Gobierno Local, es construir un tanque de abastecimiento de agua en Tucurrique, y aprovechar el rebalse de la toma por ejemplo de Sabanillas (ver fotografía anterior).

Según expresó el señor Alberto Chávez, intendente del Concejo Municipal: *"…agua de sobra hay, lo que falta es construir un tanque en Tucurrique…"*

En este sentido, uno de los temores mencionados por diferentes actores sociales del área de influencia del proyecto, es la afectación a las nacientes de Palmichal, y por tanto, al acueducto de esta localidad que abastece a Tucurrique, pero hay ciertas consideraciones sobre este asunto. En primer lugar, el Acueducto de Palmichal tiene capacidad de abastecer, según la posición del Gobierno Local, hasta 25.000 personas, cuando en Tucurrique solo hay un poco menos de 5.000 mil personas.

En segundo lugar, según expresó el señor Alberto Chávez, el distrito de Tucurrique, tiene diferentes fuentes para captar agua, es decir, no depende exclusivamente de las nacientes de Palmichal. Por ejemplo, en el poblado llamado "Las Vueltas", hay un acueducto que tiene una prevista que se podría acoplar a la cañería madre, cuenta con una tubería de aproximadamente 3 pulgadas, misma que se encuentra cerca del Colegio, por donde está la entrada al Proyecto Hidroeléctrico La Joya.

En caso de que sea necesario para Tucurrique abastecer con más aguas, está prevista de "Las Vueltas" es una eventual posibilidad, ya que el trayecto que se debería construir desde la prevista hasta Tucurrique, es de aproximadamente 500 metros de distancia. Insiste el señor intendente del Concejo Municipal de Tucurrique, en este caso, después de exponer y conversar ampliamente sobre el tema del agua, que el principal problema es el abastecimiento, porque hay otras opciones para tomar agua. Este caso demanda una mayor investigación, por parte del equipo encargado de velar por el recurso hídrico, y buscar las soluciones a una eventual afectación a las nacientes de Palmichal.

Según datos del Análisis de situación salud del EBAIS de Tucurrique para el año 2004, en lo que respecta a condiciones de vivienda para Tucurrique, se destaca que de las 1252 viviendas existentes (100%), 1113 viviendas se encuentran habitadas y 139 deshabitadas. El 88.55% de las viviendas posee cañería intra domiciliaria, sin embargo el agua no es potable. A su vez, el 85.54% de las viviendas cuenta con una adecuada disposición de excretas. El 65.89% cuenta con servicio de recolección de basuras, a su vez, el 85.54% cuenta con servicio de electricidad. El 77.31% de las casas de habitación se encuentran en buen estado, el 6.47% es regular, y el 5.11% de las viviendas está en malas condiciones. Además, el 91.28% de las viviendas son propias.

Finalmente, algunos datos importantes a tomar en cuenta, son los expuestos en el ASIS del EBAIS de Tucurrique para el año 2004, y exponen que el consumo humano de agua proviene de varias nacientes, de las cuales las tuberías se encuentran en mal estado y con poco mantenimiento, además comenta que la principal fuente de contaminación de suelo lo constituyen los plaguicidas y agroquímicos.

13.2.4 Inventario de los servicios de abastecimiento de agua en el área de influencia ambiental del Proyecto.

La siguiente información es tomada mediante la encuesta a administradores de acueductos del área de influencia ambiental del Proyecto Ampliación y Modernización Cachí.

Estos acueductos ofrecen el servicio de abastecimiento de agua en el área de influencia ambiental, para diferentes actividades entre ellas “agropecuarias”. En este caso, el servicio está establecido principalmente para uso del hogar (agua potable).

- Municipalidad de Paraíso (Urasca y Bajos Urasca).
- ASADA´s (San Jerónimo, El Congo y Tucurrique).
- Sociedad de Usuarios del Agua de Pitaliyo (Productores agrícolas).
- Comités de Usuarios del Agua de San Miguel (Comunidad y Parceleros).

El cuadro Nº 13.1, identifica las comunidades servidas (Urasca - Bajos Urasca, San Jerónimo-Guatusito, San Miguel, El Congo, Sabanillas - Tucurrique), las tomas de agua identificadas dentro del área de influencia ambiental y las organizaciones de acueductos que ofrecen el servicio de agua a cada una de esas comunidades. Datos de población servida, existencia de medidores, caudal y tarifa mensual. Ver, cuadro adjunto.

La población servida estimada en función al Balance 2007, del Área de Salud de los cantones de Paraíso y Jiménez, recabada por el Área Social del CSGA / UEN / PYSA - ICE, se describe a continuación. Ver, Cuadro Nº 13.6., adjunto.

Cuadro Nº 13.6. Comunidades del área de estudio “Proyecto Ampliación y Modernización Cachí”, según población y viviendas.

Comunidad	Población	Viviendas
Urasca	567	140
Bajos Urasca	205	57
San Jerónimo (Guatusito)	507	134
San Miguel	164	70
Tucurrique	4284	No data
Total	**5727**	**401**

Fuente: Balances 2007. Áreas de Salud de los cantones de Paraíso y Jiménez

13.2.5 Caracterización de fincas que se abastecen de agua para satisfacer actividades agropecurias (Riego-Abrevaderos).

En la práctica y para el inventariado actual, el tamaño de la muestra es completa, por lo tanto, la encuesta a los productores se aplicó de forma ordenada a cada una de las familias con fincas agropecuarias, que tenían una u otra actividad agropecuaria (ganadería y/o cultivos) y que utilizaran agua regularmente para el desarrollo de sus actividades cotidianas. (Anexo N°.8)

Esta acción repitiéndose una y otra vez, para cada una de las cinco comunidades del área en estudio (Urasca - Bajos Urasca, San Jerónimo (Guatusito), San Miguel y El Congo). Ver, cuadro Nº 13.7. Se debe resaltar que los datos en cuanto a la disponibilidad de litros por segundo (L/s) están estimados en función a los diámetros observados de las tuberías o pajas de conducción del agua, éstas en su mayoría están sobredimensionados en función a los caudales promedios de las fuentes que las abastecen.

Cuadro Nº 13.7 Urasca (Bajos Urasca).

Nombre de la FUENTE:	***Comunidad Servida***	***Toma de Acueducto:*** ***Coordenadas (m.s.n.m),*** ***Estado Actual:***	***Administración:*** ***Municipalidad ASADA A y A (Otros)***	***Dato de población servida (Viviendas) con el recurso hídrico***	***Existencia De medidores (%)***	***Disponibilidad potencial según diâmetro de la paja (L/s)***	***Tarifa mensual (colones)***
Naciente "Ajanjel de Ujarrás"	María Reina[5] "Ujarrás" 18 junio	0555740 0202932 1078 m.s.n.m.	Municipalidad de Paraíso[6] (área de amortiguamiento: 50/50 m.)	ND (no disponible)	ND	Con disponibilidad de: 4 l/s. (tubo 6")	ND
Subtotal, Ujarrás - María Reina:		"INACTIVA"	***Municipalidad Paraíso***	***Viviendas= Especiales= Agropecuario=***	***0***	***0***	***0***
Naciente "Riachuelo cafetal"	Urasca *"Bajos Urasca"* *18 junio*	Urasca –T1. 0560275 0202762 1160 m.s.n.m.	Municipalidad de Paraíso (á.a. 25/50 m)	Municipalidad - Servicios: Urasca arriba y Urasca abajo (197 viviendas)	NO	3 l/s. (tubo 6")	1.800^{oo}
Naciente "Higuerón Grande"	Urasca *"Bajos Urasca"* *18 junio*	Urasca –T2. 0560348 0202765 1166 m.s.n.m.	Municipalidad de Paraíso (á.a. 50 m.)	idem Alimenta el mismo número de viviendas?	NO	2.5 l/s. (tubo 4")	idem
Naciente "Finca Mecate"	Urasca *"Bajos Urasca"* *18 junio*	Urasca - T3. 0559763 0202596 1150 m.s.n.m.	Municipalidad de Paraíso (á.a. 5/25 m.)	Iden Alimenta el mismo número de viviendas	NO	3 l/s. (tubo 3")	idem
Subtotal, Urasca – Bajos Urasca:		***3*** *"ACTIVA"*	***Municipalidad Paraíso***	***Viviendas= Especiales= Agropecuario=*** ***197 servicios***	***0***	***8.5 l/s*** *(Astúa 25 l/s.)*	***1.800^{oo}***
Presa río Urasca "Toma filo de agua de >< 15 años"	Pitalillo (Piedra Azul) 18 junio	Urasca – T5. 0560265 0202847 1150 m.s.n.m.	Sociedad de Usuarios de Agua de Pitalillo (Actividad agrícola)[7]	SUAP (Chayote, ayote, café, chile, tomate, vainica, zuchini, banano, cítricos, lechuga, rábano, entre otros).	NO	30 l/s.	5.000^{oo}
Subtotal, SUAP Pitalillo:		***1*** *"ACTIVA"*	***Sociedad de Usuarios de Agua de Pitalillo (SUAP)***	***"Agricultura" (36 productores usuarios del agua, establecidos en unas 60 ha.)***	***El aprovecha-miento está basado bajo rol de uso, dividido por sectores (tres)***	***Concesión de agua por: 30 l/s*** ***SENARA***	***5.000^{oo}*** ***(Cota de manteni-miento)***

[5] Esta naciente se encuentra fuera del área de estudio de la IUSAP y además está inactiva (se toma como dato de referencia).
[6] Ing. J. Astúa Granados (Encargado del acueducto Municipal).

[7] A. Gamboa Quirós. Miembro: Junta Directiva (Sociedad de Usuarios del Agua de Pitalillo - SUAP).

Nombre de la FUENTE:	***Comunidad Servida***	***Toma de Acueducto:*** ***Coordenadas (m.s.n.m),*** ***Estado Actual:***	***Administración:*** ***Municipalidad ASADA A y A (Otros)***	***Dato de población servida (Viviendas) con el recurso hídrico***	***Existencia De medidores*** ***(%)***	***Disponibilidad potencial según diâmetro de la paja (L/s)***	***Tarifa mensual (colones)***
Presa río Urasca "Toma filo de agua" (La Tranquera)	Urasca-Productor de Trucha *18 junio*	"Urasca – T6. 0560380 0202831 1172 m.s.n.m.	Productor[8] La Tranquera (Agro-ecoturismo)	Abastece 6 piletas para trucha	NO	*Paja de agua - río Urasca por: 10 l/s*	ND
Subtotal, La Tranquera:		***1*** "*ACTIVA*"	***Productor independiente***	***"Acuicultura" Productor de 2 trucheras*** *(Margen izquierda y derecha del río)*	***0***	***Paja de agua por: 10 l/s***	***ND***
Presa río Urasca "Toma filo de agua" (Rancho Urasca)	Urasca-Productor de *Trucha* *18 junio*	Urasca – T7. 0560004 0202834 1137 m.s.n.m.	Productor[9] Rancho Urasca (Agro-ecoturismo)	Abastece 8 piletas para trucha	NO	*Uso de agua por: 5 l/s*	Cuota trimestral = 3.000^{oo}
Subtotal, Rancho Urasca:		***1*** "*ACTIVA*"	***Productor independiente***	***"Acuicultura"*** ***Productor de 2 trucheras*** *(Margen derecha del río Urasca, izquierda y derecha del camino)*	***0***	***Concesión de agua por: 10 l/s*** ***MINAE***	***3.000^{oo} trimestre***
**** Total:***		***58.5 L/s.***					

[8] P. Obando Navarro (Arrendatario).
[9] J. H. Torres Bravo (Propietario del centro turístico, finca).

Cuadro Nº 13.7.b. San Jerónimo (Guatusito).

Nombre de la FUENTE:	***Comunidad Servida***	***Toma de Acueducto: Coordenadas (msnm), Estado Actual:***	***Administración: Municipalidad ASADA A y A (Otros)***	***Dato de población servida (Viviendas) con el recurso hídrico***	***Existencia De medidores (%)***	***Disponibilidad potencial según diâmetro de la paja (L/s)***	***Tarifa mensual (colones)***
Naciente "Toma sitio cercado, aguas arriba de la truchera La Tranquera"	San Jerónimo (Guatusito) *18 junio*	Urasca – T4. 0560478 0202828 1196 m.s.n.m.	ASADA de San Jerónimo (á.a. 15/15 m. cerco), camino superior inmediato con cultivo de café.	San Jerónimo y Guatusito (118 viviendas y 8 especiales)	SI	5 l/s. (tubo 4")	1.400^{oo}
Naciente "Toma Las Patas" (Cerro Las Cruces - Guatusito)	San Jerónimo *17 julio*	0560109 0203915 1275 m.s.n.m.	ASADA de San Jerónimo[10] (á.a. 25/25), ubicada en potrero.	idem	idem	3 l/s.	idem
Subtotal, San Jerónimo:		***2*** *"ACTIVAS"*	***ASADA San Jerónimo***	***Viviendas= 118 Especiales=7 Agropecuario=1 126 servicios***	***100 %***	***8 l/s (Don Hugo 3 l/s.)***	***1400^{oo}***
****Total:***		***8.0 L/s.***					

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo – IUSAP, 2008.

[10] H. Solano Solano (Presidente de la ASADA).

Cuadro Nº 13.7.c San Miguel y El Congo (Sabanilla - Tucurrique).

Nombre de la FUENTE:	***Comunidad Servida***	***Toma de Acueducto: Coordenadas (msnm), Estado Actual:***	***Administración: Municipalidad ASADA A y A (Otros)***	***Dato de población servida (Viviendas) con el recurso hídrico***	***Existencia De medidores (%)***	***Disponibilidad potencial según diâmetro de la paja (L/s)***	***Tarifa mensual (colones)***
Naciente "Toma Loma Burro" San Miguel.	San Miguel 06 agosto	0562414 0204507 1146 m.s.n.m.	Comité de Agua de San Miguel[11]	38 servicios comunales.	NO	5 l/s.	500 ºº
Naciente "Toma: cerro Loaiza" San Miguel.	San Miguel 06 agosto	0561548 0204624 968 m.s.n.m.	Comité de Usuarios del Agua - Parceleros San Miguel (Café y Azúcar – El Congo/San Miguel)[12]	22 servicios a parceleros	NO	3 l/s.	2.000 ºº
Subtotal, San Miguel:		***2*** "*ACTIVOS*"	***Comités de Agua de San Miguel***	***Viviendas= 38 Especiales=2 Agropecuario= 22 62 Servicios***	***0***	***8.0 L/s (Sánchez y Solano)***	***2500ºº***
Naciente "Los Tanques de Gallinita"	ICE y El Congo 24 junio	0562933 0205167 955 m.s.n.m.	ASADA El Congo[13] y (Planta ICE-Cachí)[14]	ICE, con la Planta/Colonia = 14 servicios y 42 servicios comunales.	NO	6 l/s. ICE y 4 l/s ASADA (Total fuente =10 L/s.)	500ºº
Subtotal, El Congo - ICE:		***1*** "*ACTIVA*" *(Compartida)*	***ASADA El Congo e ICE (Planta Cachí y Colonia)***	***Viviendas= Especiales= Agropecuario= 56 servicios***	***0***	***10 L/s (Don Roy 12 l/s.)***	***500ºº***
Naciente "Toma Cerro Palmichal" (Ventana II) y Cerro Sabanilla.	Tucurrique/ Sabanilla *06 agosto*	**0…… 0…… 1…m.s.n.m.** 0564510 0204614 875 m.s.n.m.	ASADA de Tucurrique[15]	900 servicios actuales, con una proyección a aumentar por demanda.	SI	10 L/s.	1800ºº (49ºº colones por metro adicional)
Naciente "Toma Cerro Reserva Tucurrique"	Tucurrique *06 agosto*	0565976 0204174 814 m.s.n.m. (Tanque de distribución).	idem	idem	idem	15 L/s.	idem
Subtotal, Sabanilla/ Tucurrique:		***2*** "*ACTIVAS*"	***ASADA de Tucurrique***	***Viviendas= Especiales= Agropecuario= 900 Servicios***	***25%***	***25 L/s (Don Pepe 23 l/s.)***	***1800ºº***

[11] N. Sánchez (Comité de acueducto rural – San Miguel).
[12] G. Solano (Comité de Usuarios de Agua, parceleros San Miguel).
[13] R. Calderón A. (Presidente de la ASADA).
[14] Director de Planta Cachí - ICE.
[15] J. Araya Araya (Pepe). (Presidente de la ASADA).

Nombre de la FUENTE:	***Comunidad Servida***	***Toma de Acueducto: Coordenadas (msnm), Estado Actual:***	***Administración: Municipalidad ASADA A y A (Otros)***	***Dato de población servida (Viviendas) con el recurso hídrico***	***Existencia De medidores (%)***	***Disponibilidad potencial según diâmetro de la paja (L/s)***	***Tarifa mensual (colones)***
Presa río Guatuso "Toma filo de agua de >< 10 años"	Las Joyas S.A. "Colacho" Productor de *Follajes* *06 agosto*	----	Productor independiente[16]	Abastece finca de 2.5 Ha.	NO	*2 L/s*	ND
Presa río Ventana/ Palmichal "Toma filo de agua de >< 10 años"	Las Joyas S.A. (Planta Empaque) Productor de *Follajes* *06 agosto*	-----	Productor independiente	Abastece finca de 20 Ha.	NO	*5 L/s.*	ND
Subtotal, Finca Las Joyas:		***2*** "*ACTIVAS*"	***Productor independiente***	***"Floricultura y follajes"*** ***Productor de 2 fincas*** *(Margen derecha del río Reventazón e izquierda del camino: Guatuso – San Miguel))*	***0***	***Concesión…. 7.0 L/s***	***ND***
Total:		***50.0 L/s.***					

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo – IUSAP, 2008).

El gran total, según el inventariado de acueductos de agua potable en el área de influencia ambiental del Proyecto de Modernización y Ampliación del P. H. Cachí, se detalla a continuación. Ver, Cuadro Nº 13.8, adjunto.

[16] Araya (Sterlloff).

Cuadro Nº 13.8. **Gran total del Inventariado de Acueductos.**

Comunidad Servida	***Toma de Acueducto y Estado Actual:***	***Administración:***	***Dato de población servida (Viviendas - fincas) con el recurso hídrico***	***Existencia De medidores (%)***	***Disponibilidad potencial según diámetro de la paja (L/s)***	***Tarifa mensual (colones)***
Urasca (Bajos Urasca):	*6 "ACTIVAS"*	*MUNICIPALIDAD De Paraíso (tres tomas)* *SUAP - Pitalillo* *Dos Trucheras (Productores independientes).*	*197 servicios* *Una finca (60 ha.)* *Dos fincas (10 ha.)*	*0*	*58.5 L/s.*	*1.800ºº* *5.000ºº* *1.400ºº*
San Jerónimo (Guatusito):	*2 "ACTIVAS"*	*ASADA San Jerónimo*	*126 servicios*	*100 %*	*8.0 Ll/s*	*1400ºº*
San Miguel y El Congo (Sabanilla - Tucurrique):	*7 "ACTIVAS"*	*Comités de Agua de San Miguel (dos tomas)* *ASADA El Congo* *ASADA Tucurrique (dos tomas)* *Productor independiente (dos tomas).*	*62 Servicios* *56 servicios* *900 servicios* *Dos fincas (22.5 ha.)*	*0*	*50.0 L/s.*	*500ºº* *500ºº* *1.800ºº* *1.400ºº*
GRAN TOTAL:			(b) 116.5 L/s.			

(b) Es importante resaltar que se trata de un caudal potencial de aprovechamiento que fue obtenido en función a los diámetros de las respectivas pajas de agua ya que no fueron medidos en el campo

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo – IUSAP, 2008.

TOMAS ACTIVAS"

Uso del agua en el sector agropecuario

Cuadro Nº 13.9. Uso del agua a nivel de fincas: Urasca y Bajo Urasca (Sector: Alto).

Variables	*Nombre de la FINCA*[17]	*Área (ha.)* *Ubicación de la finca: Coordenadas Msnm*	*Fuente de agua:* *Acueducto (A)* *Naciente (B)* *Toma filo de agua (C)*	*Uso del recurso hídrico:* *Riego de cultivos (D)* *Trucha (E)* *Abrevaderos para ganadería (F)* *Fumigación de agroquímicos (G)* *Otros (H)*[18]	*Existencia de medidores (%)*	*Caudal de referencia:* *Litros por segundo (L/s)*	*Tarifa Mensual (colones):*
1	"La Tranquera" (Eco-turismo)	1.0 (ha.) 0560380 0202831 1172 m.s.n.m.	B – (C, río Urasca)	H (Restaurante de uso público)	no	2.0	no
2	"Rancho Urasca" (Eco-turismo)	6.0 0560004 0202834 1137	A - B	H (Restaurante y piscina[19] de uso pública)	no	5.0	1.000ºº
3	Mecate[20] (Urasca Arriba)	2.5 0559646 0202676 1127	A – B	D y F	no	0.5	
4	Vivero Cachí ICE (Urasca Abajo)	4.0 0557902 0203018 1041	A	D y G	no	2.0 (Acueducto Urasca)	1.800ºº
5	Serrano S. (Productor de Pitalillo)	1.5 0557539 0203253 1045	(A - SUAP)	D y G	no	1.5	2.500ºº
6	Gamboa Q. (Productor de Pitalillo)	5.0 0557380 0204183 1079	(A - SUAP)	D y G	no	2.0	5.000ºº
7	ZALMARI S.A. (Urasca abajo)	0.5 0558027 0202589 1041	*(A - Cachí)*	G (transportan agua de Cachí)	no	0	ND

[17] Refiérase al propietario u/o actividad.
[18] Otra actividad que no incluye las anteriores.
[19] La piscina se abastece de naciente propia de la finca.
[20] También es dueño del terreno donde esta la toma de agua T3, Urasca-Municipalidad Paraíso.

Variables	***Nombre de la FINCA[17]***	***Área (ha.)*** ***Ubicación de la finca: Coordenadas Msnm***	***Fuente de agua:*** ***Acueducto (A)*** ***Naciente (B)*** ***Toma filo de agua (C)***	***Uso del recurso hídrico:*** ***Riego de cultivos (D)*** ***Trucha (E)*** ***Abrevaderos para ganadería (F)*** ***Fumigación de agroquímicos (G)*** ***Otros (H)[18]***	***Existencia de medidores (%)***	***Caudal de referencia:*** ***Litros por segundo (L/s)***	***Tarifa Mensual (colones):***
8	Sitio de Presa Cachí – ICE (Urasca abajo)	0.5 0557989 0202733 1038	A	H (oficinas de control sitio de Presa Embalse Cachí)	no	1.0	1.800
9	Coto E. (Urasca abajo)	25.0 0558037 0202798 1050	A	G y H (piscina)	no	1.0	1.800
10	Coto E. (Urasca - Iglesia)	80.0 0558944 0202933 1056	A - B	F	no	1.5	ND
11	Coto E. (Urasca Iglesia – Guatusito)	300.0 0559051 0202957 1059 - Urasca y, 0559948 0203888 1277- Guatusito	A - B	F	no	2.5	ND
12	Agro El Roble Sabanero S.A.	7.0 0558625 0202864 1056	*(A - Cachí)* (B, invierno)	G (transportan agua de Cachí)	no	0	ND
13	D. Gutiérrez (Quinta Heliconias)	1.5 0558255 0202580 1077	A	D – G – H (heliconias)	no	0.5	1.800^{oo}
14	A. Núñez (Lote La Torre)	0.25 0558050 0202555 1033	A	G	no	0.2	1.800^{oo}
15	L. Quirós (Sob. Hugo)	0.75 0558514 0203098 1056	A	F	no	0.2	1.800^{oo}
16	M. L. Segura (Culto)	0.75 0559428 0202808 1116	A – (B, lateral)	G	no	0.2	1.800^{oo}
17	M. Moya[21] (Rivera río	10.0 0559899 0202720	A - B	G	no	0.5	1.800^{oo}

[21] También es dueño del terreno donde esta la toma de agua T2, Urasca-Municipalidad Paraíso.

Variables	***Nombre de la FINCA[17]***	***Área (ha.)*** ***Ubicación de la finca: Coordenadas Msnm***	***Fuente de agua:*** ***Acueducto (A)*** ***Naciente (B)*** ***Toma filo de agua (C)***	***Uso del recurso hídrico:*** ***Riego de cultivos (D)*** ***Trucha (E)*** ***Abrevaderos para ganadería (F)*** ***Fumigación de agroquímicos (G)*** ***Otros (H)[18]***	***Existencia de medidores (%)***	***Caudal de referencia:*** ***Litros por segundo (L/s)***	***Tarifa Mensual (colones):***
	Urasca)	1138					
18	J. Quirós (Fca Línea Transmisión)	25.0 0559847 0202785 1109	A – B - (C, toma filo de agua)	D – F - G	no	0.5	1.800^{oo}
19	A. Chaves (Papá J.Daniel)	0.5 0559285 0202874 1112	A	D - G	no	0.2	1.800^{oo}
20	F. Quirós (Chayote Negro)	2.0 0558220 0203533 1047	A	G	no	0.2	1.800^{oo}
21	A. Cortes (Fca. Compa)	4.0 0558251 0203435 1037	A - B	G	no	0.5	1.800^{oo}
22	F. Carvajal (Fca. Enfermero)	1.0 0558423 0203237 1051	A	G	no	0.2	1.800^{oo}
23	S. Quirós (Fca. Bodega de Maduración Banano)	1.5 0558362 0203346 1063	A	G – H (planta de empaque)	no	0.2	1.800^{oo}
24	Mª E. Quirós (Fca. Tomate)	1.0 0558312 0203411 1063	A	G (transportan agua de Urasca)	no	0	ND
Total "Sector Alto" 24 fincas		**Esta comunidad y sus fincas son abastecidas por el "Acueducto Urasca", administrado por la Municipalidad de Paraíso. Igualmente, abastecidos por nacientes o tomas del líquido a filo de agua (río Urasca). Así como, de otras fuentes improvisadas y/o estacionales.**				**25.2 L/s.**	

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo – IUSAP, 2008.

Cuadro Nº 13.10 **Uso del agua a nivel de fincas: San Jerónimo y Guatuso (Sector: Medio).**

Variable	***Nombre de la FINCA[22]***	***Área (ha.)*** ***Ubicación de la finca: Coordenadas m.s.n.m.***	***Fuente de agua:*** ***Acueducto (A)*** ***Naciente (B)*** ***Toma filo de agua (C)***	***Uso del recurso hídrico:*** ***Riego de cultivos (D)*** ***Trucha (E)*** ***Abrevaderos para ganadería (F)*** ***Fumigación de agroquímicos (G)*** ***Otros (H)[23]***	***Existencia de medidores (%)***	***Caudal de referencia:*** ***Litros por segundo (L/s)***	***Tarifa Mensual (colones):***
1	O. Solano (Helechos Chalupa, Guatusito)	8.0 0559716 0203993 1278 msnm.	B, (tanque propio de naciente de la finca, además bombea agua de un pozo (concesión) ubicado en una terraza del río Guatusito)	D, G y H	no	4.0 (naciente y pozo)	ND
2	H. Solano (Bananal)	1.7 05779122 0204689 1161	A - B	G	sí	0.5	1.400
3	J. F. Solano (Los Toretes)	12.0 0559130 0204422 1194	A - B	F – G y H	sí	0.5	1.400
4	F. Sterloff. "Colacho" Las Joyas S. A (Casa peón)	2.5 0558594 0204080 1039	A	E y H	sí	0.2	1400
5	S. Quirós (Portón La Roca +- 500 m., Chalupa)	1.5 0558736 0204880 1154	A	G y H	sí	0.2	2.600
6	A. Solano (Planta empaque Banano, portón malla)	0.75 0558702 0204988 1154	A - B	G y H	sí	1.0	3.500
7	J. E. Solano (Cerro Helecho, San Jerónimo)	15.0 0559486 0204803 1256	A – (B, tanque propio para la finca)	D, G y H	sí	2.2	4.000
8	G. Ramírez (Fca. Granos básicos, café y ayote "Toño")	5.0 0558999 0204663 1088	A	H	sí	0.2	3.800
9	M. F. Vásquez (Portón frente a Lalo)	1.5 055863 0205033 1159	A	G y H	sí	0.2	3.300
10	H. Vásquez (Vuelta casa pólvora-basurero)	1.5 0558725 0205105 1199	A - B	G y H	sí	0.2	3.200

[22] Refiérase al propietario u/o actividad.
[23] Otra actividad que no incluye las anteriores.

Variable	***Nombre de la FINCA[22]***	***Área (ha.)*** ***Ubicación de la finca: Coordenadas m.s.n.m.***	***Fuente de agua:*** ***Acueducto (A)*** ***Naciente (B)*** ***Toma filo de agua (C)***	***Uso del recurso hídrico:*** ***Riego de cultivos (D)*** ***Trucha (E)*** ***Abrevaderos para ganadería (F)*** ***Fumigación de agroquímicos (G)*** ***Otros (H)[23]***	***Existencia de medidores (%)***	***Caudal de referencia:*** ***Litros por segundo (L/s)***	***Tarifa Mensual (colones):***
11	A. Ramírez (Naranjal "Toño")	5.0 0558999 0204663 1088	A – (C, riachuelo)	G	sí	0.5	ND
12	T. Solano (Ladera Solano)	2.5 0559233 0204676 1186	A	G y H	sí	0.5	1.650
13	B. R. Loría (Café y lote el bajillo), calle Solano	5.0 0559078 0204673 1154	A - (C, riachuelo)	G y H	sí	0.5	1.400
14	A. Ramírez C. (El Cerro de la vainica)	3.0 0559209 0204963 1213	B	G	no	0.2	ND
15	A. Ramírez S. (Lechería El Polvorín)	13.0 0558628 0204942 1138	A - B	F - G, (H - Lechería)	sí	2.0	4.000
16	M. Vásquez (Alcantarilla río Guatuso)	11.0 0558843 0204283 1033	B – (C, río Guatuso)	D Y G	no	2.0	ND
17	Z. R. Cordero (Café colacho)	7.0 0558614 0203984 1047	A - B	G	si	0.2	1.400
18	L. Mora (Lisimaco)	10.0 0558620 0203943 1048	A - B	G y H	si	0.2	1.400
Total "Sector Medio" 18 fincas		**Esta comunidad y sus fincas son abastecidas por la ASADA de San Jerónimo, administrador del acueducto del lugar. Igualmente, abastecidos por nacientes o tomas del líquido a filo de agua (río Guatusito). Entre otras fuentes improvisadas y/o estacionales.**				**15.3 L/s.**	

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo – IUSAP, 2008.

Cuadro Nº 13.11 San Miguel y El Congo (Sector: Bajo).

Variable	*Nombre de la FINCA*[24]	*Área (ha.)* *Ubicación de la finca: Coordenadas m.s.n.m.*	*Fuente de agua:* *Acueducto (A)* *Naciente (B)* *Toma filo de agua (C)*	*Uso del recurso hídrico:* *Riego de cultivos (D)* *Trucha (E)* *Abrevaderos para ganadería (F)* *Fumigación de agroquímicos (G)* *Otros (H)*[25]	*Existencia de medidores (%)*	*Caudal de referencia:* *Litros por segundo (L/s)*	*Tarifa Mensual (colones):*
1	M. E. Cortés (Ladera El Ayote)	3.0 ---------- ---------- ----------	B (Del vecino)	D y G	no	0.2	ND
2	J. Sánchez (Cañales La Cima)	9.0 0562002 0205355 1148	B - (C, riachuelo)	G	no	0.5	ND
3	A. Sánchez (Parcela río Hamaca)	4.0	(C, toma filo de agua)	D y G	no	0.5	ND
4	R. Fernández (Mozotal, Congo)	2.0 0563281 0205507 885	A	G (transporta agua de su casa)	no	0.2	500
5	Colonia El Congo - ICE	2.2 0566302 0205361 893	A	H	no	*(2.0, como dato de referencia – no sumar)*	ND
6	Planta Hidroeléctrica El Congo - ICE	10.0 ©©	A	H	no	*(4.0, como dato de referencia – no sumar)*	ND
7	L. G. Calvo (La casa de la manzana)	1.0 0563321 0205422 940	A	G y H	no	0.2	500
8	O. Fallas (Piedra Guadua)	30.0 0563581 0206188 888	A – B (C, toma filo de agua río Piedra suelta Hda. Juan Viñas)	D – F – G y H	no	2.0	ND
9	F. Solano (Café fondo)	6.5	A - B	G y H	no	0.2	2.000
10	W. Vásquez (El Higuerón)	10.0 0560685 0205144 980	B – (C, toma filo de agua Riachuelo Higuerón)	D – G y H	no	1.0	ND
11	E. Sterloff Las Joyas S. A "Casa grande – Planta" (Casa Grande)	20.0 0560431 0205334 913	B - (C, toma filo de agua: La Alcantarilla)	H	no	0.5	ND
Total "Sector Bajo" 11 fincas		**Estas comunidades y sus fincas son abastecidas por los Comités de Agua de San Miguel (Comunidad - Parceleros) y la ASADA de El Congo. Administradores de los acueductos del lugar. Igualmente abastecidos por nacientes o tomas del líquido de otras fuentes improvisadas y/o estacionales.**				**6.3 L/s.**	

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo – IUSAP, 2008.

[24] Refiérase al propietario u/o actividad.
[25] Otra actividad que no incluye las anteriores.

***Cuadro Nº 13.12* Gran total de la caracterización de las fincas "*encuesta a productores*" como usuarios del agua (Riego - Abrevadero).**

Sectores del Área de Estudio	Administración	Uso del Recurso Hídrico	Existencia de medidores (%)	Caudal de referencia (L/s)	Tarifa mensual (colones)
Sector Alto Urasca (Bajos Urasca)	MUNICIPALIDAD De Paraíso SUAP – Pitalillo Tomas de Agua privada	-Riego de cultivos -Abrevaderos -Fumigación de agroquímicos -Otros[26]	0	25.2	1.400
Sector Medio San Jerónimo (Guatusito)	ASADA San Jerónimo Tomas de Agua privada	-Riego de cultivos -Abrevaderos -Fumigación de agroquímicos -Otros	83	15.3	1.400 (49 colones por m3 adicional)
Sector Bajo San Miguel y El Congo	Comités de Agua de San Miguel ASADA El Congo Tomas de Agua privada	-Riego de cultivos -Abrevaderos -Fumigación de agroquímicos -Otros	0	6.3	500 y 2.000
Gran total, encuesta a productores:	**53 Fincas Caracterizadas**			**46.8 L/s.**	

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo – IUSAP, 2008.

13.2.6 Tanques principales de distribución de agua potable

Los siguientes son los tanques de distribución principal de agua potable, dentro del Área de Influencia directa de la Planta Hidroeléctrica Cachí (EsIA-Cachí - 2008). Referirse a los Cuadros N°. 2.5.1 y N° 2.5.2 del Capítulo 2 de este EIA (Resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos)

Comunidad, **Urasca.**

Para el servicio de Urasca, La Municipalidad de Paraíso (Administradora del acueducto), esta anuente a que se realicen los análisis de agua necesarios. El tanque esta a 275 metros de la entra a Urasca Vieja (Coordenadas: 0559229 - 0202886). Ver, ilustraciones referentes, adjuntas.

[26] Actividad que no incluye las anteriores.

Figura Nº 13.16
Entrada a la comunidad de Vieja Urasca "Urasca Arriba", ese es el tanque de distribución para Urasca Abajo.

Para el servicio de agua a Pitalillo (*Sociedad de Usuarios de Agua de Pitalillo - SENARA*), se estaría confirmando la anuencia para la realización del análisis de agua. El tanque (desarenador) está en la finca: Rancho Urasca (coordenadas: 0560082 - 0202858). Ver, fotografía adjunta Figura N° 13.17

Figura Nº 13.17
Rancho Urasca-Vieja "Arriba", tanque desarenador que se dirige a los Pitalillos.

Comunidad, **San Jerónimo.**

En San Jerónimo, La ASADA (Administradora del acueducto), estuvo anuente a que se realicen los análisis de agua necesarios. Los tanques están: uno junto a la parada de autobús de la entrada al pueblo (coordenadas: 0558807 - 0204589) y el otro, está en ruta a Guatusito 500 metros de la Escuela (coordenadas: (0559071 - 0204557). Ver, fotografías adjuntas Figura Nº 13.18,.

Figura Nº 13. 18
Entrada a la comunidad "Tanque, La Parada" y en ruta a Guatusito "Tanque, Arriba".

Comunidad, **San Miguel.**

El servicio de agua de los parceleros (Parcelas agropecuarias) de San Miguel, el comité (Grupo administrador del acueducto), estuvo anuente a que se realice el análisis de agua necesario. Los tanques están en uno solo, ruta superior izquierda de la Escuela de la localidad, a unos 900 metros (coordenadas: 0561548 - 0204624) Ver, fotografía Figura Nº 13.19

Figura Nº 13. 19
Tanques, parceleros de San Miguel.

Igualmente, para el servicio de agua potable de la comunidad de San Miguel, el comité (Grupo administrador del acueducto), del cual se contó con su anuencia para la realización del análisis de agua. El tanque está solo, entrada superior izquierda a la

comunidad, 300 metros del recibidor de café Orlich (coordenadas: 0562414 - 0204507) Ver, fotografía Nº Figura 13.20, adjuntas.

Figura Nº 13.20
Tanque agua potable, comunidad de San Miguel.

Comunidad, **El Congo.**

Para el servicio de El Congo, La ASADA (Administradora del acueducto), estuvo anuente a que se realicen los análisis de agua necesarios. Los tanques están: uno paralelo al otro ICE/ASADA (coordenadas: 0562933 - 0205167), a 500 metros del centro de población, calle vieja a San Miguel. Ver, fotografía Figura Nº 13.21.

Figura Nº 13. 21
Tanque agua potable, comunidad de San Miguel

Comunidad, **Tucurrique.**

Para el servicio de agua de Tucurrique, La ASADA (Administradora del acueducto), se contó con la anuencia para la realización del análisis de agua necesario. El tanque de interés está en el sector superior del pueblo (coordenadas: 0565976 - 0204174), detrás de las oficinas del ASA/MAG y/o antigua Planta Textil. Ver, fotografía Figura Nº13.21, adjunta.

Figura Nº13. 22
Tanque agua potable, comunidad de Tucurrique.

13.2.7 Calidad de las aguas

Con el fin de conocer la calidad de las aguas de la red de acueductos en el área del proyecto en un escenario “0” (antes de), se identificaron o seleccionaron en un principio 10 sitios representativos para la toma de muestras de aguas, para ello se escogieron los tanques de almacenamiento citados en el apartado anterior y se contrataron los servicios del Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales del Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología de la Universidad Nacional para su ejecución (muestreo y ejecución de los análisis), para ello se solicito un análisis químico completo, microbiológico y de pesticidas totales .

Se adjunta copia textual de los cuadros contenidos en el Reporte de Resultados emitidos por dicho laboratorio (En el Anexo N^{o} .3. se adjunto el reporte completo).

Sitios de muestreados de la red de acueductos.

Muestra N°01: Muestra de agua tomada en tanque desarenador que se dirige a los Pitalillo

Muestra N°02: Muestra de agua tomada en tanque de distribución para Urasca abajo

Muestra N°03: Muestra de agua tomada en tanque arriba Guatusito

Muestra N°04: Muestra de agua tomada en tanque La Parada

Muestra N°05: Muestra de agua tomada en naciente El Gringo

Muestra N°06: Muestra de agua tomada en tanque agua potable comunidad San Miguel

Muestra N°07: Muestra de agua tomada en tanque Parcela San Miguel

Muestra N°08: Muestra de agua tomada en tanque Sabanillo

Muestra N°09: Muestra de agua tomada en tanque principal Tucurrique

Muestra N°10: Muestra de agua tomada en tanque El Congo

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra N01	Muestra N02	Muestra N03	Muestra N04	Muestra N05
pH (25° C)	± 0,04	7,44	7,20	5,94	6,39	7,38
Conductividad	µS/cm	89 ± 8	130 ± 8	49 ± 8	125 ± 8	61 ± 8
Turbiedad	UNT	0,46 ± 0,03	0,15 ± 0,03	0,10 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,08 ± 0,02
Cloruro	mg/L	1 ± 1	2 ± 1	6 ± 1	2 ± 1	1 ± 1
Sulfato	mg/L	< 2	3 ± 1	< 2	2 ± 1	< 2
Nitrato	mg/L	< 2	3 ± 2	2 ± 2	3 ± 2	< 2
Alcalinidad	mg/L	54 ± 2	72 ± 2	32 ± 2	58 ± 2	32 ± 2
Dureza Total	mg/L	43 ± 1	65 ± 1	22 ± 2	71 ± 1	31 ± 1
Dureza Cálcica	mg/L	26 ± 1	37 ± 1	12 ± 1	41 ± 1	20 ± 1
Sodio	mg/L	4,1 ± 0,2	6,0 ± 0,2	4,7 ± 0,2	5,4 ± 0,2	3,8 ± 0,2
Potasio	mg/L	1,19 ± 0,08	2,36 ± 0,08	0,58 ± 0,08	1,81 ± 0,08	1,19 ± 0,08

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra N06	Muestra N07	Muestra N08	Muestra N09	Muestra N10
pH (25° C)	± 0,04	7,12	7,05	7,58	7,54	7,38
Conductividad	µS/cm	88 ± 8	72 ± 8	151 ± 8	164 ± 8	185 ± 8
Turbiedad	UNT	0,43 ± 0,03	0,20 ± 0,03	1,26 ± 0,05	0,29 ± 0,03	0,51 ± 0,02
Cloruro	mg/L	2 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	1 ± 1
Sulfato	mg/L	< 2	< 2	4 ± 1	< 2	3 ± 1
Nitrato	mg/L	< 2	2 ± 2	< 2	2 ± 2	2 ± 2
Alcalinidad	mg/L	54 ± 2	40 ± 2	86 ± 2	99 ± 2	103 ± 2
Dureza Total	mg/L	45 ± 1	39 ± 1	72 ± 1	114 ± 2	82 ± 1
Dureza Cálcica	mg/L	26 ± 1	22 ± 1	47 ± 1	80 ± 1	61 ± 1
Sodio	mg/L	5,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2	8,0 ± 0,3	7,1 ± 0,3	11 ± 1
Potasio	mg/L	0,83 ± 0,08	0,82 ± 0,08	1,76 ± 0,08	1,65 ± 0,08	1,09 ± 0,08

Resultados de Análisis Microbiológicos*:

Análisis	Unidades	Muestra Nº01	Muestra Nº02	Muestra Nº03	Muestra Nº04	Muestra Nº05
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1600	< 2	< 2	49	7
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	23	< 2	< 2	2	< 2

Análisis	Unidades	Muestra Nº06	Muestra Nº07	Muestra Nº08	Muestra Nº09	Muestra Nº10
Coliformes Totales	NMP/100 mL	130	49	920	540	49
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	5	8	170	540	11

***Análisis realizados por el Laboratorio de Microbiología de Aguas de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica, según consta en reporte LMA-REP-0255-08**

Como parte del reporte de resultados de ese Laboratorio se adjunta el informe entregado por el analista y recolector de muestras señor José Félix Rojas.

“En cuanto a los análisis de plaguicidas todas las corridas dieron no detectable,

En cuanto a los análisis fisicoquímicos, al comparar con el reglamento de Calidad del Agua Potable (Decreto Nº 32327-S) para determinar si hay cumplimiento o no:

En cuanto a pH (medida de acidez/basicidad del agua), todas cumplen con lo normal, menos las muestras 3 y 4, que tienen pH por debajo del reglamento, ligeramente ácidos. Estas muestras son de tanques, por lo que sería bueno revisar las condiciones de los tanques. Si tienen tapas de hierro oxidadas, estas pueden afectar el pH si el óxido está cayendo dentro del tanque. O tal vez pueda deberse al tratamiento químico que se le da a los tanques.

La conductividad es una medida indirecta de las sales disueltas. Todas las muestras cumplen y presentan un valor normal para agua potable.

La turbiedad está determinada por materia suspendida o coloidal, como partículas finas o microorganismos; los cuales interfieren con el paso de la luz. Todas cumplen con la norma y presentan valores normales.

Los aniones (cloruro, nitrato y sulfato) provienen de sales disueltas que pueden tener origen tanto natural como antropogénico. Los valores obtenidos son muy bajos y cumplen con la norma.

Los cationes (sodio y potasio) también provienen de sales disueltas de diferente origen, que mantienen una relación con los aniones. Los valores obtenidos son muy bajos y cumplen con la norma.

Los análisis de dureza están directamente relacionados con la presencia de iones calcio y magnesio. Estos análisis se hacen con el propósito de determinar la dureza propia del agua. La importancia de medir Ca2+ y Mg2+, es que estos precipitan los jabones generando un sarro blanco difícil de quitar. También si hay presencia de carbonatos (CO3 2+) tanto el calcio como el magnesio precipitan generando incrustaciones en tuberías.

La dureza puede expresarse como dureza cálcica, que solo mide la presencia de iones Ca2+, y la dureza total que representa la suma de calcio y magnesio. En el reglamento del país solo se regula la dureza total. Sin embargo también se acostumbra medir la dureza cálcica para determinar en qué proporción están ambos presentes.

La dureza se expresa en mg CaCO3/L, no como concentración directa de los iones calcio y magnesio. Los valores encontrados en las muestras cumplen con el reglamento y están presentes en niveles bajos. La alcalinidad es una medida de la capacidad

autoneutralizadora de la acidez del agua. Ya que representa un medida de la suma de todas las bases titulables presentes, principalmente hidróxidos, bicarbonatos y carbonatos.

También, si están presentes, puede haber contribución de boratos, fosfatos, silicatos y otros. Este parámetro no está normado en el reglamento, pero es útil como indicador de la presencia de estas bases. Los valores encontrados en las muestras presentan valores normales.

Dentro de los parámetros fisicoquímicos analizados las muestras son aceptables dentro del reglamento, excepto para el pH de las muestras 3 y 4. Para lo cual es mejor inspeccionar los tanques y posteriormente repetir los análisis para confirmar.

Para la parte microbiológica se analizaron coliformes totales y fecales. Los de más importancia son los fecales, los cuales están normados dentro del reglamento. Sin embargo, también es importante medir coliformes totales ya que sirve como indicador (advertencia) de que alguna muestra pueda presentar problemas después. Puede darse el caso de que alguna muestra cumpla con fecales pero que presente niveles altos de totales, lo cual apegado al reglamento cumpliría, pero la presencia de totales es una advertencia de que existe alguna condición particular en ese punto que pueda luego generar la presencia de coliformes fecales.

La norma para coliformes fecales es ausente o negativo. En los reportes un valor de <2 significa no detectable interpretado como negativo. De las muestras analizadas solo la 2, 3 y 5 cumplen con la norma para coliformes fecales. El resto presenta problemas principalmente la 8 y 9. Resumiendo entre los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, apegándose al reglamento, solo las muestra 2 y 7 estarían en regla para ambos.

Es importante hacer las inspecciones físicas del encapsulado de las nacientes y el estado de los tanques, para ver si es posible identificar el problema. O que pueda deberse a falta de un mantenimiento y limpieza más frecuente, o que no se esté aplicando adecuadamente el tratamiento químico (si se aplicara). También debe tomarse en cuenta que existen condiciones en las que la población, aunque el agua estrictamente no cumpla, puede seguir utilizándola pues de alguna forma sus organismos se han acostumbrado después de estar tanto tiempo consumiendo esa agua. Sin embargo no es una condición de fiar pues en cualquier momento podría ocasionar problemas serios. Aparte de que afecta mayormente a los individuos más sensibles de la población como adultos mayores, infantes y personas con algún padecimiento especial."

En el Anexo N° 9 se adjuntan los resultados de los análisis de las aguas que fueron en su momento contratados por la empresa Unión Fenosa en el año 2007 a los Laboratorios BIOTROL como pueden apreciar en estos últimos se cubrieron las aguas del acueducto de las localidades Tucurrique y San Miguel, las variaciones en la calidad química son mínimas no así en los análisis microbiológicos o bacteriológicos en donde se detectan cambios en los valores de NMP/100mL, que reflejan un aumento en la contaminación de coliformes totales y fecales en los tanques de ambos acueductos, hecho que al menos en

el primero de éstos había sido señalado por el EBAIS de Tucurrique en el año 2004, citado en la Sección 13.2.3 de este EIA.

13.2.8 Formulación de medidas preventivas

Las incógnitas medulares del Proyecto de Modernización y Ampliación Cachí residen en su obra más importante: el Túnel paralelo. El factor determinante primordial es el conocimiento de la geología y la hidrogeología de la zona y en segundo lugar, la técnica constructiva que se utilizará para excavarlo de manera que armonice con el conocimiento anterior. Los factores más importantes cuya influencia determinan las conclusiones que se obtengan del conocimiento geológico, hidrogeológico y del análisis de la técnica constructiva a aplicar son básicamente dos; la cercanía del primer Túnel que se mantendrá en funcionamiento durante la excavación del Túnel paralelo y el abatimiento de los niveles freáticos circundantes.

Acerca de la geología de la zona es bastante lo que se conoce, gracias a la información suministrada por la excavación del Túnel existente. Existen reportes y bitácoras de la excavación que suministran la información acerca de las condiciones geológicas, el tipo de roca y su condición mecánica, fallas y anomalías y cantidades de agua registradas durante el proceso. Dicha información está siendo complementada con perforaciones adicionales localizadas a lo largo de la línea de Túnel. Pero es un hecho que el mayor indicio que se posee de que geológicamente el Túnel es factible es la propia existencia del Túnel actual, en funcionamiento y sin problemas por más de 40 años.

De la hidrogeología de la región, gracias al problema que se suscitó con la excavación del Túnel de la Planta La Joya, es mucha la información disponible y la misma está siendo complementada con el monitoreo permanente en sitio de 52 nacientes de agua, las perforaciones adicionales que forman parte de la investigación de campo y el registro de los respiraderos (3) del Túnel actual.

Con referencia a la técnica de excavación a utilizar existe un planteamiento inicial que contempla las circunstancias más desfavorables y que será modificado conforme la investigación geológica e hidrogeológica arroje más información y sobre la marcha como resultado de las condiciones reales encontradas durante la excavación. Dicho planteamiento concluye que aún la adición de las condiciones adversas más desfavorables permite excavar el Túnel con costos razonables que no afectan los índices económicos del Proyecto.

La proximidad del Túnel actual no es un aspecto desconocido y ha sido enfrentado exitosamente en la práctica ingenieril. De hecho la literatura técnica recomienda separar los Túneles más de 2.50 veces su diámetro para evitar influencias generadas por la descompresión que significa el Túnel que se construye y el uso de explosivos que eventualmente influenciarían el Túnel existente. En el caso de Cachí, la separación es del orden de 8 veces el diámetro (de excavación), lo que sobradamente sobrepasa las recomendaciones comúnmente aceptadas.

El abatimiento de los niveles freáticos posee dos facetas muy importantes. Por el lado técnico, el posible abatimiento afectaría el comportamiento del Túnel existente y en el aspecto social, si dicho eventual abatimiento afectara las nacientes captadas para el consumo humano. Ambos aspectos son importantes y deben ser contemplados y analizados, pero el segundo reviste especial importancia porque eso fue lo que sucedió en el 2004 durante la excavación del Túnel de la Planta La Joya. Algunas nacientes se abatieron y se afectó la disponibilidad del agua para consumo humano de Tucurrique y otras poblaciones vecinas.

El problema de La Joya se generó por la confluencia de varias condiciones adversas. En primer lugar, al incumplimiento del procedimiento constructivo planificado al inicio de la excavación: un retraso notorio en la colocación del revestimiento final del Túnel favoreció las filtraciones. En segundo lugar, ese Túnel fue construido muy superficial (funciona como un canal) y su trazado atraviesa materiales de alta permeabilidad, en algunas zonas. Por último, la cercanía de las nacientes afectadas con respecto al trazado del Túnel provocó que este interceptara las corrientes de agua que alimentaban las nacientes, con la consabida reducción de la cantidad de agua disponible para consumo humano.

Los estudios de entonces permiten concluir que, desde el aspecto hidrogeológico, la región se compone de un macizo rocoso fracturado, de permeabilidad general media, que alberga un acuífero libre cuya superficie (nivel freático) en la zona del Túnel de La Joya es cercana a la elevación 800 m.s.n.m. (metros sobre el nivel medio del mar). Este acuífero es muy estable durante todo el año y se recarga de la lenta infiltración proveniente de la superficie. Sobre dicho macizo se localiza una capa relativamente delgada y con una permeabilidad mayor a la anterior que favorece un flujo sub-superficial posiblemente mayor a la más lenta infiltración vertical. Este acuífero “colgado” es el que alimenta las nacientes superficiales de la zona y muestra un marcado comportamiento estacional. El Túnel de la Planta La Joya interceptó esta capa en sus pasos más cercanos a la superficie del terreno. Este patrón se manifiesta en amplias zonas geográficas aledañas, incluyendo la zona donde se excavará el Túnel paralelo.

El Túnel de Cachí será excavado a mayores profundidades y las coberturas exceden los 80 m en la mayoría del trazado, alcanzando valores de más de 300 y 500 m en algunas partes. Es posible pensar que el Túnel se localiza por debajo de la capa superficial más permeable y que la afectación del flujo sub-superficial es mínima. Ello coincide con los reportes de la excavación del Túnel actual que hacen muy poca referencia a las aguas durante la excavación, a excepción de las zonas de falla o anomalías, relativamente de corta longitud.

No obstante lo anterior, se deben tomar previsiones para que algún evento no previsible en los estudios provoque un efecto nocivo en el Túnel existente y en las nacientes utilizadas para consumo humano. Para ello se está previendo la implementación de medidas de seguridad preventivas y correctivas. Primeramente el Túnel se excavaría con perforación al avance que indique con antelación la posibilidad de problemas en los siguientes 60 m. más allá del frente de excavación. Ello daría oportunidad de adaptar la técnica constructiva a las condiciones a las condiciones venideras. En aquellos sectores problemáticos se procedería a realizar una inyección con anterioridad a la excavación para reducir a un mínimo las filtraciones de agua hacia el Túnel. Ello y la evidencia aportada por los registros de la excavación del Túnel actual permiten afirmar que el Túnel

paralelo se excavará con un mínimo de influencia debido a las filtraciones de agua. Esta condición y la separación con respecto al Túnel actual descartan la influencia sobre este y reafirman la factibilidad de construir el nuevo Túnel.

Si aún así se afectaran las nacientes de agua utilizadas para consumo humano, se tiene previsto implementar medidas con anterioridad al inicio de la excavación del Túnel paralelo, de manera que permitan reaccionar de forma casi transparente para los usuarios. La zona de influencia del Proyecto se ha dividido en tres sectores, con respecto al agua para las personas. La primera zona incluye las poblaciones de Urasca, San Jerónimo y Guatusito en los primeros kilómetros del Túnel. Estas comunidades poseen un acueducto que se alimenta de nacientes en la parte alta de Urasca, fuera del área de influencia del Proyecto. Aún así, se prevé construir una ampliación de dicho acueducto capaz de afrontar cualquier reducción en los caudales disponibles para el consumo humano. Este acueducto se denomina Urasca-San Jerónimo.

La segunda zona comprende San Miguel, cuya naciente también está fuera de la zona de influencia del Proyecto. En la actualidad ellos poseen problemas de calidad y cantidad de agua. También se tiene planeado ampliar y rehabilitar su acueducto de manera que mejore su calidad y cantidad. Adicionalmente se estaría captando otro manantial en los Cerros Doán que podrían aportar excedentes para utilizarse durante la fase constructiva y para reforzar el aporte de agua a Tucurrique y poblaciones aledañas en caso de problemas. La rehabilitación del primer acueducto se denomina San Miguel, mientras que el segundo Doán-San Miguel.

Por último, también fuera de la zona de influencia de la excavación del Túnel, están las poblaciones de El Congo, Sabanilla y Tucurrique, las de más alta densidad poblacional. Con la primera el ICE colabora desde la construcción de la Planta de Cachí en el suministro de agua. En la actual captación hay excedentes que se están reacondicionando y que se utilizarán para asegurar la continuidad del servicio en el mediano plazo y en las restantes comunidades se prevé mejorar los tanques actuales de captación y almacenamiento lo que podría colaborar en afrontar una eventual emergencia en todo caso si no fuera suficiente se haría una rehabilitación de los acueductos que se dejaron a raíz del impacto provocado por la construcción del Túnel P. H. La Joya cuyas fuentes o manantiales se han reactivado o brotado de nuevo el agua .

En la Figura N° 13.23 se muestran los perfiles esquemáticos de los tres acueductos, sus principales obras, así como su localización, se adjuntan al presente documento a título ilustrativo.

En todos los casos, el exceso de agua estará disponible con anterioridad al inicio de las labores constructivas, por lo que la implementación de las medidas de emergencia no será percibida por la población. Si todo discurre con normalidad, parte de esta agua se utilizarán para suplir la demanda propia de campamentos y requisitos propios de construcción. Con posterioridad a la construcción de la Modernización y Ampliación de la Planta, esta agua pasará a control de las organizaciones sociales de la zona para atender el crecimiento propio de su población entre otras las ASADAS, Acueductos Rurales del AyA y Gobiernos Locales.

NACIENTE "EL GRINGO": Acueducto Doán-La Joya 1:400
NACIENTE SAN MIGUEL: Acueducto San Miguel 1:400
NACIENTE URASCA: Acuedcuto Urasca-San Jerónimo 1:400
NOTAS:
Todas las captaciones de los nacientes son captaciones directas.
Los diferentes acueductos se integrarán a las redes de distribución existentes.
ICE
MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN CACHÍ
TÚNEL DE CONDUCCIÓN
ACUEDUCTOS DE RESPALDO

13.2.9 Posibles impactos por abatimiento - Medidas ambientales

A continuación se presenta lo señalado en el pronóstico plan de gestión ambiental en cuanto a las medidas ambientales que se estarían implementando ante la eventual ocurrencia de un secado temporal de las actuales fuentes de abastecimiento de agua en el área del Proyecto, la ejecución de éstas iniciaría de previo al proceso de excavación del nuevo Túnel o en el transcurso de éste si fuese necesario ampliar las medidas preventivas.

Previo al inicio de las tareas constructivas debe existir una propuesta de solución satisfactoria para las comunidades del Área de Influencia Ambiental en cuanto asegúrales la continuidad del suministro, abastecimiento y distribución del recurso hídrico, ante un eventual secado temporal de los manantiales provocado por la excavación del nuevo Túnel, mediante un proceso consultivo y de negociación entre el ICE y las ASADAS, Asociaciones de Desarrollo Integral y Gobierno Local, del distrito de Tucurrique, y de los poblados de Urasca, San Jerónimo, Guatusito y San Jerónimo del distrito de Cachí, cantón de Paraíso.

Se deberá incentivar la comunicación entre el ICE y las comunidades a fin de evitar que la desinformación sobre la "la propuesta de solución" ante un potencial secado temporal de los manantiales en el trazado del nuevo Túnel que pueda causar susceptibilidades y signifique atrasos para la construcción y operación del proyecto.

En la sección toma - media del trazado del nuevo Túnel (Comunidades Urasca -San Jerónimo) se deberá mejorar el sistema de la red de acueductos locales con un doble propósito alimentar las necesidades agua a los Campamentos del proyecto en estudio (en el caso que amerite) y asegurar la continuidad del suministro agua en cuanto calidad y volumen a los actuales usuarios conectados a dicho acueducto. Los trabajos de mejoramiento implicarán: Ampliación de los actuales tanques de almacenamiento conectados a ese acueducto, mejora de las instalaciones de las tomas ubicadas en la microcuenca del río Urasca.

Para atender de manera expedita y segura la ocurrencia del impacto aquí señalado en la sección media - final del trazado del nuevo Túnel, el equipo de trabajo avaluó las siguientes opciones:

A. Construcción de un nuevo acueducto, que contemplará la compra de un terreno y construcción de una captación de aguas con la infraestructura civil asociada (conducciones, quiebras gradientes y tanque de almacenamiento y de regulación) en las laderas del cerro Doán hasta un punto cercano a la conexión con la red de acueductos local en operación, en el poblado de San Miguel (longitud aproximada del trazado de tuberías 5 Km.) , con un doble propósito para satisfacer las necesidades de ese recurso para las tareas de la fase constructiva y operativa del proyecto en estudio y en el caso que se presentara un secado temporal de los manantiales que estén bajo un régimen de aprovechamiento que satisfaga la demanda de agua en las comunidades del área de influencia que lo requieran.

B. Montar una batería de perforación horizontales en el macizo entre las tomas de Palmichal y el tanque de la unión de las captaciones allí construidas hasta un punto de conexión con el acuífero actual en aprovechamiento a una profundidad e inclinación en la que se tenga certeza que el nivel del manto freático se va a mantener. Esta última opción goza de un grado de incertidumbre por el estado del arte en que se encuentra el proyecto en estudio por lo que se deberá investigar sus posibilidades de concreción. Esta no sería excluyente con la primera ya que se podría utilizar como especie de piezómetro

14 DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA)

14.1 Introducción

Ante los excesos de agua en la época lluviosa del río Reventazón se pretende ampliar y modernizar la Planta Hidroeléctrica Cachí (P.A.M. P. H. Cachí) construyendo un Túnel paralelo al actual, un tanque de oscilación, la tubería forzada y un edificio anexo a la casa de máquinas para albergar una unidad adicional. La Unidad 3 de la Planta, alimentada por la actual tubería forzada, sería conectada a la nueva tubería, alimentando cada Túnel dos (2) unidades. La potencia instalada de la Planta se incrementará en 60 MW y la energía anual en 360 GWh; cada Túnel descargaría un caudal máximo de 36 m^3/s, la potencia instalada total quedaría en 160 MW mientras que la energía anual sería de 1000 GWh. La toma de aguas actual posee una prevista para el nuevo Túnel por lo que, al igual que la Presa, no requiere de ninguna obra adicional.

La capacidad instalada actualmente es de 108 MW, con una generación promedio anual de 657.47 GWh.

14.2 Descripción del Proyecto

El presente Proyecto se encuentra en la cuenca del río Reventazón, la cual tiene un área de 765 Km^2 hasta el Sitio de Presa. Entre las obras asociadas al Centro Productivo, está la Represa de Cachí, que es un embalse artificial construido por el ICE, que tiene una área de 326 hectáreas, en su mayor capacidad hídrica (diseño - inicial) almacenaba un volumen de 54 000000 m^3 (54 Hm^3). Esta obra se abastece de varios ríos de la zona, entre los cuales tenemos el Reventazón, Palomo y río Navarro.

Esta planta fue construida por el Instituto Costarricense de Electricidad entre los años 1962-67, con una potencia inicial de 64 MW (dos unidades Francis de eje vertical). En el año 1978 se amplió la planta anexando una tercera unidad de 36,110 KW a la tubería de presión existente por medio de un bifurcador. La conducción tiene alrededor de 5,960 metros de longitud y 3.80 metros de diámetro interno. La tubería forzada tiene 470 m. de longitud con un diámetro que varía de 2.90 a 2.80 m.; en los ramales el diámetro varía de 2.0 a 1.45 m de diámetro.

El caudal máximo de operación en la actualidad es 54-m^3/s, con pérdidas que ascienden a 43 mca (metros de columna de agua) en promedio, para una caída bruta de 220.6 m. La elevación máxima del embalse es 990 m.s.n.m., y la mínima 960 m.s.n.m. La restitución es a la cota 725 m.s.n.m. Con la construcción del presente Proyecto este caudal máximo sería aumentado en 18 m^3/s, con una redistribución de 36 m^3/s para cada Túnel.

Es importante tener claro que estas son labores normales en una hidroeléctrica de éstas características con más de 40 años de operación con fines de aumentar su eficiencia, no se trata de un nuevo proyecto hidroeléctrico convencional. No obstante el ICE de forma pro-activa está tomando todas las consideraciones técnicas, legales y ambientales del caso, para cumplir con nuestras políticas institucionales y la legislación vigente.

El nuevo Túnel de derivación tendría 5,950 metros de longitud hasta el tanque de oscilación, con un diámetro interno de 3.70 metros. La tubería de presión asociada tendrá un diámetro de 2.95 metros, con una longitud de 573 metros. El tanque de oscilación es del tipo de orificio restringido, su diámetro es de 8 metros y una altura de 87 metros. Dadas las condiciones topográficas, éste sería enterrado con su corona a la cota 1,016 msnm. Por otro lado, al eliminar la conexión de la tercera unidad en el Túnel actual, se reducen las pérdidas en la conducción aumentando la energía en 36.7 GWh producto del nuevo enrutamiento del agua. Ello representaría un incremento de entre 53.2 MW y 292 GWh con respecto a la condición actual.

Las escombreras se localizarían en las cercanías de los frentes de trabajo, en terrenos propiedad del ICE o arrendados para tal fin, se estima preliminarmente que el volumen total de escombros no excederá los 200,000 m^3.

En la Figura N° 1.1, se adjunta una Planta General de localización de las obras propuestas montadas sobre la base de la Hoja del l. G. N. Istarú, en escala 1: 50,000.

14.3 Monto Global de la Inversión

El costo total directo del proyecto es cercano a los $110 000000 (ciento diez millones de dólares USA)

Resumen de los costos directos estimados del Proyecto

Obra	Costo ($)
Infraestructura (Campamentos, redes, terrenos y caminos)	1,949,000.00
Reparaciones y obras en sitio de Presa	1,659,000.00
Túnel	38,622,000.00
Tubería de Presión	9,353,000.00
Tanque de Oscilación	5,320,000.00
Casa de Máquinas (incluye equipos de generación)	24,194,000.00
Costos Indirectos (diseño, G. Amb, Admin. e Ingeniería)	25,662,000.00
Transmisión	2,990,000.00
Total	**109,749,000.00**

Figura N° 1

El Congo
Sabanillas - Tucurrique
San Miguel
San Jerónimo
Guatusito
Urasca
Cachí
RIO REVENTAZON
CASA DE MAQUINAS
TANQUE DE OSCILACION
VENTANA B
SAN MIGUEL
Posible Futuro Acueducto
Sitio Perforación
TUNEL
VENTANA A
RIO URASCA
PRESA
EMBALSE
TOMADO DE LA HOJA IGN ISTARU 1 : 50,000
ICE
PLANTA HIDROELÉCTRICA CACHÍ
PROYECTO AMPLIACIÓN CACHÍ
PLANTA GENERAL DEL PROYECTO
P. H. AMPLIACIÓN CACHÍ
PLANTA GENERAL

14.4 Características Ambientales del área

La geología regional donde está enmarcado este Proyecto, comprende el área que abarca el curso medio del valle del río Reventazón, desde la desembocadura del río Macho, hasta el sitio conocido como Las Juntas.

El valle del río Reventazón ha sido estudiado por varios geólogos (entre los que vale citar a Branson, E.B., 1928; Schaulfelberger, P.,1931; Lohman. W., 1931 y 1934; Dondoli, C. y Torres, J.A., 1954; Umaña, J., 1962 y Madrigal, C. (ed). 1984 .

Las rocas más viejas que afloran en el área, pertenecen al Mioceno Medio, que es la Formación Pacacua (Serie Conglomerados -Arenisca), Mioceno Medio Formación San Miguel (Serie Calcáreo – Arenosa), Plioceno Formación Doán (Grupo Volcánico Cachí), Pleistoceno Inferior Formación Ujarráz (Flujo Lacustre), Pleistoceno Medio Formación Reventado (Miembro Paraíso), Pleistoceno Superior Formación Cervantes (Lavas en Bloques Andesítico – Basáltico), Tobas y Terrazas. Fuera del área de estudio afloran rocas que pertenecen al Eoceno (Calizas las Animas) afloran al NE de la ciudad de Turrialba ([1]).

El río Reventazón ha abierto su valle cortando a través de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas (diques y sills), de diferentes edades geológicas.

El área donde se circunscribe el proyecto se caracteriza por dos grupos de unidades Geomórficas. Por un lado se distinguen las geoformas de áreas montañosas y en segundo plano las geoformas debidas a procesos agradacionales, las cuales corresponden a la serie de depósitos coluvio aluviales ubicados en las márgenes del cauce principal del río Reventazón y que están dispuestos en niveles de terrazas o depósitos fluvio lacustres.

El relieve de la cuenca cerrando en Cachí muestra elevaciones que van desde el nivel en el fondo de la Presa 928 m.s.n.m., hasta aproximadamente 3500 m.s.n.m.; esto origina diversos tipos de climas en distancias relativamente cortas. Según la clasificación de Köppen, la cuenca del río Reventazón presenta los siguientes climas:

a) Clima Templado Lluvioso Cw ´a

Éste se da en la parte alta de la cuenca entre los 2000 y 3500 m.s.n.m., se caracteriza por presentar una disminución en las lluvias durante los meses correspondientes al invierno del hemisferio norte (diciembre a abril). Las lluvias del mes más lluvioso durante el verano del hemisferio norte son 10 veces mayores que las lluvias del mes más seco durante el invierno boreal. La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C; el mes más caluroso es cálido con temperaturas superiores a los 20° C.

b) Clima Templado Húmedo Cfa

Se presenta en la parte media superior de la cuenca entre los 850 y 2000 m.s.n.m., se caracteriza por no definirse claramente una estación seca; en el mes de menos lluvias la precipitación supera los 30 mm, la temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C; los meses correspondientes al verano en el hemisferio norte son cálidos y en el mes más caluroso la temperatura sobrepasa los 22° C.

En el área del proyecto el período con menor presencia de lluvias va de enero a abril, en mayo se inicia el ciclo de mayores precipitaciones, con una discontinuidad en el mes de julio (asociado a lo que comúnmente se conoce como el veranillo de San Juan) para retomar con mayor fuerza en los meses de agosto, setiembre y octubre, para finalmente pasar a los meses de noviembre y diciembre que son de transición a la época más seca. Los niveles promedio de lluvia mensuales de las estaciones 73011 Sanatorio Durán y 73104 Cóncavas, que tienen una lluvia acumulada anual de 1544 mm y 1632 mm respectivamente

Lo que se ha conocido como sub-cuenca sur comprende esencialmente la cuenca del río Grande de Orosi (Palomo, Orosi, hasta la parte alta de la cordillera de Talamanca por el Cerro de la Muerte) y es realmente la que aporta en mayor medida el agua que llega al embalse. Justamente dentro de esta área se ubica uno de los mayores núcleos de concentración de lluvia del país, muy cercano a la ubicación de la estación 73036 T Seis, que presenta un acumulado anual de 7664 mm

El caudal afluente al embalse de Cachí tiene un promedio histórico de 53.0 m^3/s, esto indica que si el embalse se trabajara como una toma a filo de agua y la generación se tuviera a plena carga permanentemente (consumo de 54 m^3/s), prácticamente se mantendría el nivel del agua permanentemente. Pero, como bien se conoce, la entrada de agua no siempre es la misma, ni mensual ni anualmente.

Desde el año de 1988 se ha tomado como volumen total del embalse 48 Hm^3, información obtenida a partir de 40 secciones transversales (no fue de levantamientos topográficos, ni de batimetrías) en el año 2008 se cuenta con nueva información y este paso .a 39.06 millones de m^3. Este cambio se explica ante el retroceso de los límites del embalse

Conociendo la condición tanto del caudal afluente al embalse como del volumen real de éste, es importante mostrar la cantidad de agua que se ha tenido que dejar pasar, lógicamente luego de satisfacer la demanda de generación y agotando la capacidad de almacenaje del reservorio.

Comparando estos caudales con los afluentes se tiene:

Comparación del caudal afluente y del caudal generado.

La figura anterior muestra que la escorrentía que drena hacia el embalse excede con creces lo que se ha generado. En otras palabras, para todos los años la cantidad de agua que llega al embalse es mucho mayor que lo que se puede generar.

La figura anterior muestra el número de veces que ha dejado pasar una escorrentía igual al volumen del embalse

Esta última figura es contundente en cuanto a que el agua que llega al embalse por año excede las necesidades actuales de generación, y de capacidad del embalse, por lo que hay que dejarla pasar. Aún para los años más secos se ha dejado pasar más de 5 veces el volumen del embalse.

En conclusión el régimen hidrológico que alimenta al embalse de Cachí es sumamente rico en cuanto a la producción de escorrentía. No obstante su gran variabilidad tanto espacial como temporal, dicha cantidad de agua siempre ha excedido en demasía la demanda de generación de la Planta y la capacidad de almacenamiento del embalse, por esta razón la búsqueda de un mayor aprovechamiento del agua que drena al embalse está más que justificada.

Las Zonas de Vida comprendidas en el área de proyecto (AP), corresponden a Bosque húmedo Premontano (bh-P) y Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P),. Su descripción se hace con base en Bolaños & Watson (1993).

La zona de vida Bosque húmedo Premontano tiene una precipitación que oscila entre 1200 y 2200 mm anual, la biotemperatura media anual y la temperatura son iguales y van de 17 a 24ºC. El periodo seco efectivo es de 3.5 a más de 5 meses. (En el sitio del Proyecto la duración es menor a 3.5 meses)

La vegetación característica del área del Proyecto es de mediana altura (30-40 m), medianamente denso, de dos o tres estratos, siempreverde, solo algunas de sus especies son decíduas y la cantidad de epífitas es de moderada a abundante.

Las áreas boscosas en el AP y AID corresponden a fragmentos ya que en su mayoría es una zona agrícola donde han quedado pequeños parches de bosque.

Se realizaron muestreos de los cuatro parches de bosques que se identificaron en el AP, y se efectuó una descripción de sus características y en la sección de cobertura vegetal se detalló en su composición. A pesar que en los T de R emitidos por la Setena solamente se solicitó una descripción de la cobertura vegetal imperante en la zona del proyecto por tratarse de una construcción de obras civiles en su mayoría subterráneas se efectuó además de un listado de las especies vegetales dominantes en la zona así como de la fauna silvestre asociada en particular las aves, reptiles y anfibios en cuanto a los mamíferos por tratarse de una zona ya intervenida solo se observaron rastros de armadillos en el sotobosque (probablemente de la especie *Dasypus novencinctus*). (Capítulo 5 - Anexo N° 11 Fauna acuática del EIA)

El Proyecto Modernización y Ampliación P. H. Cachí se ubica a lo largo de dos grandes distritos de la provincia de Cartago, cada distrito cuenta con varias comunidades que están involucradas con la construcción del nuevo Túnel. El primer distrito es Cachí y las comunidades son: Urasca, Bajos Urasca y San Jerónimo. El segundo distrito es Tucurrique, y las comunidades son: San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique. A continuación se presenta el siguiente cuadro que refleja las comunidades del Área de Influencia (AI) del proyecto, su población y número de viviendas.

Comunidades del Área de Influencia del Proyecto Modernización y Ampliación Cachí, según población total y número de viviendas

Distritos	Comunidades	Total de población	Viviendas
Cachí	Urasca	**245**	**140**
	Bajos Urasca	**86**	**57**
	San Jerónimo	**225**	**134**
	San Miguel	**164**	**70**
Tucurrique	Tucurrique (incluye Congo y Sabanillas)	**4511**	**1252**
TOTAL		**5231**	**1653**

Fuente: Análisis de la situación de salud. ASIS Cachí y Tucurrique. 2007

En el caso de Cachí es el cuarto distrito de Paraíso, cantón segundo de la provincia de Cartago; situado a 18 Km. hacia el este de la provincia de Cartago y 11 Km. al suroeste del cantón de Paraíso, con una extensión aproximada de 36 km^2 y a 1050 metros de altitud. Está formado por los siguientes caseríos: Cachí Centro, Peñas Blancas, Cieneguita, Pueblo Nuevo, Mercado, Urbanización Las Rosas, Ciudadela Murray, Calle Boza, La Primavera, Urbanización Robles, Calle Volio, Loaiza, río Orosi, Bajos de Urasca, Urasca, y San Jerónimo. De acuerdo a los puntos cardinales, limita: Al norte con Tucurrique; al sur con el distrito de Orosi; al oeste con Ajenjal y Ujarrás; al este con las montañas de Duán.

El contexto geográfico y las características de la población en cuanto a fuentes de empleo nos ubican en una zona eminentemente rural.

14.5 Impactos del Proyecto

A continuación se presenta el cuadro con el listado de los 26 impactos terminales que equipo profesionales ejecutor del EIA le dio un valor de significancia ambiental (SIA) media a alta. Una vez filtrada e integrada la lista general o global de impactos (83 impactos) a ser considerados en la formulación del pronóstico - plan de gestión ambiental (P- PGA) del presente Proyecto

N°	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	GÉNERO
1	Emisión de polvo - partículas en suspensión producto del acarreo de materiales	-
2	Remoción de capa órgano mineral del suelo	-
3	Disminución del nivel freático	-
4	Perdida Cobertura vegetal (bosque ripario - árboles dispersos - área de reforestación - en proceso de regeneración)	-
5	Eliminación y alteración de hábitat de fauna terrestre	-
6	Disminución del recurso hídrico en los sistemas de riego de cultivos y abrevaderos por la construcción del Túnel.	-
7	Transición temporal de actividades agrícolas	-
8	Afectación permanente de las áreas utilizadas para cultivo por la construcción de la nueva infraestructura.	-
9	Afectación a los estanques (cultivo de tilapias) por reducción del caudal hídrico superficial	-
10	Afectación a red vial local (infraestructura)	-
11	Presión en la infraestructura local para satisfacer la creciente demanda del recurso hídrico para el consumo de campamentos e instalaciones por el ingreso de mano de obra en la construcción del Túnel.	-
12	Afectación a la operación de viveros por construcción de campamentos e instalaciones.	-
13	Incremento en la demanda de servicios públicos	
14	Incremento en la disponibilidad de energía eléctrica de bajo costo para el sistema nacional interconectado.	+
15	Presión sobre características demográficas en las comunidades por los trabajadores que residen y laboran en campamentos e instalaciones.	
16	Incremento en la calidad de vida producido por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.	+
17	Afectación a la calidad de vida de las comunidades por la construcción del Túnel	-
18	Aumento en la cantidad de desechos por la construcción y operación de campamentos.	-
19	Modificación de las dinámicas sociales por alteración de vías de acceso debido a la construcción del tanque de oscilación, casa de válvulas y tubería de presión	-
20	Secado temporal de los manantiales que alimentan a la red de acueductos locales.	-
21	Afectación a la seguridad y circulación vial (Incremento en el riesgo de accidentes peatonales o vehiculares por el traslado y acopio de materiales)	-
22	Mejora en la seguridad vial por reacondicionamiento de acceso a la Ventana B.	-
23	Aumento en fuentes de empleo por la construcción del Túnel.	+
24	Aumento en las actividades comerciales por la construcción del Túnel y obras civiles en general.	+
25	Aumento en el valor de la tierra de las propiedades cercanas al AP, por la mejoría en las vías y accesos del proyecto	+
26	Aumento en el poder adquisitivo de la población debido a las fuentes de empleo derivadas de la construcción del Túnel.	+

14.6 Pronóstico Plan de Gestión Ambiental (PGA)

Ver página 325

14.7 Resumen Compromisos Ambientales

- En los sitios de destape y escombreras, traslado de al menos los primeros 20 cm. de suelo orgánico superficial hasta sitios de acopio.

- Siembra de plantas de rápido crecimiento con abundante follaje como las leguminosas arbustivas o rastreras en los sitios de acopio, cuyo fin es su incorporación para mejorar el suelo almacenado (abonos verdes), además de protegerlo del impacto directo de la lluvia.

- Rehabilitar la escombrera y sitios a recuperar ambientalmente mediante la restitución de la capa de suelo rico en materia orgánica y humus, que se cita en el ítem anterior. Manejo de aguas de escorrentía. Construcción de trampas de sedimentos. Escalonamiento o terraceo de taludes en caminos con el fin de evitar taludes de altura excesiva. Aprovechar la vegetación cortada (superior a 10 cm. de diámetro) utilizándola como barreras de protección contra derrumbes y erosión. La medida de recuperación se debe realizar posterior a la finalización de la construcción del proyecto.

.

- En el caso de la opción de la excavación por medio de la preinyección de concreto es necesario hacer inyección al avance, durante el proceso constructivo, tanto en el Túnel como en la Ventana según lo descripto en la sección correspondiente de este EIA, de esta manera se garantizará una menor disminución del manto freático a ser causado por la excavación del Túnel, también terminado el proceso de construcción el revestimiento final también ayudará en este proceso.

- En el caso de la opción de excavación del Túnel empleando el TBM el contacto de las dovelas con la pared de éste en el avance o frente de excavación debe ser llenado con gravilla inyectada con lechada u otro producto impermeabilizante con el fin de reducir la entrada del agua del macizo al Túnel.

- En caso de una contingencia en el secado temporal de las fuentes de agua a las laguna piscícolas, al presentarse esta situación deberán asegurarse las condiciones de oxigenación de los estanques, utilizando para ello procesos de reinyección o recirculación de aguas, o bien sistemas de oxigenación artificiales, que permitan durante el período crítico mantener las condiciones de los estanques, o bien trasladar la población piscícola a condiciones de sobrevivencia, mientras se restablecen las condiciones normales del sitio (por ej. Urasca y San Miguel - Congo).

- Se mantendrán y dejarán expeditas las vías de acceso al área de influencia, durante y después de la construcción del Túnel y las obras asociadas, permitiendo el uso de los caminos existentes, que sirven a las comunidades a lo largo de la red vial local, aún después de concluidos los trabajos.

- Se deben ejecutar estrictas medidas técnicas para evitar daños a la infraestructura básica local, tales como redes distribución de agua potable, tanques de almacenamiento de agua, caminos y puentes, carreteras, infraestructura en general de las comunidades del área de influencia.

- Atender y plantear soluciones concretas por parte del ICE a la carencia de servicios públicos como electricidad y telefonía, en las comunidades de Bajos Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel y el Congo, en un tiempo y plazo razonables, a fin de mejorar los servicios públicos existentes, y hacerlos utilizables para la densidad poblacional por efecto de la construcción del nuevo Túnel.

- El proyecto deberá contar con un plan de relaciones con las comunidades para el control y prevención de conflictos sociales para su etapa constructiva y operativa.

- Se aplicará un plan de indemnizaciones para que en casos de daños a fincas debidamente identificados se apliquen a sus propietarios.

- Se organizará e implementará una Comisión de Enlace entre el proyecto y las comunidades, que contemple la representación de los poblados del área de influencia directa, a saber: Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, El Congo, Sabanillas, y Tucurrique.

- Mejorar el camino de acceso desde la entrada del poblado de San Miguel hasta la escuela de esa comunidad. Una vez efectuadas las mejoras el mantenimiento de la vía corresponde a la Municipalidad. Habilitar el camino antiguo a la comunidad de San Miguel. El Congo - San Miguel.

- Previo al inicio de las tareas constructivas debe existir una propuesta de solución satisfactoria para las comunidades del Área de Influencia Ambiental en cuanto asegúrales la continuidad del suministro, abastecimiento y distribución del recurso hídrico, ante un eventual secado temporal de los manantiales provocado por la excavación del nuevo Túnel, mediante un proceso consultivo y de negociación entre el ICE y las ASADAS, Asociaciones de Desarrollo Integral y Gobierno Local, del distrito de Tucurrique, y de los poblados de Urasca, San Jerónimo, Guatusito y San Jerónimo del distrito de Cachí, cantón de Paraíso.

- En la sección toma - media del trazado del nuevo Túnel (Comunidades Urasca - San Jerónimo) se deberá mejorar el sistema de la red de acueductos locales con un doble propósito alimentar las necesidades agua a los Campamentos del proyecto en estudio (en el caso que amerite) y asegurar la continuidad del suministro agua en cuanto calidad y volumen a los actuales usuarios conectados a dicho acueducto. Los trabajos de mejoramiento implicarán: Ampliación de los actuales tanques de almacenamiento conectados a ese acueducto, mejora de las instalaciones de las tomas ubicadas en la microcuenca del río Urasca.

- Para atender de manera expedita y segura un eventual secado temporal de las fuentes de agua que alimentan la red de acueductos locales en la sección media - final del trazado del nuevo Túnel, el equipo de trabajo avaluó las siguientes opciones: **A.** Construcción de un nuevo acueducto, que contemplará la compra de un terreno y construcción de una captación de aguas con la infraestructura civil asociada (conducciones, quiebras gradientes y tanque de almacenamiento y de regulación) en las laderas del cerro Doán hasta un punto cercano a la conexión con la red de acueductos local en operación, en el poblado de San Miguel (longitud aproximada del trazado de tuberías 5 Km.) , con un doble propósito para satisfacer las necesidades de ese recurso para las tareas de la fase constructiva y operativa del proyecto en estudio y en el caso que se presentara un secado temporal de los manantiales que estén bajo un régimen de aprovechamiento que satisfaga la demanda de agua en las comunidades del área de influencia que lo requieran. **B.** Montar una batería de perforaciones horizontales en el macizo entre las tomas de Palmichal y el tanque de la unión de las captaciones allí construidas hasta un punto de conexión con el acuífero actual en aprovechamiento a una profundidad e inclinación en la que se tenga certeza que el nivel del manto freático se va a mantener. Esta última opción goza de un grado de incertidumbre por el estado del arte en que se encuentra el proyecto en estudio por lo que se deberá investigar sus posibilidades de concreción. Esta no sería excluyente con la primera ya que se podría utilizar como especie de piezómetro.

- Señalizar los caminos que indiquen los riesgos y obras de construcción, a la vez que se mejore las condiciones de calzadas y señales de tránsito donde se encuentran centros educativos y áreas de salud de todas las comunidades del área de influencia directa.

- Construir aceras en los tramos donde sea factible, según solicitud de las comunidades y valoración razonable por parte del desarrollador.

- Contratar principalmente mano de obra local, administrativa y profesional de las comunidades del área de influencia directa: Urasca, San Jerónimo, Guatusito, San Miguel, El Congo, Sabanillas y Tucurrique.

- Elaborar y ejecutar un programa de capacitación en desarrollo local y organización comunal, dirigido hacia los grupos organizados de las comunidades del área de influencia.

Mapa de Susceptibilidad Ambiental Integral vrs Componente del Proyecto.

15 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Estado La Nación – Gestión de la Calidad del Aire – Octavo Informe sobre el Estado de La Nación – Desarrollo Humano Sostenible – Dr. Juan Valdés G., 10 páginas, 2002

Informe Geológico e hidrogeológico de factibilidad ampliación del P. H. Cachí. Madrigal Morales Carlos, Morera Lobo José Fabio, C.S. Diseño, UEN PYSA, 2008.

Estudio de Amenazas Naturales y Antrópicas en la Cuenca del río Pirris. Inestabilidad de Laderas, C.S. Diseño, UEN PYSA, 2007.

Aguilar, A., 1980: Sismicidad del 3 al 9 de setiembre de 1980 y su relación con la geología en la cabecera del río Navarro, Cartago.- Tesis de Licenciatura, Escuela Centroamericana de Geología, Univ. Costa Rica, 160 pp.

Alvarado, G.E., Barquero, R., Climent, A., 1998: Informe Sismológico y Neotectónico Actualizado para la Etapa de Factibilidad del P.H. Pacuare.- Inf. Interno ICE, OSV.98.02.ICE. 47 pp+ 11 fotos.

Ambraseys, N.N. & Adams, R.D., 2001: The Seismicity of Central America. A descriptive Catalogue 1898-1995. Imperial College Press. 309 pp.

Boschini, I.M., 1989: Incidencia de las Fuentes Sísmicas en a Región Caribe de Costa Rica.- Tesis de Licenciatura, Esc. Cent. de Geología, Univ. de Costa Rica, 97 pp.

Geomatrix, 1994: Informe Final. Acueducto de Orosi. Sub-Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Conducción: El Llano a Tres Ríos, Provincia de Cartago, Costa Rica. Geomatrix Consultants, San Francisco, California, viii + 149 pp. + apéndices.
Linkimer, L., 2003: Neotectónica del extremo oriental del Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica.- Tesis de Licenciatura, Esc. Cent. de Geología, Univ. de Costa Rica, 103 pp + 6 anexos + 2 mapas.

Montero, W., 1986: Períodos de recurrencia y tipos de secuencias sísmicas de los temblores interplaca a intraplaca en la región de Costa Rica. -Rev. Geol. Amér. Central, 5:35-72; San José.

Montero, W., 2001: Neotectónica de la región central de Costa Rica: frontera oeste de la microplaca de Panamá.- Rev. Geológica de Amér. Central, 24: 29-56.
Montero, W., 2003: El sistema de falla Atirro-río Sucio y la cuenca de tracción Turrialba-Irazú: Indentación tectónica relacionada con la colisión del levantamiento del Coco.- Rev. Geológica de Amér. Central, 28: 05-29.

Montero, W. & Alvarado, G.E., 1995: El terremoto de Patillos del 30 de diciembre de 1952 (Ms= 5,9) y el contexto geotectónico de la región del volcán Irazú, Costa Rica. - Rev. Geol. Amér. Central, 18:25-42.

Montero, W. & Miyamura, S., 1981: Distribución de intensidades y estimación de los parámetros focales de los terremotos de Cartago de 1910, Costa Rica, América Central. – Rev. Inst. Geográfico Nac., julio-diciembre, 9-34.

P.H. La Joya, 2002: Estudio de Impacto Ambiental, Cap.6: Inventarios y descripción del ambiente físico, pág. 233-446.

Salazar, L.G. Obando, L. & Mora, R., 1992: Acueducto Metropolitano, tramo Embalse El Llano-río Navarro (Costa Rica): Un sitio bajo amenaza. Rev. Geol. Amér. Central, 14: 85-96.

Jaubert, Marco. Instituto Costarricense de Electricidad. el ICE, UEN - Proyectos y Servicios Asociados - UMC, Unidad de Manejo de la Cuenca del río Reventazón – UMCRE, Descripción General 2000 –2001, San José Costa Rica, abril 2002.

Jiménez, Francisco. B. Ramakrishna. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza – CATIE, Programa Ambiente y Desarrollo Rural, Curso "Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas", Turrialba, 27,31 de mayo 2002.

CATIE, 2002. Curso de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Turrialba, Costa Rica. Mayo del 2002.

MAG. (2003 - 2006). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Despacho Ministerial – Planificación Estratégica: Programa Direcciones Regionales – Cartago (Agencia de Servicios Agropecuarios de Paraíso y de la Agencia de Servicios Agropecuarios de Tucurrique, 2003 – 2006.

http://www.mag.go.cr
http://www.catie.ac.cr
http://www.minae.go.cr
http://www.engormix.com

Amador Matamoros, José Luis (2001) De jornaleros agrícolas a obreros de la construcción de Túneles: el caso de los tuneleros del I.C.E. procedentes de Cachí, un análisis de historias de vida. Tesis (licenciatura en antropología con énfasis en antropología social)--Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Sociales. Escuela de Antropología y Sociología, 1991.

Baráibar, José M. (2003) Análisis de necesidades formativas. En: La construcción de procesos formativos en educación no formal. Universidad de La Rioja.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Curso de Marco Lógico para la formulación de proyectos. Consulta el 19 de julio, 2007, de http:// iadb.org/int/rtc/ecourses/esp/marcologico.htm

Brenes Brenes, Francisco (1988) Diagnostico agroeconómico del cultivo de pejibaye (Bactris gasipaes H. B. K.) en el distrito de Tucurrique, Cantón de Jiménez. Tesis (licenciatura en ingeniería agronómica con énfasis en producción)--Universidad de Costa Rica. Sede Universitaria Regional del Atlántico. Carrera de Agronomía, 1988.

Bonilla y Rodríguez (1997). Más allá del dilema de los métodos. Editorial: Norma. Bogota.
Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos. Sección Cartografía Censal. Departamento de Censos (Autor corporativo) Distrito 4° Cachí, Cantón 2° Paraíso / Dirección General de Estadística y Censos, Sección Cartografía y Divulgación, Departamento de Censos. San José, C.R.

Fonseca Corrales, Elizabeth (1994) Orígenes e historia del pueblo de Tucurrique :: un nexo entre la investigación interdisciplinaria y la acción social / / Elizabeth Fonseca C., Eugenia Ibarra R., Patricia Gudiño F. San José, C.R. : UCR, Cent. de Investigaciones Históricas, [1994]

Geertz, C. 1989. La interpretación de las culturas. Barcelona, Gedisa. 1994. Conocimiento local. Barcelona, Paidós.

Geertz, C.; Clifford, J.; y otros. 1998. El surgimiento de la antropología posmoderna. Barcelona, Gedisa. Presentación de Carlos Reynoso.

Guerrero Portilla, Lidiette (Autor) San Miguel de Tucurrique: una comunidad en lucha por asegurar su alimentación / Lidiette Guerrero Portilla. Revista crisol No.4 p. 10-12

Ibarra Rojas, Eugenia (1987). Tucurrique : historia de un pueblo indígena / Elizabeth Fonseca C., Eugenia Ibarra R., María Elena Calzada C.. - 1. ed. San José, C.R. : Edit. de la UCR, 1987

Instituto Mixto de Ayuda Social. Dirección Técnica (Costa Rica) (Autor corporativo) Cachí: estudio socioeconómico / / Dirección Técnica, Departamento de Investigación, IMAS San José, C.R. : IMAS, s1973

Le Belle, T (1980) Educación no formal y cambio social en América Latina, Nueva Imagen México
Maslow, A. (1982). La amplitud potencial de la naturaleza humana. México, D. F. Trillas.

Rivera Camacho, Ernesto (2001) Análisis de estabilidad del deslizamiento en San Miguel de Cachí. Tesis (licenciatura en ingeniería civil)--Universidad de Costa Rica. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil

White, L. 1964. La ciencia de la cultura. Un estudio sobre el hombre y la civilización. Paidós, Buenos Aires

Legislaciones:

Guía general para la elaboración de instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental (Guía EIA), publicado en la Gaceta Nº 85 del jueves 4 de mayo del 2006

16 ANEXOS

Anexo N°.1

RESOLUCIÓN N°. 579-2008 SETENA

Términos de Referencia del EIA

Ministerio de Ambiente y Energía
Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SETENA
Teléfono: 234-0767/234-3388 Fax: 2234-9867
Apartado Postal 1039-1000 San José

Resolución Nº 579-2008-SETENA

EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA, LA SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL, A LAS **12** HORAS **25** MINUTOS DEL **06** DE **MARZO** DEL **2008**.

PROYECTO MODERNIZACIÓN – AMPLIACIÓN PH CACHÍ
EXPEDIENTE ADMINISTRATIVO D1-1382-2007-SETENA

Conoce la Comisión Plenaria de esta Secretaría de la Evaluación Ambiental Inicial mediante el informe técnico DAP-0105-2008, del Documento de Evaluación Ambiental **D1-1382-2007-SETENA**, para el proyecto: Proyecto **Modernización – Ampliación PH Cachí**, presentado por el señor Joaquín Azofeifa Saavedra, a nombre del **Instituto Costarricense de Electricidad**.

RESULTANDO

PRIMERO: El día 12 de Noviembre del 2007 es recibido en esta Secretaría el Documento de Evaluación Ambiental Inicial D1 del Proyecto: **Proyecto Modernización-Ampliación P.H. Cachí**, presentado por el Instituto Costarricense de Electricidad, al cual se le asignó el número de **expediente 1832-2007-SETENA**.

SEGUNDO: La inspección se realizó al área de interés el 23 de enero del 2008, en compañía de representantes del Instituto Costarricense de Electricidad.

CONSIDERANDO

PRIMERO: Que se tiene por legitimado al Señor José Joaquín Azofeifa Saavedra, para solicitar la evaluación ambiental a nombre del Instituto Costarricense de Electricidad.

SEGUNDO: Según consta en el informe DAP 105-08 el 23 de Enero del 2008 se realizó inspección al sitio de interés encontrándose lo siguiente:

1- El acceso al área del proyecto es por camino público lastrado en buen estado hasta los diferentes frentes de trabajo.
2- El uso del suelo en la zona aledaña al área del proyecto consiste en plantaciones de café, agricultura y ganadería. En la zona del proyecto funciona desde hace 40 años la Planta Hidroeléctrica Cachí.
3- El proyecto no requiere la construcción de una nueva casa de máquinas o subestación puesto que el ICE ampliará las instalaciones actuales de la Planta Cachí, que se encuentran en El Congo.
4- La boca del túnel se construirá en la prevista que el ICE dejó en un sitio aledaño a la toma actual del túnel que conduce el agua hasta la casa de máquinas del Congo.
5- Para el desarrollo del proyecto no se requiere la construcción de campamentos.

6- En la zona donde se construirá el túnel existen varios manantiales, algunos de los cuales están captados para consumo humano.
7- En los sitios donde se ubicarán las escombreras no se observó la presencia de cursos de agua superficial o manantiales. Dichos sitios presentan cobertura del suelo compuesta de gramíneas y otro tipo de hierbas.
8- De acuerdo al D1 presentado la Significancia de Impacto Ambiental (SIA) tiene valor de 294 por lo que corresponde se solicitaría una Declaración Jurada de Compromisos Ambientales, sin embargo en el Reglamento de Procedimientos de la SETENA, este tipo de proyectos está catalogado como de alto impacto ambiental por lo que se le debe solicitar la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental.

TERCERO: Conforme a lo señalado anteriormente, a efecto de continuar con el proceso de evaluación ambiental, se le debe solicitar al desarrollador, la presentación, **en el plazo de un año** contados a partir de la notificación de la presente resolución, de un **Estudio de Impacto Ambiental**.

POR TANTO
LA COMISIÓN PLENARIA ACUERDA:

En sesión Ordinaria N° **32-2008** de esta Secretaría, iniciada el **29** de **FEBRERO** del **2008**, en el Artículo No. **76** acuerda:

PRIMERO: A efecto de continuar con el proceso de evaluación ambiental, se le solicita al desarrollador, en el plazo máximo de un año, contado a partir de la notificación de la presente resolución, la presentación de un **Estudio de Impacto Ambiental (original, tres copias y una copia digital)**. Los términos de referencia para el Estudio de Impacto Ambiental se adjuntan al original de la presente resolución.

SEGUNDO: Que una vez evaluado el EsIA, si el mismo **NO** cumple con los requerimientos fijados por esta Secretaría, si corresponde, se podrá solicitar al desarrollador **POR UNA ÚNICA VEZ**, subsanar las deficiencias detectadas, caso contrario se aplicará lo que establece la legislación vigente.

TERCERO: Contra esta resolución cabe interponer dentro del plazo de tres días a partir del día siguiente a la notificación, los recursos ordinarios de revocatoria ante la SETENA, y el de apelación ante el Ministro de Ambiente y Energía, de conformidad con los artículos 342 y siguientes de la Ley General de Administración Pública y 87 de la Ley Orgánica del Ambiente.

CUARTO: Toda documentación que sea presentada ante la SETENA deberá indicar claramente el número de expediente, el número de resolución y el nombre completo del proyecto.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA
SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL (SETENA)

FORMULARIO DE TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
(FETER-EsIA)

Número de expediente: *1382-2007-SETENA*

INFORMACIÓN PARA EL USUARIO:

SETENA:

Con base en los resultados del D1, la información disponible sobre el proyecto, obra o actividad y en las visitas realizadas, se determinan los aspectos y factores ambientales que serán potencialmente afectados por el proyecto, obra o actividad y las acciones impactantes de manera que los TER respondan a una lectura más cercana a las condiciones reales del medio.

Los TER a solicitar para la elaboración del instrumento, serán marcados con una equis (X) en la correspondiente casilla, denominada "incluir" en el FETER.

El equipo profesional mínimo que se solicita para realizar el Estudio, debe ser acorde con los TER que se marcan.

DESARROLLADOR:

La copia que recibe el desarrollador contiene los Términos de Referencia del Estudio de Impacto Ambiental que debe elaborar. Los contenidos mínimos de la información que se solicita (marcada con X), deben consultarse en la Guía General para la Elaboración de Instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental y ajustarse según el caso.

El EsIA presentado debe cumplir con todas las condiciones de formato y extensión máxima que la Guía General para la Elaboración de Instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental establece.

Número de expediente: 1382-2007-SETENA

No.	Tema	Incluir	Fue considerado correctamente en:
1	**Indice**	X	
2	**Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA)**	X	
3	**Introducción**	X	
4	**Información general**	X	
4.1	Información sobre la persona física o jurídica	X	
4.2	Información sobre el equipo profesional que elaboró la EsIA	X	
4.3	Términos de referencia del EsIA realizado	X	
5	**Descripción del Proyecto**	X	
5.1	Ubicación geográfica	X	
5.2	Ubicación político-administrativa	X	

No.	Tema	Incluir	Fue considerado correctamente en:
5.3	Justificación técnica del Proyecto y sus opciones	X	
5.4	Concordancia con el plan de uso de la tierra	X	
5.5	Área estimada del Proyecto y áreas de influencia	X	
5.6	Fases de desarrollo	X	
	• Actividades a realizar en cada fase del Proyecto	X	
	• Tiempo de ejecución	X	
	• Flujograma de actividades	X	
	• Infraestructura a desarrollar	X	
5.7	**Fase de construcción**	X	
5.7.1	Equipo y materiales a utilizar	X	
	• Materiales a utilizar	X	
	• Rutas de movilización de equipo	X	
	• Frecuencia de movilización	X	
	• Mapeo de rutas más transitadas por efecto del proyecto, incluyendo los accesos	X	
5.7.2	Necesidad de recursos en esta fase	X	
	• Agua	X	
	• Energía eléctrica	X	
	• Alcantarillado (aguas residuales)	X	
	• Vías de acceso	X	
	• Mano de obra	X	
	• Campamentos	X	
	• Otros	X	
5.7.3	Disposición de desechos y residuos ordinarios, especiales, industriales, peligrosos	X	
	• Sólidos	X	
	• Líquidos (incluyendo drenajes)	X	
	• Gaseosos	X	
	• Reciclables y/o reusables	X	
5.7.4	Inventario y manejo de materias primas y sustancias peligrosas en esta fase	X	
5.8	**Fase de operación**	X	
5.8.1	Equipo y materiales a utilizar		
	• Materiales a utilizar		
	• Rutas de movilización de equipo		
	• Frecuencia de movilización		
	• Mapeo de rutas más transitadas por efecto del proyecto, incluyendo los accesos		
5.8.2	Necesidad de recursos en esta fase	X	
	• Agua	X	
	• Energía eléctrica	X	
	• Alcantarillado (aguas servidas)	X	

No.	Tema	Incluir	Fue considerado correctamente en:
	• Mano de obra	X	
	• Otros		
5.8.3	Disposición de desechos y residuos ordinarios, especiales, industriales, peligrosos	X	
	• Sólidos	X	
	• Líquidos (incluyendo drenajes)	X	
	• Gaseosos	X	
	• Reciclables y/o reusables	X	
5.8.4	Inventario y manejo de materias primas y sustancias peligrosas en esta fase	X	
5.9	**Fase de cierre**		
5.9.1	Descripción de las actividades propuestas para el cierre		
	• Cronograma de aplicación		
	• Responsables		
6	**Descripción de la normativa legal**	X	
6.1	• Marco jurídico	X	
7	**Descripción del ambiente físico**	X	
7.1	Geología	X	
	• Aspectos geológicos regionales	X	
	• Aspectos geológicos locales	X	
	• Análisis estructural y evaluación	X	
	• Mapa geológico del AP y AID	X	
	• Caracterización geotécnica	X	
	• Estabilidad de taludes	X	
7.2	Geomorfología	X	
	• Descripción geomorfológica regional	X	
	• Descripción geomorfológica local	X	
	• Mapa geomorfológico	X	
7.3	Suelos (para proyectos agrícolas, agropecuarios y forestales)		
7.4	Clima	X	
7.5	Hidrología	X	
7.5.1	Aguas superficiales		
	• Calidad del agua		
	• Cotas de inundación		
	• Caudales (máximos, mínimos y promedio)		
	• Corrientes, mareas y oleaje		
7.5.2	Aguas subterráneas	X	
	• Vulnerabilidad a la contaminación	X	
	• Mapa de elementos hidrogeológicos	X	
7.6	Calidad del aire	X	
	• Ruido y vibraciones	X	

No.	Tema	Incluir	Fue considerado correctamente en:
	• Olores	X	
	• Gases	X	
7.7	Amenazas naturales	X	
	• Amenaza sísmica	X	
	• Fallas geológicas activas	X	
	• Amenaza volcánica		
	• Movimientos en masa	X	
	• Erosión	X	
	• Inundaciones		
	• Licuefacción, subsidencias y hundimientos		
	• Mapa de susceptibilidad	X	
8	**Descripción del ambiente biológico**	X	
8.1	Introducción	X	
8.1.1	Ambiente Terrestre	X	
	• Estatus de protección del AP		
	• Zonas de vida		
	• Asociaciones naturales presentes		
	• Cobertura vegetal	X	
	• Especies indicadoras por ecosistema natural		
	• Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción		
	• Fragilidad de ecosistemas		
8.1.2	Ambiente Marítimo		
	• Estatus de protección del AP		
	• Poblaciones y comunidades marinas presentes		
	• Especies indicadoras por ecosistema marino		
	• Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción		
	• Fragilidad del ambiente marino		
8.1.3	Ambiente acuático (aguas continentales)		
	• Fauna acuática		
	• Caracterización del ecosistema riparo		
	• Especies indicadoras		
	• Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción		
	• Fragilidad del ambiente acuático continental		
9	**Descripción del ambiente socioeconómico**	X	
9.1	Uso actual de la tierra en sitios aledaños	X	
9.2	Tenencia de la tierra en sitios aledaños	X	
9.3	Características de la población	X	
	• Demográficas	X	
	• Culturales y sociales	X	

Resolución N° 579-2008-SETENA

No.	Tema	Incluir	Fue considerado correctamente en:
	• Económicas	X	
9.4	Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular	X	
9.4.1	Análisis de Vialidad (estudio de impacto vial)		
9.5	Servicios de emergencia disponibles	X	
9.6	Servicios básicos disponibles	X	
9.7	Percepción local sobre el Proyecto y sus posibles impactos	X	
	• Estudio cualitativo	X	
	• Estudio cuantitativo		
	• Proceso participativo interactivo		
9.8	Infraestructura comunal	X	
9.9	Sitios arqueológicos		
	• Sitios registrados		
	• Materiales o rasgos culturales identificados en el AP		
	• Densidad de material encontrado y extensión del sitio en el AP		
	• Análisis de la información arqueológica recuperada en el AP		
	• Posibilidades de recuperación de información adicional en el AP		
9.10	Sitios históricos, culturales	X	
9.11	Paisaje		
9.12	Mapa de áreas socialmente sensibles	X	
10	**Diagnóstico ambiental**	X	
10.1	Resumen del Proyecto	X	
10.2	Elementos del proyecto generadores de impactos ambientales	X	
10.3	Factores del Medio Ambiente susceptibles de ser impactados	X	
10.4	Identificación y pronóstico de impactos ambientales	X	
10.5	Impactos Ambientales que producirá el Proyecto y sus opciones	X	
10.6	Selección de la opción del proyecto		
10.7	Mapa de susceptibilidad ambiental integral vrs componentes del Proyecto	X	
11	**Evaluación de impactos y medidas correctivas**	X	
11.1	Medio Físico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo físico)	X	
11.2	Medio Biótico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo biológico)	X	
11.3	Medio Socioeconómico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo socioeconómico)	X	

No.	Tema	Incluir	Fue considerado correctamente en:
11.4	Análisis de los Efectos Acumulativos	X	
11.5	Análisis de los Efectos Sinergísticos de otros proyectos en construcción y operación	X	
11.6	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales	X	
12	**Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental (PGA)**	X	
12.1	Organización del Proyecto y Ejecutor de las medidas	X	
12.2	Cuadro del Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental	X	
12.3	Monitoreo - Regencia	X	
12.4	Cronograma de ejecución	X	
12.5	Plan de recuperación ambiental post-operacional	X	
12.6	Costos de la gestión ambiental	X	
13	**Análisis de Riesgo y Planes de Contingencia**	X	
13.1	Fuentes de Riesgo Ambiental	X	
13.2	Evaluación de Riesgo Ambiental	X	
13.3	Plan de contingencia	X	
14	**Análisis Financiero y económico**		
14.1	**Análisis financiero**		
	• Flujo de caja		
	• Cálculo del VAN y la TIR		
	• Financiamiento		
14.2	Ajuste económico por concepto de transferencias		
14.3	Ajuste económico por concepto de precios sociales		
	• Ajuste por FATC		
	• Ajuste por FAMO		
	• Ajuste por FATD		
14.4	Recálculo del VAN y la TIR		
14.5	Ajuste Económico por Externalidades Sociales y Ambientales y Análisis Costo-Beneficio Final		
14.6	Valoración monetaria de las externalidades ambientales		
14.7	Valoración monetaria de las externalidades sociales		
14.8	Cálculo del VAN Social		
15	**Calidad Ambiental del AP y el Área de Influencia Biofísica y Social (directa e indirecta)**	X	
15.1	Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia Biofísica y Social (directa e indirecta)	X	
15.2	Síntesis de compromisos ambientales del Proyecto (si aplica para Ministerio de Salud deben especificar según la Guía General)	X	
15.3	Política Ambiental del Proyecto	X	
16	**Monto Global de la Inversión de la opción seleccionada**	X	
17	Otros términos específicos		

No.	Tema	Incluir	Fue considerado correctamente en:
	• Indicar y analizar los posibles sitios de ubicación de las escombreras. Establecer las medidas ambientales para la conformación de dichas escombreras.	X	
	• Identificar y analizar todos los manantiales que se ubiquen dentro del área de influencia inmediata del túnel. Dentro del análisis deberá incluirse: ubicación, caudal, calidad del agua y usos. Identificar posibles impactos y proponer las correspondientes medidas de mitigación. Analizar posibles impactos por abatimiento de dichos manantiales, debido a la construcción del túnel.	X	
18	Equipo profesional mínimo que debería realizar el Estudio	X	
	Abogado-a Ambiental		
	Antropólogo-a		
	Arqueólogo-a		
	Arquitecto-a		
	Biólogo-a	X	
	Economista Ambiental		
	Geógrafo-a	X	
	Geólogo-a -Hidrogeólogo-a	X	
	Ingeniero-a Agrícola		
	Ingeniero-a Agrónomo		
	Ingeniero-a Civil Sanitario		
	Ingeniero-a Forestal		
	Ingeniero-a Industrial		
	Ingeniero-a Químico		
	Químico-a		
	Sociólogo-a	X	
	Otro: Ingeniero Civil	X	

Estos términos tienen una vigencia de un año a partir de su notificación.

Atentamente,

MINISTRO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

setena

MLA. TATIANA CRUZ RAMIREZ
SECRETARIA GENERAL
EN REPRESENTACION DE LA COMISION PLENARIA

COMISIÓN PLENARIA

Resolución N° 579-2008-SETENA

En la oficina de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental se notificó copia de la Resolución N° **579-2008-SETENA** de las **12** horas **25** minutos del **06** de **MARZO 2008**.

NOTIFÍQUESE: Instituto Costarricense de Electricidad Fax: 591-53-18, 535-02-06 y 220-76-64.

Firma: _____ cédula _____

A las 11 horas y 05 minutos del 07 de marzo del 2008.

Notifica Sonia Villegas

ANEXO N°.2

“Certificación apoderado general sin límite de suma “

ANA MARIA BOLAÑOS CALDERON

NOTARIO PÚBLICO DE SAN JOSE

CERTIFICA:

Que con vista en la Sección de Personas del Registro Público, y según las citas dos mil nueve-veintidós mil novecientos trece-uno-uno, **GRAVIN MARYORGA JIMENEZ,** mayor, casado una vez, ingeniero civil, cédula de identidad número uno-cuatrocientos cuarenta y tres-novecientos ocho, vecino de San Francisco de Dos Ríos, es Subgerente del Sector Electricidad del **INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD** (entidad autónoma de este domicilio, con cédula juridica cuatro- cero cero cero-cero cuarenta y dos mil ciento treinta y nueve), con facultades de **APODERADO GENERAL SIN LIMITE DE SUMA,** conforme el artículo mil doscientos cincuenta y cinco del Código Civil, así como las de sustituir dicho poder en todo o en parte, revocar sustituciones y hacer otras de nuevo, reservándose o no su ejercicio. Dicho poder se encuentra vigente.

****

ES TODO: De conformidad con las facultades que me otorga el artículo ciento diez del Código Notarial vigente, hago la presente certificación en lo conducente, y advierto que lo omitido no modifica, altera, condiciona, restringe ni desvirtúa lo aquí certificado. Hago constar que la firma estampada en este documento fue puesta de mi puño y letra, y que el sello que aparece es el registrado ante la Dirección Nacional de Notariado. Expido la presente a solicitud del Instituto Costarricense de Electricidad, en San José, a las nueve horas quince minutos del veintisiete de abril del dos mil nueve. Se agregan y cancelan las especies fiscales de Ley. Consecutivo cero cuarenta y uno-dos mil nueve.

ANA MARIA BOLAÑOS CALDERON

15193-14388655

Anexo N°.3

Resultados de los análisis de calidad de aguas (Físico-químicos – Bacteriológicos y Plaguicidas)

Laboratorio Programa de Estudios de Calidad, Ambiente y Metrología

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA	UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES PROGRAMA DE ESTUDIOS EN CALIDAD, AMBIENTE Y METROLOGÍA LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL	PROCAME
PRT-011 R-03 REPORTE DE RESULTADOS		Página 1 de 7
Fecha de implementación: 18/04/2006	Versión 002	Consecutivo: 1325

Reporte de Resultados

Nombre del Cliente:
Instituto Costarricense de Electricidad (UENPYSA)

Dirección del Cliente:
Provincia: Cartago, Cantón: Paraíso,
Distrito: Cachí

Teléfono:
2220-5229

Tipo de Muestra:
10 muestras de agua

Código de la solicitud de servicio:
AG-310-2008

Muestreado por:
Francisco Castro/Asdrúbal Bolaños

Procedimiento de muestreo:
PRT-012 Procedimiento de muestreo de aguas naturales

Plan de muestreo utilizado:
PRT 012 R-01 Consecutivo 749

Fecha de muestreo:
25 de setiembre de 2008

Fecha de ingreso al laboratorio:
25 de setiembre de 2008

No. Reporte: AG-310-2008-M
Total de páginas: 7
No se permite la reproducción parcial, excepto íntegramente de este documento sin la autorización por escrito del órgano que lo emite. Este documento solo tiene validez en su forma íntegra y original. *El presente Reporte de Resultados abarca solamente las mediciones realizadas en el momento y con las condiciones ambientales del muestreo y no puede hacerse extensivo a otras situaciones.*

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 277 3292 FAX: (506) - 277 3696

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA	UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES PROGRAMA DE ESTUDIOS EN CALIDAD, AMBIENTE Y METROLOGÍA LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL	PROCAME
PRT-011 R-03 REPORTE DE RESULTADOS		Página 2 de 7
Fecha de implementación: 18/04/2006	Versión 002	Consecutivo: 1325

Fecha de emisión del reporte de resultados:
08 de octubre de 2008

Métodos de análisis ejecutados:

PMA 010 Valor de pH, método modificado basado en: Método 4500-H⁺B, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

PMA 007 Nitrato, Sulfato y Nitrato, método modificado basado en: Método 4110B, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

PMA 011 Conductividad, método modificado basado en: Método 2510B, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

PMA 016 Turbiedad, método modificado basado en: Método 2130B, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

PMA 015 Sodio y Potasio, método modificado basado en: Método 3500-K D, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

PMA 002 Dureza Total, método modificado basado en: Método 2340C, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

PMA 003 Dureza Cálcica, método modificado basado en: Método 3500-Ca D." Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

PMA 004 Alcalinidad, método modificado basado en: Método 2320 B, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF.

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 277 3292 FAX: (506) - 277 3696

UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES PROGRAMA DE ESTUDIOS EN CALIDAD, AMBIENTE Y METROLOGÍA LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL		PROCAME
PRT-011 R-03 REPORTE DE RESULTADOS		Página 3 de 7
Fecha de implementación: 18/04/2006	Versión 002	Consecutivo: 1325

Resultados de Análisis Microbiológicos*:

Análisis	Unidades	Muestra N°01	Muestra N°02	Muestra N°03	Muestra N°04	Muestra N°05
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1600	< 2	< 2	49	7
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	23	< 2	< 2	2	< 2

Análisis	Unidades	Muestra N°06	Muestra N°07	Muestra N°08	Muestra N°09	Muestra N°10
Coliformes Totales	NMP/100 mL	130	49	920	540	49
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	5	8	170	540	11

*Análisis realizados por el Laboratorio de Microbiología de Aguas de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica, según consta en reporte LMA-REP-0255-08

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 277 3292 FAX: (506) - 277 3696

UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES PROGRAMA DE ESTUDIOS EN CALIDAD, AMBIENTE Y METROLOGÍA LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL		PROCAME
PRT-011 R-03 REPORTE DE RESULTADOS		Página 4 de 7
Fecha de implementación: 18/04/2006	Versión 002	Consecutivo: 1325

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra N01	Muestra N02	Muestra N03	Muestra N04	Muestra N05
pH (25° C)	± 0,04	7,44	7,20	5,94	6,39	7,38
Conductividad	µS/cm	89 ± 8	130 ± 8	49 ± 8	125 ± 8	61 ± 8
Turbiedad	UNT	0,46 ± 0,03	0,15 ± 0,03	0,10 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,08 ± 0,02
Cloruro	mg/L	1 ± 1	2 ± 1	6 ± 1	2 ± 1	1 ± 1
Sulfato	mg/L	< 2	3 ± 1	< 2	2 ± 1	< 2
Nitrato	mg/L	< 2	3 ± 2	2 ± 2	3 ± 2	< 2
Alcalinidad	mg/L	54 ± 2	72 ± 2	32 ± 2	58 ± 2	32 ± 2
Dureza Total	mg/L	43 ± 1	65 ± 1	22 ± 2	71 ± 1	31 ± 1
Dureza Cálcica	mg/L	26 ± 1	37 ± 1	12 ± 1	41 ± 1	20 ± 1
Sodio	mg/L	4,1 ± 0,2	6,0 ± 0,2	4,7 ± 0,2	5,4 ± 0,2	3,8 ± 0,2
Potasio	mg/L	1,19 ± 0,08	2,36 ± 0,08	0,58 ± 0,08	1,81 ± 0,08	1,19 ± 0,08

"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 % ".

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 277 3292 FAX: (506) - 277 3696

UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES PROGRAMA DE ESTUDIOS EN CALIDAD, AMBIENTE Y METROLOGÍA LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL		PROCAME
PRT-011 R-03 REPORTE DE RESULTADOS		Página 5 de 7
Fecha de implementación: 18/04/2006	Versión 002	Consecutivo: 1325

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra N06	Muestra N07	Muestra N08	Muestra N09	Muestra N10
pH (25° C)	± 0,04	7,12	7,05	7,58	7,54	7,38
Conductividad	µS/cm	88 ± 8	72 ± 8	151 ± 8	164 ± 8	185 ± 8
Turbiedad	UNT	0,43 ± 0,03	0,20 ± 0,03	1,26 ± 0,05	0,29 ± 0,03	0,51 ± 0,02
Cloruro	mg/L	2 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	1 ± 1
Sulfato	mg/L	< 2	< 2	4 ± 1	< 2	3 ± 1
Nitrato	mg/L	< 2	2 ± 2	< 2	2 ± 2	2 ± 2
Alcalinidad	mg/L	54 ± 2	40 ± 2	86 ± 2	99 ± 2	103 ± 2
Dureza Total	mg/L	45 ± 1	39 ± 1	72 ± 1	114 ± 2	82 ± 1
Dureza Cálcica	mg/L	26 ± 1	22 ± 1	47 ± 1	80 ± 1	61 ± 1
Sodio	mg/L	5,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2	8,0 ± 0,3	7,1 ± 0,3	11 ± 1
Potasio	mg/L	0,83 ± 0,08	0,82 ± 0,08	1,76 ± 0,08	1,65 ± 0,08	1,09 ± 0,08

"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura k = 2 correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 % ".

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 277 3292 FAX: (506) - 277 3696

UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES PROGRAMA DE ESTUDIOS EN CALIDAD, AMBIENTE Y METROLOGÍA LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL		PROCAME
PRT-011 R-03 REPORTE DE RESULTADOS		Página 6 de 7
Fecha de implementación: 18/04/2006	Versión 002	Consecutivo: 1325

Descripción de las muestras:

Muestra N°01: Muestra de agua tomada en tanque desarenador que se dirige a los Pitalillos

Muestra N°02: Muestra de agua tomada en tanque de distribución para Urasca abajo

Muestra N°03: Muestra de agua tomada en tanque arriba Guatusito

Muestra N°04: Muestra de agua tomada en tanque La Parada

Muestra N°05: Muestra de agua tomada en naciente El Gringo

Muestra N°06: Muestra de agua tomada en tanque agua potable comunidad San Miguel

Muestra N°07: Muestra de agua tomada en tanque Parcela San Miguel

Muestra N°08: Muestra de agua tomada en tanque Sabanillo

Muestra N°09: Muestra de agua tomada en tanque principal Tucurrique

Muestra N°10: Muestra de agua tomada en tanque El Congo

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 277 3292 FAX: (506) - 277 3696

UNIVERSIDAD NACIONAL COSTA RICA	UNIVERSIDAD NACIONAL ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES PROGRAMA DE ESTUDIOS EN CALIDAD, AMBIENTE Y METROLOGÍA LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL	PROCAME
PRT-011 R-03 REPORTE DE RESULTADOS		Página 7 de 7
Fecha de implementación: 18/04/2006	Versión 002	Consecutivo: 1325

Notas:

1. Las muestras analizadas referentes al presente reporte se mantendrá en custodia por un período mínimo de 22 días calendario una vez emitido el reporte, siempre y cuando no se hayan ejecutado análisis destructivos de la muestra. Después de este tiempo se procederán a desechar.

Revisado por: Licda. Susana Rodríguez Román. Química Cargo: Responsable del Sistema de Calidad Firma:	Aprobado por: BSc. José Félix Rojas Marín Químico - NI 2001 Cargo: Analista del Laboratorio Firma:

Última Línea del Reporte de Resultados AG-310-2008-M

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 277 3292 FAX: (506) - 277 3696

Anexo N°.4

Estudio de Susceptibilidad de Inestabilidad de laderas en el Proyecto Ampliación P.H. Cachí

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE)

PROYECTO HIDROELÉCTRICO CACHÍ

PROYECTOS Y SERVICIOS ASOCIADOS

C.S. Diseño

Área de Ingeniería Geológica - Área de Análisis de Riesgos

Estudio de Susceptibilidad de Inestabilidad de laderas en el Proyecto Ampliación P.H. Cachí

Presento:

Geól. Rolando Valdés C.

Geól. José Fabio Mora L.

Geól. Carlos Madrigal M.

Geog. Sergio Arce S.

San José, Costa Rica

Febrero – 2009

PRESENTACIÓN

A solicitud del C. S. Gestión Ambiental se ha procedido ha analizar la potencial inestabilidad de las laderas presentes en la zona del Túnel II, Ampliación a la Planta Cachí. Para ello se ha utilizado, fundamentalmente, la información de trabajos anteriores realizados por el ICE y los estudios desarrolladas directamente por los Centros de Servicio Diseño y Exploraciones Subterráneas, se contó además con información, I.G.N., TERRA, CARTA2003, CARTA2005.

Para la investigación se enfocan varios temas como son la geología y estructuras geológicas de la zona, suelos, uso de la tierra, manantiales, pendientes y deslizamientos observados, siendo cada tema objeto de estudio independiente con el fin de revisar los diferentes tópicos que lo componen y luego, con la integración de todo el equipo de trabajo, analizarlos de manera conjugada.

Al final se presentan los resultados obtenidos y se dan las recomendaciones que se consideran pertinentes.

RESUMEN

El estudio de amenazas por deslizamientos en una zona determinada debe incluir a una serie de disciplinas dentro de las que se encuentran la geografía, geotecnia, geología, hidrogeología, edafología y otras, y este caso no fue la excepción.

De las áreas de investigación mencionadas se consideraron los temas que conciernen de una u otra manera con estabilidad de las laderas y que eventualmente pueden influir en la misma como son uso de la tierra, geología y estructuras geológicas, suelos, uso de la tierra, manantiales, deslizamientos observados, densidad de drenaje, pendientes, concavidad y convexidad de las laderas y niveles freáticos.

Después de analizarlos se dejaron solamente los temas de geología y estructuras geológicas de la zona, suelos, uso de la tierra, manantiales, pendientes y deslizamientos observados. A éstos se les aplicó un peso según su influencia potencial a la inestabilidad de laderas.

Posteriormente en cada disciplina se hizo un clasificación también por pesos, de mayor a menor susceptibilidad, dependiente directamente de los elementos propios de cada una, y al final se contó con siete mapas temáticos con rangos de peso de 1 a 5 ó de 1 a 4 en dependencia del grado de susceptibilidad, se aplicó una álgebra de mapas y se obtuvo un mapa de susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas de la cuenca.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Litologías clasificado según su susceptibilidad a la inestabilidad de laderas. Fuente: Área de Ingeniería Geológica, C.S. Diseño 2008.

Figura 2. Mapa de densidad de estructuras geológicas. Fuente: Atlas Tectónico de Costa Rica. Denyer, P. Montero, W. Alvarado, G.E. (2003). Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos C.S. Diseño, 2008.

Figura 3. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas según clasificación de suelos. Fuente: MAG-FAO. (1989). Clasificado por Chinchilla, M. (2009), Área de Ingeniería Geológica, C.S. Diseño.

Figura 4. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas de acuerdo al uso actual de la tierra. Fuente: Mapa de Ecosistemas INBIO (2002). Clasificado por Chinchilla, M. (2008), Área de Ingeniería Geológica C.S. Diseño.

Figura 5. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas según la densidad y caudal promedio de nacientes. Fuente: Nacientes estudiadas en la zona del proyecto PH Cachí, por él C.S. Estudios Básicos. Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, (2008). C.S. Diseño.

Figura 6. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas según las pendientes. Fuente: Topografía del Proyecto Terra, escala 1:25000. Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, (2008). C.S. Diseño.

Figura 7. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas según los deslizamientos observados.
Fuente: Topografía del Proyecto TERRA a escala 1:25000. Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, (2008). C.S. Diseño.

Figura 8. Esquema de la metodología utilizada. Fuente: C.S. Diseño. (2008).

Figura 9. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas en el Área de Estudio de Ampliación del P. H. Cachí en la cuenca del río Reventazón. Fuente: C.S. Diseño, (2008).

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Uso Actual de la Tierra. Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, C.S. Diseño, 2009. A partir del mapa de de Uso de la Tierra elaborado por C.G.A. – 2008.

Cuadro N° 2. Clasificación de Rangos para definir la susceptibilidad de laderas según las pendientes.

INTRODUCCIÓN

La información básica requerida, de temas físicos como es la geología, estructuras geológicas, suelos y uso de la tierra, nacientes, pendientes y deslizamientos no es de existencia común, sobre todo en sitios fuera del Gran Área Metropolitana. Dicha información resulta siempre de enorme importancia para la toma de decisiones respecto al desarrollo humano.

Las bases de datos de los temas citados representan para una zona, la herramienta inicial para estudios de aprovechamiento de suelos, planificación urbana, amenazas naturales y antrópicas, aprovechamiento de aguas subterráneas, y por supuesto, desarrollo de proyectos hidroeléctricos.

Se ha trabajado a una escala de 1:25 000, lo cual permite, para un área tan extensa, recalcar los elementos y rasgos sobresalientes en cada tema, los que son utilizados para los análisis respectivos de manera que al final tengamos como producto, el mapa temático de la susceptibilidad de las laderas en la zona del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Obtener un mapa temático de amenaza por inestabilidad de las laderas en la zona donde se desarrolla el proyecto Ampliación P. H. Cachí.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Hacer los mapas de geología y estructuras geológicas de la zona, suelos, uso de la tierra, manantiales, pendientes y deslizamientos observados.

Desarrollar el mapa de amenaza por susceptibilidad a la inestabilidad de laderas con base en los mapas de geología y estructuras geológicas de la zona, suelos, uso de la tierra, manantiales, pendientes y deslizamientos observados.
Desarrollar las bases de datos digitales de las condiciones y elementos que generan la inestabilidad de laderas en la cuenca en estudio, las cuales puedan ser fácilmente actualizadas o modificadas.

Preparar tablas de atributos y mapas digitales por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG) relacionados con la cuenca. Dicho formato permitirá de una manera fácil y rápida actualizar dichos mapas.

METODOLOGIA

Para el estudio a desarrollar se utilizaron siete mapas temáticos: geología, estructuras geológicas, suelos, usos de la tierra, nacientes o manantiales, pendientes y deslizamientos existentes. Para cada uno de ellos se estableció un grado de importancia en dependencia de su potencial influencia a la inestabilidad de los taludes.

Posteriormente para cada mapa temático se hizo un clasificación por clases, de mayor a menor susceptibilidad, dependiente directamente de los elementos propios de cada tema y utilizando rangos de 1 a 4 ó de 1 a 5, luego cada valor se transformó en un elemento porcentual que se denominó “factor”, correspondiendo con el factor “1” la clase mayor y

finalmente se obtuvo el peso final como el producto del factor y la importancia del mapa temático.

Como último paso del proceso de análisis se desarrolló una álgebra de mapas con los siete mapas temáticos clasificados por pesos, y se obtuvo el producto buscado que fue el "Mapa de Susceptibilidad a la Inestabilidad de las Laderas en el área de proyecto P. H. Cachí".

MAPAS UTILIZADOS

Geología

El Mapa Geológico presenta las diferentes litologías agrupadas en unidades y formaciones geológicas existentes en la zona, las que se describen a adelante en orden cronológico.

Formación Doan, Grupo Peñas Blancas: Está formado por brechas volcánicas y tobas duras.

Grupo Guatuso: Lo constituye una secuencia de tobas, tobas lapíllica, brechas y lavas andesíticas delgadas de poco espesor.

Formacion Reventado, Miembro Paraíso (Colado Paraíso): Lo conforman lavas andesítico basálticas con pequeños fenocristales de feldespatos (Salto de la Novia, Paraíso).

Formación Cervantes (Colada Cervantes): Está constituido por lavas andesíticas en parte porfiríticas, densa en la parte interna y vesicular cerca del contacto inferior y en la parte superior.

Formacion Ujarras, Flujo Lacustre: Es una secuencia de arcillas, limos, arenas, depósitos más gruesos (conglomerados de pobre presencia) y aluviones estratificados.

Depósitos cuaternarios indiferenciados: Esta unidad consiste en aluviones recientes en el lecho y márgenes del río Reventazón, así como depósitos coluviales en valles tributarios.

Figura 1. Mapa de Litologías clasificado según su susceptibilidad a la inestabilidad de laderas. Fuente: Área de Ingeniería Geológica, C.S. Diseño 2008.

Estructuras Geológicas

La zona de estudio, al igual que el resto del país, está sometida a esfuerzos que han generado un fallamiento intenso. Mediante el procesamiento de los datos estructurales se ha obtenido una zonificación del área de trabajo que establece las regiones con una mayor densidad de estructural, considerando que las fallas más activas tienen una influencia o peso mayor.

Falla Urasca: Presenta una dirección N48 W, está bien expuesta al frente del cementerio de Urasca en un corte de la carretera entre Cachí y el Congo. Aquí se presenta una zona de falla de 3 metros de espesor y buzamiento de más de 60 grados en las rocas volcánicas del bloque NE. En ambos lados de la falla afloran rocas pertenecientes a la Formación Doán.

Falla Guatuso: Su dirección es N63W y bordea el cañón del río del mismo nombre. En los cortes de la carretera entre Cachí y el Congo la zona de falla no aflora, pero está evidenciada por la discontinuidad de las rocas presentes en ambos lados de la línea de falla (Umaña, J, 1962). Los materiales que corta esta falla corresponden con la Formación Doán.

Falla Hamacas: Está inferida con una dirección paralela al curso de la quebrada con el mismo nombre (N28 W). En los cortes de la carretera vecina a la Quebrada Hamaca hay buenos afloramientos que presentan una zona de falla y afloramientos de rocas de la Formación Doán de diferente litología en ambos lados de la falla.

Otras Fallas: El estudio de las fotografías aéreas muestra una serie de alineamientos relacionados con los sistemas de fallas longitudinal y transversal, estos alineamientos parecen cortar y desplazar los sistemas de fallas en algunos casos.

Figura 2. Mapa de densidad de estructuras geológicas. Fuente: Atlas Tectónico de Costa Rica. Denyer, P. Montero, W. Alvarado, G.E. (2003). Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos C.S. Diseño, 2008.

Suelos

La información de suelos se obtuvo del mapa de suelos de Costa Rica MAG – FAO (1990) escala 1:200.000.

Los suelos están clasificados de acuerdo con la nomenclatura propuesta por la taxonomía de suelos del USDA hasta el nivel de subgrupo de suelos. Los órdenes presentes corresponden a los Entisoles, Andísoles, Inceptisoles, y Ultisoles, distribuidos en relieves desde suavemente ondulados hasta montañosos.

Los Troporthents son Entisoles o suelos de poca profundidad se presentan en terrazas aluviales y en áreas de relieve muy escarpado. En condiciones aluviales usualmente son pedregosos y de texturas medias. En condiciones de relieve escarpado la roca madre aflora comúnmente o esta muy superficial, la erosión es severa y el riesgo de erosión es elevado.

Los Tropohumults son suelos bien provistos de materia orgánica y pertenecen al orden de los Ultisoles. Son profundos, amarillentos o rojizos, arcillosos, estructurados, moderadamente permeables y de baja fertilidad. Son de drenaje bueno a excesivo. Se presentan en un relieve desde suavemente ondulado hasta escarpado, siendo lo predominante el fuertemente ondulado y el escarpado De acuerdo con las nuevas definiciones del Soil Conservation Service (USDA/AID, 2006), se clasifican como Haplohumults.

Los Dystrandepts son suelos relacionados con regiones afectadas por actividad volcánica. Típicamente son profundos, con baja densidad aparente inferior a 0,9 g/cm3, porosidad superior al 65%, no plásticos a ligeramente plásticos, no pegajosos a ligeramente pegajosos, tixotropicos, bien estructurados, de buen drenaje, pero con una importante retención de humedad. Su mineralogía es dominada por la alófana, una arcilla inestable y muy reactiva que en busca de mayor estabilidad se hidrata, por lo que imprime comportamientos peculiares a estos suelos y los vuelve susceptibles a deslizarse en relieves escarpados. De acuerdo con las nuevas definiciones del Soil Conservation Service (USDA/AID, 2006), se clasifican como suelos del orden Andisol.

Figura 3. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas según clasificación de suelos. Fuente: MAG-FAO. (1989). Clasificado por Chinchilla, M. (2009), Área de Ingeniería Geológica, C.S. Diseño.

Uso Actual De La Tierra

Puede señalarse que el uso actual de la tierra en el área refleja que no se ha hecho una planificación por la capacidad de los suelos, sino por un desarrollo tradicional correlacionado con la topografía y la infraestructura. El cálculo de las áreas de cada uso

se realizó mediante Sistemas de Información Geográfica. A continuación se agrupan los usos de la tierra en el área de influencia del proyecto.

USO DE LA TIERRA	Hectáreas	Porcentaje
Bosque	829.38	22.51
Charrales y tacotal	603.76	16.39
Cultivos. Permanentes	296.51	6.12
Cultivos. Anuales	452.58	8.05
Pastos	881.79	23.93
Plantación forestal	43.59	1.18
Otros usos	577.09	21.82
TOTAL	3684.70	100.00

Cuadro N° 1. Uso Actual de la Tierra. Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, C.S. Diseño, 2009. A partir de mapa de de Uso de la Tierra elaborado por C.G.A. – 2008.

Bosque.
Comprende aquellas superficies de cobertura boscosa, densa en estado natural o intervenido. Es vegetación de porte variado, leñoso, con ciclo vegetativo mayor a 10 años. Ocupan el 22.51 % del área estudiada

Charral y Tacotal.
La categoría de charrales y tacotales es definida como aquellas áreas que presentan una cobertura vegetativa continua de cierta altura, en sucesión progresiva, cuyo origen obedece al crecimiento de especies secundarias con vegetación pionera y densa posterior a la tala del bosque, o abandono de aquellas áreas que estuvieron dedicadas al pastoreo o a cultivos y que por factores limitantes de topografía o de accesibilidad, no siguen siendo explotados. Ocupan el 16.39 % del área estudiada

Cultivos semi permanentes y permanentes.

Los cultivos semipermanentes son los de ciclo vegetativo mayor a 1 año y que requieren la preparación del terreno cada 2 o más años, logrando desarrollar suficiente follaje y ejerciendo cierta función protectora contra la erosión del suelo. En el área el café ocupa una superficie de 6.12 % del total de los cultivos permanentes. Otros cultivos son la caña de azúcar, macadamia, pejiballe, palmito, naranja, plátanos y bananos.

Cultivos anuales.

Son plantas con ciclo vegetativo de menos de 1 año. Las tierras son sometidas a la preparación periódica del terreno. En la zona incluye hortalizas y granos. Ocupan el 8.05 % del área estudiada

Pastos.

Cultivos de crecimiento denso y porte rastrero. Se incluyen los pastos limpios, pastos con árboles, pastos con arbustos. El desarrollo de esta actividad en condiciones de pendientes fuertes ha sido factor determinante en el origen de una serie de procesos erosivos como terracetas y deslizamientos superficiales. Ocupan el 23.93 % del área estudiada

Plantación forestal.

Vegetación de porte arbóreo con ciclo vegetativo mayor de 5 años. Existen áreas pequeñas de Eucaliptos, Ciprés, Pino. Ocupan el 1.18 % del área estudiada

Otros usos de la tierra.

El área definida como otros usos comprende la infraestructura y espejos de agua como el embalse de P. H. Cachí. Ocupan el 21.82 % del área estudiada

Figura 4. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas de acuerdo al uso actual de la tierra. Fuente: Mapa de Ecosistemas INBIO (2002). Clasificado por Chinchilla, M. (2008), Área de Ingeniería Geológica C.S. Diseño.

Nacientes

Se han cartografiado 60 manantiales a lo largo de la zona de estudio, con su respectiva ubicación en coordenadas, elevación, medida de caudales y análisis químicos. Las

medidas del caudal de los manantiales se realizaron en diferentes épocas del año, para así tener un mayor conocimiento de su comportamiento y valorar, de esta manera, la posibilidad de hacer un acueducto para abastecer varias de las comunidades aledañas, sí el caso lo amerita.

Los estudios hidrogeológicos efectuados en el área de estudio corroboraron que el sustrato de estos manantiales corresponde con brechas sanas bien cementadas y de buena calidad físico mecánica, las cuales tienen también lentes de tobas.
Probablemente, estos lentes actúan en algunos sectores como sellos, permitiendo la formación de acuíferos colgados.

Se tomaron entonces los manantiales con aportes de caudal en rangos similares, previo establecimiento de estos rangos y, se desarrollaron las curvas de igual caudal dando con ello la definición de zonas de isovalores. Esto permite identificar las regiones donde hay mayor aporte de agua en superficie, a través de manantiales.

Figura 5. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas el caudal promedio de nacientes. Fuente: Nacientes estudiadas en la zona del proyecto P. H. Cachí, por él C. S. Estudios Básicos. Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, (2008). C.S. Diseño.

Pendientes

El objetivo de este mapa es medir el grado de inclinación del terreno en el área de estudio de Ampliación Cachí en la cuenca del río Reventazón. Los valores se calcularon en porcentaje, clasificándolas en rangos de:

PENDIENTES		
Clases	Rangos (%)	
4	>	45
3	30	45
2	15	30
1	0	15

Cuadro N° 2. Clasificación de Rangos para definir la susceptibilidad de laderas según las pendientes.

Figura 6. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas según las pendientes.
Fuente: Topografía del Proyecto Terra, escala 1:25000. Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, (2008). C. S. Diseño.

Deslizamientos presentes.

Por las condiciones del tipo de suelo, pendientes, litologías con permeabilidades variables que actúan a veces como sello permeable lo que permite la formación de acuíferos colgados y la presencia de nacientes, es condición normal que se desarrollen deslizamientos importantes como el de San Miguel, éstos se han localizado y para efectos de este análisis están incluidos como elemento de traza y de afectación en la inestabilidad de la zona.

Figura 7. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas según los deslizamientos observados.

Fuente: Topografía del Proyecto TERRA a escala 1:25000. Clasificado por Área de Ingeniería Geológica – Área de Análisis de Riesgos, (2008). C.S. Diseño.

ANÁLISIS DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS

Se ha presentado la información de 7 mapas que se utilizaron de manera independiente para analizar cada tema, posteriormente se le dio a cada uno un grado de importancia según su potencial influencia a la inestabilidad de taludes, se les hizo una clasificación de susceptibilidad de mayor a menor según cada tema en rangos no mayores de 5, los rangos se transformaron en elementos porcentuales denominados factores y se obtuvo el valor final del producto y la importancia del mapa temático.

Se procedió luego con el álgebra de mapas donde entraron en juego los 7 temas dando como producto final el Mapa de Susceptibilidad a la Inestabilidad de Laderas.

En este se determinan claramente dos zonas de mayor potencialidad a la inestabilidad (alta a muy alta), una al Este de la zona entre coordenadas 561500-563500 E y 203000-206200N donde se incluye el deslizamiento de San Miguel, deslizamiento activo que ha obligado a reubicar a los pobladores de este caserío; además de San Miguel se incluyen los cerros Copal, Congo y las quebradas Honda, Hamaca y el flanco oeste de la Zapote. En esta zona se localiza la Tubería de Presión, la que a la fecha está estable.

El otro tramo de susceptibilidad alta a muy alta está entre coordenadas 559500-561500 E y 204800-205500 y aquí se encuentra el cerro Cruces y la Planta Birrís 1. Este tramo no afecta ninguna de las obras de ampliación y de igual forma, las labores a desarrollar por el ICE no generarán ninguna influencia sobre éste.

Las demás zonas presentan susceptibilidades a la inestabilidad de medianas a muy bajas por lo que no requieren mayor atención.

Figura 8. Esquema de la metodología utilizada. Fuente: C. S. Diseño. (2008).

Figura 9. Mapa de Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas en el Área de Estudio de Ampliación del P. H. Cachí en la cuenca del río Reventazón. Fuente: C.S. Diseño, (2008).

CONCLUSIONES

Al realizar el álgebra de mapas para determinar las zonas de mayor potencialidad a la inestabilidad se definieron dos zonas importantes, la primera de ellas al Este del área de estudio, entre coordenadas 561500-563500 E y 203000-206200 N, donde la única obra involucrada es la Tubería de Presión, no obstante ésta será la misma de la Planta actual que hasta la fecha se ha comportado completamente estable.

El otro tramo de susceptibilidad alta a muy alta está entre coordenadas 559500-561500 E y 204800-205500 y no afecta ninguna de las obras de ampliación y de igual forma, las labores a desarrollar por el ICE no generarán ninguna influencia sobre éste.

RECOMENDACIONES

Durante la fase constructiva se deberá implementar un control topográfico para determinar si se está dando algún movimiento y un diseño de manejo de aguas en la Tubería de Presión a fin de garantizar la estabilidad de la misma, no obstante haberse mantenido estable esta a la fecha.

BIBLIOGRAFÍA

Informe Geológico e Hidrogeológico de Factibilidad Ampliación del P. H. Cachí. Madrigal Morales Carlos, Morera Lobo José Fabio, C. S. Diseño, UEN PYSA, 2008.

Estudio de Amenazas Naturales y Antrópicas en la Cuenca del río Pirris. Inestabilidad de Laderas, C. S. Diseño, UEN PYSA, 2007.

Anexo N°.5

Encuesta Percepción Local sobre el Proyecto

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

Encuesta a pobladores del área de influencia del proyecto

Proyecto Ampliación y Modernización Cachí

Motivo: La presente encuesta tiene como fin conocer la opinión y actitud de la comunidad donde usted vive, con respecto a los estudios para la ejecución del Proyecto Ampliación y Modernización de la Planta Hidroeléctrica Cachí (construcción de un nuevo Túnel paralelo al actual). La información que usted brinde será manejada de manera confidencial y será muy valiosa para la realización de la evaluación ambiental del proyecto a presentar en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) del Ministerio de Ambiente y Energía.

I. SENTIDO DE PERTENCENCIA COMUNAL

Nombre _____

Teléfono_____

1) Datos de la persona encuestada:

Comunidad (vive)	Escolaridad	Ocupación	Edad	Sexo

2) ¿Cuántos años hace que vive en esta comunidad?

3) ¿Qué es lo que más le gusta de su comunidad?

4) ¿Qué es lo que menos le gusta de su comunidad?

5) ¿Se siente identificado(a) con su comunidad?

( ) SI

( ) NO

( ) NS/NR

6) ¿Se siente a gusto con su comunidad?

( ) SI

( ) NO

( ) NS/NR

7) ¿Cuáles son los servicios básicos disponibles que hay cerca de su comunidad? Marque con una X

SERVICIOS	**Marque con una X si tiene acceso a este servicio**	**UBICACIÓN**
Cruz Roja		
Luz / energía		
Telecomunicaciones Transporte público Bomberos		
Acueducto / Agua Potable Escuelas		
EBAIS		
Iglesias		
Centro Comunal		
Asociaciones, juntas comunales o algún tipo de organización vecinal		
¿Existen organizaciones sociales en su comunidad? ¿Cuáles? ¿Cuántas?		

II. NIVEL PREVIO DE INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO

8) ¿Tiene usted conocimiento sobre el Proyecto Ampliación y Modernización de la Planta Hidroeléctrica Cachí que se pretende realizar cerca de su comunidad?

( ) MUCHO

( ) POCO

( ) NADA

( ) NS/NR

9) ¿Estaría de acuerdo con que se realice un proyecto de construcción de un nuevo Túnel paralelo al actual cerca de su comunidad?

( ) SI

( ) NO

( ) NS/NR

Indicar por qué

_____
_____
_____
_____

III. ACTITUD FRENTE AL PROYECTO

10) ¿De qué manera cree que el Proyecto influiría en su comunidad?

( ) POSITIVAMENTE

( ) NEGATIVAMENTE

( ) INDIFERENTE

( ) NS/NR

Indicar por qué

_____
_____
_____

11) ¿Cree usted que este Proyecto traerá a su comunidad?

( ) BENEFICIOS

( ) PERJUICIOS

( ) NINGUNO

( ) NS/NR

Indicar cuáles

_____
_____
_____

IV. POTENCIALES IMPACTOS Y POSIBLES CONFLICTOS SOCIALES

12) ¿De qué manera piensa que el Proyecto podría influir en los servicios públicos locales? Marque con una X

SERVICIOS	POSITIVO	NEGATIVO	INDIFERENTE	NS/NR
Agua potable				
Luz / energía				
Telecomunicaciones				
Transporte público				
Otros (indicar)				

Si la respuesta señala afectaciones negativas, indicar por qué

_____
_____
_____

13) ¿De qué manera piensa que el Proyecto podría influir en la infraestructura local? Marque con una X

INFRAESTRUCTURA	POSITIVO	NEGATIVO	INDIFERENTE	NS/NR
Viviendas				
Centros de Salud				
Centros de Educación				
Caminos y puentes				
Áreas recreativas				
Locales comerciales				
Otros (indicar)				

Si la respuesta señala afectaciones negativas, indicar por qué

_____
_____
_____

14) ¿Qué tipo de impactos considera que el Proyecto puede generar en el ambiente natural local? Marque con una X

AMBIENTE NATURAL	POSITIVO	NEGATIVO	INDIFERENTE	NS/NR
Fuentes de agua				
Bosques				
Fauna silvestre				
Otros				

Si la respuesta señala afectaciones negativas, indicar por qué

_____
_____
_____

15) ¿Qué tipo de impactos considera que el Proyecto puede generar en las diferentes actividades productivas y en el paisaje?

ACTIVIDAD	POSITIVO	NEGATIVO	INDIFERENTE	NS/NR
Actividad agrícola				
Actividad pecuaria				
Actividad industrial				
Actividad comercial				
Paisaje				
Otros (indicar)				

¡¡¡¡¡¡ MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!!!!

PARA CUALQUIER DUDA, SUGERENCIA, PREGUNTA O EN EL MOMENTO QUE TENGA LISTO EL CUESTIONARIO PUEDE COMUNICARSE AL:

Tel. 2220-8185 Fax: 2220-7664 Cel. 8839-1189

Anexo N°.6

Muestra de las hojas de cálculo empleadas en la valoración de los impactos

PROYECTO:

TABLA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Codigo del impacto	VA16AP8IMP1POF
Acción impactante del Proye	Fase Construcción - Construcción de la tubería de presión.
Elemento del medio afectado	Factores humanos - Infraestructura - Red vial, puentes, etc.

Valoración de Impacto	+	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia
	(-)	8	8	8	4	4	2	4	1	4	4	71

criterios de valoración		
carácter	+	Positivo
	-	Negativo
Intensidad	1	Efeco leve
	2	Efecto medio
	4	Efecto alto
(IN)	8	Efecto muy alt
	12	Efecto crítico
Extensión	1	Puntual
	2	Parcial
(EX)	4	Extenso
	8	Total
	12	Crítico
Momento de aparición	1	Largo plazo
	2	Plazo medio
(MO)	4	Inmediato
	8	Crítico
Persistencia	1	Corta duración
	2	Temporal
(PE)	4	Permanente
Reversibilidad	1	Reversible
	2	Reversible plazo medio
(RV)	4	Irreversible
Recuperabilidad	1	Recuperable corto plazo
	2	Recuperable plazo medio
(MC)	4	Recuperación parcial
	8	Irrecuperable
Sinergia	1	Leve o nula
	2	Moderado
(SI)	4	Alto
Acumulación	1	No acumulativ
(AC)	4	Acumulativo
Efecto	1	Indirecto
(EF)	4	Directo
Perioricidad	1	No periódico
	2	Recurrente
(PR)	4	Continuo

Escala de valoración	
0-25	Compatible: el impacto es solucionado en diseño o asumido por el me
25-50	Moderada: requiere medidas simples o regulación constructiva/operat
50-75	Severa: requiere medidas específicas o adecuaciones de diseño
75-100	Crítica: el impacto no puede ser atenuado, daños al medio no recupera

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: (-) Negativo

Nombre del Impacto: Afectación a red vial por acarreo de equipos y materiales para construcción de la tubería de presión.

-El transporte de los materiales y equipos requeridos para la construcción de la tubería de presión causará deterioro de la red vial por la frecuencia y magnitud de las cargas movilizadas.

-Se presenta sinergia con el acarreo de escombros y de equipos y materiales para otros frentes de trabajo.

Área para insertar imagen

Haga clic para agregar encabezado

PROYECTO:

TABLA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Codigo del impacto	VA11AP7
Acción impactante del P	Fase Construcción Construcción Tanque de Oscilación
Elemento del medio afec	Fauna terrestre

Valoración de Impacto	+ / −	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia
	(-)	2	2	4	4	2	2	2	4	4	4	36

I= -IN2+EX2+MO4+PE8+RV2+MC4+SI2+AC1+EF4+PR4

criterios de valoración		
carácter	+	Positivo
	-	Negativo
Intensidad	1	Efeco leve
	2	Efecto medio
	4	Efecto alto
(IN)	8	Efecto muy alto
	12	Efecto crítico
Extensión	1	Puntual
	2	Área de influencia Directa
(EX)	4	Área de influencia indirecta
	8	Extenso
	12	Crítico
Momento de aparición	1	Largo plazo
	2	Plazo medio
(MO)	4	Inmediato
	8	Crítico
Persistencia	1	Corta duración
	2	Temporal
(PE)	4	Permanente
Reversibilidad	1	Reversible
	2	Reversible plazo medio
(RV)	4	Irreversible
Recuperabilidad	1	Recuperable corto plazo
	2	Recuperable plazo medio
(MC)	4	Recuperación parcial
	8	Irrecuperable
Sinergia	1	Leve o nula
	2	Moderado
(SI)	4	Alto
Acumulación	1	No acumulativo
(AC)	4	Acumulativo
Efecto	1	Indirecto
(EF)	4	Directo
Perioricidad	1	No periódico
	2	Recurrente
(PR)	4	Continuo

Escala de valoración	
0-25	Compatible: el impacto es solucionado en diseño o asumido por el m
25-50	Moderada: requiere medidas simples o regulación constructiva/opera
50-75	Severa: requiere medidas específicas o adecuaciones de diseño
75-100	Crítica: el impacto no puede ser atenuado, daños al medio no recuper

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: NOMBRE DEL IMPACTO

El efecto de la construcción del tanque de oscilación sobre la fauna terrestre tendría un efecto de intensidad media sobre la fauna terrestre porque estaría localizado en una zona intervenida donde predominan los pastizales y que es un tipo de hábitat abundante en las áreas aledañas hacia donde se podrían trasladar las especies de fauna que actualmente hacen uso de esta área, la extensión del impacto sería en el área de influencia directa, la aparición del impacto sería inmediata el hábitat se alteraría inmediato el ingreso de la maquinaria, el efecto sería permanente, sería reversible a plazo medio, sería recuperable a plazo medio, presentaría una sinergia en grado 2 el efecto sería acumulativo, el efecto sería directo y sería un efecto continuo cuya periodicidad igual a 4.

Área para insertar imagen

PROYECTO:

TABLA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Codigo del impacto	VA12AP7IMP4WGA
Acción impactante del Proye	Fase Construcción - Construcción de tanque de oscilación
Elemento del medio afectado	Factores Humanos- Plantaciones (cultivos)

Valoración de Impacto	+	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia
	(-)	12	1	4	4	4	8	2	1	4	4	69

criterios de valoración		
carácter	+	Positivo
	-	Negativo
Intensidad	1	Efeco leve
	2	Efecto medio
	4	Efecto alto
(IN)	8	Efecto muy alt
	12	Efecto crítico
Extensión	1	Puntual
	2	Parcial
(EX)	4	Extenso
	8	Total
	12	Crítico
Momento de aparición	1	Largo plazo
	2	Plazo medio
(MO)	4	Inmediato
	8	Crítico
Persistencia	1	Corta duración
	2	Temporal
(PE)	4	Permanente
Reversibilidad	1	Reversible
	2	Reversible plazo medio
(RV)	4	Irreversible
Recuperabilidad	1	Recuperable corto plazo
	2	Recuperable plazo medio
(MC)	4	Recuperación parcial
	8	Irrecuperable
Sinergia	1	Leve o nula
	2	Moderado
(SI)	4	Alto
Acumulación	1	No acumulativ
(AC)	4	Acumulativo
Efecto	1	Indirecto
(EF)	4	Directo
Perioricidad	1	No periódico
	2	Recurrente
(PR)	4	Continuo

Escala de valoración	
0-25	Compatible: el impacto es solucionado en diseño o asumido por el me
25-50	Moderada: requiere medidas simples o regulación constructiva/operat
50-75	Severa: requiere medidas específicas o adecuaciones de diseño
75-100	Crítica: el impacto no puede ser atenuado, daños al medio no recupera

DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO: (-) Negativo

Nombre del Impacto: Afectación permanente de las áreas utilizadas para cultivo por la construcción de la nueva infraestructura.

Se da el cambio de uso de la tierra por la construcción del Tanque de Oscilación como una acción permanente, sobre o muy cerca a áreas de cultivo (cítricos).

La intensidad es de un efecto crítico (12) porque se da un cambio de uso de la tierra al cambiar el paisaje imediato del área de frutales a un sitio de construcción permanente, la extensión es puntual (1) porque el sitio del tanque de oscilación estaría ubicado en un lugar específico, el momento es (4) porque la aparición es inmediata en el tanto sea construido, la persistencia es permanente (4) pues el efecto tiene una duración mayor a cinco años, el efecto es irrebersible (4), la capacidad de recuperabilidad es nula (8) pues el efecto es irrecuperable, presenta una sinergia moderada (2), la acción no produce acumulativos (1), el efecto es directo o primario y se da como punto negativo el área de cultivo adyacente (4) y tendría una periodicidad igual a (4) siendo este un efecto de continuo.

Área para insertar imagen

Anexo N°.7

Política Ambiental del ICE

POLÍTICA Y PRINCIPIOS AMBIENTALES DEL ICE

(Acuerdo del Consejo Directivo, artículo 2, sesión No. 5388 del 19 de marzo de 2002 y modificación acordada en artículo 1º, sesión No. 5486 del 11 de febrero de 2003)

POLÍTICA AMBIENTAL

El Instituto Costarricense de Electricidad planifica y ejecuta sus actividades con fundamento en el principio de desarrollo sostenible; su gestión se realiza con una actitud de conservación, protección, recuperación y uso responsable del medio ambiente.

PRINCIPIOS:

1. **Desarrollar todas las actividades bajo la filosofía del Desarrollo Sostenible, considerando las variables ambientales, sociales y económicas, como elementos fundamentales de decisión.**

2. **Aplicar las mejores prácticas que prevengan, mitiguen, restauren o compensen los daños ambientales y sociales, evaluando y mejorando continuamente estas prácticas.**

3. **Colaborar en la conservación y recuperación del medio ambiente, primordialmente en las áreas de interés para los fines de la Institución.**

4. **Respetar los requerimientos del ordenamiento jurídico ambiental de Costa Rica, así como otras obligaciones de la Institución, para lo cual se deberá promover su conocimiento a lo interno y a lo externo de la Institución.**

5. **Promover en el factor humano de la organización una cultura ambiental, así como el acatamiento obligatorio de esta política y de las disposiciones normativas respectivas.**

6. **Mantener una permanente actualización de la política, los principios y los lineamientos ambientales.**

7. **Difundir entre la Sociedad Civil el marco conceptual de Desarrollo Sostenible sobre el cual se fundamenta la gestión de la Institución.**

8. **Mantener una relación armoniosa y transparente con el entorno social, en especial con las comunidades y grupos relacionados directamente con las obras o actividades de la Institución, respetando la diversidad étnica y cultural de cada población.**

9. **Establecer sistemas de gestión ambiental (ISO 14001) para los procesos que presenten interacciones relevantes con el ambiente.**

10. **Garantizar que las empresas que ejecuten obras o actividades para el ICE, cumplan con las normas y prácticas de protección ambiental y social establecidas por la Institución.**

Anexo N°.8

INVENTARIADO DEL USO DEL AGUA EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DENTRO DEL AID[27] - P. H. CACHÍ *(RIEGO - ABREVADEROS)*

1. Encuesta a administradores de acueductos del área de influencia del Proyecto Ampliación y Modernización Cachí (usuarios de acueductos en la IUSAP).

2. Encuesta a productores del área de influencia del Proyecto Ampliación y Modernización Cachí (usuarios de acueductos en la IUSAP).

.

[27] (AID- PH. CACHí), Área de Influencia Directa de la Planta Hidroeléctrica - Cachí.

Formulario 1.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

INVENTARIADO DEL USO DEL AGUA EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DENTRO DEL AID[28] - P. H. CACHÍ *(RIEGO - ABREVADEROS)*

Encuesta a administradores de acueductos del área de influencia del Proyecto Ampliación y Modernización Cachí (usuarios de acueductos en la IUSAP – junio 2008).

Nº De fuente	**Comunidad Servida Fecha:**	**Toma de Acueducto: Coordenadas (msnm), Estado Actual:**	**Administración: Municipalidad ASADA A y A (Otros)**	**Dato de población servida (Viviendas) con el recurso hídrico**	**Existencia de medidores (%)**	**Litros Por Segundo (L/s)**	**Tarifa mensual (colones)**
		_____ 0 0 Msnm					
		_____ 0 0 Msnm					
		_____ 0 0					

[28] (AID- P. H. CACHí), Área de Influencia Directa de la Planta Hidroeléctrica - Cachí.

		Msnm					
		_____ 0 0 Msnm					
		_____ 0 0 Msnm					
		_____ 0 0 Msnm					
		_____ 0 0 Msnm					

¡¡¡¡¡¡ MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!!!! PARA CUALQUIER DUDA, SUGERENCIA, PREGUNTA O EN EL MOMENTO QUE TENGA LISTO EL CUESTIONARIO PUEDE COMUNICARSE CON EL SEÑOR WILLIAM GARCÍA ARIAS, EN EL CENTRO DE GESTIÓN AMBIENTAL (UEN PYSA) DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE) AL TELÉFONO: 2220-5229.

Formulario 2.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

INVENTARIADO DEL USO DEL AGUA EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DENTRO DEL AID[29] - P. H. CACHÍ *(RIEGO - ABREVADEROS)*

Motivo: La presente encuesta tiene como fin conocer el aprovechamiento del recurso hídrico (agua) de los y las productores de la zona. La información que usted brinde será manejada de manera confidencial e igualmente muy valiosa para la realización de la Evaluación Ambiental del Proyecto Ampliación y Modernización Cachí, a presentar en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) del Ministerio de Ambiente y Energía.

Encuesta a productores:

Formulario ***Nº*** _____	**Comunidad:** _____	**Nombre** (***no es obligatorio***) _____ Área finca. _____ (Ha).

1. ¿Existe en su comunidad un acueducto?

   Sí ( ) Cuál es el uso? Para el hogar ( ) Agropecuario ( )

   No ( ) *Pase a la pregunta 3.*

2. En caso afirmativo quién administra y da mantenimiento al acueducto?

   Municipalidad ( ) Asada ( ) A y A ( ) Comunal ( )

[29] (AID- P. H. CACHÍ), Área de Influencia Directa de la Planta Hidroeléctrica - Cachí.

3. La finca o parcela donde usted labora es:

   ( ) Propia ( ) Alquilada ( ) Prestada ( ) Otra _____

4. ¿Posee nacientes de agua (*manantial, poso*) y/u otro? Describa

   Sí ( ) No ( ) *Pase a la pregunta 6*

5. ¿Cuál es el uso de esa fuente de agua en la finca o parcela? Identifique

   Para el hogar ( ) Agropecuaria ( )

6. ¿Posee tarifa por el servicio del agua?

   Sí ( ), *en caso de ser alimentado por el acueducto.* ***Cuanto?*** _____***colones (mes)***

   No ( )

7. ¿Tipo de actividad agroproductiva atiende en su finca o parcela, con el recurso agua?

Cultivo[30] _____ (_____ *Ha*) Con riego ☐ Sin riego ☐

[30] Se refiere a la actividad atendida con riego y/o estacional.

Cultivo _____ (_____ *Ha*) Con riego ☐ Sin riego ☐

Cultivo _____ (_____ *Ha*) Con riego ☐ Sin riego ☐

Cultivo _____ (_____ *Ha*) Con riego ☐ Sin riego ☐

Cultivo _____ (_____ *Ha*) Con riego ☐ Sin riego ☐

Abrevaderos[31] ganadería (leche) Nº_____ Vacas _____ *(Área _____Ha)*

Abrevaderos (doble propósito) Nº_____ Animales _____ *(Área _____Ha)*

Abrevaderos (engorde) Nº_____ Animales _____ *(Área _____Ha)*

Trucha (estanques) Nº_____ (Producción Kg./año _____) Auto consumo ☐ Venta ☐

Piscina o alberca (uso) Privada ☐ Turismo ☐

8. ¿Cuál es el caudal o disponibilidad de agua en las actividades anteriormente citadas:

(***Cultivos***) Tubería PVC _____ pulgadas (_____ lts/s.) en la época lluviosa y, tubería _____ pulgadas (_____lts/s.) en la época seca?

(***Ganadería***) Tubería PVC _____ pulgadas (_____lts/s.) en la época lluviosa y, tubería _____ pulgadas (_____lts/s.) en la época seca?

(***Trucha***) Tubería PVC _____ pulgadas (_____lts/s.) en la época lluviosa y, tubería

[31] Se refiere al número de tomas de agua (establo - potrero).

_____ pulgadas (_____lts/s.) en la época seca?

Otros:

…… ***Total:*** ***pulgadas (lts/s.), finca.***

9. La cantidad de agua con la que se abastece la finca o parcela es buena?

Sí ( ) No ( ) **¿Es suficiente?**

10. **Croquis de la actividad** (*ubicación*).

¡¡¡¡¡¡ MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!!!! PARA CUALQUIER DUDA, SUGERENCIA, PREGUNTA O EN EL MOMENTO QUE TENGA LISTO EL CUESTIONARIO PUEDE COMUNICARSE CON EL SEÑOR WILLIAM GARCÍA ARIAS, EN EL CENTRO DE GESTIÓN AMBIENTAL (UEN PYSA) DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE) AL TELÉFONO: 2220-5229.

Anexo N°.9

Resultados de los análisis de calidad de aguas (Físico-químicos – Bacteriológicos)

Contratados por la PH La Joya a Consultores Ambientales Inforest.

Obtenidos de los archivos públicos de la SETENA

AQYLASA

LABORATORIO QUIMICO DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA 11 DIC. 2007 SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL

INFORME DE ANALISIS QUIMICO POTABILIDAD DE AGUAS

Informe N ° 22102007

Tipo de muestra: Agua. M-4. Tucurrique.
Interesado: INFOREST
Encargado de muestreo: El interesado
Fecha de recibo de muestra: 17-10-2007.
Fecha de reporte de análisis: 22-10-2007

Parámetro analizado	Valor reportado	Valor máximo permisible por Reglamento de aguas potables N°32327-S	Método de análisis
PH	7,3 ± 0,1	6,5 – 8,5	LQ AQY AP 0001
Color. U Pt/Co	0,0	15 U Pt/Co	2120 –B
Turbiedad, U. N. T.	0,71 ± 0,01	5 U.N. T.	2130-D
Conductividad, µ.S/cm	128 ± 10	400µ.S/cm	LQ AQY AP 0002
Alcalinidad Total, mg/L	81 ± 1	--	LQ AQY AP 0004
Carbonatos, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0004
Bicarbonatos, mg/L	99 ± 1	--	LQ AQY AP 0004
Dureza total, mg/L	77,0 ± 0,4	500 mg / L	LQ AQY AP 0005
Dureza de calcio, mg/L	52,8 ± 0,3	250 mg/L	LQ AQY AP 0006
Dureza de magnesio, mg/L	24,2 ± 0,3	208 mg/L	LQ AQY AP 0006
Calcio, mg/L	21,1 ± 0,2	100 mg / L	LQ AQY AP 0006
Magnesio, mg/L	5,81 ± 0,05	50 mg / L	LQ AQY AP 0006
Dureza carbonatada, mg/L	77,0 ± 0,4	--	LQ AQY AP 0005
Dureza no carbonatada, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0005
Cloruros, mg/L	3,0 ± 0,1	250 mg / L	LQ AQY AP 0003
Hierro total, mg/L	Menos de 0,02	0,3 mg / L	LQ AQY AP AR 008
Sulfatos mg/L	2,1 ± 0,1	250 mg / L	LQ AQY AP 0007

Con base en los parámetros fisicoquímicos analizados esta muestra de agua cumple con los valores máximo permisible establecidos por el Reglamento de aguas potables N°32327-S

METODOLOGÍA DE ANALISIS Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. 21th.Ed,2005

Este informe no podrá ser reproducido en forma parcial o total sin la aprobación escrita de AQYLA.S.A

Los análisis con las siglas LQ AQY corresponden a métodos de análisis acreditados por el ECA.

Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente,

Lic. Elizabeth Mhoica

AQYLASA

LABORATORIO QUIMICO Y DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA 11 DIC. 2007 SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL

INFORME DE ANALISIS QUIMICO POTABILIDAD DE AGUAS

Informe N º 22102007

Tipo de muestra: Agua. M-3. San Miguel.
Interesado: INFOREST
Encargado de muestreo: El interesado
Fecha de recibo de muestra: 17-10-2007.
Fecha de reporte de análisis: 22-10-2007

Parámetro analizado	Valor reportado	Valor máximo permisible por Reglamento de aguas potables N°32327-S	Método de análisis
Ph	7,3 ± 0,1	6,5 – 8,5	LQ AQY AP 0001
Color. U Pt/Co	0,09 ± 0,01	15 U Pt/Co	2120 –B
Turbiedad, U. N. T.	0,37 ± 0,01	5 U.N. T.	2130-D
Conductividad, µ.S/cm	127 ± 10	400µ.S/cm	LQ AQY AP 0002
Alcalinidad Total, mg/L	81 ± 1	--	LQ AQY AP 0004
Carbonatos, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0004
Bicarbonatos, mg/L	99 ± 1	--	LQ AQY AP 0004
Dureza total, mg/L	77,0 ± 0,4	500 mg / L	LQ AQY AP 0005
Dureza de calcio, mg/L	52,8 ± 0,3	250 mg/L	LQ AQY AP 0006
Dureza de magnesio, mg/L	24,2 ± 0,3	208 mg/L	LQ AQY AP 0006
Calcio, mg/L	21,1 ± 0,2	100 mg / L	LQ AQY AP 0006
Magnesio, mg/L	5,81 ± 0,05	50 mg / L	LQ AQY AP 0006
Dureza carbonatada, mg/L	77,0 ± 0,4	--	LQ AQY AP 0005
Dureza no carbonatada, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0005
Cloruros, mg/L	3,0 ± 0,1	250 mg / L	LQ AQY AP 0003
Hierro total, mg/L	0,17 ± 0,01	0,3 mg / L	LQ AQY AP AR 008
Sulfatos mg/L	4,2 ± 0,2	250 mg / L	LQ AQY AP 0007

Con base en los parámetros fisicoquímicos analizados esta muestra de agua cumple con los valores máximo permisible establecidos por el Reglamento de aguas potables N°32327-S

METODOLOGÍA DE ANALISIS Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. 21th.Ed,2005

Este informe no podrá ser reproducido en forma parcial o total sin la aprobación escrita de AQYLA.S.A
Los análisis con las siglas LQ AQY corresponden a métodos de análisis acreditados por el ECA.
Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente

Lic. Elizabeth Mojica

AQYLASA

LABORATORIO QUIMICO Y DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGIA 11 DIC. 2007 SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL

INFORME DE ANALISIS QUIMICO POTABILIDAD DE AGUAS

Informe N ° 22102007

Tipo de muestra: Agua. M-1. Naciente Palmichal A
Interesado: INFOREST
Encargado de muestreo: El interesado
Fecha de recibo de muestra: 17-10-2007.
Fecha de reporte de análisis: 22-10-2007

Parámetro analizado	Valor reportado	Valor máximo permisible por Reglamento de aguas potables N°32327-S	Método de análisis
pH	6,7 ± 0,1	6,5 – 8,5	LQ AQY AP 0001
Color. U Pt/Co	0,0	15 U Pt/Co	2120 –B
Turbiedad, U. N. T.	0,58 ± 0,01	5 U.N. T.	2130-D
Conductividad, µ.S/cm	130 ± 10	400µ.S/cm	LQ AQY AP 0002
Alcalinidad Total, mg/L	83 ± 1	--	LQ AQY AP 0004
Carbonatos, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0004
Bicarbonatos, mg/L	101 ± 1	--	LQ AQY AP 0004
Dureza total, mg/L	78,1 ± 0,4	500 mg / L	LQ AQY AP 0005
Dureza de calcio, mg/L	52,8 ± 0,3	250 mg/L	LQ AQY AP 0006
Dureza de magnesio, mg/L	25,3 ± 0,3	208 mg/L	LQ AQY AP 0006
Calcio, mg/L	21,1 ± 0,2	100 mg / L	LQ AQY AP 0006
Magnesio, mg/L	6,07 ± 0,06	50 mg / L	LQ AQY AP 0006
Dureza carbonatada, mg/L	78,1 ± 0,4	--	LQ AQY AP 0005
Dureza no carbonatada, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0005
Cloruros, mg/L	3,0 ± 0,1	250 mg / L	LQ AQY AP 0003
Hierro total, mg/L	0,050 ±0,002	0,3 mg / L	LQ AQY AP AR 008
Sulfatos mg/L	1,06 ± 0,06	250 mg / L	LQ AQY AP 0007

Con base en los parámetros fisicoquímicos analizados esta muestra de agua cumple con los valores máximos permisible establecidos por el Reglamento de aguas potables N°32327-S

METODOLOGÍA DE ANALISIS. Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. 21th.Ed,2005

Este informe no podrá ser reproducido en forma parcial o total sin la aprobación escrita de AQYLA.S.A
Los análisis con las siglas LQ AQY corresponden a métodos de análisis acreditados por el ECA.
Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente

Lic. Elizabeth Mojica A.
Química

AQYLASA

LABORATORIO QUIMICO Y DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL

INFORME DE ANALISIS QUIMICO POTABILIDAD DE AGUAS

Informe N ° 22102007

Tipo de muestra: Agua. M-5. Oso.
Interesado: INFOREST
Encargado de muestreo: El interesado
Fecha de recibo de muestra: 17-10-2007.
Fecha de reporte de análisis: 22-10-2007

MINISTERIO DE AMBIENTE ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES 11 DIC. 2007 SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL

Parámetro analizado	Valor reportado	Valor máximo permisible por Reglamento de aguas potables N°32327-S	Método de análisis
PH	7,3 ± 0,1	6,5 – 8,5	LQ AQY AP 0001
Color. U Pt/Co	0,0	15 U Pt/Co	2120 –B
Turbiedad, U. N. T.	0,80 ± 0,01	5 U.N. T.	2130-D
Conductividad, µ.S/cm	97 ± 7	400µ.S/cm	LQ AQY AP 0002
Alcalinidad Total, mg/L	61,4 ± 0,7	--	LQ AQY AP 0004
Carbonatos, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0004
Bicarbonatos, mg/L	74,8 ± 0,9	--	LQ AQY AP 0004
Dureza total, mg/L	52,8 ± 0,3	500 mg / L	LQ AQY AP 0005
Dureza de calcio, mg/L	31,9 ± 0,2	250 mg/L	LQ AQY AP 0006
Dureza de magnesio, mg/L	20,9 ± 0,2	208 mg/L	LQ AQY AP 0006
Calcio, mg/L	12,76 ± 0,09	100 mg / L	LQ AQY AP 0006
Magnesio, mg/L	5,02 ± 0,05	50 mg / L	LQ AQY AP 0006
Dureza carbonatada, mg/L	52,8 ± 0,3	--	LQ AQY AP 0005
Dureza no carbonatada, mg/L	0,0	--	LQ AQY AP 0005
Cloruros, mg/L	3,0 ± 0,1	250 mg / L	LQ AQY AP 0003
Hierro total, mg/L	0,024±0,001	0,3 mg / L	LQ AQY AP AR 008
Sulfatos mg/L	4,2 ± 0,2	250 mg / L	LQ AQY AP 0007

Con base en los parámetros fisicoquímicos analizados esta muestra de agua cumple con los valores máximo permisible establecidos por el Reglamento de aguas potables N°32327-S

METODOLOGÍA DE ANALISIS. Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. 21th.Ed,2005

Este informe no podrá ser reproducido en forma parcial o total sin la aprobación escrita de AQYLA.S.A
Los análisis con las siglas LQ AQY corresponden a métodos de análisis acreditados por el ECA.
Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente

Lic. Elizabeth Mojica
Química

Laboratorios **BIOTROL**

TEL: 240-4712
FAX: 297-1206

Fecha de reporte: 23 de octubre del 2007

Informe No. 5381-07

Señores
INFOREST Consultores Ambientales

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Muestra: **M-1 Naciente Palmichal A.**

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA
1 NOV. 2007
SECRETARIA TECNICA NACIONAL AMBIENTAL

Fecha de muestreo: 17-10-2007
Fecha de análisis: 18-10-2007

Análisis microbiológico	Resultado
Número más probable de coliformes totales	2 /100 mL
Número más probable de coliformes fecales	Ausente /100 mL
Número más probable de *Escherichia coli*	Ausente /100 mL

PARÁMETRO DE REFERENCIA
REGLAMENTO PARA CALIDAD DE AGUA POTABLE SEGÚN DECRETO EJECUTIVO #32327-S

Parámetro	Unidad	Valor recomendado
Coliformes fecales	NMP / 100mL	Ausente
Escherichia coli	NMP / 100mL	Ausente

Simbología: NMP / 100 mL = Número más probable de bacterias en 100 mililitros de agua, por el método de tubos múltiples de fermentación

Notas:
Según el Decreto Ejecutivo #32327-S anterior, esta muestra de agua cumple con el parámetro de ausencia de coliformes fecales y *Escherichia coli*, por lo tanto ES POTABLE.

Muestra transportada por un representante de AQYLA, S.A. a nuestro laboratorio.

Método utilizado: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 st.. Ed., 2005.

Dra. Aline Llate P
M. Q. C. -663-

Anexo N°.10

INSPECCIÓN ARQUEOLOGICA EN ESCOMBRERAS DEL PROYECTO AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN P. H. CACHÍ

"A pesar que en los términos de referencia emitidos por la Setena no fue solicitado la evaluación arqueológica por tratarse de la excavación de un Túnel a profundidad, la Coordinación del equipo ejecuto solicitud efectuar una prospección arqueológica en los pocos sitios superficiales en se utilizarían para construcción del presente Proyecto "

INSPECCIÓN ARQUEOLOGICA EN ESCOMBRERAS DEL PROYECTO AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN P. H. CACHÍ

Licda. Ana Cristina Hernández A.
Centro de Gestión Ambiental
UEN PySA, ICE

Introducción

Como parte de los estudios de factibilidad del proyecto ampliación y modernización de la planta Cachí, se realizó una inspección arqueológica en tres sitios de escombreras identificados. La misma se efectuó el día 06 de octubre del año 2008 en compañía del Ing. William García.
El objetivo de la inspección fue determinar si en dichas propiedades existen o no áreas de interés arqueológico.

Como resultado de ésta inspección se detectó la presencia de restos arqueológicos en la terraza baja adjunta al terreno de la escombrera 2. El material cultural corresponde a un sitio funerario huaqueado hace algún tiempo y posibles estructuras cercanas. Al yacimiento arqueológico se le asignó el nombre de Corroci (C-324 Cr) y se asoció temporalmente a las fases La Selva (400-900 d.C.) y La Cabaña (900-1350 d.C) de la secuencia cerámica para la subregión arqueológica Caribe.

Ubicación del área de estudio

Las escombreras se ubican en la provincia Cartago en la hoja topográfica Istaru, escala 1 50 000 del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.).

Escombreras	Coordenadas lambert	Poblado	Distrito	Cantón
1	560 450 / 205 400	Joyas	Cachí	Paraíso
2	562 675 / 206 400	Bajo Congo	Tucurrique	Jiménez
3	563 400 / 206 150	Bajo Congo	Tucurrique	Jiménez

Antecedentes de investigación

Para la zona de Cachí se tienen reportes de evidencia precolombina desde el año 1897, cuando el arqueólogo sueco Carl Hartman visitó el lugar y halló un sitio funerario caracterizado por la presencia de tumbas en forma de cajón construidas con lajas, además menciona para esa época la existencia de escasa población indígena en el lugar.

Luego en el año de 1967 Florence Hammet reportó dos petroglifos en la Hacienda Cachí y a finales de la década de los años 90, la suscrita en una investigación exploratoria en la misma hacienda y alrededores detectó 12 petroglifos más, además se ubicó el sitio de Hartman documentado por literatura en el Banco de datos del Museo Nacional.

Dentro de los sitios hallados por Hernández (1998), se destacó el sitio funerario río Oro, que se extiende un sector en propiedad de la familia Murray y otro en terrenos ICE. Dentro de este trabajo también se menciona la existencia de un petroglifo en un poblado cercano denominado Urasca.

En 1999 a raíz de la instalación de una central telefónica en el sector del sitio río Oro propiedad del ICE, se realizó de manera preventiva una evaluación arqueológica. Como resultado de esta investigación se obtuvo el hallazgo de dos componentes ocupacionales básicos, uno precolombino con una temporalidad de 900- a 1550 d.C. y otro histórico del año 1840 aproximadamente. La evidencia reveló la existencia de un basamento doméstico que fue alterado por la construcción de una vivienda colonial (Hernández, A.C. y Novoa, V., 1999).

Observaciones de campo

En primer lugar se inspeccionó la escombrera 1, este terreno pertenece a la empresa Flores y Follajes Las Joyas S.A (Enrique Sterlof), dedicada a cultivos de plantas ornamentales como lo son helechos, fénix entre otras. Según comentarios del administrador de la finca las terrazas altas donde se encuentran los cultivos fueron acondicionadas para dicho fin; observándose en el área material superficial de carácter rocoso. También existen cultivos en las terrazas inmediatas a la margen derecha del río Reventazón.

El área que se destinaría a la escombrera 1 se encuentra al final de las terrazas cultivadas, donde existe un encañonamiento del rio con mucha vegetación. Al explorar el área no se encontró evidencia a nivel superficial de restos culturales (Fig. 1).

Figura 1: La flecha indica el lugar donde se planea colocar la escombrera 1

La escombrera 2 se encuentra en la propiedad del Sr William Méndez en el lugar conocido como Bajo Congo (1.5 Km al noreste de la Ventana 2). El terreno presenta una pendiente pronunciada y esta cultivado de banano y café, también posee un sector de potrero. Actualmente la maleza se encuentra muy densa evitando la observación directa del terreno (Fig. 2).

Figura 2: Se destaca la terraza que se utilizaría como escombrera 2.

Desde este lugar se observa una terraza más baja fuera del área del proyecto con algunas áreas libres de vegetación. Por lo tanto aprovechamos para inspeccionar este sector, cuando nos dirigíamos al lugar nos encontramos a uno de los propietarios de estas terrazas y nos informó acerca de la existencia de un sitio funerario en la margen izquierda de la quebrada Hamaca.

Constatamos la existencia del sitio en mención, se trata de un cementerio huaqueado donde recientemente maquinaria (ajena al ICE) limpio el lugar observándose cantidad de fragmentos cerámicos y líticos. Al parecer la maquinaria removió algunas tumbas construidas con cantos de río y algunas lajas. Es posible la existencia de estructuras u otros rasgos que se encuentran muy alterados. De acuerdo a las características de la cerámica observada el sitio se adscribe temporalmente las fases La Selva (400-900 d.C.) y La Cabaña (900-1350 d.C.) (Fig. 3).

Figura 3: Acumulación de cantos de río que formaban parte de rasgos funerarios removidos por maquinaria.

Al consultar la base de datos del Museo Nacional de Costa Rica, en las coordenadas lambert 562 179/ 206 849 de la hoja topográfica Istaru escala 1 50:000 del IGN no existe

reporte de sitio arqueológico; por lo tanto se le asignó el nombre de Corroci y la clave C-324 Cr del registro de sitios de ese Museo (Fig. 4).

Figura 4: Restos de cerámica precolombina observada en el sitio Corroci

Por último se visitó la escombrera 3, ubicada en un terreno adyacente a la casa de máquinas de la planta Cachí. En esta terraza se realizaron movimientos tierra en los años 60 cuando se construyó dicha obra. También se nota que en algún momento se depositó materiales en el lugar (Fig.5).

Figura 5: Panorámica actual del terreno para la escombrera 3.

Resultados y recomendaciones

La inspección realizada en las escombreras fue de carácter superficial; dando como resultado la presencia de evidencia arqueológica muy cerca de la escombrera 2, es decir

en una terraza inmediata a la margen derecha del río Reventazón, esta última no forma parte del terreno que se pretende adquirir. Al sitio se le denominó Corroci (C - 324 Cr) y se adscribió cronológicamente a las fases La Selva y La Cabaña.

La terraza donde se pretende colocar la escombrera 2 posee una probabilidad muy alta de la presencia de restos arqueológicos, debido a la cercanía del sitio Corroci. Por lo tanto se recomienda, en caso que se elija éste terreno, realizar una evaluación arqueológica ya que por lo denso de la vegetación durante la inspección no fue posible detectar. Si se hallan restos precolombinos en la propiedad, el muestreo sistemático permitirá conocer su extensión, estratigrafía, cronología y estado de conservación.

La evaluación debe realizarse con antelación a la habilitación de la escombrera ya que de acuerdo a los hallazgos realizados se pueden derivar otros estudios complementarios como por ejemplo el rescate o supervisión de movimientos de tierra o conservación.

Literatura consultada

Base de datos Orígenes, (sitios arqueológicos). Departamento de Antropología e Historia, Museo Nacional de Costa Rica, 2002.

Hartman, Carl Archaeological researches in Costa Rica. The Royal Ethnographical Museum. Stockholm, 1901.

Hammett, Florence A Study of Costa Rican Petroglyphs. CAPP,ACM, San José, Costa Rica, 1967.

Hernández, Ana Cristina Inspección arqueológica en Cachí,, Cartago. Msc. Departamento de Antropología e Historia. Museo Nacional de Costa Rica, 1998.

Hernández, Ana Cristina y Virginia Novoa Evaluación arqueológica en el terreno a impactar por la construcción de una central telefónica en Cachí, Paraíso de Cartago. Informe de investigación, 1999.

MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Departamento de Antropología e Historia
Hoja de Inspección y Registro de Sitio Arqueológico

Provincia: Cartago	Sitio: Corroci	Clave C-324 Cr
Cantón Jiménez	Tipo de sitio Funerario	
Distrito Tucurrique	Referencia Mapas Hoja cartográfica Istaru (escala 1 50 000 del IGN)	
Región Central	Fase o Periodo La Selva y La Cabaña	
Localización 562 179 / 206 849		
Altura (M.S.N.M.) 720 m	Vegetación actual	
Zona Ecológica Bosque muy húmedo Premontano		
Drenaje más cercano río Reventazón	Dist. en m. 10	
Drenaje secundario más cercano Quebrada Hamaca	Dist. en metros Adyacente	
Propietario Actual Julio Sánchez Rivera		
Propietario Anterior		
Informante		
Anterior Reconocimiento o designación del sitio		
Descripción del Sitio: Sitio funerario huaqueado, tumbas con cantos y posibles tapas de laja, presencia de otros rasgos muy alterados, material removido por maquinaria.		Área

X Inspección	☐ Rescate	☐ Prospección	☐ Excavación	☐ Evaluación

☐ Topográfico ☐ Planimétrico ☐ Croquis ☐ Parcial ☐ Otro

Descripción de la Estrategia Metodológica Inspección arqueológica

Perspectiva sobre el futuro del sitio

☐ Cerámica	☐ Lítica	☐ Hueso	☐ Concha	☐ Semillas
☐ Carbono 14	☐ Tierra	☐ Metales	☐ Otro	☐ Otro

Observaciones	
PROYECTO Ampliación y modernización Planta Cachí , Instituto Costarricense de Electricidad	Fecha: 06 de octubre, 2008
REGISTRADO POR Ana Cristina Hernández Alpízar	

Anexo N°.11

Informe Biótico de Gira al tramo crítico de la Planta Hidroeléctrica Cachí

Informe Biótico de Gira al tramo crítico de la Planta Hidroeléctrica Cachí.

Por:
Biól. Carlos Arrieta Quesada
Biól. Carlos Gamboa Hernández

Durante los días 07, 08 y 09 de octubre de 2008 se realizó una revisión biológica de la sección de la cuenca del Reventazón considerada el tramo crítico de la Represa de Cachí. El tramo crítico comienza a partir de la Represa hasta la casa de máquinas en El Congo y abarca aproximadamente 10 kilómetros.

En el momento de la prospección se encontraba este tramo crítico con agua proveniente del excedente del embalse con una corriente muy fuerte. Las riberas presentaron sedimento proveniente del desembalse reciente (15 de setiembre de 2008).

Descripción:

El tramo crítico de Cachí presenta un cañón con pendientes fuertes de difícil acceso con afluentes muy quebrados, fondos de cantos rodados, con alta contaminación por agroquímicos, desechos inorgánicos y aguas servidas.

Se revisaron los afluentes:

Río Urasca.

Río Quebrada Honda (fuera del tramo crítico).

Quebrada Congo.

Planta Congo (Reventazón muestreo en el cauce principal).

Quebrada Ventana.

Vivero La Joya (Reventazón muestreo en el cauce principal).

Puente Fajardo (Reventazón muestreo en el cauce principal).

Metodología:

Se realizaron muestreos de peces utilizando electropesca y atarraya, además se realizaron muestreos nocturnos para anfibios, reptiles y mamíferos. Se anotaron las aves vistas durante el día. Los muestreos fueron en general cualitativos con la intención básica de realizar un listado de la fauna del lugar.

Resultados:

La temperatura de afluentes y el río Reventazón se mantuvo constante entre los 23 y 24 °C.

Río Urasca: Corriente moderada, aguas jabonosas, muy quebrado, de difícil acceso. Se trató de accesar en la Ventana A del Túnel de Cachí. El río discurre por un cañón de muy difícil.

Foto: Río Urasca a la altura de Ventana A.

Ictiofauna: Muestreos de ictiofauna negativos debido a las barreras naturales como cascadas.

Aves de hábitat acuático: Correlimos ***Calidris melanotos***.

Puente Fajardo (Reventazón muestreo en el cauce principal): Área en el cañón del río con un poco menos de pendiente, acceso por un camino entre plantaciones de café con un proyecto ecoturístico de deporte de aventura (escalada). Existen estanques con tilapia (***Tilapia*** spp y ***Oreochromis niloticus***).

Foto: Pared de escalada y albergue en Finca Fajardo.

Foto: Estanque para tilapias en Finca Fajardo.

Ictiofauna: Muestreos de ictiofauna: ***Astyanax aeneus*** en una quebrada con agua limpia y clara, ***Rhamdia rogersi*** (barbudos).

Aves de hábitat acuático: Martín pescador (***Chloroceryle amazona***)

Reptiles: Se reportan terciopelos ***Botrops asper***, zopilota ***Clelia clelia*** y una lora ***Oxybelis brevirostris***.

Mamíferos: Se reportan mapachines (***Procyon cancrivorus***), pizotes (***Nasua nassua*** y nutrias (***Lutra longicaudis***) que se alimentan en períodos de escasez de las tilapias de los estanques.

Quebrada Guatuso: pequeña quebrada, poca corriente fondos de cantos rodados. Plantación de macadamia en las márgenes.

Ictiofauna: Muestreos de ictiofauna negativos, probablemente pendientes muy fuertes no permiten llegar a la altura en que se muestreó.

Aves de hábitat acuático: Perico ***Aratinga finschi***, oropéndola ***Psarocoilus montezuma***, tortolita ***Claravis pretiosa***, Gavilán ***Buteo magnirostris***, ***Tirannus melancholicus***.

Anfibios: Sapo ***Bufo haematiticus***.

Reptiles: ***Norops*** sp.

Quebrada Ventana:

Foto: Quebrada Ventana B.

Pequeña quebrada de poca corriente, fondo de cantos rodados con bosque de galería y maizal.

Ictiofauna: Muestreos de ictiofauna negativos.

Anfibios: Ranita ***Eleutherodactylus diastema***, rana arborícola ***Cochranella*** sp y el sapo ***Bufo coniferus***.

Foto C. Gamboa: sapo *Bufo coniferus*

Aves de hábitat acuático: Mosquero de quebrada ***Sayornis nigricans***.

Reptiles: Lagartija ***Norops*** sp.

Mamíferos: Zarigüeya o zorro pelón (muerto en la carretera).

Foto: Zorro pelón común ***Didelphis marsupialis***

Planta Congo (Reventazón muestreo en el cauce principal).

Cauce principal, fondos de cantos rodados y arena, corriente fuerte, aguas turbias provenientes del excedente de Cachí. Árboles de zotacaballo en las márgenes.

Crustáceos: Decápodo camarón de río ***Macrobrachyum americanus***.

Ictiofauna: Muestreos de ictiofauna negativos se reportan solamente barbudos (***Rhamdia*** spp).

Aves de hábitat acuático: Golondrina azul (***Notiochelion cyanoleuca***) y otras aves no acuáticas: Zonotrichia capensis, Tirannus melancholicus,

Reptiles: Basilisco ***Basiliscus plumifrons***.

Vivero La Joya (Reventazón muestreo en el cauce principal).

Cauce del río Reventazón con bosque de galería predominando el sotacaballo ***Pithelobium lanceolatum***, margen opuesta con altas pendientes (80°).

Ictiofauna: Muestreos de ictiofauna: ***Astyanax aeneus*** y ***Rhamdia rogersi*** (barbudos).

Fotos: ***Astyanax aeneus*** (sardinita) y ***Rhamdia rogersi*** (barbudos).

Aves de hábitat acuático: ***Tigrisoma mexicanus***, la golondrina ***Riparia riparia***, el mosquero de quebrada ***Sayornis nigricans*** y otra no acuática ***Saltator maximus***.

Reptiles: Basilisco ***Basiliscus plumifrons***

Mamíferos: Armadillo (***Dasypus novencinctus***).

Foto: Armadillo (***Dasypus novencinctus***), ejemplar muerto en el río.

Río Quebrada Honda (fuera del tramo crítico) en la comunidad de Sabanillas.

Quebrada con mucha pendiente, corriente moderada a suave, cantos rodados con arena, 5 m ancho, 0.40 m de profundidad. Afectado por contaminación por aguas servidas y agroquímicos.

Ictiofauna: De el barbudo (***Rhamdia* rogersi**) se colectaron 4 especímenes.

Aves de hábitat acuático: ***Sayornis nigricans*** y otras no acuáticas: los zopilotes negro y cabeza roja ***Cathartes aura*** y ***Coragyps attratus***, el bobo chizo ***Panyptila cayenensis***, la viudita ***Thraupis episcopus***, el sargento ***Rhamphocellus passerinii***, ***Phlogothraupis sanguinolenta*** y ***Coryphotriccus albovittatus***.

Reptiles: Basilisco ***Basiliscus plumifrons*** y ***Norops*** sp.

Conclusiones y Recomendaciones

A pesar de la gran alteración del ambiente de la cuenca en general, el cañón del río Reventazón en el tramo crítico posee un bosque de galería secundario en general denso y abundante que mantiene una comunidad de fauna silvestre que aparentemente se desplaza utilizando como corredor la vegetación. Esta vegetación es importante también para sostener el terreno en las fuertes pendientes. Se recomienda mantenerla, mejorarla y "conectarla" para mejorar el corredor para las especies.

Es importante mencionar que se encuentran cultivos de tilapia que mantienen a mapachines, pizotes y nutrias por lo que probablemente sería importante "sembrar" peces autóctonos como sardinitas y mojarras en la confluencia afluentes con la intención de brindar alimento más que de recuperación puesto que los desembalses seguirán realizándose.

Anexo N°.12

Costo diario de salida del Túnel de Cachí en términos de la tarifa promedio de venta al sistema de generación y del costo promedio de generación térmica sustitutiva.

Ingeniería Económica de PySA

UEN PySA

PROYECTO HIDROELÉCTRICO AMPLIACIÓN CACHÍ

ESTIMACIÓN DE COSTO DE SALIDA TÚNEL CACHÍ EN TÉRMINOS DE ENERGÍA PERDIDA

TARIFA PROMEDIO DE VENTA AL SISTEMA DE TRANSMISIÓN 2009 US$/kWh:	0.07046
COSTO PROMEDIO DE GENERACIÓN TÉRMICA ESTIMADO AL 2009 US$/kWh:	0.27

PLANTA	GENERACIÓN PROMEDIO ANUAL GWh	GENERACIÓN PROMEDIO DIARIA kWh	COSTO DIARIO A VALORES DE TARIFA VENTA A TRANSMISIÓN US$	COSTO DIARIO A COSTOS PROMEDIO DE GENERACIÓN TÉRMICA SUSTITUTIVA US$
CACHÍ	653.8	1,791,233	126,212	485,063
LA JOYA	294.2	806,027	56,794	218,271