



**UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS
PROYECTOS Y SERVICIOS ASOCIADOS**

**CENTRO DE SERVICIO RECURSOS GEOTÉRMICOS
CENTRO DE SERVICIO GESTION AMBIENTAL**



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO GEOTÉRMICO LAS PAILAS
DECLARATORIA DE IMPACTO
AMBIENTAL (DIA)**

EXPEDIENTE DE LA SETENA No. 788-04



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO GEOTÉRMICO LAS PAILAS.

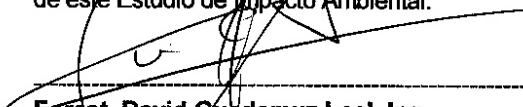
ÍNDICE GENERAL

	Índice General	
i	Presentación Equipo de Trabajo	v
ii	Ente ejecutor del Estudio de Impacto Ambiental	viii
iii	Prefacio	ix
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN		
1.1	Introducción	1
CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO		
2.1.	Generalidades	3
2.1.1	Localización.	3
2.1.2	Justificación del Proyecto	3
2.1.3	Antecedentes	5
2.2	Descripción del Proyecto	7
2.2.1.	Monto global de la Inversión	9
2.2.2	Aspectos Constructivos sistema acarreo de fluidos	11
2.2.3	Aspectos Constructivos de las Obras civiles	13
2.2.4	Aspectos de seguridad e higiene	14
2.2.5	Plan de Contingencia	14
2.2.6	Áreas de Influencia ambiental	15
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE		
3.1.	Ambiente físico	19
3.1.1	Recursos Hídricos	19
3.1.2	Recursos del Aire	20
3.1.3	Recursos de la tierra	21
3.2.	Ambiente Biótico	23
CAPÍTULO 4 AMBIENTE SOCIAL Y CULTURAL		
4.1	Antecedentes históricos de Curubandé	25

CAPÍTULO 5 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL		
5.1	Organización gestión ambiental	35
5.2	Plan de monitoreo y seguimiento	36
ÍNDICE DE FIGURAS		
2.1	Ubicación del Proyecto	4
2.2	Esquema del Sistema de Acarreo	12
2.3	Área de Influencia Ambiental	16
ÍNDICE DE CUADROS		
2.1	Comparación entre Costo de Capital y Generación Neta	10
2.2	Generación Comparativa de la Planta y Cargas de operación para plantas de Evaporación y Binaria	10
5.1	Plan de Gestión Ambiental del PG Las Pailas	38
ÍNDICE DE LÁMINAS		
4.1	Entorno del Proyecto Geotérmico Las Pailas	25
4.2	Centro de Curubandé de Liberia.	27

i. PRESENTACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Los siguientes profesionales, todos funcionarios del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), han participado como un grupo multidisciplinario en la elaboración de este Estudio de Impacto Ambiental:



Forest. David Guadamuz Leal, Ing.
Colegiado No. 36-95
Número de Registro SETENA No. 136-03



Geóg. Max Ureña Ferrero, MSc.
Número de Registro SETENA No. 166-96



Ing. Laura Carmona, Morera
Colegiado No. 6153
Número de Registro SETENA 105-99



Economista Dora Carias Vega, MSc.
Colegiado No. 13554
Número de Registro SETENA No. 26-98



Arqueól. Ana Cristina Hernández Alpizar, Licda.
Número de Registro SETENA N° 030-99



Sociól. Alejandro Aguilar Sura, Lic.
Colegiado No. 10598
Número de Registro SETENA No.86-01



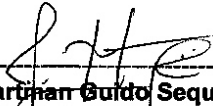
Geól. Guillermo Alvarado Induni, Ph D.
Colegiado No. 103
Número de Registro SETENA No. 106-99



Econom. Estadist. Sergio Guillen Murillo, Lic.
Colegiado No. 1971
Número de Registro SETENA No. CI 116-2004.



Geól. Manuel Barrantes
Colegiado No. 258
Número de Registro de SETENA 147-2004



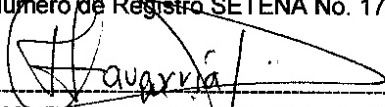
Ing. Hartman Guido Sequeira (Atmósfera)
Colegiado No. ICO-3338
Número de Registro SETENA No. 098-01



Químico Antonio Yock
Colegiado No. 234
Número de Registro SETENA No. 146-2004



Ing. Joaquín Guerrero Vega
Colegiado No. ICO-2891
Número de Registro SETENA No. 172-2004



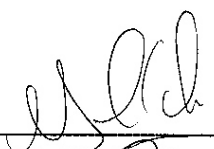
Biól. Fernando Chavarría Picado, Coordinador
Colegiado C.B.C.R. No. 526
Número de Registro SETENA No. 0171 - 96



Geóg. Joaquín Méndez Arguello, Lic
Número de Registro de SETENA No. 079-01



Geóg. Randall Acuña Torres, Lic.
Número de Registro de SETENA No. 0176-96



Ing Miguel Chinchilla Acuña
Número de Colegiado No. 3559
Número de registro de SETENA No.140-98



Geóg. Gerarda Araya Astorga, Licda.
Número de Registro SETENA No. 037-99



Abog. Claudio Zeledón Rovira, Lic.
Número de Registro SETENA No.136-2001



Autentico: 

Colaboraciones:

Agradecemos de manera especial, la colaboración de las siguientes personas que con sus aportes y sugerencias, hicieron de este estudio, un documento de mejor calidad: Ing. Jorge Valverde Barrantes, Director del Centro de Gestión Ambiental, por sus aportes técnicos y revisión general del estudio; al Geógrafo Rogelio Zeledón Ureña, por su coordinación anterior del estudio de Factibilidad; al Sr. Luis Artavia Alpizar por su aporte en SIG, computo y Diseño de Planos, a la MSc. Virginia Cascante Madrigal, por su apoyo con las comunidades; al Ing. Alejandro Luna por su aporte en Líneas de Transmisión; al Geól. Rafael Barquero Picado por su aporte en amenaza sísmica; al Geól. Fernando Molina Zúñiga, por su colaboración en aguas subterráneas y geología; al Bach. Ricardo Zalazar Campos por su colaboración en Salud Ocupacional, al Geól. Ricardo Soto Bonilla por su aporte en Vulcanología; al Forestal Jesús Vásquez, por su aporte en trabajo de campo, escombreras y desechos; al Ing. Javier Villalobos por su aporte técnico, al MSc. Alberto Vargas Villalobos, al Sr. Gustavo Robles Viales; por su colaboración en trabajo de campo y reconocimiento de la zona; por su colaboración en cómputo, al Biól. Oscar Chávez Badilla por su aporte en biología y Sra. Francini Aguilar Carballo por su apoyo logístico. Así como aquellos Centros de Servicio del ICE, que aportaron información técnica en sismología, suelos, análisis físico-químicos e hidrología, exploración subterránea, geotermia y diseño.

ii. ENTE EJECUTOR DEL ESTUDIO

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), a través del Centro de Gestión Ambiental, ente coordinador del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) del Proyecto Geotérmico Las Pailas, fue creado como Institución Autónoma en el año 1949 y fue concebido desde su origen como el ente rector y principal ejecutor del desarrollo y administración de la industria eléctrica nacional.

La Ley Reguladora de los Servicios Públicos, Ley No. 7593 del 5 de septiembre de 1996, en su artículo 71 “autoriza a las instituciones públicas que brindan servicios para vender directamente a otras empresas o instituciones públicas y privadas, nacionales o extranjeras, servicios de asesoramiento, consultoría, capacitación o cualquier otra actividad afín a sus competencias”.

El ICE en su oportunidad, sometió a consideración de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental la documentación requerida para tramitar su inscripción en el Registro de Consultores Ambientales, quedando inscrita como empresa consultora con el registro No. 0030 - 96. Además como consultores independientes al grupo multidisciplinario que elaboró el estudio de impacto ambiental.

A efectos de cumplir con la normativa ambiental nacional vigente establecida en la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, los lineamientos ambientales establecidos por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), y el Ministerio de Salud, se ha solicitado a las entidades correspondientes la Evaluación Ambiental del proyecto Geotérmico Las Pailas, mediante la presentación del FEAP No. 788-04, el 13 de Setiembre del 2004. Y mediante resolución No. 2487-2004-SETENA del 13 de Diciembre del 2004 la SETENA resolvió en sesión No. 046-2004 continuar con el proceso de evaluación ambiental, por lo que se solicitó el Estudio de Impacto Ambiental, mediante los requisitos indicados en el FETER del 14 de diciembre del 2004.

El expediente administrativo, por tanto de la SETENA referente al Proyecto Geotérmico Las Pailas, corresponde al No. 788-04, del 13 de setiembre del 2004.

El Estudio de Impacto Ambiental, realizado por el ICE, en este sentido cumple con los requisitos solicitados en el FETER, y describe entre otras cosas los aspectos técnicos del proyecto, descripción detallada del ambiente en todos sus componentes (físico, biótico y humano), los impactos ambientales de todas las áreas involucradas, procedimientos y responsables de las acciones a considerar durante la construcción y operación de la Casa de Máquinas, en el Plan de Gestión Ambiental.

iii. PREFACIO

El presente informe es el resultado del Estudio de Impacto Ambiental (EslA), del Proyecto Geotérmico Las Pailas, a ser desarrollado por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en el Cantón de Liberia, de la Provincia de Guanacaste.

La instalación de esta planta geotérmica, es necesaria para respaldar las plantas hidroeléctricas en los períodos de mantenimiento, contingencia o bien durante las estaciones secas; épocas en que el sistema hidroeléctrico se ve más afectado por la variación climática, así como para mejorar la disponibilidad de energía eléctrica en el país.

Para el caso en estudio, las necesidades ambientales se enmarcan en relación con la distancia entre la planta geotérmica y los centros de población aledaños, así como las necesidades de vías de accesos, ubicación, de abastecimiento de agua y servicios básicos.

Los aspectos ambientales tales como, la contaminación por sólidos, líquidos, o por gases y el ruido debidos a la operación de la planta, son aspectos que se analizan en este estudio, además de los restantes aspectos sociales, bióticos y abióticos relacionados con las plantas geotérmicas.

Las condiciones con mayor velocidad de viento son más favorables para la dispersión de gases, así como las de mayor estabilidad atmosférica, debido a que la corriente de contaminantes se desplaza más lejos del punto emisión antes que alcance el nivel del suelo.

Por las características propias del equipo a instalar se va a establecer una fuente de ruido controlada, que afectaría potencialmente, primero a los operarios, los que deberán utilizar los pertinentes equipos especiales recomendados por salud ocupacional y segundo a los vecinos lejanos, a los cuales se tratará de minimizar con construcciones antiruido.

La viabilidad ambiental de la instalación de la planta geotérmica, en el sitio de Curubandé, es alta, considerando lo amplio del terreno y que se encuentra alejado sustancialmente de centros poblados, y por otras características ambientales que se analizan en el estudio de impacto ambiental, y además si se acatan todas las disposiciones ambientales que emanan del estudio realizado.

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el esfuerzo multidisciplinario, de diferentes Centros de Servicio del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) del Proyecto Geotérmico Las Pailas, y su objetivo es precisamente servir como un documento orientador para la ejecución de este último.

Otro objetivo es poder describir el estado ambiental del sitio para que sirva como criterio de referencia sobre la complejidad ambiental asociada con un eventual desarrollo del potencial geotermoeléctrico en la zona conocida como Las Pailas, ubicada en el flanco oeste del macizo volcánico del Rincón de la Vieja, en el cantón de Liberia, provincia de Guanacaste. En este documento se presenta de manera ordenada y profunda, la información recopilada en el campo y gabinete, además de la descripción de los trabajos de investigación realizados hasta el mes de mayo del año dos mil cinco, sobre el potencial del recurso geotérmico en la zona, así como una caracterización ambiental del espacio geográfico en que se localiza el proyecto, con su respectiva evaluación y mitigación de impactos.

El equipo de profesionales que se conformó para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental, a solicitud de la coordinación, efectuaron un primer pronóstico de los impactos ambientales que podrían darse ante una eventual construcción del proyecto (Perfil Ambiental del Proyecto: ICE, 2002). Como resultado de esta tarea se procedió a elaborar el estudio de impacto ambiental, con un listado mas exhaustivo de los posibles impactos que podría ocasionar el proyecto, luego de ello se identificaron las medidas ambientales que se aplicarían, en algunos casos se efectuaron y evaluaron los respectivos costos de su implementación, así como conclusiones y recomendaciones, para mejorar el ambiente.

Este estudio se debe interpretar como un trabajo exhaustivo, partiendo de una descripción del proyecto, continuando con una descripción del ambiente bastante detallada, que permitió realizar una adecuada interacción, interpretación, identificación y valoración de impactos al detalle, generando una evaluación del proyecto bastante objetiva, que permitió generar medidas de mitigación prevención y compensación de valioso aporte para el entorno ambiental donde se desarrolla el proyecto,

En si, el estudio enfatiza, en el análisis interactivo del ambiente vrs proyecto, por parte del grupo interdisciplinario, que aporta al evaluador, mayores herramientas, sobre la viabilidad ambiental que se vislumbraba del proyecto, y con un proceso más complejo de información y análisis de campo, que da mayor arte al estudio de impacto ambiental.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se describen aquellos detalles relacionados con el proyecto que permitieron evaluar su dimensión y su alcance temporal y espacial.

2.1.1 Localización:

El Proyecto Geotérmico Las Pailas se ubica en el piedemonte del flanco suroeste del macizo volcánico Rincón de la Vieja, entre las cotas 500 y 700 msnm. Su área de drenaje la comparten las micro-cuencas de los ríos Blanco y Colorado, ambos ríos confluyen con el nombre del segundo al río Tempisque, principal cuenca hidrográfica de la Región del Pacífico Norte del País.

Su ubicación cartográfica se extiende desde las coordenadas planas 303 – 306 N y 384 – 390 E. Hoja Cartográfica 3148 III Curubandé, Instituto Geográfico Nacional, Escala 1:50 000 (Figura No.2.1). Su ubicación política – administrativa se encuentra en los Distritos No.5 Curubandé y No. 1 Liberia, del Cantón de Liberia (1º), Provincia de Guanacaste.

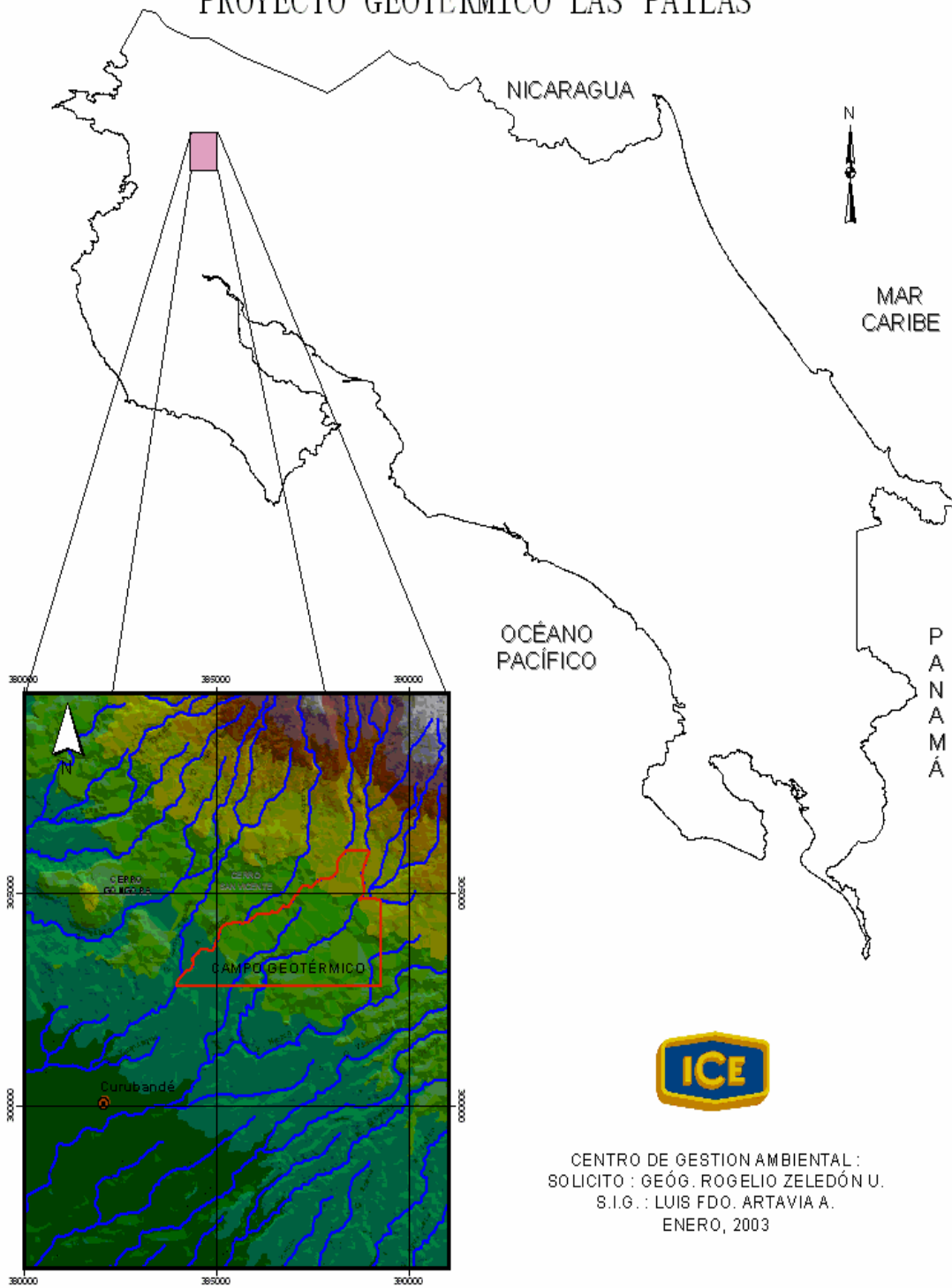
2.1.2. Justificación del proyecto

La economía de Costa Rica ha crecido gracias a una serie de acciones que han permitido dotar al país de una infraestructura productiva y social apropiada, en campos tan diversos como transportes, infraestructura portuaria, servicio eléctrico, telecomunicaciones, agua potable, distribución de hidrocarburos, salud, educación y otros. (ICE, 2003). Uno de los campos vitales es obviamente el eléctrico, pues sin dicho servicio con calidad suficiente, y en el momento oportuno, no podría haberse dado el crecimiento en las distintas áreas de nuestra economía.

El sistema eléctrico ha cumplido su cometido para con la sociedad costarricense, no sin algunos problemas de falta de capacidad para la satisfacción total de la demanda, en algunas ocasiones. Esto por razón de que se está invirtiendo apenas lo indispensable para evitar faltantes en el servicio, pero que podrían tener un efecto nocivo cuando ocurran eventos especiales. Los márgenes de reserva energética son muy moderados y las continuas crisis económicas y el marco jurídico y regulatorio han hecho que ocurran con frecuencia atrasos en el financiamiento, ya sea de crédito externo o de tarifas, así como también atrasos en los procesos de contratación y de ejecución de obras de generación, transmisión y distribución. Con base en la proyección de la demanda de electricidad proyectada y las distintas fuentes energéticas en operación y disponibles evaluadas, se procede a definir el plan de la expansión de la generación de mínimo costo para el país.

LOCALIZACIÓN GENERAL PROYECTO GEOTÉRMICO LAS PAILAS

Figura No. 2.1



El crecimiento proyectado en el consumo anual de energía eléctrica es de un 7% durante los años 2003 y 2004; lo cual supera el índice de crecimiento de la capacidad instalada del país por lo que en el futuro se prevé hacerle frente a una posible escasez del fluido eléctrico en especial a partir de los veranos del 2005.

Para realizar las proyecciones de demanda, se utiliza un modelo matemático que como datos de entrada requiere información de las plantas actuales en operación, de los proyectos en construcción y de los proyectos futuros.

Entre las características que requiere el modelo de los diferentes proyectos se tiene: potencia instalada, energía promedio, costos de operación y mantenimiento, costo y tipo de combustible, inversión local y externa, eficiencia, períodos de mantenimiento, volumen útil de embalse, hidrología y demanda futura.

El producto de dicho modelo es el Programa de Expansión de la Generación, que es la secuencia de plantas de distinto tamaño y naturaleza, cuya entrada en servicio se obtiene para todo el conjunto, como parte de la solución óptima.

Esta solución técnica y económica incluye generación geotérmica, que es necesaria para respaldar las plantas hidroeléctricas en los períodos de mantenimiento, contingencia o bien durante las estaciones secas, épocas en que el sistema hidroeléctrico se ve más afectado por la variación climática, y en los períodos pico diarios.

Hasta la fecha, se ha determinado que el recurso hídrico es el más abundante del país y por sus características se convierte en la opción más favorable, no sólo desde el punto de vista técnico sino económico, razón por la cual, el sistema eléctrico nacional se fundamenta en el aprovechamiento del recurso hidráulico para la producción de electricidad (82%).

No obstante, por la incapacidad de varios proyectos hidroeléctricos para el almacenamiento de agua y debido a los pronósticos hidrológicos del país en especial durante las épocas secas se prevé la necesidad de disponer de Generación geotérmica como energía base del sistema a fin de mantener un adecuado balance entre las plantas de regulación y la demanda.

2.1.3 Antecedentes:

La exploración del potencial geotérmico en esa zona tiene sus inicios a principios del año de 1975, aun así ya en el año de 1963 la zona había sido visitada por un grupo de especialistas de las Naciones Unidas a solicitud del ICE, cuyo resultado fue un primer informe de reconocimiento. Los estudios realizados entre los años de 1975 y 1976 fueron enfocados en las áreas: geología, geoquímica, resistividad eléctrica, gravimetría, geohidrología y flujo de calor, todos fueron estudios superficiales. Estos estudios aportaron información de las condiciones de

estratigrafía, litología, gradiente de temperatura, hidroquímica y estructura de resistividad del área¹.

En los años de la década de los 80, durante el reconocimiento del potencial geotérmico que se realizó en todo el país, se incluyeron otros estudios en la zona de interés del flanco suroeste del macizo del Volcán Rincón de la Vieja, entre los resultados obtenidos de esa etapa se obtuvo una descripción de la Cordillera de Guanacaste partiendo de imágenes de satélite y fotografías aéreas y validación de campo².

En la década de los 90 se reanudaron las investigaciones a partir del año de 1992 en el área de la gravimetría, a principios de 1994 el ICE solicitó a una firma consultora elaborar un plan provisional de trabajo para continuar con los estudios de prefactibilidad en las áreas de Las Pailas y Borinquen, en el año de 1996 el ICE perforó 9 pozos de gradiente de temperatura (de una profundidad < a los 500 m).

Durante los últimos años se han incluido otros estudios técnicos, algunos de ellos orientados a la obtención de datos con el objetivo de tener un primer acercamiento sobre el conocimiento de la calidad ambiental (físico – química) que se presenta en la zona. A partir del 2002 se inició una etapa de un mayor nivel de análisis de los alcances ambientales del proyecto en la zona, en esta se incluyeron las variables biológicas (flora y fauna), sociales y se fortaleció la recopilación de datos en el área de calidad física y química del ambiente, principalmente atmosférica, hidrología y suelos³.

¹ Rogers Engineering, CO., 1976. Proyecto Geotérmico de Guanacaste, Ed. ICE, 70 páginas, Costa Rica

² ICE, 2002. Perfil Ambiental del Proyecto Geotérmico Las Pailas.

³ Instituto Costarricense de Electricidad, 1991 Evaluación del Potencial Geotérmico de Costa Rica, 70 páginas, Costa Rica

Trámites ante SETENA

El 28 de febrero del año 2000, se presentó a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) el Formulario de Evaluación Ambiental Preliminar (FEAP), con el fin de iniciar los estudios de factibilidad en el flanco oeste del macizo volcánico Rincón de la Vieja. Esta primera etapa consistía en la perforación de 10 pozos exploratorios en las zonas de Las Pailas y Borinquen, (5 pozos en cada una de estas dos zonas). Esta Secretaría le asigna el No. Expediente Administrativo: 055-2000. En respuesta a la revisión del FEAP la SETENA emite la Resolución No. 203-2000 del 7/03/00, en la cual solicitó como un requisito para iniciar los estudios descriptos, la presentación de una Declaración Jurada de Compromisos Ambientales, documento que fue entregado y luego aprobado por la SETENA mediante su Nota S.G. 382-2000 del 25 /04//00, quedando así abierta la etapa de gestión ambiental del Proyecto. A la fecha se han perforado únicamente los 5 pozos de la zona Las Pailas, el cual se ha separado y se tramita bajo el expediente No. 788-04, del 13 de setiembre del 2004. La resolución No. 2487-2004-SETENA, del 13 de diciembre del 2004, comunica al ICE, continuar con el proceso de evaluación ambiental y la presentación del Estudio de Impacto Ambiental.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El área total aproximada del proyecto es de 1.0 Km², dentro de estos terrenos se construirán todas las obras relacionadas al proyecto, las cuales Son:

- ✓ Instalaciones provisionales
- ✓ Vías de acceso y terrazas de perforación
- ✓ Pozos profundos
- ✓ Vapoductos
- ✓ Estaciones separadoras
- ✓ Planta de generación
- ✓ Subestación y obras de transporte de energía.

Para el desarrollo de Las Pailas se aprovechará la gran concentración de recursos humanos, laboratorios, equipos de perforación, campamento y demás infraestructura especializada, disponible en el Campo Geotérmico Miravalles.

En la evaluación del potencial Geotérmico de Costa Rica (ICE, 1991) se categorizó el Área Rincón de la Vieja, con una capacidad estimada en 160 MW. Los estudios realizados a la fecha, confirman la instalación de una primera unidad de 35 MW.

Las actividades relacionadas con el proyecto se dividen en cuatro etapas; a saber:

1. Estudio de factibilidad geotérmica,
2. Desarrollo del campo geotérmico,
3. Diseño, construcción y pruebas de obras en superficie y casa de máquinas, y
- 4.

Pruebas y operación de obras en superficie del campo geotérmico y puesta en línea de la I Unidad

Estudio de factibilidad geotérmica: En esta etapa se preparó un informe de factibilidad que integró aspectos tales como: estudios geocientíficos, características del yacimiento, modelo conceptual del recurso, aspectos sociales, ambientales y técnicos relativos al diseño campo-planta, factibilidad económica (análisis costo beneficio) y el estudio de impacto ambiental.

Para completar la factibilidad técnica fue necesario realizar estudios geocientíficos y la perforar cinco pozos profundos para confirmar la capacidad de producción de vapor y reinyección de fluidos del campo. Esta etapa se inicio a finales del año 2000 y se concluyó con la publicación del informe de factibilidad de la I Unidad en las Pailas en el mes de julio del 2005.

Desarrollo del campo geotérmico: En esta etapa, se estima que será necesaria la perforación de 12 pozos adicionales, 8 serán para producción y 4 para la reinyección. Esta etapa se iniciará con la adquisición de los terrenos necesarios para desarrollar el proyecto y continuar con la perforación de los pozos faltantes para asegurar tanto el caudal de vapor requerido para una unidad, como para la reinyección de fluidos geotérmicos que se obtendrán como resultado de la operación de esta planta.

Los terrenos necesarios para desarrollar este campo, están ubicados cerca a las propiedades Hacienda Guachipelín SA y Vistas del Placer SA. Dichas propiedades deberán ser negociadas por parte del ICE.

Diseño, construcción y pruebas de obras en superficie y casa de máquinas.

Se completarán los diseños para la construcción de las obras de superficie para el transporte de fluidos calientes y fríos; la construcción de la central, la subestación y los caminos de acceso.

Pruebas y operación de obras en superficie del campo geotérmico y puesta en línea de la I Unidad: En esta etapa se realizaran las pruebas de funcionamiento de los satélites y de los sistemas de acarreo de fluidos. Una vez completadas estas pruebas se dará inicio a la operación comercial del campo geotérmico.

Modalidad Planta con turbina de vapor a condensación: Esta alternativa es la de mayor aplicación típica en campos geotérmicos debido a que el fluido geotérmico acarrea tanto vapor como salmuera, por lo que se hace necesario un proceso de separación. Luego de ser separado, el vapor es expandido a través de una turbina de vapor, que acoplada al eje de un generador produce la electricidad.

Las unidades de vapor a condensación se consideran instalaciones permanentes porque su infraestructura debe contemplar la necesidad de un condensador,

bombas de pozo caliente, torre de enfriamiento, sistema de extracción de gases incondensables y bombas de recirculación de agua de enfriamiento

Estas pueden diseñarse con una única entrada de vapor o con dos entradas a diferentes presiones. En la primera se inyecta el vapor a alta presión en la primera etapa de la turbina.

En el segundo caso la salmuera residual de la separación se vuelve a evaporar obteniendo vapor que se inyecta a la etapa de baja presión de la turbina. Este segundo proceso incrementa la potencia de la planta de generación. Por lo tanto, el aumento puede ser relevante para efectos de capacidad de central. Generalmente, al utilizar turbinas de condensación se usa condensadores de contacto directo para condensar el vapor turbinado. Este tipo de equipo es menos caro que el condensador de superficie y no necesita de equipo de bombeo.

Modalidad Planta Binaria: En una planta de ciclo binario el calor contenido en la salmuera geotérmica es transferido a través de un intercambiador de calor hacia un fluido de trabajo, que tiene un punto de evaporación menor, y llevado a la presión de operación mediante bombeo de alta presión. El líquido presurizado es evaporado en el intercambiador. Este vapor de alta presión se expande a través de una turbina que está acoplada al eje de un generador sincrónico de electricidad.

El vapor de baja presión a la salida de la turbina pasa a su estado líquido por medio de un condensador. Este puede ser enfriado por agua o por aire. Posteriormente este líquido se comprime a alta presión y es recirculado por los intercambiadores para completar el ciclo binario.

En aplicaciones convencionales de plantas de generación de energía usando ciclos binarios, se puede aprovechar una diferencia de temperaturas de 80°C a 90°C. En el caso en estudio la extracción de calor está limitada por la concentración de sílice amorfa en la salmuera. Cabe destacar que la principal ventaja del ciclo binario consiste en la generación de electricidad con fluidos geotérmicos de baja temperatura que no producen una cantidad adecuada de vapor para su utilización en el ciclo de vapor.

El ciclo binario ha evolucionado en el tiempo. Comenzó con aplicaciones de ciclo típicas, sin embargo en busca de mayores niveles de eficiencia se ha llegado al diseño de una planta de ciclo combinado. Ésta aplicación consiste en la generación eléctrica por medio de una turbina a contrapresión (sin condensador) cuyo escape se conecta a un intercambiador de calor de un ciclo binario.

2.2.1 Monto global de la inversión.

En este presupuesto se contemplan los costos típicos de ingeniería y construcción de una planta de generación y del campo geotérmico. (Cuadros Nos. 2.1 y 2.2).

Cuadro No. 2.1. Comparación Entre Costo de Capital y Generación Neta.

Componente del Costo	Planta Evaporación	Planta Binaria****
Planta de generación (con imprevistos)	\$39.514.895	\$57.172.659
<i>Planta de generación (sin imprevistos)</i>	<i>\$34.360.778</i>	<i>\$49.715.356</i>
Sistema de recolección de vapor*	\$11.623.879	\$11.623.879
Subestación/Patio de Interruptores**	\$4.960.465	\$4.960.465
Línea de Transmisión***	\$3.758.572	\$3.758.572
Total del Proyecto (con imprevistos)	\$59.857.811	\$77.515.575
Generación Neta	32.074 kW	32.849 kW
Costo \$/kW para la Planta (con imprevistos)	\$1.232 por kW	\$1.740 por kW
<i>Costo \$/kW para la Planta (sin imprevistos)</i>	<i>\$1.071 por kW</i>	<i>\$1.513 por kW</i>
Costo \$/kW para todo el proyecto (con imprevistos)	\$1.866 por kW	\$2.360 por kW

Cuadro 2.2. Generación Comparativa de la Planta y Cargas de Operación para Plantas a Evaporación y Binaria

	Unidad	Evaporación	Binaria
Generación bruta	kW	35.093	38.046
Bomba de alimentación	kW	–	2.162
Bombas de agua caliente (hotwell)	kW	1.151	–
Bombas auxiliares de enfriamiento	kW	112	–
Bombas de vacío	kW	372	–
Abanicos de torre de enfriamiento	kW	694	–
Abanicos de condensador enfriado por aire	kW	–	2.180
VRU	kW	–	50
Compresor de aire	kW	15	15
Cargas unitarias varias	kW	300	400
Cargas en el campo de pozos	kW	200	200
Pérdidas del transformador	kW	175	190
Total de sistemas auxiliares	kW	3.019	5.197
Neto	kW	32.074	32.849

2.2.2. Aspectos constructivos del sistema de acarreo de fluidos

Sistema de recolección de Vapor: Los pozos productores proporcionan el vapor necesario para la operación de la Planta. Estos pozos producen fluidos geotérmicos que serán conducidos en dos fases (líquida y gaseosa) por medio de un sistema de tuberías hasta las estaciones de separación en las que se separan la salmuera (agua fase líquida) del vapor.

A partir de allí, el vapor de las estaciones de separación, son conducidos por una tubería hasta la planta, en dos válvulas de control de presión, un secador y un deshumidificador, localizada lo más cerca posible de la turbina. El agua separada se enviará hacia los pozos de reinyección.

Los pozos productores contarán con válvulas de control para regular el flujo producido. Éstas serán controladas desde la sala de control del campo.

Estaciones de separación: En este proyecto habrá dos estaciones de separación. Una de ellas estará localizada aproximadamente a 1,000 metros al noreste de la Planta y recogerá el flujo de los pozos de producción PGP-02 y PGP-03.

La segunda estación, que será la principal, se localizará a sólo 200 metros de la Planta y recogerá el flujo de todos los pozos de las plataformas del PGP-01 y del PGP-04.

Sistema de reinyección en caliente: La salmuera que sale de las estaciones de separación fluirá por gravedad hacia los pozos de reinyección localizados al suroeste de campo.

Sistema de reinyección en Frío: Los pozos productores contarán con la posibilidad de realizar eventuales descargas a un silenciador, de forma que se puedan realizar mediciones de su capacidad de producción y obtener datos para monitoreo de la evolución de los pozos y del reservorio. La descarga de agua de estos silenciadores será colectada en fosas impermeables y será enviada, por medio de un sistema de tuberías de reinyección en frío que descargará en uno o varios pozos de reinyección.

Por medio de este sistema también descargarán el exceso de agua de la torre de enfriamiento y las descargas de los silenciadores del sistema de protección de sobre presiones de las estaciones separadoras. (Ver figura No. 2.2)

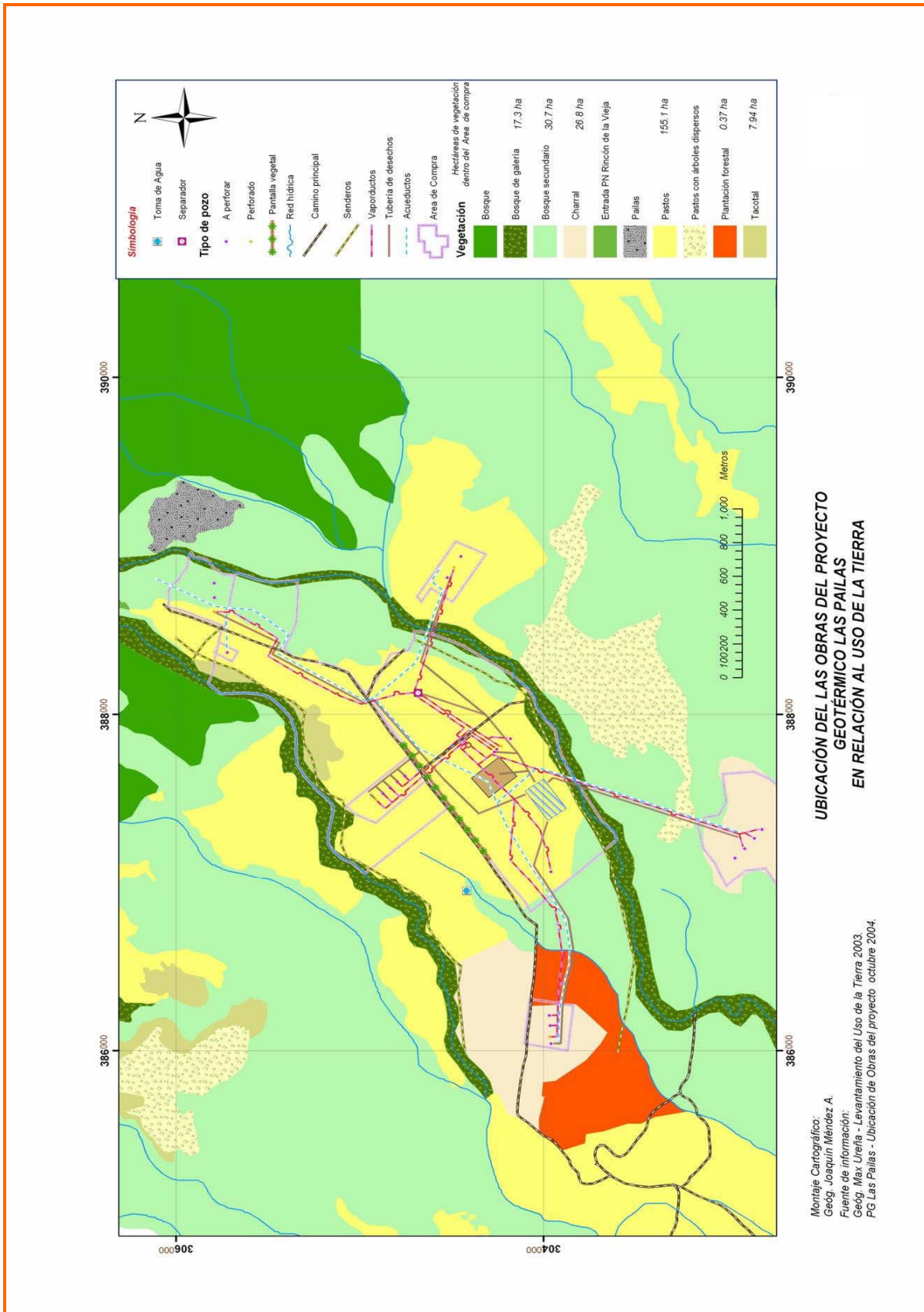


Figura No.2.2. Esquema del sistema de acarreo. P. G. Las Pailas. ICE; 2005.

2.2.3. Aspectos constructivos de las obras civiles.

Descripción de la Instalación: El complejo de la planta estará localizado en un sitio libre de maleza, nivelado, de 4,9 hectáreas en un área rural. El sitio estará cercado y entre las principales instalaciones se incluirán varios edificios importantes, así como componentes mecánicos y eléctricos. En la alternativa de la planta a evaporación la casa de máquinas, que es un edificio de estructura de acero con forro de aluminio, alojará la turbina y el condensador así como la sala de control de la unidad de generación, el cuarto eléctrico y la administración. En la alternativa de la planta binaria, los componentes del turbogenerador estarán colocados a la intemperie. El diseño civil contemplará el uso de una grúa-puente para facilitar el acceso a los componentes del turbogenerador.

El edificio administrativo de la planta será construido con bloques de concreto, y el edificio adyacente para talleres y bodegas será de estructura de acero con forro de aluminio.

En el sitio de planta también estarán alojados los componentes del sistema de enfriamiento: una torre de flujo revertido y la pileta.

El sistema de protección contra incendios de la planta consiste de un sistema de presión estático que utilizará dos bombas con 100% de capacidad que reciben el agua de un tanque con capacidad de diseño de 1.100 m³.

El vapor ingresará al sitio mediante tuberías aisladas provenientes de las estaciones de separación de vapor situadas en el campo, fuera de los límites de la planta. Una tubería de acero para inyección caliente sacará del sitio, por gravedad, los fluidos usados o de desecho hacia los pozos de inyección.

Trabajos en el Sitio: Se erigirán edificios temporales de oficinas para labores de supervisión y control del proyecto: serán de construcción modular montadas directamente sobre el terreno. Los servicios sanitarios serán de tipo portátil, no permitiéndose durante la construcción facilidades sanitarias a un nivel más bajo que el suelo. El área de construcción estará dentro de los límites generales del sitio.

Los caminos internos usados durante la construcción y para la operación de la planta una vez finalizada serán los mismos. Los caminos en las áreas designadas para construcción no serán determinados hasta que las estructuras provisionales no hayan sido erigidas en su sitio.

Se hará un levantamiento topográfico del sitio para determinar los niveles existentes y localizar infraestructuras existentes en y cerca del sitio de planta. A partir de este estudio topográfico, se elaborarán planos de niveles y drenajes. El área de la planta será nivelada para que tenga un mínimo de 2% de gradiente en áreas no pavimentadas y de 1% de gradiente en áreas pavimentadas, con lo cual se facilita el drenaje del terreno.

Las aguas de lluvia serán canalizadas hacia tragantes que drenarán el agua hacia pozos recolectores dentro del sitio. Los tragantes menores, donde la velocidad del agua es inferior a 1.5 m/s podrán ser sin repello.

Edificios:

Edificio Administrativo: El Edificio Administrativo alojará las oficinas de la administración, un laboratorio y la bodega. Se construirá con paredes de bloques de concreto, cerchas de acero, con techo de aluminio, o material similar resistente al ambiente geotérmico. En la sección de oficinas del edificio estará la oficina del jefe de la planta, la oficina del asistente, cubículos para operadores de máquinas, un cuarto de archivo, el área de mantenimiento, soda, servicios sanitarios, enfermería, cuarto de documentación, sala de reuniones, y al final un área de trabajo.

Casa de Máquinas: La casa de máquinas alojará la turbina / generador, el equipo auxiliar, y las áreas de mantenimiento. Se construirá en marcos de acero estructural con paredes de aluminio, las cuales serán aisladas para controlar la temperatura y para atenuación de ruido. En el edificio se montará una grúa-puente.

Edificio de Mantenimiento: El edificio de mantenimiento alojará las áreas de herramientas y mantenimiento posterior al montaje de tipo eléctrico, mecánico y civil del proyecto. La estructura será de acero con techo y paredes de aluminio, o material similar resistente al ambiente geotérmico.

2.2.4. Aspectos de Seguridad e Higiene

Se analizan y se dan recomendaciones en las dos fases del proyecto: construcción y operación. Se indican las principales leyes de vinculación en el área de Salud Ocupacional, así como entes externos ante emergencias del proyecto.

2.2.5. Plan de Contingencia

Las contingencias son eventos que podrían suceder o no. En este caso, si se presentan podrían dar origen a impactos negativos. Pueden tener su origen en acciones humanas, como un accidente de un empleado, o en amenazas naturales existentes en los sitios.

Contingencia posible, según su origen

Fenómeno	Actividad humana	Amenaza natural
Inundaciones		X
Terremotos		X
Aguaceros/ tormentas		X
Incendios	X	X
Accidentes con trabajadores	X	

Normalmente eventos como estos generan desastres, los cuales causan "alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, causadas por un suceso natural o generado por el hombre, que excede la capacidad de respuesta de la comunidad afectada".

Las siguientes recomendaciones tratan de "prevenir la ocurrencia, mitigar las pérdidas, prepararse para las consecuencias, alertar la presencia del fenómeno, responder a la emergencia y recuperarse de los efectos". Hay tres tipos de recomendación de acuerdo al momento de la aplicación.

Tipo de recomendación y acción

Momento	Tipo de acción
Antes	Prevención
	Mitigación
	Preparación
	Alerta
Durante	Respuesta
Después	Rehabilitación
	Reconstrucción

2.2.6 Áreas de influencia ambiental

Tal como se indica en el manual de "Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)", de la SETENA, del lunes 28 de junio del 2004, publicado en la Gaceta No. 125, estas áreas corresponden a los espacios geográficos que son afectados en sí mismos por las obras o actividades o que reciben impactos de la actividad del proyecto en forma directa e indirecta.

Para el caso del Proyecto Geotérmico Las Pailas las áreas de influencia ambiental son las siguientes: (Figura No. 2.3)

Área del proyecto (AP): Esta área es la que va ser afectada por la construcción del proyecto, cubre las obras civiles: instalaciones provisionales, plataformas, accesos, conducciones de los fluidos geotérmicos (lagunas, tuberías, vaporductos y estaciones separadoras), caminos, casa de máquinas, subestación, talleres, oficinas y bodegas. Su extensión aproximada es de 2.5 Km².

Un desarrollo geotérmico, a diferencia de otras modalidades de generación de energía eléctrica convencionales, permite dentro de los linderos del campo bajo explotación otros usos de la tierra, como las agropecuarias, forestales o de protección y el turismo, por ello el área de la finca no es neta, sino total ya que la propiedad es mas grande que el espacio de las obras

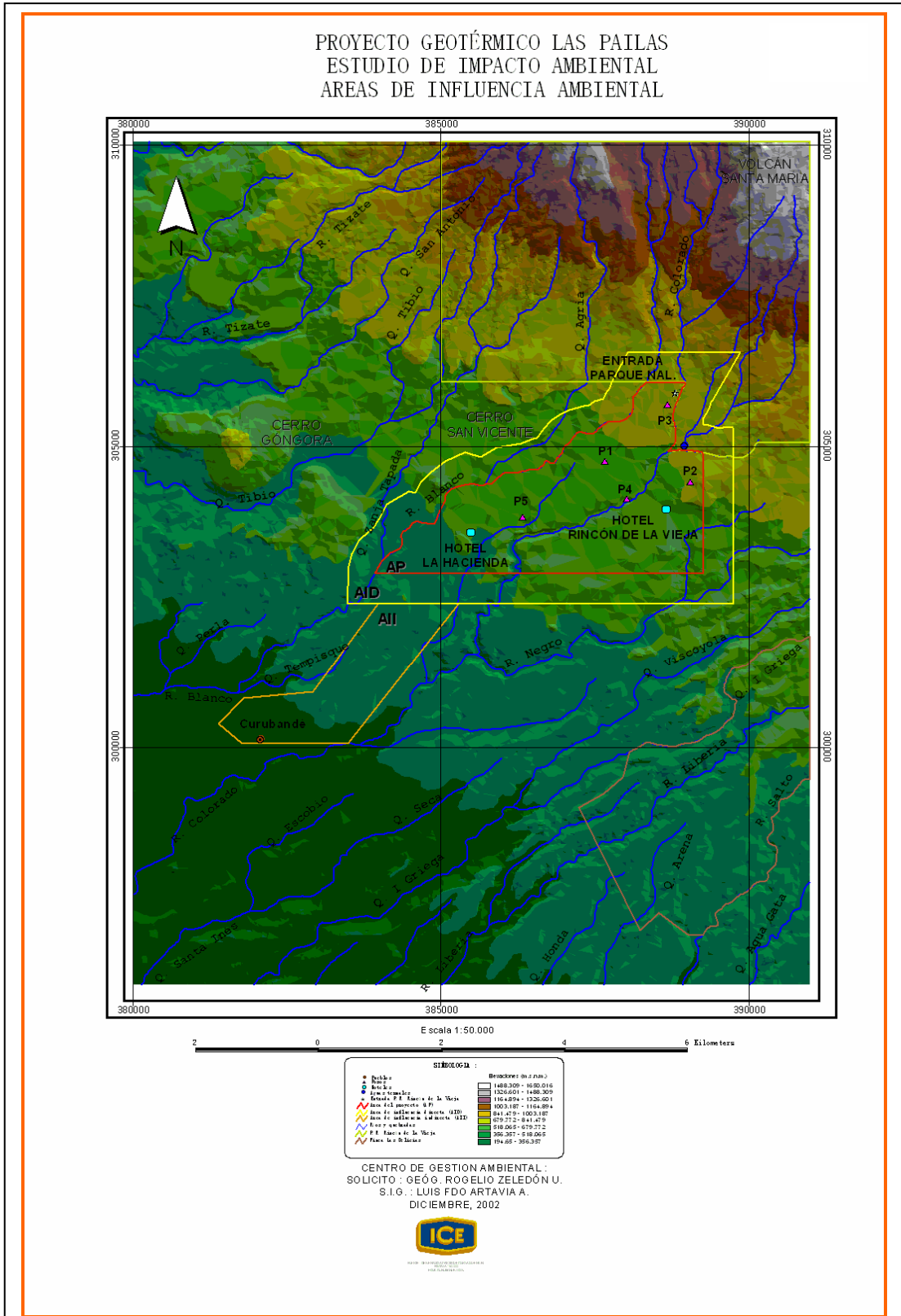


Figura No.2.3. Áreas de influencia ambiental

Área de influencia al área del proyecto: Corresponderá al espacio geográfico que podrá recibir impactos en forma directa durante las fases de construcción y operación del Proyecto. Esta se extiende en una franja de 500 m de ancho alrededor de los linderos del AP. Su extensión aproximada es de 1.87 km².

Al colindar el proyecto con el Parque Nacional Volcán de la Vieja, una pequeña porción de esta franja de tierras, quedarán dentro de los linderos del parque.

CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

3.1 AMBIENTE FISICO

3.1.1 Recursos Hídricos

El área de influencia ambiental al área del proyecto es compartida por las siguientes microcuencas: río Blanco, río Colorado, quebrada Victoria y río Negro sus cauces son de orden de 1 a 3, presentan un patrón de drenaje radial, paralelo.

Son ríos de montaña o torrentes, su área de drenaje hasta la salida de los sitios de exploración geotérmica es respectivamente: 24.03 Km², 24.09 Km², 3.34 Km² y 26.66 Km², estos 3 últimos salen como uno solo del área de influencia citada con el nombre de río Colorado.

De estas se debe resaltar la micro-cuenca de la quebrada Victoria, en ella a pesar de su pequeña extensión se ubican aproximadamente un 50 % de los pozos profundos ya perforados, además en ella surgen una serie de nacientes cuyas aguas son utilizadas para el abastecimiento de agua potable del Hotel La Hacienda Lodge. La toma de agua de Curubandé, esta localizada en la margen derecha de una represa ubicada en la Quebrada Victoria.

Los caudales de entrada de los ríos Blanco y Colorado al área del proyecto son de 0.44 m³/s y de 0.93 m³/s respectivamente; el primer río a la salida del área del proyecto duplica su escorrentía promedio (0.98 m³/s), en el caso del río Colorado el aumento en su escorrentía es casi 3 veces mayor (2.6 m³/s) ya que incluye las aguas del río Negro y de la quebrada Victoria.

En general son aguas que tienen una apariencia “cristalina” o transparentes en la mayor parte del año, a pesar de ello no son aptas para uso humano ya que tienden a ser ácidas y sulfatadas, al mezclarse con las aguas de los nacientes termo-minerales que afloran en las cercanías de sus cauces.

En cuanto a la calidad química de las aguas de lluvia, en los dos últimos 2 años se ha implementado una campaña de toma muestras en sitios ubicados dentro el área de influencia ambiental del proyecto, entre los parámetros registrados se destacan los valores de su pH, cuyos promedios oscilan entre el rango 5.2 (cercanías PGP 02) y 6.0 (centro de Curubandé).

Río Blanco: Bordea el proyecto por el sector noroeste. Este sitio presenta un sustrato muy rocoso, abundante corriente y se puede observar la presencia de

gran cantidad de hojarasca. Cabe mencionar la transparencia de sus aguas. Sobresalen además las rocas grandes y la ausencia de vegetación en las orillas. El bosque que rodea el cauce del río es en su mayoría de tipo decíduo.

Río Colorado: Atraviesa el proyecto por la parte baja en dirección suroeste. Aquí se puede observar un sustrato formado por rocas grandes y planas cubiertas por gran cantidad de algas, así como poca presencia de hojarasca. El río presenta un punto de corriente abundante. El bosque a su alrededor presenta en su mayoría vegetación desidua.

3.1.2 Recursos del Aire

Calidad del aire: Durante la operación normal de las plantas geotérmicas, se producen gases no condensables, los cuales son liberados a la atmósfera. De este tipo de gases, los que revierten importancia debido a sus efectos, ya sea sobre el medio o sobre la salud de las personas, son el dióxido de carbono (CO₂) y el sulfuro de hidrógeno (H₂S).

Dióxido de carbono (CO₂): El CO₂ es un gas que se encuentra en forma natural en la atmósfera, es inodoro y de sabor ácido. En altas concentraciones produce confusión mental, dolor de cabeza y finalmente pérdida de conciencia, inclusive puede ocasionar la muerte debido a alteración del pH de la sangre.

Sulfuro de Hidrogeno (H₂S): El H₂S es un gas venenoso que al igual que el CO₂ se encuentra en el aire proveniente de fuentes naturales tales como volcanes, fumarolas y materia orgánica en descomposición. El H₂S en bajas concentraciones causa efectos negativos en la flora. En los humanos causa lagrimeo, irritación de la mucosa nasal y afecta la visión debido a efectos en las corneas, en muy altas concentraciones puede ocasionar la muerte.

Ruido: A la fecha se han identificado los sitios de interés desde el punto de vista de impacto del ruido para la salud humana o los más vulnerables de ser afectados por cambios en los niveles de presión sonora dentro de las tres áreas de influencia ambiental del proyecto. En estos sitios se montó una campaña intensiva de mediciones de los niveles de ruido, la cual consistió en tomar mediciones en cada uno de esos sitios tres veces al día (en horas de la mañana, medio día y en la noche).

Los sitios escogidos para la ejecución de las mediciones de ruido fueron los siguientes: Instalaciones administrativas del Parque Nacional del Volcán Rincón de la Vieja (afuera), Hotel Rincón de la Vieja (adentro –afuera), calle frente a la plataforma del Pozo # 1, parcela de bosque natural colindante, Hotel Hacienda Guachipelín (adentro –afuera de las instalaciones), y el parque del centro urbano de la comunidad de Curubandé.

El sonido se midió en decibeles dB – (A), unidad que representa el nivel de presión sonora del ruido obtenido con un medidor de nivel sonoro, en interacción y con un filtro de ponderación A, simulando la forma en que es percibido por el oído humano.

3.1.3 RECURSOS DE LA TIERRA

GEOLOGÍA: La distribución de las diferentes unidades geológicas en los alrededores del proyecto se ha realizado con base en: reconocimiento de campo, descripción de perforaciones, interpretación de fotografías aéreas y de trabajos previos.

- Desde el punto de vista volcano-estratigráfico, se han utilizado nombres informales para las unidades geológicas que se mencionan a continuación en orden cronológico Formación Alcántaro (lavas e ignimbritas del Borde de Caldera)
- Formación Liberia
- Productos Cerro San Vicente
- Flujos Piroclásticos Guachipelín
- Lavas del Rincón de la Vieja
- Debris Avalancha.

GEOTECNIA: Las Áreas de Ingeniería Geológica e Ingeniería Geotécnica llevaron a cabo una investigación con el objeto de caracterizar los materiales de fundación en dos sitios propuestos para ubicar la Casa de Máquinas del Proyecto Geotérmico Las Pailas. La localización de dichos sitios se han definido como Sitio 1 y Sitio 3. El propósito básico de la investigación es definir el terreno que, desde el punto de vista geotécnico y geológico reúne, a nivel de factibilidad, las mejores condiciones para fundar la estructura mencionada. Los trabajos se realizaron de conformidad con la Orden de Servicio No. 4201-010706.

Dicha investigación contó con la participación del Centro de Servicio de Exploraciones Subterráneas, que realizó ensayos de refracción sísmica y resistividad eléctrica en ambos terrenos.

El área de investigación en el Sitio 1 corresponde a un rectángulo de 200.0 x 345.0 m con un área de 69000 m² y en el Sitio 3 uno de 120.0 x 320.0 m con un área de 38400 m². Desde el punto de vista topográfico ambos terrenos son básicamente planos. El terreno del Sitio 3 muestra una diferencia de elevación de alrededor de 7.0 m y una pendiente media de 3 grados. En el terreno donde se ubica el Sitio 1 la diferencia de elevación es de unos 10.0 m para una pendiente media de 4 grados. Estas estimaciones se realizaron en función de los dos perfiles longitudinales utilizados por el Centro de Servicios de Exploraciones Subterráneas para los ensayos de refracción sísmica y resistividad eléctrica. Se debe mencionar que la investigación se es de orden preliminar y no contempla por el momento la estimación de parámetros de resistencia para el diseño de las estructuras.

GEOMORFOLOGÍA: La descripción de las formas de relieve dominantes en el área parte de la clasificación de las formas de origen volcánico en geoformas asociadas. Relacionadas también con estas formas se han identificado otros grupos de geoformas originadas por procesos de agradación ver figura de unidades geomorfológicas. Se pueden identificar cinco unidades de relieve las cuales se señalan a continuación:

- Coladas de Lava.
- Depósitos volcánicos de piedemonte.
- Domos.
- Campos de Ignimbritas y Tobas
- Depósitos coluvio –aluviales.

SUELOS: En el área del PG Las Pailas, el mapa de suelos de Costa Rica, (Acón y Asociados, 1989) presenta suelos de los órdenes Entisol, Inceptisol y Alfisol. El Concepto de Entisol radica en suelos que tienen poco desarrollo de procesos genético en sus horizontes. La mayoría de ellos no tienen horizontes. En el área de estudio se reportan (Acón y Asociados, 1989) entisoles clasificados como Lithic Ustrothent y Typic Ustipsaments. Estos suelos se caracterizan por presentar texturas predominantemente gruesas pero que pueden variar desde moderadamente gruesas a medianas e inclusive moderadamente finas, de color pardo, pardo oliva a pardo amarillento en superficie y pardo grisáceo a gris en el subsuelo.

RIESGOS:

VULCANOLOGÍA: La actividad histórica del Rincón de la Vieja se remonta a la Colonia y se ha caracterizado por periódicas erupciones concentradas en el cráter principal con emanaciones de vapor de agua, gases sulfurosos y fumarolas intracráticas (actividad exhalativa).

En 1765 se da una breve y dudosa referencia sobre una erupción. En agosto de 1863 se registró una erupción corta. En junio de 1912 ocurrieron erupciones similares a las de 1863 (durante varios días los ríos tenían una coloración blanca lechosa). Entre abril y junio de 1922 ocurrieron fuertes emisiones de vapor y columnas de cenizas, con una actividad similar a la anterior, de tipo estromboliana, con gran cantidad de piroclastos y cráteres de impacto.

Hasta 1955 fueron descritas emisiones de vapor y una fuerte actividad fumarólica. Luego, el 29 de junio de 1963, se reportó una emisión constante de nubes de vapor desde el cráter activo.

SÍSMICIDAD: La sismicidad en la región de la provincia de Guanacaste en donde se asienta el Proyecto Geotérmico Las Pailas está caracterizada, al igual que el resto del país, por la ocurrencia periódica de terremotos y una alta tasa de sismicidad. Históricamente se ha registrado varios terremotos a escala regional, originados por fallamiento local o por la subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe, como los de 1911, 1916, 1935, 1941, 1950 y 1973. Las estructuras

caldéricas localizadas en la Cordillera de Guanacaste pueden ser consideradas otra fuente importante de actividad sísmica (Barquero et al., 2003).

PAISAJE RURAL: El espacio está constituido por un paisaje en constante evolución natural y antrópica. Esa evolución ha sido lenta porque los agentes modificadores son causas naturales, como los procesos geológicos, geomorfológicos; en otros casos, el agente modificador es el hombre con las actividades hoteleras y el cambio de uso de la tierra de bosque a pastizales. Esta evolución se verifica espacial y temporalmente por el resultado en la diversidad de paisajes.

3.2. AMBIENTE BIOTICO

➤ **ZONAS DE VIDA:** En el área de influencia del Proyecto Geotérmico Las Pailas se localizan las siguientes zonas de vida: basado en trabajo de campo y en el Mapa Ecológico de Costa Rica, basado en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de L.R. Holdridge, CCT / 1993: Bosque Húmedo Premontano transición Basal Tropical (bh-P Y Bosque Húmedo Tropical transición a Premontano (bh-T Δ) :

➤ **COBERTURA VEGETAL:** Una descripción detallada de esta área en aspectos como Geología, Geomorfología, Zonas de Vida, Hidrología, Suelos, Precipitación, Elevación, Uso del Suelo, Caminos, y Asentamientos humanos se encuentra en Zeledón et al (2002)

En las parcelas de estudio, se inventarió cada árbol: En primera instancia se determinó su especie botánica, se midió su diámetro normal con cinta diamétrica, se estimó su altura comercial y finalmente se estimó su altura total. En los charrales y potreros no se establecieron parcelas de muestreo sino que se hizo un recuento de las especies de plantas y su grado de abundancia.

➤ **DIVERSIDAD DE FAUNA:** Los remanentes boscosos existentes en el área de influencia del proyecto miden unas pocas hectáreas, y han logrado sobrevivir gracias a que contienen las nacientes de agua utilizadas por los habitantes de Curubandé y por los hoteles Guachipelín y Rincón de la Vieja Lodge. Lo que ha logrado desarrollar una variada diversidad faunística, propiciada por la cercanía del Parque Nacional Rincón de la Vieja (PNRV).

CAPITULO 4 AMBIENTE SOCIAL Y CULTURAL

El Capítulo, presenta los temas medioambientales relacionados con los grupos humanos y sus respectivos espacios y actividades que de una u otra forma, estarán relacionados de manera primaria y/o secundaria con la construcción y operación del Proyecto Geotérmico Las Pailas en el área de Las Pailas del Volcán Rincón de la Vieja, en la cordillera volcánica de Guanacaste.

Desde lo social, este Proyecto Geotérmico en particular, no ofrece mayores complicaciones dado que su área constructiva está situada a una distancia aproximada de 12 kilómetros de la comunidad de Curubandé (la cual esta a 12 km de la ciudad de Liberia), que es la más inmediata (Lámina 4.1).

Podría haber lo turístico, pero esta es una actividad que, a partir de la presencia del Parque Nacional Rincón de la Vieja, está muy localizada en dos establecimientos hoteleros que además están aislados ambos del resto del entorno social inmediato, dentro de la propiedad en que se construirá el PG, por el pago de un peaje para ingresar a la finca Guachipelín.



Lámina 4.1. Entorno del Proyecto Geotérmico Las Pailas. Curubandé, Liberia

Metodología para la definición de las áreas de influencia social: Se consideraron aspectos tales como:

- Regulaciones legales.
- Política ambiental del ICE.
- Antecedentes geotérmicos de Miravalles, Bagaces.
- Antecedentes de exploración del potencial geoenergético en Las Pailas.
- Tamaño de las obras por realizar. (Vaporductos, separadores, casa de máquinas, enfriadores, etc.)
- Etapa, tipo y duración de construcción de las obras.
- Etapa y duración de la operación del PG.
- Acciones de mantenimiento durante la operación del Proyecto.
- Accesos al área constructiva. Desde Bagaces y desde Liberia vía cementerio.
- Necesidades de transporte de trabajadores y de bienes materiales.
- Cercanía de población.
- Áreas hoteleras y capacidad instalada.
- Oferta turística y visitantes.
- Campamento del Proyecto
- Oferta de bienes y servicios para habitantes y migrantes.
- Capacidad empleadora del Proyecto.

4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE CURUBANDÉ

Como se observó, Curubandé fue definida como el único poblado dentro del área de influencia para el caso de una eventual construcción-operación de un proyecto de generación eléctrica por medio del recurso geotérmico en la zona de las Pailas.

En relación con la creación de este poblado de Curubandé, en una monografía elaborada por iniciativa de la Escuela de Curubandé, se dice:

“La comunidad de Curubandé, tiene sus orígenes en 1870, esta región estaba conformada por terrenos baldíos, propiedad del gobierno. Diez años más tarde aparece el primer dueño...” (Monografía, 2001)

En lo de interés continúa: “..., estas tierras eran parte del distrito de Cañas Dulces.

Se considera que debido a la actividad ganadera se logra poco a poco la colonización de esta zona, se hacían arreas de ganado entre la hacienda La Cueva y la hacienda Guachipelín, recorriendo estos territorios; peones dedicados a esta actividad observaron la posibilidad de instalarse con sus familias en estas tierras. Los primeros habitantes proceden de la población aledaña de Cañas Dulces.” (Monografía, 2001) El lugar de paso se colonizó y así se formó Curubandé.

Las referencias dicen que la hacienda La Cueva, siempre fue un importante foco de actividad económica, cuya relación fue siempre mayor hacia el lado de Cañas

Dulces, aunque durante el apogeo de dicha actividad, transportaba trabajadores desde Santa Cruz o Cañas. Por tanto su influencia era importante en el entorno inmediato, dentro del cual estaba el área que después sería el asiento de Curubandé. Según los datos obtenidos, es por el año de 1937 que se da una cercanía mayor en la relación entre las comunidades de Cañas Dulces y Curubandé.

Luego señala: “En el gobierno del Lic. Daniel Oduber Quiroz, 1974-1978, mediante gestión realizada por el diputado Prof. Asdrúbal Ocampo, Curubandé pasa a ser el quinto distrito del cantón de Liberia con sus caseríos Cereceda, El Gallo, Rodeito, Las Delicias y Colorado. En cuanto al nombre Curubandé, la Monografía referida señala: “El nombre de Curubandé, al momento es una incógnita su procedencia; sin embargo existen dos hipótesis de su origen: se arguye que dada la actividad ganadera, un potrero tenía ese nombre: Curubandé y con él se bautizó la comunidad naciente. Otras personas manifiestan otro criterio, que pareciera tener mayor credibilidad: esta región en la época precolombina fue habitada por indígenas, en esta zona había un palenque que en su organización familiar existía el cacique Curubandé, se cree que esta situación provoca el nombre futuro de la población.” (Ver lámina 4.2)



Lámina 4.2. Centro de Curubandé, de Liberia

En el estudio de MIDEPLAN conocido como Indicadores Socioeconómicos Distritales de 1999, este Distrito aparecía con 1478 habitantes como el menos poblado de los 5 distritos y el más pequeño.

Tenía 80.8 k2 para una densidad de 18.3 habitantes por km². El 87.8% de sus estudiantes de 1er. grado aprobaban, por encima de Liberia, Cañas Dulces y Nacascolo y únicamente por debajo de Mayorga. También su tasa general de mortalidad era la menor del Cantón. Tenía un 97.4% de cobertura eléctrica.

Según el Censo de Población y Vivienda del 2000, este Distrito ya contaba con 1812 habitantes dispersos en toda su geografía.

En el documento “Cálculo de población por provincia, cantón y distrito al 1 de julio 2004” elaborado por INEC, Curubandé todo como distrito reporta 1952 habitantes: 993 hombres y 959 mujeres.

En términos generales consiste en un área dominada económicamente por el latifundio, en medio de lo cual existen dos hoteles: Hacienda Guachipelín y Rincón de la Vieja Lodge. En su momento intrevino el IDA entregando algunas parcelas a un grupo de menos de 20 vecinos, pero la calidad de las tierras entregadas, al igual que las que predominan en la zona, no son las mejores para cultivarlas.

No obstante son una comunidad necesariamente visitada-atravesada por el turismo nacional y extranjero (sobre todo) que se dirigen hacia esos hoteles y hacia el Parque Nacional del Volcán Rincón de la Vieja. Pero esa es una ventaja comparativa que la comunidad no está todavía en posición de aprovechar como una fortaleza u oportunidad para el desarrollo.

Con relación a la posible construcción del PG Las Pailas, la única preocupación manifestada en Curubandé, estaría relacionada con el abastecimiento de agua potable cuya toma principal se abastece superficialmente del cauce de la quebrada Victoria, que en la cual parte alta, de su cauce pasa cerca del AP.

Por lo demás, en consultas hechas ante la oficina del Catastro en la Municipalidad, no caben las restricciones propias del Área de Conservación de Guanacaste, porque el PG está ubicado fuera del Parque Nacional Rincón de la Vieja.

Las regulaciones urbanas para el uso del suelo y ordenamiento territorial que están vigentes en la Municipalidad de Liberia, vía Plan Regulador, son exclusivamente para las áreas estrictamente urbanas. Lo demás lo manejan como zonas rurales, excepto las cabeceras de distrito que se manejan como uso residencial.

CAPÍTULO 5

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

El Plan de Gestión Ambiental se encuentra desglosado por áreas (elementos del medio) que se analizaron en el Estudio de Impacto Ambiental, incluyendo el impacto, la medida de mitigación, acciones a implementar, cronograma, responsables, y costo.

Los principales elementos del medio que se analizan en el Plan de Gestión Ambiental (PGA), son:

Geomorfología:

Cambio de microrelieve por presencia de obras del proyecto, por lo que hay que readecuar el diseño de las obras del proyecto acorde a la topografía actual del área.

Así como alteración de comportamiento de la escorrentía por cambio en el microrrelieve, por lo que se debe dar un manejo de aguas en excavaciones y acopio de materiales con trampas sedimentadoras.

Suelo / Derrame de aceite y combustibles

Mantenimiento en la ecología del suelo, por lo que se deberá construir trampas para aceites con su respectivo control para el manejo de fugas, y lugares para el almacenamiento y uso adecuado de los combustibles. Para ello debe cumplirse con el Reglamento sobre la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos, Decreto 30131-MINAE-S.

Aguas Superficiales y escorrentía

Instalar materiales con base granular permeable en las superficies de rodamiento y tránsito peatonal que lo permitan. Instalación de cunetas, cajas de desagüe, alcantarillas, aceras. Usar material con base granular permeable alrededor de las diferentes obras, entradas, estacionamientos, etc. Y mantener un monitoreo físico químico y biológico de las aguas de los ríos Negro y Colorado.

Generación de gases (emisiones)

En general, observar lo estipulado en la Gaceta 236 del 6 de diciembre de 1999, sobre el decreto No. 28280-MOPT-MINAE-S, relacionado con el Reglamento para el control y revisión técnica de las emisiones de gases contaminantes producidos por vehículos automotores, y establecer un protocolo medición frecuente de la concentración de los gases emitidos por la chimenea. La frecuencia será al menos una vez al mes durante el primer año de operación, y trimestralmente los siguientes años.

Cumplimiento de la normativa sobre Decreto N° 30221-S en lo referente a inmisiones, en el perímetro de la planta.

Temperatura del aire

Distribuir los equipos de modo que los puntos calientes se ubiquen del modo más concentrado posible y aislar térmicamente los equipos hasta donde el diseño lo permita, acorde con la tecnología seleccionada.

Contaminación sónica

El equipo a adquirir habrá de garantizar que en el borde límite de la propiedad, no supera 45 dBA a cualquier hora del día en el exterior de la vivienda más cercana, en el área de influencia directa, debido a que la mitigación correspondiente está contemplada en el diseño.

Paisaje

Cambio en la naturalidad del paisaje por construcción de obras civiles durante la etapa constructiva y por la permanencia de obras civiles como el Complejo casa de máquinas y otras obras puntuales conexas, obras lineales y por la escombrera. Como medidas se deben instalar vallas informativas ecológicas, hacer el diseño arquitectónico del complejo de casa de máquinas en armonía con el ambiente, enzacatar áreas alrededor de las obras puntuales, establecer y ubicar pantallas vegetales y pintar las obras con colores armónicos con el entorno natural

Social:

Se dará información del proyecto mediante charlas, reuniones, afiches y murales, los cuales versarán sobre temas de salud ocupacional, seguridad laboral, aspectos técnicos del proyecto, lineamientos ambientales establecidos por el ICE y aspectos relacionados con el manejo del patrimonio arqueológico. Un tema especialmente importante a tratar es el comportamiento social de los trabajadores; se debe llamar la atención para que mantengan un comportamiento respetuoso y socialmente aceptable, especialmente en las horas de ocio o tiempo libre. Estas charlas deben impartirse, al inicio de las labores de construcción.

La contribución a la conservación del entorno de parte del ICE sería un asunto que debe coordinarse adecuadamente a través del Director del proyecto para así, cumplir con sus lineamientos ambientales establecidos, y generar en la medida de las posibilidades la participación en programas ambientales con las organizaciones comunales de las comunidades aledañas al Proyecto:

Cotidianeidad o dinámica Social

Este aspecto también sería claramente impactado según muestra la experiencia en la construcción de obras importantes, en caso de que se dé la construcción de este Proyecto. La presencia de grupos numerosos de trabajadores, habitando un campamento o insertos en la comunidad, conlleva, aunque sea temporalmente, una serie de alteraciones en la cotidianeidad ocasionados por esa presencia

nueva, que cohabita en el mismo espacio. Se considera que en algún momento pueda haber 1000 trabajadores en las obras del PG Las Pailas, durante 36 meses

Crece la demanda de bienes y servicios (especialmente en horas nocturnas) relacionados con el ocio y el manejo del tiempo libre, entre los cuales sobre sale el consumo de bebidas espirituosas con posibles consecuencias para los migrantes y los locales que merecen un trabajo de prevención permanente con los habitantes y con los trabajadores. Se recomienda realizar un plan de información y educación al respecto para reducir o mitigar los posibles impactos, siempre que se integren nuevos trabajadores y en la comunidad antes y durante la construcción.

Servicios básicos

Evidentemente la comunidad de Curubandé tiene resuelta la disponibilidad de estos servicios y no se prevé afectación alguna excepto por la disponibilidad del recurso hídrico. Actualmente, el acueducto se alimenta de una toma de agua en la Quebrada Victoria que es afluente del Río Colorado. La localización de esa toma está cerca del área donde se construiría la Casa de Máquinas de este PG, razón por la cual existe una probabilidad media de afectar dicha toma. Su intensidad sería fuerte y su extensión sería alta. Su persistencia sería leve físicamente hablando, pero el impacto social sería importante.

Por otro lado, dadas las características químicas del recurso hídrico en la zona, incluyendo el que se destina al consumo, la fuente actual no tiene garantía de sostenibilidad en el tiempo. Por esta razón y para prevenir posibles impactos negativos en un tema tan sensible, se recomienda trasladar la toma de agua que sirve a Curubandé a la que actualmente abastece a Liberia, o en su lugar captar alguna fuente de los nacientes existentes en la ladera norte del cerro Góngora. Para ello habría que prolongar la tubería en el tramo necesario y entrar en coordinación con el A y A de Liberia.

Se debe poner atención también al camino de acceso a Curubandé por el incremento de circulación vehicular, así como al estado y capacidad de la escuela primaria, cuando el proyecto inicie labores.

Patrimonio Arqueológico

Con el propósito de proteger el Patrimonio Nacional Arqueológico el responsable ambiental deberá velar por el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación (prospección, supervisión de movimientos de tierra en casa de máquinas, cercar sitios funerarios en terrenos adquiridos por el ICE, traslado del petroglifo Zapote, charlas de sensibilización a la población) planteadas en este documento. Estas medidas se ejecutarán durante la etapa de construcción del proyecto; en el caso de la prospección deberá realizarse con antelación a cualquier movimiento de tierra ya que de este estudio puede derivarse una evaluación o rescate arqueológico. De requerir una evaluación o rescate se debe presentar una propuesta de investigación a la Comisión

Arqueológica Nacional, entidad encargada de otorgar permisos para realizar investigaciones arqueológicas en nuestro país.

Flora

La flora es uno de los elementos que se deben tener en cuenta en el PGA, por cuanto se manifiesta a lo largo del proyecto, como potreros con árboles aislados, charrales, vegetación herbácea y bosque secundario

Fauna

La fauna tiene importancia dentro del análisis ambiental del proyecto, por lo que se incluye dentro del PGA, ya que las diferentes actividades y obras del proyecto, afecta directa e indirectamente tanto insectos, como anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Subestación

En el suelo y paisaje se debe mantener atención constante para no alterar el entorno así como, limpieza, recolección y tratamiento adecuado de residuos sólidos y control sobre el vertido de sustancias líquidas y gaseosas.

Línea de transmisión:

En el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto Geotérmico Las Pailas, se dan recomendaciones o medidas correctoras que ayudarán a reducir, eliminar o compensar los efectos derivados de la construcción de la línea de transmisión, así como acciones responsables y costos de la actividad. Cabe indicar que algunas medidas correctoras ya están contempladas en el diseño del proyecto. Sus componentes son:

i. Geomorfología

La aplicación de las medidas ordinarias de construcción aplicadas a obras de este tipo (como diseño de acceso, alcantarillas, manejo de escombros, limpieza final de sitios, etc.), disminuyen el impacto en la geomorfología a niveles muy aceptables en las obras de transmisión.

ii. Suelos

Para instalar las torres hay que mejorar y/o construir caminos de acceso que implican cortes de terreno. Para mitigar el impacto se deben diseñar los caminos considerando ángulos de seguridad de taludes y las pendientes del terreno existente.

Igualmente se deberá canalizar el agua de escorrentía superficial a fin de disminuir el proceso de erosión hídrica; de ocurrir, se deberá realizar canalizaciones transversales que corten las aguas de escorrentía. El material excavado deberá disponerse en escombreras previamente seleccionadas.

iii. Vegetación

Debido a que durante la construcción de la línea de transmisión es necesario llevar a cabo la corta de algunos árboles a lo largo del trazado, es necesario realizar la plantación de material genético arbóreo en la región del proyecto. Se ha considerado en proyectos similares la plantación de 5 árboles por cada uno cortado.

No se debe realizar la corta a ras de suelo de la vegetación dentro de la servidumbre si se determina que ésta es de tipo herbáceo, por lo cual se le puede dejar crecer en forma natural.

A lo largo de las obras de transmisión la corta de árboles se debe restringir al mínimo indispensable, procediendo a desramar aquellos ejemplares que por su ubicación o porte no representen una seria amenaza para la integridad de la línea. Tal como sucede actualmente, se mantendrá la prohibición de la extracción de material vegetal del corredor por parte del personal asociado a la construcción y mantenimiento de esta obra.

Al evaluar la necesidad de corta o desrame de un árbol por amenaza de volcamiento se deberá tomar en cuenta:

- a. la dirección de los vientos dominantes,
- b. la orientación del relieve (pendiente),
- c. la disposición de las ramas del árbol (forma de la copa).
- d. la altura máxima conocida para la especie.

Dentro del carril se deberá respetar al máximo la vegetación herbácea y arbustiva que no exceda los límites de altura permitida, en función de las condiciones de diseño de la línea para cumplir con las normas de seguridad vigentes.

iv. Fauna

Aunque se ha determinado que la fauna no se verá afectada por el proyecto, es importante señalar la prohibición de la captura de la avifauna presente en el sitio del proyecto por los operarios que construyan la línea, lo mismo ocurre con la caza de las posibles especies de mamíferos presentes en la región como ardillas, conejos, zorros y armadillos.

La electrocución de aves posadas en las líneas se debe al contacto con dos conductores o, más a menudo, al contacto simultáneo con un conductor y el poste o torre. Algunas medidas como el aislamiento de crucetas, aisladores o conductores, y la protección de estructuras, se obtienen buenos resultados.

Cuando es posible se aísla un tramo de conductor o se modifican elementos de la estructura, aumentando su dimensión.

La medida más obvia para mitigar los riesgos de colisión de aves y aviones es la señalización de los cables, para aumentar su visibilidad. En este aspecto, se ha comprobado que las medidas aplicadas por las empresas eléctricas, tales como la

instalación de espirales de 30 cm de diámetro y tiras de neopreno de 35 cm de longitud, son recomendables para reducir la mortalidad de aves.

v. Paisaje

Es recomendable reforestar en tres estratos el borde de la servidumbre, utilizando especies propias de la zona, seleccionando especies de bajo porte para reducir el riesgo de salto de corriente. Como medida general, se debe prohibir quemas de residuos de construcción, bolsas y basuras entre otros, que pongan en peligro los hábitats presentes.

No deben quedar residuos de construcción, cualquier material de desecho deberá ser acarreado a un vertedero cercano para su disposición final.

vi. Socioeconomía

- a) Suministrar información detallada a los vecinos del área de influencia sobre los siguientes aspectos: Inicio de la construcción de las obras. Magnitud de las obras. Ventajas nacionales y regionales de la nueva transmisión. Inconvenientes que se producirán durante el período de construcción.
- b) Mantener información actualizada en relación con estudios sobre los campos electromagnéticos y la salud. Esto debido a que es un tema controversial que puede manifestarse en cualquier momento.
- c) Mantener una actitud de alerta ante cualquier manifestación de inquietud comunal a fin de atenderla y mantener el clima de armonía imperante al momento de hacer este estudio. Esta tarea podría estar a cargo del regente ambiental.
- d) Dar respuesta pronta y oportuna a las inquietudes comunales que se detecten o se notifiquen a la Institución.
- e) Rotular las torres con indicaciones de peligro, pues éstas transportarán energía de alta tensión.

En lo que se refiere a la construcción, operación y mantenimiento de estas líneas de transmisión, se debe considerar tres momentos: Montaje, operación y mantenimiento:

- **Montaje de la línea de transmisión:**

En esta fase del proyecto se debe tomar en cuenta:

- a. Movimientos de tierra.
- b. Reacondicionamiento y construcción de la infraestructura vial.
- c. Alteración del paisaje por la construcción de las obras de transmisión.
- d. Cambio local del uso de la tierra.
- e. Modificación de la microred de drenaje.
- f. Corta de vegetación a lo largo del corredor.
- g. Modificación de hábitats de la fauna.
- h. Modificación de la calidad de vida de la población.

- **Operación de la línea de transmisión:**

- a. Aumento de la contaminación sonora.

- b. Modificación del microdrenaje.
- c. Aumento del riesgo a deslizamientos.
- d. Modificación de la estructura y composición de la vegetación bajo la L.T.
- e. Aumento del riesgo de colisión de la avifauna.
- f. Aumento de los campos electromagnéticos locales.

- **Mantenimiento de la línea de transmisión.**

Durante esta fase las acciones más importantes sobre el medio local e inmediato son las siguientes:

- a. Control de vegetación, en el corredor de servidumbre
- b. Mantenimiento y control de caminos de accesos

5.1. ORGANIZACIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental, es el mecanismo para implementar los diferentes programas de recuperación, restitución, mitigación, prevención y compensación señalados en el plan de gestión ambiental, así como de realizar los ajustes en la fase de diseño de detalle, con base en las observaciones de la Inspección ambiental de la unidad ejecutora del ICE y SETENA.

Este apartado contiene las especificaciones mínimas funcionales ambientales, las cuales deberán seguirse durante la construcción y operación, del Proyecto Geotérmico Las Pailas, y algunas especificaciones las cuales se extienden hasta la operación y mantenimiento de la planta (Producción).

Estas especificaciones describen las actividades tendientes a prevenir, mitigar o compensar los potenciales impactos que se puedan presentar sobre los componentes ambientales del área de influencia del proyecto, como producto de la construcción, operación y mantenimiento.

Los programas de gestión ambiental se deberán ajustar durante la fase de ingeniería de detalle del proyecto manteniendo las especificaciones funcionales y eficiencias de los diferentes sistemas y se deberán implementar durante las etapas de construcción y operación.

Es obligación de acuerdo al Plan de Gestión Ambiental (PGA), nombrar y mantener un Responsable Ambiental para ejecutar y supervisar la funcionalidad y avances de cada una de las obras, planes y programas del Plan de Gestión Ambiental y demás medidas contempladas por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental – SETENA o aquellas que surjan durante la construcción y operación del proyecto.

Deberá presentar informes periódicos sobre los avances de la ingeniería ambiental, problemas y soluciones adoptadas en coordinación con la inspección ambiental del ICE, de acuerdo con el marco jurídico costarricense.

La Gestión Ambiental del proyecto tiene como objetivos:

- ◆ Ejecutar el plan de gestión ambiental del proyecto, materializado en las medidas, diseños de obras, procedimientos constructivos y programas complementarios.
- ◆ Garantizar durante la ejecución de los trabajos del proyecto, el cumplimiento de las normas ambientales incluidas en el estudio de impacto ambiental y especificaciones del mismo, tanto como las leyes y reglamentaciones ambientales emanadas de las Autoridades Ambientales competentes.
- ◆ Servir de herramienta fundamental de la gestión de sensibilización, tanto al interior del personal como del ICE, así como identificar los problemas ambientales, no considerados inicialmente en el Plan de Gestión Ambiental, y proponer e implementar las soluciones para ellos.

5.2 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

El Plan de Monitoreo y Seguimiento, es parte de la inspección general del proyecto y son el conjunto de actividades para el control y seguimiento de la ejecución del Plan de Gestión Ambiental para el desarrollo de la construcción, instalación y operación del Proyecto Geotérmico Las Pailas.

Los principales objetivos del plan de monitoreo y seguimiento o inspección ambiental, son los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento del plan de gestión ambiental del proyecto, materializado en las medidas de gestión, diseño de obras, procedimientos constructivos y programas complementarios.
- Realizar el seguimiento sistemático de los programas incluidos en el plan de gestión ambiental. Evaluar y registrar las recomendaciones respectivas para su mejoramiento.

- Vigilar el cumplimiento de la normatividad establecida para la preservación y conservación del medio ambiente y los recursos naturales emitidos por las autoridades ambientales competentes.

- Participar en conjunto con el Director del Proyecto, en el manejo de las relaciones con las entidades y autoridades externas encargadas de la vigilancia ambiental del proyecto, elaborar los informes sobre el avance del proyecto y la gestión ambiental.

- Establecer los mecanismos de respuesta inmediata frente a las desviaciones en el comportamiento de los ecosistemas alterados, por las actividades del proyecto tanto en la fase de construcción como de operación.

- Identificar problemas ambientales y sociales, no considerados inicialmente en el estudio de impacto ambiental, que surjan durante la construcción del

proyecto, y dar trámite a la instancia apropiada para que ésta propongan soluciones pertinentes.

- Exigir y certificar las pruebas necesarias para la verificación de la eficiencia y efectividad de los sistemas y medidas de control ambiental, necesarios para las actividades de construcción y operación.
- Diseñar y aplicar protocolos de prueba y recepción para cada uno de los subprogramas de gestión ambiental.
- Realizar informes periódicos a la inspección general y dirección de obra donde se informe trimestralmente sobre el cumplimiento, inconvenientes, ajustes y avance del Plan de Gestión Ambiental.
- De ninguna manera será responsabilidad del Responsable Ambiental, el monitoreo y seguimiento, llevar a cabo tareas y actividades de Gestión, que se contrapongan o hagan redundantes las labores en el proyecto.

En cuanto al área de Las Pailas, no se observa o se detecta un elemento o proceso natural que haga nula la viabilidad ambiental de un desarrollo geotérmico de las dimensiones pequeñas, aquí expuestas, y los elementos circundantes, en lugar de verse afectados serían beneficiados, ya que son actividades paralelas o no excluyentes, que en otras regiones del mundo se han incorporado a los desarrollos geotérmicos, como es el caso de Italia, Estados Unidos, Japón, Indonesia, México entre otros. (Ver cuadro No. 5.1, para detalle del plan de gestión ambiental)

Cuadro No. 5.1 Plan de Gestión Ambiental para la construcción y operación del Proyecto Geotérmico Las Pailas. ICE.

Elemento del medio	Impactos	Mitigación, prevención, compensación	Acciones	Cronograma	Responsable	Costo (\$)
BIOFISICO						
Geomorfología	-Escorrentía superficial por variación de microrrelieve.	-Drenaje superficial, manejo de aguas	Evitar acumulación, montículos y drenajes superficiales.	Construcción	Director PG Las Pailas	2500
Geomorfología	-Cambio de microrrelieve por Obras del proyecto	-Controlar las excavaciones, cuando la obra ha terminado -Estabilizar y colocar en los taludes zacate block o manicillo u otro material adecuado	Revegetar con plantas y árboles nativos de la zona en taludes y bermas, inmediatamente después de la conformación del talud	Paralelo a la fase de construcción del PG Las Pailas	Responsable Ambiental del PG Las Pailas	5000
Geomorfología	-Alteración de comportamiento de la escorrentía por cambio en el microrrelieve.	Manejo de aguas en excavaciones y acopio de materiales con trampas sedimentadoras	Aplicar las mejores prácticas de manejo de aguas superficiales como drenajes, alcantarillado, cunetas, cajas de registro, estabilización de taludes y disipadores de energía	Durante la construcción del Proyecto	Responsable ambiental del PG Las Pailas	4700
Paisaje /Turismo	-Obstrucción de vía hacia el Parque Nacional Volcán Rincón de la Vieja por flujo vehicular y construcción de obras.	Elaborar e instalar vallas informativas ecológicas sobre: 1.Obras en construcción 2.Obras geotérmicas de interés turístico	1. Elaborar e instalar una valla informativa ecológica de las obras en construcción Apartado 6.1.6.1 2. Divulgar la importancia y significado de las obras geotérmicas de interés turístico y sus componentes, por medio de una valla informativa. Apartado 6.1.6.1	1. Desde el inicio de la etapa de construcción 2. Inmediatamente al finalizar la construcción, debe ser permanente durante la operación	Director del Proyecto.	4000 Instalar al menos las dos vallas informativas ecológicas (Ver propuesta en anexo 5)
Paisaje	-Cambio en la naturalidad del paisaje por presencia de casa de Máquinas y obras puntuales conexas	1. Diseño arquitectónico de casa de máquinas en armonía con el ambiente 2. Establecer y ubicar pantalla vegetal al costado noroeste de la casa de máquinas 3. Establecer y ubicar pantalla vegetal alrededor de la casa de máquinas 4. Enzacar áreas alrededor de las obras	1. Diseñar la construcción de la obra con paredes en vidrio resistente con película tipo espejo para reflejar entorno natural Apartado 6.1.6.2 2. Establecer una pantalla vegetal de 600 m de zacate gigante al costado noroeste de la casa de máquinas (en el lindero de la vía al Volcán Rincón de la Vieja), propiedad del ICE Apartado 6.1.6.3. 3. Plantar árboles y arbustos en los cuatro costados de la casa de máquinas Apartado 6.1.6.2, Fig. 1 4. Enzacar espacios abiertos en los alrededores de las obras Apartado 6.1.6.3.c	1. Fase Diseño, C. S. Diseño y Encargado de construcción de la obra 2. Previo a construcción, si es época seca esperar la época lluviosa para que se establezca bien la pantalla (debe permanecer solo durante la construcción) 3. y 4. Inmediatamente al finalizar la construcción.	Director del Proyecto	1. Incluido en presupuesto del C.S. Diseño 2, 3 y 4, 3000

Paisaje	-Cambio en la naturalidad del paisaje por escombreras	1. Diseño armónico con el entorno geomorfológico 2. Revegetar las escombreras	1. El diseño final de las escombreras debe armonizar con el entorno geomorfológico actual, antes de la conformación de las mismas. 2. Plantar vegetación en los sitios utilizados como escombreras Apartado 6.1.6.4.a.	1. Fase diseño 2. Inmediatamente después de finalizar la conformación de las escombreras	Director del Proyecto	200/ha (estimado 1000)
Paisaje	-Cambio en la naturalidad del paisaje por inserción de obras lineales	1. Pintar tubería con tonos verdes armónicos con el entorno 2. Revegetar área paralela a las tuberías	1. Pintar vapoductos y otra tubería expuesta y silenciadores, con tonos verdes armónicos con el entorno, el color debe considerar las épocas: seca y lluviosa Apdo. 6.1.6.4.b. 2. Revegetar el lindero entre la tubería expuesta (vapoductos y otra tubería) y la calle hacia el Volcán Rincón de la Vieja, propiedad del ICE Apdo. 6.1.6.4.b.	Inmediatamente después de finalizar la construcción de las obras	Director del Proyecto	1. Incluido en presupuesto del C.S. Diseño 2. 8000
Suelo	-Cambio superficial del suelo por excavaciones y presencia de obras y escombreras. -Erosión por eliminación de cobertura. -Aumento en la escorrentía y erosión del suelo	-Enriquecimiento arbóreo y ornamental (Reforestación) -Ubicar suelo orgánico en aquellas zonas liberadas de obras y que hayan sido afectadas por el proyecto -Diseñar estructuras que favorezca la infiltración, alrededor de las obras. -Realizar obras de contención	-Plantar árboles, arbustos, frutales y ornamentales según sitios seleccionados y diseño propuesto -Sembrar ornamentales y árboles en los alrededores de las obras y en espacios y suelo orgánico. -Seguimiento y mantenimiento de las obras de restauración de suelos	-Inmediatamente al finalizar la fase de construcción	Responsable Ambiental del PG Las Pailas	5000.
suelo	-Emisiones de gases: lluvia ácida	-Control y monitoreo de emisiones y suelo. - Monitoreo y análisis de suelo	-Sembrar plantas y árboles nativos de la zona en los sitios de posibles afectaciones por emisiones para protección del suelo -llevar un control y seguimiento del suelo en el área de influencia directa del proyecto.	Al finalizar la fase de construcción	Responsable Ambiental del PG Las Pailas	5000.
Suelo	-Contaminación con materiales químicos inertes (sílice amorfo)	-Control y monitoreo periódico del suelo en área de subestación	Diseñar una bodega de almacenamiento	Fase de operación de la ST	UEN Transporte electricidad	20000.
Derrame de aceite y combustibles	-Sobre la flora del suelo -Sobre ecología del suelo y el subsuelo	-Establecimiento de trampas de aceites. Control y manejo de fugas	-Almacenamiento y uso adecuado de los combustibles -Diseñar áreas específicas para cambio de combustibles en maquinaria y equipo.	Durante la construcción y operación	Director del Proyecto	10000.
Suelo	Cortes de excavación en el terreno de caminos nuevos.	-Diseño adecuado de cortes de caminos	-Cálculo de ángulo de seguridad en el diseño de cortes. Canalizar agua de escorrentía para evitar erosión.	Asociado a construcción	Director del Proyecto.	3000.
Suelo	Ruptura y alteración del perfil del suelo por excavaciones	-Restaurar la cobertura del suelo con material orgánico, sobrante en las escombreras	-Plantar árboles, arbustos, y hierbas según sitios seleccionados y diseño propuesto - Ubicar la vegetación después de la construcción del proyecto.	-Inmediatamente al finalizar la fase de construcción.	Responsable Ambiental del P.G. Las Pailas.	3000..

SOCIAL						
Uso residencial	-Migración de personas hacia sitios cercanos al proyecto	-Ubicar de manera adecuada el máximo de trabajadores en el campamento. -Diseñar las obras del proyecto, guardando las normas de seguridad y de protección	-Construir las obras del proyecto a una distancia permisible y de acuerdo con las normas establecidas y a los linderos de la propiedad. -seguimiento y control del entorno.	-Durante las fases de construcción y operación del Proyecto.	Director Proyecto de	1000.
Calidad de vida	-Ruido, vibraciones y emisiones producidas por la operación del Centro	-Monitorear el ruido, las vibraciones y las emisiones, de acuerdo con los controles y especificaciones de las normas ambientales establecidas para tal efecto -establecer un Plan de Mantenimiento e Inspección periódico de la maquinaria y equipo del Centro -Cumplir las Acciones de Mitigación descritas en el Diseño de la obra -verificar que se cumpla con lo establecido en el Protocolo de Recepción de la obra.	-Utilizar tecnología apropiada que reduzca y controle el ruido, las vibraciones y las emisiones -Ejecutar el plan de mantenimiento e inspección ambiental. -Cumplir con las Acciones de Mitigación establecidas en Diseño de la obra -Cumplir con lo establecido en el Protocolo de Recepción de la obra.	-Construcción y operación.	Director Proyecto y Responsable Ambiental de	520000.
Servicios	-Aumento en la demanda de servicios. -Deficiencia en los servicios comunales.	-Mejora los servicios actuales requeridos de agua, telefonía, y electricidad, tramos de camino y construcción de aceras.	-Coordinar con los entes encargados de ofrecer los servicios básicos requeridos -Evaluar necesidades comunales.	-Durante la fase de construcción y del Proyecto	ICE, director de Proyecto y Responsable Ambiental. de	110000.
Salud y seguridad comunal	-Aumento del tránsito hacia el sitio del Proyecto -Aumento de riesgo para los peatones del área del Proyecto.	-Construir y diseñar la seguridad vial a la entrada del sitio del Proyecto, desde antes del inicio de las obras -Establecer un Sistema de Seguridad y Vigilancia para la entrada y salida de personas y maquinaria pesada del sitio del Proyecto.	-Restringir acceso a personas ajenas al sitio de construcción del Centro -Operar el Sistema de Seguridad y Vigilancia.	-Durante construcción la del Proyecto	Director Proyecto. de Y Responsable Ambiental	1000.
Dinámica sociocultural	-Alteración de la cotidianidad de la comunidad por la presencia de gran número de personas foráneos	-Trabajadores deben mantener normas de conducta respetuosas (especialmente en su tiempo de ocio), con la población nativa	-Mantener una coordinación adecuada para prevenir conflictos con la comunidad, a través de comunicación constante y aplicación de reglamentos internos de trabajo -Charlas para conocer normativa y reglamentos existentes y posibilidades de esparcimiento y recreación	-Durante construcción de Proyecto.	-Director Proyecto. de	1000..
	-Entorno con problemas ambientales	-Ofrecer información del Centro y del Proyecto a la comunidad -Ofrecer información y capacitar a los trabajadores sobre los temas de: salud ocupacional, seguridad laboral, lineamientos ambientales, y adecuado comportamiento social	-Instruir al personal, mediante charlas sobre la salud ocupacional, seguridad laboral, los lineamientos ambientales establecidos por el ICE. -Fomentar en todos los trabajadores aptitudes para que mantengan una conducta socialmente aceptable y de	-Construcción y operación	Responsable Ambiental Director Proyecto de	55000.

		-Velar porque el Proyecto cumpla con la legislación y los Lineamientos Ambientales establecidos por la Institución	respeto, con las poblaciones del área de influencia directa del Proyecto -Disponer de información básica sobre la energía eléctrica y otros aspectos.			
	-Desconocimiento y falta de capacitación de los trabajadores del proyecto y público en general	Mejorar la capacitación de los trabajadores del proyecto. -Mejorar el conocimiento del público en general sobre el proyecto. -Educar a los trabajadores y público.	-Generación de material didáctico para educación y capacitación. Comunicación en doble vía. -Educación y capacitación de los trabajadores y público en general.	Durante la construcción	Director de Proyecto., Responsable Ambiental. o.	100000.
Salud y seguridad laboral	-Aumento en los niveles de accidentes laborales -Ruido asociado a la construcción	-Velar porque se apliquen las normas de seguridad laboral respectivas -Capacitar al personal que participará en la construcción, en materia de seguridad laboral, previo al inicio de las obras.	-Patrono debe aplicar la Ley de Riesgos del Trabajo y sus reglamentos, y el Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo -Usar equipo de seguridad laboral apropiado	-Construcción	Director de Proyecto y Responsable Ambiental	8000.
Empleo	-Aumento en la oferta de trabajo de la zona	-Dar prioridad de contratación a los trabajadores de la zona	-Dar a conocer las necesidades reales de mano de obra requerida, y la temporalidad de los mismos.	-Durante las fases de construcción del Proyecto	Director de Proyecto	1000.
Valor de los inmuebles	-Aumento en la plusvalía de las tierras	Actualizar periódicamente los costos de propiedad	Prever futuras ampliaciones y sus respectivos costos	Construcción/ Operación	ICE, Avalúos	1000.
Patrimonio Arqueológico	Alteración de posibles sitios arqueológicos por movimiento de tierras durante la fase de construcción	Realizar una prospección arqueológica en los lugares donde se construirán las obras del proyecto, debe realizarse con anterioridad a cualquier movimiento de tierra o limpieza de vegetación.	Se requerirá la contratación de un profesional en arqueología. Esta labor incluye trabajo de campo, laboratorio y gabinete	La misma puede tener una duración de 2 meses (fase de construcción)	Director de Proyecto y Responsable ambiental	3400
		-Supervisión de movimientos de tierra en el terreno donde se instalará la casa de máquinas.	Contratación de un arqueólogo, durante la limpieza de vegetación y movimientos de tierra	Fase de Construcción: el tiempo estimado es de quince días	Director de Proyecto y Responsable ambiental	670
		-Colocar una cerca de alambre de púas con postes de concreto en los sitios arqueológicos de carácter funerario presentes en el terreno que el Proyecto pretende adquirir.	Asignar cuadrilla de peones y compra de materiales (postes, alambre, grapas)	Una vez adquiridos los terrenos por parte del ICE	-Director de Proyecto y Responsable ambiental	4720

		Traslado del petroglifo Zapote a un lugar (casa de máquinas) que reúna las condiciones adecuadas para su protección y conservación	Construcción de caseta abierta con planche de cemento, postes de madera y techo imitación teja o de acuerdo al diseño de la obra. Este lugar deberá contemplar una cédula explicativa. Contratación de un restaurador para labores de limpieza y conservación.	Durante la construcción de casa de máquinas	-Director de Proyecto Responsable ambiental	de y	9000
		Sensibilizar a la población de Curubandé sobre los recursos arqueológicos.	Se impartirán 3 charlas o talleres dirigidos a niños, adolescentes y adultos.	Durante la fase de construcción	Director de Proyecto. Responsable Ambiental	de	1000.
FLORA							
Vegetación	-Eliminación de vegetación por apertura de caminos -Eliminación de árboles	-Revegetación herbácea y arbustiva de caminos, taludes y bermas. -Reforestación árboles y mantenimiento por 2 primeros años.	-Protección de los terrenos para eficiente regeneración natural y regeneración inducida.	Inicio de época lluviosa	Director de Proyecto. Responsable	de	2.000.
Cobertura forestal	-Impacto en la cobertura vegetal -Impacto en cercas vivas	-Mantener vegetación herbácea en el sitio del Proyecto -reforestación de áreas disponibles al Proyecto	Reforestar en terrenos del Proyecto o particulares, según se amerite.	Inicio de época lluviosa	Director de Proyecto. Responsable	de	11500.
Cobertura forestal (escombreras)	Presencia de escombreras en áreas provistas de vegetación.	-Diseñar adecuadamente el sitio de escombreras, con sus respectivas bermas, taludes, drenajes y el material a depositar. -Diseño de compactación y nivelación.	-Coordinar con las obras del proyecto que requieran de remoción y nivelación de terrenos. -Elaborar plan para ubicación del material removido	Construcción	Director de Proyecto Encargado Ambiental	de y	50000
Cobertura forestal (Desechos)	-Generación de residuos orgánicos e inorgánicos	Realizar Plan de Gestión de Residuos, de acuerdo a lo descrito en el apartado de residuos del capítulo 2 de este estudio.	-Implementar el plan de gestión de residuos durante la construcción del proyecto	Construcción	Director de Proyecto Encargado Ambiental	del y	75000
Cobertura forestal (Incendios)	Impacto por la presencia de incendios forestales que ponga en peligro las obras del proyecto	-Elaborar un plan de prevención y control de incendios	-Implementar plan de control y prevención de incendios. - Control y monitoreo de aquellas áreas sensibles	Construcción	Director de Proyecto Encargado Ambiental	del y	67000
FAUNA							
Flora y Fauna	-Extracción de plantas y aves	-Prohibición y limitación de cacería y extracción de especies silvestres.	Educación ambiental a trabajadores.	En el inicio de la obra	Director de Proyecto. Responsable	de	1000.
Avifauna	-Colisión de aves	-Distractores de aves, y control y monitoreo	-Ubicación de señales distractoras	Asociado a construcción	Director de Proyecto. Responsable	de	3000.

Suelos, fauna, flora y agua	-Contaminación por generación de desechos sólidos de origen doméstico o constructivo	-Manejo de desechos sólidos y disposición en vertederos autorizados	-Apilamiento de material de embalaje y de residuos domésticos previa selección de desechos y traslado a escombrera	Inicio de la obra y durante su etapa de construcción y operación	Director Proyecto. Responsable	de 15000.
Suelo, fauna, flora y agua (Instalaciones)	Impacto por la presencia de Instalaciones temporales del proyecto	Diseñar un plan para recuperar los sitios ocupados por instalaciones temporales, conservando y mejorando el entorno	Realizar un programa de desmantelamiento coordinado con el fin del proyecto, evitando el aspecto de abandono.	Al final de la construcción	Director Proyecto. Responsable	de 6000
Fauna acuática y terrestre	-Derrame de aceites y combustibles sobre la fauna acuática. -Sobre ecología acuática -Sobre la fauna suelo -Sobre contaminación del agua	-Establecimiento de trampas de aceites. -Control y manejo de fugas -Establecimiento de áreas para cambio de aceites y mantenimiento de vehículos -Regenerar hábitats apropiados a través de reforestación. -Estabilizar el área afectada -mantenimiento adecuado y control del entorno (monitoreo físico-químico)	-Establecimiento de monitoreo y mantenimiento de equipo. -Control de zonas de lavado de maquinaria y equipo -Construir sitios para almacenamiento y disposición aceites. -Diseñar programas de educación ambiental -Disponer adecuadamente de los desechos aceitosos y generar cultura de protección y mejoramiento del entorno. -Monitoreo periódico de equipo y maquinaria y seguimiento ambiental: - Monitoreo físico-químico e hidrológico en quebradas y ríos -Monitoreo periódico de los desechos del mantenimiento del equipo y maquinaria	Construcción y operación	Director Proyecto. Responsable	de 30000.
AGUA						
Aguas Superficiales y escorrentía	-Reducción de la tasa de infiltración de agua por impermeabilización de superficies recubiertas	-Instalar materiales con base granular permeable en superficies de rodamiento y tránsito peatonal que lo permitan. -Instalación de cunetas, cajas de desagüe, alcantarillas, aceras.	-Usar adoquines, zacate, block, u otro material con base granular permeable alrededor de las diferentes obras, entradas, estacionamientos. -Coordinar con el Director PG Pailas	Durante construcción	Responsable ambiental PG Las Pailas,	8000.
	Presencia de plataformas de perforación en el área del proyecto	-Construir cercado con malla ciclón para seguridad de las obras y del entorno. -Impermeabilización de lagunas de lodos. -Canalización de aguas y trampas. Compactación, nivelación y drenajes adecuados en los terrenos alrededor de las plataformas	Diseño adecuado de las obras paralelas a las plataformas como compactación, nivelación, drenajes, canalización de aguas e impermeabilización de lagunas.	Durante construcción	Responsable ambiental PG Las Pailas	76600

SUBESTACIÓN						
Vegetación	-Eliminación de vegetación propia de charral	Siembra de cercas vivas en camino de acceso y manejo de jardín	-Instalación de plantas de porte bajo en jardines y mantenimiento de cercas vivas	Después de concluir ST y en fase de Operación	Responsable Ambiental	1000.
Fauna	-Colisión de avifauna y extracción de animales	-Medidas protectoras de aves	-Instalación de cedazos y de rótulos de advertencia de Prohibición de cacería.	Construcción operación de ST	Director de Proyecto. Responsable	2500.
Suelo y agua	-Riesgo a derrame de aceite dieléctrico de un transformador	-Diseño que considere y mitigue este riesgo	-Diseño apropiado y supervisión de ejecución	Diseño estándar y construcción	Director de Proyecto. Responsable	1500.
Suelo	-Derrame de combustibles y lubricantes	-Recolección con materiales absorbentes (aserrín, arena, etc.)	-Absorción del derrame y extracción de área de ST.	Fase de construcción y operación de la ST	Director de Proyecto. Responsable ambiental	1500.
ATMÓSFERA						
Aire	-Emisión de gases	- Efectuar mediciones periódicas de las emisiones de gases, al menos una vez al mes durante el primer año de operación y trimestralmente a partir del segundo año cuando se requiera operar la planta. -Coordinar la vigilancia del estado de la salud de los empleados de la planta, a través de los registros médicos laborales. El chequeo se hará anualmente e incluirá entre otras audiometrías, pruebas en sangre, sistema respiratorio, estrés, etc. -Cumplir con la normativa vigente en lo referente a las emisiones e inmisiones de gases,	-Seleccionar, adecuar e implementar los métodos de monitoreo más apropiados a las condiciones de la planta, con los datos disponibles y las tecnologías adecuadas. -La selección de los métodos de análisis se hará en conjunto entre el fabricante y el operador, y estará sujeto a la tecnología de generación que se considere la más apropiada. -Monitoreo periódico en sitios predefinidos -Monitoreo trimestral para H ₂ S -Cumplimiento de la normativa ambiental nacional referida a emisiones, y al Decreto N° 30221-S en lo referente a inmisiones, en el perímetro de la planta	Periodo de operación de la planta	PG Las Pailas UEN Producción Responsable ambiental	84000.
	-Calidad atmosférica vs pruebas de equipos	Para realizar pruebas de equipo, principalmente en la casa de máquinas y durante los sopladors de tubería, se presentan cantidades considerables de ruido, como producto normal de las pruebas.	Control y monitoreo durante las pruebas	Construcción/operación	Director del Proyecto Responsable ambiental	10000.
	-Calidad atmosférica vs Manejo de fluidos	El manejo de los fluidos, es indispensable para la operación del campo, y para ello es necesario realizar una serie de actividades que implican la generación de ruidos en diferentes puntos del campo.	-Control en el manejo de fluidos	Construcción/operación	Director del Proyecto Responsable ambiental	4200.

	-Calidad atmosférica vs Operación de la Planta	Para la operación de las plantas geotérmicas, es necesario realizar una serie de actividades que implican la emisión continua de gases a la atmósfera. Por lo que es necesario mantener controles para garantizar que no se sobrepasen los límites establecidos para evitar efectos en las personas.	Control y monitoreo periódico	Operación	Director del Proyecto Responsable ambiental	4000.
Temperatura del aire	-Aumento en la temperatura local del aire por irradiación de calor	-Distribuir los equipos de modo que los puntos calientes se ubiquen del modo más concentrado posible. -Aislar térmicamente los equipos hasta donde el diseño lo permita, acorde con la tecnología seleccionada	-Mantener comunicación al personal de planta para que tomen las medidas preventivas pertinentes. -Proveer al personal de ropas aislantes térmicas para ejecutar labores en sitios calientes.	Periodo de operación de la planta	PG Las Pailas UEN Producción Unidad de Salud Ocupacional	4000.
Contaminación sónica	-Producción de ruido y vibraciones por la operación de la planta	-El equipo a adquirir habrá de garantizar que en el borde límite de la propiedad, no supera 45 dBA* a cualquier hora del día en el exterior de la vivienda más cercana. Si no se cumple, diseñar barreras y pantallas acústicas pertinentes, si es que no están contempladas en el diseño. -*De acuerdo a la norma nacional	-Efectuar un estudio de ruido del sitio en condiciones anteriores y posteriores a la construcción de las obras (isófonas). Este estudio se repetirá cada cinco años en el periodo de operación para verificar cambios en el entorno. -Realizar monitoreos periódicos de ruido en la planta y en el área de influencia directa, una vez al año. El primer año se hará trimestralmente. ---Durante la operación de la planta.	Periodo de operación de la planta	Director del Proyecto Responsable ambiental	5000.
LÍNEA DE TRANSMISIÓN						
Geomorfología	-Escorrentía superficial por variación de microrrelieve.	-Drenaje superficial, manejo de aguas	-Evitar acumulación, montículos y drenajes superficiales.	Asociado a su construcción	Director de Proyecto. Responsable líneas y de transmisión	2000.
Suelos	-Cortes de excavación en el terreno de caminos nuevos.	-Diseño adecuado de cortes de caminos	-Cálculo de ángulo de seguridad en el diseño de cortes. Canalizar agua de escorrentía para evitar erosión.	Asociado a construcción	Director del Proyecto Responsable ambiental	2000.
Suelos	-Inestabilidad por apertura de caminos y de sitios de torres	-Estabilidad de caminos y algunas torres	-Empernado de sitios inestables y manejo de aguas superficiales	Asociado a construcción	Director del Proyecto Responsable ambiental	6000
Vegetación	-Eliminación de vegetación por apertura de caminos	-Revegetación herbácea de caminos y taludes.	-Protección de los terrenos para eficiente regeneración natural y regeneración inducida.	Inicio de época lluviosa	Director del Proyecto Responsable ambiental	2500.

	-Eliminación de árboles en trocha	-Reforestación árboles y mantenimiento - Plan de corta y reforestación	-Inventario forestal para obtención de permisos de corta -Plan de manejo de la corta -Elaborar un plan de reforestación para plantación en terrenos del ICE o particulares -Cortar lo mínimo indispensable en la trocha, nunca tala raza	Construcción: Inicio de época lluviosa	Director Proyecto Responsable ambiental del	5.000.
Calidad de las Aguas	-Contaminación por sedimentos	-Diseño de caminos -Manejo de aguas en caminos y sitios de torre -Diseño de cortes	-Selección de rutas para caminos de menor pendiente -Uso de alcantarillas en ríos, en áreas anegadas empernado y manejo de aguas superficiales -Cálculo de ángulo de seguridad en el diseño de cortes. Canalizar agua de escorrentía para evitar erosión. -Cuneteo y corta corrientes en áreas de pendiente -No volcar suelo removido sobre ríos y quebradas	Medidas de diseño Construcción	Director Proyecto Responsable ambiental del	5000
Agua	-Riesgo a derrame de aceite dieléctrico de un transformador	-Diseño que considere y mitigue este riesgo	-Diseño apropiado y supervisión de ejecución	Asociado a construcción	Director Proyecto Responsable ambiental del	Asociado al diseño.
Flora y Fauna	-Extracción de plantas y aves	-Prohibición y limitación de cacería y extracción de especies silvestres.	-Educación ambiental a trabajadores.	En el inicio de la obra	Director Proyecto Responsable ambiental del	1000.
Avifauna	-Colisión de aves	-Distractores de aves, y control y monitoreo	-Ubicación de señales.	Asociado a construcción	Director Proyecto Responsable ambiental del	1500.
Suelos, fauna, flora y agua	Alteración temporal de hábitats	-Diseño de ruta -Programación de actividades de apertura de trocha -Capacitación a personal de campo	-Apilamiento de material de embalaje.. -Diseño final de ruta por grupo interdisciplinario para no romper continuidad de corredores -Considerar variables de diseño para amoldar las características de la línea a los pasos por corredores -Planeamiento de las labores de apertura de trocha para no interferir migraciones y épocas reproductivas	Inicio de la obra y durante su etapa de construcción	Director Proyecto Responsable ambiental del	4800.

			-Instruir al personal para no coleccionar especies			
Social	-Inquietud comunal ante la construcción de línea de transmisión	-Contacto con la comunidad. -Señalamiento vial -Colocación de señales viales	-Establecer canales de comunicación para aclarar duda e inquietudes. -Distribución de folletos divulgativos	Construcción	Director Proyecto Responsable ambiental	del 1800
Seguridad	-Riesgo por construcción de líneas	-Uso de equipo de seguridad y educación a trabajadores	-Capacitación al personal involucrado y uso de equipo apropiado	Durante la construcción	Director Proyecto Responsable ambiental	del 1300.
Paisaje	-Intrusión visual	-Selección de ruta	-Adoptar los lineamientos de selección de la alternativa de ruta	Diseño final de ruta.	Director Proyecto Responsable ambiental	del 800.
Paisaje	-Alteración de calidad de paisaje	-Reforestación con especies apropiadas	-Siembra de enredaderas y plantas ornamentales	Durante la construcción y al finalizar	Director Proyecto Responsable ambiental	del 4000.
Atmósfera	-Riesgos de incendio	-Control de materiales inflamables	-Evitar acumulación, montículos y drenajes superficiales. -Colectar residuos (vidrio en particular) y dispone en plantel -No quemar residuos -No verter líquidos inflamables -Prevenir riesgos de fuego	Izado de torres Apertura de Trocha Labores de mantenimiento	Director Proyecto Responsable ambiental	del 1900.
Ruido	-Incremento de ruido audible	-Se reduce con la distancia que se deja con las servidumbres	-Mantener como distancia mínima de servidumbre 15 m de ancho a ambos lados de LT	Durante la fase de adquisición de servidumbres	Director Proyecto Responsable ambiental	del 5000.

Nota: C: Construcción, O: Operación, PG: Proyecto Geotérmico, PYSA: Proyectos y Servicios Asociados, UEN: Unidad Estratégica de Negocios, ICE: Instituto Costarricense de Electricidad.