



Documento de Impacto Ambiental (DIA)

Proyecto Reconversión Tecnológica en San Jacinto
Tizate para la Generación de 72 MW de Energía
Eléctrica

Noviembre 2008



Índice

RESUMEN EJECUTIVO	12
1. INTRODUCCION	15
1.1. ANTECEDENTES.....	16
2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION	18
2.1. OBJETIVOS DEL DIA	18
2.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	18
2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	18
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO	20
3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	21
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO Y POZOS EXISTENTES	22
3.3 RECONVERSIÓN TECNOLÓGICA.....	24
3.4 FASES DEL PROYECTO	24
3.5 ETAPAS DEL PROYECTO.....	25
3.5.1 Etapa de Construcción	28
3.5.2. Etapa de Operación	31
3.5.3. Etapa de Cierre	32
4. ASPECTOS LEGALES.....	34
5. DIAGNÓSTICO INICIAL.....	35
6 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	39
6.1 Enfoque Metodológico RIAM.....	39
6.2 COMPARACIÓN DE LOS IMPACTOS SIN Y CON EL PROYECTO	40
5.3 IMPACTOS EN EL MEDIO FÍSICO – QUÍMICO	44
5.3.1 Residuos Sólidos.....	44
5.3.2 Residuos Líquidos	45
5.3.3 Cambios en los Suelos y Subsuelos	45
5.3.4 Cambios en los Niveles de Ruido	47
5.3.5 Cambios en la Calidad del Aire	49
5.3.6 Cambios en la Calidad y Cantidad de Agua	50
5.4 IMPACTOS EN EL MEDIO BIOLÓGICO - ECOLÓGICO.....	50
5.5 IMPACTOS EN EL MEDIO SOCIO - CULTURAL	51
5.6 IMPACTOS EN EL MEDIO ECONÓMICO – OPERATIVO	53
1. PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIO-AMBIENTAL	54
6.1 INTRODUCCIÓN	54
6.2 OBJETIVOS DEL PLAN.....	54
6.3 ESTRUCTURA DEL PLAN	54
6.4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN	55
6.4.1 El Medio Físico - Químico	55
6.4.2 . El Medio Biológico - Ecológico	57
6.4.3 . El Medio Socio – Cultural y Económico - Operacional	58

Documento de Impacto Ambiental "Proyecto de Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72MW de Energía Eléctrica"

6.5	PLAN DE MONITOREO.....	58
6.5.1	Monitoreo del aire.....	59
6.5.2	Monitoreo del agua.....	59
6.5.3	Monitoreo de las deformaciones y movimientos del suelo.....	59
6.5.4	Fortalecimiento de la Línea de Base Existente.....	59
6.6	PLAN DE CONTINGENCIA.....	60
6.6.1	Plan de Salud y Seguridad Ocupacional.....	60
6.6.2	Plan de Prevención, Mitigación y Atención a Desastres.....	62
6.7	PLAN DE MANEJO DE DESECHOS.....	63
6.7.1	Residuos sólidos.....	63
6.7.2	Residuos líquidos.....	65
6.7.3	Manejo de Hidrocarburos.....	65
6.8	PLAN DE REFORESTACIÓN.....	68
6.9	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	72
6.10	COSTO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIO – AMBIENTAL.....	73
6.10.1	Programas de Monitoreo.....	73
2.	CONCLUSIONES.....	74
	BIBLIOGRAFIA.....	75

Índice de Ilustraciones

Ilustración N° 1 Mapa de Ubicación	21
Ilustración N° 2. Zonas de Reservorios R-1 y R-2	21
Ilustración N° 3 y 4. Isotermas y Modelo conceptual del Reservorio	22
Ilustración N° 5: Vista en dos dimensiones de un Perfil W-E del sitio (Fuente: SKM)	23
Ilustración N° 6: Fase I B/P Instalación de 2 turbinas BPU	24
Ilustración N° 7: Fase I MCT	25
Ilustración N° 8: Vista de la actual planta de generación	28
Ilustración N° 9. Plataforma de Reinyección SJ-R.....	29
Ilustración N° 10. Tratamiento de Lodos	30
Ilustración N° 11. Esbozo de Marco Legal aplicable al Proyecto	34
Ilustración N° 12. Componentes del Medio Ambiente.....	40
Ilustración N° 13. Mapa de influencia directa e indirecta con el proyecto	41
Ilustración N° 14: Ubicación de los bancos de materiales (mapa base)	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración N° 15: Área de impacto de los ruidos (LaGEO).....	48
Ilustración N° 16: Área de impacto de Dióxido de Carbono (CO ₂) (LaGEO)	49
Ilustración N° 17: Área de impacto de gases de ácido sulfhídrico (H ₂ S) (LaGEO).....	49
Ilustración N° 18: Estructura del PGSA de San Jacinto - Tizate.....	55
Ilustración N° 19 Áreas a reforestar.	70

Tabla de Abreviaturas

AID:	Área de Influencia Directa
AIID:	Área de Influencia Indirecta
AMUNIC:	Asociación de Municipios de Nicaragua
BM:	Banco de Materiales
BPU:	Unidades de Contrapresión
CDM:	Comité de Desarrollo Municipal
CEPRODEL:	Centro de Promoción del Desarrollo Local
CDC:	Comités de Desarrollo Comunitario
COMUPRED:	Comités Municipales de Prevención, Atención y Mitigación de Desastres.
CPC:	Comités de Poder Ciudadano

EA:	Evaluación Ambiental
EIA:	Estudio de Impacto Ambiental
ENACAL:	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
ENEL:	Empresa Nicaragüense de Electricidad
FOMAV:	Fondo de Mantenimiento Vial
INAFOR:	Instituto Nacional Forestal
INAA:	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INE:	Instituto Nicaragüense de Energía
INEC:	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo
INETER:	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INMINE:	Instituto Nicaragüense de la Minería
INTA:	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuario
INE:	Instituto Nicaragüense de Energía
MARENA:	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MAGFOR:	Ministerio Agropecuario y Forestal
MCA:	Corporación Reto del Milenio
MEM:	Ministerio de Energía y Minas
MINSA:	Ministerio de Salud
MTI:	Ministerio de Transporte e Infraestructura
NTON:	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense
ONGs:	Organismos No Gubernamentales
PAR:	Plan de Acción de Reasentamiento
PENSA:	Polaris Energy Nicaragua, S.A.

PGA:	Plan de Gestión Ambiental
PGSA:	Programa de Gestión Socio Ambiental
PPM:	Partes por millón
RIAM:	Método de Evaluación Rápida de Impactos
RPF:	Política de Reasentamiento y Adquisición de Tierras
SILAIS:	Sistema Local de Atención Integral en Salud
SIN:	Sistema Interconectado Nacional
SINAPRED:	Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres
SJT:	San Jacinto Tizate
SKM:	Sinclair Knight Merz
TCM:	Turbinas de Condensación Modular
TDR:	Términos de Referencia
UAM:	Unidad Ambiental

Glosario de términos

- Aisladores: Material para sostener los conductores eléctricos.
- Barita: Mineral cristalino e incoloro de sulfato de bario. Entre otros usos, es un aditivo pesado para lodos de perforación que incrementa la densidad de los mismos.
- Bentonita Sódica: Arcilla plástica que contiene principalmente sílice coloidal, caracterizada por la propiedad de aumentar varias veces su volumen al ponerse en contacto con el agua.
- Campo electromagnético: Campo físico que afecta a partículas eléctricas.
- Campo Geotérmico: Área delimitada por los pozos geotérmicos exploratorios y que corresponde a la extensión del yacimiento por explotar
- Central Geotérmica: Producción de energía eléctrica aprovechando la energía cinética del vapor contenido en el magma terrestre.
- Central Hidroeléctrica: Producción de energía eléctrica aprovechando la energía cinética del agua.
- Construcción: Todas aquellas actividades asociadas a la perforación de un pozo geotérmico exploratorio, que incluyen: acondicionamiento del sitio, obras civiles, montaje de maquinaria y equipo y la propia perforación y terminación del pozo.
- Diagrama unifilar: Representación unidimensional de un sistema eléctrico.
- dBA: Decibeles acústicos.
- Disponibilidad: Tiempo en que la central geotérmica está habilitada para producir energía.
- Equipos de Perforación: Maquinaria para perforar o dar mantenimiento a pozos geotérmicos.
- Evaluación preliminar del pozo geotérmico: Actividad que se desarrolla posterior a la perforación del pozo geotérmico, y tiene como objetivo conocer la producción y características de los fluidos obtenidos para determinar la factibilidad de producción del yacimiento.

- Factor de Planta: Medida del grado de utilización de la central geotérmica.
- Fluido Geotérmico: Mezcla extraída de los pozos geotérmicos compuesta por agua y vapor, así como por sales y gases no condensables como el bióxido de carbono y ácido sulfhídrico.
- Fluido de Perforación: Líquido de propiedades fisicoquímicas controladas, compuesto por agua, agua con bentonita sódica o barita, aire, aire con espumantes o lodos orgánicos, que entre otras funciones, tiene la de acarrear los recortes de perforación, lubricar la barrena de perforación, limpiar y acondicionar el agujero del pozo y contrarrestar la presión del yacimiento.
- Generador eléctrico: Máquina eléctrica que transforma la energía cinética en energía eléctrica.
- Geotermia: Fuente de energía renovable relacionada con volcanes, géiseres, aguas termales y zonas tectónicas. La energía geotérmica es el calor interno que se genera a partir de la actividad geológica de la Tierra, que se manifiesta al ascender a la superficie en forma de agua caliente o vapor.
- Hondas Eléctricas de baja frecuencia: Campos electromagnético capaz de modificar la estructura celular de los seres humanos.
- Impermeabilización: Actividad que se realiza para evitar la infiltración en el subsuelo de materiales o residuos que pudieran contaminarlo.
- KV: Múltiplo de la unidad fundamental el "Voltio" (Mil voltios).
- KVA: Unidad para la describir la potencia eléctrica en un transformador (kilo-voltio-amperio).
- Línea de transmisión: Conductores eléctricos que transportan la energía a través del sistema interconectado nacional.
- Lona plastificada: Cubierta empleada para impermeabilizar el terreno susceptible de ser contaminado con motivo de las actividades de perforación de los pozos.
- MW: Múltiplo de la unidad fundamental (millones de watt o millones de vatios).
- Nivel Freático: Nivel superior de la zona saturada de la formación, en el cual

- el agua contenida en los poros se encuentra sometida a la presión atmosférica.
- Nodo de conexión: Unión física para la conexión o interconexión de sistemas eléctricos.
 - Perforación de pozos: Conjunto de actividades necesarias a desarrollar en un lugar específico para la obtención de información geológica y extracción de vapor geotérmico, a través de construcción de pozos.
 - Plataforma de Perforación: Área para la instalación y operación de un equipo de perforación de pozos con los accesorios y maniobras correspondientes, así como las casas móviles.
 - Pilas de Lodos
Fosa que se hace cerca de la plataforma, con objeto de almacenar temporalmente los lodos y recortes obtenidos durante la perforación.
 - Potencia eléctrica: Potencial en los extremos de una carga por la corriente eléctrica circundante.
 - Pozo Geotérmico: Instalación que mediante la perforación que se hace en el subsuelo, tiene como propósito obtener información geológica y extracción de vapor.
 - Recortes de Perforación: Fragmentos de roca que se obtienen del proceso de perforación.
 - Rehabilitación de Pozos: Conjunto de actividades que se ejecutan en un pozo, encaminadas a corregir deficiencias en el funcionamiento del mismo y cuya finalidad es mejorar el caudal de explotación respecto a la condición inicial que se registraba antes de los trabajos y prolongar su vida útil.
 - Restauración del suelo: Conjunto de actividades tendientes al restablecimiento de las condiciones que conlleven a recuperar las características fisicoquímicas del suelo del área afectada, para igualarlas a las de áreas adyacentes al momento de iniciar las actividades de restauración, por medio del establecimiento de una cobertura vegetal del sitio, y si es necesario por medio de la realización de obras de ingeniería ambiental.
 - RIAM: Matriz para Evaluación Rápida de Impactos

Cilindro metálico usado para mitigar el ruido generado por la

- Silenciador centrífugo: velocidad de la mezcla (agua-vapor) y separar centrífugamente el agua del vapor.
- SIN: Sistema interconectado nacional.
- Sistema trifásico: Tres conductores eléctricos de igual magnitud y frecuencia.
- Subestación eléctrica: Estación de control para la transferencia de energía eléctrica.
- SCADA: Control supervisor y para adquisición de datos.
- Taponar: Trabajos necesarios para aislar las formaciones atravesadas durante la perforación, de tal manera que se eviten invasiones de fluidos indeseables o manifestaciones de vapor en la superficie que puedan provocar un incidente. Asimismo, es la operación de sellado de un pozo antes de su abandono formal.
- Turbina de condensación: Equipo que al ser acoplado a un generador eléctrico es capaz de producir energía cinética por medio de vapor.
- Turbo generador: Equipo para producir energía eléctrica.
- Tubería de descarga: Tubería metálica por donde fluye la mezcla (agua-vapor) hasta el silenciador centrífugo, permitiendo la medición de vapor.
- Vertedor: Dispositivo metálico donde el silenciador descarga el agua separada y permite cuantificar el caudal de la misma.
- Zona agrícola: Área con uso de suelo definida como agrícola o bien que se utiliza para el cultivo de especies vegetales para consumo humano o de animales domésticos, aunque no se encuentre cultivada en el momento en que se inicien los trabajos de perforación del pozo. Se incluyen superficies de riego y de temporal.
- Zona de protección: Área que delimita el desarrollo de las actividades productivas de la geotermia y que se establece para la protección de las comunidades y el ambiente.
- Zona ganadera: Área de pastizales naturales e inducidos, dedicada a las actividades de producción pecuaria.
- Zona erial: Área despoblada de flora y fauna original, que ha perdido la

mayor parte del suelo fértil y ha dejado de cumplir su función reguladora del régimen hídrico

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Documento de Impacto Ambiental constituye la declaración de los resultados y las conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72 MW de energía eléctrica ". Dicho proyecto es ejecutado por Polaris Energy de Nicaragua, S.A. (PENSA).

Este Documento de Impacto Ambiental (DIA) ha sido preparado con el objetivo de dar a conocer a las autoridades competentes, de nivel central y municipal y, a la población interesada, los resultados del Estudio de Impacto Ambiental, es decir, presentarles todas aquellas actividades que estarán realizándose en el área y los posibles impactos positivos y/o negativos que éstas pueden producir de forma tal que la población pueda pronunciarse al respecto si así lo estimara conveniente.

La empresa se ha planteado como objetivos del proyecto de Reconversión Tecnológica para la Generación 72 MW en la Planta Geotérmica San Jacinto Tizate, los siguientes:

- Aumentar la capacidad de generación para la venta de energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional, a través de la ampliación de la capacidad instalada de 10 MW a 72 MW brutos, mediante cambios hacia una tecnología más eficiente.
- Crecer en el mercado de Certificados de Emisiones de Carbono, promovido por el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto a través de la Ampliación de capacidad de generación de energía eléctrica.

La Planta Geotérmica esta ubicada en San Jacinto – Tizate, en el departamento de León. El proyecto de reconversión tecnológica se desarrollará dentro de un área ya intervenida, que constituye la expansión de la actual planta generadora y zona de producción y reinyección, circunscrita a 8 km² en donde, alrededor de 4 km² son de mínima accesibilidad, por lo que el área de operación se restringe a 4 km².

La producción de energía eléctrica en el campo San Jacinto Tizate se ha ejecutado en diferentes períodos, el primero y actual, previsto por PENSA, consistió en poner en operación 2 turbinas de contrapresión de 2 X 5 MW, las cuales tienen una capacidad de producción de 10 MW.

El proyecto de reconversión tecnológica consiste en la ampliación de la capacidad instalada para generar 72 MW cambiando las dos turbinas de contrapresión actualmente instaladas, por otras tres turbinas de condensación modular (MCT) de 27MW netos.

Entre las ventajas de las turbinas de condensación con relación a las turbinas de contrapresión se encuentran que las de condensación poseen mayor eficiencia respecto a las turbinas de contrapresión, porque recirculan el vapor, lo cual contribuye a mejorar y aumentar la producción energética y mantener el equilibrio en el campo geotérmico, son ambientalmente más amigables dado que el vapor es condensado y pasa al reservorio geotérmico, manteniendo un ciclo continuo y mayor aprovechamiento del recurso, en vez de ser enviado directamente a la atmósfera. Además, las turbinas de condensación presentan ventajas con respecto a las turbinas de contra

presión (que son de baja potencia) fundamentalmente porque es posible alcanzar mayor eficiencia, produciendo mas energía a menor costo.

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto ***Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate, para la generación de 72 MW***, se utilizó el Método de Análisis Rápido de Impactos (RIAM), el cual es un instrumento de análisis integral (o sea, de forma holística) de los impactos en las cuatro dimensiones de la sostenibilidad, es decir; los cuatro componentes que conforman el ambiente, como son el medio físico-químico, biológico-ecológico, económico operacional y socio-cultural, para brindar una evaluación de posibles impactos de un proyecto).

Una de las ventajas de la metodología del RIAM es que organiza el proceso del Estudio de Impacto Ambiental de forma sistemática, iterativa (repetitiva) y coherente para proyectos tal como el presente. El RIAM fue utilizado para

- *Identificar los cambios (tanto positivos como negativos) significativos causados por el proyecto;*
- *Establecer la línea de base, enfocando en la información que es realmente relevante para el plan de monitoreo;*
- *Identificación de medidas pertinentes para la mitigación de daños, o para fortalecer los cambios positivos causados por el proyecto y;*
- *Diseñar el sistema de monitoreo para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.*

El RIAM está adaptado idealmente a un análisis en que se utiliza un enfoque de equipo multidisciplinario, puesto que permite que se analicen datos de diferentes sectores con respecto a criterios importantes y en una matriz común, con lo que se crea una evaluación rápida y clara de los impactos más importantes. El sistema crea un medio en el cual es posible desarrollar el perfil de una condición de impacto, lo que permite hacer comparaciones rápidas de las opciones de desarrollo.

En base a los resultados del análisis RIAM, se comparo la situación con proyecto y sin proyecto en base a las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible:

- *Los cambios físicos y químicos del ambiente*
- *Los cambios biológicos y ecológicos*
- *Los cambios sociales y culturales*
- *Los cambios económicos y operativos*

En general, los impactos negativos significativos del escenario *con proyecto* se ubican dentro del componente Físico Químico, los cuales pueden ser reducidos con la implementación de las medidas de mitigación recomendadas en el Programa de Gestión Socio Ambiental.

Los principales cambios fisicoquímicos previstos, están relacionados a:

- *Calidad de agua subterránea;*
- *Calidad del subsuelo debido a la reinyección del vapor;*
- *Cambio en el cono de depresión de los pozos;*
- *Cambios relacionados a la subsidencia de los suelos;*

Para el medio biológico ecológico se identifica el siguiente cambio, el cual no es significativo:

- *Cambios relacionados al paisaje del área*

No se identifican impactos negativos significativos en el medio biótico (flora y fauna) excepto la tala de algunos árboles aislados en los sitios de construcción de los pozos y para el paso de la tubería o ductos; sin embargo se prevé un plan de reforestación con plantas autóctonas para reponerlos y multiplicarlos.

En el aspecto económico se identifican impactos positivos debido a que la generación de energía geotérmica es más barata y limpia y se reduce la dependencia de los hidrocarburos. Por otro lado, durante la etapa de construcción y operación de la planta se generarán empleos temporales y permanentes reduciendo la migración local, la tala del recurso forestal para la venta de leña, y se aportará al mejoramiento de ingresos y condiciones de vida local.

Igualmente, en el aspecto socio- cultural y organizativo el impacto es positivo ya que la presencia de PENSA en la zona hace que se integre y participe en las instancias locales y en sus mecanismos de gestión como son los Comités de Prevención, mitigación y Atención a Desastres, las Brigadas Contra Incendios, los Comités de Agua y de Caminos, apoyando a la población local en sus procesos de gestión hacia el desarrollo. Una alianza estratégica tanto con la comunidad aledaña, como las instituciones del gobierno (MARENA, SINAPRED, MAGFOR) para ejecutar un modelo de cogestión para a) el Área Protegida Telica-Rota, b) brindar mayores esfuerzos contra los incendios forestales c) apoyo en la seguridad civil en relación a la prevención de desastres y d) rescatar la biodiversidad y los servicios ambientales brindados por el ecosistema.

Con base en los análisis se puede concluir que los beneficios globales del proyecto son mayores a los posibles perjuicios ambientales, los cuales son controlables y mitigables.

1. INTRODUCCION

Ante la actual crisis mundial generada por los cambios de los precios del petróleo y la alta dependencia, en Nicaragua, de los hidrocarburos para satisfacer la demanda energética, la exploración de fuentes alternas de energía es una alta prioridad. Uno de los retos del nuevo milenio debe ser aprovechar este recurso energético renovable para satisfacer la demanda local.

Polaris Energy Nicaragua S.A. (PENSA) inició explotación, en San Jacinto, en junio 2005 con 2 unidades para generar 10 MW pero, debido al potencial que existe se plantea la posibilidad de generar 72 MW; para ello contrató los servicios de Inversiones y Consultorías Cabal, S.A., para que realizara el Estudio de Impacto Ambiental. Sus resultados se exponen de forma resumida en este ***Documento de Impacto Ambiental (DIA) con el objetivo de dar a conocer a la población, las actividades que se realizarán en el área y los posibles impactos a generarse, de manera que puedan pronunciarse al respecto.*** El proyecto implicará perforar nuevos pozos de producción y de reinyección, ampliar la capacidad instalada y la reconversión tecnológica de unidades de contrapresión (BPU) a turbinas de condensación modular (MCT) que son más eficientes y limpias.

Las investigaciones iniciaron hacia finales de 1960 identificándose que uno de los campos geotérmicos óptimos para esta actividad era San Jacinto-Tizate. El 18 de Abril de 1994 se aprobó el Decreto No. 18-94 Declaración de Utilidad Pública de la Construcción del Proyecto "San Jacinto Tizate", declarando como beneficiario a la Sociedad INTERGEOTERM, S. A. Este consorcio de origen ruso nicaragüense desarrolló una serie de investigaciones que concluyeron con la perforación de siete pozos geotérmicos. Actualmente, la Empresa *Polaris Geothermal Inc* mediante su subsidiaria en Nicaragua, Polaris Energy Nicaragua, S.A. (PENSA), ganó la concesión en el área donde se encuentra desarrollando operaciones.

La resolución Administrativa No 16-2003, otorga Permiso Ambiental, para que el proyecto Campo Geotérmico San Jacinto Tizate generación de 66 MW de energía pudiera proceder con las actividades de instalación y operación de la planta generadora.

Parte del proyecto constituía la perforación de trece pozos, ocho destinados a producción y cinco a reinyección, además de la instalación y operación de todos los accesorios necesarios para la operación y producción de una planta de tal magnitud.

Sin embargo, actualmente se ha descubierto mayor potencial del recurso geotérmico en el área del Proyecto de Generación de 66 MW, razón por la cual y siguiendo el mandato que establece el Decreto No. 76-2006, de Sistema de Evaluación Ambiental, se está presentando el Estudio de Impacto Ambiental para ampliar la capacidad de generación a 72MW, y realizar las gestiones pertinentes para obtener el respectivo permiso ambiental.

PENSA actualmente utiliza fuerza laboral local tanto contratada directamente como a través de las empresas que subcontrata, como son: Perforadora Santa Bárbara, Llansa, Vilchez y Santa Fe.

1.1. ANTECEDENTES

El proyecto geotérmico San Jacinto Tizate desarrollado por Polaris Energy Nicaragua, S.A. ha obtenido en el transcurso del tiempo, cuatro permisos ambientales:

1. **Resolución administrativa No. 017-2000 Permiso Ambiental para la Aprobación del Proyecto Explotación Geotérmica San Jacinto Tizate.** Emitido en **noviembre del año 2000**. Por este Permiso se permitía construir 13 pozos y rehabilitar 7 existentes pero debía (i) destinar recursos humanos, técnicos, materiales y económicos para la protección del ambiente; (ii) crear una unidad orgánica encargada de la gestión ambiental; (iii) se prohibía realizar actividades en el área protegida Volcán Telica – Rota (por encima de la cota de 300 msnm) y (iv) se prohibía la descarga de aguas y líquidos provenientes de los pozos de perforación sobre la superficie terrestre o cauces naturales de la zona
2. **Resolución administrativa No. 04-2002. Permiso Ambiental para la Aprobación del Proyecto de Generación de 10 MW de Energía Eléctrica en el Campo Geotérmico San Jacinto Tizate.** Se emitió en **febrero del año 2002** en donde se otorgaba permiso para generar 10 MW pero debían realizarse actividades relativas (i) control de la **calidad del agua** verificando en los pozos, ríos y fuentes, la presencia de boro, arsénico, cloruros y acidez, por lo menos 2 veces al año (febrero y septiembre); (ii) la **calidad del aire** verificando mensualmente los ruidos y las concentraciones de H₂S y CO₂ tanto en el lugar de operación como en las viviendas inmediatas, los límites de la propiedad central y los lugares de fuga y silenciadores. (iii) la **calidad de los suelos** en 2 puntos dentro como fuera del área de producción, para medir 2 veces al año (marzo y noviembre) los posibles movimientos del suelo (subsistencia); continuamente, monitorear los micro-temblores y, semanalmente en época de lluvia, la erosión y socavamientos. Por otro lado, expuesto de forma resumida, PENSA debía estar informando a MARENA Central y MARENA León y autoridades locales, sobre el cumplimiento del Plan de Monitoreo Ambiental así como de las posibles modificaciones, solicitando permisos antes de realizarlas, presentar el plan para el manejo de los desechos sólidos y llegar a acuerdo para ello; someter a aprobación y autorización del cuerpo de Bomberos el Sistema Contraincendios. Cabildar trimestralmente con la población local y con la municipalidad los avances y gestiones, los planes de contingencias
3. **Resolución administrativa No. 07-2003. Permiso Ambiental de la Línea de Transmisión de 138 kv San Jacinto- Palo de Lapa.** Con fecha de emisión de **Abril del 2003**, en donde se aprobaba el establecimiento de la Línea de Transmisión pero debía (i) realizarse monitoreo sistemático a lo largo de la línea para garantizar la distancia mínima del suelo a la línea y de la vegetación a los cables de alta tensión. (ii) Comunicar al MARENA sobre la fecha de inicio de la instalación y puesta en operación de línea, (iii) entrega del programa de labores de mantenimiento (podas) estrictamente en el derecho de vía.
4. **Resolución administrativa No. 16-2003. Permiso Ambiental Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate generación de 66 MW de Energía. Septiembre del 2003.** Donde se concede el permiso para generar 66 MW pero se debía: (i) conformar la unidad de gestión ambiental con su coordinador, (ii) se debía tener claro el plan para el cierre-abandono y limpieza; (iii) igualmente debían estarse realizando los monitoreos de las calidades del agua, aire y suelos, (iv) tanto el

contratista como los subcontratistas deberían seguir las normas ambientales respectivas. Cumplir e informar a MARENA e instituciones pertinentes, del cumplimiento del plan de Gestión Ambiental establecido, entre los que mencionaban aspectos de recuperación de los suelos, manejo de los desechos sólidos, plan de reforestación, manejo de los lodos de perforación, sistema de señalización, contraincendios y planes de contingencias para los casos de emergencia.

2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

2.1. Objetivos del DIA

- Dar a conocer a la Población y Autoridades locales las actividades que se estarán realizando en el área y los posibles impactos (positivos y/o negativos), de manera que la misma pueda pronunciarse al respecto si así lo estimara conveniente.
- Integrar a las autoridades, organismos locales y sociedad civil en la valoración de los impactos sociales, económicos y físicos que pudiere generar la implementación del proyecto de reconversión tecnológica para la generación de 72 MW de energía eléctrica.
- Demostrar a la población la viabilidad del Proyecto.

2.2. Objetivos del Proyecto

Los objetivos de PENSA con el Proyecto de Reconversión Tecnológica son:

- Aumentar la capacidad de generación para la venta de energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional, a través de la ampliación de la capacidad instalada de 10 MW a 72 MW brutos, mediante cambios hacia una tecnología más eficiente.
- Crecer en el mercado de Certificados de Emisiones de Carbono, promovido por el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto a través de la Ampliación de capacidad de generación de energía eléctrica.

2.3. Justificación del Proyecto

La fluctuación de los precios del petróleo y sus derivados, hace que países consumidores netos como Nicaragua, emprendan la tarea de explorar fuentes alternas de energía, que permitan diversificar la matriz energética de manera sostenible.

En ese contexto PENSA, cuenta con los permisos ambientales y legales que le permitieron dar inicio a un primer período de explotación geotérmica en el año 2002 llegando a producir 10 MW y actualmente posee un permiso de generación de 66 MW. Sin embargo, estudios actuales indican mayor potencial de recurso energético en la zona, razón por la cual se están tomando las medidas necesarias para desarrollar una ampliación de la capacidad y reconversión tecnológica del proyecto.

El proyecto de ampliación de la capacidad instalada de 10 MW a 72 MW se realizará dentro de la misma área de concesión y aprovechará la infraestructura existente, por lo cual no representa un cambio significativo al medio circundante. Se están tomando las medidas necesarias para prevenir cualquier incidencia en las etapas de operación y puesta en marcha del proyecto, siguiendo la normativa ambiental vigente y normas técnicas internacionales relacionadas con cada uno de los componentes que se interrelacionan en el medio ambiente. Asimismo, el contar con la experiencia previa de PENSA en producción de energía geotérmica, brinda mayor seguridad en cuanto al control, previsión y mitigación de impactos ambientales y sociales.

La actividad del proyecto tiene el potencial para contribuir con el desarrollo general económico y social de Nicaragua al utilizar una tecnología que trae como consecuencia cambios a la escala global del desarrollo, una optimización y mejoramiento de la generación de energía a partir del uso del recurso geotérmico.

Mayor generación de energía local proveniente de fuentes alternativas, significa un impacto positivo en las áreas económica y ambiental. Aunado a esto, se deben considerar los beneficios logrados, a través de la reducción de contaminantes atmosféricos, al dejar de producir más energía a partir de combustibles fósiles.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto de Reconversión Tecnológica de 72 MW de energía eléctrica, se realizará dentro de la misma área de concesión y aprovechará la infraestructura, vías de acceso y la línea de transmisión actuales; pero se ampliará la planta de generación de energía, se perforarán nuevos pozos de re inyección y/o producción y las Turbinas de Contrapresión (BPU) serán sustituidas por Turbinas de Condensación Modular (MCT).

Polaris Energy Nicaragua S.A., tiene una concesión de 20 años sobre el proyecto de generación de energía geotérmica San Jacinto-Tizate. El monto total de la inversión es de aproximadamente: US\$ 157 millones de dólares con base en proyecciones estimadas en el Estudio de Factibilidad elaborado para PENSA, por SKM, en 2005.

A la fecha, el Proyecto cuenta con dos pozos de producción y dos pozos de reinyección. El desarrollo del proyecto se realizará por fases, que se exponen a continuación:

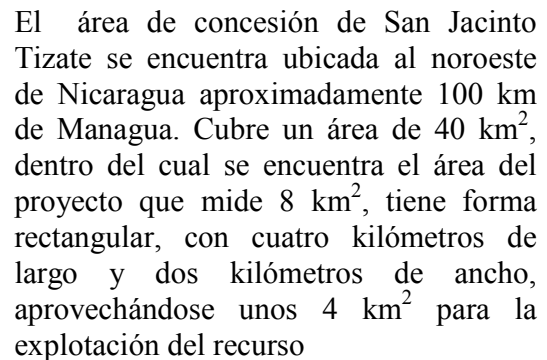
- Fase 1: Se considera la perforación de tres pozos de reinyección y dos pozos de producción. Se pondrán en prueba dos pozos productores.
- Fase 2: Se considera la perforación de cinco pozos de producción y dos pozos de reinyección. Para esta fase se tiene previsto la perforación de más pozos re inyectores en la Plataforma SJR.

Los pozos perforados serán conectados mediante una tubería de acero al carbón, hasta el sector oriental donde se encuentran los pozos existentes. Esta conexión permitirá transportar los fluidos geotérmicos producidos en la etapa de pruebas, para su reinyección en el reservorio geotérmico.

En cuanto a las acciones necesarias para el desarrollo del Proyecto, se contemplan las siguientes obras: (i) Mejoramiento de caminos de acceso hacia las plataformas de los pozos; (ii) Remoción de suelos en los Bancos de Materiales; (iii) Mejoramiento de las Pilas de Lodos de Perforación. Las obras a realizar se indican en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 1: Obras Nuevas y Existentes.

Adecuación de obras existentes	Obras Nuevas
<ul style="list-style-type: none">- Habilitación de Nueva Plataforma- Construcción de la Plataforma de Reinyección y Producción- Pozos en operación (SJ4 y SJ5),- Pozos de re-inyección (SJ1, SJ6 y SJ10-1),- Pozos de producción en prueba (SJ9-1 y 2)- Pozos (2) de re-inyección en perforación (SJR)- Pozos (3) en abandono (SJ2, SJ3 y SJ7)- Planta en su estado actual de operaciones	<ul style="list-style-type: none">- Perforación de nuevos pozos de producción- Perforación de pozos de reinyección- Preparación de las plataforma- Preparación de nuevas plataformas de perforación.- Campamento e instalación de faenas para obras civiles- Construcción del camino hacia los pozos- Extracción de los bancos de materiales.- Ampliación de la actual Planta de Generación- Instalación de las nuevas Turbinas MCT.



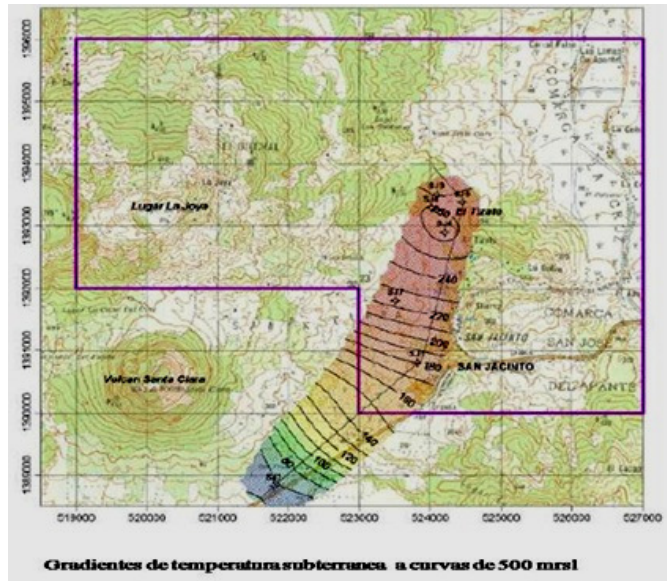
The map shows the Tizate region with two study areas, R-1 and R-2, highlighted in pink. R-1 is an oval-shaped area to the east of R-2, which is a more irregularly shaped area. Both areas are enclosed by a green rectangular boundary. Sampling points are marked with blue dots and labeled SJ-1 through SJ-10. SJ-1 through SJ-6 are located within or near R-1, while SJ-7 through SJ-10 are located near R-2. The map also shows topographic features like Volcan Santa Clara and El Liston, and a river network. A scale bar at the bottom indicates distances in kilometers (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Ilustración N° 2. Zonas de Reservorios R-1 y R-2

21

3.2 Características del Reservorio y Pozos Existentes

Los informes preliminares de una exploración geofísica recientemente terminada, indican que los recursos R-1 y R-2 están conectados a través de un sistema de fallas y fracturas locales y estiman una probabilidad del 90 por ciento que el recurso exceda los 173 MW y una probabilidad del 50 por ciento que será mayor de los 240 MW, razón por la cual el proyecto es importante para lograr mayor capacidad de generación eléctrica.



La concesión está ubicada dentro de una zona identificada como de máxima temperatura subterránea. Las pruebas de los pozos profundos en San Jacinto - Tizate han mostrado que es predominante un reservorio profundo de fase líquida. El recurso tiene una temperatura máxima de por lo menos 290°C mientras que las presiones de los orificios de bajada indican que el sistema es artesano comparado con el sistema de agua subterránea local (SKM 2005¹), tal como se demuestra en las ilustraciones adjuntas

Ilustración N° 3 y 4. Isotermas y Modelo conceptual del Reservorio

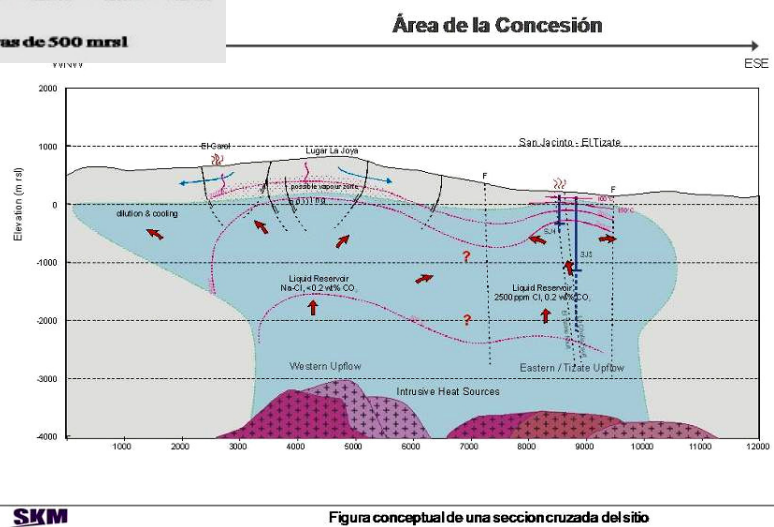


Figura conceptual de una sección cruzada del sitio

¹ Sinclair Knight Merz (SKM): empresa líder mundial en el desarrollo de recursos geotérmicos, con experiencia en más de la mitad de proyectos geotérmicos alrededor del mundo, fuera de los EEUU. Provee servicios científicos y de ingeniería, desde la exploración inicial, estudios y análisis geocientíficos, estudios de factibilidad, y planeación de desarrollo de proyectos, ingeniería de perforación, ingeniería de reservorio, diseños de ingeniería de campos de vapor e instalaciones de plantas de generación, gerencia de construcción, puesta en marcha y soporte técnico en operación del campo geotérmico. SKM, es proveedora de servicios a PENSA, los cuales incluyen geociencia geotérmica, ingeniería, gerencia de construcción y gerencia de proyectos. Además de geólogos e ingenieros especialistas en perforación que estarán a cargo de las actividades de perforación. Para más información visita el sitio web: www.skmconsulting.com

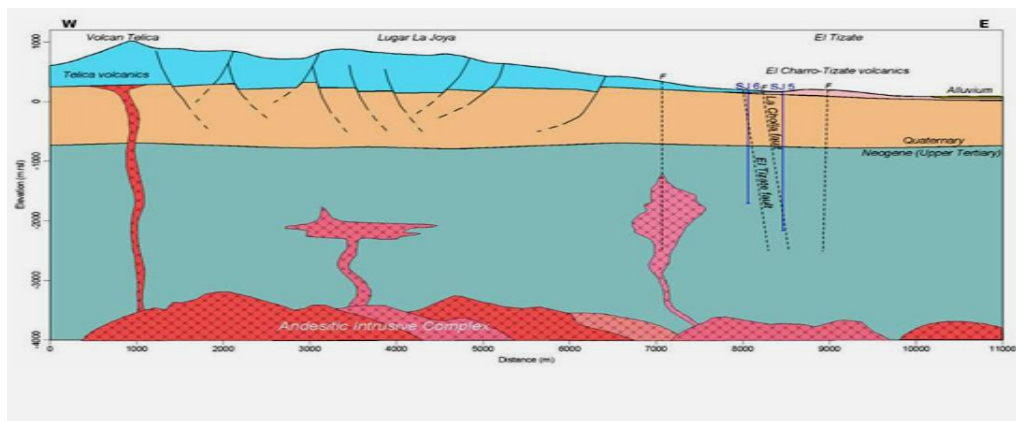
Actualmente, PENSA cuenta con trece pozos perforados en el campo geotérmico San Jacinto Tizate. Siete que corresponden a exploraciones anteriores y cinco que recientemente han sido perforados por la empresa. Existen dos pozos de reinyección (SJ1 y SJ10-1) y cuatro de producción (SJ4, SJ5, SJ9-1 y SJ9-2). Cabe mencionar que el SJ6 fue utilizado por un período como pozo de reinyección, sin embargo en esta área se realizarán perforaciones para ubicar nuevos pozos productivos. Hay un total de cuatro pozos que fueron abandonados o no perforados (SJ2, SJ3, SJ7 y SJ8). En el cuadro siguiente se pueden observar sus características y condición.

Cuadro N° 2: Situación de los pozos SJT.

Pozo	Coordenadas		Inicio de Perforación	Fin de Perforación	Temp Máxima	Profundidad	Producción (25MW)	Producción (72MW)
	X	Y						
SJ1-1	523814	1391005	13-ene-93	12-sep-93	188	2,322	Reinyección	Reinyección
SJ2-1	521992	1389112	08-feb-93	03-jun-93	104	1,471	Abandonado	Abandonado
SJ3-1	524075	1393690	30-sep-93	14-dic-93	265	1,866	Abandonado	Abandonado
SJ4-1	524247	1393124	30-dic-93	14-feb-94	265	725	Productor	Productor
SJ5-1	524470	1393562	05-may-94	24-jul-94	288	2,336	Productor	Productor
SJ6-1	524020	1393485	12-ago-94	15-dic-94	273	1,881	Reinyección	Productor
SJ7-1	524072	1393476	09-feb-95	26-abr-95		1,263	Abandonado	Abandonado
SJ8-1	524163	1393421	31-jul-07	12-jul-07		156	Abandonado	Abandonado
SJ9-1	524449	1393172	26-oct-07	20-nov-07	268	1200	Productor en prueba	Productor
SJ9-2	524450	1393166	25-nov-07	05/02/2008		1725	Productor en prueba	Productor
SJ10-1	523700	1391550	27/02/2008	23/03/2008		1200	Reinyección	Reinyección

La ilustración No 5 señala la ubicación relativa de los pozos **SJ5** y **SJ6**, con relación a la morfología subterránea.

Ilustración N° 5: Vista en dos dimensiones de un Perfil W-E del sitio (Fuente: SKM)



En los estudios previos realizados, las áreas de explotación y reinyección fueron definidas cuando el campo no había entrado en operación en su fase inicial. Actualmente, además de los pozos de producción, el campo geotérmico dispondrá de dos zonas de reinyección las cuales estarán ubicadas en la parte sur y norte de la planta

PENSA, durante las pruebas de producción de los pozos, analizó, a través de muestras periódicas, los fluidos procedentes del reservorio, identificando que son del tipo cloruro sódico (sal muera), de pH neutro y en general similares a los de otros campos geotérmicos mundiales. La composición de salinidad es de media a baja, con un total 6,000 ppm TDS de salinidad total. Además, como otros fluidos geotérmicos, presentan concentraciones de algunos elementos considerados contaminantes potenciales tales como Boro y Arsénico, presentándose también metales en bajas concentraciones, en el rango de partes por billón (ppb).

3.3 Reconversión Tecnológica

De acuerdo al plan de expansión de generación de energía eléctrica, PENSA instaló turbinas de contrapresión solamente como un período de exploración para generar 10MW de energía; así mientras se generaba la energía y se aportaba esta potencia al sistema de interconexión nacional, se realizaron investigaciones que permitió mejorar la estrategia de trabajo en las siguientes fases, para alcanzar el objetivo de generar los 72MW propuestos en el Estudio de Impacto Ambiental del cual se está tramitando el respectivo permiso.

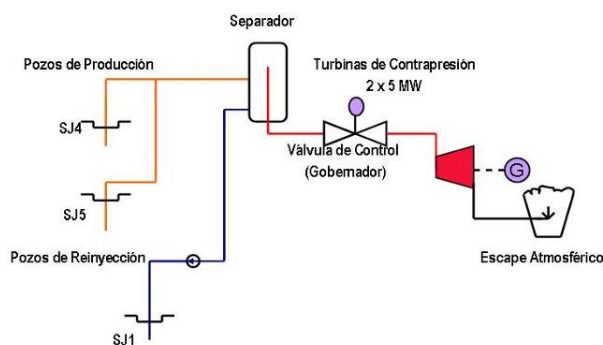
El Plan de expansión prevé la instalación de tres turbinas de condensación modular (MCT) de 27 MW netos en el sitio de la planta de generación existente. Las tres unidades serán instaladas en dos bloques, inicialmente una unidad que funcionará en conjunto con la unidad de generación actual BPU, referida como la Fase I – MCT, seguidas de la instalación de dos unidades mas en la Fase II.

3.4 Fases del proyecto

Las Fases previstas para el desarrollo del proyecto son las siguientes:

Fase Actual I B/P: Esta fase se ha completado y está actualmente en funcionamiento. Comprende la operación de 2 turbinas de contrapresión de 2 x 5 MW la cual funciona con los pozos de producción pozo SJ4 y SJ5. Las turbinas de contrapresión fueron obtenidas compradas a LAGEO de El Salvador, donde estuvieron en operación en la planta Berlín.

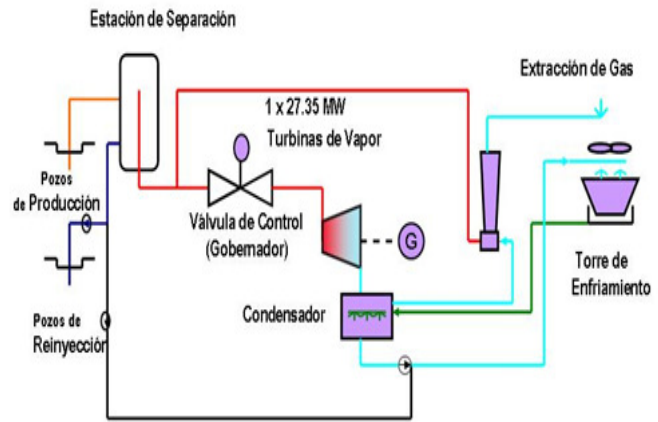
Fase I MCT, incorporando B/P: Esta fase se encuentra en planificación avanzada y prevé la instalación de una turbina de condensación modular de 27.35 MW netos, que será suministrado por la fuente de vapor de dos nuevos pozos productores. La capacidad total instalada al final de la Fase I (B/P y MCT) contando con la instalación de la turbina MCT y la operación de las B/P será 37.35 MW.



**Ilustración N° 6: Fase I B/P
Instalación de 2 turbinas BPU**

Ilustración N° 7: Fase I MCT

Fase II MCT: Esta fase prevé la instalación futura de 2 turbinas de condensación modular de 27.35 MW, que operarán con la fuente de nuevos pozos de producción y reinyección. Para esta fase, las unidades de contrapresión serán retiradas de operaciones para redireccionar la fuente de alimentación de estas unidades a la planta MCT que entren en operaciones. Con este cambio, la planta tendrá una capacidad total instalada de 82 MW, la cual obtendrá una salida neta de aproximadamente 72.35 MW.



Resumen de las Fases

Fase I B/P: 2 turbinas B/P: 10 MW

Fase I MCT y B/P: 1 turbina MCT: 27 MW
2 turbinas B/P: 10 MW

Fase II MCT: 1 turbina MCT: 27 MW
2 turbinas MCT: 27 MW

La generación total será de 81.35 MW equivalente a 72 MW netos. Los 27.35 MW referidos a la producción de las turbinas, aluden a la potencia nominal o capacidad bruta de la turbina, sin embargo, habrá que tomarse en cuenta que 24 MW es la potencia neta, por lo que la producción neta es de 72.35 MW.

3.5 Etapas del proyecto

Para la ampliación del campo geotérmico en las dos fases previstas, el proyecto se divide en tres etapas:

1. Etapa de Construcción
2. Etapa de Operación
3. Etapa de Cierre

La siguiente Tabla resume las actividades principales para cada Etapa del proyecto.

Cuadro N° 4: Resumen de las actividades por Etapa del Proyecto.

CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN	CIERRE
1ª Fase	2ª Fase		
1. Ampliación de caminos dirigidos a la plataforma	Desmante y limpieza del área de paso de los caminos, alcantarillas y otras obras de drenaje.	Uso de los caminos.	Los caminos secundarios serán recubiertos para acelerar la regeneración natural del área.
2. Limpieza del área donde se ubicará la tubería de transporte de fluido geotérmico, reinyección y agua caliente/vapor.	Construcción y Montaje de tubería de conexión del fluido geotérmico.	Uso de la tubería de fluido.	La tubería de fluido será desmantelada, ordenada y dispuesta para una retirada adecuada del sitio.
3. Remoción de suelo del Banco de materiales	Utilización del suelo del banco de materiales.	Abandono y desinstalación del campamento de materiales y las instalaciones básicas para el personal operativo.	Limpieza de escombros, cierre y reforestación del lugar del campamento.
4. Instalación de campamento de materiales y faenas para las obras. Incluye instalación provisional de servicios higiénicos para los operadores.	Uso del campamento de materiales durante la construcción.	Uso y adecuación de la plataforma para inicio de operaciones. Monitoreo e instalación de equipos.	El revestimiento de toda construcción será eliminado. Todo material de hormigón será reutilizado como relleno.
5. Traspaso de maquinaria pesada a la zona de construcción de la Plataforma de Producción	Construcción de la Plataforma de Producción. Perforación de los pozos productores.	Extracción del fluido geotérmico (o sea el fluido bifásico de agua/vapor). Separación de la fase líquida en el separador ciclónico. Transferencia de las aguas residuales en circuito cerrado al reservorio geotérmico	Se desmantelará la línea de flujo, la tubería de pozo y la línea donde circula el agua. Los cabezales de pozo serán clausurados y cerrada la válvula maestra. Se cementarán los pozos.
6. Traspaso de equipo para la perforación (Torre de perforación y accesorios y dispositivos necesarios; energía, circulación de fluidos, separación de cortes, cementación, etc.)	Perforación de Pozos de Producción	Uso y adecuación de la plataforma para inicio de operaciones. Monitoreo e instalación de equipos.	El revestimiento de toda construcción se ubicará en otro lugar para que su suelo natural sea restaurado. Todo material de hormigón (piedrín) será reutilizado como relleno.

Documento de Impacto Ambiental "Proyecto de Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72MW de Energía Eléctrica"

6.2 Traspaso de maquinaria pesada a la zona de construcción de la Plataforma de Reinyección y perforación	Construcción de la Plataforma de Reinyección.	Traslado y reinyección del agua de desecho desde el área de bombeo hasta el pozo de reinyección.	Se desmantelará la línea de flujo, la tubería de pozo y la línea donde circula el agua. Los cabezales de pozo serán clausurados y cerrada la válvula maestra. Se cementarán los pozos.
7. Traspaso de equipo para la perforación (Torre de perforación y accesorios y dispositivos necesarios; energía, circulación de fluidos, separación de cortes, cementación, etc)	Perforación de Pozos de Reinyección	Secado de los Lodos producto de la perforación. Muestreo de inocuidad antes y después del tratamiento.	Se removerá el material impermeabilizante de la pila. Se llenará la misma de manera que no quede indicio alguno de su ubicación.
8. Desmonte del sitio de ubicación de la Pileta de Lodos producto de la perforación.	Acondicionamiento de la Pileta de Lodos con material HDPE.	Deposición final de lodos. Utilización como abono y reforestación del área.	Será un sitio verde que no necesitará de acción alguna.
9. Ubicación del sitio de deposición final de lodos.	Nivelación del sitio de deposición final de lodos tratados.	Operación de la planta de generación eléctrica. Requerirá de material aislante de ruidos. Requerirá sistema de monitoreo de gases.	Las turbinas, condensadores, cajas de cambio, transformadores, interruptores, entre otros, serán removidos de la Planta. Todo material como tubería, cobre y acero inoxidable será ordenado y dispuesto para su retirada del sitio. Se eliminará el revestimiento de la Planta de Generación. Todo material como hormigón permanecerá en el lugar para ser reutilizado como relleno.
10. Ampliación de la Planta actual de Generación. Instalación de los requerimientos eléctricos y operativos.	Instalación de tres Turbinas de condensación, tres generadores eléctricos, una sala de control automatizada, sistemas eléctricos y de seguridad correspondientes		
11. Ampliación de la Subestación de transmisión eléctrica	Instalación de los transformadores.		

3.5.1 Etapa de Construcción

Obras Civiles



La etapa de construcción del proyecto consiste en una ampliación de la capacidad actual de generación por lo que no representa un impacto significativo al medio circundante. Las construcciones de ampliación de la capacidad instalada se harán dentro del mismo sitio de concesión. Dentro de esta ampliación se requerirá entre otras cosas, ampliar la planta actual de energía eléctrica, la construcción de plataformas de reinyección y la perforación de nuevos pozos.

Ilustración N° 8: Vista de la actual planta de generación

Entre las actividades que se realizarán en la construcción de las plataformas y pozos, se encuentran:

- Obras civiles asociadas a la instalación y montaje de las unidades de producción.
- Obras civiles asociadas a la perforación de pozos de producción y reinyección.

Para perforar los pozos se requerirá de plataformas de perforación que modifican una superficie de alrededor de 10,000 m², la cual es compactada y nivelada mecánicamente de manera que pueda instalarse en ella los elementos que conforman el equipo de perforación² y las instalaciones auxiliares de apoyo.

Perforación de los Pozos de Producción y Reinyección

Se perforarán nuevos pozos para suministrar los 556 t/hr adicionales de vapor requeridos para las unidades MCT, más el amortiguador nominal al 15% (112 t/hr), para un total de 668 t/hr. El nuevo pozo de presión baja y el sistema separador suministrarán aproximadamente 560 t/hr de vapor a los MCT.

² El equipo está constituido por una torre de perforación de perfiles de acero de entre 40 y 50 m de altura aproximadamente y de una serie de dispositivos y maquinarias para cubrir todas las necesidades de la perforación (energía, circulación de fluidos, separación de recortes de perforación, cementación). Una vez concluida la perforación se instalan sistemas de válvulas en cada pozo, para controlar la apertura y cierre de éstos.

Requerimientos para la Inyección

Según SKM (2005), se requerirán nuevos pozos de inyección para la eliminación de las salmueras desde el sistema de suministro de vapor a baja presión. La entalpía promedio inicial del pozo es probable que sea de alrededor de 1200 kJ/kg, de manera que para proveer el 560 t/hr residual de vapor requerido por las unidades MCT, se requerirá un flujo total de masa de alrededor de 2,253 t/hr y consecuentemente, la salmuera de desecho totalizará aproximadamente 1,693 t/hr.

Ilustración N° 9. Plataforma de Reinyección SJ-R



Programa de las Pilas de Depósito

Cada pozo a perforar producirá una cantidad considerable de lodos, por lo que se prevé la construcción de Pilas de Depósito estacionario, donde se depositarán los lodos producto de la perforación de pozos geotérmicos y los detritos de rocas provenientes de la misma. Dado que los químicos utilizados en la etapa de perforación, son químicos a base de agua, inocuos al medio ambiente y fácilmente degradables, se procederá a depositarlos en una pila de forma trapezoidal recubierta con un material impermeable.

Las pilas de lodos se ubicarán en terreno estable y estarán compactadas, impermeabilizadas y recubiertas con una lona plastificada en el fondo y las paredes, y debe contar con una profundidad máxima de 3 m que permita almacenar temporalmente los residuos de la perforación, que evite tanto la infiltración de lixiviados al subsuelo como la posible contaminación de los mantos acuíferos.

Ilustración N° 10. Tratamiento de Lodos



Cada plataforma tendrá su propia pileta, estas serán adecuadamente impermeabilizada para retener de forma segura los líquidos de perforación y también para servir como piletas de descarga en el futuro durante las pruebas de pozos.

La impermeabilización se realizará por medio de una lona plastificada impermeable, con resistencia de la trama a la ruptura de 30 kgf/cm y al rasgado de trama de 41 kgf, confeccionada con bastilla doble y ojillos a cada metro; así como resistente al ataque químico, a la temperatura del fluido y a las sustancias para las cuales se impermeabiliza

Estos lodos permanecerán expuestos al sol y aire hasta ser secados y tratados mediante la técnica de biorremediación (Landfarming).

Este proceso es una tecnología de remediación biológica de suelos contaminados, lodos, o materiales con características de suelo mediante la cual los microorganismos generan materiales inocuos (sin presencia de contaminantes) para el ambiente, o subproductos estabilizados que no representan peligro.

La descontaminación se basa en la acción de los microorganismos presentes en el suelo, por lo que la utilidad de tratarlos ex situ reside en poder controlar fácilmente las condiciones óptimas de biodegradación de los compuestos orgánicos. Fundamentalmente se controlan las siguientes condiciones:

- **Contenido en humedad:** se añade agua mediante un sistema de riego.
- **Aireación:** el suelo es volteado por métodos mecánicos periódicamente.
- **pH:** debe permanecer cerca de la neutralidad, por lo que se añadirán enmiendas de calizas en caso de aumentar la acidez.
- **Otras enmiendas:** nutrientes, inoculación de microorganismos...

Montaje de Equipos Eléctricos

La construcción de infraestructura para albergar generadores y turbinas se realizará en un área de 380,562 m² donde se ubicarán tres turbinas de condensación, tres generadores eléctricos, una sala de control automatizada, los sistemas eléctricos y de seguridad correspondiente así como los demás componentes que integran una infraestructura de esta magnitud.

Esta estructura deberá presentar una construcción que contenga un elevado nivel de retención de ruido para que este no se transmita por medio del aire y pueda convertirse en perjudicial a mediano y largo plazo.

Montaje de las Turbinas

Se realizará instalación de tres turbinas de condensación tipo estándar, que son las encargadas de mover los generadores eléctricos por medio del vapor a presión producido en el campo geotérmico. Este tipo de turbina tiene gran aplicación en el campo de la generación de energía eléctrica. El vapor después de haber accionado la turbina es condensado y devuelto al ciclo de conversión geotérmico.

Montaje de generadores

Se prevé el montaje de tres generadores eléctricos con una potencia unitaria de 24MW conectadas de forma independiente a la subestación eléctrica por medio de transformadores de potencia. A la unión de la turbina y el generador se le denomina turbo generador que son los encargados de la conversión de la energía cinética del vapor geotérmico a energía eléctrica.

Ampliación de la Subestación de Transmisión Eléctrica

La ampliación de la subestación de transmisión eléctrica contempla el uso de tres transformadores de 25 MVA de potencia unitaria.

La energía se generará a 13.8KV y será llevada a los transformadores para luego elevarla a 138KV y enviarla al sistema interconectado nacional (SIN) por medio de dos circuitos. El primer circuito (actualmente existe un único circuito) se conectará con un nodo hacia la subestación de la planta hidroeléctrica Santa Bárbara y el segundo circuito se conectará con un nodo hacia la subestación León I.

Instalación de una línea trifásica de 138KV (línea de transmisión).

En las próximas fases de desarrollo del proyecto se ha considerado pertinente la ampliación de la línea de transmisión de manera que desde la subestación de San Jacinto Tizate saldrán dos circuitos trifásicos. Uno irá hacia la subestación de la central hidroeléctrica Santa Bárbara y el otro circuito irá hacia la subestación León I. Esto significa que habrá dos líneas de transmisión de 138KV. Cada una estará instalada paralelamente y entregarán la energía por separado a dos sectores distintos del sistema interconectado nacional.

3.5.2. Etapa de Operación

La etapa de operación tiene como objetivo asegurar la producción de vapor a la central para mantener la potencia nominal esperada. En vista de esto, los pozos SJ4, SJ5 y SJ6 pueden nominalmente seguir produciendo 182 t/hr de vapor. Este panorama, es considerado el más viable, ya que permite que las turbinas de contrapresión (BPU) continúen operando a su mayor nivel, mientras se construye la infraestructura donde se ubicaran las turbinas de condensación modular (MCT).

Una vez construido el espacio de operación de las MCT, las BPU, deben continuar operando, hasta lograr obtener de los pozos mayor vapor para asegurar el funcionamiento de las MCT. La operación requiere la perforación de pozos de reinyección, que permitan desechar apropiadamente todos los fluidos geotérmicos obtenidos durante la operación de la planta.

Por tanto, durante la fase de operación, debe realizarse un monitoreo continuo a los pozos re-inyectores y productores, mediante un programa de las mediciones siguientes:

Pozo Productor: presión de cabezal, grado de apertura, caudal de vapor y agua, evolución termodinámica y química del pozo en condiciones operativas.

Pozo de Reinyección: presión y temperatura de inyección, caudal de inyección, cambios en la composición química de los fluidos inyectados. Evaluación de las pruebas realizadas.

3.5.3. Etapa de Cierre

PENSA presentará a las autoridades del MARENA y del INE, conforme a la legislación vigente, un Programa de Ejecución para la rehabilitación ambiental, dos años previos a la fase de cierre, para su aprobación; haciéndose responsable de cubrir los costos de la implementación del mismo. Se presenta a continuación una lista de las operaciones que se realizan en la fase de cierre de todo proyecto geotérmico.

- **Proceso de Reestructuración:** Los equipos con un valor neto positivo, como turbinas, condensadores, cajas de cambio, transformadores, interruptores, serán removidos por el propietario de las edificaciones, campos y otras estructuras antes que el proceso de cierre de comienzo.
- **Materiales de salvamento:** Antes de la demolición, material de gran valor como tuberías, cobre y acero inoxidable serán ordenados, dispuestos y equipados para una retirada adecuada del sitio.
- **Edificios de acero estructural:** Se eliminará el revestimiento de toda construcción. Los materiales serán ordenados y amontonados por las palas de carga y salida del sitio. Todo el material como hormigón permanecerá en el lugar y será reutilizado como relleno. Todas las losas de hormigón con una cubierta de 0.5 m de superficie serán agrietadas para permitir el drenaje adecuado en la zona, luego serán utilizadas como material de relleno. Losas con una cubierta menor a 0.5 m serán removidas para permitir una revegetación natural.
- **Línea de Transmisión:** La propiedad de la línea de transmisión será transferida a la red nacional (Enatrel) una vez que la construcción esté terminada. El tablero eléctrico y edificio que alberga los equipos permanecerá in situ.
- **Zonas de Plantas de Vapor:** Los equipos de la planta de vapor serán removidos y eliminados como chatarra (acero, vasos, tuberías, además de armarios eléctricos). Los muros de gaviones serán dejados in situ, para la protección de los canales de agua como medida que facilite el drenaje pluvial de la zona y evite la erosión de taludes.

- **Campo de Pozos:** Se dismantelará la línea de flujo, toda la tubería de pozo y la línea donde circula el agua. Los cabezales de pozo serán clausurados y la válvula maestra cerrada. Se tomarán medidas como la cementación de pozos para evitar fugas o posibles accidentes de los transeúntes de la zona.
- **Caminos de Acceso:** Los principales caminos de acceso no requerirán tratamiento alguno. Algunas líneas de valla serán reemplazadas.
- **Elementos Peligrosos:** El proyecto no incluye el uso de materiales peligrosos o contaminantes. Los materiales que presentan mayor riesgo para la salud humana se encuentran ubicados en la bodega de químicos, a larga distancia de la zona de producción y del plantel mismo. Para la etapa de cierre del proyecto, el propietario se comprometerá a remover todos los materiales que representen mayor o menor riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Los costos de remoción no están incluidos dentro del monto de inversión del proyecto.
- **Desinstalación de la Actual Planta Generadora:** Se prevé el dismantelamiento de la actual planta de generación constituida por dos turbinas contra presión de 5MW cada una. No está contemplado cual será el destino final de dicha instalación y aún no hay ninguna planificación al respecto.

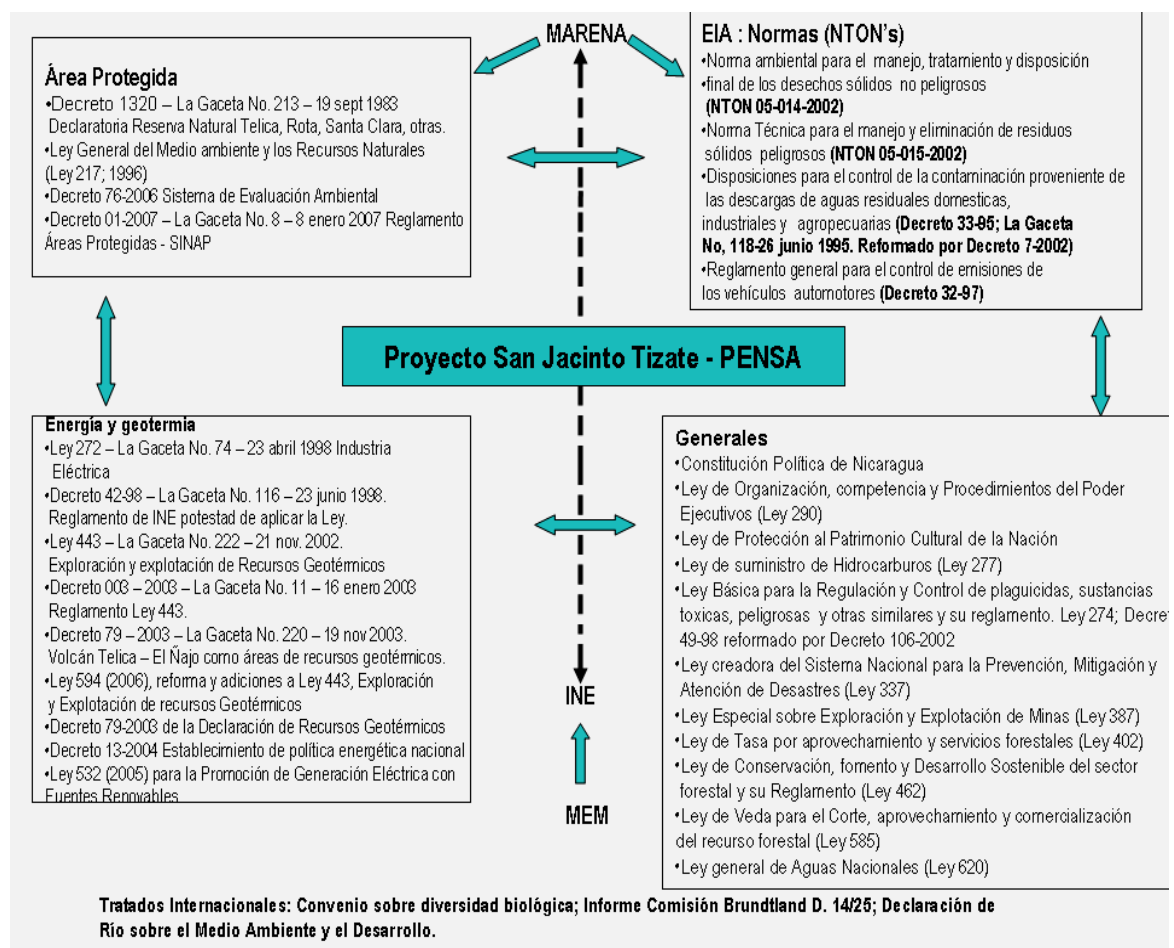
Los únicos equipos considerados viables para ser vendidos, es el equipo mayor de generación eléctrica que se encuentra en la Planta Eléctrica. Este equipo está compuesto por turbinas, generadores, condensadores, cajas de cambio, transformadores e interruptores de control entre otros. Si se considera el tiempo de reestructuración, de cese de operaciones, limpieza, inspección, reparación menor y re-acondicionamiento y empaque para su exportación, este equipo mayor de generación obtendría un costo aproximado a \$2,000,000.

4. ASPECTOS LEGALES

La implementación del Proyecto está supeditada a una serie de leyes y normas de carácter nacional, leyes generales; leyes y decretos ambientales; leyes en el sector energético y de la geotermia; otras leyes y normas técnicas de obligatorio cumplimiento en Nicaragua.

Las leyes generales y nacionales sirven de marco general de las demás. El proyecto no perforará en el área protegida ni en lugares aledaños a dicha área, por inaccesibilidad causada por topografía del terreno. Por tanto, las principales leyes y normas a seguir se basan en las de Industrias Eléctricas, exploración y explotación geotérmica y sus decretos que provienen del MEM y las Normas Técnicas supervisadas por el MARENA para el manejo de los recursos y de los residuos peligrosos y no peligrosos. Las mismas pueden agruparse y graficarse de la siguiente manera.

Ilustración N° 11. Esbozo de Marco Legal aplicable al Proyecto



5. DIAGNÓSTICO INICIAL

La zona donde se ubicará el proyecto corresponde a un bosque tropical seco donde la mayoría de los árboles botan sus hojas en la época seca (seis meses) y muy pocos se mantienen siempre verdes.



Se observa que el bosque ha sido intervenido por la población para uso maderable y de leña. Gran parte de la vegetación ha sido modificada para introducir actividades agropecuarias (producción de sorgo, maíz, frijol y siembra de pasto); sin embargo, aun se logran encontrar árboles de madroño, caoba, poro – poro, pochote y, entre las cercas vivas normalmente se encuentran tigüilotes, jiñocuabo y jocotes. Se identifican

también especies introducidas como eucaliptos, acetunos, neem y árboles frutales como mango, nancites, mamón, marañón, aguacate, tamarindo.

En esta zona por la deforestación y la quema se ha reducido la presencia de animales silvestres y ello fue corroborado por pobladores locales que expresaron la escasez de garrobos e iguanas que eran parte de su dieta alimenticia.

El proyecto está situado en la micro – cuenca El Chorro – Apante, donde la quebrada El Chorro es el principal drenaje superficial con caudal de todo tiempo, alimentado por varios manantiales. El agua

subterránea fluye con rumbo Este – Oeste, cuya recarga se realiza por infiltración de las aguas de lluvia, por lo que las actividades de reforestación que aporten a la infiltración de las aguas será de mucha importancia.



Una tercera parte del área en concesión (arriba de los 300 msnm) se encuentra dentro del Área Protegida Telica – Rota y parte del área presenta amenazas sísmicas, volcánicas, de fallamiento, deslizamientos y, en algunos lugares de inundaciones repentinas.

Dentro del área de concesión se encuentran los Hervideros de San Jacinto, con emanaciones de gases sulfhídrico; las mediciones que PENSA ha ido realizando en el área del proyecto indican que las concentraciones de este gas están muy por debajo de los valores recomendados para una exposición de ocho horas continuas de trabajo, por lo que no representa riesgo para la salud de los trabajadores y/o vecinos, al igual, que las concentraciones de dióxido de carbono.

Los niveles de ruido medidos durante la operación normal de la central geotérmica, en los sitios donde existe presencia de personal en forma permanente, no constituyen riesgo a la salud para una exposición diaria de ocho horas o más. Sin embargo, el Programa de Gestión Ambiental presenta medidas para mitigar los efectos de ruido producido por la planta geotérmica.

Alrededor de un 90% del área en concesión se encuentra en área de a comunidad de San Jacinto y una pequeña parte se ubica en la comarca de San José Apante.

La comunidad de San Jacinto, perteneciente al municipio de Telica, tiene aproximadamente 558 viviendas y queda a 12 km de la cabecera municipal. El puesto de Salud de esta comunidad, registró para el año 2007, 4,715 habitantes. Las cifras poblacionales por división de edad y sexo, son presentadas a continuación:

Población	Rango de Edad (años)	Porcentaje (%)	Total
Niñas (os)	0-9	25	1,202
Jóvenes y Adolescentes	10-19	24	1,131
Adultos	> 20 años	51	2,382
Total			4,715

Entre los factores de la dinámica de Población, el censo 2005 identificó para todo el municipio, un 10% de inmigración y un 26% de emigración en la búsqueda de empleo.

La Población Económicamente Activa (PEA), según censo 2005, la compone el 38% de la población mayor de 10 años y casi toda (95%) se encuentra ocupada; cerca de la mitad (42%) es contratada como empleados o como obreros; le siguen los que trabajan sin pago (agricultores, artesanos, comerciantes, etc) que alcanzan un 39% y luego los peones o jornaleros que constituyen un 12%.



PENSA actualmente utiliza fuerza laboral local. De su personal, un 77% (51 personas) son de San Jacinto. Adicionalmente, PENSA subcontrata a la perforadora Santa Bárbara quien a su vez, entre su personal el 44% (25) son de San Jacinto y, eventualmente contratará de forma temporal a otros 14 por un lapso de 3 semanas. También subcontrata a

Llansa, Vélchez y Santa Fe para construcciones y reparaciones de obras y caminos, los que en total contratan a otros 50 obreros de campo. Se espera que con el proyecto se contraten a unas 700 personas entre hombres y mujeres, aportando así a la reducción de la migración.

Entre los servicios básicos, el agua potable es uno de los mayores problemas o necesidades de la población. PENSA, en conjunto con la Alcaldía, gestionaron la realización de un pozo con su miniacueducto que es la que abastece a la comunidad de San Jacinto de 1 hora de agua diaria; por otro lado está el ojo de agua El Chorro en donde la mayoría de los pobladores de las comarcas cercanas se abastecen de agua.



Así mismo, PENSA ha apoyado a la comunidad brindando agua potable a una parte de la población, apoyó para la compra de la tubería a fin de instalar el agua potable al resto de la población. Sin embargo, podría apoyar a la municipalidad en la gestión para obtener la exoneración o reducción del costo del bombeo del agua a fin de aportar a mejorar las condiciones de

vida local, lo que repercutiría en la salud de la Población y, por tanto, de los y las empleados/as de PENSA.

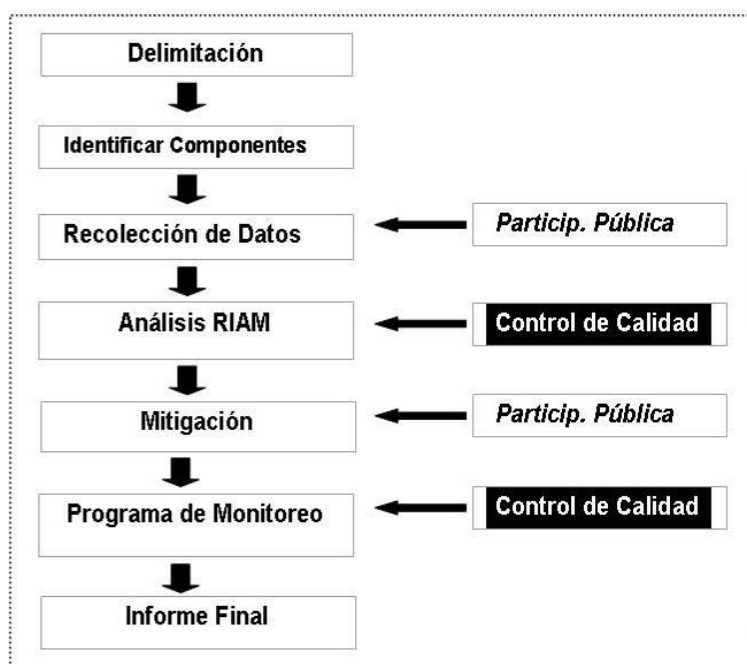
El proyecto se ejecutará dentro de un área ya intervenida, que cubre alrededor de 4 km² y se encuentra alejada de las zonas poblacionales aledañas.

6 PREDICCIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS

En este capítulo se definen las áreas de influencia y se analizan los potenciales impactos previstos bajo dos diferentes escenarios – *Sin* y *Con* el proyecto. Con base en esta comparación, se exponen y predicen tanto los posibles cambios (impactos) positivos, como negativos que el proyecto pueda causar en los componentes físico-químico, biológico-ecológico, socio-cultural y económico-operativo. Se han delimitado los impactos en dos diferentes categorías: los impactos indirectos y los directos; esto se ha realizado utilizando el enfoque metodológico conocido como RIAM el cual se describe a continuación:

6.1 Enfoque Metodológico RIAM

La Matriz de Evaluación Rápida de Impacto "**RIAM**" por sus siglas en inglés es una metodología que permite realizar un análisis sistemático, haciendo uso de datos cualitativos que pueden expresarse en forma semi-cuantitativa, y de esa forma crear un registro transparente y permanente. Una de las ventajas de la metodología del RIAM es que organiza el proceso del análisis de forma interactiva y coherente. El siguiente diagrama señala las diferentes etapas en las que se divide el estudio.



Esta metodología está adaptada a un análisis en que se utiliza un enfoque de equipo multidisciplinario, puesto que permite que se analicen datos de diferentes sectores con respecto a criterios importantes y en una matriz común, con lo que se crea una evaluación rápida y clara de los impactos más importantes. El sistema crea un medio en el cual es posible desarrollar el perfil de una condición de impacto, lo que permite hacer comparaciones rápidas de las opciones de desarrollo. Los cuatro aspectos del ambiente que interaccionan y que son objeto de la predicción de impactos se presente en el diagrama siguiente

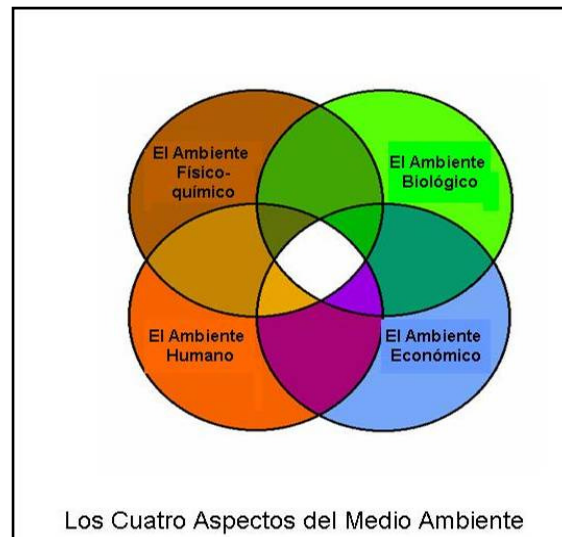


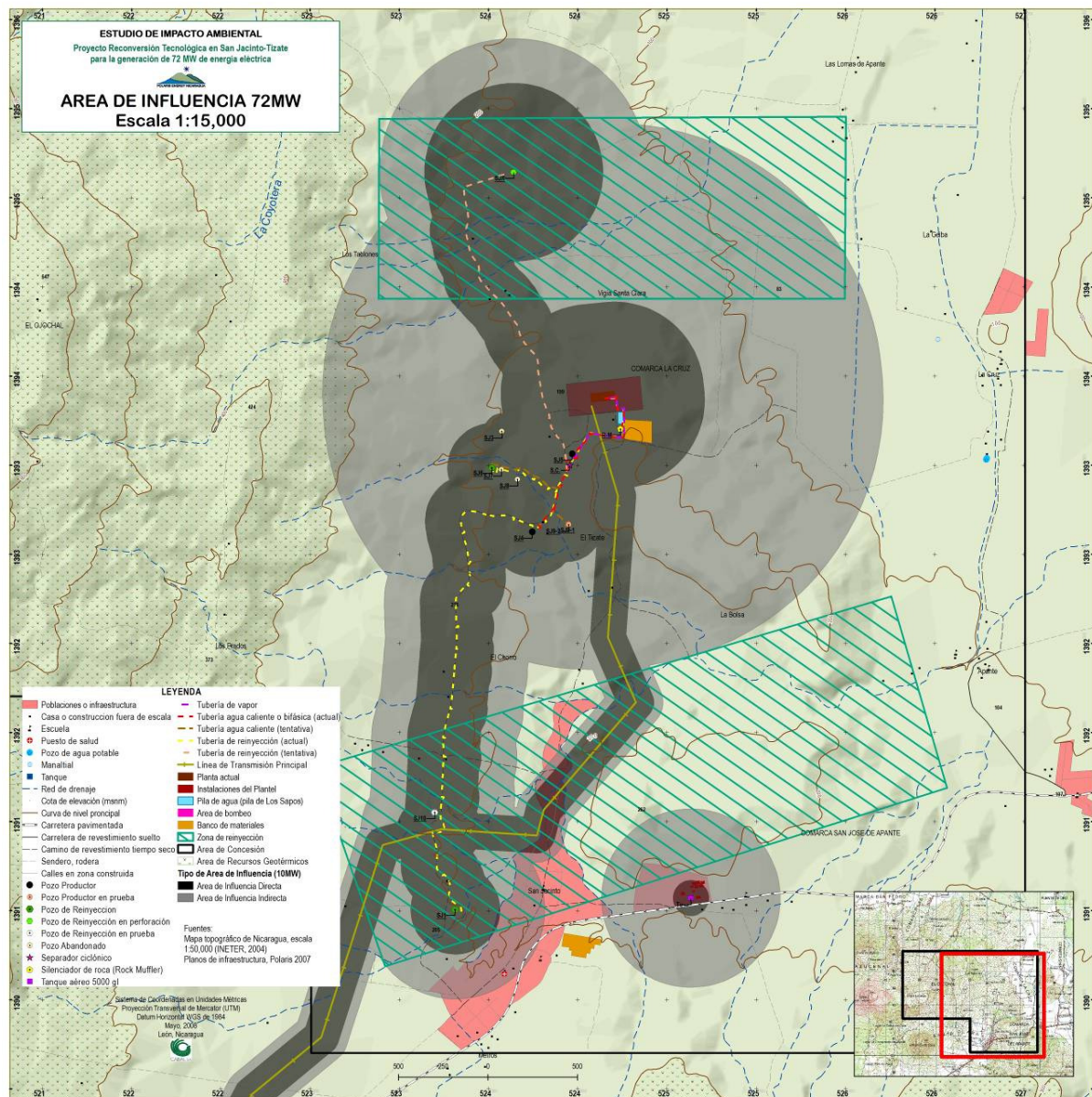
Ilustración N° 12. Componentes del Medio Ambiente

6.2 Comparación de los Impactos Sin y Con el Proyecto

En general, los impactos negativos más significativos del escenario **con** proyecto se ubican dentro del componente Físico Químico, los cuales son mitigables. En cambio, los impactos negativos significativos para el escenario **sin** proyecto, se encuentran dentro del componente Económico Operacional y están relacionados a la pérdida de oportunidades de empleo, dependencia de combustibles fósiles, pérdida de créditos de carbono por la reducción de emisiones de gases y pérdida de aliado para el manejo del área protegida Telica – Rota.

Se han delimitado los impactos en 2 diferentes categorías: indirectos y directos. Con auxilio de los sistemas de información geográfica se estimaron áreas de influencia directa e indirecta, en un radio de acción, para el conjunto de elementos y en las diferentes etapas del proyecto

Ilustración N° 13. Mapa de influencia directa e indirecta con el proyecto



Cuadro N° 5. Influencia Directa e Indirecta en las dos fases del Proyecto

Etapas	A.I.D. (Km2)	A.I.I. (Km2)	A.I.T. (Km2)	Elementos considerados
Actual 10 MW (durante realización del estudio, parte de la fase de construcción en proceso)	5,96	8,14	14,1	2 pozos en operación (SJ4 y SJ5), 2 pozos de re-inyección (SJ1 y SJ6), 2 pozos de producción en espera (SJ9-1 y 2) 1 pozo de re-inyección en espera (SJR) 1 pozo de re-inyección en perforación (SJ10), 4 pozos sin uso (SJ2, SJ3, SJ7 y SJ8) Planta en su estado actual de operaciones Mejoramiento de la red vial (1,4km) hacia el pozo en perforación
Operación 72 MW	5,66	8,56	14,2	5 pozos en operación (SJ4, SJ5, SJ6, SJ9-1 y 2), 3 pozos de re-inyección (SJ1, SJ10 y SJR), 4 pozos sin uso (SJ2, SJ3, SJ7 y SJ8) planta ampliada en operación

Se han estimado las áreas de impacto de la línea de transmisión principal donde se prevé que el principal riesgo se presenta por el desprendimiento de cables. Para el área de influencia directa se consideró como base la máxima longitud entre postes (100 m), en el supuesto que el cable caiga, desprendido desde el extremo y alguna persona circulara en ese diámetro.

A la fecha de realización del estudio, se encuentra solamente un pozo en perforación (SJ10), que será utilizado para fines de re-inyección. La mayoría de las restantes operaciones de la fase de construcción para alcanzar los 72 MW ya están implementadas, salvo las instalaciones de tuberías y líneas destinadas al pozo de reinyección SJR y que *se encuentra a la espera de la aprobación del permiso ambiental para iniciar operaciones.*

Las áreas de influencia directa e indirecta están afectadas por las emisiones de ruidos y gases en el sector en construcción, así como las actividades relacionadas con la remoción de vegetación en la zona de las plataformas y los caminos, la movilización de equipos y materiales, al igual que la contratación de mano de obra y servicios. Los siguientes elementos están identificados por área de influencia en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 6. Área de influencia por elemento durante la etapa de Construcción

Elemento	AID	AII	Total	Observación
Poblados	2	3	5	El Tizate, Comarca La Cruz La Bolsa, El Chorro,, Vigía Santa Clara
Casas	24	32	56	
Escuelas	-	2	2	Anexo Sara Maria Parrales, Centro Escolar Sara Maria Parrales, (Levantamiento CABAL 2008 (sin nombre)
Puestos de salud	-	1	1	PS San Jacinto
Cisternas	-	-	-	
Manantiales	-	-	-	
Tanque de agua potable	-	-	-	
Ojos de agua	-	-	-	
Red de drenaje	12,2 Km	11,5 Km	23,7 Km	En su mayoría ríos o cauces temporales
Red vial:	16,7 Km	16,3 Km	33,0 Km	
Carretera pavimentada	0,7 Km	1,3 Km	2,0 Km	
Camino de revestimiento suelto	9,8 Km	5,3 Km	15,1 Km	
Caminos vecinales	5,8 Km	8,3 Km	14,1 Km	
Calle en zona construida	0,3 Km	1,3 Km	1,7 Km	
Uso de suelos:	596,5 Ha	814,1 Ha	1410,6 Ha ⁽³⁾ (14,1 Km2)	
Forestal	90,0 Ha	273,0 Ha	363,0 Ha	Bosque latifoliado abierto y maleza con árboles
Agricultura	224,4 Ha	248,4 Ha	472,8 Ha	Cultivos anuales, tacotal y huertos
Pastos	259,5 Ha	258,4 Ha	517,9 Ha	
Centros poblados	22,6 Ha	34,2 Ha	56,8 Ha	Urbanizaciones compactas

³ 1 Ha equivale a 10000 mt2

Cuadro N° 7. Áreas de influencia por elemento durante la Etapa de Operación

Elemento	Área de influencia directa (m)	Área de influencia indirecta (m)	Aporte para recomendaciones
Planta	500	1500	1-Señales de advertencias y los posibles peligros 2-No construir casas ni infraestructura social 3- definir medidas en plan de contingencia
Tubería de agua y vapor caliente o salmuera	250	500	1, 2, 3 (llaves para corte reflujo?)
Tubería de vapor	250	500	1, 2, 3
Separador ciclónico	250	500	1, 2, 3
Silenciador o Muffler	250	500	1, 2, 3
Tubería de re-inyección	250	500	1, 2, 3
Pozo en perforación	500	1500	1, 2, 3 (señalizaciones por los peligros de reventón – blowup- o hundimientos durante la perforación)
Pozo en producción	250	500	1, 2, 3
Pozo de re-inyección	250	500	1, 2, 3
Pozo abandonado	100	250	1, 2 5- señalar con información acerca del elemento
Línea de transmisión principal	100	150	1, 2, 3
Tanques almacenamiento diesel	100	250	3, 5
Bodegas	100	250	3, 5

6.3 Impactos en el Medio Físico – Químico

En general, los impactos potenciales, pero muy poco probables, pudieran darse con la degradación de espacios paisajísticos; cambios de drenaje superficial muy locales; contaminación atmosférica y acústica por causa de los trabajos de la maquinaria pesada; contaminación por aceites y/o combustibles y por desechos sólidos, por aguas negras o por desechos humanos; construcción de instalaciones temporales, ruido y humos.

6.3.1 Residuos Sólidos

Los impactos generados por residuos sólidos serán moderados durante la *etapa de construcción* de los edificios, de la casa de máquinas y torre de enfriamiento; existe la posibilidad de que se generen efectos negativos, no obstante, la mayor parte de ellos son previsibles, controlables y mitigables y serán manejados conforme los estándares de la NTON para residuos sólidos no peligrosos.

Durante la *etapa de operación*, en la perforación de pozos geotérmicos, junto al caudal de efluentes se obtienen lodos de perforación que serán ubicados en recintos especiales para su manejo acorde con las normas establecidas.

Los desechos de perforación son pequeños fragmentos de roca (arcilla, arenas, lutitas) que se generan por la acción cortante y trituradora del proceso. Estos detritos serán transportados a la superficie por medio del lodo de perforación que se impregna en el área superficial de estos.

6.3.2 Residuos Líquidos

Los fluidos procedentes del reservorio del Proyecto y después de la generación de electricidad, no van a afectar al medio ambiente superficial por cuanto serán re inyectados al subsuelo.

Las aguas residuales del sistema de generación de electricidad serán dispuestas por un sistema de reinyección, manejado por PENSA. El Proyecto dispondrá de 5 pozos de reinyección a situarse al Sur del sector de explotación; para lo cual requerirá de una red de tuberías de cerca de 2 kilómetros desde las unidades satélites localizadas próximas a los pozos de producción. El mayor riesgo con la tubería se relaciona con la posibilidad de fugas durante la etapa de operación, o bien la disposición de los desechos líquidos y gaseosos en el ambiente en las fases de producción y reinyección; por esto las fugas de vapor serán corregidas de inmediato. El sistema de reinyección es la solución más adecuada para evitar que los fluidos geotérmicos se descarguen en las corrientes superficiales o afecten los acuíferos y previenen por completo cualquier posible impacto por contaminación por desechos líquidos en la superficie.

Durante la operación de la planta, se generarán otro tipo de residuos líquidos como aguas negras de las construcciones temporales, aguas salmueras producto de la generación de electricidad, fuga de aceites y/o combustible de la maquinaria pesada utilizada y de transformadores.

Las obras de drenaje realizadas en las etapas anteriores permitirán en la etapa de cierre que los residuos líquidos no contaminados puedan tomar un cauce natural. Los muros de gaviones serán dejados in situ, para la protección de los canales de agua como medida que facilite el drenaje pluvial de la zona.

5.3.1 6.3.3 Cambios en los Suelos y Subsuelos

La posible fuente de contaminación que puede interferir de manera negativa en la calidad del suelo es influenciada por las manifestaciones geotermales que aportan contaminantes al suelo. La erosión hídrica y eólica contribuye también al nivel de degradación de los suelos. Los elementos químicos como el mercurio, boro y arsénico comunes en el área San Jacinto-Tizate son los que pueden perjudicar la vegetación y cultivos del área.

La construcción de las fundaciones para soportar los ductos para la red de tuberías de vapor o vapor ductos durante la fase de construcción, ocasiona pequeñas modificaciones en el uso actual del suelo, afectando a los arbustos de una estrecha franja de cuatro metros de ancho en donde se localizan las mismas. El montaje de los ductos para el fluido geotérmico tampoco representa gran obstáculo para la fauna silvestre de la zona.

La presencia de estas tuberías, sus estructuras, soportes y cimientos de anclaje afecta el valor de la tierra por su efecto físico y visual, y su cuantificación en general dependerá del diseño, localización y características de las áreas afectadas.

➤ Erosión

La remoción de la cubierta del suelo, para la construcción de las instalaciones, puede causar aumento del escurrimiento superficial y erosión pero, en el presente caso, el sitio se ubica en una gradiente estable y alejado de aguas superficiales, por lo que los impactos serán menores. En todo

caso, se pondrá en marcha un plan de mitigación y control de erosión durante la fase de construcción.

El área destinada para la construcción de las plataformas es de aproximadamente 10,000 m². Debido que el área es relativamente plana; el volumen de descapote previsto es de 2,000 m³ lo que equivale a una remoción de aproximadamente 0.20 m de suelo vegetal y su sustitución por material selecto

➤ **Desechos por la Remoción de Vegetación**

La remoción de la vegetación para la ubicación de estructuras está orientada básicamente a la eliminación parcial de maleza y a la tala de algunos árboles aislados en sitios de pozos, y eventualmente al corte residual de árboles para el paso de los ductos de agua y vapor, todo esto generará residuos sólidos que podrán ser reciclados para utilizarlos como abono orgánico.

El área afectada por remoción de vegetación en plataformas, tuberías y caminos se considera aproximadamente en unos 15,000 m²

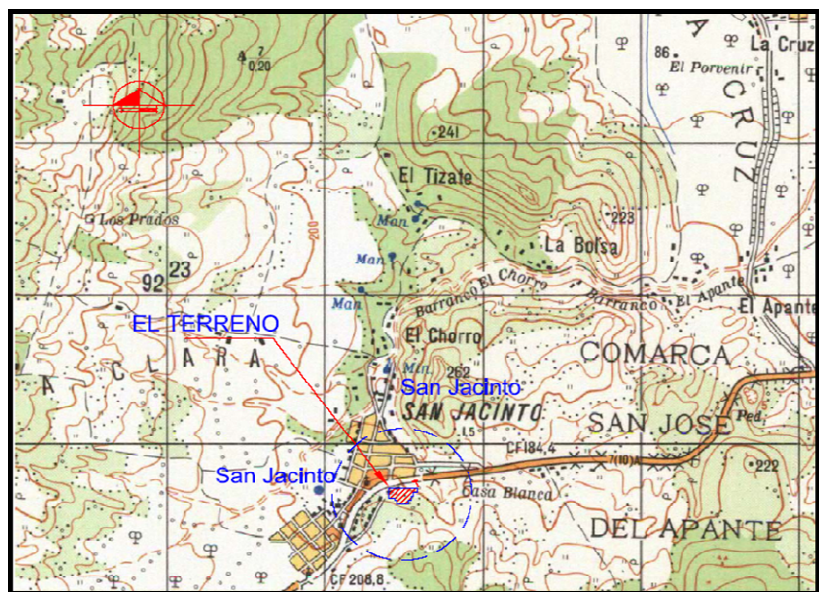
➤ **Los Bancos de Préstamo**

Las obras de rehabilitación y construcción de caminos, plataformas, obras civiles, etc., utilizarán material selecto como sub-base pero en volúmenes moderados y de relleno que serán abastecidos con los bancos de materiales disponibles dentro del área de concesión. Para su uso y cierre se seguirán la Norma Técnica (NTON) No. 050 21-02 sobre Aprovechamiento de los Bancos de Materiales de Préstamo para la construcción.

La extracción de materiales de construcción en los dos bancos de préstamo afectará un total de aproximadamente 20,000 m² (2 Ha) de material aglomerados lávicos, arenas, lahares y otros. El primero (San Jacinto 1) se encuentra a escasos 500 metros al suroeste de las oficinas del Proyecto y el segundo (San Jacinto 2) aproximadamente 200 metros al sureste de la planta geotérmica.

El Banco San Jacinto 1 no está siendo utilizado por Polaris Energy ya que existe un impase legal por la concesión y explotación del mismo. Fue utilizado por la empresa Intergeoterm en el periodo que se realizaron las primeras perforaciones 1993-1994 y extrajo alrededor de 54,500 m³.

Ilustración N° 14: Ubicación de los bancos de materiales (mapa base)



Polaris podría utilizarlo y como medida de restauración, ha previsto rellenar las zonas excavadas con bolones de piedra, establecer curvas de nivel en las áreas con pendientes para evitar la erosión y reforestar la zona.

El banco de materiales San Jacinto 2, es el área que ha sido explotada más recientemente. Tiene, según el levantamiento topográfico realizado en Octubre del 2007 un área de 21,150.3734 m² dicha área multiplicada por una altura media de 6 metros da un volumen extraído de 126,902.2404 m³.

Esta zona ha dejado de ser explotada ya que se encuentra cerca del área que se prevé construir la planta Kalina, Esta área se pretende rellenar para asegurar la construcción de la planta de ciclo Kalina, además de reforestar la zona.

5.3.2 6.3.4 Cambios en los Niveles de Ruido

El ruido durante la etapa de construcción provendrá de los trabajos de la maquinaria pesada y el movimiento de materiales de construcción. Estos impactos previstos durante esta etapa, son no significativos y temporales, para el resguardo de la salud de los trabajadores, se seguirá la Norma Ministerial sobre Seguridad en los Lugares de Trabajo, cumpliendo las condiciones establecidas.

El ruido es un impacto directo acumulativo pero mitigable, ligado a la operación del campo, que puede tener efectos residuales sobre la salud de las personas expuestas, por lo cual, las emisiones de ruido serán monitoreada con periodicidad. De acuerdo a mediciones realizadas por LaGEO, los valores de ruido oscilan entre los 80 y 110 dB, sin el silenciador respectivo y, dependiendo de la distancia de la fuente productora y dirección del viento. Sin embargo todos los equipos, maquinarias y pozos tienen silenciadores con lo cual se aminora sensiblemente el ruido proveniente de operación de la planta.

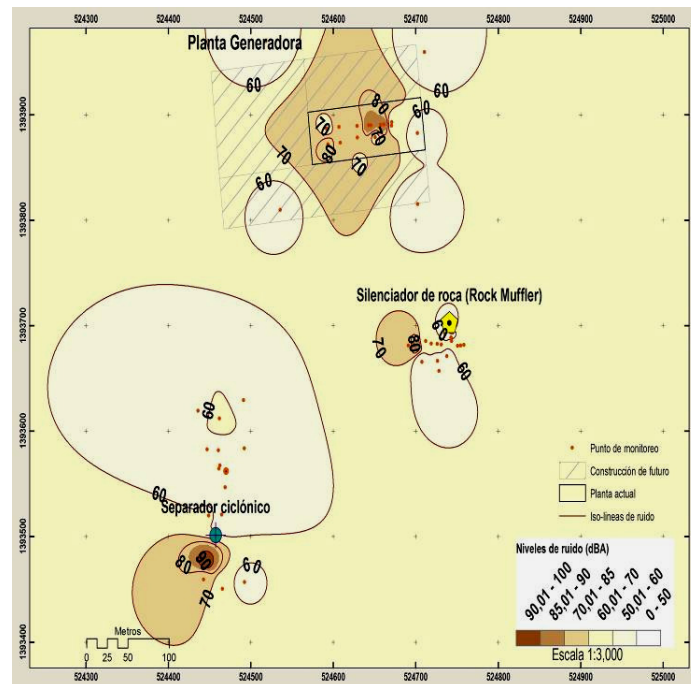


Ilustración N° 15: Área de impacto de los ruidos (LaGEO)

Como puede observarse en la figura, los niveles son relativamente bajos y no alcanzan siquiera los límites permisibles adoptados por organismos internacionales o nacionales. El ruido producido durante la fase de operación no aumentará estos niveles, significativamente.

Las afecciones pueden darse a los trabajadores directamente involucrados en las actividades geotérmicas y a las poblaciones cercanas al campo geotérmico. Las distintas actividades que generan emisiones sonoras suelen ser: preparación del sitio de perforación y construcción de caminos; perforación de pozos geotérmicos; erogación de pozos geotérmicos; construcción de la planta; soplado de las tuberías de acarreo y de entrada a la turbina; torre de enfriamiento; y eyector de gas con respiradero de vapor. Los efectos en la salud que puede producir un ruido suficientemente fuerte son perjuicio de la salud, interferencia con el trabajo, interferencia con el sueño y producción de fastidio.

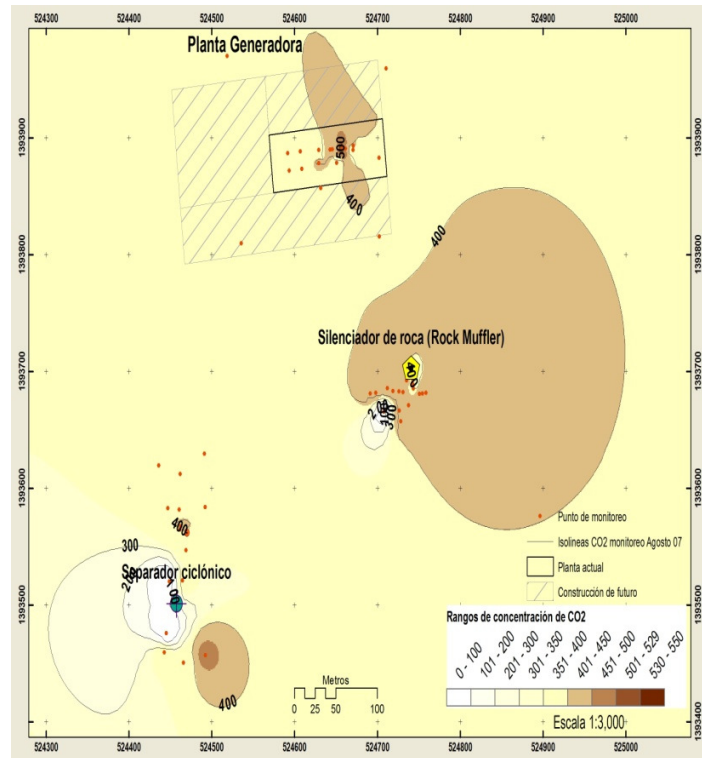
5.3.3 6.3.5 Cambios en la Calidad del Aire

La maquinaria y los vehículos pesados utilizados para el movimiento de tierra y otros materiales producirán emisiones de gases y humo. Sin embargo, los impactos de gases no serán significativos.

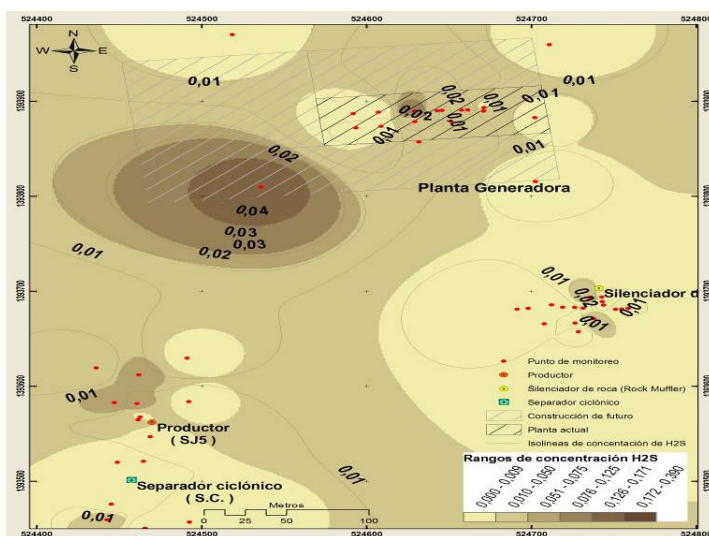
En términos de emisiones de CO₂, las plantas geotérmicas emiten un volumen muy inferior al de otras plantas térmicas. En cuanto a los constituyentes menores, como radón y mercurio, se estima que los impactos son muy bajos basado en las concentraciones del vapor y en los resultados del modelo para ácido sulfhídrico. No existen normas para estos tipos de constituyentes en plantas geotérmicas.

Ilustración N° 16: Área de impacto de Dióxido de Carbono (CO₂) (LaGEO)

En la Figura se puede observar el área de influencia de las emanaciones gaseosas.



La vegetación en el área de influencia no ha mostrado, al menos visualmente, problemas que pudieran indicar anomalías atribuibles a los gases no condensables o a sus reacciones químicas. La precipitación en el área del Proyecto está naturalmente acidificada, proviniendo muy probablemente de la actividad fumarólica próxima de los cráteres del Volcán Telica.



En el área del proyecto no se percibe ningún olor estético en los gases y la flora no presenta ninguna anomalía preocupante sino que, por el contrario, a la vista de los paisajes se está en presencia de un área de alto potencial turístico.

Ilustración N° 17: Área de impacto de gases de ácido sulfhídrico (H₂S) (LaGEO)

Durante la operación pueden generarse emisiones en las torres de enfriamiento, emisiones en el curso de

la producción de vapor, en los silenciadores, en la descarga de los condensadores, en las tuberías de vapor y en desperfectos de la planta misma. Los fluidos geotérmicos contienen gases no condensables, especialmente dióxido de carbono (CO₂), acompañados por otros constituyentes menores, incluyendo ácido sulfhídrico (H₂S), en contenidos variables. El ácido sulfhídrico puede ser convertido en dióxido de azufre después de varias horas. Los efectos principales de emisiones de ácido sulfhídrico son impactos de salud y molestia (olor) a trabajadores del proyecto, salud y molestia (olor) a la población cercana al proyecto.

El H₂S es un gas comúnmente descargado en las operaciones de plantas geotérmicas. Sin embargo, las concentraciones emitidas por el proyecto están por debajo de los límites internacionales y nacionales; y cabe mencionar que emanaciones similares se encuentran en los hervideros, cerca del área del proyecto.

5.3.4 6.3.6 Cambios en la Calidad y Cantidad de Agua

La mayoría de los cursos de aguas superficiales existentes en la zona donde se ubica el proyecto presentan dos peculiaridades; son de corto recorrido y el caudal es intermitente; esto limita el potencial del recurso para todo tipo de aprovechamiento de carácter semi regional y lo circunscribe en su mayor parte a aprovechamientos individuales de agua potable, uso domestico y aguadero de animales principalmente en la quebrada El Tizate y el manantial El Chorro en las márgenes de los mismos.

Durante la construcción de caminos habrá un cambio temporal y muy local en el patrón de drenaje superficial de las quebradas. Sin embargo, este trabajo se hará durante la temporada seca, se instalarán alcantarillas en puntos estratégicos, se mejoraran los patrones de drenaje; obras que no serían posibles con la situación sin el proyecto. Esto resultara un impacto positivo.

Los resultados de los muestreos realizados desde 2005 a 2007, todos los elementos analizados presentan concentraciones muy por debajo de los límites permisibles para calidad de agua establecido por organismos internacionales como la OMS, Comunidad Europea (CE) y CAPRE.

6.4 Impactos en el Medio Biológico - Ecológico

El paisaje que caracteriza el área de la concesión y sus alrededores está compuesto por un mosaico de hábitat dentro el ecosistema trópico seco y por actividades económicas de subsistencia. El área es semiplana y compuesta por parcelas agrícolas y ganaderas con una ganadería no-intensiva de menor escala. El área de la concesión cubre una parte del Área Protegida Telica – Rota, cuyo límite inferior está en la cota 300 m.s.m.n e incluye los volcanes Telica, Santa Clara, San Jacinto, Cerro Agüero, Rota, Montoso entre otros.

Actualmente se está trabajando en el Plan de Manejo del Área Protegida Telica- Rota, este Plan resulta crucial, para minimizar la extracción de madera utilizada tanto para leña como para fabricación de muebles. En los alrededores del área existen vastas zonas agrícolas donde se cultiva arroz, frijol, sorgo y maíz, por lo que son constantemente sometidas a quemas como parte del proceso de preparación de los suelos para la siembra

La flora presente corresponde a bosque tropical seco, con árboles de hojas anchas que en su mayoría las botan cada año durante la estación seca que corresponde a 6 meses del año. La mayoría de los árboles presentan corteza gruesa y con fisuras. Se encuentran pocas especies siempre-verdes en los estratos, a excepción de algunos arbustos del sotobosque y ciertos bejucos herbáceos y leñosos frecuentes en forma de botella alrededor de árboles como la Ceiba que crecen rápidamente. En la parte inferior se encuentran distintos tipos de hierbas. El bosque está de muy a moderadamente intervenido con clara afectación a árboles de uso maderable y leña. Gran parte de la vegetación ha sido modificada por la introducción de la actividad agrícola, el corte de leña para combustible y ganadería, lo cual explica que gran parte del área se encuentre cubierta por pastizales.

Hay poca presencia de animales silvestres en la zona, debido a la quema y deforestación que se ha aumentado en el área. Los documentos indican una reducción de especies de animales con relación al año 2001; esto fue confirmado por pobladores, quienes expresaron la escasez de garrosos e iguanas, objeto de la dieta alimenticia de los pobladores locales.

El proyecto influirá localmente abriendo nuevas fuentes de trabajo lo que influirá en la disminución de la presión a que ha sido sometida la flora y fauna de la zona, se disminuirá el despale en el área del proyecto y zonas aledañas. No se afectará de manera significativa la migración de especies locales (avifauna).

6.5 Impactos en el Medio Socio - Cultural

Los impactos para el componente socio - cultural no presentan mayores diferencias entre las fases de construcción, operación y cierre. El factor relevante en la fase de operación es el número de personas a las que el proyecto puede brindar oportunidades de empleo.

Aunque no se identifican impactos negativos sobre la población a causa de la implementación del proyecto, es preciso señalar que la concesión cubre asentamientos humanos y, a la vez, se encuentra en zona de riesgo razón por la cual se considera que se deben tomar medidas e integrarse en un Plan Local de prevención, mitigación y atención a desastres. Las acciones y organismos a los que PENSA se debe integrar se presentan en el Plan de Gestión.

Aproximadamente un 90% del área de la concesión otorgada a Polaris Energy S.A. se encuentra en área de la comunidad San Jacinto y una pequeña parte del área se ubica en d la comarca de San José Apante. San Jacinto es una comunidad del municipio de Telica, de aproximadamente 558 viviendas y dista 12 km de la cabecera municipal de Telica y unos 16 km de la cabecera municipal de Malpaisillo (Larreynaga).

El puesto de salud de San Jacinto, registra para el año 2007, 4,715 habitantes (8.4 pers/vivienda), de los cuales el 25% (1,202) son niños/as entre 0 y 9 años; 24% (1,131) son jóvenes entre 10 y 19 años y el 51% (2,382) son adultos/as mayores de 20 años

Es preciso señalar que toda la población se encuentra asentada en zona de riesgo por fallamiento y deslizamientos, razón por la que requieren mantenerse en alerta y con los Comités Comarcales de Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (COCOPRED) conformado y sus Planes de Acción, activos.

➤ **Ocupación/Empleo**

El censo 2005 indica que un 90% de la población ha nacido en el municipio y un 10% ha nacido fuera, indicando poca inmigración; sin embargo alrededor de un 26% emigra a otros lugares en busca de empleo

Polaris Energy Nicaragua, S.A. (PENSA) actualmente utiliza fuerza laboral local. De su personal un 77% (51 personas) son de San Jacinto. Adicional, PENSA subcontrata a la Perforadora Santa Bárbara quien a su vez, entre su personal, el 44% (25) son de San Jacinto, y, eventualmente contratará de forma temporal otros 14 por un lapso de aproximadamente 3 semanas. También subcontrata a Llansa, Vílchez y Santa Fe para construcciones y reparaciones de obras y caminos, los que en total contratan a otros 50 obreros de campo

Se espera que, para la implementación de las fases I y II del proyecto se contrate un total de 700 personas. Con ello, la situación puede revertirse ya que habría empleo para una parte de la población de San Jacinto (hombres y algunas mujeres), aportando así a la reducción de la migración.

➤ **Acceso a ciertos servicios básicos**

Alrededor del 80% de la Población tiene acceso a servicios de energía eléctrica. Sin embargo, el agua potable es uno de los mayores problemas o necesidades de la población. La población gestionó, en conjunto con la Alcaldía, la realización de un pozo o mini-acueducto que abastece 1 hora de agua al día a la comunidad de San Jacinto Tizate; por otro lado, hay un ojo de agua (El Chorro) donde la mayoría de los pobladores de las comarcas cercanas van a “recolectar” agua; PENSA apoya a la comunidad brindando agua potable a una parte de la población, quienes la toman de una llave que está ubicada en las afueras de las oficinas; por otro lado, apoyó para la compra de la tubería a fin de instalar el agua potable al resto de la población.

La información brindada por la Alcaldía Municipal de Telica indica que en San Jacinto, de la población mayor de 15 años, un 7% (54) no sabe leer ni escribir y un 51% (371) está estudiando y un 42% no ha continuado sus estudios. Esto confirma que la población tiende a abandonar sus estudios a mediados de la secundaria para integrarse al mercado laboral ya sea por uniones o matrimonios prematuros o por tener que aportar a la economía familiar

Los registros del puesto de salud, en San Jacinto, exponen que para el año 2007, 4 niños/as menores de 1 año se encontraban desnutridos y 19 en esa misma edad se encontraban en riesgo de desnutrición; 2 niños/as entre los 1 y 5 años se encontraban desnutridos y 48 en esa misma edad se encontraban en riesgo de desnutrición; 121 niños/as menores de 5 años presentaron prevalencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA) y 2,060 menores de 5 años presentaron infecciones respiratorias agudas (IRA). El puesto de salud atendió 282 partos institucionales y se dieron 8 partos domiciliarios.

Con relación a la telefonía, actualmente cerca de un 50% de la población cuenta con teléfono celular móvil y, aunque no hay señal en todos los lugares del casco urbano, la población se moviliza a lo largo del casco urbano, a los lugares con señal cuando quieren comunicarse.

6.6 Impactos en el Medio Económico – Operativo

El impacto de la ampliación del proyecto o ambiente construido, es insignificante si se toma en cuenta que uno de los aspectos más relevantes dentro del componente económico operacional, es la importancia que adopta el uso y manejo de la energía que el proyecto de reconversión de 72 MW generaría.

El proyecto se desarrollará dentro de un área ya intervenida, que constituye la expansión de la actual planta generadora y zona de producción y reinyección, dentro de la misma área circunscrita a 8 km² por lo que el área de operación se restringe aproximadamente a 4 km². Ésta área se encuentra alejada de las zonas poblacionales aledañas; por tanto las consideraciones y medidas a tomar en cuenta se limitan a la afectación que puede generar la fase de operación en los trabajadores de la planta.

7. PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIO-AMBIENTAL

7.1 Introducción

En base a la metodología RIAM, se identificaron los impactos positivos y negativos del proyecto, enmarcado dentro de los cuatro componentes, socio cultural, económico operacional, físico químico y biológico ecológico, pilares fundamentales que integran el medio ambiente

Con base en los posibles impactos expuestos anteriormente, se formula un Plan de Gestión Socio Ambiental, tomando en cuenta las variables mas afectadas en los componentes descritos.

La propuesta del PGSA es el resultado del proceso de observaciones y estudios en el área de influencia del proyecto, de visitas de campo y de las consultas realizadas en el municipio de Telica y tiene su base en la información presentada en las secciones anteriores, seguido por un análisis de los posibles cambios que el proyecto pueda provocar. Esto ha incorporado los resultados de todas las etapas ejecutadas durante el EIA.

Todas las actividades desarrolladas fueron fundamentales para la formulación de las medidas establecidas en el PGSA para prevenir, mitigar, controlar y restaurar los posibles impactos que se deriven de las actividades del proyecto.

7.2 Objetivos del Plan

El Plan de Gestión tiene los siguientes objetivos:

- Fortalecer los componentes que comprenden las variables social y ambiental del área durante la ejecución y operación del proyecto.
- Establecer medidas de mitigación y un plan de monitoreo para prevenir y reducir los impactos negativos significantes hasta niveles aceptables, y fortalecer aquellos impactos positivos causados por el proyecto.
- Definir las responsabilidades entre los diferentes actores (instituciones, empresa, otros organismos u organizaciones de base y Población) para implementar las medidas de mitigación durante las etapas de construcción, operación y cierre.
- Cumplir con las regulaciones ambientales y sociales existentes, así como los procedimientos establecidos para obtener las autorizaciones y/o permisos.
- Proteger la Salud y Seguridad Humana de los trabajadores y la población aledaña.

7.3 Estructura del Plan

Para facilitar el seguimiento, el Plan de Gestión Socio-Ambiental se divide en los siguientes elementos:

Medidas de Mitigación, Plan de Monitoreo, Plan de Contingencia, Plan de Manejo de Desechos, Plan de Reforestación y Plan de Implementación

La Figura siguiente presenta un resumen general de la estructura y contenido del PGSA.

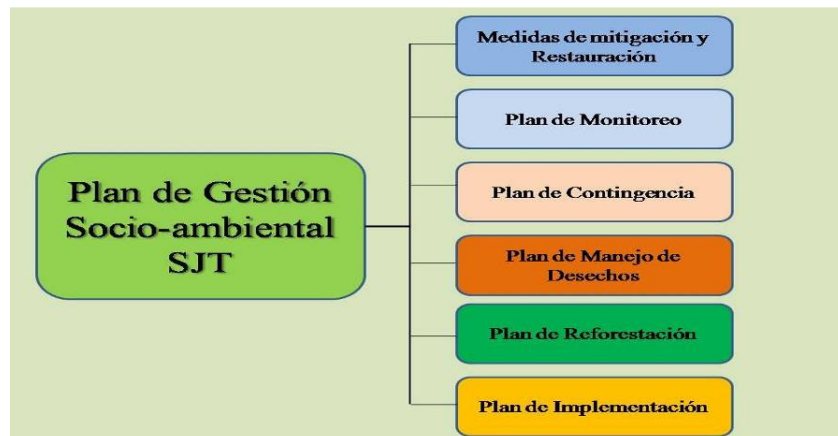


Ilustración N° 18: Estructura del PGSA de San Jacinto - Tizate

7.4 Medidas de Mitigación

Se define las medidas para reducir los impactos negativos y fortalecer los positivos. Entre las principales se señalan las siguientes.

7.4.1 El Medio Físico - Químico

➤ Suelos

Los principales impactos potenciales que puedan afectar los suelos durante la etapa de construcción están relacionados al movimiento de suelos y la extracción de aguas y vapores subterráneos. El movimiento de tierra para la construcción de la infraestructura la ampliación de caminos dirigidos a la plataforma, la limpieza del área donde se ubicarán los tubos de transporte de vapores, resulta en potenciales impactos de erosión y pérdida de la capa superficial de suelo. Entre las medidas a tomar en cuenta se señalan:

- Sembrar plantas herbáceas en taludes y terraplenes para evitar la erosión del terreno (vetiver).
- Construcción de canaletas y disipadores de energía para aguas pluviales
- Construcción de canaletas para aguas lluvias
- Construcción de muros de gaviones para estabilización de áreas de pendientes moderadas
- Plan de riego en las calles de acceso en época de verano
- Reforestar con especies forestales nativas y herbáceas o gramíneas (vetiver u otro).
- Monitorear la actividad sísmica
- Realizar análisis de laboratorio que testifiquen la inocuidad de los lodos.
- Los lodos permanecerán en una pileta impermeabilizada hasta estar totalmente secos.
- Utilizar químicos a base de agua en las mezclas con lodos de perforación.
- Tratar los lodos con una técnica de biorremediación (Landfarming)
- Realizar análisis de laboratorio que testifiquen la inocuidad de los lodos.
- Construir pilas de emergencia para evitar desborde de lodos en caso de eventos extremos (tormentas).
- Implementar el Plan de Manejo de Desechos Tóxicos (incluye los Hidrocarburos)

- Reinyectar los fluidos de perforación para mantener el balance hidrotérmico del acuífero y evitar la subsidencia.
- Monitoreo de Presión y temperatura.

➤ **Agua**

Comprende todos los recursos hídricos subterráneos y superficiales en la zona del proyecto que puedan ser afectados por la actividad del mismo, sean estos impactados por sedimentos o residuos líquidos (aguas residuales industriales y domésticas) y sólidos (escombros o materiales de construcción). Acorde con el decreto 33- 95: Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domesticas, Industriales y Agropecuarias, se deberán tomar las siguientes medidas

- Evitar verter las aguas residuales en drenajes superficiales y utilizar la reinyección total.
- Se prohíbe la instalación de botaderos o sitios para la disposición final de desechos a 200 metros o menos de las quebradas cerca del proyecto. La ubicación de los sitios de botaderos deberán ser autorizados por la Municipalidad.
- Cualquier actividad de mantenimiento y reparación de los equipo deberán realizarse preferiblemente en el taller o en áreas alejados de los cursos de agua.
- Se prohíbe el vertido de aguas negras directamente a los cuerpos de agua que puedan estar cercanos al campamento de construcción.
- Las descargas de sedimentos provenientes de actividades de construcción y producción, aledañas al proyecto, deberán ser reducidos con la construcción de trampas de sedimentos que capturen los mismos, evitar la pérdida de la capacidad hidráulica de los mismos y alteraciones en la calidad del agua.
- Re inyectar las aguas residuales directamente al reservorio proveniente de los pozos de producción.
- Usar lagunas debidamente impermeabilizadas para evitar infiltraciones de agua residual proveniente de la prueba de pozos.
- Construir un sistema de drenaje apto para recoger y reinyectar en frío el agua de las lagunas, los rebales de las torres de enfriamiento y los drenajes de las líneas de vapor.
- En el caso de perforación de pozos próximos a fuentes de aprovisionamiento de agua, se recomienda hacer un estudio hidrogeológico del área seleccionada para poder determinar la configuración del horizonte acuífero.
- Durante la etapa de perforación se extremarán las precauciones al penetrar en la parte somera del pozo utilizando un lodo con bentonita y sin aditivos y poner el ademe al pozo para toda la longitud de la zona de probable ocurrencia del acuífero, evitando así eventuales contaminaciones en el proceso de perforación
- Monitorear la presión y la temperatura en cada pozo de producción.
 - Re inyectar el 100% de las aguas residuales directamente al reservorio para evitar que los niveles puedan disminuir y deprimir el acuífero.
 - Construir pilas de emergencia para evitar desborde de lodos en caso de eventos extremos (tormentas).
 - Diseñar y construir alcantarillas que eviten el contacto de las aguas residuales con el suelo en su paso a las lagunas de emergencia.

➤ **Aire**

En términos de emisiones de CO₂, las plantas geotérmicas emiten un volumen muy inferior al de otras plantas térmicas (p.ej. térmicas a gas, carbón, diesel, etc.). En cuanto a los constituyentes menores, como radón y mercurio, se estima que los impactos son muy bajos basado en las concentraciones de vapor para ácido sulfhídrico.

Para mitigar los cambios en la calidad del aire las medidas a tomar son:

- Colocar detectores de H₂S con un alcance de medición de 0-500 ppb con un tiempo de respuesta no superior a los 15 segundos.
- Monitorear periódicamente emisiones de CO₂ y H₂S en la proximidad de fuentes de emisiones potenciales.
- Se prohíbe la quema de desechos, desperdicios de obras o de combustibles. Los desechos deberán depositarse en los sitios aprobados por las autoridades municipales de Telica.

➤ **Niveles de Ruido**

Las emisiones de ruido se dan ya sea durante la fase de perforación de pozos como cuando la planta está en operación; sin embargo, todos los pozos tienen silenciador con lo cual se aminoran sensiblemente los niveles de ruido.

Para mitigar los cambios en el nivel de ruidos las medidas a tomar son:

- Revisión del funcionamiento mecánico de la maquinaria y equipos a utilizar en la perforación de pozos y la generación de energía.
- Instalar Barreras Sonoras, tales como cortinas rompe viento alrededor de las plataformas de perforación y planta generadora con la finalidad de controlar emisiones sonoras y atenuar el ruido emitido por la perforación y producción de los pozos.
- Suministrar equipo de protección al personal tanto en la fase de instalación de equipos, perforaciones y generación. De igual manera el personal responsable del desmontaje de la infraestructura durante la etapa de cierre deberá hacer uso del equipo de protección personal.
- Utilizar silenciadores en las operaciones de soplado de tuberías de entrada a la turbina.

7.4.2 El Medio Biológico - Ecológico

Debido a los altos niveles históricos de intervención antrópica en el área indirecta del proyecto, los ecosistemas y sus hábitats han resultado altamente fragmentados. Esto ha traído como consecuencia la pérdida de eficiencia en la función ecológica del entorno (proveedor de hábitats para la reproducción, anidación, viveros y alimentación, corredores biológicos, microclima entre otros) y su elasticidad ecológica (la auto-regeneración de la flora y sus atributos ecológicos).

PENSA ha manifestado su disponibilidad a co-gestionar la recuperación del medio biológico-ecológico, a través de un Plan de Reforestación, el cual servirá como medida para restaurar la función de micro-áreas priorizadas dentro de la concesión.

Las medidas a seguir se encuentran detalladas en el **Plan de Reforestación.**

La implementación del Plan permitirá una recuperación, lenta pero segura, del entorno. Trayendo un cambio positivo en el medio físico (mejoramiento del microclima y la función de suelos, cobertura boscosa, entre otros), lo cual contribuirá con los siguientes puntos:

- ✓ Aumento en la *abundancia* de aves migratorias (BE-1)
- ✓ Mejoramiento en la conectividad del Corredor Biológico del Pacífico (BE-6)
- ✓ Cambios positivos en los patrones de migración de fauna terrestre (BE-7)
- ✓ Cambios positivos en *patrones* de migración de avifauna (BE-8)

.7.4.3 El Medio Socio – Cultural y Económico - Operacional

Como se ha mencionado anteriormente, existen tres riesgos, aun bajos, que puedan incidir en la salud humana y la operación efectiva. El primero está relacionado a accidentes inevitables en el caso que haya fuga de una tubería de transporte de vapores y/o agua para la reinyección. El segundo está relacionado a los riesgos que pudieran darse debido a la línea de transmisión a personas que viven cerca del tendido eléctrico. Finalmente, el tercero está relacionado con los incendios que pueden afectar a la planta e infraestructura.

Para mitigar los cambios en los aspectos económicos las medidas a tomar son:

- Realizar investigaciones para impulsar la producción económica de algunas especies para sustituir la cacería o recolección tradicional de sus ambientes naturales (criaderos de iguanas, garrobos, psitácidos).
 - Financiar Guardabosques y implementar un programa de co-gestión del AP con MARENA, la Alcaldía, PENSA y las comunidades aledañas.
 - Control y medidas preventivas inmediatas sobre todas las actividades que están dañando significativamente el potencial del área, en especial la deforestación, los incendios, la cacería ilegal y la recolección de especies. Se precisa definir el rol del estado, las municipalidades y la comunidad local en la protección y manejo del área.
- En dependencia del área total reforestada, la comunidad estaría calificada para obtener créditos por secuestro de carbono y PENSA por la venta de créditos para la reducción de emisiones. Se recomienda que una parte de los ingresos obtenidos por dichos créditos se destine al **Geo-Resguardo y Conservación de la Vida Silvestre** y a un plan de educación ambiental orientado a la protección y conservación de la vida silvestre de la zona del campo geotérmico y sus alrededores.

7.5 Plan de Monitoreo

El plan de monitoreo incluye varios componentes y es realizado por personal muy calificado y con varios años de servicio en el Campo Geotérmico de San Jacinto-Tizate, siendo los resultados entregados para su verificación a un panel de consultores que se reúne cada dieciocho meses para analizar los datos.

7.5.1 Monitoreo del aire

PENSA a través de LaGeo realizará el monitoreo del aire, con estaciones fijas y móviles. La red de monitoreo permanente tiene que prever estaciones localizadas en las zonas donde, según los resultados, se ha evaluado la máxima concentración de H₂S en el aire, a nivel de suelo.

Cada una de las estaciones deberá ser capaz, en su configuración mínima, de medir los parámetros meteorológicos de temperatura y humedad del aire, velocidad y dirección de los vientos, presión atmosférica y radiación solar, y la concentración del H₂S, que es el más importante entre los contaminantes producidos por un campo geotérmico.

El detector de H₂S debe tener alcance de medición de 0-500 ppb con un tiempo de respuesta no superior a los 15 segundos. Equipos transportables para la detección de H₂S pueden ser colocados periódicamente en la proximidad de fuentes de emisiones potenciales. Considerando el efecto acumulativo de las emisiones, sería recomendable una coordinación entre el MARENA, INE y PENSA en los esfuerzos de monitoreo.

7.5.2 Monitoreo del agua

Se recomienda el monitoreo del agua, la recolección y análisis químico de muestras de agua para controlar las condiciones de la descarga de los efluentes líquidos. Su objetivo es evaluar las concentraciones de los elementos que podrían indicar una posible contaminación por fluido geotérmico (ácido bórico, arsénico y cloruros).

PENSA ha establecido, ya desde 2005, una red de monitoreo químico compuesta por 10 estaciones de muestreo distribuidas en la zona del campo geotérmico. La ubicación de los sitios de control resulta apropiada y bien equilibrada, con respecto al desarrollo actual y planeado del proyecto geotérmico.

7.5.3 Monitoreo de las deformaciones y movimientos del suelo

PENSA deberá que instalar sistemas de monitoreo para observar la micro-sismicidad y la subsidencia en el sitio y prevenir efectos significativos.

Otros programas. Se deben ejecutar Planes de Monitoreo del pH del Agua de Lluvia, del Efecto de la Actividad Geotérmica en los Acuíferos Superficiales, Producción del Campo Geotérmico, Reinyección Fría, Reinyección en Caliente, Mantenimiento de la Estación Separadora, Evaluación Termohidráulica de los Pozos (Entalpía, Temperatura, Flujo, Presión, % gases en vapor), Acidificación de los Pozos, Perfiles Geoelectricos, Auscultación del Campo.

7.5.4 Fortalecimiento de la Línea de Base Existente

Existe una línea de base para diversos parámetros de aire, agua y suelos. Sin embargo, PENSA ha manifestado su interés en fortalecer la línea de base existente con un esfuerzo que pretende recoger datos relacionados a las condiciones existentes antes de empezar el proyecto.

7.6 Plan de Contingencia

Se requerirá de un Manual de Respuesta para Seguridad y Emergencia que deberá contener:

- Declaración de Políticas de Seguridad
- Planes de Notificación en caso de emergencia
- Responsabilidades para los Supervisores y Empleados
- Funciones Básicas del Comité de Seguridad y Salud
- Deberes del Comité
- Entrenamiento a Supervisores en Emergencia y Seguridad;
- Reglas y Prácticas de Seguridad en el Trabajo relativas al manejo de materiales, transporte, trabajos de electricidad, soldadura, manejo de utensilios y herramientas, protección anti-incendios y manejo de químicos.

El mencionado manual también cubrirá las siguientes actividades:

Procedimientos Anti-Incendios en Plantas, con indicaciones de la ejecución de reportes por incendios, lucha anti-incendios e inspecciones semanales del sistema; procedimientos para desastres naturales (terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, inundaciones); Procedimientos para primeros auxilios, quemaduras de primer grado, quemaduras químicas, mordeduras de serpientes, shocks eléctricos, etc.; Equipo de seguridad; Entrenamiento al personal para el manejo de equipo de seguridad. Manejo de sustancias peligrosas. Procedimientos para reporte y respuesta ante derrames de lubricantes, solventes, ácidos e hidróxidos y procedimientos de emergencia ante esas circunstancias; procedimientos para derrames de aceite, reventones de pozos, etc. Procedimientos para inspecciones de los equipos de seguridad. Regulaciones administrativas para la entrada del personal en áreas restringidas, Planes de seguridad y procedimientos para identificar áreas y empleos de alto nivel de ruidos. Procedimientos para el ácido sulfhídrico, medidas de seguridad, aplicaciones y responsabilidades. Procedimientos de seguridad eléctrica. Manuales de Prevención de derrames. Plan para Manejo de Residuos Peligrosos, entre otros.

La metodología de evaluación y seguimiento del plan de contingencia y de las actividades de recuperación de las áreas y de las personas afectadas, deberá contemplar: a) Programas de capacitación y simulacros necesarios para hacer frente a los accidentes; b) Inventarios logísticos de nombres, direcciones y formas de contactar a las personas e instituciones involucradas.

PENSA mantiene políticas de acercamiento a las comunidades próximas al proyecto. Según lo manifestado por ejecutivos de PENSA, tienen interés en trabajar conjuntamente con instituciones y ONG's en la definición de necesidades sociales específicas de las comunidades de San Jacinto, El Tizate, San José Apante; entre las ideas estudiadas conceden gran importancia a la minimización y reciclado de residuos, programas de educación ambiental, de seguridad para los trabajadores y de información pública.

7.6.1 Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

De acuerdo al **Project Manual (Safety Policy)**, PENSA se compromete durante toda la fase de construcción de la Planta a implementar un Plan de Salud Ocupacional que dispondrá de un equipo profesional compuesto de un profesional y un técnico en Salud Ocupacional; realizará

informes mensuales con estadísticas de lesiones ocurridas; velará porque los accesos a la obra estén perfectamente visibles y con señalamientos para el paso de maquinaria.

PENSA también cuidará la limpieza y la eliminación de los residuos sólidos y escombros; transporte, almacenamiento y recepción de materiales comunes y peligrosos (líquidos inflamables, explosivos); situación de medios de elevación (grúas, montacargas, mantenimiento preventivo de estos equipos; situación de plataformas de trabajo (andamios, escaleras, rampas); existencia de red contra incendios y/o equipos portátiles de extinción; control técnico de problemas higiénicos y sistemas de protecciones de seguridad; transporte de personal; higiene en áreas de hospedaje y alimentación de personal.

Para la atención médica durante el período de la construcción PENSA dispondrá de un puesto médico debidamente equipado. Así mismo dotará a todos los puestos de trabajo de un botiquín de primeros auxilios. A todo el personal se le efectuará un examen médico previo antes de su contratación. Se dispondrá de un plan de medicina preventiva. Existirá un manual de seguridad para todos los empleados.

La seguridad y prevención de accidentes en el Proyecto es responsabilidad de PENSA y en cualquier emergencia que afecte a la seguridad de las vidas humanas, de propiedades vecinas y de las obras en construcción PENSA puede sin instrucciones o autorización especial actuar a su juicio para evitar pérdidas o daños. Durante la construcción y operación de la Planta se deberá colocar y mantener durante el período de vigencia del Contrato de Concesión, implementos para prevenir accidentes en los sitios del proyecto, tales como rótulos, pararrayos, barandas, luces, redes de seguridad, etc. PENSA cuenta con un Plan de Emergencia para enfrentar cualquier evento inesperado en los pozos.

En todos los casos que sean necesarios, la compañía deberá mantener en los sitios del proyecto, la iluminación adecuada para la seguridad de la construcción, observación e inspección de las actividades de construcción de materiales y equipos. Se deberá tomar todas las precauciones necesarias para la protección del personal que labore durante la construcción y en la operación y mantenimiento de la Planta, exigiéndose como mínimo el suministro de equipos de protección y almacenamiento, limpieza y mantenimiento cuando las condiciones así lo exijan.

Cuando se deban efectuar trabajos que signifiquen riesgo de daño a los empleados, a otras personas, a la propiedad de terceros o a la propiedad y a la obra encomendada, se deberán tomar todas las precauciones y las medidas de seguridad que fueren necesarias de acuerdo con las disposiciones jurídicas aplicables. Cuando se haga necesario el uso de explosivos, se deberá obtener los permisos necesarios en el organismo correspondiente antes de proceder a las labores de barrenado y voladura así como para su almacenamiento y transporte.

PENSA deberá suministrar a las autoridades correspondientes dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes al hecho un informe de cada uno de los accidentes graves de trabajo que ocurran en la obra con los datos personales y una relación de las lesiones sufridas y causas del accidente. Se considerarán accidentes graves los tipificados en la Ley de Riesgos Laborales y su Reglamento

PENSA debe garantizar a los trabajadores los servicios básicos necesarios tales como baños, servicios higiénicos, etc. debiendo estar completamente separados los servicios sanitarios tanto el

de mujeres como el de varones. La cantidad de servicios higiénicos es en una proporción de 15 personas por unidad, siendo la misma proporción para hombres como para mujeres. PENSA deberá garantizar el tratamiento de las aguas servidas y su adecuada disposición, de acuerdo a las disposiciones establecidas en el **Decreto 33-95 Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las aguas residuales doméstica e industriales**. Se colocarán en el plantel en lugares visibles afiches alusivos a costumbres higiénicas (lavado de manos, disposición de desechos, etc.).

7.6.2 Plan de Prevención, Mitigación y Atención a Desastres.

El área de Concesión está rodeada de asentamientos humanos entre ellos la concentración poblacional de la **comunidad de San Jacinto**, caseríos en El Chorro, Lomas de Apante, La Ceiba, La Cruz, El Apante.

El SINAPRED recomienda que debido a las zonas de riesgos definidas en todo el municipio, en algunos sitios no debieran permitirse asentamientos humanos, sin embargo, dado que estos ya existían dentro de la concesión, es de suma importancia que tanto las comunidades, empleos y trabajadores de PENSA conozcan los planes del SINAPRED para una mejor actitud de respuesta ante eventos catastróficos en el área; por lo tanto PENSA debe coordinarse con los Comités Municipales de Prevención, Atención y Mitigación de Desastres (COMUPRED) y sobre todo los Comités Locales para participar activamente en los planes de contingencia municipales.

Entre algunos aspectos recomendados por SINAPRED y en los que PENSA podría y debería integrarse para la prevención y mitigación de desastres locales son:

En el aspecto de **organización comunitaria** recomienda a corto plazo lo siguiente:

- Conformación del Comité Local.
- Acondicionamiento o construcción de la casa comunal.
- Ubicación de información sobre Gestión de Riesgos de forma accesible a los comunitarios en la casa comunal.
- Equipamiento del local para reuniones, emergencias y capacitaciones.
- Realización de las reuniones periódicas del Comité Local.
- Participación en las reuniones del COMUPRED.

Para el caso de las **emergencias**, a corto plazo:

- Formulación de un plan local de emergencia con el apoyo del SE-SINAPRED.
- Identificación detallada de los sistemas de alerta necesarios.
- Activación de los sistemas de alerta.
- Formulación de las propuestas de simulacro.
- Realización de simulacros con el apoyo de la Defensa Civil.

Campañas de Capacitación y Educación

- Campaña de educación ambiental en zonas urbanas.
- Campaña de educación ambiental en zonas rurales.
- Capacitación en técnicas de construcción.
- Educación escolar para la Gestión de Riesgo.

Con relación a la vulnerabilidad por **deslizamientos**, a corto plazo se recomienda:

- Construcción y colocación de rótulos en zonas de derrumbes.
- Programa de establecimiento de sistemas forestales, agroforestales y de prácticas de conservación de suelos.
- Programa de reforestación de bosques.

Acciones inmediatas que puede realizar PENSEA:

- Conformar y/o integrarse al Comité Local de Prevención y Mitigación de Desastres
- Apoyar el fortalecimiento de una casa comunal y el centro de salud que atienda en los casos de emergencia
- Apoyar e integrarse para fortalecer los sistemas de alerta temprana
- Realizar el plan de reforestación en conjunto con los dueños de terrenos colindantes a los márgenes de los caminos, así como apoyar la reforestación local que permita la reducción de los riesgos por deslizamientos así como proteger los recursos hídricos a fin de mantener los niveles de vapor / gases.
- Apoyar los planes de capacitación y divulgación de los planes de Prevención y Mitigación de Desastres a fin de promover la concientización de la población para estos casos.

7.7 Plan de Manejo de Desechos

7.7.1 Residuos sólidos

A. Manejo y Disposición de Residuos Domésticos e Industriales No Peligrosos. Con base en la NTON 05 014 – 02: *Manejo y Disposición de Residuos Domésticos e Industriales No Peligrosos* se realizarán las siguientes actividades:

- Recolección selectiva realizando la selección en la fuente de los diferentes tipos de desechos sólidos. Acorde a la NTON 05014-02, los residuos domésticos serán almacenados provisoriamente en bolsas de polietileno y en contenedores adecuados (por ejemplo, contenedores de plástico con tapa), para ser llevados por el propio contratista en forma periódica (inicialmente se estima cada tres días) al lugar de disposición de residuos sólidos autorizado más cercano; se estima la generación de desechos sólidos mensuales, de los cuales una parte menor son desechos orgánicos y otra parte desechos inorgánicos, los que se separarán en la fuente y cuya disposición final se realizará acorde a las normas, pudiendo utilizar los desechos orgánicos para la elaboración de compost..
- Quedará absolutamente prohibida la incineración o disposición de residuos sólidos en el área de exploración.
- Los materiales sobrantes y desperdicios de perforación (restos de embalaje, cartones, bolsas plásticas, tambores metálicos y plásticos, trozos de tuberías metálicas y plásticas, aceros de perforación desechados, piezas metálicas, etc.) se dispondrán provisoriamente, separando en la fuente, el tipo de desecho para disponerlos en contenedores diferenciados.
- Para la recolección de los desechos antes mencionados se impartirá capacitaciones periódicas al personal para implementar este sistema de manejo de desechos. Además,

ubicar en sitios de fácil acceso recipientes de tamaño adecuado (barriles, uno o dos para cada tipo de desecho) claramente señalizados.

B. Manejo de lodos y recortes de perforación

Acorde al decreto de vertidos (Decreto 33-95),

- Se dispondrá de pilas para el manejo de lodos y efluentes. Estas piletas tendrán medidas de 10 x 10 x 5 m o las medias necesarias para alcanzar unos 350 m³ de volumen que, es aproximadamente el volumen máximo de lodo a obtener en una perforación. Las piletas estarán divididas en dos secciones por medio de una estructura que hará una función de filtro o barrera mecánica que permitirá la separación de las fases sólida y líquida de los fluidos de perforación. El líquido separado será reutilizado en el proceso de formulación de lodos de perforación y/o reinyección dentro del pozo.
- La fase sólida se almacenará en la pileta de lodos impermeabilizada. En caso de llegar al nivel máximo de fluidos en la pileta, se procederá a remover el material sólido previamente secado y transportado a zona de acopio autorizada por la Unidad Ambiental. Dicha zona de acopio se refiere al sitio de disposición final de los lodos o área de tratamiento, acorde con la norma de residuos sólidos no peligrosos (NTON 05 014-02) y posteriormente se trata con técnica de bio-remediación.
- No se permitirá llevar material con exceso de fase líquida al sitio de acopio para evitar problemas de filtración en sitio de acopio y derrames durante el transporte.

C. Manejo y Disposición de Residuos Industriales Peligrosos (aceites y lubricantes usados, baterías, restos de combustibles, etc

PENSA trabajará los residuos de combustibles y lubricantes con la empresa SERTRASA que se encarga de recolectar y trasladar dichos residuos, conforme la norma de para manejo de estos líquidos NTON 05-004-01 y NTON 05 015-02 para el manejo de los sólidos peligrosos (aceites y combustibles)

- Los residuos industriales peligrosos se almacenarán de manera temporal, ordenada y segura.
- En el caso de los residuos generados en las plataformas de perforación, se seleccionará un sector libre de riesgos de contaminación a aguas superficiales y subterráneas, para construir un área impermeabilizada con material plástico y arena, con el propósito de disponer temporalmente de manera segura los desechos peligrosos.
- Los recipientes para el almacenamiento de aceites usados e hilazas impregnadas con aceites, se ubicarán sobre cubierta impermeable para evitar la contaminación a los suelos en caso de derrames.
- Quedará prohibida la reutilización de lubricantes y aceites y su vertimiento al terreno natural o a cauces de agua.
- Estos materiales de tipo aceites, lubricantes usados, hilazas serán retirados para su disposición final por una Empresa que se dedique al manejo de este tipo de residuos según lo determine la Unidad Ambiental.

7.7.2 Residuos líquidos

De acuerdo al análisis realizado en este estudio se estipulan las siguientes medidas:

- Evitar verter las aguas residuales del fluido geotérmico a los drenajes superficiales, utilizando en este caso, la reinyección total.
- Impedir la contaminación de los acuíferos someros por infiltraciones del agua residual de las pruebas de pozos o de la escorrentía de los lodos de perforación mediante el uso de lagunas debidamente impermeabilizadas;
- Construir un sistema de drenaje apto para recoger y reinyectar en frío el agua de las lagunas, los rebalses de las torres de enfriamiento y los drenajes de las líneas de vapor;
- Re inyectar directamente al reservorio las aguas residuales con metales en disolución y gases no condensables que generan los pozos de producción, para evitar daños al ambiente.
- Reducir del tiempo de las pruebas de producción a lo necesario. Asimismo, se deberán utilizar las piletas impermeabilizadas, para recoger el fluido geotérmico de las pruebas. Posteriormente el fluido será reinyectado. También serán diseñadas y construidas alcantarillados que eviten el contacto de las aguas residuales con la tierra descubierto en su paso a las lagunas de emergencia. Todas estas medidas serán evaluadas para su ejecución antes de las que las pruebas se realicen.
- Las aguas residuales del tipo doméstico deberán ser tratadas de forma tal que cumplan con los parámetros establecidos en el **Decreto 33-95 Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las aguas residuales doméstica e industriales.**

PENSA deberá garantizar el tratamiento de las aguas servidas y su adecuada disposición, de acuerdo a las disposiciones establecidas en el **Decreto 33-95 Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las aguas residuales doméstica e industriales.** Se colocarán en el plantel en lugares visibles afiches alusivos a costumbres higiénicas (lavado de manos, disposición de desechos, etc.).

7.7.3 Manejo de Hidrocarburos

El manejo de hidrocarburos conlleva una serie de riesgos, principalmente relacionados con derrames accidentales en la maquinaria de la planta, vehículos, y en el lugar de almacenamiento de combustible, los que posteriormente podrían contaminar el suelo y las aguas subterráneas.

El plan que a continuación se presenta está dirigido a superar los riesgos identificados y realizar un excelente manejo ambiental dentro del proyecto.

Se considera que se deberán utilizar las mismas prácticas durante la fase de construcción y de operación. El área de almacenamiento de los tanques de combustibles debe estar dotada de un muro perimetral con el suelo impermeabilizado (piso de cemento), lo que garantiza el confinamiento de producto en caso de derrame. Se adoptarán las medidas necesarias para el manejo de los hidrocarburos. En el manejo de los hidrocarburos se ha integrado:

- Los residuos con hidrocarburos se almacenarán de manera temporal, ordenada y segura.
- En el caso de los residuos generados en las plataformas de perforación, se seleccionará un sector libre de riesgos de contaminación a aguas superficiales y subterráneas, para construir un área impermeabilizada con material plástico y arena, con el propósito de

- disponer temporalmente de manera segura los desechos peligrosos.
- Los recipientes para el almacenamiento de aceites usados e hilazas impregnadas con aceites, se ubicarán sobre cubierta impermeable para evitar la contaminación a los suelos en caso de derrames.
- Quedará prohibida la reutilización de lubricantes y aceites y su vertimiento al terreno natural o a cauces de agua.
- Estos materiales de tipo aceites, lubricantes usados, hilazas serán retirados para su disposición final por una Empresa que se dedique al manejo de este tipo de residuos según lo determine la Unidad Ambiental.

Por lo tanto, el plan de manejo de hidrocarburos contemplará lo siguiente:

PLAN DE MANEJO DE HIDROCARBUROS				
MEDIDA	Acción a Tomar	Frecuencia	Responsables	Informes
INSPECCION	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas de pase de los tanques a los surtidores • Mantenimiento y control a todas las maquinarias de operación y vehículos, para evitar fugas de diesel y/o hidrocarburos. 	Diario	PENSA	Diarios
ALAMACENA- MIENTO, TRANSPORTE Y DESCARGUE	<ul style="list-style-type: none"> • Equipar Tanques de combustibles con un dique o cubeta de dimensiones adecuadas para evitar el derrame en el suelo. • Impermeabilizar el piso de las áreas de descargues y trasiegos de combustibles. • Colocar las bombas y tanques de combustible en una base de concreto, conforme las regulaciones establecidas. • Construir las paredes alrededor de los tanques de tal forma que se formarán una cuenca suficientemente grande para atrapar todo el contenido del tanque en caso de fuga. • Almacenar los trapos e hilazas impregnadas con hidrocarburos en recipientes tapados bajo techo y con piso impermeabilizado para su posterior incineración en el área. • Almacenar los lubricantes generados en las diferentes etapas del proyecto serán almacenados en recipientes de 55 galones, bajo techo y piso impermeabilizado para su posterior entrega a cualquier empresa interesada en este tipo de desecho. • Mantener una distancia mínima de 200m del cuerpo de agua más cercano en las operaciones de almacenamiento y manipulación de combustible. Utilizar recipientes recogedores de goteos con miras a evitar la contaminación de suelo y subsuelo. • Limitar la velocidad de los vehículos en el área del proyecto a 20 km/h (colocando señalizaciones visibles en todas las vías de acceso al proyecto) para evitar posibles fugas o derrames provocados por el transporte de materiales o sustancias peligrosas,. • Recolectar tanto los lubricantes que se originan de los cambios de aceite del equipo, como cualquier otro derivado de petróleo y almacenarlos en barriles con una lámina de material impermeable entre el barril y el suelo, y taparlos correctamente. 	Inspeccionar Mensualmente	PENSA PENSA PENSA PENSA PENSA PENSA Mecánico/PENSA MARENA, ENEL	Mensuales
DISPOSICION	<ul style="list-style-type: none"> • Recolectar todos los desechos de hidrocarburos, para su 		PENSA	Mensuales

Documento de Impacto Ambiental "Proyecto de Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72MW de Energía Eléctrica"

PLAN DE MANEJO DE HIDROCARBUROS

MEDIDA	Acción a Tomar	Frecuencia	Responsables	Informes
	<p>posterior re-uso o reciclaje. Estos deberán ser almacenados de manera adecuada conforme las regulaciones establecidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que los sitios de almacenamiento estén localizados en un área de baja permeabilidad a las filtraciones para evitar la contaminación de aguas subterráneas; si esto no es posible, preparar el sitio con material poco permeable (e.j. arcilla) y deberá ser compactado de tal forma que esta capa resiste posibles filtraciones. Recolectar todos desechos de hidrocarburos deberán en recipientes plásticos con sus tapones y depositados en sitios autorizados para su reutilización. • Prohibir el vertimiento de hidrocarburos al suelo o fuentes de agua. 		<p>PENSA</p> <p>PENSA</p>	
EMERGENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • De llegar a ocurrir un derrame, se debe atender la emergencia de la manera siguiente: a) determinar el punto de fuga, b) determinar el tipo de hidrocarburo derramado y cantidad aproximada, c) realizar una caracterización ambiental del área circundante al sitio del derrame de acuerdo a requerimientos de INE. • Cerrar las posibilidades de flujo y proceder a la limpieza de forma inmediata. • Mantener en bodega un stock de material absorbente de hidrocarburos. • Notificar a la dirección de control ambiental de INE, aún cuando el evento haya sido controlado. • En los casos de derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, se informará a las autoridades competentes (INE y MARENA) inmediatamente y deberá remover los residuos lo más pronto posible, implementando las acciones necesarias para la recuperación de material contaminado. 	EN CASOS DE EMERGENCIA	<p>PENSA, INE</p> <p>PENSA, INE, MARENA</p> <p>PENSA</p> <p>PENSA, INE</p> <p>PENSA, INE, MARENA</p>	Diarios

7.8. Plan de Reforestación

PENSA ha manifestado su disponibilidad de facilitar su implementación bajo un esquema de co-gestión comunitaria⁴ con el fin de recuperar el medio biológico-ecológico, a través de un Plan de Reforestación, el cual servirá como medida para restaurar la función de micro-áreas priorizadas dentro de la concesión. Cabe mencionar que *PENSA propondrá otros co-gestores de la zona para trabajar* dado que la empresa no es la dueña total del área, coordinará actividades con los y las otros dueños/as de tierra para implementar el Plan de Reforestación de manera que sea de provecho y ventaja para todos/as y la población en general; estas actividades van desde el establecimiento de viveros como el apoyo en la siembra de las plantas y el cuidado de las mismas hasta que alcancen un tamaño de subsistencia. El Plan de Reforestación propuesto reemplazará, mejorará y fortalecerá el Plan presentado en el EIA aprobado anteriormente por el MARENA.

Por lo tanto, resultará en una recuperación, lenta pero segura, del entorno, presentando un cambio positivo en el medio físico (mejoramiento del microclima y la función de suelos, cobertura boscosa, entre otros). La ejecución de este Plan contribuirá con los siguientes avances:

- ✓ Aumento en la *abundancia* de aves migratorias (BE-1)
- ✓ Mejoramiento en la conectividad del Corredor Biológico del Pacífico (BE-6)
- ✓ Cambios positivos en los patrones de migración de fauna terrestre (BE-7)
- ✓ Cambios positivos en *patrones* de migración de avifauna (BE-8)

Cabe mencionar que el Plan tiene tanto un enfoque biológico-ecológico, como económico-operativo y físico-químico. Este propone sembrar barreras sonoras vivas (rompe viento) alrededor de la planta y las plataformas de perforación, con el fin de disminuir las ondas sonoras provenientes de la operación y/o construcción. Pero lo más importante es el plan de integración de la población y demás dueños de tierra locales en la reforestación, ornamentación e implementación de las diferentes formas de barreras para que tomen conciencia de la necesidad de la conservación y protección del ambiente y la biodiversidad; este es un trabajo que puede ser liderado por PENSA pero requiere del involucramiento de la población adulta y estudiantil

El Plan de Reforestación tiene los siguientes objetivos:

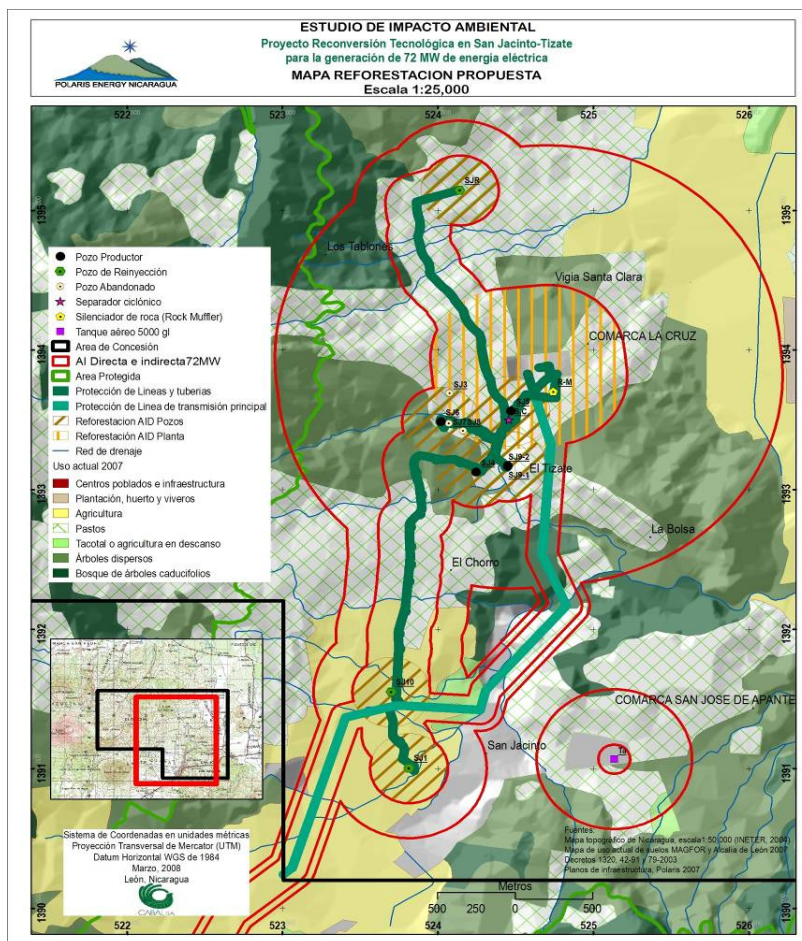
- Proveer un enlace que coadyuve en interconectar el área del proyecto con el Corredor Biológico del Pacífico.
- Mejorar la calidad y función del ecosistema, a través de la reforestación con árboles y vegetación.
- Establecer barreras vivas de cactus para mejorar la seguridad humana y proteger el proyecto contra incendios.
- Establecer barreras naturales anti-sonoras en áreas con altos niveles de ruido.
- Establecer viveros tanto en el área de la concesión como viveros comunales con el fin de reforestar.

Cogestión comunitaria: es el proceso mediante el cual los pobladores y líderes de las comunidades gradualmente se apoderan del Plan de Reforestación, lo asumen como propio; para ello se organizan grupos cogestores en cada localidad donde intervinimos, conformados por dirigentes y pobladores que se interesan y organizan para propiciar acciones que logren la ejecución del plan de reforestación.

Documento de Impacto Ambiental "Proyecto de Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72MW de Energía Eléctrica"

Integrar la producción y su valor agregado con el Clúster Forestal de la Cuenta Reto del Milenio, con el fin de desarrollar alternativas de ingresos dentro del sector forestal.

Corredores Biológicos para la Fauna Silvestre



El Área Protegida Telica-Rota esta dentro el Corredor Biológico del Pacífico nicaragüense, el cual forma parte del Corredor Biológico Centroamericano. Debido a la deforestación, la caza de animales silvestres y la fragmentación del área de la concesión SJT anteriormente descrita, el proyecto ofrece una oportunidad de restaurar un elemento importante de dicho corredor y asegurar una gestión compartida entre el gobierno (MARENA, el Municipio de Telica), la comunidad y el sector privado.

Ilustración N° 19 Áreas a reforestar.

Los corredores propuestos en el Plan están divididos en diferentes fases. La Fase 1 se enfoca en el establecimiento de corredores a lo largo de los caminos construidos por PENSA, (planta y pozos). Asimismo, se sembrarán árboles a lo largo de las quebradas con el fin de restaurar los bosques de galería. Los corredores propuestos en la primera fase permitirán un aumento tanto en las visitas de aves, como en sus patrones de movimiento. Además, dichos corredores proveen hábitat, alimentación y protección para mamíferos y reptiles. Los árboles a sembrar serán especies nativas del área.

Mejoramiento de la calidad y función del ecosistema

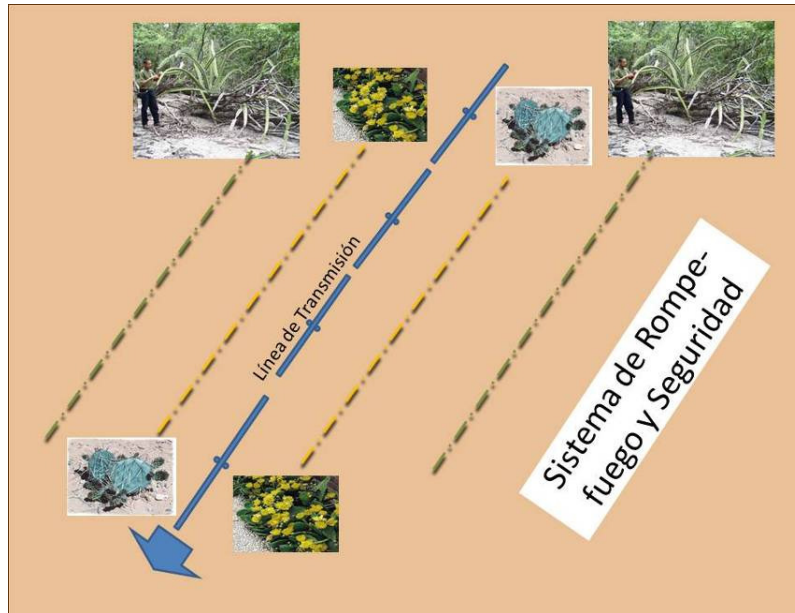
La reforestación con árboles siempre verdes tales como Guanacaste, Carao, Tigüilote, entre otros, resultará en un cambio del micro clima del área. La siembra de gramas y zacates fijadores de nitrógeno (*Vertiver*, flor de maní, frijol mungo, zacate de limón) contribuirán a mejorar la calidad y función físicoquímica de los suelos en el área. La reconstrucción de los microhabitats y el microclima sirven para mantener los nichos ecológicos y corredores de especies migratorias o en peligro de extinción.

La reforestación servirá como una barrera de captación de partículas de polvo en suspensión a causa de la actividad misma del proyecto. Finalmente, resultará en la recomposición del paisaje.

en los bancos de materiales y sitios donde se han realizado actividades de desplante (plataformas y otras construcciones).

Establecimiento de Barreras vivas de cactus

Una de las preocupaciones presentadas en el análisis de impactos es la seguridad humana y el riesgo de incendios que amenazarían la planta y las comunidades aledañas. Por esta razón se recomiendan por lo menos, tres especies de diferentes alturas a sembrar a lo largo de la tubería y las líneas de transmisión. Estos son *Opuntia* spp, *Anthroserus* spp y *Steroserus* spp). El alto



contenido de agua de los cactus representa un elemento natural contra los incendios y al mismo tiempo, las espinas pueden impedir el paso de personas ajenas al proyecto entrar a estos sitios. Se recomienda sembrar los cactus de defensa en un área de 5 - 10 m a ambos lados del camino en los primeros 10 metros y los siempre verdes en los siguientes 20 metros. La siguiente figura presenta un modelo conceptual de las barreras de Cactus que se recomiendan sembrar aledaños a: a) las tuberías y b) las líneas de transmisión.

Establecimiento de Barreras naturales anti-sonora

Además de las medidas técnicas para reducir el ruido en la planta y en las plataformas de perforación, se propone la siembra de especies nativas que puedan servir como barreras sonoras. Dicha barrera fono aislante además de reducir el ruido, servirá para la captación de emisiones de gases en las áreas de influencia directa de la planta. Se incluyen especies siempre verdes, tales como Guanacaste, Carao y otras. Estos árboles también contribuirán a la matriz que comprende el corredor biológico.

Establecimiento de viveros y áreas para producir el abono orgánico

Uno de los elementos que asegura la sostenibilidad del Plan de Reforestación es el establecimiento de viveros con especies nativas, incluyendo las que sirven como pesticidas naturales y el reciclaje de material orgánica (en vez de las quemadas tradicionales). Estos reducirían los costos económicos y sociales, asociados con el uso de fertilizantes y plaguicidas. Esta actividad puede generar fuentes de empleo y coadyuvar a establecer viveros y huertos comunales que puedan contribuir a la reforestación del municipio.

Cada acción deberá ser coordinada estrechamente con el Componente de Negocios Rurales, incluyendo el Clúster Forestal de la Cuenta Reto del Milenio, con el fin de desarrollar fuentes alternativas de ingresos dentro el sector forestal, el ganadero y el agrícola.

Créditos de Carbono

En dependencia del área total reforestada, la comunidad estaría calificada para obtener créditos por secuestro de carbono y PENSA por la venta de créditos para la reducción de emisiones. Se recomienda que una parte de los ingresos obtenidos por dichos créditos se destine al **Geo-Resguardo y Conservación de la Vida Silvestre** y a un plan de educación ambiental orientado a la protección y conservación de la vida silvestre de la zona del campo geotérmico y sus alrededores.

7.9 Plan de Implementación

El Plan de Implementación tiene como objetivo supervisar y asegurar, en todo momento, que las medidas indicadas en el Programa de Gestión Socio-Ambiental son las adecuadas y suficientes; demostrar que el estado de los elementos del medio ambiente evolucionará según lo establecido en la evaluación respectiva, y acreditar el cumplimiento de las normas ambientales que le fueran aplicables.

La gestión ambiental de la Planta de Generación Geotérmica y de la Subestación de 72 MW será de la completa responsabilidad de **PENSA**, a través de su Unidad Ambiental; tanto durante la etapa de construcción y operación como mantenimiento de las redes de tuberías de vapor, aguas residuales e instalaciones satélites de distribución y de la línea de transmisión de 72 MWe, dentro del área del proyecto. Actualmente PENSA ha conformado su Unidad de Gestión Ambiental tal como le fue solicitado en los permisos ambientales anteriores y tiene los recursos humanos capaces de llevar con éxito el manejo ambiental de la planta San Jacinto-Tizate, acorde a los decretos y normas ambientales establecidos.

PENSA será garante que las empresas contratadas en el proceso de construcción, perforación de pozos y aumento de capacidad instalada, cumplan con las normas ambientales establecidas en este plan y que todas las actividades se ejecutarán siguiendo el estricto cumplimiento de las instrucciones de los Manuales de Protección Ambiental, así como bajo normas de responsabilidad empresarial.

MARENA, INE y MEM, deberán vigilar por el estricto cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental y el Plan de Monitoreo. MARENA tiene por ley la facultad de estar en constante comunicación con PENSA, ante la posibilidad de implementar cualquier cambio sustantivo al proyecto, sobre todo en aquellos casos que puedan resultar en impactos sociales o ambientales y pasar comunicación escrita en un plazo de 30 días de cualquier incumplimiento, accidente significativo o impacto social o ambiental y acciones tomadas que puedan menoscabar el Plan de Gestión Ambiental en el futuro.

Los Contratistas están obligados a cumplir con PENSA en los aspectos ambientales, sociales, de salud y seguridad ocupacional, sobre todo en aquellos de mutuo interés, incluyendo:

1) Programas de monitoreo, específicamente en el control de la calidad del aire, e intercambio de información y resultados del programa de monitoreo.

2) Componentes salud y de seguridad, específicamente planes de contingencia, sobre todo en aquellos casos en que podrían derivarse impactos a las operaciones de ambos **Contratistas y PENSEA**.

3) Continuación del proceso de consultas públicas y participación en actividades con la población local.

4) Disposición de residuos sanitarios de una manera adecuada y en conjunción con las necesidades de las comunidades locales.

7.10 Costo del Plan de Gestión Socio – Ambiental

El presupuesto estimado es del orden de **US\$ 486.000** distribuidos de la siguiente manera:

A) Construcción

Mitigación (control de erosión, prevención de derrames, salud y seguridad): US\$50.000

- Programas de Monitoreo (incluye entrenamiento): US\$23.000
- Programas de Reforestación: \$15,000

B) Operación

Mitigación:

- Equipos para dispersión del H₂S: US\$70.000
- Monitores de aire (4) para el H₂S: US\$42.000
- Separador de agua y aceite: US\$50.000
- Control de erosión y sedimentación: US\$25.000
- Otros equipos de mitigación: US\$60.000

7.10.1 Programas de Monitoreo

- Programas de manejo de residuos, emergencia, salud, derrames y cumplimiento ambiental: US\$80.000
- Calidad de agua, análisis residuos sólidos, grasas, etc.: US\$10.000/año
- Monitoreo H₂S: US\$2.000/año
- Equipo derrame aceites: US\$4.000
- Entrenamiento, auditorías, etc.: US\$25.000/año
- Equipos para la salud y seguridad ocupacional: US\$30.000

8. CONCLUSIONES

La metodología RIAM ha permitido un análisis integral y comparativo de la situación sin y con el **Proyecto de Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72MW de Energía Eléctrica**"; que demostró los principales cambios esperados tanto positivos como negativos. Con base a este análisis se pudo apreciar que *sin el proyecto se daría lugar a 24* cambios (impactos) negativos significativos, entre los principales: dependencia de hidrocarburos, uso de tecnologías menos eficientes; desgaste del recurso geotérmico, presión sobre los recursos naturales especialmente el bosque, migración de pobladores, manteniendo vulnerabilidad ambiental, económica y social sin ningún beneficio positivo.

En cambio, si se ejecuta el proyecto se identificaron seis cambios (impactos) negativos y significativos: cambios en el paisaje, remoción de suelo, cambios en la calidad del agua y cambios en la calidad del sub-suelo; sin embargo se obtienen 28 cambios positivos.

En lo general, los principales cambios positivos del proyecto son:

- Una independencia para el país en el uso de los combustibles fósiles importados;
- Beneficios económicos provenientes de los créditos de carbono por reducción de las emisiones de gases provenientes del proceso de combustión de los hidrocarburos;
- Una alianza estratégica tanto con la comunidad aledaña, como las instituciones del gobierno (MARENA, MEM, SINAPRED, MAGFOR) para ejecutar un modelo de cogestión para a) el Área Protegida Telica-Rota, b) brindar mayores esfuerzos y coordinar recursos en actividades de prevención contra los incendios forestales c) apoyo en la seguridad civil con relación a la prevención de desastres y d) rescatar la biodiversidad y los servicios ambientales brindados por el ecosistema;
- La ejecución del proyecto aportará al desarrollo organizativo y económico local, aportando a la reducción de la migración de pobladores por la generación de algunos empleos permanentes y temporales, así como brindándoles los servicios de salud, además de aportar a la escuela, los servicios de agua potable y apoyo a iniciar nuevas alternativas económicas;
- PENSA, a través de su Unidad Ambiental está en capacidad de implementar y ejecutar el Programa de Gestión Socio – Ambiental a fin de aportar al desarrollo ambiental y socialmente sostenible.

Con base en lo anterior se concluye que la ejecución del proyecto genera más beneficios que perjuicios y éstos son controlables y mitigables por lo que se considera que es ambientalmente viable.

BIBLIOGRAFIA

- CABAL-PENSA (2008a) Datos de Reunión con población local (ver el Anexo 6).
- CABAL-PENSA (2008 b) Datos de entrevista con responsable UAM – Telica
- CATASTRO Y RECURSOS NATURALES .1971. Levantamiento de Suelos de la Región Pacífica de Nicaragua – Parte 2, Descripción de los Suelos, Managua, Nicaragua.
- CRM (2007) Identificación de Actores y Dinámicas Socioeconómicas para la implementación del Programa Cuenta Reto del Milenio en la Región León-Chinandega: Datos del Municipio de Telica. Informe de la Cuenta Reto del Milenio.
- INETER. 2001. Amenazas naturales de Nicaragua. p.
- INETER (2000) Estudio geológico y reconocimiento de la amenaza geológica, área de León, La Paz Centro y Malpaisillo, Nicaragua. INETER y CGU.
- INSS (2004) – Metodología para la Elaboración del Plan de Emergencia, INSS, Departamental León.
- MARENA. 2001. Norma técnica obligatoria nicaragüense de calidad del aire. NTON 05-012-02. 22 p.
- MARENA. 1996. Ley 217. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. 42 p.
- MARENA. 2001. Los ecosistemas de Nicaragua y su estado de conservación. Estrategia Nacional de Biodiversidad de Nicaragua. Meyrat, A. 208 p.
- MARENA-SINIA (2002) Areas Protegidas Complejo Telica – Rota. Elaborado por FUNDENIC-SOS
- MITRAB. 2000. Resolución ministerial sobre higiene industrial en los lugares de trabajo. Normas jurídicas de Nicaragua. 10 p.
- MITRAB (2005) – Compilación de Normativas en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo. Dirección General de Higiene y Seguridad del Trabajo, Ministerio del Trabajo, Edición 1993-2004.
- PENSA (2002). San Jacinto – Tizate Geothermal Power Project Project Manual, Revision No.2
- SINAPRED. 2005. Reporte sobre las amenazas, vulnerabilidad y riesgos antes inundaciones, deslizamientos, actividad volcánica y sismos. departamento de León, Municipio de La Paz Centro.73 p.
- SKM (2001 a) Proyecto Geotérmico San Jacinto-Tizate. Estudio Técnico de Diligencia Debida.
- Agosto 2001. Informe de Triton Energy Inc.
- SKM (2001 b). Proyecto de Energía Geotérmica San Jacinto-Tizate. Plan de Desarrollo Preliminar. Octubre de 2001. Informe para San Jacinto Energy Corporation
- SKM (2002). Feasibility Study for the San Jacinto-Tizate Geothermal Plant
- SKM (2002 a) Campo Geotérmico San Jacinto - Tizate. Resumen de Desempeño de Pozos. Informe para Polaris Energy Corporation. February 2002.
- SKM (2002 b) Proyecto Geotérmico San Jacinto-Tizate. Estudio de Factibilidad para POLARIS (3 Volúmenes). Sept 2002.
- SKM (2005) Proyecto Geotérmico San Jacinto – Tizate. Asignación de Recursos. Informe para Polaris Energy Nicaragua S.A.
- SKM (2005). Adenda al Estudio de Factibilidad – Revisión- 01; 26 Octubre 2005.



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

00000001

00000000

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD AMBIENTAL

RESOLUCION ADMINISTRATIVA No30-2008

Visto y examinado trámite de solicitud de Permiso Ambiental para la ejecución del Proyecto denominado **"Reconversión tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72 MW de Energía Eléctrica"** a ubicarse en ubicado en comarca El Tizate, jurisdicción de San Jacinto, municipio de Telica, del departamento de León, bajo el trámite identificado con el expediente **Reg. No 095-2007**, ante el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Dirección General de Calidad Ambiental.

Solicitud a nombre de **"Polaris Energy Nicaragua, S.A."**, Sociedad debidamente constituida e inscrita según escritura Pública Número Ochenta y Dos (82), ante el oficio del notario Carlos Rodolfo Icaza Espinoza, inscrito con el número veinte y seis mil trescientos treinta y siete (26,637); páginas de la ciento noventa y nueva a la doscientos catorce (199/214), tomo 90 del Libro Segundo de Comercio y con el número veinte y tres mil doscientos cuarenta y tres (23,243), página noventa y ocho a la noventa y nueve (98/99), tomo CLXVII del Libro de Personas, ambos del registro público del departamento de León.

Se realizó la inspección al sitio de emplazamiento del proyecto con la participación del equipo interinstitucional y representantes del proyecto,. Se emitieron los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y el respectivo Documento de Impacto Ambiental. Se hicieron reuniones de aclaración del alcance técnico de los Términos de Referencia entregados, con el representante legal del proyecto.

De conformidad a los procedimientos establecidos en la **Resolución Ministerial 03-2000**, se realizó el proceso de consulta Pública que manda la legislación ambiental mediante la modalidad de Audiencia Pública, el día **19 de Octubre del 2008**. A la audiencia pública se hicieron presenta un total de 151 personas habiendo exteriorizado inquietudes y observaciones siete personas de los asistentes, las que fueron contestadas por los representantes de Polaris Energy Nicaragua, S.A.



Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
Km. 12½ Carretera Norte, Frente a Corporación de Zonas Francas
Telefax: 2334432
E- [mail:dgca@marena.gob.ni](mailto:dgca@marena.gob.ni)



CONSIDERANDO

I

Que la Constitución Política de Nicaragua, establece el derecho de los nicaragüenses de habitar en un ambiente saludable, siendo responsabilidad del Estado de Nicaragua garantizar el mismo mediante mecanismos e instrumentos de gestión ambiental. Al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales le corresponde formular, proponer y dirigir las políticas nacionales del ambiente.

II

Que la **Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales**, en su artículo 4, numeral 3, que su letra cita: " **El criterio de prevención prevalecerá sobre cualquier otro en la gestión pública y privada del ambiente. No podrá alegarse la falta de una certeza científica absoluta como razón para no adoptar medidas preventivas en todas las actividades que impacten el ambiente.**

III

Que las obras propuestas para la ejecución del proyecto pueden causar impactos ambientales potenciales altos, por lo que el proyecto está sujeto a la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, según el **Decreto 76-2006 "Sistema de Evaluación Ambiental"** Arto 17, numeral 18.

IV

Que en el trámite de atención de la solicitud de Permiso Ambiental se han cumplido los procedimientos establecidos en el **Decreto 76-2006 "Sistema de Evaluación Ambiental"** y en el marco legal vigente, no presentándose objeción al desarrollo del presente proyecto.

POR TANTO

La Dirección General de Calidad Ambiental en uso de las facultades que le confiere la Ley 290, "**Ley de Organización, Competencia y Procedencia del Poder Ejecutivo**" Arto. 28 inciso b); **Decreto 25-2206 "Reforma al Reglamento de la Ley 290"**, Arto. 294, numeral 4; **Ley 647, "Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 217, "Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales"**, Artos. 25 y 27; y **Decreto 76-2002 "Sistema de Evaluación Ambiental"**

RESUELVE

Primero.-Otorgar Permiso Ambiental a "**Polaris Energy Nicaragua, S.A.**" para la ejecución exclusiva del proyecto denominado "**Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72 MW de Energía Eléctrica**".



Segundo: Para efecto de este permiso Ambiental, "**Polaris Energy Nicaragua, S.A.**" es la responsable tanto administrativa como penalmente del cumplimiento de las condiciones y cargas modales establecidas en la presente; las cuales son de obligatorio y estricto cumplimiento a quien en adelante se denominará "**PENSA**"

Tercero: El Permiso Ambiental se extiende exclusivamente para la construcción, instalación y operación de Turbinas de Condensación Modular que tendrán capacidad para generar 82 MW de energía eléctrica, la cual se ejecutará en dos sub-fases:

En la primera sub-fase se instalará una Turbina de Condensación Modular de 27.35 MW netos, que serán suministrados por la fuente de vapor de dos nuevos pozos productores. Al finalizar esta sub-fase se estarán produciendo unos 37.5 MW

En la segunda sub-fase se instalarán 2 Turbinas de Condensación Modular de 27.35 MW que operarán con nuevos pozos de producción y reinyección. Para esta etapa serán retiradas las Unidades de Contrapresión para re-direccionar la fuente de alimentación de estas unidades hacia las plantas MCT que entrarán en operaciones. Al finalizar esta etapa la planta tendrá una capacidad total instalada de 82 MW con una salida neta de 72 MW.

3.1 "PENSA" debe disponer de un profesional capacitado en el tema ambiental, que asegure la supervisión y seguimiento a todas las disposiciones del permiso ambiental (**Programa de Gestión Ambiental PGA, medidas Ambientales**) revisados y aprobados por **MARENA**.

3.2 "PENSA" durante la etapa de construcción del proyecto, debe garantizar que la empresa constructora cumpla con las medidas ambientales presentadas en el Estudio de Impacto Ambiental, por lo tanto deben incluir una cláusula de responsabilidad en el contrato de servicio, en los siguientes aspectos:

3.3 Durante la etapa de movimiento de tierra, realizar el control de partículas en suspensión (polvo) mediante el riego de agua sobre el área de trabajo, con una frecuencia no menor de 3 veces al día o las veces que sean necesarias.

3.4 Establecer un área para el almacenamiento temporal de los residuos de construcción y removerlos semanalmente para evitar que la acción del viento no los disperse por toda el área de trabajo y en los alrededores. Los residuos sólidos serán recolectados y transportados a un sitio que funcionará como vertedero el cual será autorizado por la Alcaldía Municipal de Telica. Se acepta el sistema de manejo de desechos sólidos planteado en el informe técnico. Se debe asegurar la recolección selectiva de residuos, determinar las posibilidades de reciclaje para los diferentes residuos y establecer los contactos con las empresas que se dedican a esa operación en el país. Los aceites quemados deben recolectarse, evacuarse y entregarse a empresas recicladoras de tales aceites. Copia del acuerdo con la empresa acopiadora de aceites quemados debe enviarse a **MARENA** en un plazo máximo de 30 días a partir del otorgamiento del presente Permiso Ambiental para su archivo en expediente.



3.5 Toda la maquinaria utilizada debe encontrarse en buen estado mecánico. El mantenimiento de los equipos de construcción se realizará fuera del área del proyecto, en talleres o estaciones de servicio automotor.

3.6 El almacenamiento y llenado de combustible a las máquinas y equipos de construcción debe realizarse en una superficie impermeabilizada con canales de drenaje y pileta para captar derrames.

3.7 PENSA debe asegurar que se instalen servicios sanitarios portátiles para la disposición temporal de excretas durante la etapa de construcción del proyecto, en una proporción de un servicio sanitario por cada 15 personas laborando. Este servicio debe ser suministrado por una empresa especializada y autorizada por **ENACAL**.

3.8 "PENSA" debe cumplir con las disposiciones generales de la Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No Peligrosos (**NTON 05 014-02**) que establece entre otras cosas:

No se permite depositar animales muertos, en los recipientes de almacenamiento de uso público o privado.

No se permite la quema de desechos sólidos no peligrosos, bajo ninguna circunstancia.

No se permite la disposición o abandono de desechos, cualquiera que sea su procedencia, a cielo abierto, en vías o áreas públicas, en predios baldíos, cauces y en los cuerpos de agua.

No se permite arrojar desechos, de cualquier tipo, en vías públicas, parques y áreas de esparcimiento colectivo.

No se permite almacenar desechos sólidos en un mismo recipiente, cuando puedan interactuar ocasionando situaciones peligrosas.

No se permite depositar desechos peligrosos en recipientes destinados al almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos.

3.9 "PENSA" durante la etapa de operación del proyecto, debe realizar monitoreo de los efluentes líquidos de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas en base al artículo VI del Artículo 23 del **Decreto 33-95 "Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias"** de los siguientes parámetros:

PARÁMETROS	RANGOS Y LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO
PH	6-9
Sólidos suspendidos Totales	100 (mg/l)
Grasas y Aceites	20 (mg/l)
Sólidos Sedimentables	1.0 (mg/l)
DBO	110 (mg/l)
DQO	220 (mg/l)
Sustancias Activas al azul de metileno	3 (mg/l)



La frecuencia de Monitoreo debe realizarse conforme al anexo I del **Decreto 33-95** referente a efluentes de estaciones de tratamiento de aguas residuales domesticas vertidas a cuerpos receptores (**mensual en época lluviosa y bimensual en la época seca**).

0000005

3.10 "PENSA" debe disponer los lodos estabilizados en las áreas verdes como mejoradores de suelo, tal como lo indican en el Estudio de Impacto Ambiental.

3.11 Para la toma de las muestras y la realización de los análisis de los efluentes, **"PENSA"**, debe contratar los servicios de un laboratorio independiente, los resultados deben ser comparados con los niveles permisibles, considerando los parámetros establecidos en el **Decreto 33-95 "Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas Industriales y Agropecuarias"**.

3.12 Para el emplazamiento de las obras del proyecto no se permite el corte de árboles de las especies protegidas por la **Ley 585 Ley de Veda para el Corte, Aprovechamiento y Comercialización del Recurso Forestal, entre las especies vedadas están caoba, pochote, cedro real, ceiba entre otros**.

3.13 Para el manejo de las aguas pluviales **"PENSA"** debe garantizar la construcción de las obras de drenaje pluvial, el sistema para el manejo de las aguas pluviales debe estar conformado por los siguientes elementos:

- Captación y conducción de las aguas hacia los drenajes naturales
- Captación y conducción mediante cunetas de las aguas de calles .
- Captación y disposición de las aguas de estacionamientos.
- Conducción de las aguas pluviales hacia las áreas verdes.

3.14 "PENSA" debe solicitar a las instancias correspondientes los permisos relacionados al corte de árboles, permiso de construcción, entre otros permisos.

3.15 Para la instalación de transformadores a utilizarse en las redes de distribución eléctrica en cumplimiento con los compromisos adquiridos por Nicaragua con la firma y ratificación del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) y con la Organización de Naciones Unidas (ONU), esta prohibido el uso de transformadores o capacitadores de aceites dieléctrico que contengan Bifenilos Policlorados (PCB).

3.16 Las labores de recuperación de áreas que incluyen caminos temporales, reconfiguración de suelos, resurgimiento de vegetación, desmontaje de obras y elementos no utilizables en el futuro deben ser realizadas por personal con la calificación y experiencia necesarias para garantizar la efectividad de las acciones ejecutadas.

3.17 Además de la reducción de las operaciones de medios automotores en las áreas sensibles a la erosión, este impacto ambiental también debe reducirse con la construcción de disipadores de energía en tramos de camino donde la pendiente sea mayor al 10% lo que se complementará también con el uso de biotecnología para fijar el suelo en áreas de terraplenes y superficie del terreno afectado temporalmente por actividades relacionadas con el proyecto.



Se acepta la propuesta de hacer uso de la especie rastrera "vetiver", no obstante, si esta especie no da buenos resultados, se podrá utilizar otra especie de vegetación rastrera tanto en zonas afectadas como en áreas de ornamentación o pastos.

3.18 Cualquier accidente o evento que ocurra y que amenace con afectar el ambiente y recursos naturales de la zona, aún cuando el mismo haya sido controlado, debe ser notificado de inmediato verbalmente (primera notificación) y también por escrito, detallando el incidente y las medidas implementadas para su control a los representantes de las siguientes autoridades:

- Alcaldía Municipal de Telica
- Dirección General de Calidad Ambiental de MARENA en Managua
- Delegación Departamental MARENA León
- UGA-MEM

3.19 Se aceptan las medidas ambientales destinadas al manejo de los lodos de perforación. En relación a la pila de tratamiento de lodos, se debe garantizar la impermeabilidad de la misma; para lo cual, además de la capa de arcilla compactada se colocará una capa de geotextil en el fondo y paredes con lo que se asegura el confinamiento de las partículas contaminantes a como se detalla en el informe técnico del Estudio de Impacto Ambiental.

3.20 Los monitoreos planteados en el mismo estudio, para determinar la concentración de gas sulfhídrico que alteran la calidad del aire, monitoreo de ruido, de suelos y agua deben realizarse al menos dos veces al año durante la operación de la planta. En relación al monitoreo del uso de los equipos de protección, el desarrollo de las barreras sonoras, el monitoreo microsísmico del suelo y de ruido, éstos deben ser de carácter sistemático y permanente.

3.21 La empresa debe llevar un registro de los monitoreos realizados. En este registro estarán documentadas la fecha, hora, sitios de muestreo y los parámetros analizados, debiendo girar informe a la Unidad de Gestión Ambiental del Ministerio de Energía y Minas y a la Delegación MARENA-León en un tiempo máximo de 15 días después de haberse efectuado el monitoreo.

3.22 Es obligación de la empresa hacer cumplir las disposiciones establecidas en la presente resolución a las empresas y personal contratado para realizar trabajos relacionados con el proyecto. De la misma forma, debe cumplir con los compromisos adquiridos con la comunidad durante el proceso de consulta pública realizado con la población y sus autoridades.

3.23 La empresa deberá destinar los recursos humanos, técnicos, materiales y económicos requeridos para garantizar la protección del ambiente y de otros recursos naturales existentes en la zona donde desarrollará su proyecto.

3.24 PENSA establecerá un sistema de señalización para restringir el acceso a áreas consideradas de alto riesgo debe incluir mensajes visuales que puedan ser entendidos por todos los trabajadores.



3.25 El depósito para el almacenamiento de combustible debe ser superficial y contar con un dique o cubeto con fondos y paredes impermeabilizados que garanticen la retención de cualquier cantidad de combustible que pueda derramarse. El piso de los lugares donde se efectuará el trasiego de combustibles también debe impermeabilizarse.

3.26 Se acepta el tratamiento de las aguas de condensación y de generación mediante un proceso de reinyección. La temperatura óptima de reinyección será determinada mediante un estudio que debe ser técnicamente fundamentado. Los resultados de dicho estudio deben ser remitidos a **MARENA** para su revisión y archivo en expediente. **PENSA** debe asegurar la reinyección del 100% de las aguas residuales producidas.

3.27 El solicitante se compromete a cumplir con las condiciones a las cuales se somete esta autorización, así mismo, notificará oportunamente a la Dirección General de Calidad Ambiental del **MARENA** sobre cualquier modificación al proyecto para su debida revisión y aprobación.

3.28 Personal de **MARENA** Central, de la delegación **MARENA-León** y de la Unidad de Gestión Ambiental del Ministerio de Energía y Minas inspeccionarán el área de trabajo cuando lo consideren conveniente, con o sin previo aviso.

3.29 La empresa debe garantizar el cumplimiento estricto de las medidas de prevención, mitigación, Programa de Gestión Ambiental y Planes de Contingencia relacionados con el Proyecto de aprovechamiento del campo geotérmico, descritas en el Estudio de Impacto Ambiental evaluado y aprobado por **MARENA**.

3.30 En el caso de incumplimiento o violación de algunas de las cláusulas anteriores, la compañía ejecutora incurrirá en amonestaciones, multas, suspensión temporal o cancelación del Permiso Ambiental conforme lo estipulado por la Legislación vigente en el país.

3.31 La empresa comunicará a **MARENA** la fecha de inicio de la construcción e instalación de las plantas de generación así como la entrada en operación de las mismas.

3.32 "**PENSA**" debe priorizar en la etapa de construcción como de operación del proyecto, la contratación de mano de obra nacional y priorizar a la población de las comunidades cercanas.

3.33 En caso de afectaciones no previstas a terceros por la construcción de alguno de los componentes del proyecto en la zona de influencia, "**PENSAS**" será responsable de realizar las correcciones o medidas necesarias para mitigar tales afectaciones causadas por dicha construcción u operación, las que deben ser notificadas a la Delegación **MARENA-León**.

3.34 "**PENSA**" debe presentar informes semestrales relacionados con el cumplimiento de las acciones y actividades realizadas de las medidas ambientales, PGA, a la Delegación **MARENA-León**, la Dirección de Medio Ambiente de la Alcaldía de Telica y con copia a la Dirección General de Calidad Ambiental del **MARENA**.



Cuarto. Si "**PENSA**" altera, daña o degrada el medioambiente por incumplimiento de los límites y previsiones del Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de la actividad, según el **art. 371 del Código Procesal Penal de Nicaragua**.

Quinto. En caso de abandono o cierre de las operaciones de la planta de generación de energía, **PENSA** debe presentar la propuesta de cierre y notificar a la Delegación MARENA –León y a la Municipalidad de Telica, la decisión de cierre con **60 días** de anticipación. Debe ponerse énfasis en la restauración de suelos, flora y fauna.

Séptimo: El titular del Permiso Ambiental se obliga a cumplir con la garantía financiera establecida en el artículo 33 de la **Ley 647, Ley de Reforma y Adiciones a la ley número 217 Ley general de Medio Ambiente y los Recursos Naturales una vez que la misma sea definida por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y sea publicada en La Gaceta, Diario Oficial**.


Octavo: El otorgamiento del permiso es basado en la viabilidad ambiental y no acredita ningún derecho de dominio sobre el bien inmueble en donde se desarrolla la actividad. La presente resolución es válida únicamente para ser ejecutada en el sitio especificado en la solicitud de Permiso Ambiental presentada al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Noveno: En caso de no ejecutarse el proyecto en los próximos **18 meses**, este permiso requerirá renovarse, para lo cual **MARENA** evaluará las condiciones ambientales existentes en el sitio, pudiendo autorizar su renovación, siempre que no hayan ocurrido cambios o variaciones en los factores ambientales que influyan en los resultados de los impactos ambientales evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental.

Décimo: La Delegación de **MARENA** León será el contacto directo para el seguimiento del permiso ambiental y verificar el cumplimiento de éste. En caso de incumplimiento, podrá incurrir en sanciones que estipula la legislación nacional vigente.

Décimo Primero: La presente Resolución no representa ni sustituye en forma alguna el Permiso de Construcción que emite la Alcaldía de Telica, ni exime al representante legal o propietario del proyecto de la obligatoriedad del cumplimiento en relación a permisos de otra índole que establezcan la leyes vigentes del país.

Dado en la ciudad de Managua, a los catorce días del mes de octubre del año 2008.


Hilda Espinoza Urbina
Directora General
Dirección General de Calidad Ambiental





Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD AMBIENTAL

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA No. 30-2008 A

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Dirección General de Calidad Ambiental. Managua nueve de diciembre del año dos mil nueve. A las once de la mañana.

Vista la solicitud de **POLARIS ENERGY NICARAGUA, S.A., (PENSA)**, interpuesta ante la Dirección General de Calidad Ambiental de **MARENA**, a través del señor Ángel Mercado en su calidad Apoderado General de la empresa, sociedad debidamente constituida e inscrita según escritura Pública Número Ochenta y Dos (82), ante el oficio del notario Carlos Rodolfo Icaza Espinoza, inscrito con el número veinte y seis mil trescientos treinta y siete (26,637); páginas de la ciento noventa y nueva a la doscientos catorce (199/214), tomo 90 del Libro Segundo de Comercio y con el número veinte y tres mil doscientos cuarenta y tres (23,243), página noventa y ocho a la noventa y nueve (98/99), tomo CLXVII del Libro de Personas, ambos del registro público del departamento de León, en la cual solicitan modificaciones al Permiso Ambiental otorgado mediante la Resolución Administrativa No. 30-2008 para la ejecución del proyecto "**Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72 MW de Energía Eléctrica**".

Las modificaciones planteadas consisten en instalar dos turbogeneradores de 38.5 MWe de potencia nominal cada uno, en vez de tres turbogeneradores MCT de 26.1 MWe, lo cual no afecta el compromiso de **POLARIS ENERGY NICARAGUA, S.A., (PENSA)**, en cuanto a suplir los megavatios definidos en la Licencia de Generación y en el Contrato de Explotación.

CONSIDERANDO

I

Que de acuerdo a **AVAL TECNICO No. 1** emitido por la Dirección General de Electricidad y Recursos Renovables del Ministerio de Energía y Minas, la instalación de las dos turbinas de condensación de vapor marca Fuji de 38.5 MWe cada una, de fabricación japonesa, cumplen con los requisitos para ser operados según los requerimientos actuales que demanda la industria geotérmica internacional.

II

Que las plantas de Condensación de Vapor marca Fuji son más eficientes, ya que requieren menos vapor para producir los 38.5 MWe requeridos, lo cual se traduce en un mejor aprovechamiento de un recurso natural de gran valor como la energía geotérmica.



**PODER
CIUDADANO**
*Nicaragua
Para con Vos!*

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
Km. 12 ½ Carretera Norte, Frente a Corporación de Zonas Francas

POR TANTO

El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Calidad Ambiental en uso de las facultades que le confiere la **Ley 290, Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo, Arto.28, inciso b, Reglamento de la Ley 290, Decreto 25-2006, Arto.294. Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Art.27 y 28, 29; y Decreto 76-2006, Arto.30** y en base a todas las consideraciones técnicas anteriores.

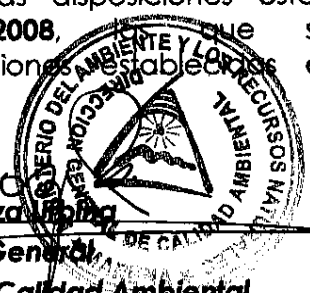
RESUELVE

Primero: Autorizar la modificación a las cargas modales del Permiso Ambiental otorgado al proyecto **"Reconversión tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72 MW de Energía Eléctrica"**.

Segundo: Modifíquese la cláusula tercera del Permiso Ambiental otorgado bajo la **Resolución Administrativa No. 30-2008**, a lo que se refiere al proponente, la que se leerá así:

El Permiso Ambiental se extiende exclusivamente para la construcción, instalación y operación de Turbinas de Condensación de vapor marca Fuji de 38.5 MWe cada una que tendrá capacidad para generar 72 MW netos de energía eléctrica, la cual se ejecutará en dos sub-fases: en la primera y segunda sub-fase se instalará una Turbina de Condensación a Vapor de 38.5 MWe.

Tercero: Manténganse vigentes las otras disposiciones establecidas en la **Resolución Administrativa No. 30-2008**, que son aplicables independientemente de las modificaciones establecidas en la presente Resolución.


H. Espinoza
Hilda Espinoza
Directora General
Dirección General de Calidad Ambiental
DGCA- MARENA

Cc: **Cra. Juana Argeñal / Ministra MARENA**
Cro. Roberto Araquistain / Vice-Ministro MARENA
Cro. Emilio Rappaccoli, Ministro MEM
Cro. Luis Molina, Director UGA-MEM
Cra. Yaniré Álvarez, Delegada MARENA-León
Expediente