

# PERFIL DE PROYECTO CENTRAL GEOTERMICA SAN JACINTO TIZATE UNIDAD 5

## DESCRIPCIÓN BREVE

Este documento describe el Programa de Gestión Ambiental a implementarse en las etapas de construcción y operación del proyecto Central Geotérmica San Jacinto Tizate Unidad 5 (ORC-U5). Adicionalmente, describe los principales componentes del proyecto y el funcionamiento general del mismo en su etapa de operación.

**POLARIS ENERGY NICARAGUA S.A.**

## Contenido

<b>I. CARACTERISTICAS GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	4
1.1. Nombre del proyecto.....	6
1.2. Macro y micro localización del proyecto .....	6
1.2.1. <i>Macro localización</i> .....	7
1.2.2. <i>Micro localización</i> .....	7
1.3. Ubicación exacta del proyecto .....	8
1.4. Antecedentes.....	9
1.5. Justificación .....	10
1.6. Objetivo general y objetivos específicos.....	11
1.6.1.1. <i>Objetivo General</i> .....	11
1.6.1.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	11
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	12
2.1. Descripción de los componentes que conforman parte del proyecto (actividades y obras) y cronograma.....	12
2.1.1. <i>Descripción general obras civiles</i> .....	13
2.1.2. <i>Configuración de la Unidad 5</i> .....	18
2.2. Plano conjunto de la infraestructura o instalación del proyecto .....	22
<b>3. CARACTERIZACION AMBIENTAL</b> .....	23
3.1. Medio abiótico.....	23
3.1.1. <i>Marco geológico estructural regional</i> .....	23
3.1.2. <i>Geología local y estratigrafía</i> .....	23
3.1.3. <i>Ruido ambiental</i> .....	24
3.1.4. <i>Calidad de aire y emisiones</i> .....	28
3.1.5. <i>Clima</i> .....	30
3.1.6. <i>Hidrología</i> .....	30
3.1.7. <i>Calidad del agua</i> .....	31
3.1.8. <i>Hidrogeología</i> .....	32
3.2. Medio biótico .....	33
3.2.1. <i>Flora</i> .....	33
3.2.2. <i>Fauna</i> .....	34
<b>4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b> .....	37
4.1. Descripción de las acciones del proyecto que alteran la Calidad Ambiental de los factores agua, aire y suelo .....	37

4.1.1.	<b>Etapa de Construcción</b>	38
4.1.2.	<b>Etapa de Operación</b>	41
4.2.	<b>Descripción de las acciones del proyecto sobre la flora y fauna</b>	43
4.2.1.	<b>Etapa de Construcción</b>	43
4.2.2.	<b>Etapa de Operación</b>	44
4.3.	<b>Descripción de las acciones del proyecto sobre el paisaje</b>	45
4.4.	<b>Descripción de las acciones del proyecto sobre aspectos socioeconómicos</b>	45
5.	<b>PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES</b>	46
5.1.	<b>Medidas Ambientales Factor Aire y Ruido</b>	48
5.2.	<b>Medidas Ambientales Factor Agua</b>	52
5.3.	<b>Medidas Ambientales Factor Suelo</b>	55
5.4.	<b>Medidas Ambientales factores Flora y fauna</b>	58
5.5.	<b>Medidas factor Socioeconómico</b>	61
5.6.	<b>Medidas factor Higiene y seguridad ocupacional</b>	62
6.	<b>PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA</b>	65
6.1.	<b>Alcance</b>	65
6.2.	<b>Objetivos</b>	65
6.2.1.	<b>Objetivo General</b>	65
6.2.2.	<b>Objetivos específicos</b>	65
6.3.	<b>Organización operativa</b>	65
6.5.	<b>Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias</b>	67
6.5.1.	<b>Alarma</b>	67
6.6.	<b>Manejo de Heridos</b>	70
6.7.	<b>Fin de la Emergencia</b>	70
6.8.	<b>Plan General de Acciones ante Emergencias</b>	70
7.	<b>PLAN DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL</b>	77
7.1.	<b>Educación Ambiental Interna</b>	77
7.2.	<b>Educación Ambiental Externa</b>	78
8.	<b>PLAN DE MONITOREO Y MANEJO</b>	78
8.1.	<b>Monitoreo de Ruido</b>	78
8.2.	<b>Monitoreo de Calidad de aire y emisiones</b>	80
8.2.1.	<b>Calidad de aire</b>	80

<b>8.2.2. Emisiones</b> .....	81
<b>8.3. Monitoreo de calidad de agua en la comunidad</b> .....	83
<b>8.4. Plan de Manejo de Desechos</b> .....	86
<b>8.4.1. Objetivo</b> .....	86
<b>8.4.2. Alcance</b> .....	86
<b>8.4.3. Acciones por implementar</b> .....	86
<b>9. PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO</b> .....	90
<b>10. PLAN DE REFORESTACION Y/REVEGETACION</b> .....	91
<b>10.1. Objetivos</b> .....	91
<b>10.1.1. Objetivo General</b> .....	91
<b>10.1.2. Objetivos específicos</b> .....	91
<b>10.2. Establecimiento de la plantación</b> .....	91
<b>10.2.1. Especies a reforestar</b> .....	91

Tabla 1. Coordenadas del área del proyecto.....	8
Tabla 2. Cronograma de actividades .....	12
Tabla 3. Cálculo de movimiento de tierra .....	15
Tabla 4. Cantidad de equipos para construcción e instalación de la Unidad 5.....	16
Tabla 5. Resultados históricos monitoreo de ruido en Receptor A .....	25
Tabla 6. Coordenadas nuevos puntos de medición en Unidad 5.....	25
Tabla 7. Valores guías de niveles de ruido .....	26
Tabla 8. Resultados niveles de ruido medidos en P1 Unidad 5 .....	26
Tabla 9. Niveles de ruido promedio por hora.....	27
Tabla 10. Métodos de análisis y tiempo utilizado para determinar los gases contaminantes .....	28
Tabla 11. Resultados monitoreo contaminantes atmosféricos Unidad 5 .....	29
Tabla 12. Estado de protección del grupo de aves.....	36
Tabla 13. Programa educación ambiental externa 2022 .....	78
Tabla 14. Niveles de referencia de ruido en receptores basado en estudios de línea base .....	79
Tabla 15. Niveles de referencia de ruido en áreas de trabajo.....	79
Tabla 16. Ubicación y nombre de puntos de monitoreo.....	79
Tabla 17. Valores de referencia para H2S .....	80
Tabla 18. Ubicación y nombres de puntos de monitoreo.....	81
Tabla 19. Valores guías para emisiones de aire .....	81
Tabla 20. Puntos y parámetros de monitoreo de emisiones .....	82
Tabla 21. Lista de fuentes de agua superficiales y subterráneas incluidas en el plan.....	83
Tabla 22. Análisis por muestra.....	85
Tabla 23. Disposición temporal de desechos .....	86
Tabla 24. Especies a reforestar en 2022.....	92
Ilustración 1. Macro-localización del Proyecto.....	7
Ilustración 2. Micro-localización del proyecto .....	7
Ilustración 3. Diagrama de flujo de proceso .....	21
Ilustración 4. Componentes Unidad 5 y área de construcción .....	22
Ilustración 5. Ubicación de los puntos de estudio geológico y geofísico .....	24
Ilustración 6. Mapa de hidrología superficial.....	31
Ilustración 7. Mapa ubicación puntos monitoreo calidad de agua en la comunidad.....	32
Ilustración 8. Delimitación de las microcuencas en un área de 51.39km <sup>2</sup> que incluye los 8km <sup>2</sup> bajo permiso ambiental donde opera actualmente PENSA.....	33
Ilustración 9. Abundancia de fauna silvestre por parcela de estudio .....	35
Ilustración 10. Ubicación de fuentes superficiales y subterráneas del plan de monitoreo de calidad de agua en la comunidad .....	84
Ilustración 11. Área donde se instalarán la turbina-generator, intercambiador de calor, condensadores de aire. Se logra ver que en la zona donde se instalará la Unidad 5 hay poca vegetación dominada principalmente por matorrales. Esta área se usa para resguardar tubería de perforación y material de construcción para obras civiles pequeñas	

que se llevan a cabo anualmente dentro del plan de mantenimiento de las instalaciones.  
..... 106

Ilustración 12. Área donde se instalarán estación de bombas y estación de químicos. Se logra ver que existe muy poca vegetación en la zona donde se instalará la Unidad 5 dominado principalmente por matorrales ..... 107

Ilustración 13. Área donde se instalará la estación de químicos y conexión de la tubería de acarreo de salmuera ..... 108

Ilustración 14. Vista desde el punto L22 a L23 conforme plano SJTU5-0MA-002-REV2 en sentido norte- sur. Contiguo a la malla por la parte externa pasará el tramo de tubería que acarreará la salmuera, se logra ver que es una zona con predominancia de matorrales que además se ha incluido la protección de taludes en la zona Oeste..... 109

Ilustración 15. Vista desde el punto L24 a L26 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 ..... 110

Ilustración 16. Vista desde punto L24 a L23 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 de Sur a Norte ..... 110

Ilustración 17. Vista desde L27 a L16 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur 111

Ilustración 18. Vista desde L16 a L15 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Se logra ver presencia de pocos árboles por donde pasará la tubería de salmuera ..... 111

Ilustración 19. Vista desde L14 a L13 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Para minimizar el impacto se ha trazado el tramo de tubería paralelo al camino existente.  
..... 112

Ilustración 20. Vista desde L32 a L33 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur 112

Ilustración 21. Vista desde L34 a L35 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Se logra ver poca vegetación principalmente arbustiva en la zona por donde pasará la tubería. .... 113

Ilustración 22. Vista desde L34 a L35 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Se logra ver poca vegetación por donde pasará la tubería priorizando hacerlo paralelo al camino existente para reducir el impacto. .... 113

Ilustración 23. Vista de tramo L36 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 ..... 114

Ilustración 24. Vista de tramo L37 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 ..... 114

Ilustración 25. Vista de tramo L40 según plano SJTU5-0MA-002-REV2. En este punto la tubería pasará por la plataforma SJ5 actualmente en operación por tanto el impacto será de muy baja significancia además de ser un área contemplada en la Resolución Administrativa 30-2008..... 115

## I. CARACTERISTICAS GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1. Nombre del proyecto

Central Geotérmica San Jacinto Tizate Unidad 5 o Planta Binaria Unidad 5 propiedad de Polaris Energy Nicaragua S.A (PENSA).

### 1.2. Macro y micro localización del proyecto

El Campo Geotérmico San Jacinto-Tizate y su Central Geotérmica se encuentran ubicada al Noroeste de Nicaragua a aproximadamente 114km al noroeste de Managua, cerca del poblado de San Jacinto. PENSA cuenta con una concesión de 40km<sup>2</sup> para el aprovechamiento del recurso geotérmico. Sin embargo, actualmente se está trabajando y aprovechando un área de 8km<sup>2</sup> (**Ver Anexo 1- Plano 1- SJTU5-0MA-001-REV1**).

El Proyecto Central Geotérmica San Jacinto Tizate Unidad 5 o Planta Binaria U5, se instalará al norte de la Planta de Reconversión Tecnológica San Jacinto- Tizate U3 Y U4. El proyecto se ubicará en un área actualmente utilizada para resguardo de tubería de perforación y otros materiales (**Ver Anexo 1- Plano 2- SJTU5-0MA-002-REV2**).

El área total donde del proyecto Central Geotérmica San Jacinto Tizate Unidad 5 es de 39,981.67m<sup>2</sup>, de los cuales 6,565m<sup>2</sup> corresponden a la línea de tubería para el transporte de fluido geotérmico (salmuera) desde los separadores ciclónicos 1 y 2 hasta la entrada a la Unidad 5 (Planta Binaria) (**Ver Anexo 1- Plano 8- STU5-0MA-008REV2**). La tubería tendrá una longitud de 663.55m con una servidumbre de 5m de ancho para ejecutar trabajos civiles y posteriormente para mantenimiento de los soportes, válvulas y tubería. El área donde se instalará la Unidad 5 (Planta Binaria) con todos sus componentes es de 33,415.248m<sup>2</sup> (**Ver Anexo 1 -Planos**), dichos componentes incluyen: precalentador/vaporizador, turbogenerador, recuperador, Condensador enfriado por aire, bombas de alimentación, sistema de transporte de fluidos desde la planta binaria hasta pozos inyectores, tanque de almacenamiento de fluido de trabajo, estación de químicos, cuarto eléctrico y de control, transformadores y grupo electrógeno.



### 1.2.1. Macro localización

Ver Anexo 1- Plano 1- SJTU5-0MA-001 REV1



Ilustración 1. Macro-localización del Proyecto

### 1.2.2. Micro localización



Ilustración 2. Micro-localización del proyecto



### 1.3. Ubicación exacta del proyecto

El Campo Geotérmico San Jacinto-Tizate y su Central Geotérmica se encuentran ubicada al Noroeste de Nicaragua, aproximadamente a 114km al noroeste de Managua, cerca del poblado de San Jacinto.

La Central Geotérmica San Jacinto Tizate Unidad 5 estará ubicada de la Escuela Sara María Parrales de la comunidad de San Jacinto 5km al norte en la parte Norte de la actual Planta de Reconversión Tecnológica San Jacinto- Tizate.

A continuación, se presentan las coordenadas donde ubicará la Unidad 5 de la Central Geotérmica:

*Tabla 1. Coordenadas del área del proyecto*

	Punto	Coordenada X	Coordenada Y
Área de Planta	1	524275	1394059
	2	524360	1394065
	3	524358	1394094
	4	524513	1394094
	5	524524	1393944
	6	524445	1393938
	7	524444	1393954
	8	524290	1393943
Tubería	1	524437	1393452
	2	524441	1393483
	3	524446	1393492
	4	524464	1393498
	5	524460	1393523
	6	524493	1393529
	7	524486	1393576
	8	542504	1393597
	9	542513	1393634
	10	542541	1393664
	11	542547	1393681
	12	542548	1393708
	13	542550	1393734
	14	542543	1393735
	15	542546	1393778
	16	542529	1393780
	17	542511	1393780
	18	542515	1393801
19	524502	1393806	
20	524490	1393806	
21	524470	1393971	
22	524453	1393971	
23	524463	1393819	
24	524479	1393819	
25	524491	1393819	
26	542505	1393816	

	27	522528	1393807
	28	524524	1393796
	29	524533	1393790
	30	524557	1393786
	31	524554	1393743
	32	524560	1393742
	33	524558	1393707
	34	524557	1393679
	35	524550	1393658
	36	524522	1393629
	37	524514	1393593
	38	524497	1393573
	39	524505	1393520
	40	524472	1393515
	41	524475	1393491
	42	524453	1393484
	43	524451	1393480
	44	524447	1393451

#### 1.4. Antecedentes

Las investigaciones geo-científicas y perforaciones exploratorias iniciaron en los años 50s y continuaron en el transcurso de los años 70s y 80s, en el Campo Geotérmico San Jacinto-Tizate. En junio de 2005 se completa la construcción y puesta en operación de dos (2) turbogeneradores a contrapresión (BPU) con generación de 10MW, seguido por actividades de perforación de pozos geotérmicos en los años 2007-08 y 2010-11, así como por la construcción y puesta en operación de dos (2) turbogeneradores de condensación marca Fuji con capacidad de 77MW brutos en los años 2012-13 y actividades de perforación geotérmica en el año 2013 que continuaron en los años 2015 finalizando en 2017.

El desarrollo y explotación del Proyecto Geotérmico San Jacinto-Tizate se realiza actualmente en un área de 8 km<sup>2</sup> del total de 40 km<sup>2</sup> que comprende el área concesionada. Actualmente el campo geotérmico cuenta con un total de 14 pozos productores y 07 pozos inyectores, todo bajo el amparo de cinco (5) Permisos Ambientales emitidos en su oportunidad por el Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA):

1. **Resolución Administrativa No. 017-2000: Permiso Ambiental para la Aprobación del Proyecto Explotación Geotérmica San Jacinto Tizate emitido en noviembre de 2000.** En esta resolución se mandató la perforación de 13 pozos para explotación de energía geotérmica y la rehabilitación de 7 pozos existentes, la ejecución de obras civiles necesarias, entre otras actividades contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) elaborado por INTERGEOTERM.
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 emitido en febrero de 2002.** Esta resolución mandató el establecimiento de puntos de control, indicadores y frecuencia de

monitoreo de la calidad de agua, aire y suelo dentro de la concesión. A la fecha, estas directrices se mantienen vigentes y debidamente atendidas por PENSA.

3. **Resolución Administrativa No. 07-2003: Permiso Ambiental de la Línea de Transmisión de 138 kV San Jacinto-Palo de Lapa** emitida en abril de 2003. Esta resolución mandató el monitoreo sistemático a lo largo de toda la línea de transmisión, la instalación y puesta en marcha de la misma y las labores de mantenimiento (podas) estrictamente en el derecho de vía. Dichos mandatos fueron estrictamente realizados a satisfacción por PENSA.
4. **Resolución Administrativa No. 16-2003: Permiso Ambiental Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate generación de 66 MW de Energía** emitida en septiembre de 2003. La Resolución menciona la perforación de trece pozos, ocho (8) para producción y cinco (5) para reinyección.

*i. Resolución Administrativa No. 30-2008: Permiso Ambiental Proyecto Reconversión Tecnológica en San Jacinto Tizate para la Generación de 72MW de Energía Eléctrica”*

Emitido el 14 de octubre de 2008. Esta resolución aceptó el tratamiento de las aguas de condensación y de generación mediante un proceso de reinyección en pozos geotérmicos. Además de una serie de medidas ambientales y planes de monitoreo en calidad de agua, aire y ruido.

*ii. Resolución Administrativa No. 30-2008 A emitida el 09 de diciembre de 2009*

La Resolución Administrativa 30-2008 avaló la sustitución de los tres (3) turbogeneradores MCT con capacidad de 26.1 MW cada uno por dos (2) turbogeneradores MCT con capacidad de 38.5 MW cada uno.

*iii. Resolución Administrativa No. 30-2008 B emitida el 30 de marzo de 2011*

La Resolución Administrativa No. 30-2008 establece medidas ambientales destinadas al manejo y recortes de perforación descritas en el EIA 2008.

### **1.5. Justificación**

PENSA tiene un Acuerdo de Compra - Venta (PPA) con la Distribuidora de Electricidad del Norte S.A. (DISNORTE) y Distribuidora de Electricidad del Sur S.A. (DISSUR) de entregar a la red nacional un total de 72MW netos, sin embargo a pesar de las diversas campañas de perforación con el objeto de cumplir con dicho PPA no se ha logrado alcanzar la máxima generación. Este año PENSA ha firmado un nuevo PPA donde se autoriza la instalación y

operación de una nueva Unidad 5 para cumplir con el PPA inicial de entregar 72MW a la red nacional. Esta planta a su vez permitirá el uso y aprovechamiento del recurso ya disponible el cual reduce significativamente los riesgos e incertidumbres.

## **1.6. Objetivo general y objetivos específicos**

### **1.6.1. Objetivos del Proyecto**

#### *1.6.1.1. Objetivo General*

Aprovechar el potencial energético que está disponible como energía calorífica en el agua geotérmica separada (salmuera) durante el proceso de obtención de vapor geotérmico, mediante la instalación y operación de una planta de generación de Ciclo Orgánico Rankine.

#### *1.6.1.2. Objetivos específicos*

- a) Aumentar la capacidad de generación para la entrega de 72 MW de energía renovable al Sistema Interconectado Nacional, a través de la ampliación de la capacidad instalada a 10MW brutos.
- b) Mejorar y ampliar la capacidad de energía con recursos renovables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y entregar más energía limpia a la red nacional que a su vez contribuyan con el cambio de la matriz energética de Nicaragua.
- c) Reducir el riesgo de la inversión mediante la instalación de una planta de ciclo orgánico Rankine (ciclo binario).

### **1.6.2. Objetivos del Programa de Gestión Ambiental**

#### *1.6.2.1. Objetivo General*

Establecer las medidas y planes ambientales a ejecutarse en las etapas de construcción y operaciones del proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate Unidad 5 para reducir, prevenir, mitigar y compensar cualquier impacto ambiental que pudiera generarse por la ejecución del proyecto.

#### *1.6.2.2. Objetivos específicos*

- a) Establecer las medidas ambientales a ejecutarse en la etapa de construcción del Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate Unidad 5 y los diferentes responsables del proceso.
- b) Incluir los componentes del proyecto en los planes de monitoreo ambiental en los componentes ruido, calidad de aire y emisiones durante las etapas de construcción y operación.
- c) Cumplir con la legislación ambiental aplicable al proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate Unidad 5, así como la Resolución Administrativa 30-2008 y sus adendas.
- d) Proteger la salud y seguridad humana de los trabajadores y población aledaña al proyecto.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. Descripción de los componentes que conforman parte del proyecto (actividades y obras) y cronograma

La Central Geotérmica San Jacinto Tizate Unidad 5 o Planta Binaria U5 se construirá dentro de la misma área de concesión y área actualmente aprovechada (8km<sup>2</sup>). Por lo tanto, se hará uso de la misma infraestructura como el caso de vías de acceso, línea de transmisión actual, sub-estación eléctrica, sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, oficinas administrativas, almacén de materiales, bodega desechos peligrosos y no peligrosos, bodega de químicos, talleres industriales, sala de controles, pozos productores y pozos inyectores existentes.

El proyecto utilizará las aguas residuales geotérmicas (salmuera) de los pozos productores existentes en el campo geotérmico de San Jacinto. Los pozos productores están ubicados en las plataformas SJ3, SJ4, SJ5, SJ6, SJ9 y SJ12, los cuales están emplazados en el sector Este de la concesión cercanos a la Planta con turbinas de condensación modular existente (U3 & U4).

Actualmente se cuenta con seis pozos inyectores ubicados en el sector Este de la concesión. La principal inyección de fluido geotérmico (salmuera) se da en los pozos SJ10, SJ11-1, SJ11-2. Los pozos inyectores SJ1 y SJ10 están ubicado al sur del área actualmente aprovechada y los pozos SJ11-1 y SJ11-2 están ubicados al norte del campo de vapor.

La construcción consistirá únicamente en la preparación del área para la ampliación del terreno para la instalación de los componentes de la Unidad 5 y sistema de transporte de fluidos geotérmicos (salmuera).

El tiempo total de ejecución del proyecto desde la fase conceptual hasta la puesta en marcha de la Central Geotérmica San Jacinto Tizate Unidad 5 es de 2 años, los cuales incluye ingeniería y diseño; adquisición de materiales; construcción: civil, mecánica y eléctrica; sistema de transporte de agua geotérmica y permisología. A continuación, se incluye el cronograma de ejecución de actividades de forma general:

*Tabla 2. Cronograma de actividades*

<b>Nombre de tarea</b>	<b>Duración</b>	<b>Comienzo</b>	<b>Fin</b>
<b>SJTU5 ORC Cronograma</b>	<b>687 días</b>	<b>lun 25/1/21</b>	<b>mar 13/12/22</b>
<b>Planta de generación ORC</b>	<b>680 días</b>	<b>lun 1/2/21</b>	<b>mar 13/12/22</b>
<i>Ingeniería y diseño</i>	361 días	mar 9/2/21	sáb 5/2/22
<i>Adquisición de materiales y equipos</i>	614 días	lun 1/2/21	sáb 8/10/22
<i>Construcción</i>	365 días	lun 05/12/21	lun 5/12/22
<i>Civil</i>	159 días	dom 5/12/21	vie 13/5/22
<i>Mecánico</i>	327 días	mar 4/1/22	dom 27/11/22
<i>Eléctricos</i>	303 días	lun 05/12/21	lun 5/12/22



<i>Pruebas de Puesta en Marcha</i>	8 días	lun 5/12/22	mar 13/12/22
<b>Sistema de Acarreo de Salmuera</b>	482 días	lun 1/2/21	dom 29/5/22
<b>Permisología</b>	<b>426 días</b>	<b>lun 25/1/21</b>	<b>dom 27/3/22</b>

### 2.1.1. Descripción general obras civiles

Durante la construcción del proyecto las actividades básicas y generales programadas a realizarse consistirán en:

- a) Abra y destronque
- b) Limpieza del área donde se ubicará la tubería de transporte de fluidos geotérmicos.
- c) Instalación del campamento de materiales y faena para las obras. Incluye la instalación de sanitarios portátiles para los trabajadores.
- d) Acondicionamiento del área donde se instalarán la estructura de la Unidad 5.
- e) Movilización y desmovilización de maquinarias
- f) Construcción y montaje de tubería de conexión del fluido geotérmico
- g) Corte y relleno de material
- h) Compactación del área
- i) Conformación de terrazas
- j) Excavación estructural para la construcción de canales de drenaje
- k) Acondicionamiento de las vías de acceso internas
- l) Acarreo de materiales
- m) Montaje de equipos y componentes de la Unidad 5
- n) Construcción de berma para el tanque de fluido de trabajo
- o) Montaje de sistema contra incendio
- p) Instalación de equipos de medición y de requerimientos eléctricos y de operación
- q) Construcción e instalación del sistema contra incendio de la Unidad 5.
- r) Construcción de la estación de control de pH y su berma de contención.
- s) Línea de distribución desde la planta hasta el nuevo transformador 13 800 V.
- t) Abandono y desinstalación del campamento de materiales y faenas para las obras

La Obra civil del proyecto está dividido de la siguiente manera:

2.1.1.1. Movimiento de tierra y conformación de terrazas y caminos, esta actividad abarca las actividades asociadas a movimiento de tierra como:

- i. **Abre y destronque:** consistirá en la tala, desarraigo y remoción de todos los árboles, arbustos, troncos y demás vegetación que sea necesario remover antes de proceder con las labores de corte y nivelación del terreno. Se procurará que los árboles que ha de derribarse caigan dentro de la zona objeto del descapote. La limpieza después de esta actividad consistirá en el retiro de todos los materiales provenientes del desmonte, o retiro de cualquier estructura o elemento que impida llevar a cabo los trabajos.

En los sitios donde se realizará descapote y no ha sido intervenido anteriormente; es decir posea suelo orgánico, se realizará la remoción del suelo de 20 cm aproximadamente, el cual será manejado dependiendo de las características del

suelo. En los casos en los que las características del suelo orgánico sean adecuadas para actividades de revegetación este será usado en el vivero de PENSA o en áreas que se destinarán para la reforestación o mejoramiento de suelo en áreas internas de la empresa.

- ii. **Corte y excavación de terreno:** consiste en llevar el terreno a los niveles indicados en los planos. Las profundidades de corte en algunas partes llegan a alcanzar los 6 metros por lo que se debe considerar la maquinaria a usar, el material resultante de las excavaciones se debe clasificar, si el material se puede usar como relleno este se almacenará en las cercanías donde se utilizará para relleno y si este material no posee las características para usarlo como relleno estructural se debe hacer el retiro del material al sitio de depósito de material de PENSA.
- iii. **Relleno:** Dependiendo del material a usar para relleno y las características el relleno podrá ser:
  - a) **Relleno con material del sitio:** Utilizando el material del sitio (que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas), se utilizará relleno compensado, es decir se rellenara con el material que se corte, siempre y cuando cumpla con los criterios técnicos, esto reducirá significativamente la cantidad de material a botar.
  - b) **Relleno con material de préstamo:** PENSA adquirirá este material a través de un proveedor que cuente con los permisos de explotación y se utilizará para el mejoramiento del suelo en mezcla con material del sitio y en algunos casos mezcla con cemento.
- iv. **Compactación con equipos:** Todo el material de relleno deberá ser compactado tan pronto como sea colocado uniformemente en el sitio, en capas de espesor apropiado no inferior a 0.10m., ni superior a 0.20 m. el grado de compactación de los rellenos no será menor del 98 % de la densidad del terreno en condiciones naturales, obtenida con el método Próctor Estándar.
- v. **Desalojo de material de corte:** El material cortado que no sirva para relleno, se desalojará y se depositara, en el sitio de manejo de recortes de la empresa: Banco de materiales Terrón Blanco, el mismo que utilizó PENSA para la construcción de las Unidades 3 y 4, campañas de perforación 2015- 2018 (preparación de plataformas y obras civiles). En el banco de materiales el suelo se dispondrá de forma ordenada, por capas compactando el material acomodado, dejando terrazas que permitan la infiltración del agua y direccionando la escorrentía para evitar la erosión del suelo. Esta área una vez quede rellena se destinará para su reforestación que permitirá además mayor compactación y fijación del suelo. Antes del inicio del proyecto el sitio para el desalojo se limpiará y ordenará material existente de proyectos pasados, para una vez inicie la etapa de construcción se cuente con el espacio requerido para depositar el material.

- a. **Caminos de accesos:** se construirán caminos de acceso internos de 7 metros de ancho que conectarán el camino existente hacia PAD 11 con la Unidad 5 y la estación de bombas; Los caminos internos rodearan la Unidad 5 y se utilizarán para las actividades de operación y mantenimiento, la longitud del camino es de 509 metros lineales y la capa final será dos capas de 15 cm cada una con relleno compuesto por 90% de Material Selecto y 10% de material del sitio y una de 10 cm de suelo, se construirá con suficiente bombeo para el desalojo del agua de lluvia a canales de manejo de agua pluvial a lo largo del mismo.
  
- b. **Canales de drenaje:** Par el manejo de agua pluvial la terraza de la Unidad 5, la estación de bombas y los caminos de accesos tendrán canales de drenaje; en los puntos donde no haya tránsito vehicular los canales serán de concreto ciclópeo y en donde se amerite serán de concreto con acero de refuerzo y rejillas de acero. Estos canales evacuaran el agua pluvial de la Unidad 5, la estación de bombas y parte del camino hacia el sector Este, a lo largo de los canales están distribuidos 3 disipadores de energía, el agua convergerá en una zona de infiltración para asegurar la infiltración del agua y disminuir el impacto por compactación del agua y la afectación al recurso hídrico. Ver Anexo 1- Plano 9- SJTU5-0C0-003 REV 3 al Plano 9-SJTU5-0C0-008 REV0, con Planta de drenajes, canales y cunetas.

2.1.1.2. Excavación estructural para fundaciones de línea de acarreo de Salmuera, fundaciones de componentes y equipos:

Es la excavación estructural que se realizará a lo largo de la línea para las fundaciones de los soportes, las fundaciones de los equipos y componentes de la Unidad 5, pedestales de la estructura de los condensadores; esta excavación es puntual y se realizará de acuerdo con las dimensiones de cada fundación evitando sobre excavaciones.

De acuerdo, al estudio de suelo y los diseños se estima el corte de materiales suelo será aproximadamente de 18,450 m<sup>3</sup>, a continuación se detalla las cantidades por descripción de trabajo.

Tabla 3. Cálculo de movimiento de tierra

CANTIDAD DE OBRA MOVIMIENTO DE TIERRA UNIDAD 5

Item	Descripción de los trabajos	U/M	Cantidad
1	Abre y destronque	M <sup>2</sup>	19,965.00
2	Corte en terreno natural	M <sup>3</sup>	21,570.00
3	Relleno y compactación	M <sup>3</sup>	12,664.00
4	Mejoramiento de suelo (mezcla suelo cemento).	M <sup>3</sup>	8,260.00
5	Desalojo de material	M <sup>3</sup>	18,000.00
6	Construcción de cunetas de concreto ciclópeo	MI	830.00
7	Construcción de vado de concreto ciclópeo	c/u	1.00

8	Construcción de vado de concreto armado.	c/u	1.00
9	Canal con rejilla	MI	40.00
10	Disipadores de energía para agua pluvial	c/u	3.00
11	Alcantarilla Ø 20"	MI	15.00

**CANTIDAD DE OBRA PARA FUNDACIONES DE LÍNEA DE SALMUERA**

<b>Item</b>	<b>Descripción del Material</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad</b>
1	Excavación	m <sup>3</sup>	470.00
2	Relleno y compactación.	m <sup>3</sup>	150.00
3	Desalojo de tierra de excavación.	m <sup>3</sup>	450.00

### 2.1.1.3. Equipos y maquinarias

Para las actividades de remoción de la vegetación, movimiento de tierra, excavación, entre otras obras civiles se requiere el uso de equipos y maquinarias los cuales serán proveídos por el Contratista de obras civiles. Se solicitarán los certificados de emisión de gases e inspección mecánica de los equipos en caso de no tenerlos se hará la inspección mecánica por personal PENSA para garantizar el buen funcionamiento de los equipos y reducir el riesgo de derrame de hidrocarburos.

El mantenimiento preventivo de los equipos, de preferencia se deben realizar fuera de las instalaciones del proyecto, en caso de ser necesario mantenimiento en sitio se preparará un área impermeabilizada que además tenga recipientes para recolección de material contaminado o peligroso.

A continuación, se listan los equipos que se requieren para la construcción e instalación de la Unidad 5.

*Tabla 4. Cantidad de equipos para construcción e instalación de la Unidad 5*

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad de equipos</b>
<i>Excavadora</i>	2
<i>Tractor</i>	2
<i>Motoniveladora</i>	2
<i>Vibrocompactadora</i>	2
<i>Camión Cisterna</i>	2
<i>Volquete</i>	7
<i>Grúa de 60 toneladas</i>	1
<i>Grúa de 40 toneladas</i>	1
<i>camión grúa de 14 toneladas</i>	2

### 2.1.1.4. Manejo de químicos

Para el manejo adecuado de los químicos que se utilizarán en la Unidad 5 se construirán bermas de contención con capacidad del 110% del volumen total a almacenar.

- a) Fluido de trabajo (pentano): En el caso de la berma para almacenamiento de pentano (fluido de trabajo) el tanque de almacenamiento tiene una capacidad de  $110\text{m}^3$ , la berma será construida con concreto estructural de 3000 psi, con acero de refuerzo de 12.7mm, las dimensiones de la berma son: 16.90m de largo por 6.8m de ancho externamente, y 16.40m de largo y 6.30m de ancho internamente con una capacidad de contención de  $130\text{m}^3$ . Ver Anexo 1- Plano 10- SJTU5-2C0-01-RV A con plano de diseño.
- b) Control de pH: para el control de pH se utilizará ácido acético, este se almacenará por medio de 08 tanques IBC ( $1\text{m}^3$  cada uno) dentro de una berma de contención para la inyección automática del químico. La berma de contención será de concreto impermeabilizado con un recubrimiento epóxico con capacidad de  $9\text{m}^3$  y las siguientes dimensiones internas: 6.4m de largo por 4.4m de ancho y profundidad de 0.9m. El diseño para el área de control de pH incluye un área de trasiego de tanque IBC que en caso de derrame quedaría dentro del área de contención evitando de esta manera contaminación en el suelo. Ver Anexo 1- Plano 11- SJTU5-0C0-XX-REV A con plano de diseño de planta y elevaciones.

#### 2.1.1.5. Transformadores

Para la planta binaria se instalarán 03 transformadores eléctricos para la alimentación del sistema eléctrico, sus capacidades serán de: 0.75 MVA, 2MVA y 3MVA respectivamente, estos contendrán aceite dieléctrico mineral inhibido. Cada transformador contará con su berma de contención con capacidad del 110% del volumen total de aceite que almacena en su interior, con el objetivo de contener todo el volumen en caso de derrames por falla en los equipos. Las bermas se construirán de concreto y serán impermeabilizadas con epóxico.

En la subestación eléctrica existente se instalará un nuevo transformador (GSU) con capacidad de 12MVA, éste reemplazará al transformador existente que se utilizaba para las Unidades 1 y 2 que se desmantelaron desde el año 2014. Para este nuevo transformador se utilizará la misma berma de contención pues ambos tienen la misma capacidad de almacenamiento de aceite.

#### 2.1.1.6. Línea de distribución

Se construirá una nueva línea de distribución desde la Unidad 5 hasta el transformador de 13 800 V, esta línea será soterrada en un tramo de 258m con ancho promedio de 1m y profundidad promedio de 1.20m. La ruta de esta línea contempla un tramo de 170m que estará dentro del perímetro de la Central Geotérmica, donde están las Unidades 3 y 4, y un tramo de 87 m será construido fuera del área de operación.

#### 2.1.1.7. Almacenamiento de materiales

Los materiales necesarios para la construcción e instalación de la Unidad 5 serán almacenados en áreas destinadas actualmente por PENSA para almacenar materiales como el caso de cemento, aditivos de cemento, arena, material cero, acero estructural, cables, válvulas, bombas, tubería, accesorios de tubería, etc.



#### 2.1.1.8. Consumo de combustible

Cada Contratista construirá una berma de contención temporal para el almacenamiento de combustible con una capacidad máxima de almacenamiento de 2 barriles (55 galones por barril), adicionalmente impermeabilizará el área de despacho de combustible para contener cualquier derrame se presente durante el trasiego, además se colocará un kit de atención de derrames.

#### 2.1.1.9. Consumo de agua

Durante la etapa de construcción y operación se hará uso del pozo de agua concesionado a Polaris bajo concesión RA 35-2017. El pozo está ubicado a 5km al este de la Planta, desde el pozo se bombea agua hasta una pila de almacenamiento existente con capacidad de 6,000 m<sup>3</sup>, cabe mencionar que la pila se mantiene a un volumen aproximado de 4,300m<sup>3</sup>.

Para la construcción del proyecto se extraerá el agua desde la pila por medio de bombas para realizar el control de polvo, preparación de mezclas de concreto, compactación del terreno, lavamanos, entre otros. En el caso de agua para consumo humano este se hace por medio de botellones de agua pura.

En la etapa de operación el consumo de agua fresca será únicamente para el sistema contra incendio, es decir consumo únicamente en caso de emergencias. Los sistemas de enfriamiento y sello de la Unidad 5 que requieren agua serán abastecidos con agua de condensado de las unidades 3 y 4.

No se contempla oficinas ni servicios sanitarios adicionales para la Unidad 5, pues se utilizarán las mismas instalaciones existentes actualmente en la Central Geotérmica.

### **2.1.2. Configuración de la Unidad 5**

Durante la etapa de operación del proyecto algunas de las actividades básicas y generales programadas consistirán en:

- a) Uso de los caminos de acceso internos
- b) Uso de las tuberías de transporte de fluidos geotérmicos
- c) Transporte y reinyección del agua residual (salmuera) desde el área de bombeo hasta los pozos reinyectores existentes.
- d) Inyección de químicos desde la estación de control de pH.
- e) Operación de la planta de generación eléctrica Unidad 5.
- f) Mantenimiento preventivo de los equipos y sistemas de la Unidad 5.

La Unidad 5 (U5) es un sistema convertidor de energía que está diseñado para generar energía utilizando una fuente de calor geotérmico, la unidad consta de los siguientes elementos:

#### 2.1.2.1. Turbina-Generador

El conjunto turbina-generador será síncronos, instalado en múltiples patines con los siguientes componentes: sistema de control, válvulas de control y paro, válvulas de aislamiento, válvulas de baipás, aislamiento de la turbina, sistema de sello, instrumentación,

dispositivos de seguridad para baja presión de aceite, sobre velocidad y vibraciones excesivas, etc.

El conjunto de turbina-generador estará diseñado y probado para operar al aire libre según las normas NFPA para el uso de fluido de trabajo inflamable (pentano).

La Unidad 5 estará conformada por dos turbinas acopladas a un generador eléctrico. Adicionalmente, contará con sistemas auxiliares de apoyo tales como: filtros de aceite, enfriadores, bombas y tanque de aceite. El sistema de aceite será utilizado para lubricación de cojinetes y sello mecánico de turbina, este sistema contará con sistema de enfriamiento por aire.

#### 2.1.2.2. Vaporizador- precalentador

El vaporizador es un intercambiador tubo-coraza horizontal con haz de tubos rectos para facilitar su limpieza. El material de construcción para los tubos debe ser acero inoxidable dúplex 2205, con diámetro de 1”.

El vaporizador y precalentador estará diseñado para poder realizar limpieza mecánica en línea por etapas, aislando una etapa a la vez. Durante este proceso de limpieza el residuo resultante será sílice en estado sólido que se depositará en las pilas impermeabilizadas actualmente utilizadas para el manejo de lodos de perforación.

El vaporizador y precalentador deberán tener drenajes, venteos y conexiones para el arranque y mantenimiento de la unidad 5.

#### 2.1.2.3. Condensador enfriado por aire (ACC por sus siglas en inglés)

El sistema de condensador enfriado por aire deberá ser diseñado para operar satisfactoriamente tanto en las condiciones normales ambientales como en condiciones máximas ambientales.

El ACC incluirá haces de tubos, conexiones, ventiladores, motores, estructura y todos los equipos auxiliares necesarios tales como escaleras y plataformas. El ACC deberá ser modular de aire inducido. El equipamiento deberá ser hermético y diseñado para la operación a la intemperie.

Los haces de tubo deberán contener laminilla de aluminio y su configuración será tipo KLM. El material de construcción deberá ser SA 179/450 SMLS.

Los motores de los ventiladores deberán ser de régimen de velocidad constante acoplados mediante correas.

El ruido de ACC debe ser menor o igual a 65 dBA a 400 metros. El nivel máximo de ruido debe ser de 85 dBA a un metro del ACC.

El ACC deberá tener plataformas de acceso y escaleras de acuerdo con los estándares internacionales de seguridad.

#### 2.1.2.4. Bombas de alimentación de fluido de trabajo

El sistema constará de 4 bombas verticales de las cuales dos bombas serán de 550 HP y dos de 400 HP, con un arreglo de 2 x 100, es decir que estarán operando una bomba de

500 HP y una de 400 Hp y las otras dos estarán de respaldo. Estas serán operadas a través de variadores de frecuencia para modular según la demanda del sistema y de esta manera hacer más eficiente el proceso.

A continuación, se describe el diagrama de flujo de proceso de fluido geotérmico:

- Sistema de transporte de fluidos hacia la Unidad 5: este sistema será el encargado de transportar todo el fluido geotérmico (fuente de calor) por medio de un sistema de tubería y bombas hacia la Unidad 5. Es importante mencionar, que las bombas utilizadas en este proceso son las mismas que están en operación para la inyección de fluido de la Planta de Reconversión Tecnológica U3 Y U4.
- Estación de químicos: este sistema permitirá la aplicación de químicos en el fluido geotérmico previo a la entrada a la planta para evitar incrustaciones en las tuberías, vaporizador y precalentador.
- Vaporizador (2): la fuente de calor (fluido geotérmico) circulará a través de los tubos del vaporizador para evaporar el fluido de trabajo previamente precalentado en el precalentador.
- Precalentador (2): el fluido de calor después de pasar por el vaporizador ingresa al precalentador por medio de los tubos para transferir calor al fluido de trabajo. En este punto el fluido de trabajo (pentano) no alcanza la temperatura máxima deseada (punto de ebullición), pasando posteriormente por el vaporizador, donde finalmente el fluido de trabajo se convierte en vapor.
- Sistema de transporte de fluidos desde la Unidad 5: este sistema será el encargado de distribuir y enviar el fluido geotérmico (salmuera) hacia los pozos inyectoros por medio de un sistema de bombeo que utilizará las tuberías de inyección existentes en el campo.

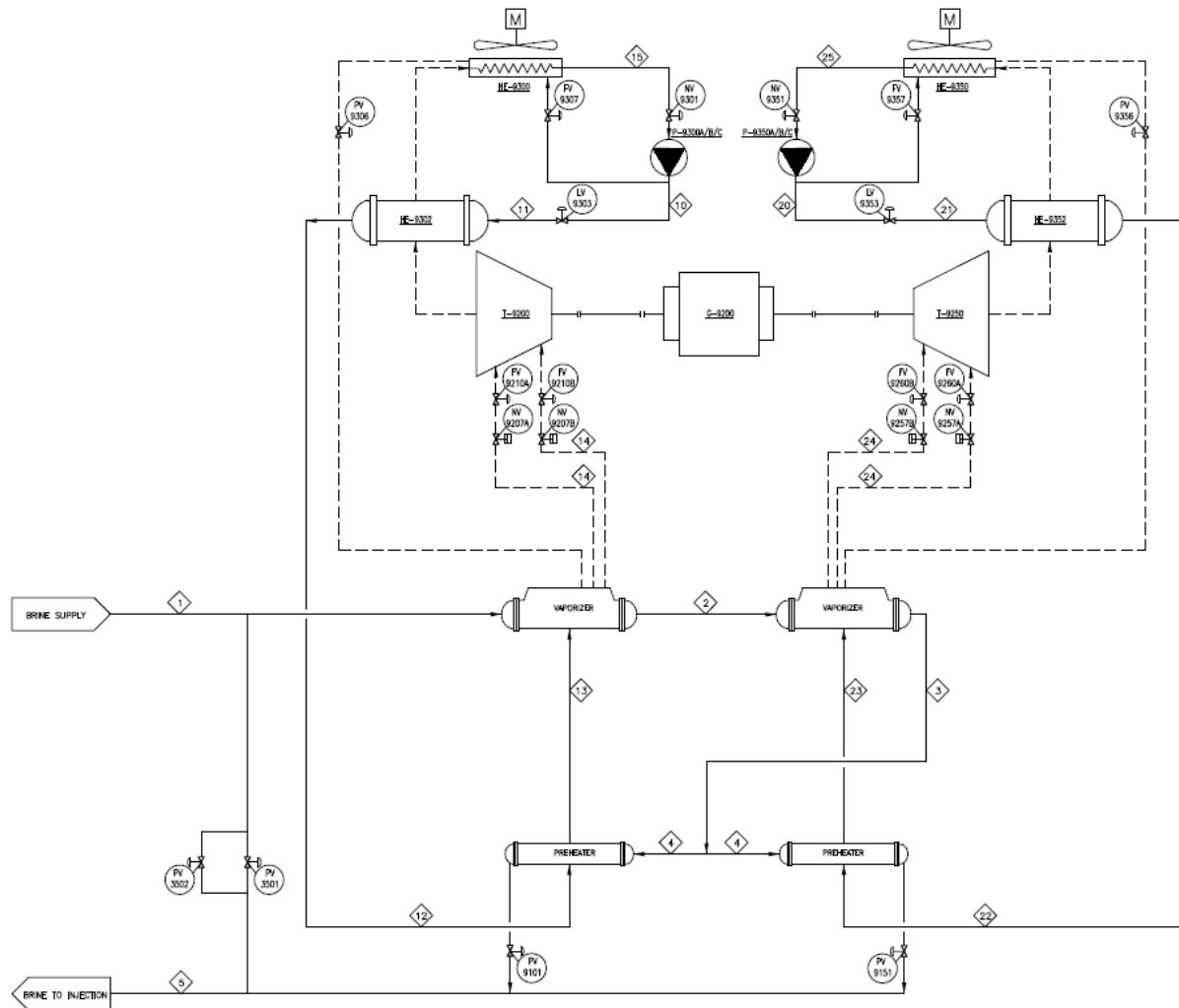
Diagrama flujo de proceso de fluido de trabajo (pentano)

- Bombas de alimentación de fluido de trabajo: estas transfieren el fluido orgánico (pentano) del condensador al recuperador.
- Recuperador: el fluido frío de la salida de la bomba de alimentación se calienta mientras circula a través de los tubos del recuperador.
- Precalentador: en este punto el fluido de trabajo (pentano) adquiere energía aumentando su temperatura, sin embargo, no alcanza la temperatura máxima deseada (punto de ebullición), pasando posteriormente por el vaporizador.
- Vaporizador: el fluido de trabajo alcanza la máxima temperatura deseada convirtiéndose en vapor para pasar posteriormente a las turbinas.
- Turbinas: aquí es donde el vapor que se genera hace girar las turbinas y por medio de un proceso adiabático se genera la energía eléctrica posteriormente en el generador.
- Generador: la rotación de las turbinas hace girar el rotor del generador a 1800 rpm para generar 11.52 MW brutos.
- Recuperador: los gases calientes que salen de la turbina circulan a través del cuerpo cilíndrico del recuperador y se enfrían antes de ingresar en el Condensador enfriado por aire.
- Condensador enfriado por aire: este sistema funciona por medio de ventiladores que enfrían el fluido de trabajo para condensarlo y recircularlo por medio de las bombas

de alimentación de fluido de trabajo. De esta manera, el sistema se considera un ciclo cerrado de trabajo.

Ver Diagrama de flujo de proceso y Anexo 1- Plano 12- SJTU5- Flujo de Proceso

Ilustración 3. Diagrama de flujo de proceso



Línea continua: Líquido, línea discontinua: vapor

### Componentes de la Unidad 5

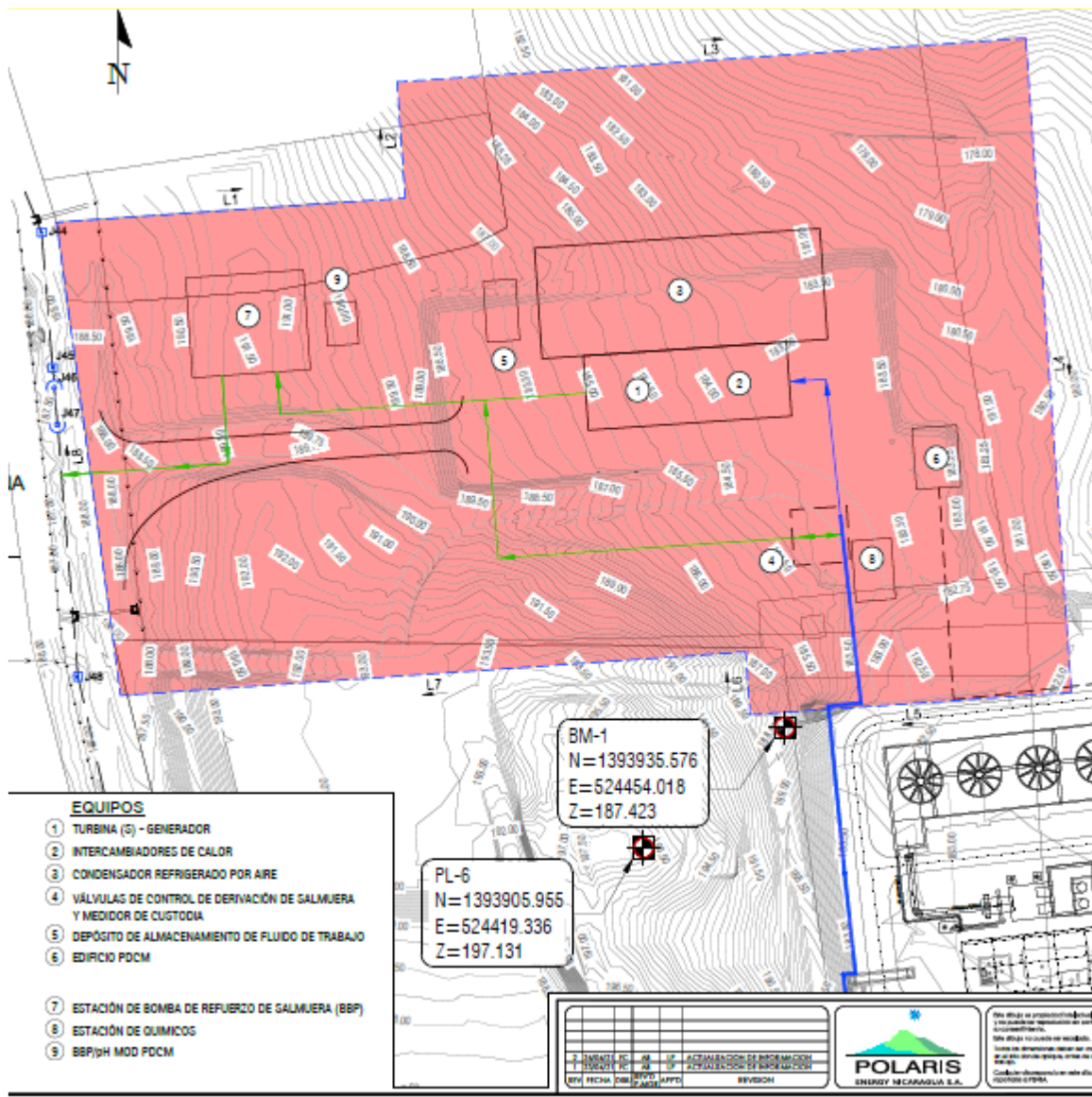
- Tanque almacenamiento fluido de trabajo: en este se almacena en estado líquido el fluido de trabajo. A pesar, que la planta es de ciclo cerrado se dan ciertas pérdidas de vapor por tanto este tanque permite la reposición del fluido para la operación de la planta.
- Cuarto eléctrico y de control: se resguardan los sistemas de control y potencia como los CCM (Centro de Control de Motores).

- Transformadores: se instalarán diferentes transformadores para la alimentación del sistema eléctrico. Estos se instalarán en: cuarto eléctrico, equipos auxiliares, estación de bombas.
- Grupo electrógeno: este consiste en un generador que entra en funcionamiento en caso de caída del sistema de alimentación eléctrica para suministrar potencia a los equipos auxiliares.

## 2.2. Plano conjunto de la infraestructura o instalación del proyecto

En el Anexo 1 se encuentran los planos completos de la ubicación, infraestructura e instalaciones del Proyecto Unidad 5.

*Ilustración 4. Componentes Unidad 5 y área de construcción*





### **3. CARACTERIZACION AMBIENTAL**

La línea base tiene el propósito de captar y analizar toda la información del ambiente antes que se ejecuten las acciones que conllevan el proyecto, con el objeto de prever las alteraciones que se puedan producir en el medio físico, biológico y social, además de constituir una fuente de datos que permite evaluar, una vez que se ha realizado la obra, la magnitud de aquellas alteraciones que son difíciles de cuantificar, pudiendo aplicar medidas correctoras con posterioridad según los resultados que se vayan obteniendo.

La siguiente caracterización cubre un área de 8.26 Ha que incluye la línea de transporte de salmuera o línea de producción hasta el área total de la Unidad 5 que será intervenida para la construcción de esta. En dichas áreas se llevaron a cabo los estudios de calidad de aire, ruido, flora y fauna, los cuales se consideran podría ser los factores ambientales que podrían afectarse durante la construcción y operación de la planta.

#### **3.1. Medio abiótico**

##### **3.1.1. Marco geológico estructural regional**

Nicaragua se divide en 5 provincias geológicas de acuerdo con la clasificación de G. Hogson 1972, el área donde se instalará el proyecto Unidad 5 se ubica en la provincia geológica de la Depresión o Graven de Nicaragua y se caracteriza por el predominio de rocas volcánicas y sedimentarias de la época del Terciario y Cuaternario.

El terreno de estudio comprende básicamente los siguientes grupos:

- Cuaternario reciente (Qal), compuesto por suelos aluviales, gravas, sedimentos, pocos consolidados y suelos arenosos arcillosos.
- Grupo volcánico Coyol Inferior (Tmca) y Superior (Tpci) compuesto por aglomerados, andesitas, basaltos, ignimbritas, riolitas lavas y tobas.

##### **3.1.2. Geología local y estratigrafía**

La geología superficial del terreno donde se instalarán los componentes de la Unidad 5, está conformada por suelo saprolito, café oscuro, textura limo arcilloso, sin embargo la descripción geológica se asocia a rocas andesitas de acuerdo a los resultados de los 10 sondeos realizados con profundidades hasta de 17.25m.

Suelo saprolito (Sap)

Suelo saprolito, color café oscuro, textura limo arcilloso, débil de óxidos de hierro y asociados a limonita, incluye fragmentos < 1cm de rocas volcánicas, forma angulosa, presenta trazas de magnetita primaria, común en todo el intervalo, este horizonte presenta un espesor que oscila de 3.00 m a 7.75m. esta unidad se observó en los sondeos BH-1, BH-5, BH-6, BH-9, BH-11, BH-13, BH-15 y BH-17.

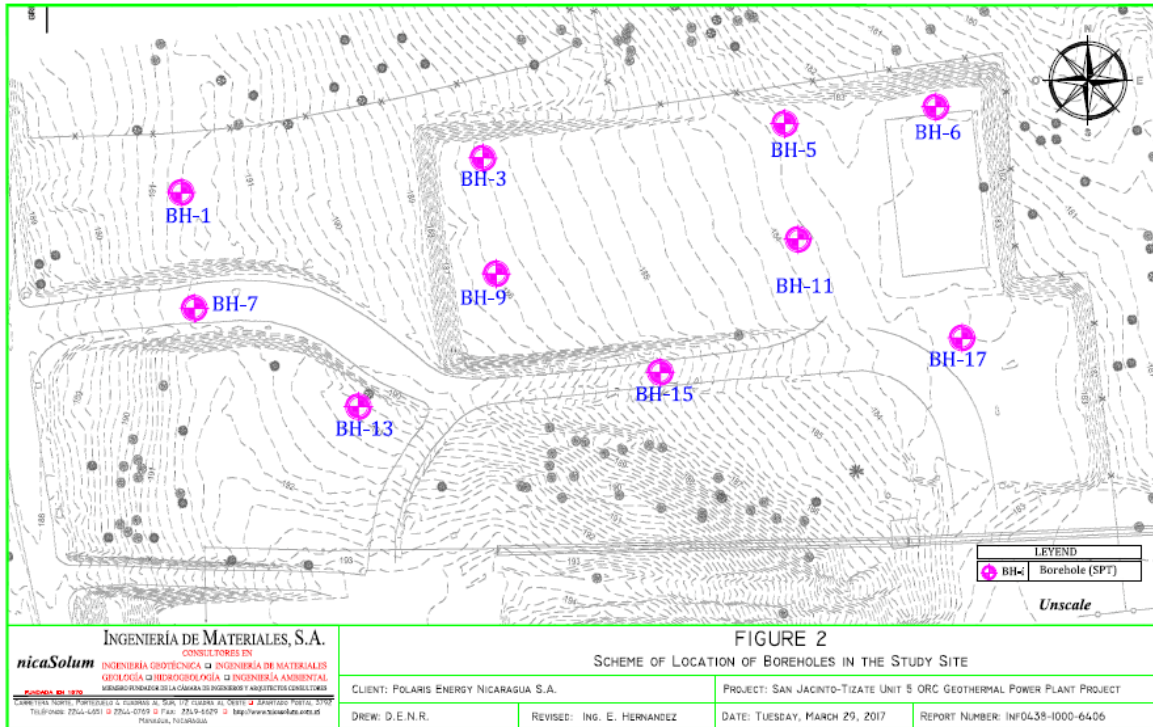
Andesita (And)

Andesita, gris oscuro, parcialmente fracturada, composición intermedia, textura porfirítica, plagioclasas, magnetita, primaria asociada a los minerales máficos de la roca, algunas vesículas de desgasificación rellenas con calcita y clorita, vetillas paralelas al TCA, <5mm de arcilla color blanco, posible caolinita, óxidos de hierro moderado principalmente hematita

y limonita en patinas o manchas asociadas en fracturas esta capa presenta una potencia que varía de 3.00m a 17.25m y se observa en los sondeos BH-1, BH3, BH-5, BH-6, BH-7, BH-9, BH-11, BH-13, BH-15 y BH-17.

A continuación, se presenta el plano de ubicación de los puntos de estudios en el área del proyecto, dicho estudio fue realizado por nicasolum en marzo 2017.

*Ilustración 5. Ubicación de los puntos de estudio geológico y geofísico*



Ver Anexo 2- Estudio Geotécnico y Geofísico San Jacinto Tizate Unit 5 ORC Geothermal Power Plant elaborado por NicaSolum, Abril 2017.

### 3.1.3. Ruido ambiental

El área donde se instalará el proyecto es en el sector Noroeste de la actual planta de generación de energía de condensación modular U3 Y U4. El proyecto colinda hacia el Este y Noreste con áreas de reforestación de PENSA, hacia el Nor-oeste con propiedades de la Familia Dolmus, hacia el Oeste colinda con el camino de acceso hacia plataforma SJ11 y con propiedad del señor Marcelo Martínez y hacia el Sur con área de terraza para almacenamiento de materiales propiedad de PENSA.

El receptor más cercano al proyecto es la casa de habitación de la familia Dolmus ubicada aproximadamente a 500m lineales hacia el Norte del proyecto, dicho receptor está incluido en los monitoreos de calidad de aire y ruido que se llevan a cabo desde 2012, por lo tanto existe suficiente línea base de estos factores.

Los niveles de ruido en la Familia Dolmus (Receptor A del monitoreo) desde septiembre 2016 hasta abril 2021 oscilan entre los 46.9 y los 64.95 dBA, de acuerdo a los técnicos de

laboratorio el principal ruido percibido en la vivienda es producto de los animales de corral y vehículos propios.

A continuación, se presenta una tabla con las mediciones de ruido resultantes de los monitoreos llevados a cabo desde septiembre 2016 hasta abril 2021.

*Tabla 5. Resultados históricos monitoreo de ruido en Receptor A*

<b>Septiem bre 2016</b>	<b>Ma rzo 20 17</b>	<b>Octubr e 2017</b>	<b>Abril 2018</b>	<b>Octubr e 2018</b>	<b>Abril 2019</b>	<b>Octubr e 2019</b>	<b>Mayo 2020</b>	<b>Noviem bre 2020</b>	<b>Abril 2021</b>
64.95	52.2	56.6	52.5	59.4	60.7	46.9	63	51.9	52

Los resultados de los monitoreos de ruido y calidad de aire en el Receptor A se han presentado en los informes semestrales entregados a MARENA, INE, MEM, Alcaldía de Telica.

En el área donde se instalará el proyecto se realizaron las mediciones de línea base en dos puntos del proyecto, dichas mediciones se llevaron a cabo los días 13 al 15 de abril 2021 por el laboratorio UNI-PIENSA por un período de 24 horas por cada punto de medición.

El punto P1 se ubicó dónde estará la turbina, generador y ventiladores y el P2 se ubicó donde se instalará la estación de bombas para la inyección de salmuera en los pozos inyectores existentes.

La ubicación de los sitios de muestreo de línea base se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 6. Coordenadas nuevos puntos de medición en Unidad 5*

<i>Sitio de muestreo</i>	<i>Coordenada X</i>	<i>Coordenada Y</i>
P1	524406	1394027
P2	524329	1394032

Para la medición de ruido ambiental, el equipo del laboratorio UNI-PIENSA utilizó un equipo de la marca 3M, modelo Sound Pro DL, el cual es un sonómetro integrador de clase 1, posee una tecnología con características de Analizador de frecuencia en tiempo real, análisis de frecuencia A, C, Z( lineal), valoración temporal F, S, I con filtro de espectro de octava (16 Hz hasta 16 kHz) la medición se realiza por un periodo de 24 horas.

Los valores guías de niveles de presión sonora tomados como referencia y comparación son tomados de los estándares internacionales del IFC, pues en Nicaragua no existe legislación de ruido ambiental ni tampoco de ruido ambiental en receptores.

En la siguiente tabla se presentan los valores guías que se usan para determinar el cumplimiento en los niveles de ruido, los valores guías de referencia son los lineamientos de Ambiente, Salud y Seguridad Ocupacional establecidos por el IFC:

Tabla 7. Valores guías de niveles de ruido

<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA NIVELES DE RUIDO</b>			<b>NORMA</b>
<b>Receptor</b>	<b>Día (7:00 – 22:00)</b>	<b>Noche (22:00 – 7:00)</b>	
<i>Industrial, comercial</i>	70	70	IFC
<i>Industrial</i>	85	85	OSHA, Ley 618, Título V, Capítulo V, artículo 121
<i>Residencial</i>	55	45	IFC

En el punto P1 las mediciones de niveles sonoros se midieron el día 13 al 14 de abril 2021, en este punto las mediciones no superan el valor ambiental recomendado por el IFC (70 dBA) ni tampoco los establecidos por la Ley 618 (85dBA) presentando valores medidos de 64.9 dBA diurno (7:00 – 21:59) y 65.2 dBA nocturno (22:00 – 6:59).

La rosa de los vientos durante el tiempo que se llevó a cabo este monitoreo presentó una dirección predominante hacia el Sur, esto indica que en caso de generarse mayores niveles de ruido en esta área en las etapas de construcción y operación de la Unidad 5 el ruido sería transportado hacia el Sur y no hacia el Norte que es donde está ubicado el receptor A.

A continuación, se presentan los resultados medidos promedios medidos a cada hora:

Tabla 8. Resultados niveles de ruido medidos en P1 Unidad 5

<b>Hora</b>	<b>Promedio LAeq (dB)</b>	<b>Promedio (7:00-21:59)</b>
7:00	64.4	64.9
8:00	65.2	
9:00	64.5	
10:00	65.1	
11:00	64.2	
12:00	64.8	
13:00	64.3	
14:00	65.2	
15:00	64.7	
16:00	64.8	
17:00	64.4	
18:00	65.0	
19:00	65.3	
20:00	65.7	
21:00	65.8	
	<b>Promedio (22:00 – 6:59)</b>	65.2
22:00	65.9	
23:00	66.2	
00:00	65.4	
01:00	64.3	
02:00	65.0	

03:00	65.1	
04:00	65.0	
05:00	64.9	
6:00	64.8	

En el punto 2 las mediciones de ruido se realizaron el día 14 al 15 de abril 2021, el valor promedio obtenido durante el día fue de 65.5 dBA y durante la noche fue de 66.0 dBA, los dos valores están por debajo del valor permisible por el IFC de 70dBA y muy por debajo del valor máximo permisible por la Ley 618 de 85 dBA.

En este punto la rosa de los vientos presentó una dirección predominante hacia el Suroeste, igual que el punto anterior se estima que el ruido viajaría hacia el sur y no en dirección al receptor A.

En la siguiente tabla se presentan las mediciones de niveles de ruido promedio por hora en el punto 2.

*Tabla 9. Niveles de ruido promedio por hora*

<b>Hora</b>	<b>Promedio LAeq (dB)</b>	<b>Promedio (7:00-21:59)</b>
7:00	69.4	65.5
8:00	60.9	
9:00	61.3	
10:00	63.3	
11:00	63.6	
12:00	67.7	
13:00	66.3	
14:00	66.9	
15:00	65.1	
16:00	65.1	
17:00	65.6	
18:00	65.8	
19:00	66.8	
20:00	67.5	
21:00	66.6	
<b>Promedio (22:00 – 6:59)</b>		66
22:00	67.6	
23:00	66.9	
00:00	67.1	
01:00	67.3	
02:00	67.3	
03:00	66.5	
04:00	61.8	
05:00	61.8	
6:00	61.0	

Estos dos puntos medidos serán los mismos que se incluirán en el Plan de Monitoreo de Ruido que se realiza dos veces al año.



Ver Anexo 3- Informe Técnico de Calidad de Aire y Ruido en PENSA, abril 2021

### **3.1.4. Calidad de aire y emisiones**

Las mediciones de calidad de aire y emisiones se realizaron en los mismos puntos donde se realizaron las mediciones de ruido. El muestreo se llevó a cabo por el laboratorio UNI-PIENSA los días 13 al 15 de abril 2021 el periodo del monitoreo de cada contaminante fue con base en las normas OMS, IFC, OSHA considerando en el país no existe legislación de calidad de aire y emisiones para industrias de generación de energía.

Los contaminantes atmosféricos que se muestrearon fueron: partículas menores de 2.5 micrómetros (PM2.5), partículas menores de 10 micrómetros (PM10), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), ozono, mercurio (Hg), sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Para la medición de PM10 y PM2.5 en los dos sitios de muestreo, el laboratorio UNI-PIENSA utilizó un equipo EPAM 5000- Haz Dust Particulate Monitors marca EDC, el cual succiona el flujo de aire de 4L/min a través de un impactador específico, el cual discrimina las partículas PM10 de las de mayor tamaño, para luego hacerlas pasar por el sistema de detección donde se encuentra el sensor óptico láser. Los límites de detección del equipo para medición de partículas son: PM10 y PM2.5: 0.001mg/m<sup>3</sup>.

Para la medición de gases NOS, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub> utilizaron un equipo que posee tecnología de sensores electroquímicos, los cuales funcionan basándose en el principio de la valoración potencio métrica sensible a los iones. Los sensores están rellenos con un electrolito acuoso, específico para la tarea, en el que están dispuestos tres electrodos, igualmente combinados específicamente, entre los que hay un campo eléctrico.

Los sensores están sellados del exterior mediante membranas permeables al gas. Las moléculas del contaminante asan a través de la membrana permeable al gas, al electrodo de trabajo donde se forman iones de H<sup>+</sup> como consecuencia de la reacción química. Estos migran al campo eléctrico contra el electrodo, donde se genera un flujo de corriente en el circuito externo mediante otra reacción química desencadenada por el oxígeno (O<sub>2</sub>) de aire puro, también aportado.

El tercer electrodo (electrodo de referencia) sirve para estabilizar la señal del sensor. La caída de tensión desarrolla una resistencia situada en el circuito que sirve luego como señal de medición que utiliza para el procesado electrónico posterior y determinar la concentración del gas a monitorear.

El equipo cuenta con un sensor para cada uno de los gases que se midieron, siendo los límites de detección para cada gas contaminantes de: NO<sub>2</sub>: 0.1ppm, SO<sub>2</sub> :0.1ppm, CO: 1ppm, O<sub>3</sub>: 0.1ppm, H<sub>2</sub>S: 0.04ppm y CO<sub>2</sub>: 0.04ppm.

*Tabla 10. Métodos de análisis y tiempo utilizado para determinar los gases contaminantes*

<b>Contaminante</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Tiempo de monitoreo</b>
<i>Partículas menores a 10 micrómetros (PM10)</i>	Sensor óptico láser	24 horas
<i>Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5)</i>	Sensor óptico láser	24 horas

Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	Sensor electroquímico	24 horas
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Sensor electroquímico	1 hora
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Sensor electroquímico	24 horas
Monóxido de carbono (CO)	Sensor electroquímico	24 horas
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Sensor electroquímico	24 horas
Ozono (O <sub>3</sub> )	Sensor electroquímico	8 horas
Mercurio (Hg)	3500-C	24 horas

Las concentraciones de todos contaminantes atmosféricos analizados y monitoreados en los dos puntos de la Unidad 5 están por debajo de los límites permisibles por las normas OSHA, OMS e IFC. En el caso de sulfuro de hidrógeno el límite permisible de acuerdo a la norma OSHA para lugares de trabajo define una concentración de 10 ppm y de 0.01ppm según la OMS. En ese sentido los dos puntos presentan concentraciones por debajo de ambos límites de detección. En algunos momentos del día la concentración de H<sub>2</sub>S superaba el límite de detección de la OMS sin embargo, e esos momentos las concentraciones medidas son el resultado del proceso productivo de PENSA además de las emanaciones de origen volcánico las cuales son liberadas desde el subsuelo.

En la siguiente tabla se presentan los resultados promedios para las 24 horas de monitoreo en los dos puntos de medición para los contaminantes atmosféricos

Tabla 11. Resultados monitoreo contaminantes atmosféricos Unidad 5

<b>Tipo de contaminante</b>	<b>Valor límite permisible OSHA-PEL (1), OMS (2)</b>	<b>Concentración promedio Punto 1</b>	<b>Concentración Promedio Punto 2</b>
Partículas menores de 10 micras (PM <sub>10</sub> )	50 µg/m <sup>3</sup> / 24 horas (2)	13.04 µg/m <sup>3</sup>	16.40
Partículas menores de 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> )	25 µg/m <sup>3</sup> /24 horas (2)	7.76 µg/m <sup>3</sup>	12.28
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	10 ppm (1) 0.1ppm (2)	0.078 ppm	0.028
Dióxido de nitrógeno	200 µg/m <sup>3</sup> (2)	ND	ND
Dióxido de azufre	20 µg/m <sup>3</sup> (2)	16.63 µg/m <sup>3</sup>	5.68
Monóxido de carbono	50 ppm (1)	ND	ND
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0.5 % (1)	0.053%	0.051%
Ozono (O <sub>3</sub> )	100 (2)	4.42 µg/m <sup>3</sup>	7.25
Mercurio (Hg)	0.1 mg/m <sup>3</sup> (2)	2.1. x10 <sup>-2</sup> mg/m <sup>3</sup>	2.5 x 10 <sup>-2</sup>

La dirección de los vientos en el área donde se instalará la Unidad 5 durante los días que se llevó a cabo el monitoreo presentaron predominancia hacia Sur y Sur-oeste, por tanto si

esta dirección del viento predomina en todo el año se podría deducir que los gases contaminantes no afectarán al receptor A, que es el más cercano al proyecto.

Ver Anexo 3- Informe Técnico de Calidad de Aire y Ruido en PENSA, abril 2021

### **3.1.5. Clima**

De acuerdo, a la clasificación climática de Koppen, el sitio se localiza dentro de la clasificación climática AW2, la cual se caracteriza por presentar zonas de transición hacia otros tipos de climas presentando temperaturas medias anuales de 20°C a 22°C con precipitaciones medias anuales de 1100 a 1600 mm. En torno al confort climático, la zona se clasifica como MCO, lo que significa que es una zona con un confort muy cálido opresivo, lo cual es característico para toda la zona de León y Chinandega.

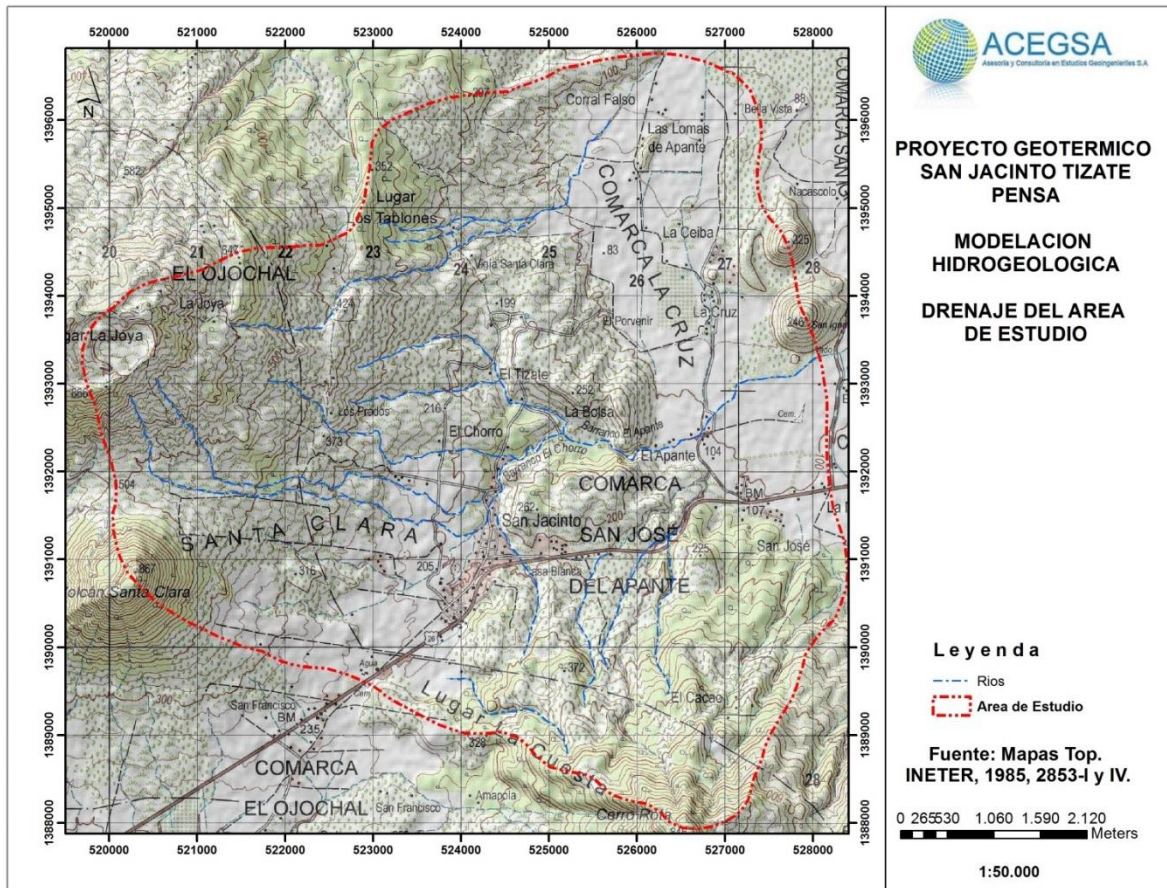
El análisis de temperatura promedio anual, muestra que a partir de julio hay una disminución de la temperatura hasta el mes de diciembre, cuando se experimentan temperaturas por debajo de los 26.5°C, siendo esta una temperatura bastante agradable

### **3.1.6. Hidrología**

La mayoría de los cursos de agua superficiales existentes en la zona donde se ubica todo 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 doméstico y aguadero de animales principalmente en la quebrada El Tizate y el manantial El Chorro en los márgenes de los mismos.

En el siguiente mapa se presenta la ubicación de las principales quebradas dentro del área de intervención de PENSA.

Ilustración 6. Mapa de hidrología superficial



Ver Anexo 4- Modelación Hidrogeológica de un área de 8km<sup>2</sup> dentro del Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate, PENSA, Julio 2015

### 3.1.7. Calidad del agua

Desde el año 2010 PENSA lleva a cabo un monitoreo de agua en fuentes superficiales y subterráneas en áreas de influencia directa e indirecta del proyecto. En las áreas circundantes al proyecto Unidad 5 no existe ninguna fuente de agua superficial y subterráneas por lo tanto no se incluirá ningún punto adicional en el Plan de Monitoreo de Calidad de Agua en la Comunidad actual.

Los resultados de los monitoreos de calidad de agua en la comunidad indican que todos los puntos monitoreados cumplen con los estándares definidos en las normas CAPRE para consumo humano, excepto por los parámetros coliformes totales y fecales.

Para mejorar la calidad de agua y que sea segura para consumo se recomienda a toda la población el clorado o hervir el agua antes de consumirla por la presencia de bacterias coliformes, además de la recomendación de alejar los corrales de las fuentes de agua.

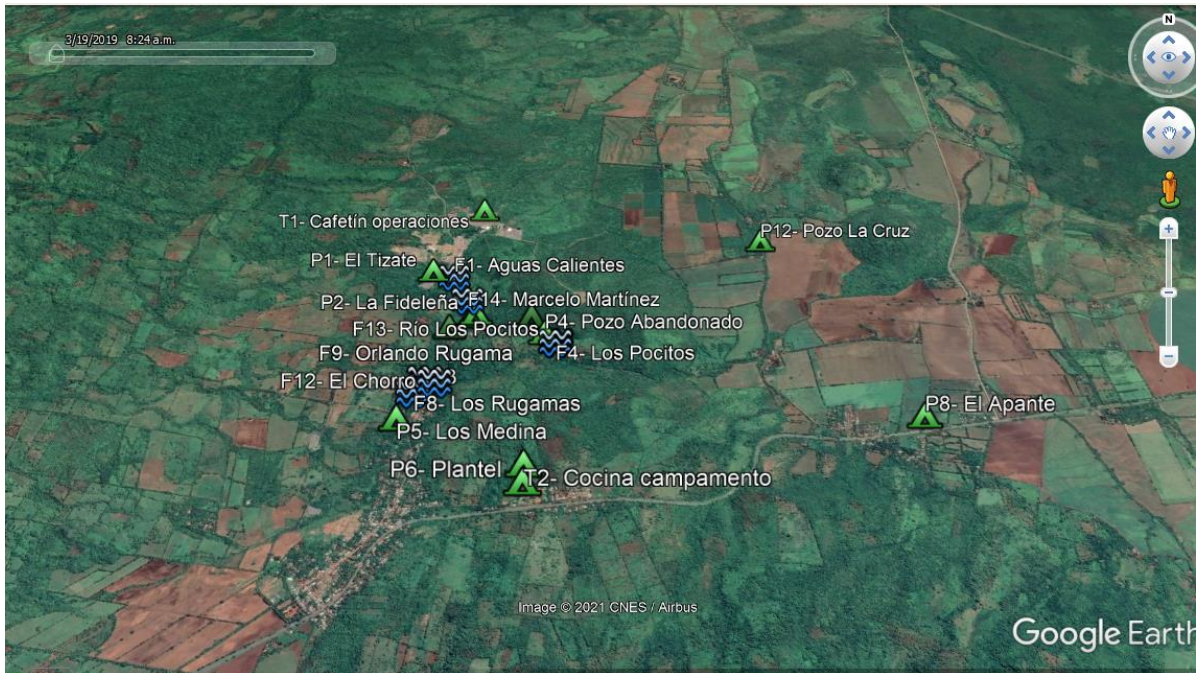
En el caso de los demás parámetros como conductividad eléctrica, pH, dureza total, calcio, magnesio, sodio, sílice, sulfuro de hidrógeno, cloruros, carbonatos, bicarbonatos, metales



pesados, plaguicidas todos estos presentan concentraciones por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por las normas CAPRE para consumo humano.

A continuación, se presenta un mapa de ubicación de los puntos monitoreados semestralmente por PENSA por medio de la contratación de un laboratorio externo.

*Ilustración 7. Mapa ubicación puntos monitoreo calidad de agua en la comunidad*

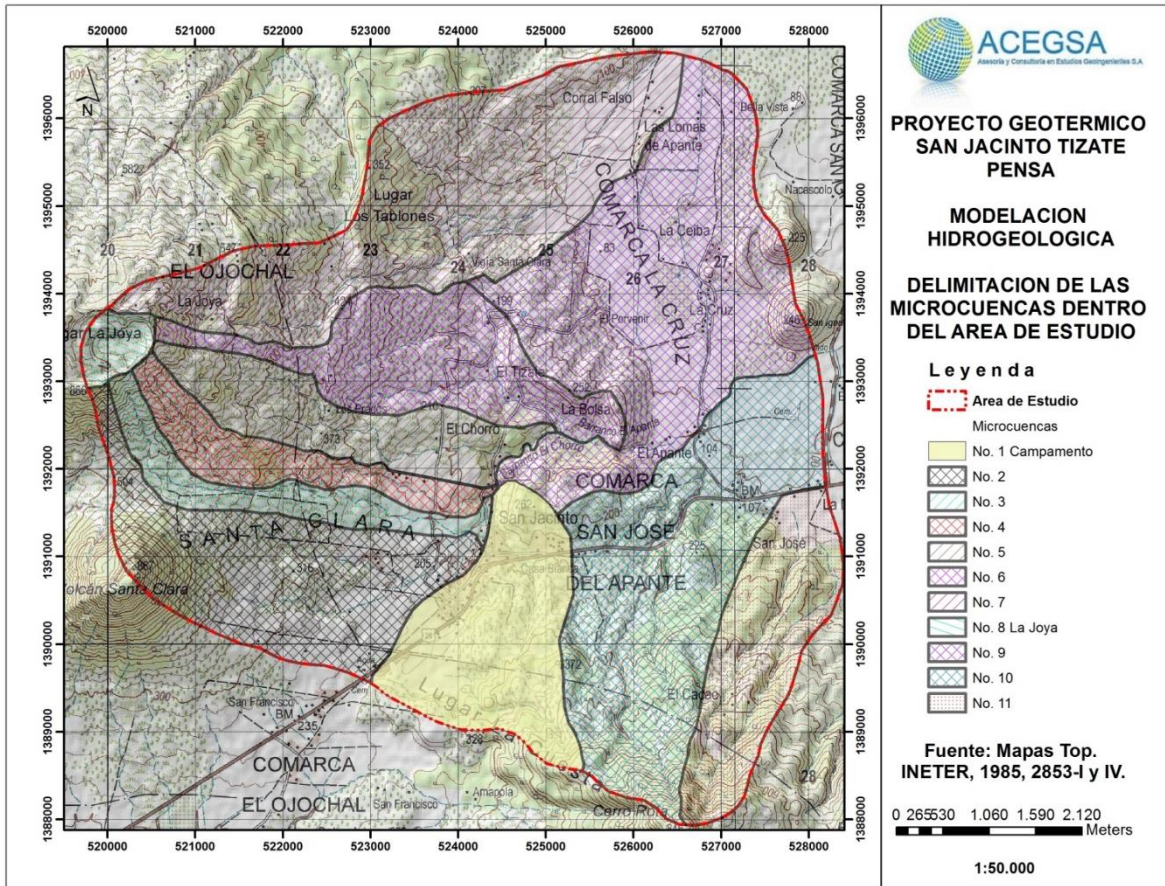


### **3.1.8. Hidrogeología**

El medio hidrogeológico está conformado por una serie de materiales recientes, muy porosos y adecuados para la ocurrencia de un acuífero productivo. Estos materiales son diversos y complejos desde la perspectiva de ocurrencia de rocas volcánicas relativamente jóvenes de distintas fuentes, rocas lávicas frescas, rocas alteradas hidrotermalmente, rocas intrusivas, zonas fumarolas, la parte baja con ocurrencia de rocas volcánicas sedimentarias cuaternarias, etc., por tanto el medio se puede considerar de manera general como poroso.

La delimitación de las micro-cuencas se realizó considerando el drenaje natural y la topografía del entorno, determinando que existe una estrecha relación entre el drenaje superficial, la micro-cuenca y la parte hidrogeológica. Uno de los principales parámetros del acuífero es la recarga generada a partir de las precipitaciones y la cual típicamente se considera a través del área de drenaje y de la infiltración del suelo. En el estudio se delimitaron un total de 11 micro-cuencas en un área de 51.39Km<sup>2</sup>, dentro de las cuales se encuentra los 8 km<sup>2</sup> donde PENSA tiene influencia con su operación.

Ilustración 8. Delimitación de las microcuencas en un área de 51.39km<sup>2</sup> que incluye los 8km<sup>2</sup> bajo permiso ambiental donde opera actualmente PENSA.



Ver Anexo 4- Modelación Hidrogeológica de un área de 8km<sup>2</sup> dentro del Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate, PENSA, Julio 2015

### 3.2. Medio biótico

#### 3.2.1. Flora

El área donde está ubicado el proyecto corresponde al Bosque Subtropical Seco (Holdridge), es importante mencionar que la flora en San Jacinto y el área circundante al proyecto está bastante deteriorada por un alto grado de explotación y deterioro de los bosques. Los bosques existentes son de altura mediana y rala, se encuentran bien fragmentados y dispersos por toda el área por la incidencia de actividades agrícolas, cacería e incendios forestales.

El área total del proyecto es aproximadamente 4 Ha, de las cuales 1.43Ha está actualmente intervenida que es propiamente donde se instalará la infraestructura principal del proyecto. En el caso de la línea de tubería de producción se construirá paralelo al camino existente y dentro del área de Planta para reducir el impacto ambiental de las obras.



El estudio de flora se llevó a cabo en el área con vegetación con diámetro mayor de 5cm de DAP que será directamente afectada por la ejecución del proyecto cubriendo un área de 2.57Ha. Se emplearon dos metodologías para el estudio de flora, la primera por medio de un muestreo del 8% del área total con 3 parcelas de 25m x 25m y la segunda consistió en muestreo pie a pie (100%) para la línea de tubería de producción. En el inventario forestal se identificaron un total de 1,111 árboles con predominancia de 27 especies forestales.

La especie de mayor predominancia es el Laurel con 562 individuos, el cual representa el 50.58% del total de especies inventariadas, seguido por el Quebracho con 134 individuos (12%), Cortez con 56 individuos (4.6%), Chaperno 38 individuos (3.4%) y Cornezuelo con 37 individuos (3.3%), siendo estas especies las que superan en 3% la representación total de especies contabilizadas e identificadas.

Se identificaron 5 categorías diamétricas de entre 5- 9.99cm hasta 40-49.9cm de DAP. La predominancia diamétrica está en los individuos de 5- 9.99cm con 539 individuos, la segunda categoría de mayor predominancia es de 10- 19.99cm con 447 individuos, seguido por la categoría 20- 29.99cm con 118 individuos. Dicha información indica que en la zona predomina el latizal en desarrollo, propio de áreas previamente intervenidas.

En el área donde se llevó a cabo el estudio no se identificó ninguna especie en veda, identificando únicamente un árbol de ceiba que está en estado de protección.

Ver Anexo 5- Informe de Composición Florística, 2021

### **3.2.2. Fauna**

El estudio de fauna se llevó a cabo en un área de 8.26 Ha considerando que el área afectada por el desarrollo del proyecto sobre el recurso fauna no se limita al área directa del mismo sino que los niveles de ruido pueden afectar más allá. El monitoreo se realizó en 9 puntos determinados a partir de la ubicación de la Unidad 5 y su posible área de afectación, en un período de 5 días en el mes de junio en el periodo lluvioso.

El área de estudio se caracteriza por dos tipos principales de manejo de la vegetación: áreas de reforestación de la empresa y áreas de regeneración natural. La vegetación no presenta complejidades estructurales de bosques bien conservados, sino características de áreas abiertas y bordes de bosques.

Los principales usos del suelo identificados fueron: bosque en regeneración, áreas abiertas, áreas de reforestación y cauces naturales.

La metodología empleada fue específica para cada grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), las variables principales fueron riqueza específica (número de especies), abundancia relativa (número de individuos de cada especie) y diversidad (índice de diversidad de Menhinik y Chao). Esta metodología en general se basa en la propuesta de The Nature Conservancy (2002) para evaluaciones ecológicas rápidas (EER). Durante la ejecución del estudio se identificaron 48 especies y 257 individuos que representan el total de riqueza y abundancia de las comunidades faunísticas.

El método de estudio para anfibios y reptiles es la de transectos sin ancho de banda determinado, dentro de estos se realizó la búsqueda intensiva de anfibios y reptiles

adoptando el método de encuentro visual y captura manual (VES) que se llevó a cabo en recorridos a conveniencia determinados por los microhábitats del grupo taxonómico.

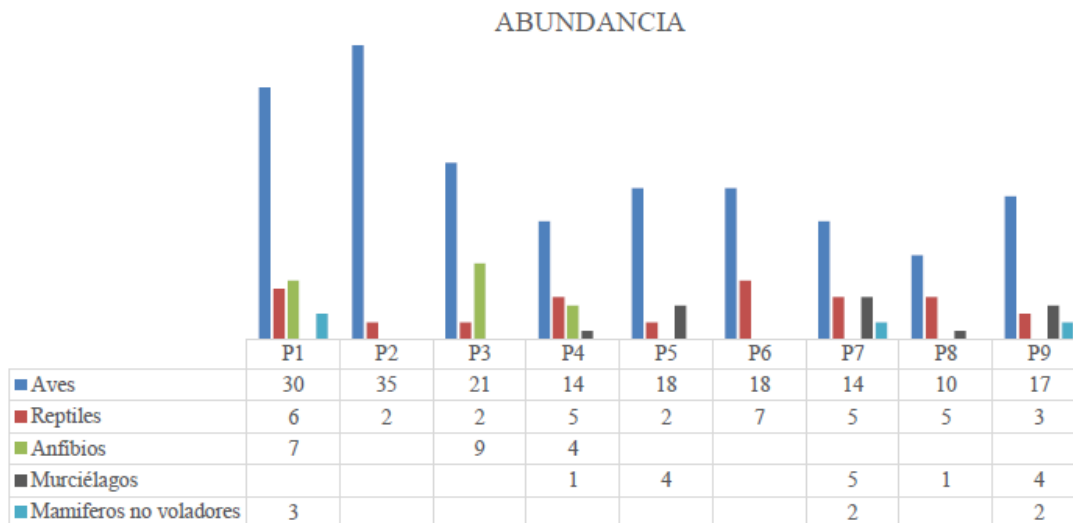
En el caso de las aves los consultores expertos emplearon el método propuesto por Ralph et. Al. (2005) conocida como “puntos de conteo”, estos se ubican a un mínimo de intervalos de 250m.

Los mamíferos de contabilizaron e identificaron por medio de transeptos que fueron recorridos de día y noche siguiendo huellas, pelos y osamentas. Adicionalmente, se realizó el muestreo de murciélagos, los cuales son de gran relevancia debido a sus elevados índices de riquezas y abundancia. El método empleado para monitoreo de murciélagos fue por medio de redes de nieblas en horarios de 7.00pm a 9.00pm.

En los 5 días que se llevó a cabo el monitoreo de fauna se identificaron las aves como el grupo predominante (S:28, N:177), seguido de los mamíferos (S:8, N:22, de estos 4 especies y 15 individuos corresponden al orden quirópteros), reptiles (S:6, N:38) y anfibios (S:4, N:20). Adicionalmente, se identificaron 2 especies en veda indefinida y 4 especies en veda parcial y 3 especies de aves en apéndices II de CITES en la categoría de casi amenazados (NT) por la UICN.

En la siguiente gráfica se presenta la abundancia de fauna por parcela de estudio

Ilustración 9. Abundancia de fauna silvestre por parcela de estudio



### 3.2.2.1. Resultados por grupos faunísticos

#### 3.2.2.1.1. Clase Amphibia

Se encontraron un total de 4 especies y 20 individuos (S:4, N:20) que representan la riqueza y abundancia de la comunidad de anfibios para el área. El sapito túngara (*Engystomops pustulosus*) fue la especie dominante (N:8), se encontró en las parcelas P1 y P3. La segunda especie más abundante fue el sapo amarillo (*Incilius luekenii*) (N:6), se encontró en las parcelas P3 y P4. Para este grupo no se identificó ninguno en estado de protección o das las especies encontradas son comunes de sitios perturbados.

### 3.2.2.1.2. Clase Squamata (Reptiles)

Este grupo estuvo representado por 38 individuos y 6 especies que se componen de lagartijas, iguanas y geckos. Las especies dominantes en el estudio fueron: el pichete escamoso (*Sceloporus squamosus*) y la lagartija rayada (*Aspidocelis deppii*), ambos con 12 individuos. El garrobo negro fue la especie más abundante (N:8).

Para esta clasificación se identificó el garrobo negro (*Ctenosaura similis*) con protección nacional de veda parcial (del 1 de enero al 30 de abril). No se encontraron especies amenazadas en la lista roja de UICN, ni protegidas por el comercio en CITES. Todas las especies encontradas son comunes de sitios perturbados o bordes de bosque.

### 3.2.2.1.3. Grupo Aves

La comunidad de aves estuvo representada por 28 especies y 177 individuos (S:28, N: 177). Las especies dominantes en el muestreo fueron: zanate común (*Quiscalus mexicanus*) con 19 individuos, seguido por el Charralero fajeado (*Thryophilus pleurostictus*) con 17 individuos. De igual manera, se identificaron psitácidos como: el chocoyo barbinaranja (*Eupsittula canicularis*) y el perico frentinaranja (*Aratinga canicularis*) ambos con 14 individuos estas aves estuvieron presentes en la mayoría de las parcelas de muestreo.

La siguiente tabla presenta un resumen del estado de protección de las especies

Tabla 12. Estado de protección del grupo de aves

No.	Especie	Veda nacional	CITES	UICN
1	Chocoyo barbinaranja ( <i>Eupsittula canicularis</i> )	Veda indefinida	Apéndice II	NT
2	Perico frentinaranja ( <i>Aratinga canicularis</i> )	Veda indefinida	Apéndice II	NT
3	Chachalaca lisa ( <i>Ortalis vetula</i> )	Veda parcial (1 marzo al 30 junio)	Apéndice II	NT
4	Chichiltote pecho manchado ( <i>Icterus pectoralis</i> )	Veda parcial (1 marzo al 30 junio)	-	-
5	Sensontle pardo ( <i>Turdus graiy</i> )	Veda parcial (1 mayo al 30 agosto)	-	-

NT: casi amenazado

Adicionalmente, se reportan dos especies migratorias, la tórtola aliblanca (*Zenaida asiática*) que tiene poblaciones residentes/migratorias y el cazamoscas pechiamarillo (*Myiodinaste luteiventris*) que migra hacia sudamérica.

#### 3.2.2.1.4. Grupo mamíferos

##### a) Murciélagos

La comunidad de murciélagos consistió en 3 especies y 15 individuos (S:3, N:15), siendo el más abundante el murciélago lengüilargo tropical (*Glossophaga soricina*) con 10 individuos, seguido por murciélago frutero alilampiño (*Artibeus jamaicensis*) con 4 individuos y murciélago bombón membrilargo (*Pteronotus personatus*) con una captura.

##### b) Mamíferos no voladores

Se identificaron 4 especies y 7 individuos de mamíferos no voladores, el conejo americano (*Sylvilagus floridanus*) fue la especie más abundante con 3 individuos observados y rastros de heces. El mapache (*Procyon lotor*) fue la segunda especie más abundante con dos reportes en la parcela P1. La mofeta bilistada (*Conepatus semistratus*) y la ardilla común del pacífico (*Sciurus variegatoides*) solo fueron vez en el área de estudio.

No se identificó ninguna especie de mamífero en estado de protección, además que todas las especies identificadas son comunes de sitios perturbados.

Durante el estudio se identificaron pasos de fauna, el ecosistema de bosque seco en el área del proyecto está altamente fragmentado, sin embargo las actividades de reforestación por medio de la recuperación del bosque seco en algunas áreas de la empresa ha permitido la conectividad del bosque de la zona promoviendo la conservación de la biodiversidad.

Los pasos de fauna identificados indican que muchas especies utilizan las zonas de bosques que se encuentran alrededor de las instalaciones como sitios seguros para movilización. También resalta la importancia del cauce natural ubicado en la parcela P1 como paso de fauna para mamíferos no voladores. El segundo paso de fauna identificado (P9-P7) destaca la importancia de las actividades de reforestación y regeneración natural realizadas en el sitio para el mantenimiento de la biodiversidad.

Anexo 6- Estudio de Fauna 2021.

## 4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se hará una identificación y descripción de los probables impactos que pudieran generarse durante la ejecución del proyecto Unidad 5- Planta Binaria para los diferentes componentes ambientales.

### 4.1. Descripción de las acciones del proyecto que alteran la Calidad Ambiental de los factores agua, aire y suelo

Los impactos ambientales que podrían generarse durante la construcción del proyecto que afecten los factores agua, aire y suelo pudieran ser: cambios de drenaje superficial muy locales; contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y por desechos sólidos y contaminación atmosférica y acústica por el uso de maquinarias pesadas.

#### 4.1.1. Etapa de Construcción

En la siguiente tabla se presentan las actividades que podrían alterar la calidad del aire sin considerar las medidas ambientales, cabe mencionar que para cada actividad la magnitud y extensión del impacto variará.

<b>Factor ambiental</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción del impacto producto de la actividad que afecta el factor ambiental</b>
<i>Aire</i>	Abra y destronque	Generación de gases de efecto invernadero por el uso de maquinaria pesada para realizar el abre y destronque del área.
<i>Aire</i>	Instalación del campamento de materiales y trabajo para las obras. Incluye la instalación de sanitarios portátiles para los trabajadores	Emisión de gases de efecto invernadero por uso de equipos de combustión interna.
	Acondicionamiento del área donde se instalarán la estructura de la Unidad 5	Generación de gases de efecto invernadero por el uso de maquinaria pesada para acondicionar el área donde se instalará la Unidad 5.
	Movilización y desmovilización de maquinarias	Generación de gases de efecto invernadero por el uso de maquinaria pesada. Levantamiento de material particulado durante el transporte de la maquinaria pesada.
	Corte y relleno de material	Levantamiento de material particulado por el movimiento de tierra
	Compactación del área	Levantamiento de material particulado durante la compactación del área
	Acondicionamiento de las vías de acceso internas	Levantamiento de material particulado por el movimiento de tierra
	Acarreo de materiales	Partículas que se dispersaran desde los equipos que trasladen material

	Montaje de maquinarias y equipos	Emisión de gases de efecto invernadero por el uso de maquinaria pesada
<i>Agua</i>	Corte y relleno de material	Alteración del drenaje natural para el acondicionamiento del área donde se instalará la Unidad 5.
	Conformación de terrazas	Alteración del drenaje natural para el acondicionamiento del área donde se instalará la Unidad 5.
	Excavación estructural para la construcción de canales de drenaje	Alteración del drenaje natural para el acondicionamiento del área donde se instalará la Unidad 5.
<i>Agua</i>	Instalación del campamento de materiales y faena para las obras. Incluye la instalación de sanitarios portátiles para los trabajadores	Contaminación del agua por vertidos de aguas residuales domésticas
	Almacenamiento de hidrocarburos para uso en equipos y maquinarias pesadas	Contaminación del agua por derrame de hidrocarburos
<i>Suelo</i>	Abra y destronque	Cambios en el suelo debido a la remoción de vegetación y la compactación Cambios en el paisaje natural y su función
	Instalación de campamento de materiales y faena para las obras	Cambios en el paisaje natural y su función
	Construcción y montaje de tubería de conexión del fluido geotérmico de trabajo	Cambios en el suelo debido a la remoción de vegetación y compactación
	Corte y relleno de material	Cambios en las capas superficiales del suelo y su geomorfología
	Compactación del área	Cambios en las capas superficiales del suelo y su geomorfología
	Conformación de terrazas	Cambios en las capas superficiales del suelo y su geomorfología



<i>Suelo</i>	Uso de equipos y maquinaria	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos
	Excavación estructural para la construcción de los canales de drenajes y soportes de tuberías	Cambios en las capas superficiales del suelo y su geomorfología
	Acondicionamiento de las vías internas de acceso	Cambios en las capas superficiales del suelo y su geomorfología
	Almacenamiento de hidrocarburos	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos
	Generación de desechos sólidos y líquidos	Contaminación del suelo por generación de desechos sólidos y líquidos

#### 4.1.1.1. Impactos en el factor Aire

##### Ruido

El ruido durante la etapa de construcción podría generarse principalmente por el uso de equipos, maquinarias pesadas y transporte de materiales de construcción. Se considera los impactos durante esta etapa son temporales y de baja significancia.

Las afectaciones por los niveles de ruido se darán principalmente a los trabajadores que estén directamente involucrados en las actividades de construcción y en menor medida en los pobladores del camino de acceso hacia Planta por la movilización de maquinarias y equipos pesados.

##### Emisiones de gases

Las principales emisiones durante esta etapa serán por las maquinarias y equipos pesados usados para el movimiento de tierra, compactación, abre y destronque, conformación de terrazas, entre otras actividades, estos equipos producirán emisiones de gases. Sin embargo, se espera este impacto sea de baja significancia y temporal.

El sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) es un gas emitido naturalmente en zonas geotérmicas y plantas de generación de energía de este tipo. Sin embargo, de acuerdo a los resultados del plan de monitoreo de emisiones y calidad de aire las concentraciones de H<sub>2</sub>S se presentan por debajo de 0.1ppm, esto significa que las emisiones naturales de sulfuro de hidrógeno están por debajo de los límites permisibles de exposición.

#### 4.1.1.2. Impactos en el Agua

El requerimiento de agua durante la etapa de construcción se espera sea bajo, ésta será usada principalmente para control de polvo, preparación de mezclas de concreto y un aumento en el uso de agua en las instalaciones sanitarias actualmente en servicio. Se estima que la etapa de construcción tendrá una duración de 8 meses iniciando con movimiento de tierra y finalizando con pruebas de puesta en marcha de la Unidad 5.

El principal impacto en el recurso agua será la modificación de los drenajes naturales sin embargo se harán canales de drenajes y sistema de captación de aguas que permitan la correcta captación, evacuación e infiltración de éstas mejorando los patrones de drenaje existentes.

#### 4.1.1.3. Impactos en el suelo

En esta etapa se podría considerar que el principal impacto en el suelo será la alteración de la topografía existente. Sin embargo, el área donde se instalará la Unidad 5 está previamente intervenida por la Central Geotérmica, por lo tanto ocasionará pequeñas modificaciones en el uso actual del suelo. Por ejemplo, donde se construirán las bases, soportes y la red de tubería que transportará el fluido geotérmico hasta la Unidad 5 la mayoría del área existen soportes y bases para transporte de tubería, solo una pequeña franja de 5 metros de ancho se verá afectada que incluirá la remoción de la vegetación por tanto a su vez ocasionará una pequeña modificación del drenaje natural.

En el caso de materiales para la construcción como arena, pedrín y material cero, PENSA no contará con ningún banco de materiales, los mismos se adquirirán a empresas que cuenten con la concesión emitida por el MEM y la autorización ambiental emitida por MARENA.

#### 4.1.2. Etapa de Operación

En el siguiente cuadro se presentarán las actividades a ejecutarse durante la etapa de operación que podrían generar un impacto ambiental en los factores aire, agua y suelo.

<b>Factor ambiental</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad que afecta el factor ambiental</b>
Aire	Operación de la Planta	Ruido generado por el Condensador enfriado por aire o ventiladores
Agua	Sistema contra incendio	Consumo de agua para mantener los tanques del sistema contra incendio al nivel establecido en las normas y presurizado el sistema. Este sistema se activará únicamente en caso de emergencia por lo tanto no es un consumo constante
	Mantenimiento de la Unidad 5	Consumo de agua para lavado de piezas o equipos durante el mantenimiento de la Unidad 5.
	Almacenamiento de químicos	Contaminación de agua subterránea por derrame de químicos

*Suelo*

Mantenimiento de la Planta	Contaminación del suelo por fuga o derrames de equipos auxiliares o vehículos
Generación de desechos sólidos y líquidos	Contaminación del suelo por generación de desechos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos
Almacenamiento de químicos	Contaminación del suelo por derrame de químicos

*4.1.2.1. Impactos en el factor aire*

**Ruido**

El ruido por generarse durante la etapa de operación será permanente cuando la misma esté operando. En el sitio de trabajo los niveles de ruido oscilarán entre los 80 y 85 dBA. Sin embargo, a una distancia de 300 metros los niveles bajarán a 45dBA, por lo tanto, se estima que no habrá afectación por ruido en los receptores más cercanos al área del proyecto los cuales están ubicados aproximadamente a 400 metros de distancia hacia el sector Norte, sumado a ello que la dirección predominante de los vientos es de noroeste a sureste.

En el área de trabajo será obligatorio el uso de protectores auditivos para reducir al máximo el riesgo a la salud del personal, especialmente cuando el límite de exposición del ruido supere las 8 horas continuas de trabajo.

En la actualidad los niveles de ruido en el Receptor A, el más cercano al área del proyecto, es en promedio 54.9 dBA para 24 horas continuas de mediciones según los técnicos de laboratorio el principal ruido en el receptor es debido a actividades propias que se llevan a cabo en la vivienda.

*4.1.2.2. Impactos en el factor Suelo*

Durante la etapa de operación se estima que el impacto sobre el factor suelo será de baja significancia, desde la etapa de diseño se consideran medidas de control ante situaciones de emergencia, como derrames, con el objeto de evitar o reducir los impactos al recurso. Sin embargo, el riesgo nunca es cero y se podría dar la situación de derrame de hidrocarburos y químicos durante el mantenimiento preventivo y operación de las instalaciones de la Unidad 5.

En el área donde está instalado el Proyecto Central Geotérmica San Jacinto Tizate existe una contaminación natural en los suelos de la zona geotérmica que tiene su origen en manifestaciones termales superficiales, aunque estas generalmente están focalizadas y restringidas a ciertas áreas en cualquier momento podría aparecer en otras zonas del campo geotérmico.

*4.1.2.3. Impactos en el factor Agua*

En el caso de calidad de aguas subterráneas se espera que no haya alteración o afectación de estas, el agua industrial residual a generarse se inyectará en los pozos geotérmicos

inyectores actualmente existentes, los cuales tienen profundidades mayores de los 500m. Sin embargo, se continuará ejecutando el Plan de Monitoreo de Calidad de Agua en la Comunidad que se ha venido implementando desde el año 2010.

#### 4.2. Descripción de las acciones del proyecto sobre la flora y fauna

##### 4.2.1. Etapa de Construcción

En la siguiente tabla se listan las actividades que se consideran podrían tener un impacto sobre el recurso flora y fauna sin considerar medidas ambientales.

<b>Factor ambiental</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad que afecta el factor ambiental</b>
<i>Flora</i>	Abra y destronque	Corte de árboles en algunas zonas donde pasará la tubería de transporte de fluido geotérmico y donde se instalará la Unidad 5
	Corte y relleno de material	Corte de árboles y vegetación de matorral
<i>Fauna</i>	Abra y destronque	Afectación a la fauna especialmente a las aves por el corte de árboles y arbustos
	Corte y relleno de material	Afectación a la fauna del suelo por la excavación de material y la remoción de la capa vegetal del suelo.
	Construcción e instalación de tubería para transporte de fluido geotérmico	Afectación a la fauna silvestre especialmente mamíferos que podrían verse afectados por el paso en las zonas donde se instalará la tubería para transporte de fluido. Esta afectación podría darse principalmente en una franja con longitud de 430m. Sin embargo, se considera sea de muy baja significancia considerando son áreas actualmente en uso donde existe tráfico vehicular y de personas.

##### 4.2.1.1. Impactos en la flora y fauna

La eliminación de maleza, rastrojos, arbustos y árboles para la instalación de tuberías y la Planta con todos sus componentes se estima será de baja significancia pues la mayoría del área actualmente está intervenida, dicha área está siendo usada para almacenamiento de

tuberías de perforación. En el caso de las franjas o tramos donde pasará la tubería, en los diseños se consideró aprovechar las zonas con poca vegetación con el objeto de reducir al máximo el impacto. En el área total de intervención del proyecto no hay ningún bosque seco tropical ni bosque de galerías sino vegetación dispersa con predominio de matorrales. Según el estudio de flora llevado a cabo en el mes de junio se contabilizaron un total de 1,111 árboles de los cuales 53 individuos presentan diámetros a la altura del pecho (DAP) entre 5-9.99cm y la especie que predomina es el Laurel.

Es importante mencionar que PENSA, desde el año 2010 que inició con sus campañas de reforestación y con la dedicación exclusiva de áreas interna para reforestación ha promovido la protección de las especies de flora y fauna y la recuperación de muchas especies, pudiendo decir que el impacto producto de las actividades de la empresa en estos factores es positivo. PENSA además ha incluido en su Política Ambiental, Social y de Seguridad Ocupacional la protección de especies de flora y fauna que habitan dentro del área de concesión. Por tanto, esto es un requisito de cumplimiento tanto de los trabajadores como de los contratistas que forman parte de la organización PENSA.

En la zona donde está ubicada la Central Geotérmica San Jacinto Tizate en la actualidad existe un alto riesgo o amenaza en los factores de flora y fauna, dado que año con año incrementan las zonas afectadas por incendios forestales especialmente en el sector Oeste que es el área núcleo del Área Protegida, además del corte de árboles para obtener leña, carbón, madera, etc. ejerciendo de esta manera una gran presión sobre el recurso. PENSA a pesar de todos sus esfuerzos en educación ambiental en la comunidad y mensajes de prevención de incendios forestales, contaminación entre otros no ha logrado crear la conciencia necesaria y suficiente para frenar dichas actividades ejecutadas por los pobladores aledaños al proyecto.

Sumado a ello el hecho del incremento en la incidencia de cazadores furtivos en la zona que en la época de verano incrementan su búsqueda de venados, garrobos, conejos, cusucos, palomas, etc. que están afectando fuertemente la fauna en la zona.

#### **4.2.2. Etapa de Operación**

Durante la etapa de operación se estima el impacto será todavía menor que durante la etapa de construcción, siendo de muy baja significancia considerando son zonas actualmente intervenidas.

<b>Factor ambiental</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad que afecta el factor ambiental</b>
<i>Flora</i>	Operación y mantenimiento de la planta	Se estima el impacto sea positivo con la reposición del recurso por medio de las medidas de compensación del proyecto.
<i>Fauna</i>	Operación y mantenimiento de la Planta	Podría darse una pequeña afectación por ruido a los animales que habitan en el área de reforestación que está ubicada en el sector

### 4.3. Descripción de las acciones del proyecto sobre el paisaje

La afectación sobre el paisaje por la instalación de la nueva unidad de generación de energía se estima será de muy baja significancia pues éste se instalará en un área que actualmente está siendo utilizada por la Central Geotérmica San Jacinto Tizate. Además, que muchos de los elementos actualmente instalados y en servicio serán aprovechados para acoplar esta nueva planta de generación de energía geotérmica. Este proyecto consiste principalmente en agregar un nuevo elemento de menor tamaño e impacto que permitirá aprovechar al máximo los recursos geotérmicos de la zona concesionada, el agua geotérmica que estaba siendo inyectada sin ningún uso ahora podrá ser aprovechada para la generación de vapor y por ende generación de energía limpia.

### 4.4. Descripción de las acciones del proyecto sobre aspectos socioeconómicos

En el ámbito socioeconómico la Central Geotérmica San Jacinto Tizate ha mejorado significativamente la calidad de vida en las comunidades aledañas al proyecto por medio de la ejecución de diferentes proyectos sociales que han venido a beneficiar a siete comunidades aledañas al proyecto. A continuación, se mencionan de manera general algunos de los proyectos ejecutados por PENSA que han mejorado la calidad de vida de los pobladores:

- 4.4.1. Proyecto de rehabilitación del sistema de agua potable, este proyecto se ejecutó desde el año 2013 con una inversión de 1.2 millones de dólares americanos cofinanciados por PENSA, Banco de Desarrollo Interamericano (BID), Banco de Desarrollo Austriaco (OeEB) y Catholic Relief Services (CRS) que benefició a más de 900 familias que no tenían acceso a agua potable.
- 4.4.2. Mejoramiento de la infraestructura escolar, con esto se hizo la donación de una sala de computación completa con 40 cómputos, mejora en edificios, sala de clases, entre otros.
- 4.4.3. Mejoramiento de infraestructura escolar: como cambio de cielo falso, cambio de ventanas, pintado de paredes, entre otros en las 5 escuelas núcleos.
- 4.4.4. Donación de un panel solar en la escuela Ojochal del Listón en el sector Oeste del campo geotérmico.
- 4.4.5. Deportes: construcción de 5 canchas deportivas en diferentes comunidades alrededor del proyecto y construcción de un campo de beisbol y uno de futbol, ambos con su gradería en San Jacinto.
- 4.4.6. Agricultura, apoyo a un grupo de 50 agricultores de frijoles, sandía y maíz mediante capacitaciones técnicas para mejorar el rendimiento de los cultivos y darle mayor valor agregado al producto final, esto se ejecuta con el apoyo de American Nicaraguan Foundation (ANF).
- 4.4.7. Salud, donación de equipamiento médico al centro de salud de la comunidad como el caso de un ultrasonido y equipo dental. Además, en el año 2020 se hizo la donación de suministros médicos para protección ante la pandemia de Covid-19 para evitar la propagación del virus en la comunidad.



#### 4.4.8. Emprendedurismo, entrenamiento y financiamiento de un grupo de emprendedores en costura y cocina.

Con la instalación de la Unidad 5, en este ámbito se influirá de manera positiva mediante la generación de empleos en su fase de construcción, lo que tendrá su incidencia ambiental pues la población reducirá su explotación a los recursos de flora y fauna, disminuyendo el impacto negativo sobre los factores ecológicos/biológicos.

Alrededor del área donde se construirá e instalará el proyecto no existe población que pueda ser afectada durante la construcción u operación de este. Por tanto, se estima que no habrá impactos negativos sobre ellos. El receptor más cercano está ubicado a 400 metros de distancia, donde actualmente los niveles de ruido en este receptor están alrededor de los 56dBA durante el día (7:00- 22:00) y 53dBA durante la noche (22:00- 7:00), cabe mencionar que estos niveles de ruido se deben principalmente a los animales de corral, perros y vehículos de los receptores. Dicho lo anterior, la Unidad 5 será incluida en la programación de los monitoreos de ruido para dar seguimiento y cumplimiento de Ley y tomar acciones en caso de que los niveles de ruido sobrepasen lo estipulado por Ley.

La actividad del proyecto tiene el potencial para contribuir con el desarrollo económico y social del país mediante el aprovechamiento al máximo de la geotermia y con la instalación de una nueva tecnología que permitirá optimizar y mejorar el uso del recurso geotérmico y la generación de energía a base de fuentes renovables.

La ampliación de la capacidad instalada permitirá: a) aumentar el suministro de energía a base de fuentes renovables, b) producir energía a menor costo y con mayor eficiencia, c) aumentar la disponibilidad de empleos temporales durante la fase de construcción y d) reducir la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmosfera durante el proceso de generación de energía para abastecer la demanda nacional.

Con la ampliación de la capacidad además se logrará reducir la necesidad de combustibles fósiles para la generación de energía dando mayor estabilidad al precio final de la energía. Este proyecto a su vez permite a Nicaragua alcanzar el logro de los objetivos de desarrollo sostenible especialmente los objetivos 7) Energía asequible y no contaminante, 8) Trabajo decente y crecimiento económico, 9) Agua, Industria, Innovación e Infraestructura, 13) Acción por el Clima y el objetivo 15) Vida de Ecosistemas Terrestres. Todos estos objetivos serán aplicados durante la construcción y operación del proyecto, por tanto, se puede concluir que el impacto final del proyecto es positivo tanto ambiental como socioeconómico.

## 5. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES

En este apartado se describirán las medidas ambientales de los factores ambientales aire, suelo, agua, flora y fauna. Esta propuesta se basa en las medidas incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental bajo la Resolución Administrativa y los posibles impactos identificados en la Caracterización Ambiental actualizada que se llevó a cabo exclusivamente para el área de implementación del proyecto.

El Plan de Gestión Ambiental tiene los siguientes objetivos:

- ❖ Establecer medidas ambientales en un plan de monitoreo para prevenir, reducir, mitigar y compensar los impactos negativos significativos hasta niveles aceptables, y fortalecer aquellos impactos positivos causados por el proyecto.

- ❖ Definir las responsabilidades para implementar las medidas ambientales durante las diferentes etapas del proyecto.
- ❖ Cumplir con la legislación nacional aplicable en materia ambiental y seguridad ocupacional.
- ❖ Proteger la salud y seguridad humana del personal y la población aledaña.

A continuación, se presentan las medidas ambientales a aplicarse para los diferentes factores ambientales:

## 5.1. Medidas Ambientales Factor Aire y Ruido

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medida	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abre y destronque</li> </ul>	<p>Generación de gases de efecto invernadero por el uso de maquinaria durante la actividad de abre y destronque</p>	<p>Plan de Reforestación para reposición del recurso forestal en relación 15 árboles plantados por tonelada métrica cortada, que permitirá la absorción de gases de efecto invernadero y también funcionan como barrera entre las áreas industriales y receptores.</p>	Compensación	PENSA	Anual	Construcción y operación
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abre y destronque</li> <li>▪ Instalación de campamento de materiales y trabajo para las obras</li> <li>▪ Acondicionamiento del área donde se instalarán la estructura de la Unidad 5</li> <li>▪ Corte y relleno de material</li> <li>▪ Compactación del área</li> </ul>	<p>Alteración de la calidad del aire por corte y relleno de materiales, aumento en el tráfico vehicular</p>	<p>Riego del área alrededor del campamento para reducir el levantamiento de material particulado, caminos de acceso y áreas de trabajo.</p>	Prevención	CONTRATISTAS	3 veces al día	Construcción

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medida	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilización y desmovilización de maquinarias</li> </ul>	Alteración de la calidad del aire por uso de maquinaria pesada	Solicitar el documento de emisión de gases de los vehículos de contratistas que vayan a utilizarse en el proyecto y solicitar a los contratistas el buen estado mecánico de los equipos y maquinarias para que hagan una buena combustión. Inspección mecánica de los equipos para garantizar tenga buena combustión.	Prevención	PENSA solicita a los contratistas	Previo inicio de obras	Construcción
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acarreo de materiales</li> </ul>	Alteración de la calidad del aire	Los volquetes siempre deberán usar una manta de protección para evitar la dispersión de material particulado	Prevención	PROVEEDORES CONTRATISTA	Diario mientras se de la actividad	Construcción
<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilización y desmovilización de maquinarias</li> <li>Acondicionamiento del área donde se instalarán la estructura de la Unidad 5</li> </ul>	Alteración de los niveles de ruido por aumento de tráfico vehicular y uso de maquinarias	Suministrar equipos de protección personal a los trabajadores y su uso obligatorio durante la construcción de la Planta. Evitar las revoluciones innecesarias de los motores Apagar y desconectar los equipos que no estén en uso.	Prevención	CONTRATISTAS PENSA	Al inicio de obras Reposición cuando se requiera	CONSTRUCCIÓN OPERACIÓN
		Mantenimiento preventivo en los equipos y maquinarias para reducir las	Prevención	PENSA	Una vez al año	OPERACIÓN

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medida	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
		vibraciones y aumento en los niveles de ruido.				
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Movilización y desmovilización de maquinarias</li> <li>▪ Acondicionamiento del área donde se instalarán la estructura de la Unidad 5</li> </ul>	Alteración de los niveles de ruido por aumento de tráfico vehicular y uso de maquinarias	Generadores y equipos que generen altos niveles de ruido ubicarse en el sector Sur del área de construcción, lo más alejado posible de los receptores ubicados al Norte.	Mitigación	PENSA CONTRATISTA	Una vez	CONSTRUCCION
		Respetar los límites de velocidad dentro de Planta de 30km/h	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCION
		Colocar señalización de advertencia sobre altos niveles de ruido alrededor del área y otras señales de advertencia ocupacional.	Prevención	CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCION
		Registrar e investigar las quejas utilizando un medidor de sonido (sonómetro) a través del mecanismo de quejas de la comunidad.	Mitigación	PENSA	Cuando sea necesario	CONSTRUCCION/ OPERACION
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Corte y relleno de material</li> <li>▪ Acondicionamiento de las vías de acceso internas</li> </ul>	Alteración de la calidad del aire por corte	Ejecutar el Plan de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones y Ruido para monitorear niveles de ruido, concentración de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> S.	Prevención	PENSA	Semestral	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalación del campamento de materiales y</li> </ul>	Contaminación del aire por generación de desechos	Se prohíbe la quema de desechos, desperdicios de obras, desperdicios de	Prevención	CONSTRATISTAS PENSA	Diario	CONSTRUCCION

<b>Actividad</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Medida ambiental</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Responsable de cumplimiento</b>	<b>Frecuencia de ejecución</b>	<b>Etapas del proyecto</b>
trabajo para las obras. Incluye la instalación de sanitarios portátiles para los trabajadores		obras, llantas y/o material vegetal				OPERACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Operación de la Planta</li> </ul>	Ruido generado por el Condensador enfriado por aire	Plan de Reforestación para reposición del recurso forestal en relación 15 árboles plantados por tonelada métrica cortada, que permitirá la absorción de gases de efecto invernadero y también funcionan como barrera acústica entre las áreas industriales y receptores.	Compensación	PENSA	Anual	OPERACIÓN



## 5.2. Medidas Ambientales Factor Agua

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Corte y relleno de material</li> <li>▪ Conformación de terrazas</li> </ul>	Alteración del drenaje natural para el acondicionamiento del área donde se instalará la Unidad 5	Plan de Reforestación para reposición del recurso forestal en relación 15 árboles plantados por tonelada métrica cortada, con el objeto de contribuir a la infiltración de las aguas	Compensación	PENSA	Anual	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Sembrar vetiver o plantas herbáceas en taludes o terraplenes	Compensación	CONTRATISTAS	Anual	CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Excavación estructural para la construcción de canales de drenaje</li> </ul>	Alteración del drenaje natural por la excavación estructural	Construcción de canales de drenaje alrededor de la Unidad 5 para evacuar las aguas pluviales. Construcción de disipadores de energía para evitar la erosión hídrica en el suelo y promover la infiltración de las aguas pluviales.	Compensación	PENSA	Una vez	CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalación del campamento de materiales y faena para las obras. Incluye la instalación de sanitarios portátiles para los trabajadores</li> </ul>	Contaminación del agua por vertidos de aguas residuales domésticas.	Instalación de sanitarios portátiles durante la etapa de construcción en relación 1:15, es decir un sanitario portátil por cada 15 personas.	Prevención	CONSTRATISTA	Durante toda la etapa de construcción	CONSTRUCCIÓN

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de hidrocarburos para uso en equipos y maquinarias pesadas</li> </ul>	Contaminación del agua	<p>Inspección mecánica a los equipos y maquinaria pesada para verificar el buen estado mecánico de los mismos.</p> <p>Todos los equipos y maquinarias deben andar kit antiderrame (kit incluye, plástico o liner de 2x2m, material absorbente, pala)</p>	Prevención	PENSA	Una vez Previo inicio de obras	CONSTRUCCIÓN
		<p>Construir e instalar bermas de contención temporal (capacidad del 110% del volumen total almacenado) para área de almacenamiento de hidrocarburos en campamento para contener derrames de hidrocarburos.</p>	Prevención	CONTRATISTA	UNA VEZ	Construcción
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de salmuera o agua geotérmica</li> </ul>	Contaminación del agua por vertido de aguas residuales industriales	Se continuará con la reinyección del 100% de las aguas geotérmicas en pozos inyectoras	Prevención	PENSA	TODO EL TIEMPO	OPERACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de hidrocarburos para uso en equipos y maquinarias pesadas</li> </ul>	Contaminación del agua	Continuar con la implementación del Plan de Monitoreo de Calidad de Agua en la Comunidad	Prevención/ Mitigación	PENSA	Dos veces al año	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapas del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación del campamento de materiales y faena para las obras.</li> </ul>	Contaminación del agua por generación de desechos sólidos	Se prohíbe la instalación de vertederos o botaderos de desechos comunes a 200 metros de Receptores.	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN
		Los desechos comunes se almacenarán en bodega temporal de desechos comunes para su posterior traslado al botadero municipal	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN
		Clasificación de desechos para su reciclaje y entrega de estos a Los Pipitos	Prevención	PENSA CONSTRATISTAS	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Clasificación de los desechos peligrosos para dar tratamiento y disposición final adecuada	Prevención	PENSA CONSTRATISTAS	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
Almacenamiento de hidrocarburos	Contaminación del agua por derrame de hidrocarburos	Cualquier actividad de mantenimiento y reparación de equipos deberán realizarse preferiblemente en el taller o en áreas impermeables temporales (bermas de contención).	Prevención	PENSA CONSTRATISTAS	Cuando sea necesario	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema contra incendio</li> </ul>	Consumo de agua para mantener los tanques del sistema contra incendio al nivel establecido en las normas y presurizado el	Control consumo de agua y aplicación de medidas de ahorro administrativas	Compensación	PENSA		OPERACIÓN

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
	sistema. Este sistema se activará únicamente en caso de emergencia por lo tanto no es un consumo constante					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de químicos</li> </ul>	Contaminación del agua por derrame de químicos	Construcción de una berma de contención con capacidad del 110% del volumen total almacenado para contener cualquier derrame de químico (pentano y ácido acético)	PENSA	PENSA	Una vez	Almacenamiento de químicos

### 5.3. Medidas Ambientales Factor Suelo

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
Abra y destronque	Cambios en el suelo debido a la remoción de vegetación y compactación	Sembrar vetiver o plantas herbáceas en taludes o terraplenes	Compensación	PENSA	Una vez	CONSTRUCCIÓN
	Cambios en la geomorfología y topografía del suelo	Reutilizar materiales de recorte para relleno de otras áreas siempre y cuando cumpla con las características apropiadas para su re-uso.	Compensación	CONTRATISTA	Una vez	CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de campamento de materiales y</li> </ul>	Contaminación del suelo por generación de desechos sólidos	Se prohíbe la instalación de vertederos o botaderos de	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
faena para las obras <ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción y montaje de tubería de conexión del fluido geotérmico de trabajo</li> <li>Excavación estructural para la construcción de los canales de drenajes y soportes de tuberías</li> </ul>		desechos comunes a menos 200 metros de quebradas.				
		Los desechos comunes se almacenarán en bodega temporal de desechos comunes para su posterior traslado al botadero municipal	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN
		Clasificación de desechos para su reciclaje y entrega de los éstos a Los Pipitos	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCION
		Clasificación de los desechos peligrosos para dar tratamiento y disposición final adecuada	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN
	Contaminación del suelo por generación de desechos sólidos	Se debe mantener las áreas limpias y ordenadas		CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO DEL CONTRATO	CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de equipos y maquinaria</li> <li>Almacenamiento de hidrocarburos</li> </ul>	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos	Cualquier actividad de mantenimiento y reparación de equipos deberán realizarse preferiblemente en el taller o en áreas impermeables temporales (bermas de contención).	Prevención	PENSA CONSTRATISTAS	Quando sea necesario	CONSTRUCCION Y OPERACIÓN
		Inspección mecánica a los equipos y maquinaria pesada para verificar el buen estado mecánico de los mismos. Todos los equipos y maquinarias deben andar kit antiderrame (kit incluye, plástico o liner de 2x2m, material absorbente, pala)	Prevención		Una vez	

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapas del proyecto
		Construir e instalar bermas de contención temporal (capacidad del 110% del volumen total almacenado) para área de almacenamiento de hidrocarburos en campamento para contener derrames de hidrocarburos.	Prevención		Una vez	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Corte y relleno de material</li> <li>▪ compactación del área</li> <li>▪ Excavación estructural para la construcción de los canales de drenajes y soportes de tuberías</li> </ul>	Cambios en las capas superficiales del suelo y su geomorfología	Construcción de canales de drenaje alrededor de la Unidad 5 para evacuar las aguas pluviales	Compensación	PENSA	Una vez	Construcción
		Construcción de disipadores de energía para evitar la erosión hídrica en el suelo y promover la infiltración de las aguas pluviales	Compensación	PENSA	Una vez	Construcción
		Las capas de suelo superficiales con material orgánico serán utilizadas en el vivero y áreas destinadas para reforestación	Mitigación/Compensación	CONTRATISTA/PENSA	UNA VEZ DURANTE OBRAS DE RECORTE DE SUELO	CONSTRUCCION
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de desechos sólidos y líquidos</li> </ul>	Contaminación del suelo por generación de aguas residuales domésticas	Instalación de sanitarios portátiles durante la etapa de construcción en relación 1:15, es decir un sanitario portátil por cada 15 personas.	Prevención	CONSTRATISTA	CONSTRUCCION	Construcción
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de aguas residuales industriales</li> </ul>	Contaminación del suelo por generación de aguas residuales industriales	Se continuará con la reinyección del 100% de las aguas geotérmicas en pozos inyectores	Prevención	PENSA	TODO EL TIEMPO	OPERACION



Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapas del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de desechos sólidos y líquidos</li> </ul>	Contaminación del suelo por generación de desechos	Continuar con la implementación del Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TODO EL TIEMPO	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de químicos</li> </ul>	Contaminación del suelo por derrame de químicos	Construcción de una berma de contención con capacidad del 110% del volumen total almacenado para contener cualquier derrame de químico	Prevención	PENSA	Una vez	CONSTRUCCIÓN

#### 5.4. Medidas Ambientales factores Flora y fauna

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapas del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Abra y destronque</li> <li>Corte y relleno de material</li> <li>Construcción e instalación de tubería de transporte de fluido geotérmico</li> </ul>	Afectación a la fauna por el corte de árboles y arbustos, por la excavación de material y la remoción de la capa vegetal del suelo, instalación de tuberías para transporte de fluido.	Implementar Plan de Reforestación Anual para la reposición del recurso forestal y promover la protección de especies de fauna Continuar con el Plan de Educación Ambiental Interna y Externa para la protección de las especies de flora y fauna	Compensación	PENSA	Anual	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Continuar con la Implementación del Plan de Educación Ambiental	Compensación	PENSA CONTRATISTA		CONSTRUCCIÓN Y

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapa del proyecto
		con el personal PENSA, contratistas y comunidades				OPERACIÓN
	Cambios en la geomorfología y topografía del suelo	Reutilizar materiales de recorte de suelo para relleno de otras áreas siempre y cuando cumpla con las características apropiadas para su re-uso.	Prevención	CONTRATISTA		CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abra y destronque</li> <li>▪ Corte y relleno de material</li> <li>▪ Construcción e instalación de tubería de transporte de fluido geotérmico</li> </ul>	Afectación a la fauna por la instalación del campamento y construcción de obras	Prohibido el corte de árboles y cualquier tipo de flora que no cuente con el permiso de corte de árboles o que no haya sido incluido en el Inventario de Flora.	Prevención	PENSA CONTRATISTA	TOD EL TIEMPO	CONSTR UCCION Y OPERACI ON
		Prohibido cazar animales dentro de las instalaciones del Proyecto, incluyendo los caminos de acceso.	Prevención	CONTRATISTA PENSA	TOD EL TIEMPO	CONSTR UCCION Y OPERACI ÓN
		Respetar los límites de velocidad dentro de Planta de 30km/h	Prevención	CONTRATISTA PENSA	TOD EL TIEMPO	CONSTR UCCION Y OPERACI ÓN
		Fortalecer por medio de reforestación los pasos de fauna identificados en el Estudio de Fauna Julio 2021, en conjunto con los propietarios de áreas vecinas al proyecto.	Compensación	PENSA	Durante época de invierno por 3 años	CONSTR UCCIÓN Y OPERACI ÓN
		Prohibido la compra de material de construcción en bancos de materiales que no cuenten con	Prevención	PENSA	Previo inicio de obras	PLANIFIC ACIÓN

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Tipo de medidas	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapas del proyecto
		Permiso o Autorización Ambiental del MARENA				
		Educación ambiental a trabajadores y contratistas de la importancia de la biodiversidad y del bosque seco	Prevención	PENSA CONTRATISTA	Mensual	CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abra y destronque</li> <li>▪ Corte y relleno de material</li> <li>▪ Construcción e instalación de tubería de transporte de fluido geotérmico</li> </ul>	Afectación a la fauna por la instalación del campamento y construcción de obras	Continuar las campañas de prevención de incendios forestales y educación ambiental con comunidades alrededor del proyecto.	Prevención	PENSA	Anual	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Continuar con la formación de brigadas contra incendio tanto internas como externas para la atención de incendios forestales	Prevención	PENSA	Anual	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Los recortes de suelo y material serán depositados en el banco de materiales existente y usado en años anteriores por PENSA para evitar el uso de un nuevo banco de materiales y evitar la afectación en otras áreas	Prevención	Inicio de obras de construcción		CONSTRUCCIÓN

### 5.5. Medidas factor Socioeconómico

Actividad	Impacto	Medida	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapas del proyecto
Ejecución del proyecto	Plan de acción social	Continuar la implementación de los planes de Seguridad, Salud e Higiene Ocupacional	PENSA CONTRATISTA	Diario	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Continuar con los Entrenamientos en Salud y Seguridad Ocupacional	PENSA	Mensual	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Continuar con la implementación de proyectos sociales que benefician a la comunidad enfocados en: salud, educación, deportes y agricultura	PENSA	Anual	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Continuar los programas de educación ambiental en las 6 escuelas núcleos de San Jacinto	PENSA	Anual	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
		Crear empleos temporales durante la etapa de construcción PENSA sugiere a las empresas contratistas contratar mano de obra no calificada del área cercana al proyecto (San Jacinto, El Chorro, Ojochal, San Pío, Gracias a Dios, Telica, Malpaisillo)	CONTRATISTA	Etapa de construcción	CONSTRUCCIÓN
		Prohibida la contratación de menores de edad	CONTRATISTA	Permanente	CONSTRUCCIÓN
		Todo el personal debe contar con seguro social obligatorio y tener el Equipo de Protección Personal	CONTRATISTA PENSA	Permanente	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

		requerido para la actividad a ejecutar			
		Certificar los bonos de carbonos por la generación de energía limpia	PENSA	Anual	OPERACIÓN

### 5.6. Medidas factor Higiene y seguridad ocupacional

Actividad	Impacto Ambiental	Medida ambiental	Responsable de cumplimiento	Frecuencia de ejecución	Etapas del proyecto
Durante toda la construcción	Ruido	Proveer el EPP necesario, en dependencia de la actividad a ejecutarse, a todo el personal que labore en el proyecto EPP básico y mínimo requerido: botas de seguridad, casco, lentes, guantes y chaleco.	PENSA CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL CONSTRUCCIÓN
	Bioseguridad	Instalar estaciones de lavado de manos en diferentes puntos del proyecto para garantizar el constante lavado de manos del personal	CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL CONSTRUCCIÓN
		Instalar dispensadores de alcohol en diferentes puntos para uso del personal	CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL CONSTRUCCIÓN
		Todo el personal debe usar mascarilla el 100% del tiempo que esté dentro de las instalaciones del Proyecto	CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL CONSTRUCCIÓN
		El área de comedor garantizará distanciamiento social entre cada persona de al menos 1 metro por persona	CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL CONSTRUCCIÓN

		Charlas diarias de 5 minutos previo inicio de trabajos recordando las recomendaciones de prevención anti Covid-19, seguridad ocupacional y medio ambiente	CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL	CONSTRUCCIÓN
		Medición de temperatura a todo el personal al ingreso a las instalaciones y control diario de la misma	CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL	CONSTRUCCIÓN
		Cualquier persona que presente síntomas respiratorios, fiebre, dolor de cuerpo, etc debe notificarlo y acudir a la clínica o centro de salud más cercano	CONTRATISTA	TODO TIEMPO	EL	CONSTRUCCIÓN
Operación de Planta	Ruido Bioseguridad	Proveer el EPP necesario al personal que labore en la operación de la Planta	PENSA	TODO TIEMPO	EL	OPERACIÓN
		Instalar dispensadores de alcohol en diferentes puntos para uso del personal	PENSA	TODO TIEMPO	EL	OPERACIÓN
		Todo el personal debe usar mascarilla el 100% del tiempo que esté dentro de las instalaciones del Proyecto	PENSA	TODO TIEMPO	EL	OPERACIÓN
		Medición de temperatura a todo el personal al ingreso a las instalaciones y control diario de la misma	PENSA	TODO TIEMPO	EL	OPERACIÓN
		Cualquier persona que presente síntomas respiratorios, fiebre, dolor de cuerpo, etc debe notificarlo y acudir a la clínica o centro de salud más cercano	PENSA	TODO EL TIEMPO		OPERACIÓN



PENSA con su programa de gestión ambiental y con la implementación del sistema de gestión ambiental, evalúa constantemente las actividades que ejecuta para tomar acciones preventivas que nos permitan mejorar continuamente en todas las áreas de la organización como el operativo, social, seguridad, salud ocupacional y ambientalmente.

## **6. PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA**

El propósito del Plan de Emergencia ofrecer una primera respuesta destinada a la reducción del riesgo laboral y ambiental, así como a la preparación del personal para responder adecuadamente ante una emergencia y mitigar las posibles consecuencias.

### **6.1. Alcance**

Este plan deberá aplicarse a las emergencias tanto para zonas a lo interior de la Central Geotérmica, plataformas, estaciones separadoras, estaciones de bombeo, pozos geotérmicos, tuberías de transporte de fluidos geotérmicos y agua, campamento base, así como los caminos internos de la empresa y comunidades aledañas al área.

### **6.2. Objetivos**

#### **6.2.1. Objetivo General**

El Plan de Preparativos para la Respuesta pretende conseguir que cualquier incidente que pueda afectar las instalaciones de la planta y de las oficinas tenga una influencia mínima o nula sobre:

- Las personas (Trabajadores, Pobladores que habitan dentro de la zona de influencia directa del proyecto y proveedores)
- Las propias instalaciones
- La continuidad de las actividades
- Degradación del medio ambiente.

#### **6.2.2. Objetivos específicos**

- Conocer las amenazas y vulnerabilidades de PENSA
- Conocer los medios de protección disponibles y garantizar la fiabilidad de todos estos y de las instalaciones generales
- Eliminar, corregir y evitar las causas que dan origen a las emergencias.
- Organizar, formar y entrenar a un Grupo de Respuesta ante Emergencias de manera que puedan actuar de forma rápida y eficaz para controlar la emergencia.
- Informar a todo el personal de la empresa, así como al personal de subcontratas y vecinos al proyecto, sobre la forma de actuar ante una emergencia.
- Coordinar con los posibles medios de apoyo (Bomberos, Cruz Roja Nicaragüense, Policía Nacional) la respuesta.
- Instalar un sistema de alerta temprana que permita iniciar la evacuación del personal.

### **6.3. Organización operativa**

El Plan de Emergencias será activado por la Gerencia Administrativa y de RRHH o quien delegue en su ausencia, se llevará a cabo en conjunto con Comité Local de Prevención de Desastres (COLOPRED) de San Jacinto; a nivel municipal, con el Comité Municipal de

Prevención de Desastres (COMUPRED) del Municipio de Telica y Bomberos de León; a nivel nacional, con el Centro Nacional de Despacho de Carga de Nicaragua (CNDC), a cargo de ENATREL, INETER, Defensa Civil, Policía Nacional, Cruz Roja y otros entes gubernamentales, como MARENA.

Con la finalidad de coordinar las actividades del Plan de Emergencias desde un solo sitio, el Gerente de Admón. y RRHH, preestablecerá un puesto de mando.

#### 6.4. Responsabilidades

##### 6.4.1. Gerentes de áreas

- a. Que exista un Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias en las instalaciones de PENSÁ.
- b. Exigir su conocimiento y cumplimiento.

##### 6.4.2. Departamento de Higiene y Seguridad

- a. Elaborar el Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias para emergencia considerando riesgos asociados a las personas y medio ambiente.
- b. Difundir y capacitar a todos los involucrados en el Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias.
- c. Realizar a lo menos 1 simulacro por año de acuerdo al Plan de Preparativos para la Respuesta ante Emergencias y Desastres.

##### 6.4.3. Jefe de áreas y supervisores

- a. Exigir el cumplimiento de las medidas preventivas instauradas por la empresa para prevenir accidentes o emergencias.
- b. Colaborar y gestionar los recursos necesarios para actuar frente a una emergencia.

##### 6.4.4. Brigada de emergencia

- a. Accionar ante emergencias según lo establecido en el Plan de Acción del presente documento.
- b. Se limitará a accionar según lo establecido en este Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias en caso de emergencias con derivados de petróleo.

##### 6.4.5. Personal de cuerpo de protección física

- a. Conocer y cumplir Planes de Emergencia y de Contingencia para emergencia con materiales peligrosos.
- b. Apoyar con el proceso de resguardo de las áreas afectadas
- c. No permitir el ingreso de personal ajeno a las actividades relacionadas con la emergencia.

##### 6.4.6. Visitantes

- a. Cumplir las instrucciones del responsable de su visita al área de trabajo.

## 6.5. Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias

### 6.5.1. Alarma

Cualquier persona de PENSA, Contratista o Terceros que se encuentre, frente a situaciones de emergencia, como las enunciadas a continuación, deberá avisar por radio, teléfono o voz, dando cuenta del hecho al supervisor, jefe del área, brigada de emergencia o Departamento de Higiene y Seguridad, así como a la ingeniera de Medio Ambiente, los cuales clasificarán la emergencia de acuerdo con lo siguiente

#### Tipos de Emergencia

6.5.1.1. **Emergencia Grado 1 o Estado de Alerta Verde:** Es aquella que por su magnitud o potencialidad no requiere activar el **Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias**, pudiendo continuar con las labores circundantes, exceptuando las instrucciones dadas por los Supervisores del Área.

#### Se considera en ésta:

- ✓ Derrames de materiales en volúmenes inferiores a 20 litros, que no requiera más de tres personas para su control.

#### Medidas de contingencia:

- ✓ Eliminar el origen del derrame barriles, tubería y fuentes de ignición del área.
- ✓ Utilizar arena u otro material inerte disponible para evitar la expansión del derrame (aplíquela en forma de dique). Nunca permita que el producto derramado llegue a fuentes de aguas, o suelo en que el producto pueda infiltrar.
- ✓ Absorba el producto con arena u otro material inerte disponible, recoja y deposite en contenedor de residuos peligrosos según lo estipulado en procedimiento para derrames.

6.5.1.2. **Emergencia Grado 2 o Estado de Alerta Amarillo:** Es aquella que por su magnitud o potencialidad puede afectar a las personas y a una o más áreas de PENSA, activando alarma y colocando al personal en alerta. Si el origen es en la Planta de Generación de Energía o campamento Base, activar el **Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias**, sonará una alarma constante durante 1 (un) minuto o será comunicada por radio y/o teléfono celular a la Brigada de Emergencia y al Departamento de Higiene y Seguridad.

#### Se considera en ésta:

- ✓ Derrames de cargas en volúmenes superiores a 20 litros de productos combustibles.
- ✓ Derrames de cargas que por cualquier motivo no se pueda identificar su clase en forma segura.

- ✓ En caso de incendios donde se encuentren involucrados DIRECTA O INDIRECTAMENTE hidrocarburos o sustancias químicas inflamables.
- ✓ En caso en que existan personas lesionadas a causa o con ocasión de una emergencia o donde estén involucradas sustancias peligrosas, o fallas mecánicas de equipos, acciones de la naturaleza como sismos, erupciones volcánicas e inundaciones.

### **Medidas de contingencia:**

- ✓ **En caso de derrames sin presencia de fuego**
  - Identifique el producto y sus riesgos a través de guía del producto, hoja de seguridad, rombos o placas de UN<sup>1</sup> y/o guía de emergencia ubicadas dentro del kit para derrames.
  - Elimine toda fuente de ignición y corte los servicios de energía eléctrica del área.
  - Proteja fuentes de aguas, áreas donde exista la posibilidad de infiltración con arena para evitar mayor contaminación.
  - Si las condiciones y clase del producto lo permiten contenga el derrame con arena u otro material inerte en forma de dique.
  - Si el producto es dañino para las personas, solicite la presencia de especialistas (bomberos).
  - Todo material contaminado debe ser tratado y/o dispuesto según lo indicado en los procedimientos de la empresa o legislación vigente.
  - Al finalizar se deberá proceder a reportar la incidencia al representante del área.
  - Todo material o producto contaminado debe ser trasladado a la bodega de desechos en el Plan de Manejo de Desechos.
  
- ✓ **En caso de derrames con presencia de fuego**
  - Accione **Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias.**
  - Elimine toda fuente de ignición y corte los servicios de energía eléctrica del área.
  - Identifique el producto y sus riesgos a través de guía del producto, hoja de seguridad, rombos o placas de UN y/o guía de respuesta en caso de emergencia contenida en los kits para derrames.
  - En conatos de incendio controle con los medios de extinción disponibles del área.
  - No arriesgue su integridad o la de sus compañeros, Solicite apoyo de especialistas (bomberos), si el fuego no es controlado en 2 minutos.
  - Al finalizar se deberá proceder a reportar la incidencia al Coordinador de Seguridad Ocupacional o a la Ingeniera de Medio Ambiente.
  - Todo material o producto contaminado debe ser trasladado a la bodega de desechos según lo indicado en el Plan de Manejo de Desechos.

---

<sup>1</sup> UN: Naciones Unidas por sus siglas en ingles

✓ **En caso de fuego sin la presencia de Hidrocarburos**

- Elimine toda fuente de ignición si es posible y controle con los medios de extinción disponibles del área
- Accione el **Procedimiento de Preparación y Respuesta ante Emergencias**
- Notifique al Departamento de Higiene y Seguridad e indique la magnitud del siniestro.
- Al finalizar se deberá proceder a reportar la incidencia al Coordinador de Seguridad Ocupacional o a la Ingeniera de Medio Ambiente.
- Todo material o producto contaminado debe ser trasladado a la bodega de desechos según lo indicado en el Plan de Manejo de Desechos.

6.5.1.3. **Emergencia Grado 3 o Estado de Alerta Rojo, Evacuando:**

La evacuación se realizará en tres condiciones:

1. Cuando exista derrame de productos que sea riesgoso para el ser humano y el medio ambiente.
2. Cuando la magnitud del incendio pueda afectar una o más áreas con riesgo a las personas.
3. Cuando el evento desencadenado por la fuerza de la naturaleza no permita la permanencia en el sitio o ponga en riesgo la salud y seguridad de las personas.

La decisión de evacuación será tomada de acuerdo al siguiente orden:

1. Departamento de Higiene y Seguridad
2. Gerente de Recursos Humanos
3. Gerente de Planta
4. Ingeniera de Medio Ambiente
5. Brigada de Emergencia

Para la evacuación se le comunicará al personal se dirigirá a la zona de abordaje de las unidades de transporte mediante la activación de las sirenas con sonido continuo por más de 1 (un) minuto y su respectiva repetición con un intervalo entre uno y otro de 30 segundos. (Ver: \*PLANO DE ZONAS DESIGNADA PARA LA EVACUACIÓN)

En el caso de tener que evacuar las instalaciones, ésta se realizará a pie dirigiendo a todo el personal a la zona de donde el bus del recorrido los deja cada día al inicio y final de las labores y ahí se colocarán los medios de transportes necesarios para la evacuación.

Todos los vehículos (medios de transporte de personal de PENSA y contratistas deberán dirigirse al campamento base donde se harán las comunicaciones respectivas de cuándo o en que instante retornar a las labores y de conteo final de personal evacuado.

**Descontaminación y limpieza:**

Una vez finalizada la emergencia en cualquiera de sus tres grados se debe descontaminar todos los equipos utilizados y/o zonas afectadas, los residuos líquidos y sólidos generados a consecuencia de un incendio o derrame serán manejados según el Plan de Manejo de Desechos.

Al finalizar se deberá reportar la incidencia al Coordinador de Seguridad Ocupacional o a la Ingeniera de Medio Ambiente.

### 6.6. Manejo de Heridos

En el caso de existir heridos se debe comunicar inmediatamente al personal de la Brigada de Emergencia el cual procederá de acuerdo con el **Plan de Acción** contenido en este mismo documento, si el evento fuese durante la jornada ordinaria de trabajo esta actividad será coordinada con el medico de planta.

### 6.7. Fin de la Emergencia

El Gerente o la persona en quién haya delegado, en forma conjunta con Higiene y Seguridad, tendrán la responsabilidad de asegurar el área, analizarán la situación y comunicar a los trabajadores que la emergencia ha terminado autorizando la continuación de las labores.

### 6.8. Plan General de Acciones ante Emergencias

A continuación, se detallan acciones a tomar ante diferentes situaciones de emergencia tales como: incendios estructurales, incendios forestales, explosiones, derrames de hidrocarburos, derrames de químicos, derrames de salmuera, deslaves, reventón de pozo, huracanes, inundaciones, amenazas de bomba, terremoto y erupciones volcánicas que pueden afectar a las instalaciones y poner en riesgo la vida de los trabajadores y pobladores vecinos,

#### A. Incendios

Acción a desarrollar	Involucrado
1. Al identificar un incendio, se debe suspender todo despacho o trabajos que se estén realizando.	Todo el personal
2. Informar de inmediato sobre la situación a: Responsable de Higiene y Seguridad, Bomberos, Policía, Cruz Roja, Operaciones – Ingeniero de Turno, etc. y luego colaborar en la sofocación del incendio.	Supervisor de Turno Operaciones y/o Supervisor Empresa de Seguridad
3. Sofocar el incendio usando los medios disponibles, tales como extintores, arena, agua, etc.	Brigada Contra Incendios y/o Personal entrenado
4. Trasladar a una zona segura los vehículos que obstaculicen la extinción del incendio o que se encuentren en peligro de incendio.	Supervisor de Turno, Conductores y Personal con vehículos asignados
5. Impedir el libre acceso a otras personas que no laboren en las instalaciones y que puedan poner en riesgo su vida.	Empresa de Seguridad y



	Autoridades Policiales
6. Retirar del entorno del incendio, materiales inflamables que puedan aumentar la intensidad del fuego.	Brigada de apoyo a emergencias
7. Mantener en todo momento a una persona con un medio de comunicación disponible y efectivo, para informar o solicitar más ayuda.	Brigada de apoyo a emergencias
8. Una vez que se presenten los Bomberos, colaborar con ellos según lo indiquen.	Todo el Personal
9. Restablecer las operaciones hasta que las autoridades competentes así lo indiquen.	Todo el Personal

### B. Derrames superficiales

Acción a desarrollar	Involucrado
1. Al presenciar un derrame, interrumpir de inmediato la fuente del derrame, apagando el surtidor, cerrando llaves de paso, etc.	Personal de Cuerpo de Protección Física/ DNP
2. Impedir y cerrar el acceso de vehículos y personas en la zona de derrame. De igual manera debe impedirse el encendido de un vehículo en la zona.	Personal de Cuerpo de Protección Física/ Supervisores de áreas
3. Interrumpir el fluido eléctrico en la zona del derrame o según sea la magnitud del derrame.	Personal del área eléctrica
4. Comunicar a las Gerencias o Supervisor de Turno, la emergencia y la magnitud del derrame.	Todo el Personal
5. No permitir que el derrame llegue a los drenajes pluviales, ríos o fuentes potables, para ello utilice barras de arena, tierra, material absorbente, entre otros.	Brigada de control de materiales peligrosos
6. Una vez que se interrumpa y se contenga el derrame, proceda a la recolección del producto en recipientes seguros, es decir de plástico o metal, con tapa y sin orificios.	Brigada de control de materiales peligrosos
7. La recolección del producto debe hacerse con herramientas seguras, es decir que no generen chispas, pueden ser de madera o plástico.	Brigada de control de materiales peligrosos
8. Disponer el producto en un lugar seguro, es decir que no contaminen o se expongan a calor o fuego.	Área de Seguridad Industrial y a la Ing. de Medio Ambiente

9. Coordinar con la Ingeniera de Medio Ambiente el traslado de este producto hacia un lugar en donde será tratado por parte de SERTRASA.	Brigada de control de materiales peligrosos
10. Restablecer las operaciones hasta que las autoridades competentes así lo indiquen.	Todo el Personal

### C. Huracanes e inundaciones

Acción a desarrollar	Involucrado
1. Sellar y sujetar recipientes o depósitos de almacenamiento que pueden provocar derrames y daños ante estas emergencias.	Personal de Bodega y Servicios Generales
2. Desconectar todos los equipos eléctricos y ubicarlos en un sitio seguro.	Personal de Servicios Generales
3. Ubicar lo más alto posible y seguro, todos los equipos y productos que se puedan dañarse ante una inundación.	Personal de Bodega y Servicios Generales
4. Sujetar todos los equipos y productos que puedan llevarse las corrientes.	Personal de Bodega y Servicios Generales
5. No brindar el servicio de atención al público durante la emergencia.	Personal de Cuerpo de Protección Física
6. Interrumpir o restaurar el fluido eléctrico durante la emergencia.	Personal eléctrico o Supervisores
7. Restablecer las operaciones hasta que las autoridades competentes informen que la emergencia ha terminado.	Todo el Personal

### D. Sismo o terremoto

Acción a desarrollar	Involucrado
<p><b>1. Durante el Temblor</b></p> <p>1.1 Mantener la calma y no echar a correr desordenadamente.</p> <p>1.2 Deben suspender sus labores y valorar la situación a su entorno.</p> <p>1.3 De ser posible intentarán interrumpir el fluido eléctrico en el panel principal.</p> <p>1.4 Dirigirse a un lugar sin riesgo, libre de tendidos eléctricos y edificaciones.</p>	Todo el Personal
<p><b>2. Después del Temblor</b></p> <p>2.1 Proceder a la evaluación de los daños y peligros.</p> <p>2.2 Verificar en el tanque de combustible de abastecimiento a los vehículos, variaciones significativas en el inventario.</p> <p>2.3 Identificar alrededor, presencia de vapores inflamables.</p>	Todo el Personal

<p>2.4 Solicitar a DNP<sup>2</sup> una inspección cuidadosa de los equipos, si sospecha de algún mal funcionamiento o de posible falla del sistema, esta coordinación debe ser a través del coordinador de servicios generales.</p>	
<p>Reanudar las actividades una vez que la emergencia haya pasado y que sus instalaciones se encuentren seguras, pida el reporte de los mecánicos de DNP para conocer el estado del tanque de combustible, tubería y dispensador.</p>	

## E. Erupciones Volcánicas

### 1. Ceniza volcánica

La ceniza volcánica es roca pulverizada. La combinación de gases ácidos y ceniza puede darse a varios kilómetros de la erupción y causar daño pulmonar.

- 1.1 No se asuste, las cenizas son más molestas que dañinas.
- 1.2 Permanezca en el interior. Si se encuentra en el exterior, busque refugio y use mascarilla o pañuelo para protegerse del polvo. No existe riesgo de gases tóxicos a pesar del olor.
- 1.3 A menos que sea algo verdaderamente urgente, no utilice el teléfono fuera de las instalaciones techadas ya que este podría dañarse y quedaría incomunicado.
- 1.4 Encienda la radio o cualquier medio que le permita informarse.
- 1.5 Apague el aire acondicionado, ventiladores o cualquier dispositivo que provoque que la ceniza entre al interior del recinto donde se encuentra.
- 1.6 Evite las actividades a cielo abierto, plataformas u otras áreas si no existe alguna emergencia en el lugar.

### 2. Erupción Magmática o Piroclástica

- 2.1 Proceda a poner fuera la Planta y asegurar los pozos geotérmicos según indicación de la gerencia e inmediatamente evacue para evitar los escombros volantes, gases calientes, explosiones laterales y corrientes de lava.
- 2.2 Use su equipo de protección personal (EPP) siempre en especial: gafas de seguridad y mascarilla o un paño húmedo para facilitar la respiración.
- 2.3 Ayude a las personas heridas o que han quedado atrapadas. Pida ayuda a los servicios de emergencia.
- 2.4 Acate las orientaciones de la Gerencia o Autoridades Competente.
- 2.5 Evite áreas bajas donde los flujos de lodo pueden ser más peligrosos.

### 3. Después de la Erupción

- 3.1 Permanezca en sitio seguro hasta que las autoridades o gerencia informen las medidas a seguir.
- 3.2 Manténgase alejado de la ceniza volcánica, No conduzca a través de ella, dañe los vehículos.
- 3.3 Al retornar al centro de trabajo Inspeccione todas las áreas en busca de daños.
- 3.4 Limpie la ceniza de los techos, puesto que pesa y puede provocar derrumbes.
- 3.5 Limpie las áreas afectadas y haga un recuento de los daños.
- 3.6 Atienda la orientación de la Gerencia todo el tiempo.

**Antes de realizar cualquier evacuación haga conteo de los compañeros de trabajo para saber si todos están presentes**

<sup>2</sup> DNP: Distribuidora Nicaragüense de Petróleo, S. A.

## **F. Fallas Mecánicas o reventones de Pozos**

En caso de reventón de pozo y falla mecánica (ruptura de tubería) los procedimientos para salvaguardar la salud y seguridad de los trabajadores y habitantes de las áreas inmediatamente adyacentes al proyecto geotérmico son:

### **1. En Caso de Falla/Ruptura de Tubería y otras Situaciones de Flujos No Controlados.**

1.1 Contacte al Gerente de Planta de PENSA, al Supervisor de Turno, los Operadores de la Sala de Control de la Planta Geotérmica y al Coordinador de Higiene y Seguridad Ocupacional.

1.2 El Gerente de Planta de PENSA notificará al Gerente superiores del evento y su estado.

✚ En caso de Incendio

1.3 El empleado calificado que arribe de primero a la escena comenzará a tomar los pasos siguientes para controlar el incidente. Este empleado actuará como el Comandante de Incidentes hasta su relevo por el Coordinador de Seguridad Industrial de PENSA, el Gerente de Planta, u otro Comandante de Incidentes calificado.

✚ En caso de Fluido Geotérmico

1.4 Si el flujo no controlado es una amenaza para los residentes locales, acordonada con barricadas, cinta de precaución o dispositivo similar cualquiera área insegura. Coloque personal de la Planta o del pozo o personal encargado de la seguridad de la Planta o de pozos en las áreas apropiadas para impedir el acceso a zonas peligrosas.

1.5 Inicie las operaciones de cierre de válvulas que permitan controlar los flujos del punto más cercano hacia el punto más distante.

1.6 Cuando el fluido este controlado, inicie con las labores de limpieza, si el personal en la escena es muy es muy poco, solicite ayúa a traes de área de medio ambiente

### **2. Procedimiento para Ruptura o Reventón de Pozo.**

2.1 Contactar al Gerente de Proyectos Especiales de PENSA o Gerente de Planta o Gerente de Reservorio de PENSA.

2.2 El Gerente que reciba la primera notificación de PENSA informará al Coordinador de Seguridad y a la Ingeniera de Medio Ambiente.

2.3 El empleado calificado que arribe de primero a la escena comenzará a tomar los pasos siguientes para controlar el incidente. Este empleado actuará como el Comandante de Incidentes hasta su relevo por otro Comandante de Incidentes calificado.

2.4 Iniciar la respuesta médica de emergencia si es necesario, llamando a la oficina de San Jacinto PENSA, o la a la Sala de Control de la Planta Geotérmica de San Jacinto. Administre primeros auxilios en caso de que este calificado y sea seguro hacerlo.

2.5 Si el flujo no controlado es una amenaza para los residentes locales, acordonar con barricadas, cinta de precaución o dispositivo similar cualquiera área insegura. Coloque personal de la Planta o del pozo o personal encargado de la seguridad de la Planta o de pozos en las áreas apropiadas para impedir el acceso a zonas peligrosas.

2.6 Retire las personas a una distancia segura para protegerla del de ruido, gases, o cualquier otro peligro asociado a la ruptura.

2.7 Cuente a todo el personal que se sabe o se sospecha que está en la zona.

<p>2.8 Asegure toda la zona para impedir el acceso de personal no autorizado.</p> <p>2.9 Cuando sea seguro hacerlo, determinar el nivel de H<sub>2</sub>S en el área del incidente.</p> <p>2.10 Inspeccione frecuentemente la zona de la plataforma del pozo y sus alrededores para determinar si el vapor o la liberación de líquidos, la erosión o el corrimiento de tierra/deslave puedan eventualmente representar peligro para el personal. Si es seguro hacerlo, tome las medidas necesarias para controlar el corrimiento de tierra / deslave o la liberación de fluidos.</p> <p>2.11 Si se ve amenazada la estabilidad de la plataforma de pozo proceder a evacuar el sitio y solicitar ayuda adicional.</p> <p>2.12 El Jefe de Perforación de PENSA o el nivel de autoridad de Gerencia determinará si son necesario los especialistas en control de reventones de pozo y se pondrá en contacto para responder a situación de pozo sin control.</p> <p>2.13 Si se determina que los especialistas de control de reventones de pozo son necesarios para controlar con seguridad el pozo, el Jefe de Perforación de PENSA (o su representante) constituirá de inmediato un equipo integrado por personal Gerencial, según sea necesario, para ayudar a coordinar la respuesta en el sitio y los requisitos de movilización de recursos externos.</p>
<p>El uso de Equipos de Prevención de Reventón de Pozo (BOP) es una práctica estándar en la industria geotérmica y es requerida en todos los pozos perforados bajo contrato con Polaris Infrastructure Inc. y Polaris Energy Nicaragua, S.A</p>

### **G. EMERGENCIAS: COMUNIDADES ADYACENTES AL PROYECTO**

<p>Ante la ocurrencia de un evento Naturales, Sismos, Erupciones Volcánicas e Inundaciones, PENSA:</p>
<p>1. Monitoreará los Niveles de Estado de Alerta emitidos por las instancias correspondientes del SINAPRED (Secretaría Ejecutiva, INETER o Centro de Operaciones ante Desastres, CODEPRED y COMUPRED).</p>
<p>2. Si es posible, proceda a informar al personal de turno, así como a los líderes de las comunidades de las áreas adyacentes al proyecto geotérmico.</p>
<p>3. Si es posible, se establecerá contacto para coordinar con los miembros del Comité Local de Preparación y Respuesta a Desastres (COLOPRED), para poner a disposición, en caso de que fuera solicitado, vehículos pesados para apoyo en las labores de evacuación de la población de las comunidades vecinas afectada hacia los Centros de Albergue Temporal establecidos por las autoridades competentes.</p>
<p>En caso de evacuación de las familias ubicadas en las áreas adyacentes al proyecto geotérmico y se procederá a:</p>
<p>1. Se coordinará con el COLOPRED para la evacuación por sector a las familias a solicitud de las autoridades competentes</p>
<p>2. Se mantendrá informado a los comunitarios sobre el nivel de alerta de evento que se presente y de las instrucciones del COLOPRED</p>

## H. Incendios Forestales

Acción a desarrollar	Involucrado
1. Al identificar un incendio forestal, se debe suspender todo trabajos que se estén realizando en las zonas próximas al incendio.	Todo el personal
2. Informar de inmediato sobre la situación a: Coordinador de Higiene y Seguridad Ocupacional, Ingeniero de Medio Ambiente, Gerente de Planta 3. Los anteriores serán quienes determinaran la necesidad de solicitar ayuda externa y coordinaron al personal externo como: Bomberos, Policía, Cruz Roja, etc. y luego colaborar en la sofocación del incendio.	Supervisor de Turno Operaciones y/o Supervisor Empresa de Seguridad
4. Sofocar el incendio usando los medios disponibles, tales como camión cementador, mochilas para combate de incendios forestales, bate fuegos, rastrillos, palas, etc.	Brigada Contra Incendios y/o Personal entrenado
5. Trasladar a una zona segura los vehículos que obstaculicen la extinción del incendio o que se encuentren en peligro de incendio.	Supervisor de Turno, Conductores y Personal con vehículos asignados
6. Impedir el libre acceso a otras personas que no laboren en las instalaciones de PENSA y que puedan poner en riesgo su vida.	Empresa de Seguridad y Autoridades Policiales
7. Retirar del entorno del incendio, materiales inflamables que puedan aumentar la intensidad del fuego.	Brigada de apoyo a emergencias
8. Mantener en todo momento a una persona con un medio de comunicación disponible y efectivo, para informar o solicitar más ayuda.	Personal de logística
9. Una vez que se presenten los Bomberos, colaborar con ellos según lo indiquen y permitir coordinar las acciones conjuntas.	Todo el Personal
10. Restablecer las operaciones hasta que las autoridades competentes así lo indiquen.	Todo el Personal



## 7. PLAN DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL

PENSA desde el año 2010 ha venido desarrollando Plan de Capacitación y Educación Ambiental tanto interna como externamente.

Los objetivos del Plan de Capacitación y Educación Ambiental son:

- a. Crear mayor conciencia y sensibilización en el personal y las comunidades aledañas ante los diferentes problemas ambientales.
- b. Fomentar su interés por el cuidado y mejora del entorno ambiental donde trabajan y habitan.
- c. Desarrollar capacidades en todos para aprender acerca del medio que los rodea y las medidas ambientales que pueden implementar como individuos respetuosos del medio ambiente.
- d. Conseguir que los trabajadores y las comunidades aledañas puedan reflexionar y modificar los hábitos de consumo para dar un respiro al medio ambiente.
- e. Desarrollar capacidades sobre la importancia del cuidado, protección y conservación del Área Protegida Telica Rota y fomentar buenas prácticas agroecológicas.

### 7.1. Educación Ambiental Interna

Todos los años se diseña un Programa de Educación Ambiental para el personal de PENSA enfocado en reforzar los temas de mayor interés y aplicabilidad en las diferentes áreas con el objeto de fomentar la conciencia y sensibilización ambiental en todo el personal.

El programa 2021 fue programó de la siguiente manera:

<b>Fechas</b>	<b>Temática</b>	<b>Expositor</b>
<b>19/3/2021</b>	<b>Tema 1.</b> Desarrollo Sostenible y sus objetivos ODS	Carlos Sánchez
<b>16/4/2021</b>	<b>Tema 2.</b> Fuentes de contaminación del suelo	Freddy Amador
<b>18/6/2021</b>	<b>Tema 3.</b> Ciclo del agua, medidas de protección del recurso hídrico y su importancia	Anastacio Vallejos
<b>9/7/2021</b>	<b>Tema 4.</b> Fuentes de energía renovable, importancia, ventajas y desventajas y su impacto ambiental	Loana Vega
<b>13/8/2021</b>	<b>Tema 5.</b> Cambio climático y calentamiento global	Jezzel Velasquez
<b>10/9/2021</b>	<b>Tema 6.</b> Aspectos Ambientales de la Geotermia	Christian Paiz
<b>8/10/2021</b>	<b>Tema 7.</b> Agroecología/ Técnicas de conservación del suelo	Zhamir El'Azar
<b>19/11/2021</b>	<b>Tema 8.</b> Plan de Manejo de Desechos	Félix Rojas
<b>3/12/2021</b>	<b>Tema 9.</b> Sistema de Gestión Ambiental	Aura Duarte

## 7.2. Educación Ambiental Externa

En el caso de la educación con la comunidad se trabaja en conjunto con Alcaldía de Telica, INAFOR, IPSA para educación ambiental de prevención de incendios forestales en la comunidad y buenas prácticas agrícolas para el cuidado y protección del medio ambiente.

Cada año se celebra el Día Mundial del Medio Ambiente con el núcleo escolar de San Jacinto y sus comunidades por medio de una Feria Científica Ambiental que permite a los estudiantes aprender de diferentes temáticas ambientales. Además de la capacitación que se da a los estudiantes para la creación de conciencia y sensibilización ambiental.

La educación ambiental externa está planificada de la siguiente manera:

*Tabla 13. Programa educación ambiental externa 2022*

<b>Tema</b>	<b>Fecha</b>	<b>Participantes</b>
Prevención incendios forestales	Febrero 2022	Comunidad en general
Agroecología	Marzo 2022	Comunidad en general
Capacitación ambiental	Febrero 2022	Estudiantes
Importancia del Área Protegida		
Capacitación correcto reciclaje	Marzo 2022	Estudiantes: Brigada ambiental
Capacitación preparación Feria Científica Ambiental	Mayo 2022	Estudiantes
Feria Científica Ambiental	Junio 2022	Estudiantes
Reforestación	Agosto, septiembre	Estudiantes

## 8. PLAN DE MONITOREO Y MANEJO

### 8.1. Monitoreo de Ruido

Los objetivos del monitoreo de ruido son:

- Establecer una línea base de datos para monitorear la emisión de ruido en: operación de pozos geotérmicos, turbinas de condensación de vapor, torres de enfriamiento, estación de bombas y comunidades cercanas de la Planta incluyendo dos receptores dentro del área de influencia directa del proyecto.
- Garantizar el cumplimiento de seguridad basado en las normas OSHA y Ley 618.
- Garantizar el cumplimiento ambiental basado en las normas del Banco Mundial/IFC.

El método empleado para el monitoreo es medición por 24 horas continuas en ambientes externos con medición en intervalos de 5 minutos a diferentes frecuencias (31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz, 16kHz).

Nuestros valores de referencia para los niveles de ruido ambiental en receptores se basan en la Guía Ambiental, Salud y Seguridad para Geotermia de la Corporación Financiera

Internacional (IFC, por sus siglas en inglés). Sin embargo, como resultado del estudio de línea base en la plataforma SJ14 previo a su construcción se identificaron niveles de ruido superiores que los establecidos por el IFC, por tanto nuestros niveles permisibles han sido modificados basados en esos resultados, siendo los valores de referencia en receptores los siguientes:

*Tabla 14. Niveles de referencia de ruido en receptores basado en estudios de línea base*

<b>Valores guía de niveles de ruido en receptores</b>		
Receptor	Leq (dBA)	
	Día (07:00 – 22:00)	Noche (22:00 – 06:59)
	Residencial, institucional, educacional	<b>70</b>

En el caso de los niveles de ruido de referencia para áreas de trabajo se usa la norma OSHA y la Norma Ministerial sobre las Disposiciones Básicas de Higiene y Seguridad como se muestra a continuación:

*Tabla 15. Niveles de referencia de ruido en áreas de trabajo*

<b>Valores guías de niveles de ruido en áreas de trabajo</b>		
Receptor	8-Horas Leq (dBA)	
	Día	Noche (22:01 – 06:59)
	Industrial, comercial	85

A continuación, se presentan el nombre y ubicación de los 15 puntos incluidos en el monitoreo de ruido ambiental y ocupacional

*Tabla 16. Ubicación y nombre de puntos de monitoreo*

No.	Receptores/ Pozos	Ubicación	
		UTM Coordinadas	
1	Pad SJ4	524086.7	1394406
2	Pad SJ9	524448.8	1393188.9
3	Estación de bombas	524450.6	1393476.2
4	Pad SJ5		
5	Pad SJ6	524028.6	1393491.9
6	Pad SJ11	524151.1	1395153.9
7	Sala de máquinas U3 Y U4	524649.4	1393880.5
8	Condensadores U3 Y U4	524560	1393910
9	Pad SJ12	524862.7	1393676.1
10	Torre de enfriamiento U3	524488	1393908
11	Torre de enfriamiento U4	524593	1393909
12	ORC Unit 5 Point 1	524406	1394027
13	ORC Unit 5 Point 2	524329	1394032
14	Receptor A (Familia Dolmus)	524086.7	1394406

15	Receptor B (Marcelo Martínez)	524635.9	1392608.5
----	----------------------------------	----------	-----------

El monitoreo de ruido se realiza dos veces al año, uno en periodo lluvioso y otro en periodo seco, llevado a cabo por un laboratorio externo. Las mediciones en cada punto se llevan a cabo por un periodo de 24 horas continuas por punto de monitoreo.

Ver Anexo 7- Noise Monitoring Plan V5-2021

## 8.2. Monitoreo de Calidad de aire y emisiones

Los objetivos del monitoreo de calidad de aire y emisiones son:

- Establecer una línea base para monitorear la calidad de aire en: operación de pozos geotérmicos, turbinas de condensación de vapor, torres de enfriamiento, estación de bombas, Unidad 5 y comunidades cercanas de la Planta incluyendo un receptor dentro del área de influencia directa del proyecto.
- Establecer una línea base para monitorear las emisiones en las dos (2) turbinas Fuji y las (2) turbinas Ormat de la planta binaria.
- Garantizar que las emisiones y la calidad del aire cumpla con los valores de exposición permisibles por la norma OSHA.

El monitoreo de calidad de aire y emisiones se realiza por un laboratorio externo con una frecuencia de 2 veces al año, uno en periodo seco y otro en periodo lluvioso. Adicionalmente, se medirán las condiciones climatológicas de cada punto de monitoreo como: velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación solar.

### 8.2.1. Calidad de aire

El método empleado para la medición de H<sub>2</sub>S fue una medición por 24 horas continuas con un equipo de la marca Aeroqual modelo series 500, el cual posee una tecnología de sensores electroquímicos, los cuales funcionan basándose en el principio de valoración potenciométrica sensible de los iones.

Los valores de referencia para la medición de calidad de aire en áreas de trabajo están basados en la norma OSHA y la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés) y para el caso de receptores se considera lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los cuales establecen los siguientes valores guías:

*Tabla 17. Valores de referencia para H<sub>2</sub>S*

Parámetro	Calidad de aire en los receptores	
	OSHA/ACGIH	OMS
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	Áreas de trabajo	Receptores
	10 ppm / 8 horas de exposición	0.102 ppm/24 horas de exposición

A continuación, se presentan la ubicación y nombre de los puntos donde se lleva a cabo el monitoreo de calidad de aire

Tabla 18. Ubicación y nombres de puntos de monitoreo

No.	Receptores/ Pozos	Ubicación	
		UTM Coordinadas	
1	Pad SJ4	524086.7	1394406
2	Pad SJ9	524448.8	1393188.9
3	Estación de bombas	524450.6	1393476.2
4	Pad SJ5		
5	Pad SJ6	524028.6	1393491.9
6	Pad SJ11	524151.1	1395153.9
7	Sala de máquinas U3 Y U4	524649.4	1393880.5
8	Condensadores U3 Y U4	524560	1393910
9	Pad SJ12	524862.7	1393676.1
10	Torre de enfriamiento U3	524488	1393908
11	Torre de enfriamiento U4	524593	1393909
12	ORC Unit 5 Point 1	524406	1394027
13	ORC Unit 5 Point 2	524329	1394032
14	Receptor A (Familia Dolmus)	524086.7	1394406
15	Receptor B (Marcelo Martínez)	524635.9	1392608.5

### 8.2.2. Emisiones

En el caso de emisiones se considera que los puntos donde se da emisión de gases a la atmósfera son condensadores y torres de enfriamiento, en estos puntos se emitirán aquellos gases que no puedan condensarse por tanto serán liberados a la atmósfera.

El método empleado por el laboratorio UNI-PIENSA para la medición de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fue un equipo analizador de gases y partículas de la marca Aeroqual modelo series 500 infrarrojo. El método empleado para la medición de mercurio (Hg) fue gravimetría utilizando filtros que capturan material particulado del tipo Haz-Dust modelo EPAM 5000, de la marca EDC.

La siguiente tabla presenta los valores de referencia que se utilizan para determinar las emisiones en los puntos de monitoreo dentro de la Central Geotérmica.

Tabla 19. Valores guías para emisiones de aire

Parámetros	Tiempo de medición	Valor guía	Unidad de medida
Mercury (Hg)	24 hours	0.1	mg/m <sup>3</sup>
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	24 hours	0.5	%
Carbon monoxide (CO)	24 hours	50	ppm
Sulfur dioxide (SO <sub>2</sub> )	24 hours	20	µg/m <sup>3</sup>
Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> )	1 hours	200	µg/m <sup>3</sup>
Particulate matter PM10	24 hours	50	µg/m <sup>3</sup>

Particulate matter	24 hours	25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5			
Ozone	8 hours	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

En la siguiente tabla se presentan los puntos y parámetros que se monitorean para determinar las emisiones al aire

Tabla 20. Puntos y parámetros de monitoreo de emisiones

Parámetros	Condensador U3	Condensador U4	Torre de Enfriamiento U3	Torre de enfriamiento U4	ORC- Unidad Punto 1 (Condensador U5)	ORC- Unidad 5 Punto 2 (estación de bombas U5)
Mercurio (Hg)	X	X	X	X	X	X
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )			X	X	X	X
Monóxido de carbono (CO)					X	X
Dióxido de sulfuro (SO <sub>2</sub> )					X	X
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )					X	X
Material Particulado PM10					X	X
Material particulado PM2.5					X	X
Ozono					X	X

<sup>1</sup>Límite de exposición por un periodo promedio de 8 horas

Ver Anexo 8- Air emissions and air quality V9 August 2021.



### 8.3. Monitoreo de calidad de agua en la comunidad

La mayoría de los pozos geotérmicos de la Central Geotérmica están alejados de las comunidades o asentamientos (Ver ilustración 10). Los nombres de las comunidades cercanas al proyecto son San Jacinto, El Chorro, El Tizate y El Terrero. De acuerdo, a los estudios hidrogeológicos no existe evidencia que el consumo de agua de la Central Geotérmica este compitiendo con la demanda de agua de las comunidades cercanas y en caso de perforación el consumo de agua requerida es temporal. Las zonas de producción geotérmica y los acuíferos subterráneos usados para agua potable están alejados por cientos de metros de rocas y suelo.

PENSA ha desarrollado el Programa de Monitoreo de Calidad de Agua de la Comunidad con el propósito de iniciar un monitoreo regular de fuentes de agua potable tanto superficiales y subterráneas para mejorar la caracterización de los niveles de línea base de las fuentes existentes, identificar las fuentes de agua potable en la comunidad, y mapear los puntos de muestreo en relación con todos los pozos de producción y reinyección (existentes y planeados).

Los objetivos del monitoreo de calidad de agua en la comunidad son:

#### Objetivo general:

- Establecer una línea base de calidad de agua para las fuentes de agua identificadas en el plan.

#### Objetivos específicos:

- Establecer un procedimiento para el muestreo de agua incluyendo frecuencia, parámetros a ser medidos, y los estándares de referencia para agua de consumo humano.
- Determinar los tipos de usos de las fuentes de agua de la comunidad.
- Identificar todas las fuentes de agua de la comunidad en relación con todos los pozos geotérmicos de producción y reinyección.

A continuación, se presentan los puntos y ubicación las fuentes de agua subterráneas y superficiales incluidos en el plan:

*Tabla 21. Lista de fuentes de agua superficiales y subterráneas incluidas en el plan*

Ítem	Número de pozo/ corriente	Nombre	Comunidad	Coordenadas UTM	
1	P2	La Fideleña	El Tizate	524675	1392612
2	P3	Finca Poveda		524533	1392452
3	P4	Pozo Abandonado	El Terrero	525167	1392431
4	P5	Los Medina	El Chorro	524221	1391587
5	P7	Escuela Tizate	El Tizate	524606	1392567
6	P8	Apante	Apante	527706	1391680
7	P10	Aura Lila Carrero	El Terrero	525051	1392594
8	P12	Pozo La Cruz	Apante	526804	1393515

9	F8	Los Rugamas	El Chorro	524298	1391834
10	F9	Orlando Rugama		524339	1391972
11	F1	Aguas Caliente	El Tizate	524384	1393153
12	F4	Los Pocitos	El Terrero	525231	1392356
13	F12	El Chorro	El Chorro	524403	1391934
14	F14	Pozo Marcelo Martínez	Tizate		
15	T1	Agua en oficina de operaciones Planta	Planta		
16	T2	Agua en cocina del campamento	Campamento		

Ilustración 10. Ubicación de fuentes superficiales y subterráneas del plan de monitoreo de calidad de agua en la comunidad



El monitoreo de calidad de agua en la comunidad se realiza por un laboratorio externo, el cual manejará todo el protocolo de muestras y realizará el análisis de todos los parámetros seleccionados. A continuación, se muestra una tabla con los parámetros que se analizan por cada muestra tomada:

Tabla 22. Análisis por muestra

<p><b>P2, P3, P4, P5, P7, P8, P10, P12, F4, F8, F9, F12, F14, T1, T2</b></p> <p><b>(15 muestras x 31 análisis), Consumo humano</b></p>	<p><b>F1</b></p> <p><b>(1 muestras x 17 análisis)</b></p>	<p><b>P12 (Pozo La Cruz) y P8 (Pozo Apante)</b></p> <p><b>(2 muestra x 9 análisis adicionales)</b></p> <p><b>Consumo humano</b></p>
<p>pH Temperatura Conductividad Oxígeno disuelto Dureza total</p> <p>Sodio Potasio Calcio Magnesio Carbonatos Bicarbonatos Fosfatos Fluoruros</p> <p>Sulfuro de hidrógeno Cloruros Aluminio Cobre Zinc Boro</p>	<p>pH Temperatura Conductividad</p> <p>Aluminio Zinc Boro</p> <p>Sulfuro de hidrógeno Cloruros</p>	<p>Aldrin DDT Endrin Endosulfan Heptacloro Clorpirifos Diazinon Metil paration Malation Monocrotofos Profenofos Terbufos Dieldrin Pentaclorofenol</p>
<p>Arsénico Cadmio Cianuro Cromo Mercurio Níquel Plomo Selenio Magnesio Sílice</p> <p>Coliformes fecales y totales Sólidos suspendidos totales</p>	<p>Arsénico Cadmio Cianuro Cromo Mercurio Níquel Plomo Selenio Sílice</p>	

Los resultados serán comparados con:

- a. Normas CAPRE para consumo de agua humana.
- b. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, Norma para la Clasificación de Recursos Hídricos (NTON 05 007 98) la cual está basada en las normas CAPRE (Centroamérica, Panamá y República Dominicana) para calidad de agua de consumo humano.

Ver Anexo 9- Programa de Monitoreo de Agua en la Comunidad V10-2020

## 8.4. Plan de Manejo de Desechos

### 8.4.1. Objetivo

El Plan de Manejo de desechos sólidos y líquidos tiene como objetivo implementar las medidas y procedimientos efectivos y necesarios para dar respuesta al almacenamiento, tratamiento y disposición final para cada uno de los tipos de residuos generados en la Central Geotérmica San Jacinto Tizate.

### 8.4.2. Alcance

Los alcances del presente plan comprenden todos los residuos peligrosos y no peligrosos. Se trabaja con las referencias de las normativas nacionales como es el caso de la NTON 05-014-01 “Norma técnica ambiental para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos” y para los desechos peligrosos bajo la norma técnica NTON 05-015-02 “Norma técnica para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos”.

### 8.4.3. Acciones por implementar

Todos los desechos que se generan en PENSA deben ser debidamente clasificados y dispuestos en los recipientes usando el código de colores establecido. En cada área de generación de los desechos se disponen recipientes para la disposición temporal. En la siguiente tabla se presenta como debe realizarse la disposición temporal de los desechos a generarse.

Tabla 23. Disposición temporal de desechos

<b>DISPOSICION TEMPORAL</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable de la clasificación</b>	<b>Área de disposición</b>
<b>DESECHOS NO PELIGROSOS</b>			
<i>Desechos comunes</i>	Basura en general, bolsas de plástico, poroplás, vasos, platos, tenedores y cucharas de plástico, desperdicio de comida,	Personal PENSA Contratistas	Bodega almacenamiento temporal de desechos comunes en pila de los sapos
<i>Reciclables</i>	Papel	Personal PENSA Contratistas	Bodega de reciclaje
	Cartón		
	Vidrio		
	Latas de aluminio		

**DISPOSICION TEMPORAL**

	Botellas plásticas		
<i>Ripios de Madera</i>	Embalajes de piezas mecánicas, entre otros	Personal PENSA Contratistas	Plataforma H, área cercada y señalizada
<i>Llantas usadas</i>	Producto del mantenimiento de los vehículos	Mecánicos automotrices	Bodega
<i>Escombros de construcción (concreto)</i>	Desechos de construcción	Personal PENSA Contratistas	Plataforma H
<i>Suelo vegetal</i>	Remoción de suelo para realizar obras civiles o mecánicas	Contratistas	Banco de materiales Terrón Blanco El material debe ser dispuesto adecuadamente con compactación y sin crear montañas de tierra sino ordenado para evitar mal drenaje
<i>Lodos orgánicos de la torre de enfriamiento</i>	Material orgánico que se acumulan al fondo de la torre producto de la descomposición de insectos y material particulado (polvo)	Área química	Pila de lodos SJ12 o pila 8
<i>Residuos de concreto</i>	Residuos de concreto una vez solidificado	Personal PENSA Contratistas	Plataforma H
<i>Agua de lavado de trompos u otras maquinarias con concreto</i>	El agua debe colocarse en totes hasta su sedimentación, el agua se dispondrá en las pilas impermeabilizadas de las plataformas y el sólido que decantó se colocará en plataforma H	Personal PENSA Contratistas	Agua de lavado en pilas impermeables de plataforma SJ14 Sólido decantado en plataforma H
<i>Chatarra metálica no reutilizable</i>	Alambre de amarre, clavos, residuos de corte de tubos de acero.	Personal PENSA Contratistas	Terraza alta de TIC
<i>Chatarra metálica reutilizable</i>	Tubos de acero, láminas de aluminio, etc.	Personal PENSA Contratistas	Terraza baja esquina noroeste.
<i>Virutas de acero al carbón y acero inoxidable</i>	Torno	Personal mecánico	Terraza alta TIC
<i>Virutas de bronce y cobre</i>	Torno	Personal mecánico	Bodega de desechos

**DISPOSICION TEMPORAL**

<b>DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS</b>			
<i>Aceite usado</i>	Producto del mantenimiento de motores y equipos	Personal de mecánica  Contratistas	Bodega de desechos peligrosos  Bodega desechos temporal en campamento del proyecto
<i>Envases de aerosol</i>	Producto de mantenimiento en los equipos y maquinarias	Personal PENSA	Bodega de desechos peligrosos
<i>Filtros de aceite</i>	Producto del mantenimiento en los equipos y maquinarias	Personal PENSA  Contratistas	Bodega de desechos peligrosos  Bodega desechos temporal en campamento del proyecto
<i>Hilazas contaminadas</i>	Producto del mantenimiento preventivo en los equipos y maquinarias	Personal PENSA  Contratista	Bodega de desechos peligrosos  Bodega desechos temporal en campamento del proyecto
<i>Tierra contaminada</i>	Producto de un incidente ambiental o falla mecánica de equipos o vehículos	Personal PENSA  Contratista	Bodega de desechos peligrosos  Bodega desechos temporal en campamento del proyecto
<i>Baterías</i>	Producto del mantenimiento preventivo en motores y vehículos	Personal mecánico, eléctrico, instrumentistas	Bodega de desechos peligrosos
<i>Desechos biomédicos</i>	Desechos generados en la clínica de PENSA	Doctores	Clínica
<i>Aguas oleosas</i>	Sistema de bombas	Personal mecánico	Bodega de desechos peligrosos
<i>Grasas, desengrasantes,</i>	Desengrasantes, grasas, fijadores de rosca, silicón	Personal PENSA	Bodega desechos peligrosos



### DISPOSICION TEMPORAL

<i>fijadores de rosca, silicón</i>			
<i>Desechos electrónicos</i>	Mouse, computadoras, baterías, luminarias, etc.	Personal PENSA	Bodega de reciclaje
<i>Envases de productos químicos</i>	Productos químicos uso en perforación	Personal de laboratorio, reservorio	Bodega de desechos peligrosos
<i>Pinturas, Zener, diluyentes, aditivos de pintura, acelerantes, etc.</i>	Envases vacíos con residuos, vencidos, brochas, felpas, etc.	Personal PENSA  Contratista	Bodega de desechos peligrosos  Bodega desechos temporal en campamento del proyecto
<i>Azufre</i>	Lavado de condensadores y torre de enfriamiento	Personal mecánico y reservorio	Pilas impermeabilizadas SJ14 o pila EDP2
<i>Sílice</i>	Limpieza de tubería o válvulas con incrustaciones de sílice	Personal mecánico, reservorio	Pila 8
<i>Agua con azufre</i>	Lavado de condensadores y torre de enfriamiento	Personal mecánico y reservorio	Pila EDP2

El código de colores establecidos para la clasificación de los desechos es el siguiente:

<b>Color</b>	<b>Tipo de desecho</b>
<i>Dorado</i>	Desechos comunes
<i>Azul</i>	Botellas de plástico
<i>Amarillo</i>	Latas de aluminio
<i>Café oscuro</i>	Desechos peligrosos: hilazas contaminadas, filtros de aceite, desechos electrónicos y eléctricos. Un recipiente para cada tipo de desecho que está debidamente rotulado.

Los desechos peligrosos generados por los Contratistas deben ser entregados por el Contratista a empresas autorizadas por MARENA para su disposición final adecuada, para ello deben presentar a PENSA el certificado de entrega y tratamiento de los desechos generados.

Los desechos peligrosos generados por PENSA serán almacenados temporalmente en la bodega de desechos peligrosos la cual cumple con lo establecido en la NTON 05-015-02 "Norma técnica para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos", es decir tiene: piso impermeabilizado con canales de drenaje

En el caso de los contratistas subcontratados para la construcción e instalación de la Unidad 5 se solicitará a cada contratista la instalación de una bodega de almacenamiento temporal

dividida para desechos peligrosos y desechos no peligrosos, esta bodega debe ser ventilada, contar con extintor, piso impermeabilizado con plástico de alta densidad, techado, y suficientes recipientes para

Ver Anexo 10- Plan de Manejo de desechos sólidos y líquidos V6-2021

## 9. PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

La Ingeniera de Medio Ambiente de PENSA es la responsable de la ejecución del programa de gestión ambiental por medio de la implementación y seguimiento de las medidas ambientales.

En los meses de junio y diciembre de cada año la Ingeniera de Medio Ambiente de PENSA deberá reportar al MARENA, MEM, INE, Alcaldía Municipal lo siguiente:

Plan de gestión ambiental, resultados de monitoreo de agua de las fuentes de la comunidad, calidad de aire, monitoreo de ruido, proyectos de eficiencia energética, eficiencia de los materiales, resultados de la implementación de las medidas ambientales en la fase de construcción, resultados de capacitaciones ambientales, reforestación, manejo de desechos.

A continuación, se detallan las actividades que se les estará dando seguimiento conforme el alcance del Programa de Gestión Ambiental (PGA):

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Frecuencia</b>
<i>Plan de Reforestación</i>	Ingeniera de Medio Ambiente	Anual
<i>Implementación y seguimiento del Plan de medidas ambientales</i>	Ingeniera de Medio Ambiente-Contratistas	Durante la construcción
<i>Seguimiento de las medidas preventivas, correctivas y compensatorias</i>	Ingeniera de Medio Ambiente-Contratistas	Mensual
<i>Monitoreo de calidad de aire y emisiones</i>	Ingeniera de Medio Ambiente	Semestral
<i>Monitoreo de ruido</i>	Ingeniera de Medio Ambiente	Semestral
<i>Monitoreo calidad de agua en la comunidad</i>	Ingeniera de Medio Ambiente	Semestral
<i>Plan de Manejo de Desechos</i>	Ingeniera de Medio Ambiente TODOS	Semanal
<i>Plan de Manejo de Hidrocarburos</i>	Ingeniera de Medio Ambiente Contratista	Semanal
<i>Consumo de agua</i>	Ingeniera de Medio Ambiente	Mensual
<i>Consumo de energía</i>	Ingeniera de Medio Ambiente	Mensual
<i>Inspecciones de campo seguimiento</i>	Ingeniera de Medio Ambiente	Diario

<i>implementación medidas ambientales</i>			
<i>Informes de desempeño ambiental a: MEM, MARENA León, MARENA Central, INE, Alcaldía Telica</i>	Ingeniera Ambiente	de Medio	Semestral

## 10. PLAN DE REFORESTACION Y/REVEGETACION

Polaris Energy Nicaragua S.A. desde el inicio de sus operaciones ha realizado actividades de reforestación en las diferentes áreas que componen la empresa. Además de ello, involucra a las comunidades y escuelas aledañas a participar en el proceso con el propósito que sea una actividad integral mediante la creación de conciencia ambiental en cada uno de los participantes.

### 10.1. Objetivos

#### 10.1.1. Objetivo General

- Contribuir a la recuperación del hábitat, mediante la plantación de especies arbóreas nativas del bosque seco.

#### 10.1.2. Objetivos específicos

- Establecer un programa de reforestación en áreas comunitarias.
- Monitorear y dar seguimiento a las actividades de reforestación y enriquecimiento que se han ejecutado en áreas de la empresa.
- Plantar en conjunto con la comunidad 1,500 árboles de diferentes especies durante la época lluviosa, que sirvan en el futuro como fuente de alimento y refugio de fauna.
- Cumplir con la Reposición Forestal producto del corte de árboles para el desarrollo del Proyecto Central Geotérmica San Jacinto Tizate U5 o Planta Binaria.
- Cumplir con la política de medio Ambiente de la Polaris Energy Nicaragua S.A al garantizar la Reposición del recurso.

### 10.2. Establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación se ejecutarán las siguientes actividades:

#### 10.2.1. Especies a reforestar

Se establecerán 8 especies nativas del área en las áreas de reforestación PENSA y en conjunto con actividades de reforestación con la comunidad. A continuación, se presenta la cantidad por especies a establecer:

Tabla 24. Especies a reforestar en 2022

No	Especie	Cantidad	Distanciamiento	Área
1	Genízaro	57	3*3	0.05
2	Guanacaste negro	57	3*3	0.05
3	Gavilán	57	3*3	0.05
4	Guapinol	57	3*3	0.05
5	Laurel negro	57	3*3	0.05
	Madero negro	57	3*3	0.05
	Caoba	57	3*3	0.05
	Cedro real	57	3*3	0.05
		456		0.4

#### 10.2.1.1. Diseño

Bajo diseño de siembra cuadrado, con distanciamiento de 3\*3 para las especies de Genízaron, Guanacaste negro, Gavilán, Guapinol, Laurel negro, Madero negro, Caoba y Cedro Real.

Las plantas se establecerán mínimo de 50 cm cada una para garantizar el crecimiento y desarrollo durante el periodo lluvioso. El área donde se establecerá en los adyacentes ya existe especies que se establecieron en años anteriores, adicionalmente se establecerán como cercos vivos en áreas colindantes con los vecinos de PENSA.

#### 10.2.1.2. Actividades de Protección del Plan de Reforestación

Al momento del establecimiento y siembra de árboles estos se deben de establecer condiciones de cuidado y protección que van desde la fertilización, control de incendios, podas, etc.

#### 10.2.1.3. Ahoyado y Siembra-Fertilización

De manera general el ahoyado debe de realizarse mínimo 2 veces el ancho y el alto de la bolsa o recipiente donde viene contenida la planta.

La siembra debe de realizarse bajo el siguiente procedimiento:

- Retirar la bolsa o recipiente donde viene contenida las plantas
- Aplicar el fertilizante (18-46-00 o 12-30-10) a razón de 4 gramos por planta, una vez aplicado el abono aplicar una capa de tierra para evitar el contacto directo de la raíz de la planta con el abono.
- Colocar la planta en el centro del hoyo y luego incorporar la tierra.

#### 10.2.1.4. Control de plagas –enfermedades

El control de plagas y enfermedades en toda planta garantiza la sobrevivencia es por ello la importancia de poder identificar las plagas y enfermedades en las plantas y los controles preventivos y de corrección que se pueden aplicar. En el plan de capacitación ambiental externa con las comunidades se darán a conocer técnicas de productos naturales que se utilizan para el control y prevención.

#### 10.2.1.5. Limpieza

La limpieza es de importancia para el buen desarrollo y crecimiento de los árboles, esta debe realizarse mínimo cada tres años. Además de ellos se hace la limpieza mecánica en las áreas internas reforestadas

#### 10.2.1.6. Control y Prevención de Incendios

Los incendios forestales/quemas de montes son una de las causas mayores de la deforestación es por ello que PENSA incluye dentro de las capacitaciones a los colaboradores este acápite, para lograr que las plantas establecidas logren su crecimiento y desarrollo en tiempo óptimo.

Continuar con el programa de prevención de incendios forestales que incluye:

- a) Ronda en las áreas de PENSA y áreas de reforestación
- b) Capacitaciones de prevención con la comunidad
- c) Instalación de mantas en áreas estratégicas con mensajes de conciencia ambiental
- d) Preparación de brigada contra incendios de la comunidad y brigada de PENSA.

## 11. ANEXOS

## **ANEXO 1**

## **PLANOS**



**ANEXO 2**  
**ESTUDIO GEOTECNICO Y GEOFISICO SAN JACINTO TIZATE UNIT 5 ORC**  
**GEOHERMAL POWER PLANT**

**ANEXO 3**  
**INFORME TECNICO CALIDAD DE AIRE Y RUIDO PENSA ABRIL 2021**

## **ANEXO 4**

### **MODELACION HIDROGEOLOGICA DE UN AREA DE 8KM2 DENTRO DEL PROYECTO GEOTERMICO SAN JACINTO TIZATE, PENSA, JULIO 2015**

**ANEXO 5**  
**INFORME DE COMPOSICION FLORISTICA 2021**

**ANEXO 6**  
**ESTUDIO DE FAUNA PENSA 2021**

**ANEXO 7**  
**NOISE MONITORING PLAN V5-2021**

**ANEXO 8**  
**AIR EMISSIONS AND AIR QUALITY V9 AUGUST 2021**



**ANEXO 9**  
**PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUA EN LA COMUNIDAD V10-2020**

**ANEXO 10**  
**PLAN DE MANEJO DESECHOS SOLIDOS Y LIQUIDOS V6-2021**

**ANEXO 11**  
**GALERIA DE FOTOS**



*Ilustración 11.* Área donde se instalarán la turbina-generator, intercambiador de calor, condensadores de aire. Se logra ver que en la zona donde se instalará la Unidad 5 hay poca vegetación dominada principalmente por matorrales. Esta área se usa para resguardar tubería de perforación y material de construcción para obras civiles pequeñas que se llevan a cabo anualmente dentro del plan de mantenimiento de las instalaciones.



*Ilustración 12. Área donde se instalarán estación de bombas y estación de químicos. Se logra ver que existe muy poca vegetación en la zona donde se instalará la Unidad 5 dominado principalmente por matorrales*





*Ilustración 13. Área donde se instalará la estación de químicos y conexión de la tubería de acarreo de salmuera*



*Ilustración 14. Vista desde el punto L22 a L23 conforme plano SJTU5-0MA-002-REV2 en sentido norte- sur. Contiguo a la malla por la parte externa pasará el tramo de tubería que acarreará la salmuera, se logra ver que es una zona con predominancia de matorrales que además se ha incluido la protección de taludes en la zona Oeste.*





*Ilustración 16. Vista desde punto L24 a L23 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 de Sur a Norte*



*Ilustración 15. Vista desde el punto L24 a L26 según plano SJTU5-0MA-002-REV2*

*Oeste a Este, se aprovechará el camino existente y zonas previamente intervenidas.*





*Ilustración 17. Vista desde L27 a L16 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur*



*Ilustración 18. Vista desde L16 a L15 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Se logra ver presencia de pocos árboles por donde pasará la tubería de salmuera*





*Ilustración 19. Vista desde L14 a L13 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Para minimizar el impacto se ha trazado el tramo de tubería paralelo al camino existente.*



*Ilustración 20. Vista desde L32 a L33 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur*





*Ilustración 21. Vista desde L34 a L35 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Se logra ver poca vegetación principalmente arbustiva en la zona por donde pasará la tubería.*



*Ilustración 22. Vista desde L34 a L35 según plano SJTU5-0MA-002-REV2 Norte a Sur. Se logra ver poca vegetación por donde pasará la tubería priorizando hacerlo paralelo al camino existente para reducir el impacto.*





*Ilustración 23. Vista de tramo L36 según plano SJTU5-0MA-002-REV2*



*Ilustración 24. Vista de tramo L37 según plano SJTU5-0MA-002-REV2*





*Ilustración 25. Vista de tramo L40 según plano SJTU5-0MA-002-REV2. En este punto la tubería pasará por la plataforma SJ5 actualmente en operación por tanto el impacto será de muy baja significancia además de ser un área contemplada en la Resolución Administrativa 30-2008.*