



Estudio de Impacto Ambiental "Ampliación Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón"

Resumen Ejecutivo



Preparado por



Julio de 2016



Índice

1.	Descripción de Proyecto	1
2.	Determinación y justificación del Área de Influencia	8
3.	Línea de Base	10
4.	Predicción de impactos y riesgos ambientales	16
5.	Justificación presentación EIA	17
6.	Potenciales riesgos que el proyecto o actividad podría generar en la salud de las personas	17
7.	Plan de Medidas Ambientales	18
8.	Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias	18
9.	Plan de Seguimiento Ambiental	20
10.	Plan de Cumplimiento Legislación Ambiental y Permisos Ambientales Sectoriales	21
11.	Compromisos Ambientales Voluntarios	24

Índice Tablas

Tabla 1	Fechas de inicio y duración de cada fase del Proyecto	1
Tabla 2	Superficie de las obras permanentes y temporales del Proyecto	3
Tabla 3	Emisiones atmosféricas (ton/año) asociadas a todas las fases del Proyecto	7
Tabla 4	Niveles de Potencia Acústica (Lw) estimados para la fase de construcción	7
Tabla 5	Niveles de Potencia Acústica (Lw) estimados para la fase de operación	8
Tabla 6	Niveles de Potencia Acústica (Lw) estimados para la fase de cierre	8
Tabla 7	Estimación de residuos asociados a todas las fases del Proyecto	8
Tabla 8	Área de influencia de los componentes ambientales del Proyecto	9
Tabla 9	Impactos significativos del Proyecto	16
Tabla 10	Impactos negativos significativos que presentan medidas ambientales	18
Tabla 11	Principales Riesgos identificados del Proyecto	19
Tabla 12	Seguimiento de medidas ambientales propuestas	20

Índice Figuras

Figura 1	Localización general del Proyecto	2
Figura 2	Distribución de las obras del Proyecto	4
Figura 3	Distribución de las obras existentes a utilizar por el proyecto	6



1. Descripción de Proyecto

1.1 Antecedentes Generales del Proyecto

La empresa Geotérmica del Norte S.A., en adelante el Titular, presenta el siguiente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en el que se entregan los antecedentes necesarios para la tramitación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de la “Ampliación del Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón” (en adelante el Proyecto) conforme a los contenidos establecidos en los artículos 9 ter y 12 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), y en los artículos 12 al 18 del D.S. N° 40/2013 que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA). El Proyecto se encuentra tipificado en el artículo 10 de la ley N° 19.300, literales:

c) *Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW*

El monto estimado de inversión total es de USD\$ 260.000.000.

La Ampliación del Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón en ampliar la potencia generadora de energía eléctrica de la Central Geotérmica Cerro Pabellón a través la puesta en marcha de una nueva planta de generación (compuesta por dos unidades denominadas 3 y 4), de tecnología binaria, que aportarían una potencia neta de generación de 50 MW (25 MW cada unidad).

1.1.1 Vida Útil y Cronología del Proyecto

El presente Proyecto no modifica la vida útil del proyecto original “Central Geotérmica Cerro Pabellón”, estimada en 50 años. Sin embargo, debido a que existen actividades de mantención en el proyecto original que permitirán mantener el sistema del reservorio de manera sustentable, se espera extender la generación de energía en el tiempo. La cronología de las fases del Proyecto se presenta a continuación:

Tabla 1 Fechas de inicio y duración de cada fase del Proyecto

Fase	Fecha de Inicio	Duración
Construcción (*)	Mayo de 2018	39 meses
Operación	Octubre de 2020	45 años
Cierre	Año 2065	12 meses

(*) Considera la construcción de las unidades 3 y 4

1.1.2 Mano de Obra por Fase

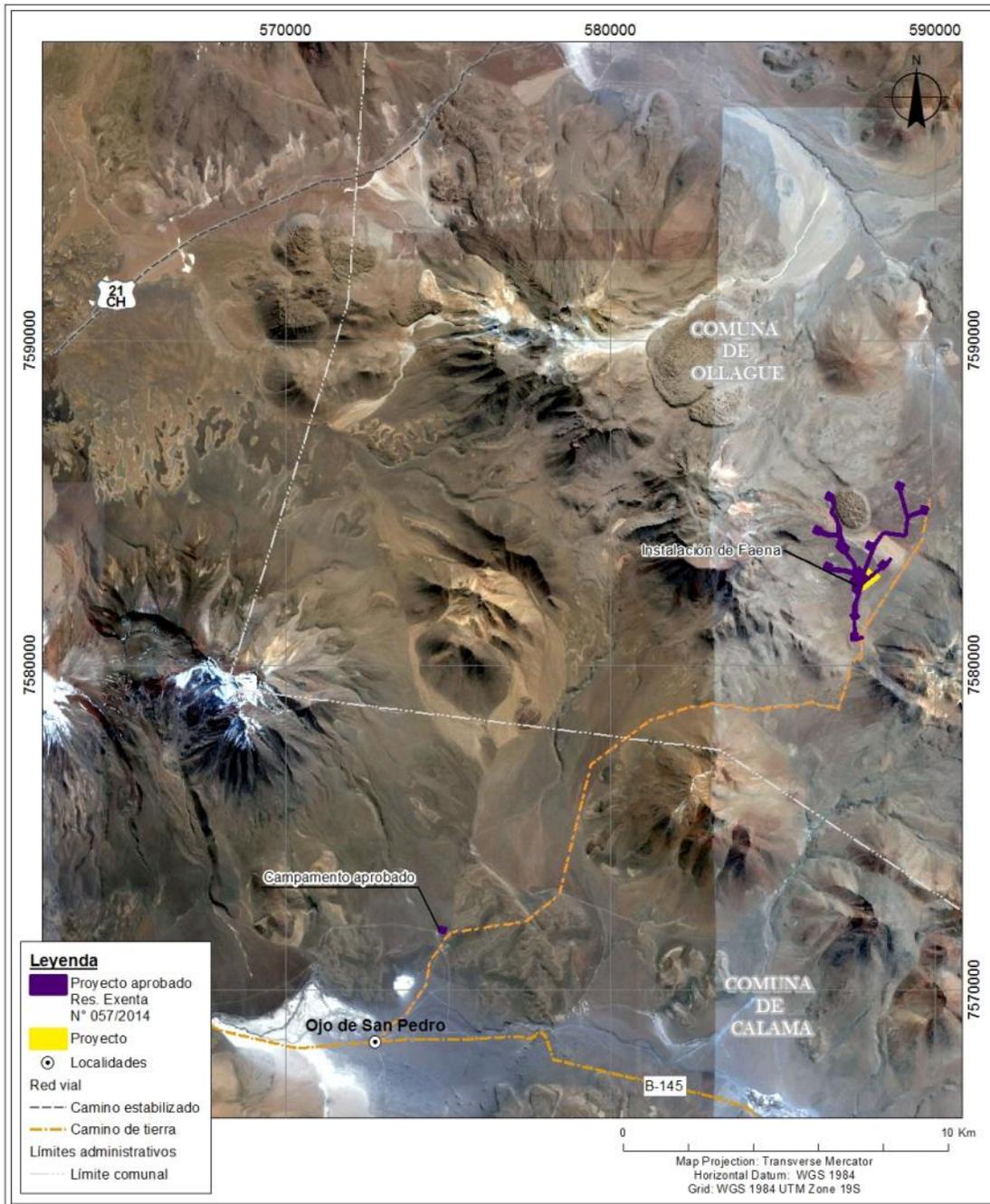
El Proyecto requiere para la fase de construcción un promedio de 110 trabajadores con un máximo de 216. En la fase de operación serán 30 trabajadores como máximo, considerando cambios de turnos y personal temporal para labores de mantención. En la fase de cierre, se requiere un máximo de 50 trabajadores.

1.1.3 Localización del Proyecto

Todas las obras e instalaciones del Proyecto se emplazarán en la Región de Antofagasta, provincia de El Loa, comuna de Ollagüe.

Específicamente el proyecto se emplazará dentro de la Concesión de Explotación de Energía Geotérmica otorgada a la empresa Geotérmica del Norte S.A., en el área denominada “Apacheta”, y contenida en el D.S. N° 6/2009 de fecha 8 de enero de 2009, del Ministerio de Minería, publicado en el Diario Oficial el 7 de febrero de 2009, en la comuna de Ollagüe.

Figura 1 Localización general del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

1.1.4 Superficie del Proyecto

La superficie requerida por el Proyecto es de 14,15 ha aproximadamente, entre obras permanentes y temporales, correspondiente al área que ocupará las nuevas unidades de generación 3 y 4, sistema de separación de fluidos y la zona de acople/almacenaje. El detalle de la superficie de cada una de las obras se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Superficie de las obras permanentes y temporales del Proyecto

Instalaciones	Superficie [ha]
Permanentes	
Nuevas unidades de generación 3 y 4	9,45
Sistema de separación de fluidos	0,85
Subtotal permanentes [ha]	10,30
Temporales	
Zona de acople/almacenaje	3,85
Subtotal temporales [ha]	3,85
Total [ha]	14,15

Fuente: Elaboración propia.

1.2 Descripción general del Proyecto

Las obras permanentes y temporales que constituyen el Proyecto corresponden a las siguientes:

1.2.1 Obras Permanentes

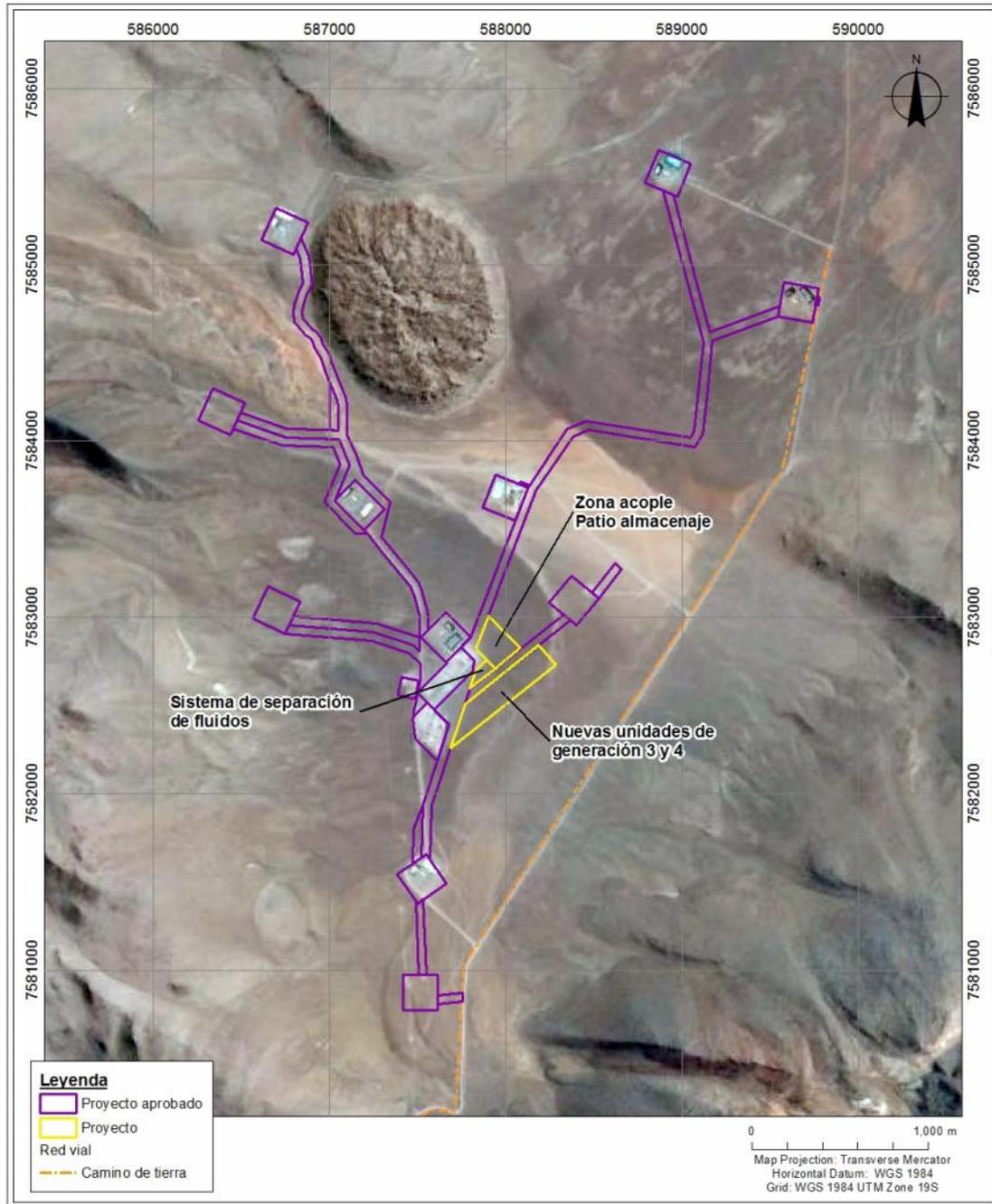
- Planta binaria (unidades de generación 3 y 4): La planta de generación geotérmica corresponde a un conjunto de instalaciones destinadas a generar energía eléctrica mediante el material geotérmico conducido a través de la red de transporte de fluidos. La planta encargada de la generación de energía contará con los sectores 1 y 2 ya aprobados, y la adición de las unidades número 3 y 4 presentadas en el presente EIA. La planta binaria adicional de 50 MW estará compuesta por dos casas de máquina (unidades 3 y 4 de 25 MW cada una). En estas plantas el fluido geotérmico, constituido por una porción líquida y una porción de vapor, será utilizado para pre-calentar y luego vaporizar un fluido secundario a bajo punto de ebullición. Este último, luego de ser vaporizado, será inyectado en una turbina conectada a un generador donde se realizará la transformación de la energía cinemática en energía mecánica y luego a energía eléctrica. La superficie total ocupada por la planta corresponde a 9,45 ha, cuya distribución se indica en la Figura 2 siguiente.
- Sistema de separación de fluidos: Su propósito es separar el vapor de la fase líquida del fluido geotérmico, consiste en separadores ciclónicos que separan los fluidos geotérmicos en fase líquida y fase vapor. La nueva planta binaria (unidades 3 y 4) será abastecida de fluido geotérmico desde el nuevo sistema de separador de fluidos que se somete a evaluación en este EIA. Dicho equipo recibirá el fluido geotérmico desde el vaporducto proveniente de la plataforma CP3 (localizada en el extremo sur del proyecto original) y desde él se distribuirá el fluido hacia la planta binaria mediante tuberías. La localización del sistema de separación de fluidos se presenta en la Figura 2.

1.2.2 Obras de carácter temporal

- Zona de acople/almacenaje: Corresponde a un patio para realizar el montaje de equipos y almacenamiento de componentes que se utilizará en caso de que la zona de instalación de faenas del proyecto original no sea lo suficientemente amplia.
- Frentes de Trabajo: Se considera la habilitación de frentes de trabajo móviles según el avance de las obras, los cuales se ubicarán dentro de las áreas de las obras permanentes (sistema de separación y planta binaria). Estos frentes consideran baños químicos, en la cantidad requerida según número de trabajadores de la cuadrilla, y un pañol de herramientas. Contarán con agua potable suministrada en botellas o bidones

sellados, debidamente certificados. Los efluentes provenientes de estos serán retirados frecuentemente (cada 2 o 3 días) por una empresa que preste este tipo de servicio, debidamente autorizada.

Figura 2 Distribución de las obras del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

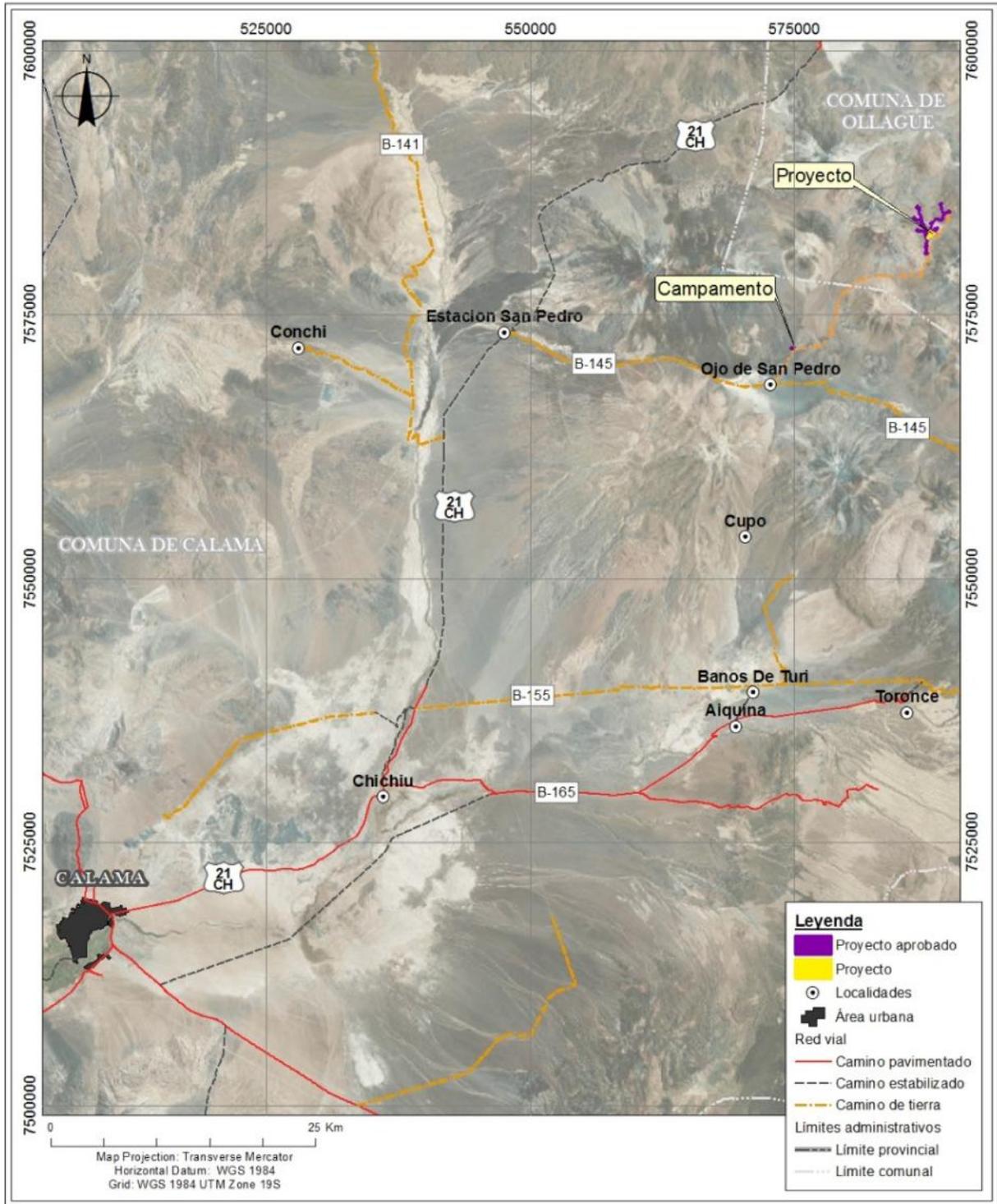


1.2.3 Otras obras que serán utilizadas por el proyecto

El Proyecto, durante su fase de construcción utilizará obras permanentes y temporales ya construidas para el Proyecto original “Central Geotérmica Cerro Pabellón”, estas son:

- a) Camino de acceso: La construcción de la Central Geotérmica Cerro Pabellón consideró la mejora del camino de acceso al Proyecto (que empalma con la ruta B-145 a la altura de Ojo de San Pedro) y la habilitación de caminos internos para la construcción y mantención de plataformas de pozos y tuberías. La descripción de estos caminos se encuentra en la sección 1.8.4 del capítulo 1 de descripción del proyecto del EIA “Central Geotérmica Cerro Pabellón” y fueron aprobados mediante RCA N° 086/2012 y Resolución Exenta N° 057/2014 (ver Figura 3).
- b) Campamento: Este campamento será una instalación de carácter temporal durante la construcción de la central (proyecto original y la presente ampliación) y tiene capacidad para un peak de 560 trabajadores a la vez, lo cual es compatible con los requerimientos de construcción del presente Proyecto, que requerirá una dotación máxima de 216 trabajadores. Este campamento se ubica en el camino de acceso al Proyecto, aproximadamente a 23 km (ver Figura 3). El campamento fue aprobado mediante RCA N° 086/2012 y la descripción de las instalaciones que lo componen se encuentra en la sección 1.8.1 del capítulo 1 de descripción del proyecto del EIA “Central Geotérmica Cerro Pabellón”.
- c) Instalación de faenas: La instalación de faenas será una instalación de carácter temporal durante la construcción de la central (proyecto original y la presente ampliación) y se ubica adyacente a las obras de ampliación del presente EIA. La instalación de faenas fue aprobada mediante RCA N° 086/2012 y la descripción de las instalaciones que lo componen se encuentra en la sección 1.8.1 del capítulo 1 de descripción del proyecto del EIA “Central Geotérmica Cerro Pabellón”.

Figura 3 Distribución de las obras existentes a utilizar por el proyecto



Fuente: Elaboración propia

1.3 Emisiones, Residuos Líquidos y Residuos Sólidos del Proyecto

Las emisiones atmosféricas relevantes para el Proyecto, durante su fase de construcción, corresponderán a material particulado (MPS, MP10 y MP2.5) y gases de combustión, las que provendrán principalmente de actividades como movimiento de tierra, excavaciones, tránsito de vehículos y la operación de maquinaria pesada. Debido a la naturaleza del Proyecto, se estima que las emisiones a la atmósfera durante su fase de operación serán mínimas, provenientes principalmente del tránsito de vehículos por caminos pavimentados y no pavimentados, asociado a las actividades de mantención e inspección de las obras. Finalmente, las emisiones atmosféricas relevantes durante su fase de cierre, corresponderán a material particulado (MPS, MP10 y MP2.5) y gases de combustión, las que provendrán principalmente del tránsito de vehículos por caminos no pavimentados y la operación de maquinaria pesada.

Tabla 3 Emisiones atmosféricas (ton/año) asociadas a todas las fases del Proyecto

Contaminante	Construcción	Operación	Cierre
MPS	570,39	116,65	104,88
MP10	180,69	33,70	33,17
MP2.5	18,41	3,62	3,27
CO	50,07	0,57	9,02
HC	2,72	0,18	0,96
NOx	233,31	2,03	41,36
SOx	13,31	0,00	2,05

Fuente: Elaboración propia.

En tanto, las emisiones de ruido generadas por el Proyecto se resumen en las siguientes tablas.

Tabla 4 Niveles de Potencia Acústica (L_w) estimados para la fase de construcción

Fuente Sonora	L_w (dBA) Total
Retroexcavadora	99
Camión tolva	107
Motoniveladora	108
Rodillo	102
Camión mixer	106
Grúa	98
Camión aljibe	107
Camión plano	104
Grupo electrógeno 1 MW	106

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Niveles de Potencia Acústica (Lw) estimados para la fase de operación

Fuente Sonora	L _w (dBA) Total
Generador/Turbina	95
Bombas (pumps)	105
Ventilador (air coolers)	102

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Niveles de Potencia Acústica (Lw) estimados para la fase de cierre

Fuente Sonora	L _w (dBA) Total
Bulldócer	103
Camión pluma	96
Grúa	100
Camión aljibe	107
Grupo electrógeno 1 MW	103

Fuente: Elaboración propia.

Los residuos generados por el Proyecto se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 7 Estimación de residuos asociados a todas las fases del Proyecto

Obra	Residuos líquidos		Residuos Sólidos		
	Aguas servidas	RILES	RSD	RSINP	RESPEL
Construcción	45 m ³ /día (*)	1.500 L	7,8 ton/mes	15 ton/mes	0,9 ton/mes
Operación	2,4 m ³ /día	-	1,1 ton/mes	0,5 ton/mes	0,9 ton/mes
Cierre	4 m ³ /día	-	1,5 ton/mes	10 ton/fase	0,9 ton/mes

(*) Valor máximo esperado. Fuente: Elaboración propia.

2. Determinación y justificación del Área de Influencia

La Determinación y Justificación del Área de Influencia del Proyecto, se desarrolla conforme a los contenidos establecidos en el artículo 18 letra d) del D.S. N° 40/2013 que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA). En la tabla siguiente se entrega la determinación del área de influencia los componentes ambientales del proyecto.



Tabla 8 Área de influencia de los componentes ambientales del Proyecto

Componente	Área de Influencia (AI)
Clima y meteorología	El área de influencia para el presente componente corresponde a la cuenca definida por la Dirección General de Aguas (DGA) que rodea a las obras del Proyecto, conformada de Norte a Sur por las subcuencas Salar de Ollagüe (Código 200), Salar de Carcote (Código 201) y Salar de Ascotán (Código 202), que forman parte de la “Cuenca Fronteriza Salar Michincha-Río Loa”. Estas unidades fueron definidas a partir de la ubicación de las estaciones meteorológicas más cercanas al Proyecto.
Calidad del Aire	El área de influencia de este componente se ubica en torno a las obras, es decir el área donde se espera exista algún tipo de afectación, la que dadas las fuentes y el tipo de emisión no es más lejana de un kilómetro del Proyecto. En el caso de las fuentes móviles, se ha determinado que la influencia en la calidad de aire por el tránsito desde el campamento no será mayor a los 500 m desde el camino de acceso.
Ruido	<p>El área de influencia para el presente componente se definió a partir de la superficie en donde se podría ver afectada la población por motivo de las futuras emisiones sonoras del Proyecto y aquellos puntos sensibles de fauna que se identificaron en terreno. En este contexto, se establecieron cinco puntos de evaluación para receptores humanos y 3 para receptores de fauna, los que representan los sectores más cercanos al lugar de emplazamiento del Proyecto.</p> <p>Se ha estimado la distancia la distancia en la cual las emisiones de ruido alcanzarán valores menores a lo establecido por la norma EPA para fauna silvestre (85 dB), distancias que para la fase de operación sería de 21 m, por lo que el área de influencia de ruido es muy cercana al área de obras. En el caso de la población, dado que no hay asentamientos cercanos a la obra, el área de influencia estará dada por el tránsito en los caminos de acceso.</p>
Geología, geomorfología, Peligros geológicos	El área de influencia para estos componentes se definió a partir de un criterio topográfico, es decir, la inserción en la superficie terrestre del proyecto sobre estos componentes que conforman una unidad homogénea, dada la magnitud de la intervención, el área de influencia (afectación) de estos componentes está acotada al área de Proyecto de Ampliación.
Hidrografía	El área de influencia para el presente componente corresponde a una parte de la cuenca definida por la Dirección General de Aguas (DGA) que rodea a las obras del Proyecto, denominada Salar de Ascotán (Código 202) y se relaciona con las laderas casi sin pendiente que ocupa el proyecto en esta parte de la cuenca del salar de Ascotán, pero donde no se ha evidenciado posibilidad de afectación.
Edafología	El área de influencia del componente suelo corresponde a los sectores donde se instalarán las obras físicas de la Ampliación Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón.
Ecosistemas Terrestres	<p>El área de influencia del proyecto, la cual se ha determinado como aquella en la cual se desarrollarían los impactos asociados a las diferentes fases del proyecto de Ampliación, esta área de influencia considera criterios de definición en función de la interacción del ruido producto de la construcción, la sensibilidad de la fauna terrestre y las barreras naturales, estimándose un buffer de 150 metros a lo ancho del perímetro de las obras.</p> <p>Será en esta área donde se expresarán los impactos identificados y evaluados en el Capítulo 5, los que corresponden a:</p> <ul style="list-style-type: none">) Disminución de superficie de ecosistema terrestre área desprovista de vegetación.) Perturbación ambientes para la fauna
Patrimonio Cultural	El área de influencia para el presente componente corresponde a la superficie directa del Proyecto. Esta área considera una superficie total de 14,15 ha aproximadamente.



Componente	Área de Influencia (AI)
Paisaje	<p>El área de influencia para el componente se definió según la intervisibilidad del Proyecto, el cual se obtuvo al sumar cada una de las ocho (8) cuencas visuales en función de los puntos de observación identificados. Esta área es en la que se expresan los impactos en el paisaje que se han identificado en el EIA, los que tienen que ver con:</p> <ul style="list-style-type: none">) Aumento de la Intrusión Visual del Proyecto) Aumento de la Artificialidad por Proyecto) Aumento en Modificación de Atributos Estéticos.
Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios para la Conservación	<p>Para el desarrollo del presente componente el área de influencia estaría relacionada con el espacio que ocupan las obras, no obstante, como no se han identificado áreas protegidas susceptibles de ser afectadas por el Proyecto y no se han identificado impactos, no es posible determinar un área de influencia propiamente tal.</p>
Turismo	<p>El área de influencia se ha definido considerando una extensión delimitada de 3.500 m alrededor de las obras del Proyecto; límite que se ha determinado en función del máximo alcance visual a partir del cual un observador deja de percibir con nitidez un objeto determinado (SEA, 2013). Esta extensión busca incorporar la visibilidad desde los caminos existentes de la Ampliación Central Geotérmica Cerro Pabellón, como también, del camino hacia la Pampa Perdiz, considerando la presencia de atractivos turísticos y áreas turísticas en los alrededores, sobre todo asociado a un contexto de conectividad entre los elementos paisajísticos y turísticos.</p>
Usos del territorio	<p>El área de influencia para este componente responde a un criterio de inclusión del mayor número de elementos relacionados con el espacio que ocuparán las obras sobre los otros usos dispuestos, vale decir, equipamientos, residencias y vías de acceso. Se definió un área alrededor del Proyecto de aproximadamente 500 m.</p>
Medio Humano	<p>La definición del área de influencia del componente considera a los grupos humanos que pueden verse afectados por las obras del Proyecto y por lo tanto son susceptibles de recibir impactos como resultado de la construcción, operación o cierre del mismo. En este aspecto, esta área estaría conformada por las áreas de uso económico, cultural o antropológico donde se localizan las obras o actividades del proyecto de Ampliación. Según lo señalada anteriormente, el área de influencia se relaciona con los territorios que algunas comunidades tienen reclamados (Estación San Pedro y Copo).</p>
Proyectos con RCA	<p>El área de influencia consideró la superposición total o parcial de las áreas de influencia de éstos con la del Proyecto, de manera independiente para los distintos componentes, situación en la que se considera se podrían evidenciar posibles efectos sinérgicos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

3. Línea de Base

3.1 Clima y Meteorología

De acuerdo a la climatología del área de influencia del Proyecto se puede establecer que según la clasificación de Köeppen, ésta corresponde a un clima de Tundra por efecto de altura con precipitaciones estivales, el cual se extiende por el límite Este de Chile, desde la frontera con Perú hasta el sur de la región de Antofagasta por sobre los 3.000 metros de altitud sobre el nivel del mar. Presenta temperaturas medias anuales máxima de 12,5 °C y mínima de 1,9 °C, siendo la temperatura media del periodo de 7,8 °C. La precipitación media anual en la estación durante el periodo en análisis (40 años) es de 64,2 mm.

Respecto a la velocidad media del viento registrado en la Estación Ollagüe (INIA), se identifica que en los meses de febrero, noviembre y diciembre ocurren las mayores velocidades promedio, siendo el promedio de la velocidad de vientos para el periodo de 2,32 m/s, cuya dirección predominante es Oeste y Suroeste.



3.2 Calidad del Aire

De acuerdo al análisis de los datos registrados de material particulado respirable MP10 en la Estación Centro, ubicada en la comuna de Calama se establece que el promedio anual alcanzado durante el periodo 2013 – 2015 corresponde a $43,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$; valor que se encuentra bajo el límite establecido en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. De igual forma, el percentil 98 las concentraciones diarias registradas durante los mismos periodos alcanzan valores de $80,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, $68,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, y $60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente.

Para las concentraciones de MP2.5 (misma estación y periodo), estas corresponden a $12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no superando de esta forma el límite anual establecido por el D.S. N° 12/2011 del MMA en $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Adicionalmente, el percentil 98 de los datos diarios del periodo presentó valores de $22,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2013; $23,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para el año 2014 y $18,6 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para el año 2015, todos bajo la norma diaria establecida para el contaminante en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.3 Ruido

La línea de base de ruido realizada para el proyecto original se ha considerado representativa para el proyecto en evaluación, por tanto se indica que el nivel de ruido en el sector está determinado por el viento, el cual se hace presente en casi la totalidad de las mediciones practicadas en horario diurno y nocturno. En segundo orden destaca la presencia de un generador eléctrico y el ruido generado por una bomba de pozo, además de cantos de aves, ladridos de perros y el paso esporádico de vehículos. Los valores de línea base NPSeq registrados durante este horario variaron entre 47 y 57 dBA.

Durante el horario nocturno las fuentes anteriormente mencionadas disminuyeron en su intensidad respecto a las horas de mañana y tarde. Los valores obtenidos de NPSeq durante este periodo variaron entre 39 y 52 dBA.

3.4 Geología, geomorfología y peligros geológicos

La geología del área de influencia del Proyecto principalmente a depósitos no consolidados de sedimentos aluviales, fluviales, coluviales y de derrumbes, con una superficie de $11,8 \text{ km}^2$ y se distribuye principalmente sobre la pampa Apacheta, bajo las obras del Proyecto. Se observan edificios volcánicos moderadamente erosionados del Plioceno – Pleistoceno Medio de lavas andesíticas – basálticas, andesíticas de dos piroxenos, lavas andesítico – dacíticas de anfíbola y biotita, con superficies de $11,7 \text{ km}^2$ y que se distribuyen al este y oeste de las obras del Proyecto. Se aprecian también complejos de domos volcánicos que presentan una superficie de $7,4 \text{ km}^2$ y se distribuyen bajo los cerros Apacheta y Pabellón. Las morrenas y avalanchas presentan una superficie de $3,2 \text{ km}^2$ y se distribuye al oeste de las obras del Proyecto. Las volcanitas antiguas corresponden a lavas basálticas de dos piroxenos, andesitas basálticas de clinopiroxeno y andesitas – dacíticas con anfíbola y biotita, y presenta una superficie de $0,8 \text{ km}^2$ y se distribuye principalmente al este del Proyecto. Finalmente, la alteración hidrotermal argilítica presenta una superficie de $0,01 \text{ km}^2$ y se remite exclusivamente al sureste de las obras

Respecto de la geomorfología, el área de influencia es un depósito de carácter polimíctico, constituyen el relleno del fondo plano de la cuenca, la que es de carácter endorreico. Presenta una superficie de 13 km^2 y se sitúa bajo las obras del Proyecto. A su vez, existen masas bulbosas de lavas altamente viscosas que es estrujada fuera de la fuente, actuando como tampón, con una superficie de 1 km^2 y que se sitúa al norte de las obras del Proyecto. También existen edificios volcánicos de estratovolcanes disectados, de superficie de $12,6 \text{ km}^2$ y se sitúan al suroeste y sureste de las obras del Proyecto. Los abanicos aluviales son depósitos que se expanden en un flujo sin confinar, depositando su carga y construyendo un abanico, con una superficie de $4,8 \text{ km}^2$ y se sitúan en las laderas de los cerros Aguilucho, Apacheta e Inacaliri. Finalmente, está la unidad de avalanchas de depósitos no consolidados de gravas gruesas y bloques subangulosos, de baja esfericidad y mal seleccionados, que alcanza una superficie de $3,5 \text{ km}^2$ y se sitúan al noroeste y oeste de las obras del Proyecto.

Existen tres agentes morfogenéticos que condicionan los riesgos en el área del Proyecto: actividades volcánicas, procesos aluviales, gravitacionales y traslacionales y erosión hídrica. La actividad volcánica está delimitada a los complejos volcánicos (edificios estratovolcánicos, tobas, domos, y lavas) del área de influencia. De acuerdo al último reporte de Actividad Volcánica (RAV) de SERNAGEOMIN los volcanes Olca, Ollagüe, San Pedro, Lascar y Lastarria están en nivel verde, que si bien son volcanes activos, estos presentan



comportamiento estable y no hay riesgo inmediato. Los procesos aluviales, gravitacionales y traslacionales es producto de las pendientes y depósitos de acumulación de las laderas orientales y occidentales de los cerros Apacheta, Aguilucho e Inacaliri que rodean a las obras del Proyecto. Finalmente, en relación a la erosión hídrica, si bien no se observaron redes de drenaje erosionadas, las pendientes y condiciones climáticas hacen que esta sea un riesgo potencial en el sector.

Hidrogeológicamente, de acuerdo a los antecedentes existentes e integrando la alteración hidrotermal con la lito-estratigrafía y el historial de perforación realizadas, se ha logrado establecer la existencia de tres unidades hidrogeológicas, las cuales presentan propiedades y características distintas entre sí. Es importante evidenciar que las unidades hidrogeológicas no corresponden a las unidades litológicas pero son el resultado de la combinación de tipo de roca y alteración hidrotermal.

- J) Unidad hidrogeológica 1: “Depósitos no consolidados y Rocas Volcánicas recientes” que se extiende debajo de la superficie por pocos cientos de metros.
- J) Unidad hidrogeológica 2: “Capa sello”. Esta unidad muestra un espesor de 500-1000 m y se caracteriza por minerales del grupo sme-chl que representan las principales facies de alteración hidrotermal. Los perfiles MT evidencian que este nivel es eléctricamente conductivo.
- J) Unidad hidrogeológica 3: “Reservorio Geotérmico”. El Reservorio Geotérmico representa la última y más profunda unidad hidrogeológica (debajo de la cota 3000 msnm). Está caracterizado por la presencia de tobas dacíticas y lavas andesítico-dacíticas, una alteración hidrotermal de tipo propilitico y eléctricamente es un nivel resistivo.

No existen antecedentes concretos respecto de la potencia (espesor) del reservorio, puesto que, por el alto costo de la perforación, una vez alcanzadas las “primeras” zonas productivas en términos de profundidad del reservorio, el pozo se da por terminado. Sin embargo, las investigaciones a través del método Magneto Telúrico (3DMT), que permiten hacer una tomografía eléctrica de las rocas en profundidad, evidenciaron que la zona desde donde producen los pozos profundos (reservorio geotérmico) tiene las características eléctricas de un “Fluid Driven System”, (FDS), es decir un “volumen de roca y fluidos” cuya resistividad final es la suma de 2 factores: la contribución resistiva de la roca propilitizada y aquella conductiva del fluido salino con altas temperaturas.

Desde la misma óptica, la unidad hidrogeológica 2, la capa sello impermeable, también puede considerarse un “Rock Driven System” (RDS) cuyo bajo valor de resistividad está controlado sólo por la baja resistividad de las arcillas, pues los fluidos allí adentro no circulan (GDN, 2010). En este escenario, entonces, el reservorio correspondería a la zona de color blanco/celeste y que por lo tanto tendría un espesor promedio del orden de los 700-1.000 m.

3.5 Hidrografía

El área de estudio del Proyecto está asociada a la cuenca Fronteriza Salar Michincha-Río Loa., de régimen pluvial en época estival, de tipo endorreico y asociado a un sistema cordones serranos continuos donde el escurrimiento de sus aguas encuentran equilibrio en salares o lagunas remanentes. En términos específicos, el Proyecto está inserto en el sur de la subcuenca “Salar de Ascotán”. En términos específicos, el Proyecto se emplaza en la Pampa Apacheta, que es una hoya hidrográfica endorreica localizada dentro de la subcuenca Salar de Ascotán, rodeada al Oeste por el Cerro Apacheta; al Norte por el Cerro Pabellón; al Sur por el Portezuelo La Cachimba y al Este por el Cordón de Inacaliri. Esta área se caracteriza por tener un relleno de fondo plano aluvial de carácter endorreico, donde el desarrollo del sistema de quebradas indica que las precipitaciones existentes no son suficientes para desarrollar una red hidrográfica local de importancia.

La precipitación existente sobre la subcuenca Salar de Ascotán permite interpretar que las precipitaciones se concentran en verano y que han sido variables en los últimos 40 años, con una media de 64,2 mm en el periodo analizado (1975-2015), sin seguir un patrón característico.



3.6 Edafología

El recurso natural suelo en las áreas de desierto, es producto de depositaciones aluviales, del orden entisol, es decir, presenta escaso desarrollo y sus características quedan determinadas por el material original. Se ha calificado con Clase de Capacidad de Uso VII, con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos, entre ellas la abundante pedregosidad superficial y un drenaje excesivo debido a la textura arenosa que lo caracteriza. La química del suelo revela condiciones homogéneas con pH neutro, baja salinidad, escasa materia orgánica y pobre en nutrientes, lo cual condiciona el tipo de vegetación que puede desarrollarse en estas condiciones.

3.7 Ecosistemas terrestres

Para el área de estudio se ha determinado como ecosistema el denominado Ecosistema de la Puna, el cual se caracteriza por la presencia de vastas áreas desprovistas de vegetación dentro de parches de estepas altoandinas de hierbas en mechón y presencia de arbustos bajos. Este ecosistema se encuentra fuertemente influenciado por las condiciones climáticas y topográficas de la Cordillera de los Andes.

3.7.1 Flora y Vegetación

En el área de estudio del proyecto se identificaron dos formaciones vegetacionales, la pradera altoandina de *Pappostipa frigida* y las áreas desprovistas de vegetación, la primera con un recubrimiento de suelo que alcanza el 40% y donde domina la herbácea *Pappostipa frigida*, mientras que en la segunda, la cobertura de especies vegetales es inferior al 1% y donde es muy aislada la presencia de individuos herbáceos, cuya altura es inferior a 10 cm. En el área de influencia del Proyecto sólo se observó la formación “área desprovista de vegetación”.

Respecto de la flora, se registraron seis especies todas autóctonas del territorio nacional (nativas y endémicas) y ninguna en categoría de conservación a nivel nacional.

De estos resultados se concluye que en el área de influencia no se aprecian sensibilidades respecto del componente en relación al proyecto.

3.7.2 Fauna terrestre

Se identificaron dos ambientes en el área de estudio, “Pradera altonadina”, la cual se caracteriza por la presencia de pastizales bajos y “Áreas Desprovistas de Vegetación (ADP)”, siendo este último ambiente característico de toda el área de estudio del proyecto equivalente al 88,1%% del total del área estudiada.

En relación a los registros de fauna terrestre, en la campaña de terreno se registraron tres especies, todas con categoría de conservación según la Ley de Caza y RCE, éstas son: *Tinamotis pentlandii* (perdiz de la puna) ave clasificada como Vulnerable (Ley de Caza), *Vicugna vicugna* (vicuña) camélido chileno clasificado como en Peligro (Ley de Caza) y *Pseudalopex griseus* (zorro chilla) clasificado como Insuficientemente Conocido (Ley de Caza) y Preocupación Menor (RCE). De estas especie *T. pentlandii* es la que presenta la más baja movilidad (en época reproductiva) ya que es de hábitos preferentemente terrestre. Por su parte, los análisis de densidad poblacional determinaron que la vicuña presenta los mayores valores de densidad (10,63 individuos por hectárea) y un importante número de huellas, lo que señala su alta movilidad; mientras que la perdiz de la puna arrojó valores de 1,27 individuos por hectárea.

3.8 Patrimonio Cultural

Los antecedentes bibliográficos señalan numerosos registros arqueológicos para la región y en específico para el área cercana al proyecto. Sin embargo, durante la inspección arqueológica en las áreas que serán ocupados por el presente proyecto, no se registran evidencias protegidas por la ley 17.288, incluyendo sitios de valor histórico o antropológico.

Respecto a los antecedentes bibliográficos existentes del área, principalmente hay evidencias de cazadores recolectores que aprovechan los recursos disponibles en ambientes de puna. Por otra parte se reconocen importantes evidencias viales asociados al Qhapac Ñan (Camino del Inca), los que parecen ser re-ocupadas en épocas históricas, vinculadas al tránsito de caravanas y de la explotación de recursos mineros. Es importante notar que ninguno de estos antecedentes se encuentra en el área de influencia del proyecto.



3.9 Paisaje

El Proyecto se inserta al interior de la macrozona Norte Grande, específicamente en la subzona Cordillera de Los Andes. Este aspecto determina que las condiciones del terreno, tanto climáticas como biofísicas, estén asociadas a un paisaje propio del altiplano chileno sobre 4.500 m.s.n.m. conformado por edificios volcánicos erosionados y disectados que rodean grandes extensiones de pampas de escasa pendiente formados por los depósitos de las laderas de estas formaciones, donde la pampa Apacheta rodeado de los cerros Apacheta, Pabellón y Aguilucho son los elementos dominantes y de alto valor paisajístico. Por lo demás, se identificó la existencia de cierto valor paisajístico a partir de los atributos biofísicos Relieve, Suelo, Vegetación y Fauna debido a que estos proporcionan calidad que la hace valorable en términos de calidad visual.

En función de las condiciones homogéneas de las cuencas visuales del área, se determinó la existencia de dos unidades de paisaje: Pampa Apacheta y Pampa del Inca. La primera, entregó una valoración paisajística asociada al área de emplazamiento, siendo calificada de calidad alta debido al alto valor de los atributos biofísicos, que a su vez por sus condiciones y naturalidad, agregan valor estructural y estético. La segunda unidad presenta características similares en términos de calidad de paisaje, pero lo que diferencia es que la intervención antrópica se remite exclusivamente a caminos de tierra que van hacia la pampa Perdiz y a Bolivia; como también, la mayor cobertura vegetal de pradera altoandina, lo que condiciona mayor avistamiento de poblaciones de vicuñas y perdices de la puna, y se traduce en que el valor paisajísticos en función de los atributos bióticos sean mayor a la unidad de paisaje anterior.

Cabe considerar que las obras del Proyecto no obstruyen la visibilidad hacia los atractivos paisajísticos dentro del área de influencia, correspondiente a la pampa Apacheta y los cerros Pabellón y Apacheta. Esto se argumenta en que las dimensiones máximas de altura (20 m) de las plantas binarias no son dominantes sobre el paisaje, dado que el fondo escénico está conformado por edificios volcánicos de más de 5.500 m.s.n.m., que presentan un desnivel de 1.000 m comparando la altura donde se insertan las obras.

3.10 Áreas protegidas y sitios prioritarios para la conservación

Respecto del análisis de intervención de las obras sobre sitios bajo protección oficial, se establece que el Proyecto no se sobrepone a ningún área oficialmente establecida. Respecto a la cercanía a otros sitios o áreas definidas como bajo protección oficial, se identifica que no existen sectores o áreas próximas a menos de 5 km de distancia de las obras asociadas al Proyecto.

3.11 Turismo

De acuerdo a la determinación de áreas de valor turístico en el área de influencia, se identificó la presencia del Área Turística Prioritaria Alto El Loa, la cual busca la puesta en valor del patrimonio natural y cultural del altiplano chileno, inserto principalmente en las comunas de Calama y Ollagüe. Al interior de esta ATP, SERNATUR (2015) define como destino turístico el área de Calama – Alto El Loa el cual incluye las localidades de Calama, Caspana, Toconce y San Pedro de Atacama; destino turístico que se sitúa a más de 37 km al sur de las obras del Proyecto, siendo un destino emergente para el desarrollo turístico en la Región. A su vez, tampoco las obras del Proyecto se sitúan dentro de una ZOIT o CEIT, ya que estas en la Región de Antofagasta se sitúan a más de 45 km al sur, encontrándose la ZOIT San Pedro de Atacama – Cuenca Geotérmica del Tatio.

De acuerdo al Catastro de Atractivos Turísticos de la Región de Antofagasta de SERNATUR (2012) no existen atractivos turísticos oficiales en el área de influencia del Proyecto, no obstante, a partir del levantamiento de información en terreno se identificaron tres atractivos turísticos no oficiales: Pampa Apacheta, Cerro Pabellón y Cerro Apacheta, los cuales se sitúan dentro del área de influencia y se caracterizan principalmente por corresponder a sitios naturales productos de procesos volcánicos de alto interés científico y paisajístico, sin embargo, actualmente no se encuentra asociados a una actividad turística establecida, tanto guiada como de forma particular.

De acuerdo a la intervisibilidad del Proyecto, las cuencas visuales de los observadores, turistas o visitantes tendrían un alcance sobre el atractivo Pampa Apacheta y Cerro Pabellón, determinado principalmente porque las obras del Proyecto se sitúan sobre estos depósitos de fondo plano y liso con una estructura poligonal de



escasa pendiente, rodeado del Cerro Pabellón. Sin embargo, las obras del Proyecto consisten en plantas binarias inferiores a 20 m de altura, acotadas a un área contigua a la Central Térmica Cerro Pabellón, que si bien se sitúan sobre la Pampa Apacheta y frente al Cerro Pabellón, estos no son capaces de generar una obstrucción de la visibilidad de un potencial flujo de observadores, como también, la accesibilidad a estos atractivos turísticos. Por lo tanto, considerando lo indicado en el Artículo 9 del D.S. 40/2013 Reglamento del SEIA, las obras del Proyecto no consideran una alteración significativa de la zona de valor turístico ni tampoco la obstrucción a los atractivos turísticos próximos.

3.12 Usos del Territorio

De acuerdo a la información recopilada, lo usos identificados se distribuyen según lo siguiente:

-) Usos de Suelo Infraestructura Energía
-) Usos de Suelo Infraestructura Vial
-) Usos de Suelo Natural

De estos, el de mayor relevancia lo constituye la Infraestructura de Energía asociada a la construcción de la Central Geotérmica Pabellón que se distribuye a lo largo de toda la Pampa Apacheta. Lo sigue en importancia la Infraestructura Vial, la que corresponde a la red de caminos de acceso que sustenta la conectividad de las áreas que presentan un uso de Infraestructura Energía. Por otra parte el Uso de Suelo Natural constituye a toda la extensión de la Pampa Apacheta que no posee un uso de Infraestructura de Energía o Vial.

El análisis de los IPTs que definen las características y zonificación de los usos permitidos, se identificó que actualmente la comuna de Ollagüe cuenta con un Plan Regulador Comunal que no considera el área donde se emplaza el Proyecto, motivo por el cual, el sector se constituye como un área rural, condición que es normada por la LGUC y OGUC que establecen los procedimientos para las intervenciones al interior de dicha zonificación.

Respecto al catastro de elementos relevantes identificados al interior del área de estudio, la información señala que se identificaron 17 elementos clasificados de acuerdo a lo siguiente:

-) Infraestructura Energía: 16 elementos, consistente ocho (8) torres de alta tensión y su respectiva línea de transmisión, cinco (5) plataformas de perforación, una (1) subestación elevadora, un (1) sector habilitado como instalación de faena y una (1) Planta Binaria de generación eléctrica actualmente en construcción
-) Infraestructura Vial: 2 elementos, que corresponden a la red de caminos de acceso al Proyecto Central Geotérmica Pabellón y al camino de acceso a la Pampa Perdiz.

3.13 Medio Humano

El Proyecto se ubica en la comuna de Ollagüe, Región de Antofagasta, mientras que el campamento requerido para la fase de construcción y ya aprobado, se emplaza en la comuna de Calama. Los asentamientos humanos más próximos al Proyecto son San Pedro Estación y Cupo. El Proyecto y el campamento mencionado, además, se ubican en el Área de Desarrollo Indígena Alto El Loa, dentro de la cual dos comunidades tienen demandas territoriales que se superponen con el área del Proyecto y el Campamento: la Comunidad Indígena del Pueblo de San Pedro (cuyo espacio territorial demandado se superpone con el área del Proyecto y el campamento), y la comunidad atacameña de Cupo (cuyo espacio territorial demandado se superpone con el área del campamento requerido en fase de construcción y ya aprobado).

En cuanto a si el Proyecto generará alteraciones significativas en los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos identificados en el área de influencia, en cualquier de sus fases, se puede establecer:

-) Dimensión geográfica, el Proyecto no generará impactos significativos puesto que no se verá afectada la distribución de los grupos humanos en el territorio ni la estructura espacial de sus relaciones, la tenencia de la tierra ni los flujos de comunicación o de transporte.
-) Dimensión demográfica, el Proyecto no generará impactos significativos ya que no se afectará la estructura de la población.



- J) Dimensión antropológica, el Proyecto se ubica sobre reclamaciones territoriales realizadas por la Comunidad Indígena Quechua del Pueblo de San Pedro y la Comunidad Indígena Atacameña de Cupo emplazándose en o próxima a población protegida por leyes especiales.
- J) Dimensión socioeconómica, EL Proyecto no generará variaciones relevantes ya que el proyecto no hará ocupación de áreas utilizadas actualmente por la población identificada.
- J) Dimensión de bienestar social básico, el Proyecto no afectará el acceso a bienes, equipamientos o servicios asociados al bienestar básico, ya que la población local reside en un área rural en que los habitantes satisfacen sus necesidades de bienes de consumo y servicios básicos en las localidades cercanas y alejadas del Proyecto, como la localidad de Ollagüe o Calama.

3.14 Proyectos o actividades que cuenten con RCA

En el área de influencia se identificó un universo de 14 proyectos aprobados, de los cuales 8 se ubican en la comuna de Ollagüe y 6 corresponden a proyectos interregionales. Del total de proyectos identificados, existen dos que se encuentran al interior del área de influencia definida de 1,5 kilómetros respecto al Proyecto Ampliación Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón; ambos se encuentran actualmente en fase de construcción, finalizando éstas, de manera conjunta, en mayo de 2018, fecha en la cual comenzará la construcción de la Ampliación Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón, para luego materializar sus fases de operación y cierre de manera conjunta. De acuerdo a esto, se ha identificado de manera preliminar que existe la posibilidad de que ocurran efectos sinérgicos en los componentes calidad del aire y ruido, debido a la superposición de las emisiones respectivas del Proyecto durante las fases de construcción, operación y cierre, y en el componente paisaje, debido a que las obras físicas que componen el Proyecto se emplazarán adyacentes o muy cercanas a las de los proyectos relacionados, causando así una mayor intervención del paisaje.

4. Predicción de impactos y riesgos ambientales

El Proyecto Ampliación Central Geotérmica Cerro Pabellón ha identificado impactos ambientales, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente y en concordancia con el D.S. N° 40/13 Reglamento del SEIA. Se identificaron para las diferentes fases, actividades y componentes involucrados en el proyecto, un total de 9 impactos durante las fases de Construcción, Operación y/o Cierre del Proyecto. En la fase de construcción se identificaron 9 impactos, de los cuales, 1 corresponden a negativos significativos. En tanto durante las fases de operación se identificaron 7, de los cuales, 2 se calificaron como significativos. Finalmente, en la fase de cierre se identificaron 4, de los cuales ninguno fue calificado como negativo significativo.

En la tabla siguiente se presentan los impactos Negativos Significativos potenciales de los cuales el Proyecto se hace cargo específicamente.

Tabla 9 Impactos significativos del Proyecto

Componente del Ambiente	Código	Impacto	Fase
Paisaje	PA-02	Aumento de la Artificialidad por el Proyecto	Construcción y Operación
Medio Humano	DA-01	Instalación y uso de obras sobre territorio reclamado por comunidad indígena Pueblo San Pedro y Cupo	Operación

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen brevemente las características de esos impactos:



Impacto PA-02 Aumento de la Artificialidad por el Proyecto

Este impacto se producirá debido a la construcción y operación del Proyecto. Estas obras y actividad generara la aparición en algunos segmentos visibles del proyecto según la intervisibilidad detallada en el Capítulo 4 de Línea de Base, principalmente asociados a las obras de generación, lo que incorpora una nueva pérdida en el nivel de naturalidad al interior del área de influencia visual del proyecto, principalmente vinculada a la alteración de atributos sobre un área calificada con un valor paisajístico de nivel Alto. A partir de los observadores del Proyecto, la intervisibilidad general del mismo determina la modificación de la calidad visual, en función de la calidad de cada segmento de la unidad de paisaje Pampa Apacheta.

Impacto DA-01 Instalación y uso de obras sobre territorio reclamado por comunidad indígena Pueblo San Pedro y Cupo

El impacto ocurre por la localización del Proyecto sobre un territorio reclamado por la comunidad Pueblo de San Pedro, dentro del Área de Desarrollo Indígena (ADI) Alto Loa; como también por el uso del campamento del proyecto original localizado sobre territorios de la comunidad Cupo, durante las fases de construcción y operación del proyecto.

En el caso de la Comunidad Indígena Quechua del Pueblo de San Pedro, su reclamación de territorio se traslapa con grupos de turbina y generadores, torres de enfriamiento, transformadores y equipos eléctricos necesarios para la ampliación de la Central.

En el caso de la Comunidad Indígena Atacameña de Cupo, su reclamación de territorio se superpone con el campamento que utilizará para la ejecución de la construcción del proyecto, el cual se encuentra aprobado por Res. Exenta N° 086/2012.

5. Justificación presentación EIA

De acuerdo al análisis realizado, el Proyecto debe ingresar al SEIA a través de un EIA dado que:

- a) El Proyecto se localizará próximo a poblaciones protegidas por leyes especiales, por tanto, se requiere ingresar al SEIA mediante un EIA por los efectos, características y circunstancias consideradas en el literal d) del artículo 11 de la Ley N° 19.300, y artículo 8 del Reglamento del SEIA.
- b) El Proyecto afectará elementos del medio ambiente de zonas con valor paisajístico, por tanto, se requiere ingresar al SEIA mediante un EIA por los efectos, características y circunstancias consideradas en el literal e) del artículo 11 de la Ley N° 19.300, y en el literal b) del artículo 9 del Reglamento del SEIA.

6. Potenciales riesgos que el proyecto o actividad podría generar en la salud de las personas

De acuerdo a lo solicitado en el literal h) del artículo 18 del D.S. N° 40/2013 RSEIA, cuando el proyecto o actividad deba presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) por generar riesgo para la salud de la población a que se refiere la letra a) del artículo 11 de la Ley, y además no existieran Normas Primarias de Calidad o de Emisión en Chile o en los Estados de referencia que señale el artículo 11 del RSEIA, el Titular deberá considerar el desarrollo de un capítulo específico, relativo a los potenciales riesgos que el proyecto o actividad podría generar en la salud de las personas.

Respecto a la primera condición para desarrollar el capítulo indicado, a partir del análisis sobre si el Proyecto "Ampliación Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón" generará o presentará riesgo para la salud de la población, realizado en el acápite 6.3.1 del Capítulo 6 del presente EIA, se concluyó que dicho criterio no figura como causal de ingreso al SEIA mediante un EIA.



En cuanto a la segunda condición, en Chile existen normas primarias de calidad de aire¹ y normas de emisión asociadas a los componentes ruido², aire y agua, todas aplicables al rubro del Proyecto.

Atendiendo a todo lo anterior, se determina que no es necesario el desarrollo de este capítulo.

7. Plan de Medidas Ambientales

El Proyecto en función de los impactos identificados, plantea una estrategia completa para enfrentarlos de manera efectiva y oportuna, estableciéndose, por una parte, el Plan de Medidas Ambientales, cuyo objetivo es hacerse cargo de los impactos significativos generados por el Proyecto. En la Tabla 10 se presentan los impactos ambientales negativos significativos analizados en el EIA para los cuales se han dispuesto las medidas de manejo.

Tabla 10 Impactos negativos significativos que presentan medidas ambientales

Componente del Ambiente	Impacto	Medida adoptada	Fase
Medida de Mitigación			
Paisaje	Pa-02 Aumento de la Artificialidad por Proyecto	MM-Pa-01 Uso de colores adecuados al fondo escénico	Construcción y Operación
Medidas de Compensación			
Medio Humano Dimensión Antropológica	DA-01 Instalación y uso de obras sobre territorio reclamado por comunidad indígena Pueblo San Pedro y Cupo	MC-DA-01 Programa de Desarrollo Local	Operación

Fuente: Elaboración propia.

8. Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias

Las contingencias o emergencias presentadas en el Proyecto son aquellos que afectan la salud de las personas y/o al medio ambiente, para cada uno de ellos se presentan las medidas de prevención y control de accidentes o contingencias. En función de los Riesgos identificados, las contingencias consideradas, son aquellas posibles de ocurrir en caso que las medidas de prevención de riesgos definidas para cada riesgo sean superadas. Los riesgos identificados corresponden a:

¹ Normas de calidad de aire: D.S. N° 59/2001 de MINSEGPRES, Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10, en Especial de los Valores que definen Situaciones de Emergencia. D.S. N° 12/2011 de MINSEGPRES, Establece Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP 2,5. Norma MPS: Norma Suiza (Ordenanza sobre el control de la contaminación del aire, 1985, revisada en julio de 2010 por el Consejo Federal Suizo).

² Norma de emisión de Ruido: D.S. N° 38/2012, Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica, elaborada a partir de la revisión del Decreto N° 146, de 1997, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.



Tabla 11 Principales Riesgos identificados del Proyecto

Riesgo	Definición	Posibles emergencias	Fase del Proyecto
Riesgos Antrópicos			
RA-01 Riesgo de pérdida de ejemplares de flora con problemas de conservación	Este riesgo se asocia a una intervención involuntaria en el sector donde se ubican ejemplares de Llareta (<i>Azorella compacta</i>). Para evitar ello, es necesario cuidar tanto las poblaciones de la especie que se encuentran en la zona limitada al Proyecto como en sus alrededores.	Corta, descegado y/o destrucción de individuos de <i>Azorella compacta</i>	Construcción
RA-02 Riesgo de alteración accidental de sitios arqueológicos	Existe el riesgo que en las actividades de construcción del Proyecto, se genere algún tipo de alteración involuntaria de los sitios arqueológicos, identificados durante la línea base, o bien de hallazgos arqueológicos con motivo de las excavaciones a realizar.	Daño de bien patrimonial tangible, hallado fortuitamente.	Construcción
RA-03 Riesgo de incendio en el área de las faenas	El riesgo de incendio se refiere a la presencia de una condición que favorezca el inicio o propagación del fuego y que puede representar un peligro a la vida de las personas, a la propiedad y/o al ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Incendio en las instalaciones del Proyecto. - Incendio forestal en áreas circundantes al Proyecto. 	Construcción y Operación
RA-04 Riesgo de volcamiento/choque/colisión durante el transporte de materiales, insumos y personal	Riesgo asociado al tránsito vehicular en el área del Proyecto y vías de acceso, debido al transporte de insumos, materiales y personal. La ocurrencia de accidentes puede producirse por malas maniobras de conducción, malas condiciones de vehículos y caminos utilizados en el Proyecto, condiciones climáticas desfavorables, entre otras.	<ul style="list-style-type: none"> - Volcamiento del vehículo. - Choque del vehículo. - Colisión del vehículo. 	Construcción
RA-05 Riesgo de derrame de sustancias peligrosas	La operación de vehículos motorizados y la eventual necesidad de efectuar labores de mantención y reabastecimiento en el área del Proyecto, implica la existencia de contingencias asociadas a derrames de combustible, aceites u otras sustancias sobre el terreno natural durante la construcción y operación.	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame de sustancias peligrosas durante el transporte de las mismas. - Derrame de sustancias peligrosas en el área de almacenamiento. - Derrame de combustible líquido en el área de descarga. - Derrame por fuga desde tuberías en estanque de petróleo diésel. - Fuga de productos químicos, como aceite dieléctrico. 	Construcción, Operación y Cierre



Riesgo	Definición	Posibles emergencias	Fase del Proyecto
RA-06 Riesgo de pérdida de ejemplares de fauna	El riesgo de pérdida de ejemplares dice relación con la caza furtiva que pueda sufrir la fauna silvestre a manos del personal asociado al proyecto o producto de atropellos vinculados a los vehículos que circulen por el sector. Las especies potencialmente afectadas corresponden a: zorro chilla (<i>Pseudalopex griseus</i>) y vicuña (<i>Vicugna vicugna</i>) y perdiz de la puna (<i>Tinamotis pentlandii</i>).	- Caza de fauna silvestre.	Construcción, Operación y Cierre
RA-07 Riesgo de estimular cambios en la conducta alimenticia de fauna silvestre	El riesgo de cambios en la conducta alimenticia se asocia principalmente a la especie zorro chilla (<i>Pseudalopex griseus</i>), la cual es reconocida por su alta capacidad de utilizar los recursos disponibles. En este sentido, la directa alimentación de ejemplares y/o dejar a disposición residuos domiciliarios orgánicos, pueden generar cambios en la conducta alimenticia de ejemplares de esta especie.	-Domesticación de fauna silvestre	Construcción, Operación y Cierre
RA-08 Riesgo de derrame de fluido geotérmico por ruptura de tuberías de transporte	La ruptura de las tuberías de transporte de fluido geotérmico, que generaría un derrame superficial del fluido, puede ocurrir debido a aspectos de corrosión y/o a eventos accidentales por impacto de maquinarias y vehículos	-Ruptura de tuberías de transporte d efluído geotermal	Operación
Riesgos Naturales			
RN-01 Riesgo de eventos naturales	Riesgo proveniente de fenómenos ajenos al Proyecto. Se han identificado como principales peligros de este tipo el evento sísmico de gran magnitud y sucesos meteorológicos extremos.	- Pérdidas y daños por sismo de gran magnitud. - Pérdidas y daños por inclemencias del tiempo (lluvia, viento, otros).	Construcción, Operación y Cierre

Fuente: Elaboración propia.

9. Plan de Seguimiento Ambiental

El Plan de Seguimiento Ambiental compila las actividades de gestión ambiental orientadas al seguimiento y verificación de la efectividad de las medidas de mitigación y compensación establecidas en el Plan de Medidas Ambientales presentado en el Capítulo 8 del presente EIA. La Tabla 12 entrega las actividades de seguimiento propuestas:

Tabla 12 Seguimiento de medidas ambientales propuestas

Componente del Ambiente	Impacto	Medida adoptada	Medida de Seguimiento
Medidas de Mitigación			
Paisaje	Pa-02 Aumento de la Artificialidad por Proyecto	MM-Pa-01 Uso de colores adecuados al fondo escénico	PS-Pa-01 Verificación de colores utilizados
Medidas de Compensación			



Componente del Ambiente	Impacto	Medida adoptada	Medida de Seguimiento
Medio Humano Dimensión Antropológica	DA-01 Instalación y uso de obras sobre territorio reclamado por comunidad indígena Pueblo San Pedro y Cupo	MC-DA-01 Programa de Desarrollo Local	PS-DA-01 Seguimiento Plan de Desarrollo Local

Fuente: Elaboración propia.

10. Plan de Cumplimiento Legislación Ambiental y Permisos Ambientales Sectoriales

A continuación se mencionan las principales normas ambientales que el Proyecto debe cumplir. El análisis completo de las normas consideradas en el EIA y su forma de cumplimiento se encuentra en el Capítulo 11 de dicho documento.

10.1 Normas generales aplicables al Proyecto

D.S. N° 100, Fija El Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile

Ley N° 19.300, Aprueba Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

D.S. N° 40, Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Ley N° 20.417, Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente

Ley N° 19.657, de 1999, Sobre Concesiones de Energía Geotérmica

Decreto Supremo N° 32, de 2004, Reglamento para la Aplicación de la Ley N° 19.657, Sobre Concesiones de Exploración y Explotación de Energía Geotérmica.

10.2 Normas de ordenamiento territorial

D.F.L. N° 458, Ley General de Urbanismo y Construcciones

D.S. N° 47, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo

10.3 Normas relacionadas con el suministro de agua potable

D.S. N° 594, Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo

Decreto Exento N° 446, Requisitos de Agua Potable

Decreto Supremo N° 735. Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo Humano

10.4 Normas de emisiones, descargas y residuos

10.4.1 Emisiones atmosféricas

D.S. N° 59, Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10, en Especial de los Valores que definen Situaciones de Emergencia

D.S. N° 12, Establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP 2,5

D.S. N° 144, Establece Normas para Evitar Emanaciones o Contaminantes de cualquier Naturaleza

D.S. N° 47, Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones – Fija Nuevo Texto de la Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones

D.F.L. N° 1, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley de Tránsito



D.S. N°138. Establece Obligación de Declarar Emisiones que Indica
D.S. N° 4, Establece Norma de Emisión de Contaminantes Aplicables a los Vehículos Motorizados y Fija los Procedimientos para su Control
D.S. N° 279, Aprueba Reglamento para el Control de la Emisión de Contaminantes de Vehículos Motorizados de Combustión Interna
D.S. N° 55, Establece Normas de Emisión Aplicables a Vehículos Motorizados Pesados
D.S. N° 54, Establece Normas de Emisión Aplicables a Vehículos Motorizados Medianos que Indica
D.S. N° 211, Establece Normas sobre Emisiones de Vehículos Motorizados Livianos
D.S. N° 75, Establece Condiciones para el Transporte de Cargas que Indica
Decreto con Fuerza de Ley N° 725, de 1967, Código Sanitario

10.4.2 Emisiones de ruido

D. S. N° 47, Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones – Fija Nuevo Texto de la Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones
D.S. N° 38, Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes Fijas
D.S. N° 594, Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo

10.4.3 Residuos líquidos

D.S. N° 594, Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo
D.F.L. N° 725, Código Sanitario
D.S. N° 236, Reglamento General de Alcantarillados Particulares Fosas Sépticas, Cámaras Filtrantes, Cámaras de Contacto, Cámaras Absorbentes y Letrinas Domiciliarias
NCh1333.Of 78, Requisitos de calidad de agua para diferentes usos
Decreto Supremo N° 867/78 del Ministerio de Obras Públicas, Declara Oficial NCh. 1333. Of 78, Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos

10.4.4 Residuos sólidos

D.S. N° 594, Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo
D.F.L. N° 725, Código Sanitario

10.4.5 Residuos peligrosos

D.S. N° 148, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos
Resolución Exenta N° 359/05, Aprueba Documento de Declaración de Residuos Peligrosos
Resolución Exenta N° 499/06, Aprueba Documento Electrónicos de Declaración de Residuos Peligrosos
Resolución N° 5.081 de 1993, del Ministerio de Salud. Establece Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales
D.S. N° 298, Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos

10.5 Normas relacionadas con manejo de sustancias peligrosas

D.S. N° 78 Reglamento sobre Almacenamiento de Sustancias Peligrosas
Res. Ex. N° 610/1982, Prohíbe el uso de Bifinélidos Policlorinados (PCB) en equipos eléctricos.
NCh N° 389 de 1982, Sustancias peligrosas - Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables - Medidas generales de seguridad
D.S. N° 594, Aprueba Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo
Resolución N° 1.001 de 1997. Establece obligatoriedad de notificar al Servicio de Salud Antofagasta accidentes por derrames de productos químicos



Decreto Supremo N° 43, de 2004, Declara Oficial NCh 2190 Of.2003 transporte de sustancias peligrosas, distintivos para identificación de riesgos

10.6 Normas relacionadas con componentes ambientales

10.6.1 Flora, Vegetación y Fauna Terrestre

Ley N° 19.473, Sustituye Texto de la Ley N° 4.601, Sobre Caza, y Artículo 609 del Código Civil

D.S. N° 5, Aprueba Reglamento de la Ley De Caza

Ley N° 20.283, Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal

Decreto Supremo N° 4.363, Ministerio de Tierras y Colonización, Aprueba Texto Definitivo de la Ley de Bosques, Decreto Ley N° 2565/1979 del Ministerio de Agricultura, que sustituye el Decreto Ley N° 701/74 y Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal

D.S. N° 93, Reglamento general de la ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal

D.L. N° 3.557, Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola

Resolución Exenta N° 2.859, de 2007, Modifica la Resolución Exenta N° 133, de 2005, ambas del Servicio Agrícola y Ganadero, que establece regulaciones cuarentenarias para el ingreso de embalaje de madera

Resolución 133 Exenta, Establece Regulaciones Cuarentenarias para el Ingreso de Embalajes de Madera

10.6.2 Patrimonio Cultural

Ley 17.288, Legisla sobre Monumentos Nacionales.

D.S. N° 484 Reglamento de la Ley N° 17.288, Sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas

10.6.3 Medio Humano

Ley N° 19.253 de 1993. Establece Norma sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas y Crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, del Ministerio de Planificación y Cooperación

Decreto Supremo N° 236, de 2008, Promulga el Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre "Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes" del Ministerio de Relaciones Exteriores

10.7 Normas específicas de la actividad

D.F.L. N° 4, Fija texto refundido, coordinado y sistematizado del D.F.L. N° 1, de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en Materia de Energía Eléctrica

Norma Oficial NSEG 5 E.n. 71, Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes

D.S. N° 327 de 1997, Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos

Decreto Supremo N° 115/04 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, aprobatorio de la "Norma Técnica NCh Elec. N° 4/03, Instalaciones de Consumo de Baja Tensión

Norma NCh Elec. N° 10/84, Trámite para la puesta en servicio de una instalación interior

D.S. N° 158, Establece Límite de Pesos por Eje y Límites de Peso Bruto Total

Decreto con Fuerza de Ley N° 1, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley de Tránsito Resolución N° 19, modificada por Decreto N° 1.665, Deroga Decreto N° 1.117 de 1981, sobre autorización para circulación de vehículos que exceden pesos máximos

D.S. N° 200, Establece pesos máximos a los vehículos para circular en las vías urbanas del país

D.S. N° 80, Reglamenta el transporte privado remunerado de pasajeros

Resolución N° 1, Establece dimensiones máximas a vehículos que indica

D.S. N° 160, Aprueba Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquidos

D.F.L. N° 850, Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 15.840, de 1964 y del D.F.L. N° 206 de 1960, Ley Orgánica del Ministerio de Obras Públicas



D.S. N° 43/13 Norma de emisión para la circulación de la contaminación lumínica, elaborada a partir de la revisión del decreto N° 686, de 1998, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción

10.8 Permisos y Pronunciamientos Ambientales Sectoriales

De acuerdo a las características del Proyecto, se ha determinado que no se requerirán Permisos o Pronunciamiento Ambientales Sectoriales, establecidos en el Reglamento del SEIA:

11. Compromisos Ambientales Voluntarios

De acuerdo a lo establecido en la letra m) del artículo 18 del D.S. N° 40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante el RSEIA) del Ministerio de Medio Ambiente, el cual establece que los Estudios de Impacto Ambiental deben considerar “la descripción del contenido de aquellos compromisos ambientales voluntarios, no exigidos por la legislación vigente, que el titular del proyecto o actividad contemple realizar, con la indicación precisa del lugar y momento en que se verificarán, así como los indicadores de cumplimiento, si corresponde. Entre dichos compromisos, se podrá considerar los que se hacen cargo de los impactos no significativos y los asociados a verificar que no se generen impactos significativos”.

En este contexto, el Titular informa que no se consideran compromisos ambientales voluntarios como parte de la presentación del Proyecto “Ampliación Proyecto Central Geotérmica Cerro Pabellón” al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).