ANEXO 4-2

MODELACIÓN COMPONENTE RUIDO

ÍNDICE

1. PREDICCION SONORA 3

2. EVALUACION NORMATIVA 17

3. Plan de seguimiento 20

4. ANÁLISIS FINAL Y CONCLUSIONES 22

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del software de modelación 3

Tabla 2. Variables meteorológicas consideradas en la modelación 3

Tabla 3. Fuentes de ruido en la etapa de construcción y NWS en dBA. 7

Tabla 4. Fuentes de ruido en la etapa de operación y NWS en dBA 13

Tabla 5. Proyección de velocidad de partícula en puntos receptores 16

Tabla 6. Límite normativo según D.S.146/97 del MINSEGPRES 17

Tabla 7. Límites definidos por agencia OSM para vibraciones. 18

Tabla 8. Límites definidos por agencia USBM para vibraciones. 18

Tabla 9. Límites definidos por agencia OSM y USBM por punto y distancia de tronadura. 18

Tabla 10. Evaluación normativa – etapa de construcción yacimiento 18

Tabla 11. Evaluación normativa – etapa de construcción caminos y acueducto 19

Tabla 12. Evaluación normativa – etapa de construcción sitio de acopio en Arica 19

Tabla 13. Evaluación normativa – etapa de operación yacimiento 19

Tabla 14. Evaluación normativa – etapa de operación sitio de acopio en Arica 19

Tabla 15. Evaluación vibraciones por tronadura 19

Tabla 16. Programa se seguimiento componente Ruido. 20

1. PREDICCION SONORA

Para evaluar los impactos esperados en esta componente ambiental, se estima el nivel de ruido generado por el Proyecto en la etapa de construcción y operación utilizando para ello un software de modelación sonora que considera dentro de la proyección sonora variables tales como topografía del sector, la ubicación de las fuentes de ruido y su nivel de emisión sonora.

1.1. Software de modelación

La predicción de los niveles de ruido durante la etapa de construcción y operación del Proyecto se realizó mediante el software de modelación MERA V 1.4.

Este programa basa su algoritmo de predicción en la Norma ISO 9613 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere; Part 2: General method of calculation" y Concawe.

Considera la digitalización en 3 dimensiones del área evaluada, incluyendo volúmenes, cotas de nivel y absorción sonora.

Tabla 1. Características del software de modelación

Modelo:	ISO 9613 parte 1 y 2, Concawe
Fuente:	Potencia en banda de octava
Tipo de fuente:	Puntual, lineal y superficial
Correcciones:	Divergencia geométrica
	Absorción atmosférica
	Efecto del terreno
	Obstáculos
	Barrera
	Velocidad del viento
	Estabilidad atmosférica

Se considera para efectos de evaluar las emisiones de ruido las siguientes condiciones climáticas.

Tabla 2. Variables meteorológicas consideradas en la modelación

Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad de Viento (m/s)	Estabilidad atmosférica
25	40	2 m/s	Neutra a estable

Fuente: www.meteochile.cl

1.2. Etapa de Construcción

La etapa de construcción implica distintas actividades potencialmente ruidosas dentro de las cuales destacan las siguientes:

- Instalación de faenas y preparación del terreno.
- Construcción de accesos, caminos internos e instalación de acueducto.
- Construcción y montaje de planta de beneficio e infraestructura de apoyo.
- Construcción sitio de acopio.

a) Instalación de faenas y preparación del terreno

En esta etapa se realizará movimiento de tierra que corresponderá principalmente a la excavación para la adecuación de los terrenos, construcción del depósito de lamas y construcción de un sistema de canalización de aguas lluvias. Además contempla la instalación de contenedores modulares prefabricados para el uso de comedores, los cuales dispondrán de los muebles adecuados, lavaderos y receptáculos identificados para la recolección de los desechos domésticos que se generen. Se llevarán también baños químicos y se construirán un sistema de alcantarillado por fosa séptica mientras se construye la planta de tratamiento de aguas servidas.

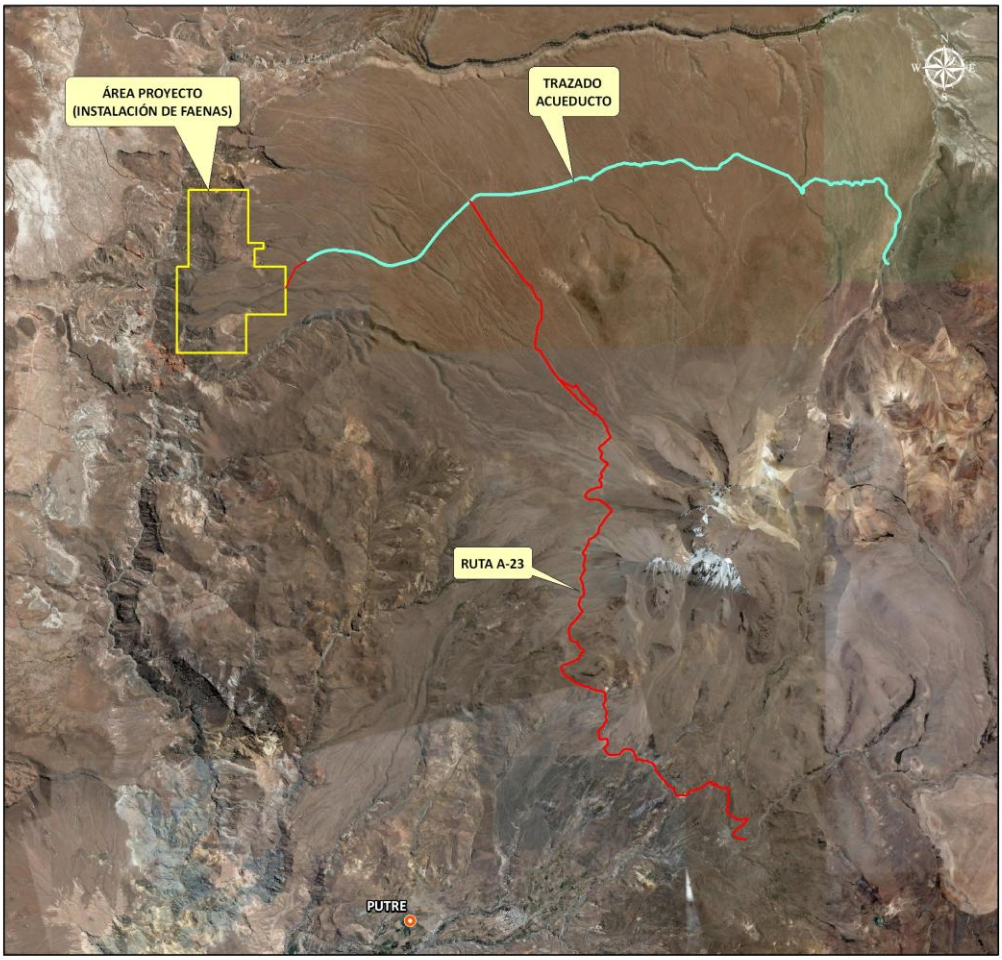
b) Construcción de accesos, caminos internos e instalación de acueducto

El Proyecto requiere el mejoramiento de caminos o huellas existentes, así como la habilitación de nuevos caminos a fin de proveer accesos adecuados a maquinarias y equipos hasta los distintos sectores del Proyecto. La habilitación de caminos se realizará mediante el método convencional de corte, relleno, nivelación y compactación de la carpeta de rodado.

Para acceder al lugar donde se emplazará la faena minera se construirá un camino de acceso, a partir de un empalme con la Ruta A-23, a la altura del km 30 contado desde su nacimiento en la ruta CH-11. Además el Proyecto contempla el mejoramiento de la ruta A-23 desde el nacimiento en la ruta CH-11 al empalme con el camino de acceso a la altura del Km 30.

Con respecto a la construcción del acueducto, se utilizarán tuberías de 8" de diámetro para la conducción del agua hasta la faena. La tubería irá en superficie cubierta con tierra en la mayor parte de su recorrido.
La ubicación de la Ruta A-23 y camino de acceso del Proyecto es el siguiente:

Figura 1: Ruta A-23 y camino de acceso del Proyecto.



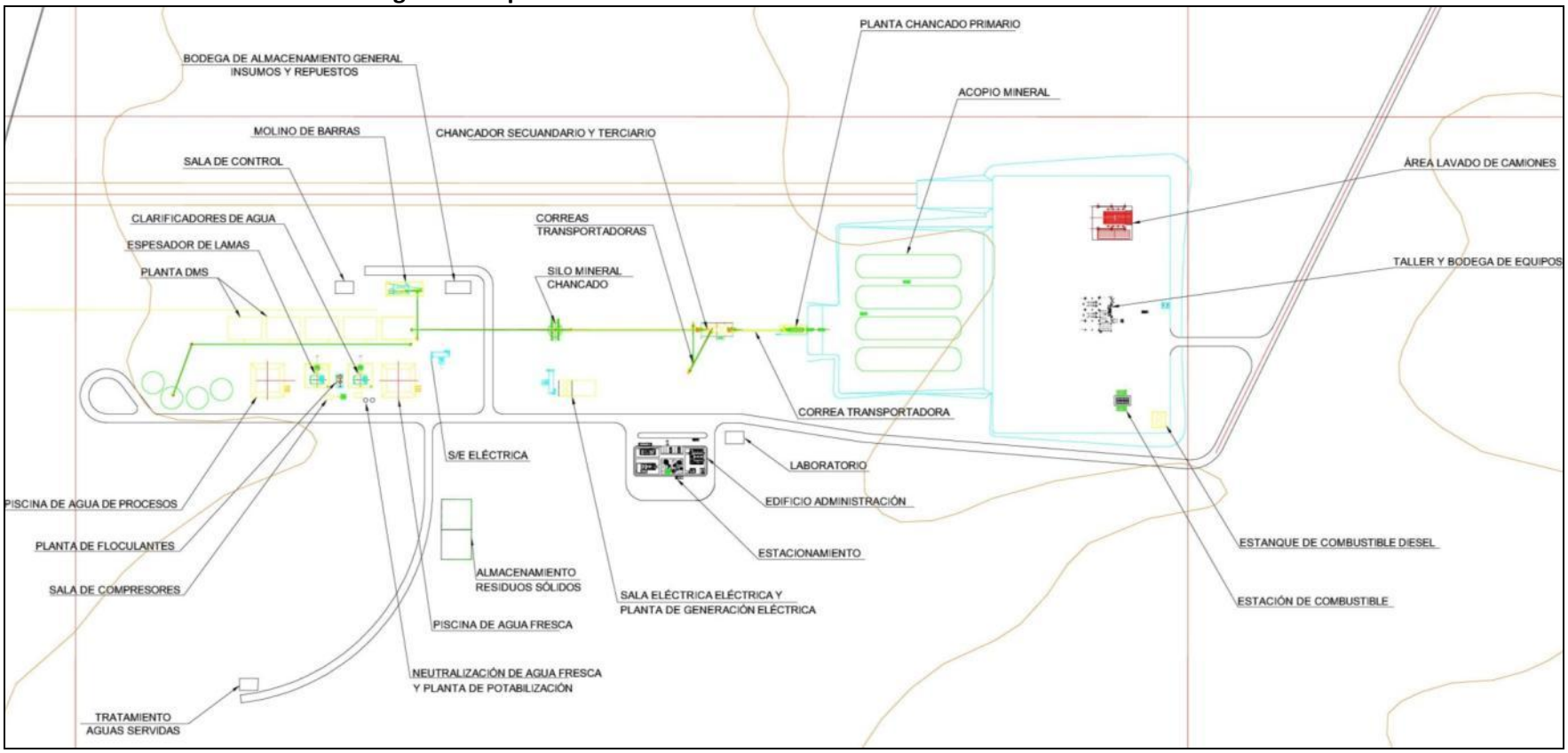
Fuente: elaboración propia en base a google earth

c) Construcción y montaje de planta de beneficio e infraestructura de apoyo

La infraestructura necesaria para la etapa de operación del Proyecto será construida e instalada durante esta etapa. La infraestructura consistirá en el montaje de instalaciones de mina (talleres, oficinas), planta de chancado y equipos para concentración por medios densos. Además, se construirán los sistemas de abastecimiento de agua, de energía eléctrica, bodegas, casa de cambio, planta de tratamiento aguas servidas, laboratorio, etc.

Las obras principales corresponderán a construcción de fundaciones de edificios y equipos, instalación de infraestructura y montaje de equipos. Los edificios de la planta de beneficio serán abiertos, sin techumbre ni revestimiento lateral. La bodega y talleres serán de acero estructural con revestimiento superior y lateral de chapa y techos. Los edificios administrativos y auxiliares localizados en la mina y en las áreas de la planta serán de construcciones modulares cerradas.

Figura 2: Disposición General de Instalaciones de Planta e Infraestructura.



e) Construcción sitio de acopio

El edificio de acopio en Arica está localizado en el Parque Industrial Puerta de América donde ocupa una superficie de 16.000 m^2. Será un galpón cuya estructura es de acero estructural y construido sobre hormigón, muros de contención, revestido con una membrana de PVC.

Figura 3: Emplazamiento Sitio de Acopio en Arica



Los equipos y maquinarias con su correspondiente Nivel de Potencia Sonoro (ref 10-12W) contemplados para las faenas descritas se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 3. Fuentes de ruido en la etapa de construcción y NWS en dBA.

ACTIVIDAD	MAQUINARIA	NWS (dBA)
Instalación de faenas y preparación del terreno	Bulldozer	105
	Retroexcavadora	101
	Camión Tolva	102
	Motoniveladora	103
	Rodillo	106
	Grúa	99
Construcción de caminos e instalación de acueducto	Camión Tolva	102
	Motoniveladora	103

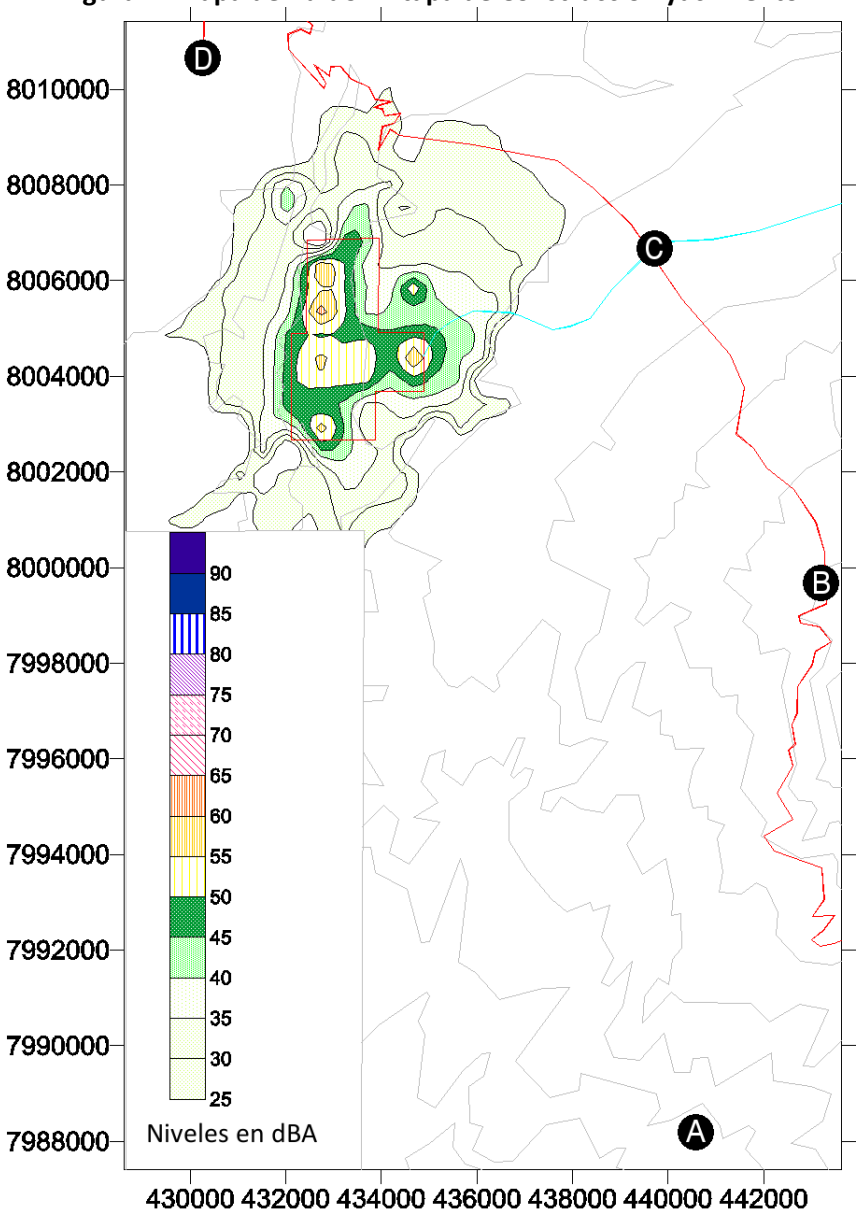
	Retroexcavadora	101
	Grúa	99
Construcción planta de beneficio	Soldadora	101
	Equipo perforación	111
	Compresor	105
	Retroexcavadora	101
	Camión Tolva	102
	Motoniveladora	103
	Rodillo	106
	Plataforma tijera/cesta elevadora	91
	Grúa	99
Construcción sitio de acopio	Retroexcavadora	101
	Camión Tolva	102
	Motoniveladora	103
	Rodillo	106
	Camión mixer	107
	Corte material	109
	Grúa	99

Fuente: Mediciones realizadas por el consultor en proyectos similares. Update of Noise database for prediction of noise on construction and open sites (contained in Annex C, Part 1 of BS5228). Departament For Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), 2004.

El mapa de ruido siguiente presenta los niveles de ruido esperados para la etapa de construcción del Proyecto, excluyendo fuentes de ruido ajenas a esta. El cálculo se realizó sobre una grilla de 500x500 metros considerando las fuentes de ruido descritas anteriormente.

Para la construcción de acueducto y mejoramiento de caminos la proyección se realiza sobre los puntos receptores A y D por corresponder a los puntos con presencia habitacional.

Figura 4: Mapa de Ruido – Etapa de Construcción yacimiento



Los niveles de ruido previstos producto de las faenas de construcción en el sector del yacimiento son menores a 20 dBA siendo imperceptible auditivamente.

Para el caso de las faenas de construcción del camino de acceso a la obra se realiza una modelación a menor escala sobre los puntos A y B considerando la menor distancia que existe desde el camino a estos receptores.

Figura 5: Mapa de Ruido – Etapa de Construcción camino y acueducto sobre punto D.

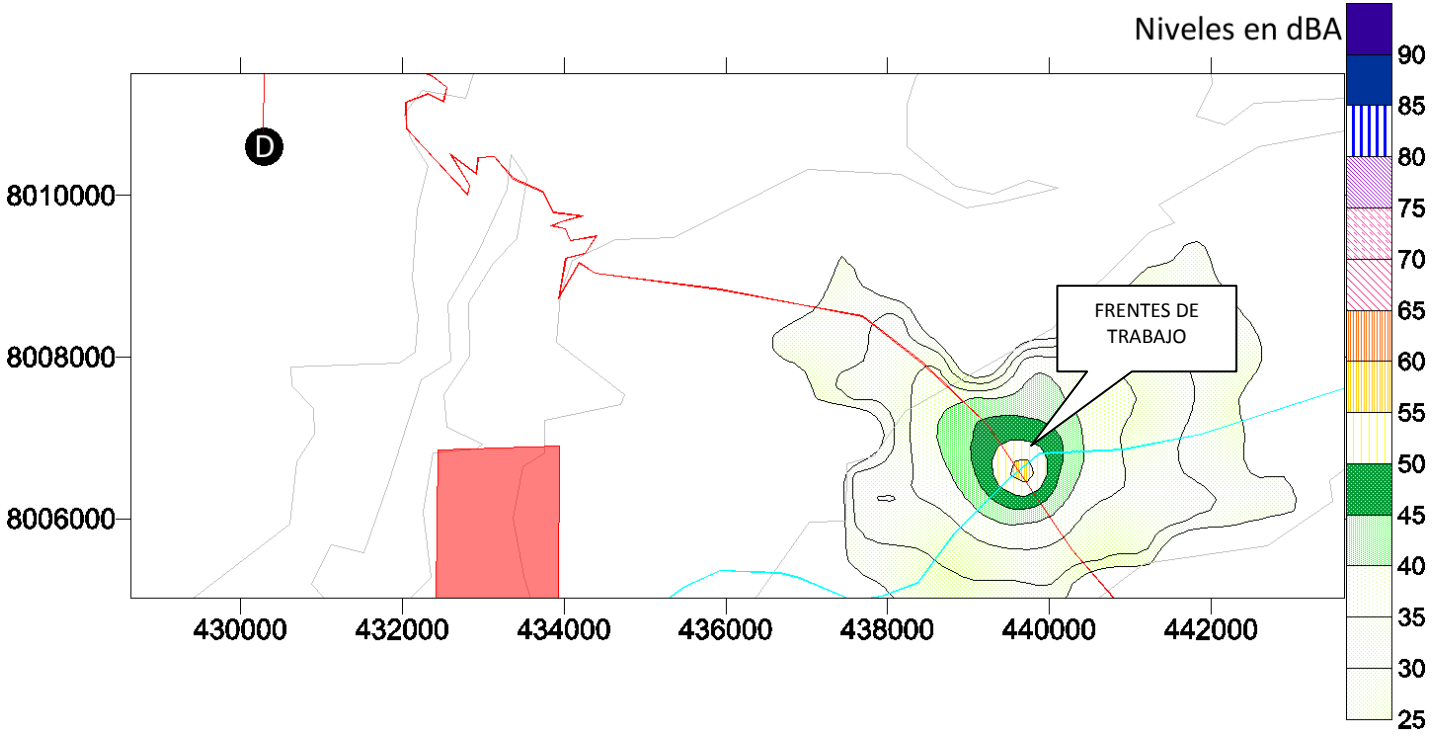
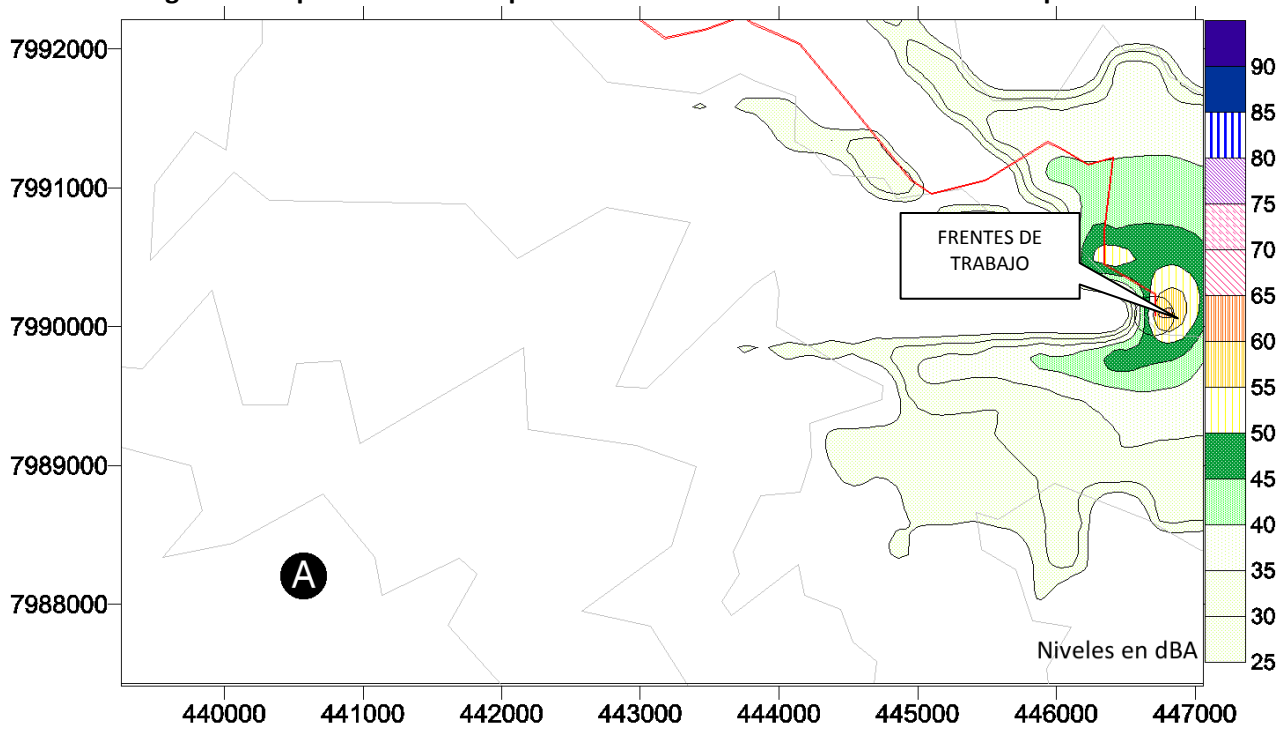
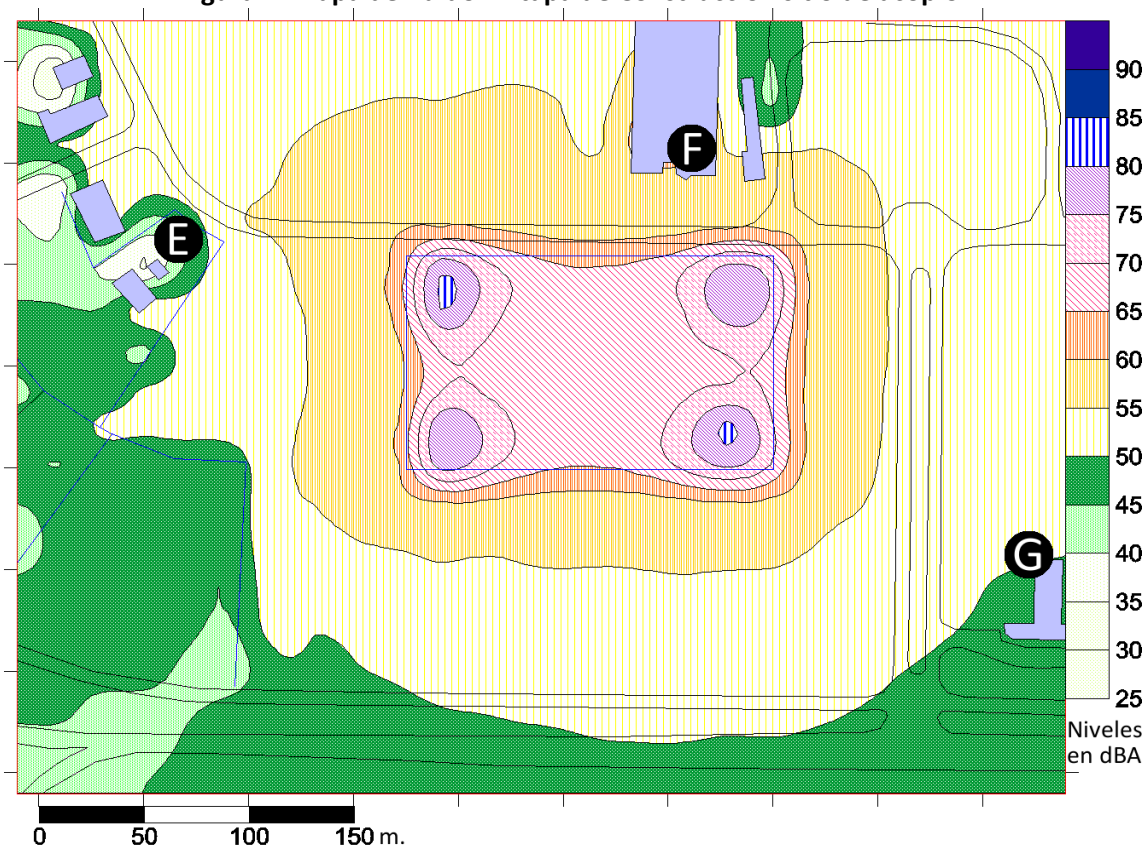


Figura 6: Mapa de Ruido – Etapa de Construcción camino de acceso sobre punto A



Durante las faenas de construcción del camino de acceso, los niveles de ruido previstos en los punto A y D son menores a 20 dBA siendo imperceptible auditivamente.

Figura 7: Mapa de Ruido – Etapa de Construcción sitio de acopio



Durante las faenas de construcción del sitio de acopio, los niveles de ruido fluctúan entre 45 y 56dBA.

1.3. Etapa de Operación

Durante la etapa de operación se realizarán todas las actividades relacionadas con la explotación de la mina, el beneficio de minerales, el transporte y la exportación del producto por el puerto de Arica.

El proceso utilizado para la explotación minera será minería a tajo abierto realizando excavaciones y utilizando equipos de transporte para los movimientos de materiales según las necesidades anuales y la disposición del mineral superficial dentro de las estructuras de la roca madre. La explotación de minerales se realizará mediante operaciones de perforación, tronadura, carguío y transporte. Las perforaciones se llevaran a cabo con taladros perforadores hidráulicos, el material removido mediante la tronadura será extraído con una excavadora, cargando camiones tolva, adicionalmente se utilizarán camiones aljibes que serán utilizados para el mantenimiento de los caminos, los botaderos de descarte, pisos de la mina y el acopio de reservas.

El mineral de manganeso será llevado a una planta de chancado para su reducción del tamaño y posterior procesamiento. El mineral resultante del proceso de chancado, será descargado en una correa transportadora, para su transferencia a un acopio en un silo cilíndrico cerrado que alimenta el proceso de concentración por medios densos, donde se separa el producto final y el material de descarte.

Posteriormente el material de descarte proveniente de las fases del proceso de concentración corresponderá a un material de similares características al material estéril. Este material será transportado mediante correas transportadoras hasta el botadero de estéril central.

Finalmente mediante decantación y adición de productos se llevará a cabo el proceso de recuperación de aguas donde el rebalse corresponde a las aguas limpias que serán conducidas por gravedad hasta la piscina de aguas claras y la descarga que corresponde a una pulpa que será conducida hasta el depósito de lamas

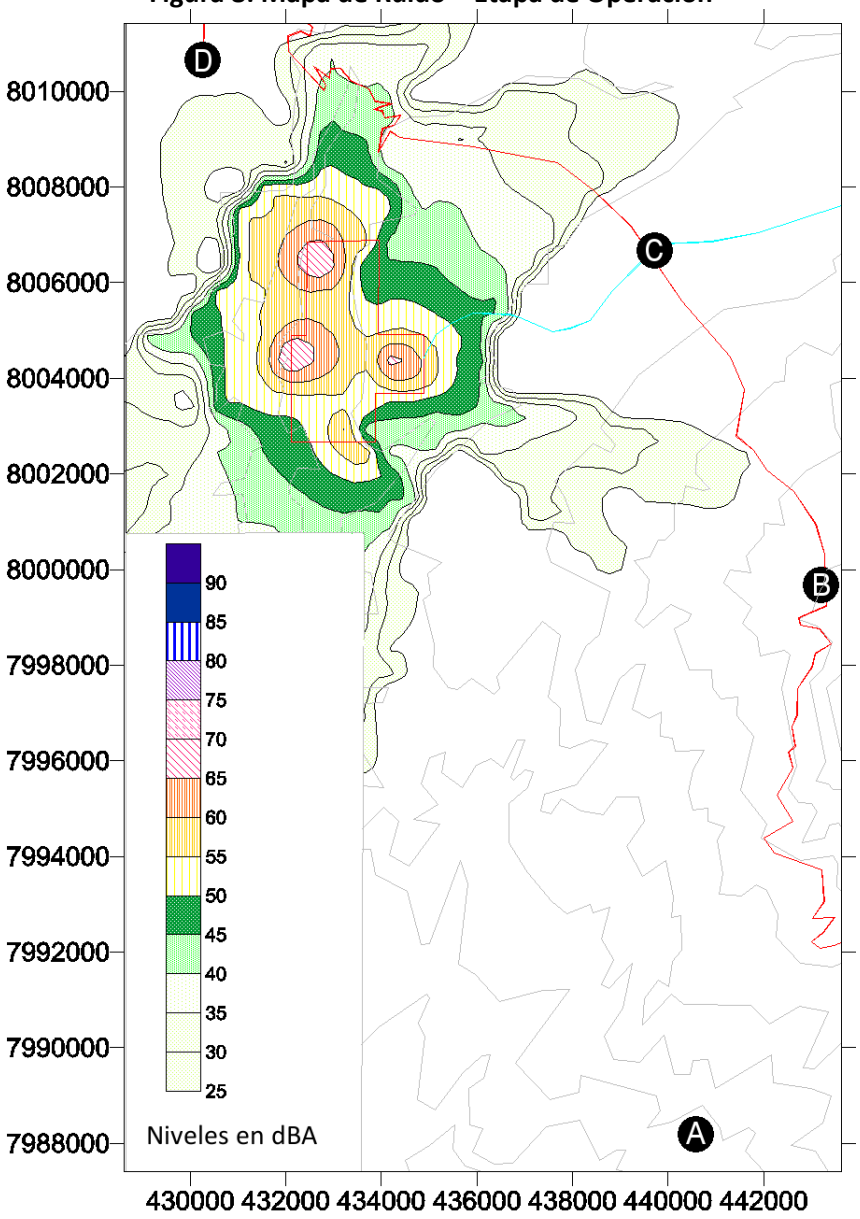
Los niveles de presión sonora de los principales equipos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 4. Fuentes de ruido en la etapa de operación y NWS en dBA

ACTIVIDAD	MAQUINARIA	NWS (dBA)
Explotación minera	Bulldozer	105
	Excavadora	101
	Camión Tolva (x3)	108
	Motoniveladora	103
	Camión aljibe	101
	Equipo perforación	111
	Tronadura	128
Procesamiento de minerales	Molino harnero	113
	Correa transportadora	85
	Compresor	105
	Planta chancadora	119
Disposición de estériles y lamas	Bomba horizontal	105
	Bomba centrifuga	95
Sitio de acopio	Camiones carga (x60)	104 c/u

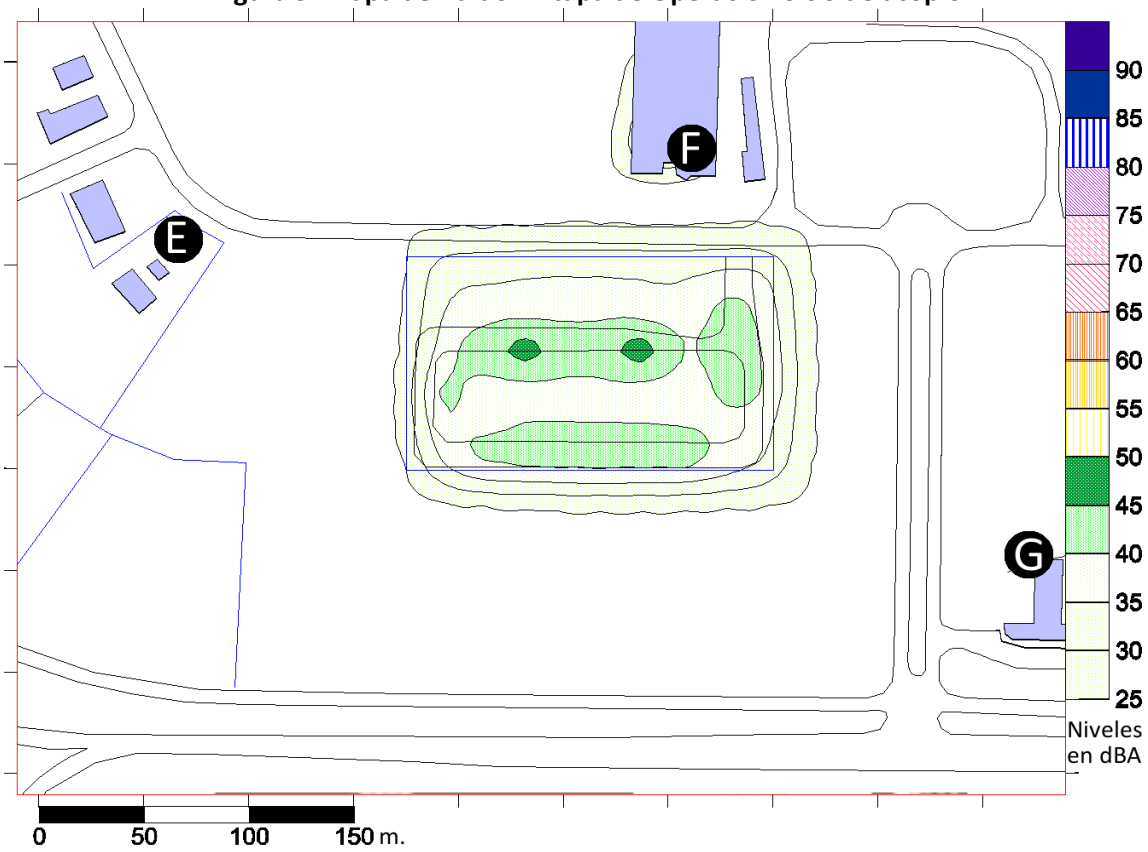
El mapa de ruido siguiente presenta los niveles de ruido esperados para la etapa de operación del Proyecto, excluyendo fuentes de ruido ajenas a esta. El cálculo se realizó sobre una grilla de 500x500 metros considerando las fuentes de ruido descritas anteriormente.

Figura 8: Mapa de Ruido – Etapa de Operación



Es posible advertir que los niveles de ruido estimados durante la etapa de operación del yacimiento no superarán 20 dBA sobre los receptores, siendo prácticamente imperceptibles auditivamente.

Figura 9: Mapa de Ruido – Etapa de Operación Sitio de acopio



Es posible advertir que los niveles de ruido estimados durante la etapa de operación del sitio de acopio no superarán 20 dBA sobre los receptores más cercanos, siendo prácticamente imperceptibles auditivamente.

Los impactos por vibraciones se esperan por las faenas de tronaduras, los que se desarrollarán en el área de explotación de la mina. La distancia entre el área de faenas y los puntos receptores fluctúan entre 4 y 16 kilómetros. Para efectos de evaluación se considera un escenario desfavorable al contemplar una tronadura de aproximadamente 8000 Kg de carga (carga de acuerdo a la experiencia del consultor), la estimación de la vibración sobre cada punto de evaluación se determina utilizando la siguiente relación[1]:

$$V = 969 \times L^{0.6} \times R^{-1.5}$$

Donde: V: Velocidad de partículas en mm/s.
L: Carga explosiva (kg).
R: Distancia (m).

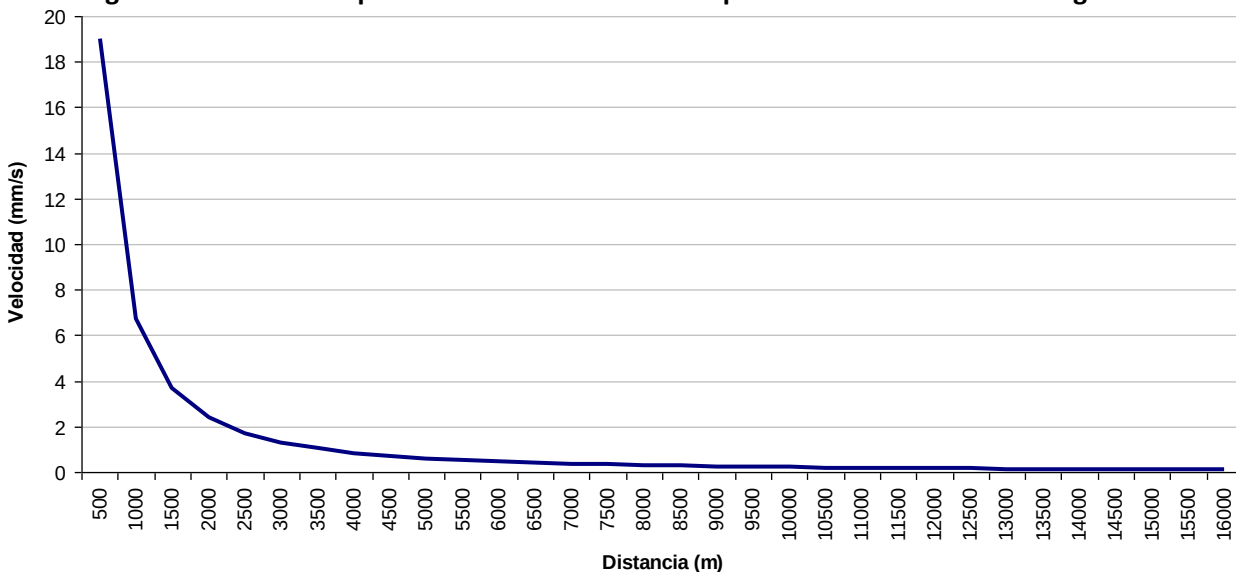
Las velocidades de partícula estimadas en cada punto se indican en la tabla siguiente:

[1] DIN 4150 Prediction of Vibration Parameters.

Tabla 5. Proyección de velocidad de partícula en puntos receptores

Punto	Distancia (m)	Velocidad de partícula (mm/s)
A	16000	0.105
B	9200	0.241
C	5200	0.567
D	4000	0.840

Figura 10: Atenuación por distancia de Velocidad de partículas. Tronadura 8000 Kg.



2. EVALUACION NORMATIVA

La evaluación de los niveles de ruido en esta etapa se realiza con respecto al límite establecido por el D.S.146/97 del MINSEGPRES. Según el Plano regulador Comunal de Arica, el sitio de acopio y los puntos receptores "E", "F", "G" se ubican en la Zona ZI2 "Zona Industrial 2" que permite actividades productivas inofensivas y molestas, homologándose a Zona IV del D.S.146/97 del MINSEGPRES, que establece un límite diurno y nocturno de 70 dBA. Para evaluar los niveles de ruido estimados por el Proyecto en el sector del yacimiento, sobre los puntos "A" y "D" se comparan estos con el nivel de ruido de fondo medido en los puntos receptores más 10 dBA, tal como establece en el D.S.146/97 del MINSEGPRES cuando los puntos receptores se ubican fuera del límite urbano.

Figura 11: Sector usos de suelo PRC Arica

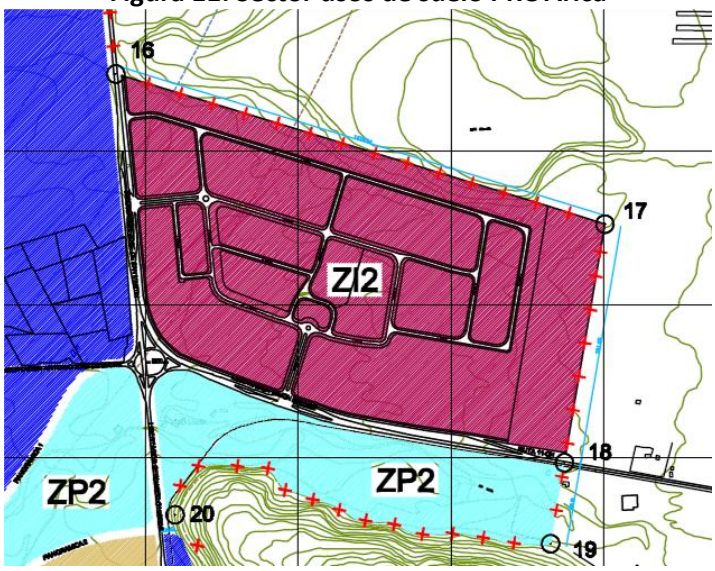


Tabla 6. Límite normativo según D.S.146/97 del MINSEGPRES

Punto	NPSeq, diurno (dBA)	NPSeq, nocturno (dBA)
A	55	43
D	50	42
E	70	70
F	70	70
G	70	70

No se consideran los puntos "B" y "C" los cuales no presentan receptores sensibles al ruido y fueron medidos de manera referencial.

Los estándares de referencia para evaluar la vibración de las tronaduras, corresponden a las definidas por las agencias norteamericanas "Office of Surface Mining (OSM)" para evaluar molestias a personas y "United States Bureau of Mines (USBM) para evaluar daños a viviendas".

Tabla 7. Límites definidos por agencia OSM para vibraciones.

Distancia de la tronadura (m)	Límite permisible (mm/s)
Menor a 91	31.75
Entre 91 y 1544	25.40
Sobre 1544	19.05

Tabla 8. Límites definidos por agencia USBM para vibraciones.

Tipo de vivienda	Límite permisible (mm/s)
Vivienda con revestimiento de yeso	12.7
Vivienda de adobe	19.1

Por lo tanto, para efectos de evaluación se adoptan los siguientes valores límites:

Tabla 9. Límites definidos por agencia OSM y USBM por punto y distancia de tronadura.

Punto	Distancia (m)	Límite OSM (mm/s)	Límite USBM (mm/s)
A	16000	19.05	12.7
B	9200	19.05	12.7
C	5200	19.05	12.7
D	4000	19.05	12.7

Las tablas siguientes comparan los niveles de ruido previstos por el Proyecto con respecto al límite normativo.

Tabla 10. Evaluación normativa – etapa de construcción yacimiento

Punto	**Etapa de Construcción (dBA)**	**Límite diurno / nocturno (dBA)**	**¿Cumple norma?**
A	<20	55 / 43	Si
D	<20	50 / 42	Si

Tabla 11. Evaluación normativa – etapa de construcción caminos y acueducto

Punto	Etapa de Construcción (dBA)	Límite diurno / nocturno (dBA)	¿Cumple norma?
A	<20	55 / 43	Si
D	<20	50 / 42	Si

Tabla 12. Evaluación normativa – etapa de construcción sitio de acopio en Arica

Punto	Etapa de Construcción (dBA)	Límite diurno / nocturno (dBA)	¿Cumple norma?
E	45	70 / 70	Si
F	56	70 / 70	Si
G	50	70 / 70	Si

Tabla 13. Evaluación normativa – etapa de operación yacimiento

Punto	Etapa de Construcción (dBA)	Límite diurno / nocturno (dBA)	¿Cumple norma?
A	<20	55 / 43	Si
D	<20	50 / 42	Si

Tabla 14. Evaluación normativa – etapa de operación sitio de acopio en Arica

Punto	Etapa de Construcción (dBA)	Límite diurno / nocturno (dBA)	¿Cumple norma?
E	<20	70 / 70	Si
F	<20	70 / 70	Si
G	<20	70 / 70	Si

Tabla 15. Evaluación vibraciones por tronadura .

Punto	Velocidad peak (mm/s)	Límite OSM (mm/s)	Límite USBM (mm/s)	¿Cumple criterio OSM?	¿Cumple criterio USBM?
A	0.105	19.05	12.7	Si	Si
B	0.241	19.05	12.7	Si	Si
C	0.567	19.05	12.7	Si	Si
D	0.840	19.05	12.7	Si	Si

Los niveles de ruido previstos durante la etapa de construcción y operación cumplen ampliamente con el límite diurno y nocturno establecido por la normativa vigente.

Los valores de Velocidad de partícula estimados para las tronaduras en la etapa de operación del Proyecto cumplen ampliamente con el límite establecido por las agencias norteamericanas OSM para evaluar molestias a personas y USBM para evaluar daños a viviendas.

3. Plan de seguimiento

Con el objeto de evaluar los niveles de ruido generados en la construcción del Proyecto, se realizarán mediciones del Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) de acuerdo a la metodología establecida en el D.S.146/97 del MINSEGPRES.

Tabla 16. Programa se seguimiento componente Ruido.

Etapa	Período medición	Puntos	Frecuencia
Construcción	Diurno y nocturno	Mina: B, D Planta acopio: E, F y G	Mensual
Operación	Diurno y nocturno	Mina: B, D Planta acopio: E, F y G	Semestral los primeros dos años y anual a partir del tercer año.

En el punto D (actividad humana más cercana al Proyecto) y B (límite Parque Nacional Lauca) se efectuarán adicionalmente mediciones con el objeto de evaluar el nivel de ruido durante tronaduras.

Los puntos indicados son los mínimos a considerar durante el programa de seguimiento, sin perjuicio que estos puedan ser ampliados en virtud de lo advertido una vez en terreno.

Los informes serán mantenidos en el lugar de la obra. En la eventualidad que los resultados de las mediciones arrojen incumplimiento normativo se especificarán medidas de control de ruido que aseguren cumplimiento normativo, y se remitirá una copia del informe a la Autoridad Sanitaria.

Se utilizará sonómetro integrador tipo 1 ó 2, con respuesta lenta y filtro de ponderación “A”, que cumpla los requisitos establecidos en el Título IV art 7º del D.S.146/97.
Las mediciones deberán ser acompañadas de un informe técnico, el que deberá contener, al menos, lo siguiente:

- Individualización del titular de la fuente,
- Individualización del receptor,
- Hora y fecha de la medición,
- Identificación del tipo de ruido,
- Croquis o fotografía del lugar en donde se realiza la medición.
- Identificación de otras fuentes emisoras de ruido que influyan en la medición. Deberá especificarse su origen y características,

- Valores NPC obtenidos para la fuente fija emisora de ruido y los procedimientos de corrección empleados,
- Valores de ruido de fondo obtenidos, en el evento que sea necesario,
- Identificación del instrumento utilizado y su calibración,
- Identificación de la persona que realizó las mediciones.

En caso de no ser posible realizar las mediciones en las propiedades afectadas, se proyectarán los niveles medidos en puntos más cercanos a la fuente para obtener el Nivel de Presión Sonora Corregido NPC en los receptores a evaluar, mediante la utilización de un modelo de propagación basado en la norma internacional ISO 9613-2:1996 Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2 General method of calculation.

4. ANÁLISIS FINAL Y CONCLUSIONES

- El Proyecto del yacimiento se ubica en un sector desértico topográficamente irregular, con presencia habitacional aislada (6-7Km) del área del Proyecto. Se identifican dos puntos con presencia habitacional (Puntos A y D), ubicados en los pueblos de Alcerreca al Norte del Proyecto y Putre al Sur del Proyecto, ambos fuera del área de influencia del Proyecto. El sitio de acopio se ubica en un sector industrial de baja densidad.

- Se efectuaron mediciones de ruido basal obteniéndose niveles equivalentes diurnos entre 40 y 50 dBA; y nocturnos entre 29 y 47 dBA. Las fuentes de ruido predominantes corresponden principalmente al viento imperante en todo el sector, paso de vehículos y camiones (esporádicos), actividad en sector industrial personas y perros.

- El sector del yacimiento y los puntos “A” hasta “D” se ubican fuera del límite urbano de la comuna de Putre, lo que equivale a Zona Rural del D.S.146/97 del MINSEGPRES, donde el límite máximo permitido corresponde a 10 dBA por sobre el nivel basal. El sitio de acopio y los puntos receptores “E”, “F”, “G” se ubican en la Zona ZI2 “Zona Industrial 2” que permite actividades productivas inofensivas y molestas, homologándose a Zona IV del D.S.146/97 del MINSEGPRES, que establece un límite diurno y nocturno de 70 dBA

- Los niveles de ruido previstos por las faenas de construcción del yacimiento y de construcción de caminos y acueductos sobre puntos receptores sensibles al ruido (puntos “A” y “B”) son menores a 20 dBA, mientras que los niveles de ruido previstos para la etapa de construcción del sitio de acopio sobre puntos receptores (puntos “E”, “F” y “G”) fluctúan entre 45 y 56 dBA. Estos niveles de ruido cumplen con la normativa vigente tanto para el período diurno como el nocturno.

- Los niveles de ruido estimados durante la etapa de operación del yacimiento y del sitio de acopio en los puntos receptores sensibles al ruido (puntos “A”, “B”, “E”, “F” y “G”) son menores a 20 dBA, siendo prácticamente imperceptibles auditivamente, cumpliendo ampliamente con la normativa vigente.

- Los valores de Velocidad de partícula estimados para las tronaduras en la etapa de operación del Proyecto cumplen ampliamente con el límite establecido por las por las agencias norteamericanas “Office of Surface Mining (OSM)” para evaluar molestias a personas y “United States Bureau of Mines (USBM) para evaluar daños a viviendas”.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- D.S.146/97 del MINSEGPRES. Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas.

- ISO 9613-2:1996 Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation

- Normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC Standard), publicaciones Nº 651 "Sonómetros" (“Sound Level Meters”), primera edición de 1979; y Nº 804 "Sonómetros Integradores-promediadores" (“Integrating-averaging Sound Level Meters”), primera edición de 1985.