

EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO

LÍNEA DE BASE – PREDICCIÓN – EVALUACIÓN

DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

“PUERTO DE EMBARQUE DE MINERAL DE HIERRO-FASE I”



PREPARADO PARA:



SANTIAGO, OCTUBRE DE 2008

INDICE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 2 |
| 2 | METODOLOGÍA DE LÍNEA DE BASE DE RUIDO | 3 |
| 3 | PUNTOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN | 4 |
| 4 | RESULTADOS LÍNEA DE BASE DE RUIDO | 7 |
| 5 | METODOLOGÍA DE MODELACION | 10 |
| 5.1 | ETAPA DE CONSTRUCCIÓN | 11 |
| 5.2 | ETAPA DE OPERACIÓN | 13 |
| 6 | RESULTADOS | 15 |
| 6.1 | ETAPA DE CONSTRUCCIÓN | 15 |
| 6.2 | ETAPA DE OPERACIÓN | 17 |
| 7 | ANÁLISIS Y CONCLUSIONES. | 18 |

1 INTRODUCCIÓN

Las actividades asociadas a la construcción del proyecto *Puerto de Embarque de Mineral de Hierro-Fase I*, ubicado a unos 2,5 kilómetros medidos en línea recta, al norte del sector poblado de Caldera, conllevan la generación de ruido debido a la construcción y operación del mismo, donde se prevé el uso de maquinaria pesada, lo que potencialmente constituye un impacto acústico en los receptores sensibles ubicados en el área de influencia del proyecto.

En el presente estudio acústico se elabora una Línea de Base, a partir de mediciones de Ruido de Fondo del actual entorno acústico existente en los sectores sensibles, para finalmente realizar una simulación computacional mediante el Software SoundPlanTM, lo cual permite evaluar el cumplimiento del D.S. N°146/97 del MINSEGPRES respecto de los niveles de ruido máximos permitidos.

2 METODOLOGÍA DE LÍNEA DE BASE DE RUIDO

- El día 20 de Mayo de 2008 se realizó una campaña de Línea de Base de ruido en los sectores aledaños al emplazamiento del proyecto, que forman parte del nuevo trazado.
- Se determinó en terreno el área de influencia del proyecto, y dentro de ésta los lugares sensibles al ruido, obteniéndose 6 puntos que representan los sectores habitados más cercanos a los futuros trabajos.
- Con estos puntos de muestreo se conforma una densidad adecuada de mediciones de tal forma de poder representar y caracterizar adecuadamente los actuales niveles de ruido en la zona a evaluar, no existiendo otros puntos sensibles más cercanos al trazado del proyecto.
- Se efectuaron mediciones de los Niveles de Presión Sonora existentes en dichos lugares, en horario diurno y nocturno, a fin de caracterizar el entorno sonoro al que se encuentran actualmente expuestos.
- Se realizó en cada punto un registro de NPSeq en forma continua, hasta que la lectura fuese estable o cuando la diferencia aritmética entre dos registros consecutivos sea menor o igual a 2dB(A), registrándose el valor de NPSeq cada cinco minutos. El nivel considerado es el último de los niveles registrados.
- El sonómetro se ubicó a 1,5 metros en su eje vertical del suelo y, en lo posible, a 3 metros de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (paredes, muros, ventana).
- Para las mediciones se utilizó un sonómetro marca RION modelo NL-22, configurado como sonómetro Tipo 2, según la norma IEC 61672-1:2002. El instrumento fue debidamente calibrado antes de realizar las mediciones.

3 PUNTOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

A continuación se muestran una tabla y croquis con la descripción de los puntos de medición y evaluación.

Tabla 1. Descripción y ubicación de los puntos de medición elegidos.

| PUNTO | DESCRIPCIÓN | COORDENADAS UTM WGS84 HUSO 19 | |
|-------|---|----------------------------------|---------|
| | | ESTE | NORTE |
| 1 | Cabañas ubicado en Camping Ramada en camino acceso a Playa Ramada | 321432 | 7010898 |
| 2 | Oficina sector Varadero de Caldera | 320691 | 7006749 |
| 3 | Galpón ubicado en sector pesquero en Playa Blanca | 320943 | 7005893 |
| 4 | Vivienda particular ubicado en Sector norte de Caldera | 320614 | 7005503 |
| 5 | Vivienda particular ubicado en Cousiño #5 | 319688 | 7005049 |
| 6 | Vivienda particular ubicado en Arturo Prat #80 | 318444 | 7005025 |

Ilustración 1: Croquis con la ubicación de los puntos de medición.

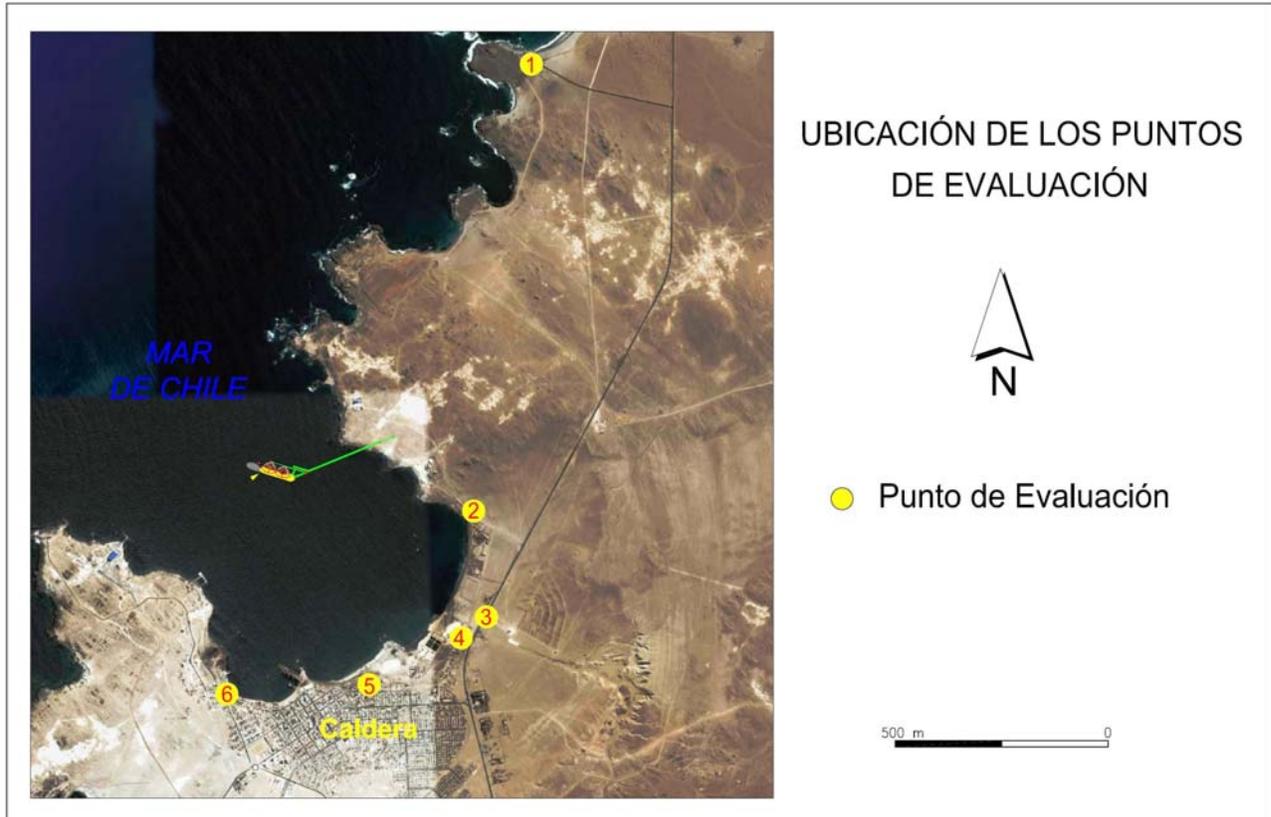


Ilustración 2: Fotografías de los puntos de medición.



Punto 1



Punto 2



Punto 3



Punto 4



Punto 5



Punto 6

4 RESULTADOS LÍNEA DE BASE DE RUIDO

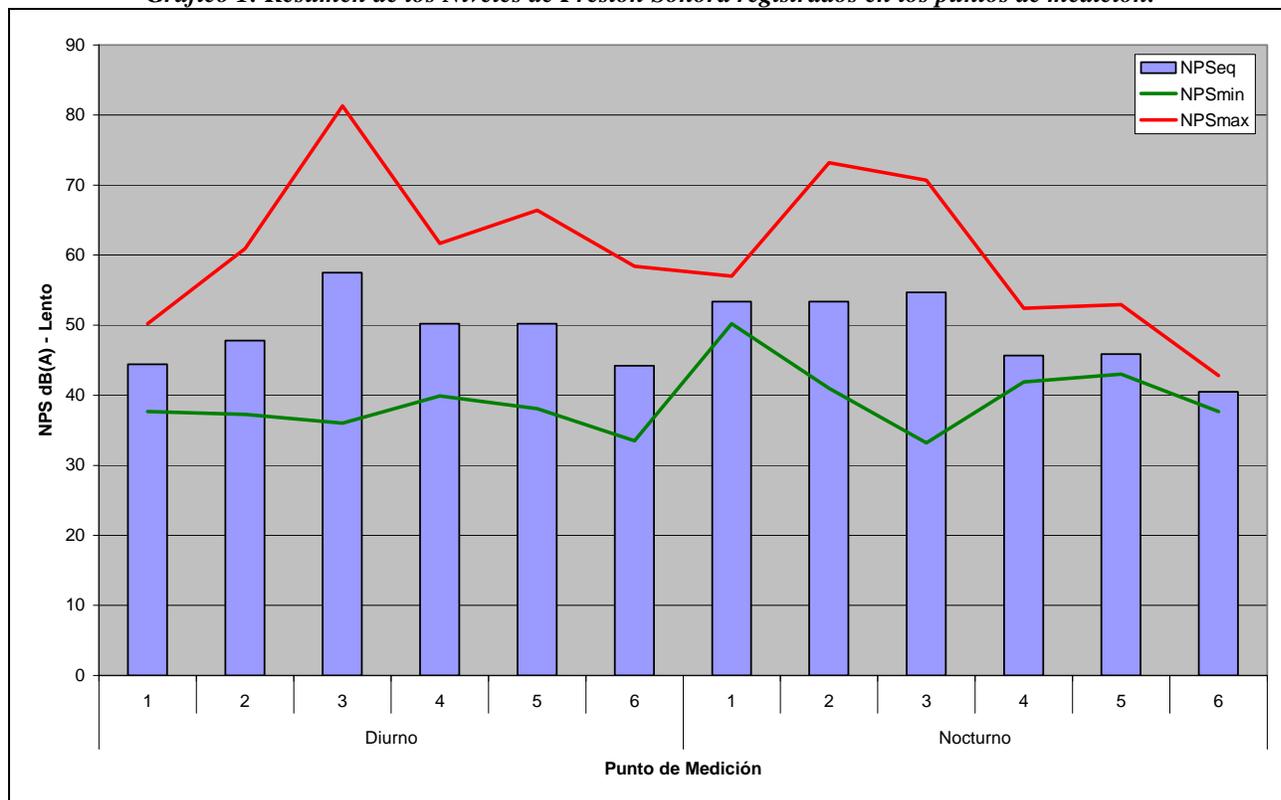
Las mediciones de Nivel de Presión Sonora se efectuaron el día 20 de Mayo de 2008 entre las 12:00 y las 17:00 horas para el período Diurno y entre las 00:00 y 05:00 horas para el período Nocturno.

A continuación se entregan los valores registrados en los puntos de medición descritos en la Tabla 1.

Tabla 2: Valores de Nivel de Presión Sonora, en dB(A)-Lento, registrados durante las mediciones.

| PERÍODO DE MEDICIÓN | PUNTO DE MEDICIÓN | NPSEQ dB(A) | NPSMÍN dB(A) | NPSMÁX dB(A) |
|---------------------|-------------------|-------------|--------------|--------------|
| Diurno | 1 | 44.4 | 37.7 | 50.2 |
| | 2 | 47.8 | 37.3 | 60.9 |
| | 3 | 57.5 | 36 | 81.3 |
| | 4 | 50.2 | 39.9 | 61.7 |
| | 5 | 50.2 | 38.1 | 66.4 |
| | 6 | 44.2 | 33.5 | 58.4 |
| Nocturno | 1 | 53.4 | 50.2 | 57 |
| | 2 | 53.4 | 41 | 73.2 |
| | 3 | 54.7 | 33.2 | 70.7 |
| | 4 | 45.7 | 41.9 | 52.4 |
| | 5 | 45.9 | 43 | 52.9 |
| | 6 | 40.5 | 37.7 | 42.8 |

Gráfico 1: Resumen de los Niveles de Presión Sonora registrados en los puntos de medición.



De acuerdo a lo visto anteriormente, se observa lo siguiente:

Período Diurno

Se registran niveles entre 44.2 y 50.2 dB(A) para los puntos 1, 2, 4, 5 y 6, debido principalmente al oleaje del Mar, perros lejanos, Aves Marinas, Personas en viviendas y vehículos lejanos por Ruta 5 Norte.

Por otro lado, en el punto 3 se observa un nivel de ruido de fondo entre 57.5 dB(A), mayor a los medidos en los restantes puntos, lo cual se debe al tránsito de vehículos livianos y pesados por Ruta

5 Norte respectivamente.

Período Nocturno

Se registran niveles entre 40.5 y 45.7 dB(A) para los puntos 4, 5 y 6, debido principalmente a Oleaje del Mar y vehículos lejanos Ruta 5 Norte.

Por otro lado, en los puntos 1, 2 y 3 se observa un nivel de ruido de fondo entre 53.4 y 54.7 dB(A), mayor a los medidos en los restantes puntos, lo cual se debe al incremento del nivel medido para el Oleaje del Mar y el tránsito lejano de vehículos livianos y pesados por Ruta 5 Norte.

5 METODOLOGÍA DE MODELACION

La metodología de modelación se basa en la normativa de propagación del campo sonoro ISO 96131, la cual utiliza los principios de atenuación divergente junto a atenuación extra introducida por obstáculos y atenuación por aire. El software utilizado corresponde a SoundPlan™ de origen alemán, el cual incorpora todas las variables físicas de geomorfología y forma de las fuentes sonoras.

La temperatura se fijó en 10° C y la humedad relativa en 70%, constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación debido a efectos meteorológicos. La norma utilizada considera la velocidad del viento entre 3 y 4 m/s a favor de la propagación.

Las respectivas fuentes de ruido asignadas para los distintos escenarios, establecidas a partir de información entregada por el titular del proyecto y seleccionada según grado de impacto durante su funcionamiento, se entregan a continuación.

¹ **ISO 9613 Parte I y II** "Attenuation of sound during propagation outdoors".
Línea de Base – Predicción – Evaluación

5.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Durante esta etapa se producirán emisiones de ruido debido al funcionamiento de maquinaria, tales como retroexcavadoras, cargador frontal, camión tolva, rodillo compactador, camión mixer, entre otros. Se tomarán medidas de control y protección auditiva para proteger al personal durante esta fase del Proyecto, las cuales consistirán principalmente en la mantención técnica periódica de la maquinaria a utilizar.

Las actividades dentro de la etapa de construcción de las instalaciones para el futuro Proyecto, incluyen:

- Movimiento de tierra con maquinaria pesada;
- Compactación de terreno;
- Construcción de fundaciones; y
- Montaje de instalaciones y corte de metales.

Las fuentes de ruido significativas involucradas en estas faenas son las que detallan en las siguientes tablas:

Tabla 3: Maquinaria Utilizada en las Faenas de Movimiento de Tierras.

| Nombre de la Fuente | Nivel de ruido a 10m dB(A) | Potencia sonora Lw dB(A) | Cantidad |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Camiones | 82,3 | 110,3 | 10 |
| Cargador Frontal | 82,3 | 110,3 | 3 |
| Motoniveladora | 80,0 | 108,0 | 2 |
| Bulldozer | 82,2 | 110,2 | 2 |
| Retroexcavadora | 82,6 | 110,6 | 2 |
| Grupo Electrónico 400 kW | 85 | 113 | 3 |

Además se efectúa una modelación del nivel de ruido generado por las faenas de construcción del muelle (puente de acceso) actividad Hincado de Pilotes asociado al proyecto, para lo cual se considera un frente de trabajo con un martinete hidráulico con emisiones de ruido menores en relación a los Martinetes Diesel.

La siguiente tabla muestra el nivel de potencia sonora ingresado para modelar la actividad de Hincado de Pilotes, durante la construcción del muelle. Estos están basados en niveles obtenidos en mediciones de los equipos aludidos en faenas de construcción de muelles.

Cuadro 1: Niveles de potencia sonora L_w en dB(A) para distintas actividades y maquinarias, con su respectivo Nivel de Presión Sonora NPS medido a 10m.

| Nombre de la Fuente | Frecuencia central en Bandas de Octava (Hz) | | | | | | | | Lw Total dB(A) |
|--------------------------------|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k | |
| Martinete Pilco D100-13 | 52.8 | 81.9 | 99.4 | 111.8 | 118.0 | 122.2 | 120.0 | 108.9 | 125 |

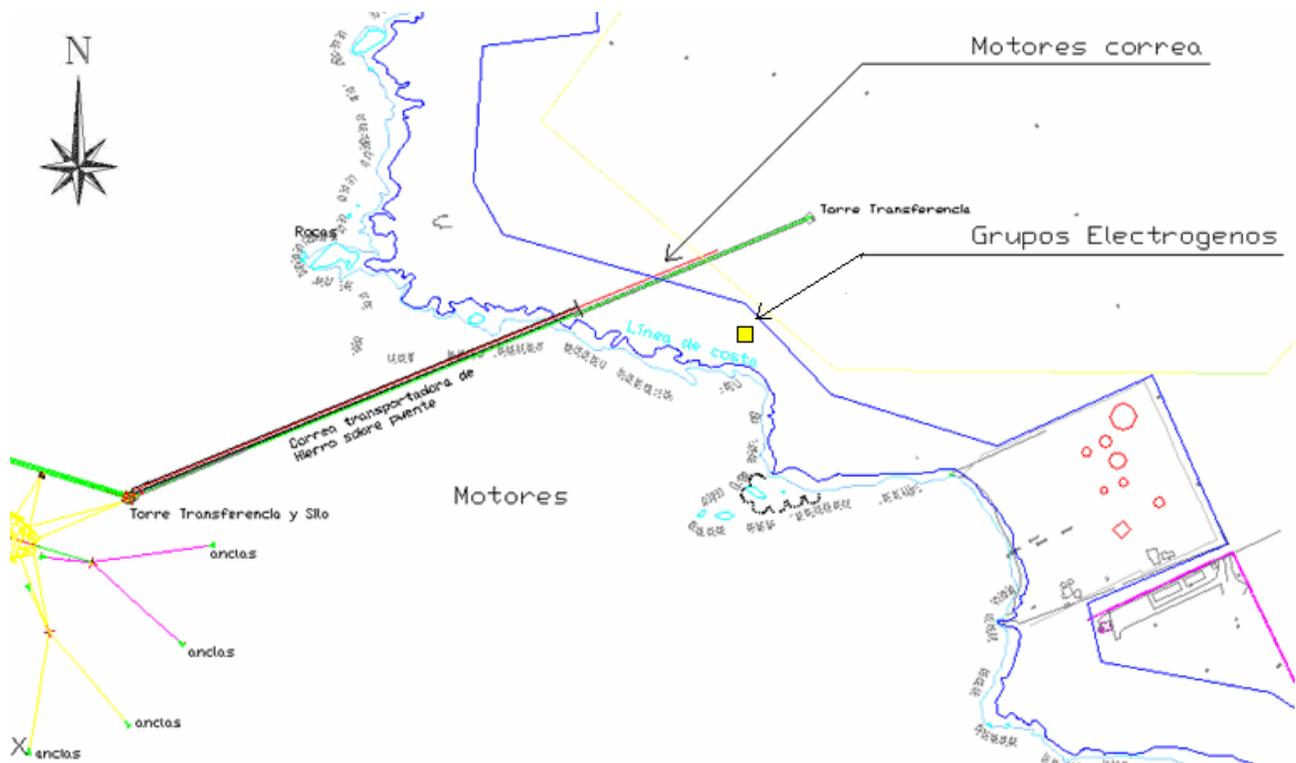
5.2 ETAPA DE OPERACIÓN

Según la información proporcionada por el titular las siguientes corresponde a la maquinaria ruidosa que operará en la etapa de explotación del proyecto.

- Grupos Electr6genos (7 unidades)
- Motores el6ctricos de la correa transportadora (10 unidades)

En la siguiente ilustraci3n se muestra la ubicaci3n de las fuentes de ruido de la etapa de operaci3n del proyecto.

Ilustraci3n 3: Ubicaci3n de fuentes de ruido en etapa de operaci3n.



Los valores correspondientes a la emisión sonora de las fuentes mencionadas para fines de modelación se entregan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Niveles de emisión de las fuentes de ruido en etapa de construcción. Los valores espectrales y el global están en dB(A).

| FUENTE | BANDA DE FRECUENCIA [Hz] | | | | | | | | NIVEL DE POTENCIA LW |
|-------------------|--------------------------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|----------------------|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Grupo electrógeno | 82.8 | 97.9 | 111.4 | 105.8 | 110 | 110.2 | 109 | 101.9 | 117 |
| Motor eléctrico | 78.5 | 88.6 | 93.1 | 88.5 | 85.7 | 76.9 | 66.7 | 53.6 | 96 |

Se contemplan 10 motores eléctricos para la operación de la correa transportadora.

En el siguiente capítulo se realizan los cálculos que arrojan los mapas de simulación de niveles de ruido y los valores proyectados en cada punto.

6 RESULTADOS

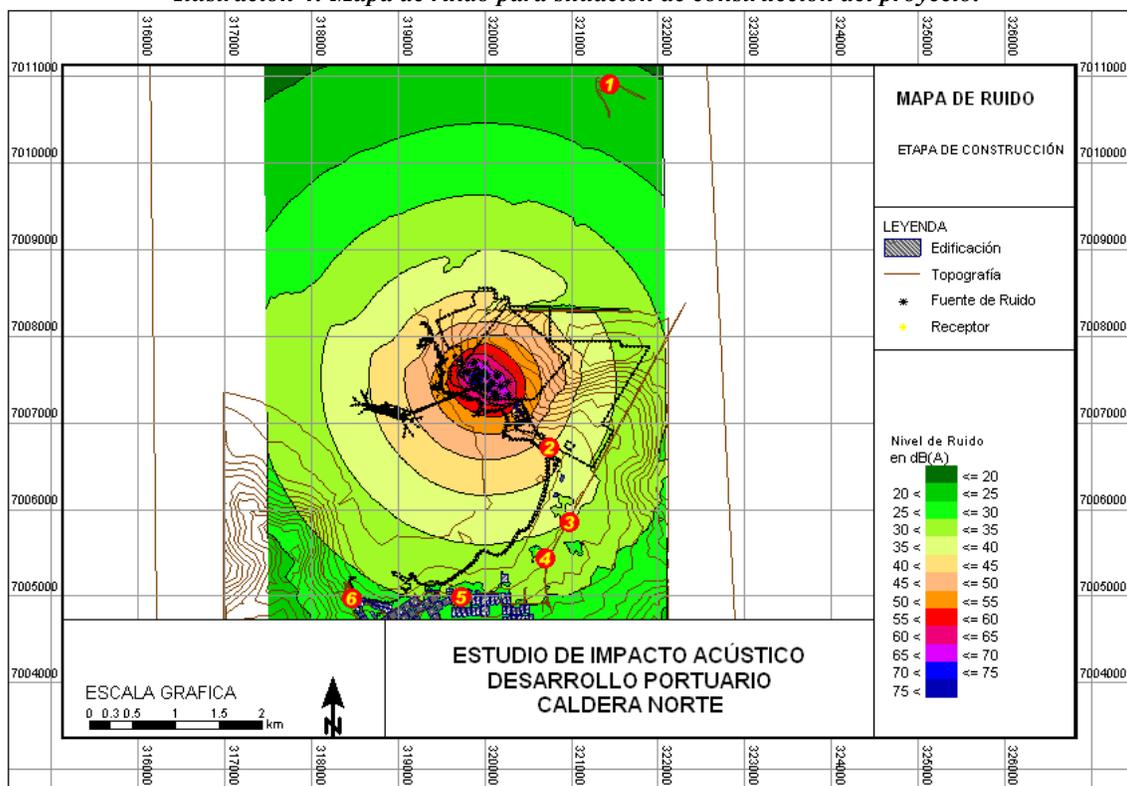
6.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

El siguiente cuadro muestra los niveles de ruido modelados en los receptores, considerando un frente de trabajo en el sitio del proyecto.

Tabla 5: Niveles de Ruido modelados para el escenario de construcción. Contribución exclusiva.

| PUNTO | NPSEQ dB(A) |
|-------|-------------|
| 1 | 21 |
| 2 | 41 |
| 3 | 35 |
| 4 | 33 |
| 5 | 31 |
| 6 | 29 |

Ilustración 4: Mapa de ruido para situación de construcción del proyecto.



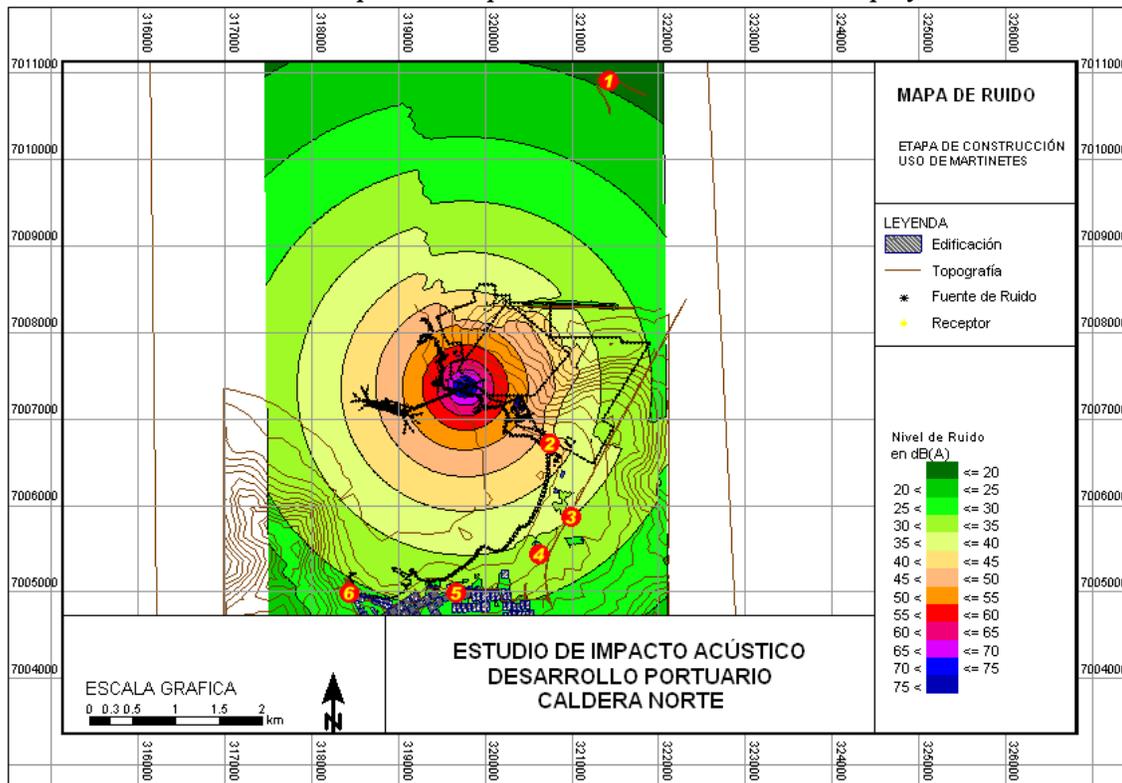
6.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE MUELLE – HINCADO DE PILOTE

El siguiente cuadro muestra los niveles de ruido modelados en los receptores, considerando la actividad de Hincado de Pilotes durante las faenas de construcción del muelle (puente de acceso).

Tabla 6: Niveles de Ruido modelados para el escenario de construcción. Contribución exclusiva.

| PUNTO | NPSEQ dB(A) |
|-------|-------------|
| 1 | 19 |
| 2 | 44 |
| 3 | 36 |
| 4 | 34 |
| 5 | 32 |
| 6 | 29 |

Ilustración 5: Mapa de ruido para situación de construcción del proyecto.



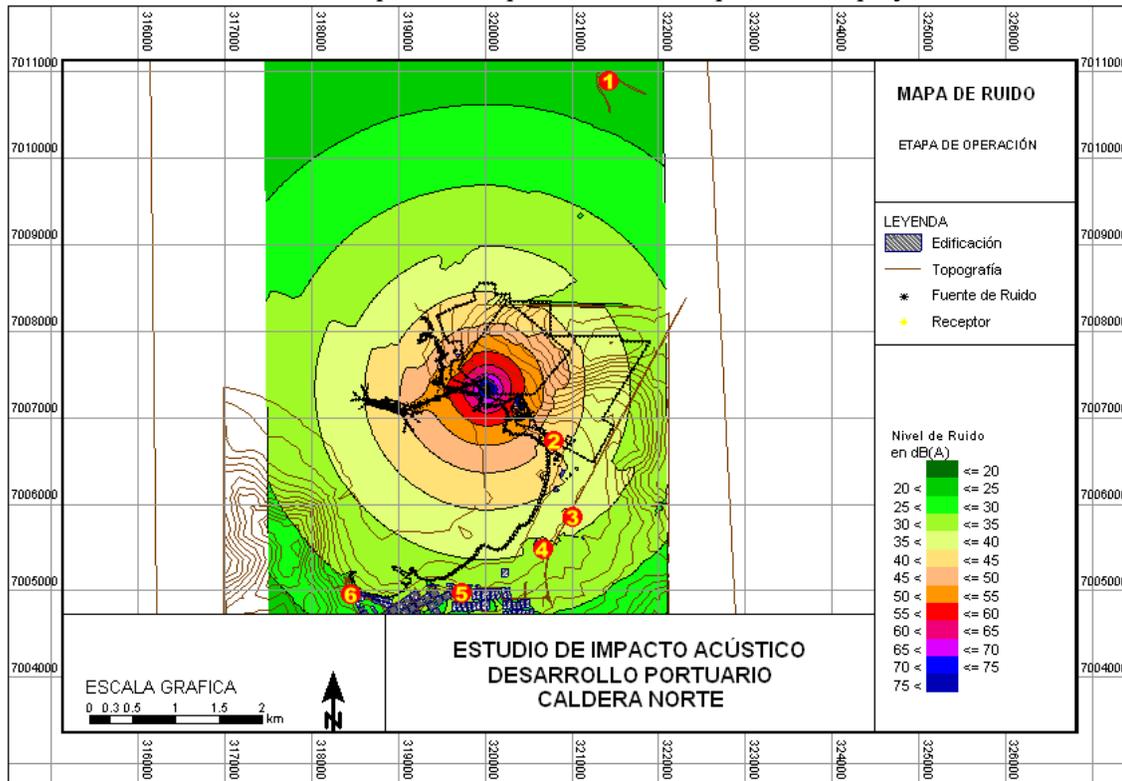
6.3 ETAPA DE OPERACIÓN

El siguiente cuadro muestra los niveles de ruido modelados en los receptores, considerando la totalidad de las fuentes de ruido de la etapa de operación.

Tabla 7: Niveles de Ruido modelados para el escenario de operación.

| PUNTO | NPSEQ dB(A) |
|-------|-------------|
| 1 | 23 |
| 2 | 43 |
| 3 | 37 |
| 4 | 35 |
| 5 | 33 |
| 6 | 30 |

Ilustración 6: Mapa de ruido para situación de operación del proyecto



7 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES.

Según el Decreto Supremo N° 146 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, publicado en el diario oficial el 17 de abril de 1998, en el TÍTULO III Artículo 4°, se establecen los Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonoros Corregidos de acuerdo al Tipo de Zona.

De acuerdo a lo establecido por el uso de suelo del actual Plan Regulador Comunal de Caldera y sus respectivas modificaciones, las Zonas que corresponden al área de influencia directa del proyecto, se pueden apreciar en el siguiente cuadro, según lo establecido por el D. S. N° 146/97 MINSEGPRES.

Tabla 8: Zona P.R.C. Caldera y Homologación según D.S. N° 146/97.

| Punto de Medición | Zona según Plan Regulador Comunal de Caldera | Homologación D.S. N° 146/97. |
|--------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | U3ACB ² | II |
| 2 | R21F ³ | IV |
| 3,4 | U1D ² | IV |
| 5 | CB | II |
| 6 | CA | II |

A continuación se incluye una evaluación de los valores de ruido modelados de acuerdo con los valores de de ruido máximos permitidos.

² Fuente de referencia: <http://www.observatoriourbano.cl/IPT/Mapoteca/Digital/3102.296.2002.pdf>

"MODIFICACIÓN PLAN REGULADOR DE CALDERA, ZONAS U3ACB, R21A, R21B, R22, SECTOR PLAYA RAMADA"

³ Fuente de referencia: <http://www.observatoriourbano.cl/IPT/Mapoteca/Digital/3102.525.2004.pdf>

"MODIFICACIÓN AL PLAN REGULADOR DE CALDERA, ZONAS CD, U1D, U2D, R21E, R21F, R3", SECTOR INDUSTRIAL NORTE".

Línea de Base – Predicción – Evaluación

Tabla 9: Niveles máximos permisibles de NPSeq Corregidos (NPC) en dB(A) Lento según D.S. N° 146/97.

| Tipo de Zona | NPC (dB (A) lento) | |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | 7 a 21 hrs. Periodo Diurno | 21 a 7 hrs. Periodo Nocturno |
| Zona I | 55 | 45 |
| Zona II | 60 | 50 |
| Zona III | 65 | 55 |
| Zona IV | 70 | 70 |

A continuación se evalúan los niveles de ruido obtenidos para las etapas de operación y construcción del proyecto con respecto a los Niveles máximos permisibles de presión sonora permitidos para cada zona.

Etapas de Construcción

En las siguientes tablas se muestra la calificación según el D.S. 146/97 para las faenas de construcción. La evaluación se efectúa tanto para el período diurno como para el período nocturno.

Tabla 10: Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y calificación acústica respecto del D.S. 146. Escenario de construcción del proyecto. Período diurno.

| PUNTO | PROYECCIÓN dB(A) | MAXIMO PERMITIDO dB(A) | CALIFICACIÓN D.S. N°146/97 DIURNO |
|----------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 21 | 60 | Cumple |
| 2 | 41 | 70 | Cumple |
| 3 | 35 | 70 | Cumple |
| 4 | 33 | 70 | Cumple |
| 5 | 31 | 60 | Cumple |
| 6 | 29 | 60 | Cumple |

Tabla 11: Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y calificación acústica respecto del D. S. 146. Escenario de construcción del proyecto. Período nocturno.

| PUNTO | PROYECCIÓN dB(A) | MAXIMO PERMITIDO dB(A) | CALIFICACIÓN D.S. N°146/97 NOCTURNO |
|-------|---------------------|---------------------------|--|
| 1 | 21 | 50 | Cumple |
| 2 | 41 | 70 | Cumple |
| 3 | 35 | 70 | Cumple |
| 4 | 33 | 70 | Cumple |
| 5 | 31 | 50 | Cumple |
| 6 | 29 | 50 | Cumple |

Etapa de Construcción de Muelle – Hincado de Pilotes

En las siguientes tablas se muestra la calificación según el D. S. 146/97 para las faenas de construcción del muelle (puente de acceso) actividad Hincado de Pilotes . La evaluación se efectúa tanto para el período diurno como para el período nocturno.

Tabla 12: Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y calificación acústica respecto del D.S. 146. Escenario de construcción del proyecto. Período diurno.

| PUNTO | PROYECCIÓN dB(A) | MAXIMO PERMITIDO dB(A) | CALIFICACIÓN D.S. N°146/97 DIURNO |
|-------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 19 | 60 | Cumple |
| 2 | 44 | 70 | Cumple |
| 3 | 36 | 70 | Cumple |
| 4 | 34 | 70 | Cumple |
| 5 | 32 | 60 | Cumple |
| 6 | 29 | 60 | Cumple |

Tabla 13: Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y calificación acústica respecto del D.S. 146. Escenario de construcción del proyecto. Período nocturno.

| PUNTO | PROYECCIÓN dB(A) | MAXIMO PERMITIDO dB(A) | CALIFICACIÓN D.S. N°146/97 NOCTURNO |
|-------|---------------------|---------------------------|--|
| 1 | 19 | 50 | Cumple |
| 2 | 44 | 70 | Cumple |
| 3 | 36 | 70 | Cumple |
| 4 | 34 | 70 | Cumple |
| 5 | 32 | 50 | Cumple |
| 6 | 29 | 50 | Cumple |

Etapa de Operación

A continuación se muestra las tablas de calificación acústica según el D.S. 146/97 MINSEGPRES, considerando la normal operación, en escenario diurno y nocturno.

Tabla 14: Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y calificación acústica respecto del D.S. 146. Escenario diurno.

| PUNTO | PROYECCIÓN dB(A) | MAXIMO PERMITIDO dB(A) | CALIFICACIÓN D.S. N°146/97 DIURNO |
|-------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 23 | 60 | Cumple |
| 2 | 43 | 70 | Cumple |
| 3 | 37 | 70 | Cumple |
| 4 | 35 | 70 | Cumple |
| 5 | 33 | 60 | Cumple |
| 6 | 30 | 60 | Cumple |

Tabla 15: Niveles de Presión Sonora Equivalente en dB(A) y calificación acústica respecto del D.S. 146. Escenario nocturno.

| PUNTO | PROYECCIÓN dB(A) | MAXIMO PERMITIDO dB(A) | CALIFICACIÓN D.S. N°146/97 NOCTURNO |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | 23 | 50 | Cumple |
| 2 | 43 | 70 | Cumple |
| 3 | 37 | 70 | Cumple |
| 4 | 35 | 70 | Cumple |
| 5 | 33 | 50 | Cumple |
| 6 | 30 | 50 | Cumple |

Se concluye a partir de las modelaciones efectuadas que tanto la construcción, como la operación del proyecto Puerto de Embarque de Mineral de Hierro-Fase I, proyectada al norte de la zona urbana de la Ciudad de Caldera, cumplirá con los Niveles Máximos permitidos para el periodo diurno y nocturno, según lo establece el D.S. N°146/97 del MINSEGPRES.

MAX GLISSER DONOSO
INGENIERO C. EN S. Y ACÚSTICA
JEFE DE PROYECTOS
CONTROL ACUSTICO LTDA.

CHRISTIAN GERARD BÜCHI
INGENIERO ACÚSTICO
GERENTE GENERAL
CONTROL ACUSTICO LTDA.