

Informe Acústico N°1

ESTUDIO DE INGENIERIA EN CONTROL DE RUIDO PROYECTO: “VALDICOR, PLANTA VALDIVIA”



Acondicionamiento



Ingeniería



PREXOR



Ruido ambiental



Ruido industrial



SEIA



Vibraciones



CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Historial del documento

Datos del proyecto	
Nombre:	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"
Mandante:	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.
Datos del documento	
Centro de Costos:	18115
Documento:	AA18115_IA1_B.pdf
Contenido:	Informe de ingeniería en control de ruido planta Valdivia
Versión:	B
Fecha de entrega:	31/01/2019
Profesionales que participaron en el proyecto	
Mediciones de ruido:	Alexandra Lyselott Astudillo Montenegro
Supervisor de mediciones:	Nicolás Andrés Bastián Monarca
Análisis de mediciones:	Nicolás Andrés Bastián Monarca
Diseño medidas control:	Nicolás Andrés Bastián Monarca
Modelamiento acústico:	Juan Pablo Álvarez Rodenbeek
Elaboración del documento	
Elaboró:	Nicolás Andrés Bastián Monarca
Revisó:	Juan Pablo Álvarez Rodenbeek
Aprobó:	Juan Pablo Álvarez Rodenbeek

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: “Valdicor, planta Valdivia”	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe entrega un análisis de medidas técnicas de ingeniería en control de ruido para el proyecto “Valdicor, planta Valdivia”. (desde ahora el Proyecto). El Proyecto está emplazado en la zona urbana de la comuna de Valdivia, provincia de Valdivia, región de Los Ríos. Específicamente, en Avenida Balmaceda 6450, sector Chumpullo.

El Proyecto cuenta con Resolución de Calificación Ambiental, la que dice relación con el proyecto “Producción de Áridos en el Río Calle Calle” (RCA N° 1627/2002), proyecto actualmente en operación, con extracción de áridos en distintos sectores del Río Calle Calle, tales como Chumpullo, Mechuco, Huellehue y Pishuenco. El área total de extracción entre todos los sectores corresponde a 950.400 m² y los volúmenes de extracción corresponden a un máximo anual de 89.900 m³.

Desde el año 2002, no se han presentado modificaciones ni pertinencias asociadas al Proyecto.

Por otra parte, durante el año 2018, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), realizó una fiscalización ambiental en relación con las emisiones sonoras del Proyecto, acorde a lo indicado en el expediente DFZ-2018-2078-XIV-RCA. En el expediente recién mencionado, se informa la superación de norma de ruidos, D.S. N°38/11 “Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica” del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) por parte de la planta de áridos.

Respecto al estudio, se realizó un levantamiento acústico de las principales fuentes de ruido de la planta. Posterior a esto, se confeccionó un modelo digital en un software especializado de proyección de niveles de ruido en espacios exteriores para representar la condición actual de la planta y evaluar su impacto acústico a los receptores cercanos a la misma. En este sentido, se utilizó el software Cadna/A para las modelaciones de ruido, que incorpora la norma técnica ISO 9613¹ para proyectar los niveles de ruido que emite el Proyecto en la posición de los receptores evaluados. En base a lo anterior, se evaluaron en qué receptores se superaban los niveles máximos permisibles de ruido y se propusieron medidas técnicas de ingeniería en control de ruido a diferentes equipos para dar cumplimiento a los niveles máximos permisibles de ruido en los receptores bajo estudio.

¹ Norma técnica ISO 9613 “Acústica – Atenuación del sonido durante la propagación en exteriores” en concordante con lo establecido en el Artículo 19, literal g) del D.S. 38/11 del MMA.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Del análisis realizado, se propusieron dos (2) alternativas de medidas técnicas de control de ruido, la alternativa uno (1) considera medidas técnicas de ingeniería en control de ruido individuales, en la Descarga de ripio (Ready mix), Chancadora mandíbula, Harnero selección de chancado gravilla, Cinta transportadora (Ready mix), Harnero, Zona de lavado Ready Mix, Rodillos cinta transportadora, Planta estabilizado y Equipo planta chancadora para dar cumplimiento a los niveles máximos permisibles de ruido según lo establecido en el D.S. N° 38/11 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Por otra parte, la alternativa dos (2) considera implementar una barrera acústica perimetral de 6m de altura y 113m de largo en el sector sur de la planta, además de medidas individuales en la Zona de lavado Ready Mix, Cinta transportadora (Ready mix) y Planta estabilizado para dar cumplimiento a los niveles máximos permisibles de ruido según lo establecido en el D.S. N° 38/11 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Por otra parte, también se recomendaron medidas administrativas para reducir las emisiones de ruido de la planta.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

INDICE

1	INTRODUCCION	7
2	OBJETIVOS	8
2.1	Objetivo general	8
2.2	Objetivos específicos	8
3	ANTECEDENTES	9
3.1	Normativa de ruido.....	9
3.1.1	Definiciones	9
3.1.2	Niveles Máximos Permisibles	11
3.2	Área de estudio.....	11
3.2.1	Identificación de receptores.....	12
3.2.2	Homologación de zonas	13
4	METODOLOGIA	15
4.1	Mediciones de ruido.....	16
4.2	Proyección de niveles de ruido	22
4.2.1	Elaboración del modelo digital	23
4.2.2	Calibración del modelo digital	25
4.3	Diseño de medidas de control	25
5	RESULTADOS	27
5.1	Mediciones de ruido.....	27
5.2	Proyección de niveles de ruido	30
6	ANALISIS Y DISCUSION	36
7	MEDIDAS DE INGENIERIA PARA CONTROL DE RUIDO	40
7.1	Medidas técnicas	40
7.1.1	Alternativa 1	40
7.1.2	Alternativa 2.....	54
7.2	Medidas administrativas.....	60
7.3	Proyección de niveles de ruido con medidas de control	61
7.3.1	Alternativa 1	61
7.3.2	Alternativa 2.....	65

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

8	CONCLUSIONES	70
9	BIBLIOGRAFIA.....	72
10	ANEXOS.....	73

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

1 INTRODUCCION

De acuerdo con lo solicitado por la empresa Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda., RUT 83.949.400-9, el presente informe realiza un estudio específico de ingeniería en control de ruido para el proyecto "Valdicor, Planta Valdivia" (en adelante, el Proyecto). El Proyecto está emplazado en la zona urbana de la comuna de Valdivia, provincia de Valdivia, región de Los Ríos. Específicamente, en Avenida Balmaceda 6450, sector Chumpullo.

El Proyecto cuenta con Resolución de Calificación Ambiental, la que dice relación con el proyecto "Producción de Áridos en el Río Calle Calle" (RCA N° 1627/2002), proyecto actualmente en operación, con extracción de áridos en distintos sectores del Río Calle Calle, tales como Chumpullo, Mechuco, Huellehue y Pishuinco. El área total de extracción entre todos los sectores corresponde a 950.400 m² y los volúmenes de extracción corresponden a un máximo anual de 89.900 m³.

Desde el año 2002, no se han presentado modificaciones ni pertinencias asociadas al Proyecto.

Por otra parte, durante el año 2018, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), realizó una fiscalización ambiental en relación con las emisiones acústicas del Proyecto, acorde a lo indicado en el expediente DFZ-2018-2078-XIV-RCA. En el expediente recién mencionado, se informa la superación de norma de ruidos, D.S. N°38/11 "Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica" del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) por parte de la planta de áridos.

Por lo anterior, el titular propuso un plan de cumplimiento ambiental a la SMA, en el cual se consideraba la realización de un estudio específico de Ingeniería en Control de Ruido a la planta, con el fin de definir medidas de control para la misma y dar cumplimiento a la normativa de ruido vigente.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Definir medidas de control necesarias para dar cumplimiento a los niveles máximos permisibles de ruido que establece el D.S. N°38/11 del MMA en los receptores cercanos al Proyecto.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar acústicamente las principales fuentes de ruido de la Planta.
- Definir la maquinaria de mayor influencia acústica sobre los receptores bajo estudio.
- Determinar la reducción sonora necesaria que deben aportar las soluciones constructivas para dar cumplimiento a la normativa de aplicación (D.S. N°38/11 del MMA).

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

3 ANTECEDENTES

3.1 Normativa de ruido

El D.S. N°38/11 del MMA establece distintos Niveles Máximos Permisibles (NMP) de presión sonora corregida. Lo anterior, depende de los usos de suelos que defina el Instrumento de Planificación Territorial (IPT) vigente, para la ubicación de receptores que se vean afectados por la fuente emisora de ruido. Dichos usos de suelo se homologan a las Zonas Territoriales definidas en la norma. Otro factor que define los niveles máximos permisibles corresponde al periodo horario en el cual se desarrolle la actividad a evaluar.

3.1.1 Definiciones

Para facilitar la lectura de este estudio, se entregan a continuación algunas definiciones importantes dadas en la normativa vigente:

Decibel A (dBA): es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias A.

Fuente Emisora de Ruido: toda actividad productiva, comercial, de esparcimiento y de servicios, faenas constructivas y elementos de infraestructura que generen emisiones de ruido hacia la comunidad.

Actividades Productivas: instalaciones destinadas a desarrollar procesos de producción, procesamiento y/o transformación de productos finales, intermedios o materias primas, tales como industrias, depósitos, talleres, bodegas y similares; así como la extracción u obtención de productos provenientes de un predio, tales como actividades agrícolas, ganaderas, forestales, extractivas, mineras y similares.

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq, ó Leq): es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que, en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC): es aquel nivel de presión sonora continuo equivalente, que resulta de aplicar el procedimiento de medición y las correcciones establecidas en la norma.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Receptor: toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesto al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa.

Respuesta Lenta: es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta temporal lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación de frecuencias A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

Ruido de Fondo: es aquel ruido que está presente en el mismo lugar y momento de medición de la fuente que se desea evaluar, en ausencia de ésta. Éste corresponderá al valor obtenido bajo el procedimiento establecido en la norma.

Zona I: aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.

Zona II: aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona I, Equipamiento de cualquier escala.

Zona III: aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.

Zona IV: aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo uso de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.

Zona Rural: aquella ubicada fuera del límite urbano establecido en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

3.1.2 Niveles Máximos Permisibles

La siguiente tabla muestra los NPC máximos permisibles por zona y periodo horario.

Tabla 1. Niveles máximos permisibles según Zona donde se encuentre el receptor [D.S. N°38/11 del MMA].

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PRESIÓN SONORA CORREGIDOS (NPC) EN dBA LENTO		
Zona	De 7:00 a 21:00 Hrs.	De 21:00 a 7:00 Hrs.
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70

Para los receptores ubicados en zonas rurales, se aplica como nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC), el menor valor entre:

1. Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A)
2. NPC para Zona III de la Tabla 1.

Este criterio se aplica, tanto para el periodo diurno como nocturno, de forma separada.

3.2 **Área de estudio**

El Proyecto se encuentra dentro de los límites urbanos de la comuna de Valdivia, específicamente en Av. Balmaceda 6450, sector Chumpullo.

La siguiente figura, muestra el lugar de emplazamiento del Proyecto con relación al Plan Regulador de la Comuna (PRC) de Valdivia.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: “Valdicor, planta Valdivia”	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

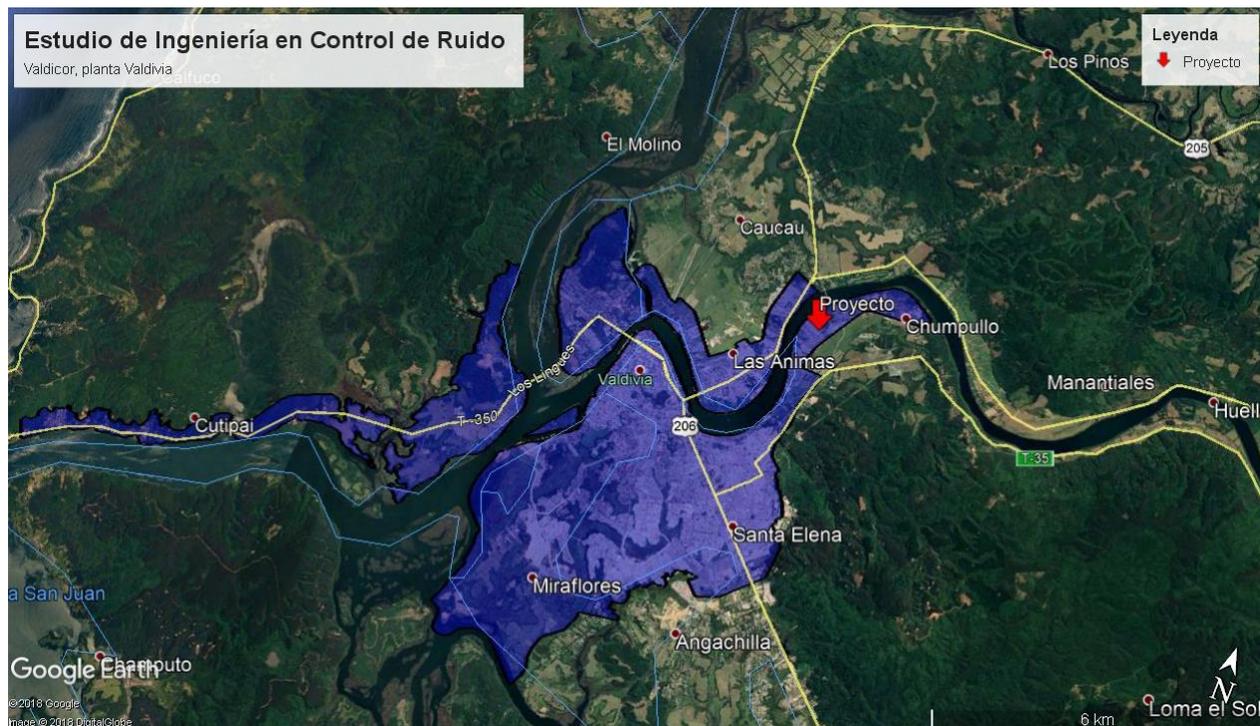


Figura 1. Lugar de emplazamiento del Proyecto con relación al límite urbano, según PRC de Valdivia.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto opera en horario diurno desde las 7:00 a las 21:00 hrs.

3.2.1 Identificación de receptores

Aledaño al Proyecto, se encuentra una villa nueva (entregada el 2018) identificada como “Parque Torreones Etapa IV”, acorde a lo que se muestra en la siguiente Figura.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	



Figura 2. Lugar de emplazamiento específico del Proyecto y receptores.

3.2.2 Homologación de zonas

A continuación, se presenta la homologación de zona de acuerdo con el D.S. N°38/2011 del MMA y a la Resolución Exenta N°491/2016 de la SMA, la cual dicta instrucción de carácter general sobre criterios para homologación de zonas del mencionado decreto, tomando en consideración lo indicado por el PRC de Valdivia para la ubicación donde se encuentra cada receptor. La homologación de zona fue realizada por la SMA y está disponible en la página web de la institución².

² <https://portal.sma.gob.cl/>.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

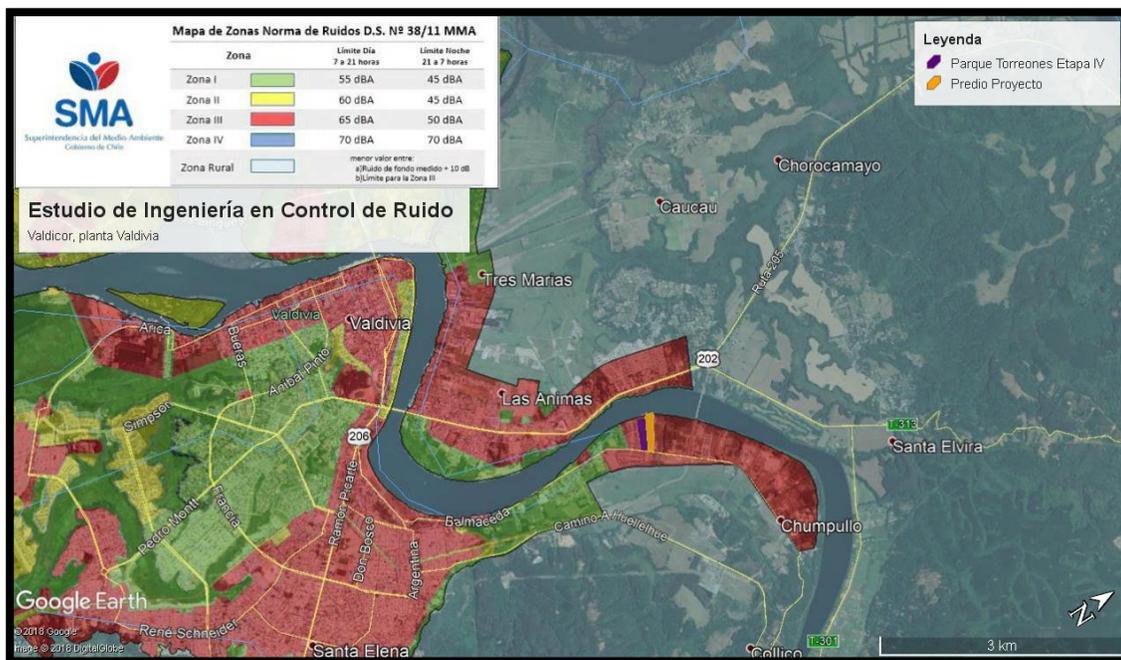


Figura 3. Vista satelital de Valdivia con homologación de zonas realizada por la SMA.

Teniendo en cuenta la Figura anterior, se observa que los receptores se encuentran en Zona III, por lo cual, el límite de ruido a cumplir en los puntos receptores es de 65 dBA en periodo diurno.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: “Valdicor, planta Valdivia”	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

4 METODOLOGIA

Para desarrollar el estudio de control de ruido de la planta, se utilizó la siguiente metodología de trabajo:

- Revisión de antecedentes de la planta.
- Campaña de mediciones de ruido con planta en operación.
- Análisis de resultados de mediciones de ruido.
- Elaboración de ranking de principales fuentes de ruido.
- Confección de modelo digital en software de propagación de ruido en exteriores.
- Propuestas de medidas de control para fuentes de ruido.
- Modelación de situación futura con medidas de control propuestas.

En relación con la campaña de mediciones de ruido, se efectuaron mediciones de ruido para caracterizar acústicamente las fuentes de ruido en la planta y mediciones de ruido para calibrar el modelo digital que se confeccionó en software específico.

Todas las mediciones de ruido se realizaron según la metodología indicada en la normativa ISO 3744:2010 “Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane”. Cabe destacar que, en algunos casos, por razones de seguridad y/o factibilidad, se realizaron menos mediciones de ruido (y a una mayor distancia) que las recomendadas por la normativa para caracterizar las fuentes de ruido.

Las mediciones de ruido se realizaron mediante un Sonómetro Integrador Norsonic AS, modelo Nor140, tipo 1, N° Serie 1405660.

En las siguientes Figuras, se muestran fotografías referenciales de la campaña de mediciones de ruido.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	



Figura 4. Medición de ruido en Valdicor, planta Valdivia.

4.1 Mediciones de ruido

El 14 de diciembre del 2018 y el 14 de enero del 2019, se realizaron mediciones de ruido con la planta operando, tanto para caracterizar acústicamente las fuentes de ruido presentes en la planta, como mediciones de calibración/validación para el modelo digital en software específico.

En la siguiente Figura, se presenta una imagen indicando las fuentes de ruido caracterizadas.



Figura 5. Fuentes de ruido caracterizadas.

En la siguiente Tabla, se detalla cada fuente de ruido caracterizada.

Tabla 2. Fuentes de ruido caracterizada.

iD	Nombre	Fotografía referencial
F1	Zona de lavado Ready Mix	

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

iD	Nombre	Fotografía referencial
F2	Tolva descargando piedras	
F3	Planta de estabilizado	
F4	Tolva descargando Piedra (Ready mix)	

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

iD	Nombre	Fotografía referencial
F5	Descarga de ripio (Ready mix)	
F6	Cinta transportadora (Ready mix)	

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

iD	Nombre	Fotografía referencial
F7	Harnero	
F8	Rodillos cinta transportadora	

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

iD	Nombre	Fotografía referencial
F9	Motor transporte	
F10	Chancadora de Mandíbula	
F11	Harnero selección chancado gravilla	

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

iD	Nombre	Fotografía referencial
F12	Equipo planta chancadora	

4.2 Proyección de niveles de ruido

Para la modelación de niveles de ruido del Proyecto, se utilizó el software de predicción de niveles sonoros en exteriores Cadna/A Versión 2018 (llave: L43064), que utiliza el método de predicción de propagación sonora: ISO 9613:1996 "Acústica – Atenuación del sonido durante la propagación en el exterior".

La fórmula para la proyección de la propagación del sonido emitido por las fuentes sobre los receptores está dada por:

$$L_p = L_w + K_0 - D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{fol} - A_{hous} - A_{bar} - C_{met} - RL \quad (1)$$

Donde:

L_p : Nivel de presión sonora en la posición del receptor (dB).

L_w : Nivel de potencia sonora de cada fuente de ruido (dB).

K₀ : Índice de Directividad de la fuente (dB).

D_c : Corrección por Directividad de la fuente (dB).

A_{atm} : Atenuación debido a la absorción atmosférica (dB).

A_{gr} : Atenuación debido a los efectos del suelo (dB).

A_{fol} : Atenuación debido a efectos de la vegetación (dB).

A_{hous} : Atenuación debido a edificaciones (dB).

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Abar : Atenuación debido a barreras (dB).

Cmet : Corrección por efectos meteorológicos (dB).

RL : Pérdida por reflexión (dB).

El software incorpora todas las variables físicas de geomorfología y las características de emisión sonora de las fuentes de ruido, permitiendo estimar la radiación sonora en el exterior. Las variables de entrada que utiliza el software se detallan a continuación:

- 1) Niveles de potencia acústica y/o presión sonora por bandas de octava de frecuencia para cada fuente de ruido y/o
- 2) Niveles de potencia acústica y/o presión sonora globales de cada fuente de ruido.
- 3) Posición de fuentes de ruido.
- 4) Altura fuentes de ruido.
- 5) Características y topografía del terreno.
- 6) Temperatura y Humedad.
- 7) Posición del receptor.
- 8) Altura del receptor.

Los parámetros meteorológicos se fijaron en temperatura de 10° C y humedad relativa en 70%, constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación sonora debido a efectos meteorológicos. La norma utilizada considera viento de 3 (m/s) a favor de la propagación. Los protocolos de cálculo de la operación se entregan en formato digital como complemento al informe en archivo separado.

4.2.1 Elaboración del modelo digital

Para proyectar los niveles de ruido que emite el Proyecto, es necesario elaborar un modelo digital en un software específico de proyección de niveles de ruido en espacios exteriores. En este caso, se elaboró el modelo digital de la planta en el software Cadna/A, a través de la importación de cartografía de la planta, incorporación de las fuentes de ruido (maquinaria y/o equipos), edificaciones, entre otros, y posterior a esto, se asignaron los niveles de potencia acústica a cada fuente de ruido (obtenidos a partir de la campaña de mediciones de ruido).

En la siguiente Figura, se muestra una fotografía del modelo digital en el software recién mencionado.

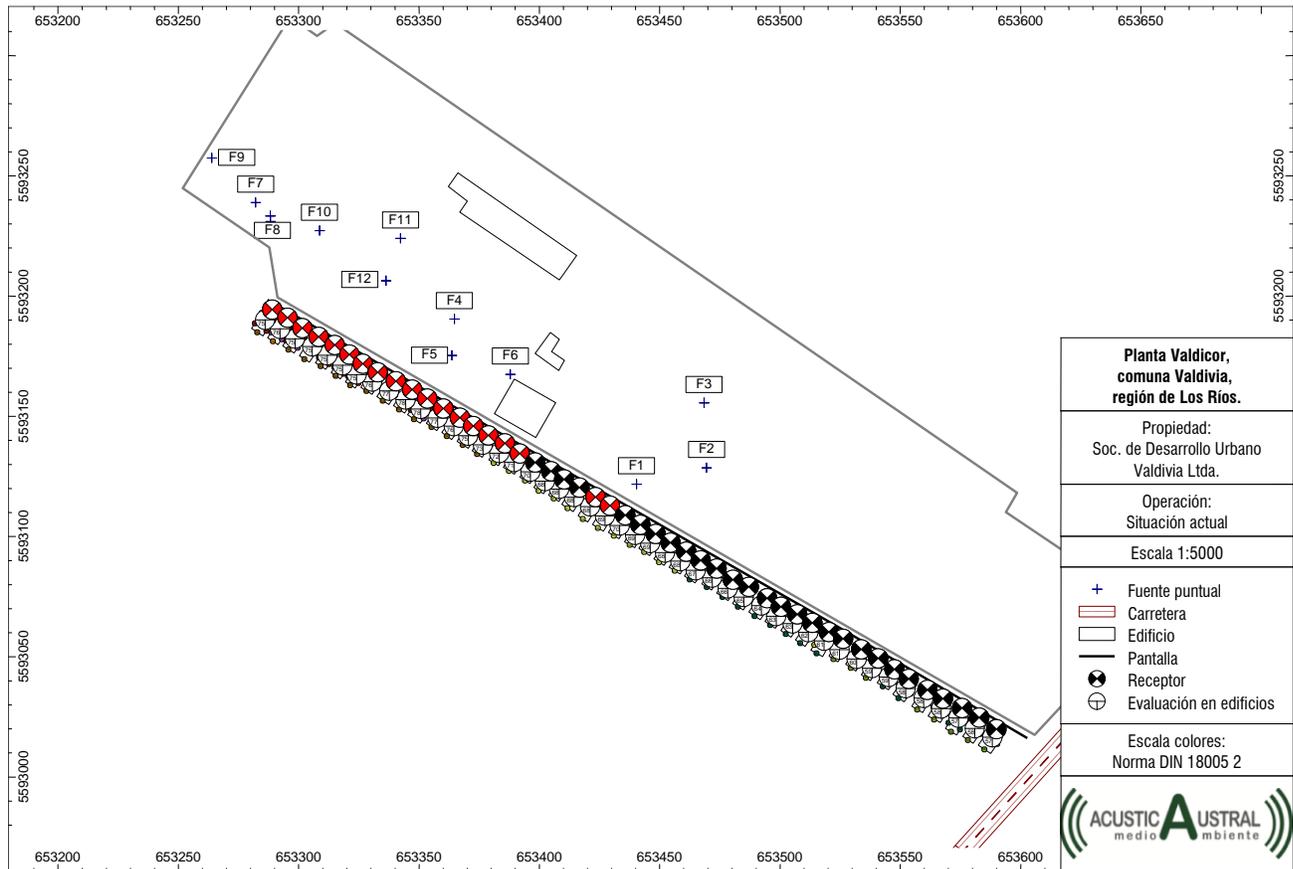


Figura 6. Modelo digital en software específico del Proyecto.

En la siguiente Tabla, se detallan las fuentes de ruido consideradas, según la nomenclatura indicada en la Figura anterior.

Tabla 3. Fuentes de ruido consideradas en modelo digital.

iD	Fuente de ruido
F1	Zona de lavado Ready Mix
F2	Tolva descargando piedras
F3	Planta de estabilizado
F4	Tolva descargando piedra (Ready mix)
F5	Descarga de ripio (ready mix)
F6	Cinta transportadora (ready mix)
F7	Harnero
F8	Rodillos cinta transportadora
F9	Motor transporte

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

ID	Fuente de ruido
F10	Chancador de mandibula
F11	Harnero selección chancado de gravilla
F12	Equipo de planta chancadora

4.2.2 Calibración del modelo digital

Si bien los softwares de modelación son una herramienta muy efectiva, siempre existen diferencias entre los niveles de ruido medidos en terreno y los proyectados por el software. Por lo anterior, es necesario definir criterios de calibración del modelo. En este sentido, el criterio empleado fue el siguiente:

1. La diferencia entre los niveles de ruido medidos y proyectados en los puntos de calibración deben ser menores a 3 dBA.

En el caso que los valores entre los niveles medidos y proyectados en los puntos de calibración superen el criterio definido, se debe evaluar algunas de las siguientes alternativas para calibrar el modelo digital:

- Ajustar el nivel de potencia acústica de las fuentes de ruido.
- Ajustar la absorción del terreno (G).
- Ajustar el coeficiente de atenuación de pantallas acústicas.

4.3 **Diseño de medidas de control**

Para realizar el diseño de medidas de control de ruido, es necesario determinar qué equipos requieren ser tratados y cuáles son las posibles medidas que se pueden implementar en los mismos, considerando variables técnicas, de ventilación, mantenimiento, entre otras.

Una manera de priorizar los equipos que se deben acondicionar es estableciendo un ranking con las principales fuentes de ruido de la planta. En este sentido, las fuentes se dividen en primarias, secundarias y terciarias de ruido. El criterio de definición del tipo de fuente es el siguiente:

- **Fuente primaria:** El nivel de potencia acústica (L_w) obtenido es mayor a 110 dB.
- **Fuente secundaria:** El nivel de potencia acústica (L_w) obtenido es mayor a 100 dB.
- **Fuente terciaria:** El nivel de potencia acústica (L_w) obtenido es igual o menor a 100 dB.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Una vez identificada el tipo de fuente de ruido, se proponen medidas de control, ya sean técnicas y/o administrativas para cada tipo de fuente, dando prioridad a las fuentes primarias y secundarias.

Las medidas de control técnicas consideran el aislamiento acústico que debe proporcionar la medida, con el fin de incorporar al modelo digital, el nuevo escenario de modelación con la medida de control recomendada.

Posterior a esto, se realiza una modelación en el software específico, para verificar que al implementar las medidas de control propuestas, se logra cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido en los receptores bajo estudio.

Cabe destacar que, dependiendo de la cantidad de tipo de fuentes de ruido, por ejemplo fuentes terciarias, puede ser necesario implementar medidas técnicas en ese tipo de fuentes. A través de la modelación acústica se puede determinar el aporte de cada fuente al nivel de ruido en los receptores bajo estudio y en base a eso definir si es necesario implementar una medida técnica.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdikor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

5 RESULTADOS

A continuación, se indican los niveles de ruido obtenidos para cada equipo, tanto por bandas de frecuencia como el nivel global. Por otra parte, se muestran fotografías de cada medición y algunos comentarios.

5.1 Mediciones de ruido

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las campañas de mediciones de ruido para las principales fuentes emisoras de ruido.

Zona de lavado Ready Mix									
Registro:	NOR140_15641596_181214_0016								
LAeq:	93,1 dBA								
Com:	Medición a 1m de la fuente de ruido								
	Bandas frecuencia Hz								
	31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):	77,6	88,0	80,5	82,3	91,2	87,9	85,6	79,0	69,5
									
Tolva descargando piedras									
Registro:	NOR140_15641596_181214_0020								
LAeq:	100,6 dBA								
Com:	Medición a 1m de la fuente de ruido								
	Bandas frecuencia Hz								
	31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):	76,0	81,1	80,4	81,8	88,2	94,4	96,3	93,2	82,1
									

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Planta estabilizado

Registro: NOR140_15641596_181214_0023
 LAeq: 91,9 dBA
 Com: Medición a 2m de la fuente de ruido

	Bandas frecuencia Hz								
	31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):	81,2	78,1	79	80,7	84,2	85,9	87,2	83,1	75,4



Tolva descargando piedras (Ready mix)

Registro: NOR140_15641596_181214_0025
 LAeq: 88,8 dBA
 Com: Medición a 1m de la fuente de ruido

	Bandas frecuencia Hz								
	31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):	75,7	82	78,3	78,7	79,4	81	82	83,7	80



Descarga de ripio (Ready mix)

Registro: NOR140_15641596_181214_0027
 LAeq: 98,7 dBA
 Com: Medición a 2,5m de la fuente de ruido

	Bandas frecuencia Hz								
	31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):	79,9	85,8	93,8	80,5	83,0	88,3	93,5	93,3	90,2



Cintra transportadora (Ready mix)

Registro: NOR140_15641596_181214_0028
 LAeq: 88,7 dBA
 Com: Medición a 1m de la fuente de ruido

	Bandas frecuencia Hz								
	31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):	81,8	96,0	96,9	85,1	83,5	83,1	81,9	76,5	67,6



Harnero

Registro: NOR140_15641596_181214_0033
 LAeq: 95,5 dBA
 Com: Medición a 1m de la fuente de ruido



		Bandas frecuencia Hz								
		31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):		71,9	76,6	87,4	87,2	88,3	89,4	89,9	88,2	81,6

Rodillos cinta transportadora

Registro: NOR140_15641596_181214_0031
 LAeq: 92,6 dBA
 Com: Medición a 1m de la fuente de ruido



		Bandas frecuencia Hz								
		31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):		71,3	73,7	74,6	75,1	79,5	87,9	87,3	84,7	78,4

Motor transporte

Registro: NOR140_15641596_181214_0034
 LAeq: 85 dBA
 Com: Medición a 1m de la fuente de ruido



		Bandas frecuencia Hz								
		31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):		83,7	77,1	77,7	81,1	80,6	80,1	78,6	74,7	67,4

Chancadora de Mandibula

Registro: NOR140_15641596_190114_0001
 LAeq: 89,9 dBA
 Com: Medición a 9m de la fuente de ruido, salto de piedras y mucho polvo



		Bandas frecuencia Hz								
		31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
Leq (dB):		68,8	75,6	84,8	84,4	88,9	85,0	82,1	77,2	70,4

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Arnero selección chancado gravilla																													
Registro:	NOR140_15641596_190114_0004																												
LAeq:	91,7 dBA																												
Com:	Medición a 2m de la fuente de ruido, alta vibración																												
																													
	<table border="1" style="background-color: #008000; color: white; width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="9">Bandas frecuencia Hz</th> </tr> <tr> <th>31.5</th> <th>63</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1.0 k</th> <th>2.0 k</th> <th>4.0 k</th> <th>8.0 k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Leq (dB):</td> <td>71,4</td> <td>75,8</td> <td>77,3</td> <td>80,0</td> <td>82,5</td> <td>86,6</td> <td>85,9</td> <td>84,5</td> <td>77,6</td> </tr> </tbody> </table>	Bandas frecuencia Hz									31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k	Leq (dB):	71,4	75,8	77,3	80,0	82,5	86,6	85,9	84,5	77,6
Bandas frecuencia Hz																													
31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k																					
Leq (dB):	71,4	75,8	77,3	80,0	82,5	86,6	85,9	84,5	77,6																				
Equipo planta chancadora																													
Registro:	NOR140_15641596_190114_0006																												
LAeq:	90,2 dBA																												
Com:	Medición a 3m de la fuente de ruido, alta vibración																												
																													
	<table border="1" style="background-color: #008000; color: white; width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="9">Bandas frecuencia Hz</th> </tr> <tr> <th>31.5</th> <th>63</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1.0 k</th> <th>2.0 k</th> <th>4.0 k</th> <th>8.0 k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Leq (dB):</td> <td>73,9</td> <td>72,9</td> <td>81,2</td> <td>85,9</td> <td>87,3</td> <td>83,4</td> <td>84,6</td> <td>80,2</td> <td>73,4</td> </tr> </tbody> </table>	Bandas frecuencia Hz									31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k	Leq (dB):	73,9	72,9	81,2	85,9	87,3	83,4	84,6	80,2	73,4
Bandas frecuencia Hz																													
31.5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k																					
Leq (dB):	73,9	72,9	81,2	85,9	87,3	83,4	84,6	80,2	73,4																				

5.2 Proyección de niveles de ruido

Como se mencionó anteriormente, fue necesario calibrar el modelo digital desarrollado para el Proyecto. En ese sentido, se ubicaron puntos de calibración en diferentes emplazamientos en dirección a los receptores más vulnerables a las emisiones sonoras generadas por el Proyecto, asegurando de esta manera una proyección realista de niveles de ruido producto de las medidas de control de ruido que se propondrán. A continuación, se muestran los emplazamientos de dichos puntos de calibración, en los cuales la diferencia debe ser menor a 3 dBA para que el modelo sea representativo de la situación actual del Proyecto.



Figura 7. Emplazamientos puntos de calibración.

Al tener el modelo calibrado en el software, se asume que el mismo representa de buena manera al Proyecto, por lo cual, los niveles de ruido proyectados por el software son representativos de la situación real si se incorporan otros escenarios operativos y/o implementan medidas de control de ruido. A continuación, se presentan los valores medidos, valores proyectados y las fuentes de ruido (maquinaria) que estuvieron operativas para cada uno de los puntos de calibración.

Tabla 4. Resultados de calibración del modelo digital.

Punto (iD)	Coordenadas		Altura medición (m)	Leq medido (dBA)	Leq proyectado (dBA)	Dif. [Leq medido-Leq proyectado] (dBA)	iD Maquinaria en operación
	Norte (m)	Este (m)					
PC6	5593185	653318	1,5	74,3	75,6	1,3	F7, 2F8, F9, F10 y F11
PC7	5593179	653337	1,5	74,3	74	0,3	F7, 2F8, F9, F10 y F12
PC8	5593202	653294	1,5	78,6	80,1	1,5	F7, 2F8, F9, F10 y F12
PC10	5593147	653374	1,5	82,7	79,9	2,8	F3, F4, F5, F6, F7, 2F8, F9, F10 y F12

En adición, se presenta un mapa de ruido de la situación actual, pero considerando un escenario desfavorable, lo que implica toda la maquinaria operando simultáneamente.

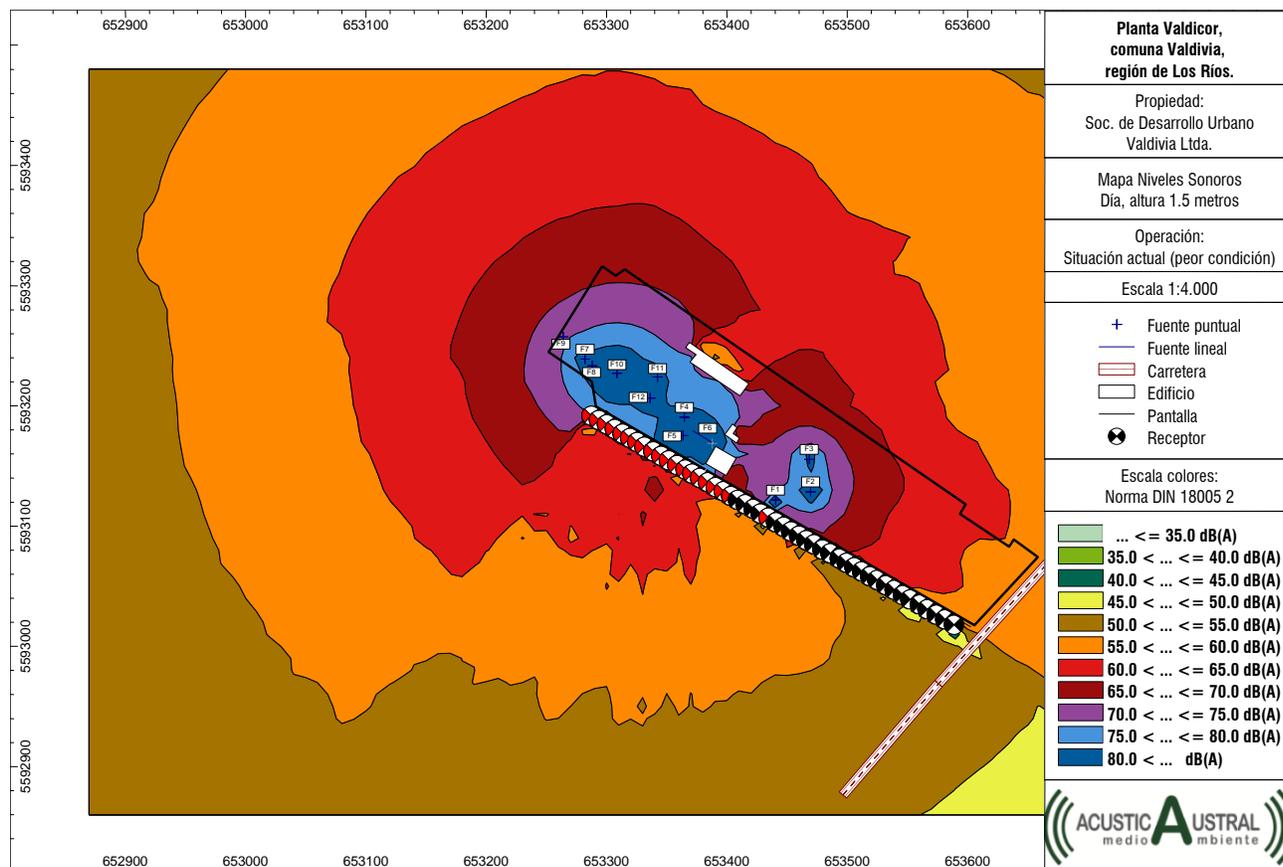


Figura 8. Mapa de Ruido con representación de una situación actual con toda la maquinaria operando simultáneamente.

Finalmente, en la siguiente Tabla, se presenta la aportación parcial de cada fuente de ruido en los receptores bajo estudio. Esto permite identificar los niveles que aporta cada fuente en los receptores, con el fin de dimensionar cuáles son las fuentes de ruido preponderantes en cada receptor y evaluar la implementación de medidas de control de ruido para cada caso.

Cabe destacar que se ha marcado en color rojo los receptores en los cuales el nivel de ruido proyectado supera el nivel de ruido máximo permisible para este caso (65 dBA).

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Tabla 5. Aporte parcial de fuentes de ruido en receptores.

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
R2 (2do piso)	45	59,7	57	47,1	64,6	47,6	43,2	61,7	73,5	57,7	56,5	62,2	74,9
R2 (1er piso)	44,7	59,5	54,1	42,9	60,5	42,9	39,5	57	68,3	53,6	54	58	70,3
Casa 02 (2do piso)	43,3	57,4	56,2	47,9	65,5	48	43,7	62,7	73,4	58,2	55,7	62,9	75
Casa 02 (1er piso)	39,2	54,9	51,1	43,6	62	43,2	39,9	57,7	68,6	54,1	51,1	58,7	70,4
Casa 03 (2do piso)	42,6	56,5	55,2	48,7	66,5	48,4	44,2	63,6	73,1	58,7	54,8	63,7	75
Casa 03 (1er piso)	39,9	52,6	50,3	44,3	62	43,7	40,3	58,4	68,3	53,9	50,3	59,5	70,2
Casa 04 (2do piso)	41,8	55,5	54,2	49,6	67,6	48,9	44,8	64,3	72,5	58,9	53,8	64,6	74,9
Casa 04 (1er piso)	37,7	51,6	49,5	44,2	63,1	44,2	40,8	58,4	67,1	54	49,4	60,3	69,8
Casa 05 (2do piso)	41,1	54,7	53,2	50,5	68,7	45,8	45,3	64,7	71,7	59	52,9	65,5	74,8
Casa 05 (1er piso)	37,1	49,9	47,9	45	65,4	44,6	41,3	58,8	66,4	54,8	47,8	61,1	70,2
Casa 06 (2do piso)	40,5	53,9	52,3	51,4	70	46,3	45,8	64,9	70,9	59	52	66,5	75
Casa 06 (1er piso)	36,6	50	47,1	46,4	66,6	45	41,8	59,7	66,1	55,1	47	62	70,7
Casa 07 (2do piso)	39,9	53,1	51,5	52,2	71,2	46,9	46,3	64,7	70,1	58,8	51,2	67,4	75,2
Casa 07 (1er piso)	35,5	49,2	47,2	47	66,6	45,3	42,3	59,5	65,4	54,7	47,1	62,6	70,5
Casa 08 (2do piso)	39,3	52,4	50,7	52,9	72,3	47,4	46,9	64,1	69,4	58,5	50,4	68,3	75,6
Casa 08 (1er piso)	35,1	47,6	46,5	46,9	69	45,6	42,8	58,4	64,5	54,1	46,3	63,5	71,5
Casa 09 (2do piso)	38,7	51,6	49,8	53,6	73,9	48,1	47,7	63,2	68,4	58	49,6	69,5	76,4
Casa 09 (1er piso)	34,5	46,8	44,8	47,3	70,6	46	43,5	57,7	63,6	53,7	44,7	64,7	72,5
Casa 10 (2do piso)	38,2	50,9	49	53,9	75,1	48,8	48,6	62,5	67,6	57,4	48,9	70,7	77,2
Casa 10 (1er piso)	34	46,4	44,1	48,7	70,6	46,1	44,2	57,6	63,2	53,3	44	65,8	72,7
Casa 11 (2do piso)	37,7	50,3	48,3	54	75,4	49,4	49,4	61,4	66,9	56,8	48,2	71,6	77,5
Casa 11 (1er piso)	33,4	45,8	43,7	48,6	71,8	46	44,9	56,7	62,5	53,2	43,6	66,3	73,5
Casa 12 (2do piso)	37,1	49,6	47,7	53,6	74,9	50,3	50,2	60,4	66,1	56,2	47,5	72,3	77,3
Casa 12 (1er piso)	32,9	45,1	43	48,4	71,4	45,6	45,6	56	61,8	52,2	42,9	67	73,3
Casa 13 (2do piso)	36,6	49	47	52,2	73,8	51,4	51,1	59,5	65,4	55,5	46,9	72,4	76,7
Casa 13 (1er piso)	32,5	44,3	42,2	46,1	69,1	45,8	46,5	55,3	61,2	52,1	42,3	67,2	71,9
Casa 14 (2do piso)	36,2	48,5	46,5	51,4	72,4	52,6	51,9	58,8	64,9	54,9	46,3	71,8	75,7
Casa 14 (1er piso)	32,1	43,8	41,7	46,4	69,1	48,5	47,2	54,5	60,4	51,3	41,6	66,7	71,6
Casa 15 (2do piso)	35,8	48	45,9	50,5	71	53,6	52,8	58	64,2	54,3	45,8	70,8	74,6
Casa 15 (1er piso)	31,7	43,3	41,1	45,6	67,7	47,9	48,2	53,9	59,8	50,3	41	65,6	70,4
Casa 16 (2do piso)	35,4	47,5	45,4	49,4	69,6	55,1	54	57,1	63,7	53,7	45,2	67,8	72,8
Casa 16 (1er piso)	31,2	42,8	40,7	44,9	64,8	50,3	49,2	53	59,3	49,3	40,5	62,4	67,9
Casa 17 (2do piso)	35	47	44,9	48,4	68,2	55,7	55,2	56,2	63,1	53,1	44,8	64	71
Casa 17 (1er piso)	30,8	42,3	40,1	44,4	65,4	51,7	50,6	51,8	58,7	49,2	40	58,6	67,4
Casa 18 (2do piso)	34,6	46,5	44,4	43	67,1	56,3	56,6	55,6	62,6	50,4	44,3	62	70
Casa 18 (1er piso)	30,5	41,8	39,6	37,1	63,6	52,3	51,9	51,1	58,2	47,5	39,5	56,7	66
Casa 19 (2do piso)	34,2	46,1	43,9	42	65,9	56,9	58,1	54,7	62,1	49,2	43,8	60,6	69,2
Casa 19 (1er piso)	30,1	41,3	39,1	38	63,1	52,8	53,3	50,6	57,7	47	39	55	65,5

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
Casa 20 (2do piso)	33,9	45,7	43,5	41,2	60,4	57,3	59,6	52,9	61,7	48,2	43,4	59,7	67,2
Casa 20 (1er piso)	29,8	41	38,7	32,4	59,1	54,2	54,2	46,5	57,3	44,5	38,6	54,1	63,5
Casa 21 (2do piso)	33,5	45,3	43,1	39,8	59,3	57,8	61,4	50,9	56,9	47,3	43	59	66,4
Casa 21 (1er piso)	29,4	40,6	38,3	31,8	58,3	53,6	56,2	44,6	55,6	44,2	38,2	53,8	63
Casa 22 (2do piso)	33,2	44,9	42,6	38,8	58,4	58,2	63,6	49,7	56,5	46,5	42,6	59,6	67,2
Casa 22 (1er piso)	29,1	40,2	37,9	30,9	56,8	54	58,4	44	54,3	44,4	37,8	54,7	63,1
R23 (R1a)	32,9	44,5	42,2	38	57,6	58,4	64,9	49,2	56,1	45,8	42,1	59,6	67,7
R23 (196)	28,8	39,8	37,5	30,8	56,8	54,8	59,5	43,8	54	44,3	37,4	54,9	63,6
Casa 24 (2do piso)	28,4	40,1	41,8	37,3	56,8	58,7	65,4	48,5	55,7	45,2	37,1	57,2	67,6
Casa 24 (1er piso)	27,5	41,6	37,1	30,6	56,1	55,2	59,9	43,5	53,6	44,2	36,3	52,8	63,5
R25 (R3, 2do piso)	28,1	39,6	40,4	36,6	56,1	58,7	64	48	55,3	44,7	36,7	56,2	66,6
R25 (R3, 1er piso)	27,2	40,5	35,8	30,4	54,1	54,9	58,3	43,4	53,4	43,9	35,7	52,4	62,3
Casa 26 (2do piso)	27,8	39,2	39,5	36	55,4	58,5	62,1	47,4	55	44,2	36,3	55,1	65,3
Casa 26 (1er piso)	27	39,9	35,2	30,1	53,8	54,7	56,8	43,4	53,4	44,5	35,4	51,5	61,6
Casa 27 (2do piso)	27,5	38,8	38,8	35,6	54,8	58,2	60,1	46,8	54,6	43,7	36,2	54	64,2
Casa 27 (1er piso)	26,8	40,3	35,1	29,9	53,5	54,2	54,7	43,1	53,3	43,5	35,3	50,3	60,7
Casa 28 (2do piso)	27,2	38,4	37,8	35,1	54,1	57,9	58,4	46,1	54,3	43,3	35,8	52,9	63,2
Casa 28 (1er piso)	26,6	39,6	34,8	29,6	52,3	53,1	53,5	43	53,2	43,2	35	49	59,7
Casa 29 (2do piso)	27	38	37,2	34,7	53,6	57,5	56,9	45,7	53,9	42,9	35,5	52,5	62,5
Casa 29 (1er piso)	26,5	39	34,5	29,4	52	53,4	52,2	42,8	53,1	42,7	34,8	48,6	59,4
Casa 30 (2do piso)	26,7	37,7	35,2	34,3	53	57	55,5	45,3	53,6	42,5	35,2	52	61,8
Casa 30 (1er piso)	26,4	38,5	34,4	29,2	51,7	53	50,6	42,7	52,9	42,4	34,6	48,1	58,9
Casa 31 (2do piso)	26,4	37,3	34,9	33,9	52,4	56,3	54,1	45,1	53,3	42,1	34,8	51,6	61,1
Casa 31 (1er piso)	28,2	39,7	36,1	28,9	53,3	52,3	49,4	42,5	52,7	41,9	36,3	47,7	58,8
Casa 32 (2do piso)	26,1	37	34,6	35,1	51,9	55,8	53,1	44,8	53	46,2	34,5	51,3	60,6
Casa 32 (1er piso)	25,9	37,6	34	30,2	51,1	51,8	48,3	42,4	52,5	41,6	34,1	47,3	58
Casa 33 (2do piso)	25,8	36,6	34,2	34,7	51,3	55,1	51,9	44,4	52,6	45,7	34,1	50,9	60
Casa 33 (1er piso)	25,7	37,1	33,7	30	50,5	51,1	47,3	42,2	52,2	41,2	33,8	46,9	57,4
Casa 34 (2do piso)	25,6	36,3	33,6	33,2	50,9	54,5	51	44,1	52,3	45,4	33,8	50,6	59,5
Casa 34 (1er piso)	25,5	36,8	33,4	28,6	50,2	49,8	46,4	42	52	40,9	33,6	46,5	56,9
Casa 35 (2do piso)	25,3	36	33,3	33,1	50,4	54	50,2	43,9	52	45,1	33,3	50,3	59
Casa 35 (1er piso)	25,3	36,4	33,2	28,6	49,9	49,2	45,6	41,8	51,8	40,6	33,2	46,2	56,5
Casa 36 (2do piso)	25,1	35,7	33	33,1	50	53,4	49,5	43,6	51,7	44,8	33	50,1	58,6
Casa 36 (1er piso)	25,1	36,1	32,9	28,6	49,5	49,5	44,9	41,6	51,5	40,1	32,9	45,9	56,3
Casa 37 (2do piso)	24,9	35,4	32,7	33	49,5	52,8	48,5	43,3	51,4	44,4	32,7	49,8	58,1
Casa 37 (2do piso)	24,8	35,3	32,6	28,6	49,2	48,9	44,2	41,5	51,3	39,7	32,7	45,6	55,9
Casa 38 (2do piso)	24,7	35,2	32,5	33,1	49,2	52,3	47,9	43,2	52	44,2	32,5	49,6	57,9
Casa 38 (1er piso)	24,6	35	32,4	28,6	48,9	48,4	43,6	41,3	51,1	39,5	32,4	45,3	55,6
Casa 39 (2do piso)	24,4	34,9	32,2	33,1	48,7	51,7	47,1	42,9	51,9	43,8	32,1	49,3	57,5

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
Casa 39 (1er piso)	24,4	34,7	32,1	28,5	48,5	47,8	42,9	41,1	50,8	39,1	32,1	45	55,2
Casa 40 (2do piso)	24,9	34,6	31,9	33,2	48,3	51,2	46,4	42,7	51,7	43,5	31,9	49,1	57,2
Casa 40 (1er piso)	24,1	34,5	31,9	28,5	48,1	47,3	42,3	40,9	50,6	38,7	31,9	44,7	54,8
Casa 41 (2do piso)	24,7	34,3	31,6	33,1	47,9	50,6	45,6	42,5	51,6	43,2	31,6	48,9	56,8
Casa 41 (1er piso)	23,9	34,2	31,6	28,4	47,7	45,9	41,7	40,7	50,3	38,4	31,6	44,4	54,3
Casa 42 (2do piso)	24,6	34,1	31,4	33,1	47,5	50,1	45,1	42,3	51,5	42,9	31,3	48,7	56,5
Casa 42 (1er piso)	23,7	34	31,4	28,3	47,4	45,4	41,2	40,5	50,1	38,1	31,3	44,1	54,1
Casa 43 (2do piso)	24,5	33,8	31,1	33	47,1	49,6	44,5	42,1	51,4	42,6	31	48,5	56,2
Casa 43 (1er piso)	23,5	33,7	31,1	28,4	47	45	40,7	40,2	49,8	37,8	31	43,9	53,7
Casa 44 (2do piso)	24,4	33,5	30,9	32,7	46,7	49,1	43,9	42	51,3	42,3	30,8	48,3	56
Casa 44 (1er piso)	23,3	33,4	30,8	28,5	46,7	44,4	40,2	40,1	49,6	37,5	30,8	43,6	53,4
Casa 45 (2do piso)	24,3	33,3	30,6	33,2	46,3	48,6	43,1	41,8	51,2	37,3	30,5	48,1	55,6
Casa 45 (1er piso)	23	33,2	30,6	28,5	46,3	44	39,7	39,8	49,3	37,2	30,5	43,4	53,1
Casa 46 (2do piso)	24,2	33	30,3	32,8	46	48,2	42,7	41,7	51,2	37	30,3	48	55,4
Casa 46 (1er piso)	22,8	32,9	30,3	28,2	45,9	43,4	39,2	39,6	49,1	37	30,3	43,1	52,8
Casa 47 (2do piso)	24,1	32,8	30,1	32,5	45,6	47,7	41,9	41,5	51,1	36,7	30	47,7	55,1
Casa 47 (1er piso)	22,6	32,7	30,1	27,9	45,6	43	38,8	39,4	48,9	36,7	30	42,9	52,5

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

6 ANALISIS Y DISCUSION

En base a la metodología propuesta y a los resultados de la caracterización acústica realizada en la Planta, es factible clasificar las fuentes de ruido evaluadas de la siguiente manera:

- **Fuentes Primarias:** Chancadora de Mandíbula (123,0 dB), Descarga de ripio (Ready mix) (Lw=118,7 dB), Cinta transportadora (Ready mix) (Lw=114,0 dB), Tolva descargando piedras (Lw=111,2 dB) y Equipo planta chancadora (Lw=112,9 dB).
- **Fuentes Secundarias:** Planta estabilizado (Lw=109,6 dB), Harnero selección chancado gravilla (109,0 dB), Arenero (Lw=107,5 dB), Zona de lavado Ready Mix (Lw=106,3 dB), Rodillos cinta transportadora (Lw=103,3 dB) y Tolva descargando piedras (Ready mix)(101,2 dB).
- **Fuentes Terciarias:** Motor transporte (Lw=100,0 dB).

Teniendo en cuenta lo anterior, se aprecia que existen fuentes de ruido con altos niveles de potencia acústica, destacándose la Descarga de ripio (Ready mix), lo que implica que es necesario diseñar medidas técnicas de ingeniería en control de ruido para la mayoría de las fuentes de ruido caracterizadas en este estudio.

Por otra parte, es fundamental hacer un análisis espectral de las fuentes de ruido (no sólo un nivel global), ya que la banda de frecuencia en que están los mayores niveles de ruido impacta directamente en el diseño de las medidas técnicas de control de ruido. En este sentido, a continuación, se muestra los resultados del cálculo de la potencia acústica de cada una de las fuentes caracterizadas en el estudio. En color rojo se muestran las fuentes primarias, en color gris las fuentes secundarias y en color blanco las fuentes terciarias de ruido.

Tabla 6. Estimación de potencia acústica (Lw) de las principales fuentes de ruido de la Planta.

Fuente de ruido	Código (iD)	Lw (dB)									Lw (dB)
		31,5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k	
Chancadora de Mandibula	F10	98,9	105,7	114,9	114,5	119,0	115,0	112,2	107,2	100,4	123,0
Equipo planta chancadora	F12	94,45	93,44	101,7	106	108	104	105	101	93,9	112,9
Descarga de ripio (Ready mix)	F5	98,9	104,8	112,7	99,5	102,0	107,3	112,5	112,3	109,2	118,7
Cinta transportadora (Ready mix)	F6	95,8	110,0	110,9	99,1	97,5	97,1	95,9	90,5	81,6	114,0
Tolva descargando piedras	F2	87,0	92,1	91,4	92,8	99,2	105,4	107,3	104,2	93,1	111,2
Planta estabilizado	F3	98,3	95,1	96,0	97,8	101,2	103,0	104,2	100,1	92,4	109,6
Harnero selección chancado gravilla	F11	88,4	92,8	94,4	97,0	99,5	103,6	102,9	101,5	94,6	109,0
Harnero	F7	82,9	87,6	98,4	98,2	99,3	100,4	100,9	99,2	92,6	107,5

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Fuente de ruido	Código (iD)	Lw (dB)									Lw (dB)
		31,5	63	125	250	500	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k	
Zona de lavado Ready Mix	F1	88,6	99,0	91,5	93,3	102,2	98,9	96,6	90,0	80,5	106,3
Rodillos cinta transportadora	F8	82,3	84,7	85,6	86,1	90,5	98,9	98,3	95,7	89,4	103,3
Tolva descargando piedras (Ready mix)	F4	86,7	93,0	89,3	89,7	90,4	92,0	93,0	94,7	91,0	101,2
Motor transporte	F9	94,7	88,1	88,7	92,1	91,6	91,1	89,6	85,7	78,4	100,0

A modo general, se aprecia que los niveles mayores de potencia acústica de las fuentes de ruido se encuentran en las bandas de frecuencia medias, con sus mayores niveles entre los 500 Hz y 4 kHz, con excepción de la Descarga de ripio (Ready mix) y Cinta transportadora (Ready mix), que tiene su máximo nivel de Lw en los 125 Hz y el Motor transporte, que tiene su máximo nivel de Lw en los 31,5 Hz.

Por otra parte, es importante destacar los equipos que están más cercanos a los puntos receptores, ya que, si bien pueden ser equipos que no cuenten con una potencia acústica tan alta como otros, dada su cercanía a los receptores estudiados, se convierten en un serio problema para dar cumplimiento a la normativa de ruido en evaluación. En este sentido la Descarga de ripio (Ready mix) y la Zona de lavado Ready Mix son las fuentes de ruido que están más cercanas a los receptores, en especial la Zona de lavado Ready Mix, por lo que deben ser tratadas con prioridad.

En adición, en terreno se apreció que las fuentes más perceptibles son la Chancadora de mandíbula, el Harnero selección chancado gravilla y el Harenero, lo cual se puede atribuir tanto a los altos nivel de potencia acústica, como a los altos niveles de vibración que se produce en los mismos. Por lo anterior, deben ser prioridad dentro de los equipos a tratar.

Complementando lo anterior, se observó que los niveles de ruido de los rodillos de la cinta transportadora se pueden deber a falta de mantención de estos.

Asimismo, para los camiones Tolva descargando piedras, es complejo recomendar una medida de control técnica que sea factible, ya que parte del proceso de la empresa implica el descargar las piedras para que luego sean transportadas a otro lugar. En este sentido, dentro de la planta, existen grandes aglomeraciones de piedras y se ve constantemente camiones que van desde un lugar a otro a sacar piedras y descargarlas, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	



Figura 9. Ejemplo de montículos de piedras en la planta.

Respecto al Motor transporte, el equipo está muy cercano al río, por lo que no está próximo a receptores, además que su nivel de potencia acústica es el menor registrado en la planta, por lo que no se proponen medidas de control de ruido para el mismo.

Por otra parte, al revisar los resultados de la proyección de niveles de ruido, se observa que los niveles de ruido en varios de los receptores bajo estudio presentan incumplimiento, toda vez que el nivel máximo permisible en los mismos es de 65 dBA. En particular, para las casas ubicadas en el sector Norte próximas al río (Parque Torreones Etapa IV), se observa superación tanto para el piso inferior como superior, lo cual es razonable ya que estas casas están más próximas a las fuentes principales de ruido (planta chancadora, Harnero, etc.).

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

En adición, se apreció que las diferencias entre los niveles de ruido medidos y proyectados en los puntos de calibración son poco significativos (menores a 3 dBA), por lo que se concluye que el modelo digital está calibrado. Dicho esto, es factible asumir que el modelo digital representa de buena manera al Proyecto y que, cualquier medida de control que se proyecte en el modelo digital, tendrá resultados similares si se ejecutan según lo considerado en el software.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

7 MEDIDAS DE INGENIERIA PARA CONTROL DE RUIDO

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es necesario implementar medidas técnicas de control de ruido. En particular, se requieren implementar medidas para los siguientes equipos:

- Descarga de ripio (Ready mix).
- Cinta transportadora (Ready mix).
- Arenero.
- Zona de lavado Ready Mix.
- Rodillos cinta transportadora.
- Chancadora de mandíbula.
- Harnero selección chancado gravilla.
- Planta de estabilizado.
- Equipo planta chancadora

A continuación, se detallan las medidas de control de ruido para cada fuente de ruido.

7.1 Medidas técnicas

Se acordó con el mandante proponer dos (2) alternativas de medidas técnicas, la alternativa uno (1) considera medidas técnicas individuales para las fuentes de ruido y la alternativa dos (2) considera implementar una barrera acústica extensa y algunas medidas técnicas individuales. A continuación, se detallan las alternativas propuestas con cada medida técnica recomendada.

7.1.1 Alternativa 1

7.1.1.1 *Descarga de ripio (Ready mix)*

Los niveles de ruido caracterizados corresponden a la descarga de ripio dentro de un sistema de almacenaje y transporte de este, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	



Figura 10. Descarga de ripio (Ready mix).

Actualmente, el sistema donde se descarga el ripio es solo de fierro, acorde a lo que se muestra en la siguiente Figura.



Figura 11. Sistema de recepción de ripio (Ready mix).

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

El sistema que se mostró recién es muy deficiente para atenuar ruido, ya que el impacto de las piedras con el fierro genera altos niveles de ruido. Por lo anterior, se recomienda revestir todo el sistema con una goma de alta densidad que ayude a amortiguar el impacto de las piedras con el fierro.

Por otra parte, dado que el sistema se encuentra en altura y está cercano a los receptores, es necesario incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U sobre el sistema de recepción de ripio de 3m de altura, acorde a lo indicado en el siguiente esquema.



Figura 12. Barrera acústica en forma de U sobre sistema de recepción de ripio (Ready mix).

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 7. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

7.1.1.2 Cinta transportadora (Ready mix)

La Cinta transportadora presenta altos niveles de potencia acústica en las bandas de 63 y 125 Hz (baja frecuencia), debido a un ruido que ocurre en ciertas ocasiones (no es continuo). Por otra parte, dada su cercanía a receptores, se concluyó que es necesario incorporar una barrera acústica para el equipo de 3m de altura, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.

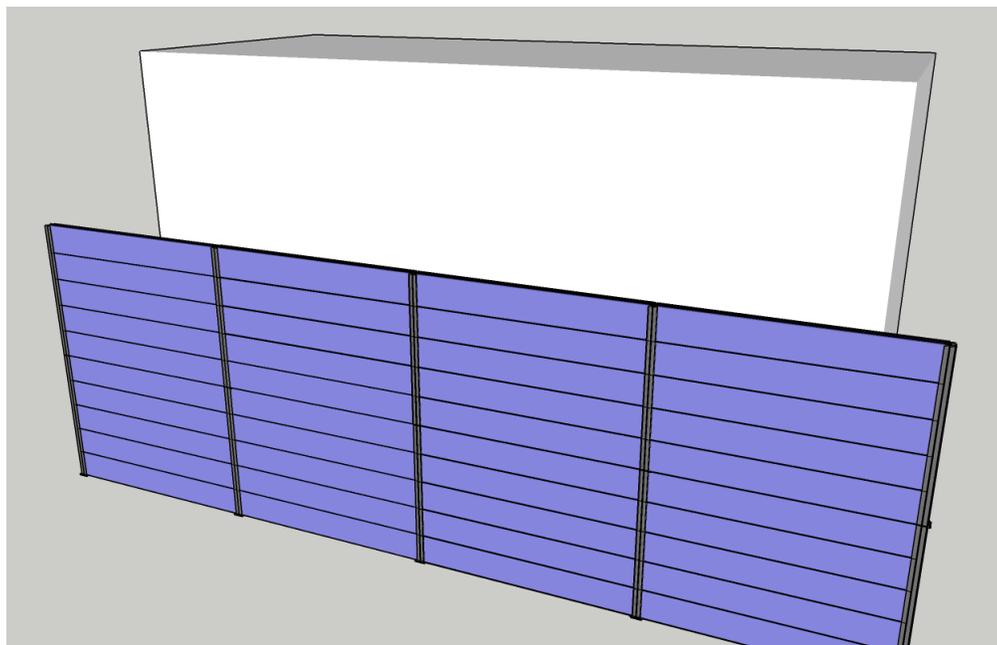


Figura 13. Barrera acústica para cinta transportadora (Ready mix).

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 8. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

7.1.1.3 Harnero

El Harnero es una de las fuentes de ruido que se percibe en casi toda la planta, dada su alto nivel de potencia acústica y de vibración, además que está a mayor altura que las otras fuentes de ruido evaluadas, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.

Dado que el equipo está en altura y cuenta con una estructura de fierro existente, lo más razonable es realizar un semiencierro acústico al equipo, aprovechando que ya se cuenta con estructura de fierro para sostener los paneles aislantes acústicos. En este sentido, en la siguiente Figura se muestra un esquema del semiencierro acústico propuesto, el cual considera paneles aislantes acústicos y una puerta acústica para el acceso al Harnero.

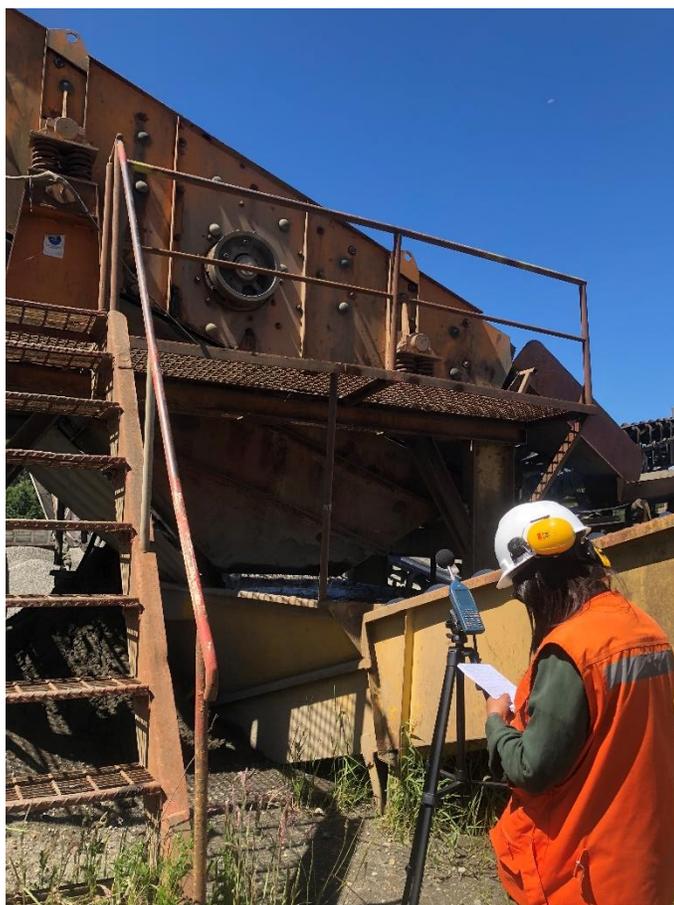


Figura 14. Harnero.

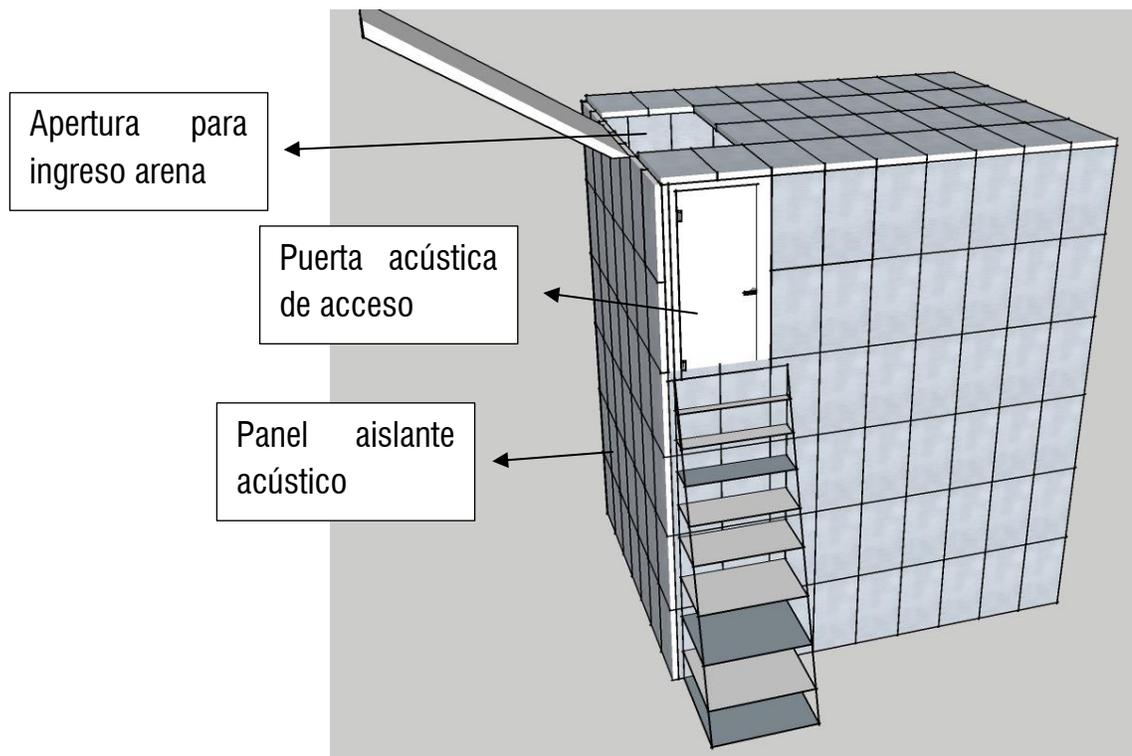


Figura 15. Esquema semiencierro acústico para Harnero.

La puerta acústica deberá ser de terminación metálica, quincallería estándar y el marco deberá contar con sello acústico. La puerta deberá tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PA-900 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 9. Aislamiento acústico recomendado para puerta acústica.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Puerta acústica	20	26	33	30	27	30	31	32	PA-900 de Silentium

Respecto al panel aislante, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Tabla 10. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.1.4 Zona de lavado Ready Mix

Al igual que el Harnero, la Zona de lavado Ready Mix es una de las fuentes de ruido más perceptibles en los puntos receptores, dada su alto nivel de potencia acústica y la poca distancia entre la zona de lavado y los receptores.

Dado que la zona cuenta con una estructura de fierro existente, acorde a lo indicado en la siguiente Figura, lo más razonable es incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U en la zona de lavado de 3,5m de altura, acorde a lo indicado en el siguiente esquema.

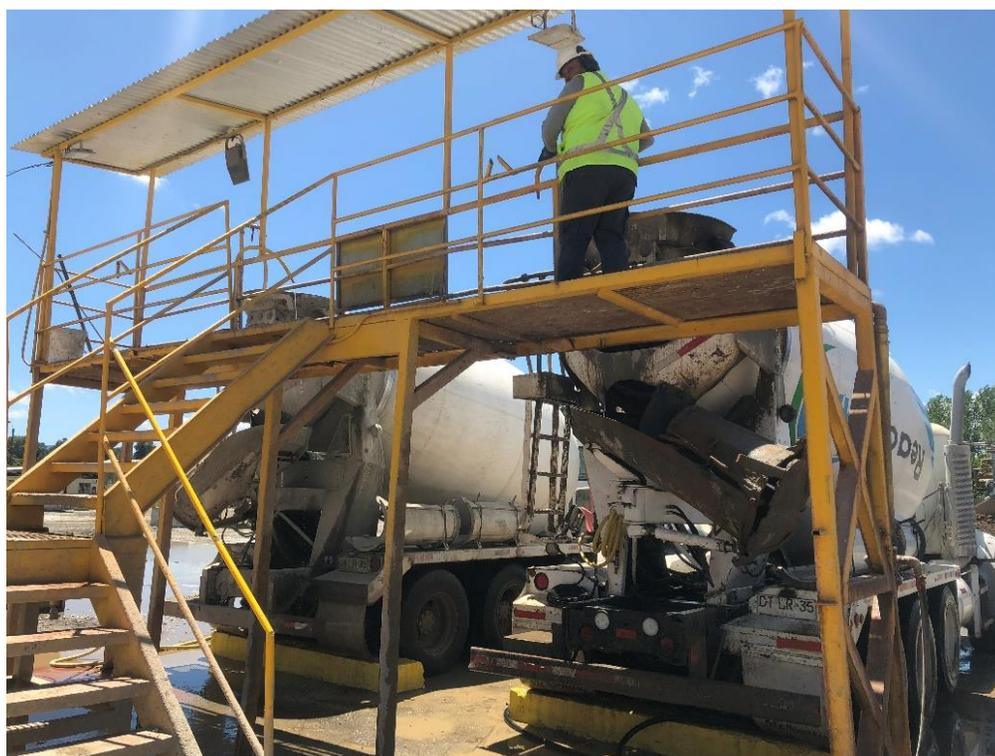


Figura 16. Zona de lavado Ready Mix

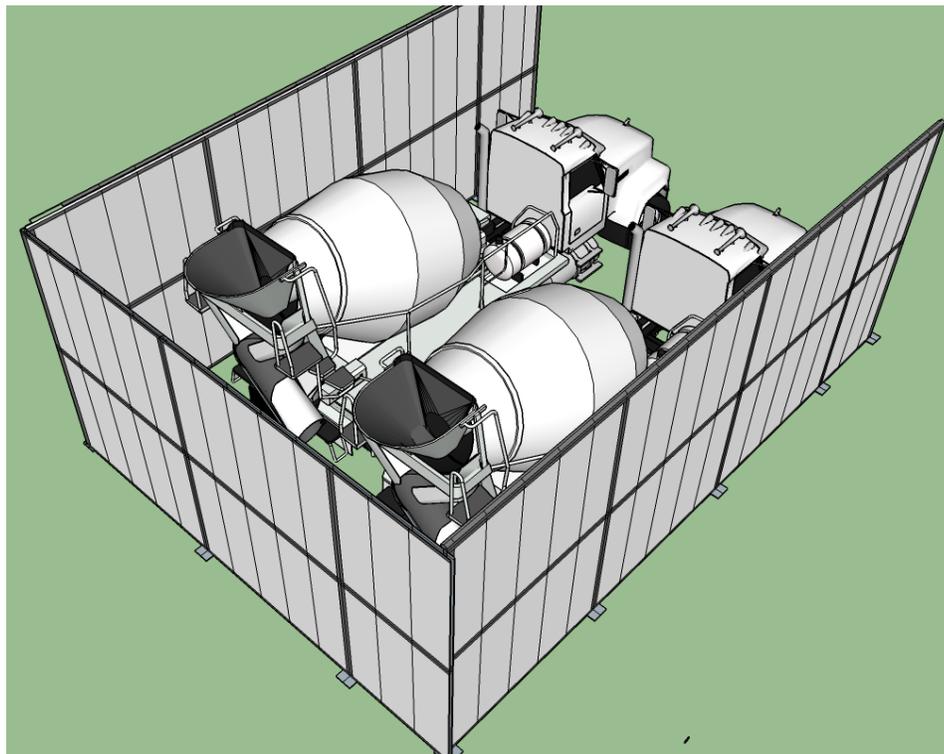


Figura 17. Esquema de barrera acústica en forma de U para Zona de lavado Ready Mix.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 11. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.1.5 Rodillos cinta transportadora

Se observó en terreno que algunos de los rodillos de cinta emitían ruido bastante alto en frecuencias medias altas, con su máximo valor en 2 kHz. Este ruido, se puede asociar a la falta de mantenimiento de estos, por lo que se sugiere realizar una mantenimiento general a todos los rodillos.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

7.1.1.6 Chancadora de mandíbula

La Chancadora de mandíbula es la fuente de ruido con mayor potencia acústica de la planta (equipo más ruidoso), además de presentar altos niveles de vibración. En adición, suelen saltar piedras cuando el equipo está en operación.

Para este caso, lo más razonable es realizar un encierro acústico al equipo. En este sentido, en la siguiente Figura se muestra un esquema del semienclavero acústico propuesto, el cual considera paneles aislantes acústicos y una puerta acústica para el acceso al Arenero.

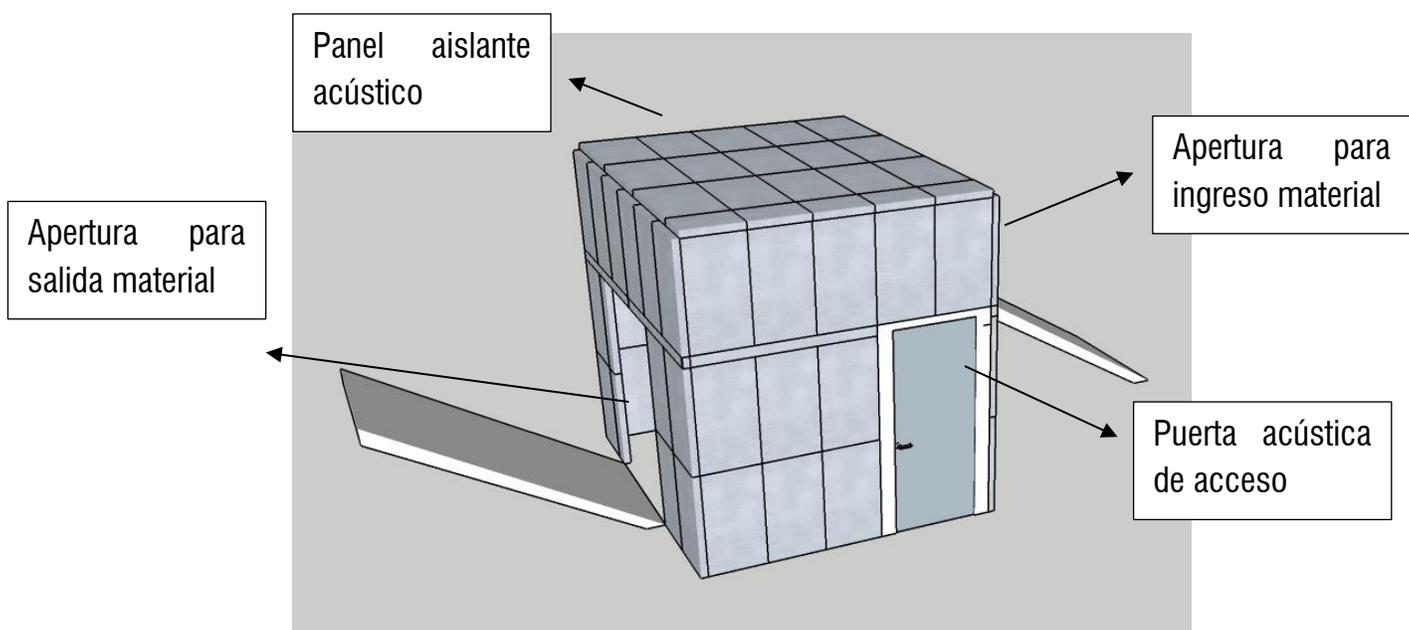


Figura 18. Esquema semienclavero acústico para Chancadora de mandíbula.

La puerta acústica deberá ser de terminación metálica, quincallería estándar y el marco deberá contar con sello acústico. La puerta deberá tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PA-900 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 12. Aislamiento acústico recomendado para puerta acústica.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Puerta acústica	20	26	33	30	27	30	31	32	PA-900 de Silentium

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Respecto al panel aislante, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 13. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.1.7 Harnero selección chancado gravilla

Al igual que la Chancadora de mandíbula, el Harnero selección chancado gravilla es una de las fuentes de ruido más ruidosas de la planta, dada su alto nivel de potencia acústica y vibración, además que está a mayor altura que las otras fuentes de ruido evaluadas, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.



Figura 19. Harnero selección chancado gravilla.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Dado que el equipo está en altura y cuenta con una estructura de fierro existente, lo más razonable es realizar un semiencierro acústico al equipo, aprovechando que ya se cuenta con estructura de fierro para sostener los paneles aislantes acústicos. En este sentido, en la siguiente Figura se muestra un esquema del semiencierro acústico propuesta, el cual considera paneles aislantes acústicos y una puerta acústica para el acceso al Arenero.

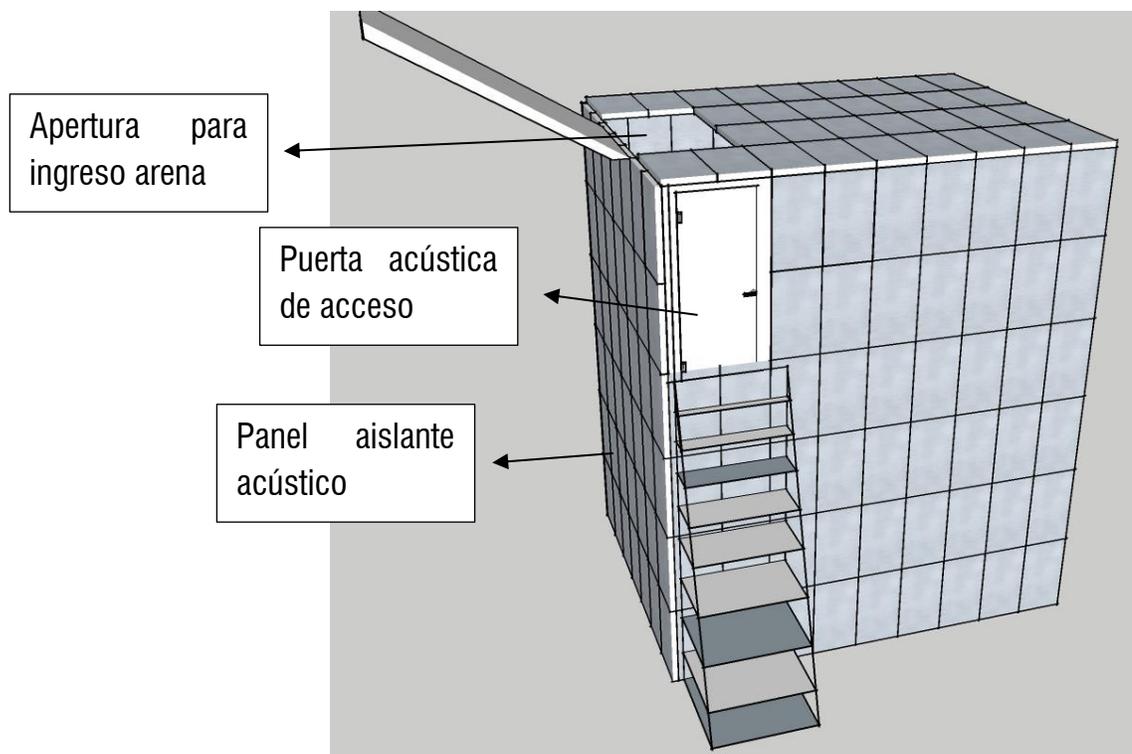


Figura 20. Esquema semiencierro acústico para Harnero selección chancado gravilla.

La puerta acústica deberá ser de terminación metálica, quincallería estándar y el marco deberá contar con sello acústico. La puerta deberá tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PA-900 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 14. Aislamiento acústico recomendado para puerta acústica.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Puerta acústica	20	26	33	30	27	30	31	32	PA-900 de Silentium

Respecto al panel aislante, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-A66 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 15. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.1.8 Planta estabilizado

La Planta de estabilizado no tiene un nivel de potencia acústica muy alto (en comparación a otras fuentes de ruido de la planta), sin embargo, dada a su cercanía a los receptores, es necesario incorporar medidas de ingeniería.

En terreno, se observó que la fuente de ruido que se percibía en el muro medianero del sector sur de la planta era el motor del equipo, acorde a lo indicado en la siguiente figura.



Fuente principal de ruido de planta estabilizado

Figura 21. Fuente principal de ruido de planta estabilizado.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Dado que se cuenta con una estructura de fierro existente, lo más razonable es incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U alrededor del motor de 1,5m de altura, acorde a lo indicado en el siguiente esquema.

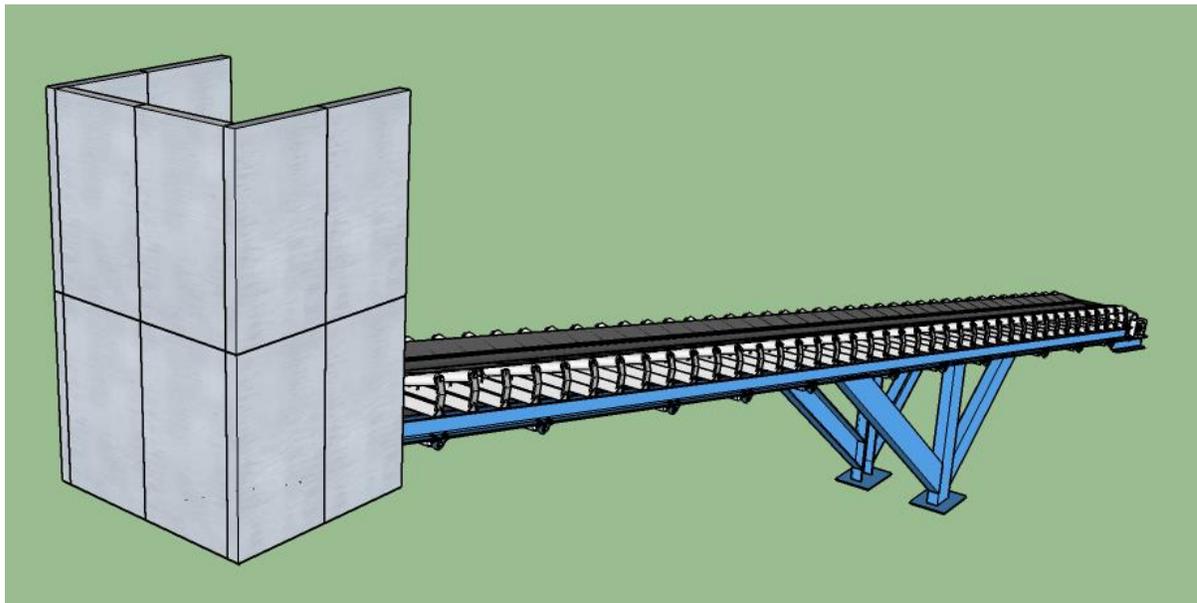


Figura 22. Esquema de barrera acústica en forma de U para motor de Planta estabilizado.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 16. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.1.9 Equipo planta chancadora

Para este caso, dado que se cuenta con una estructura de fierro existente, lo más razonable es incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U en alrededor del equipo, acorde a lo indicado en el siguiente esquema.

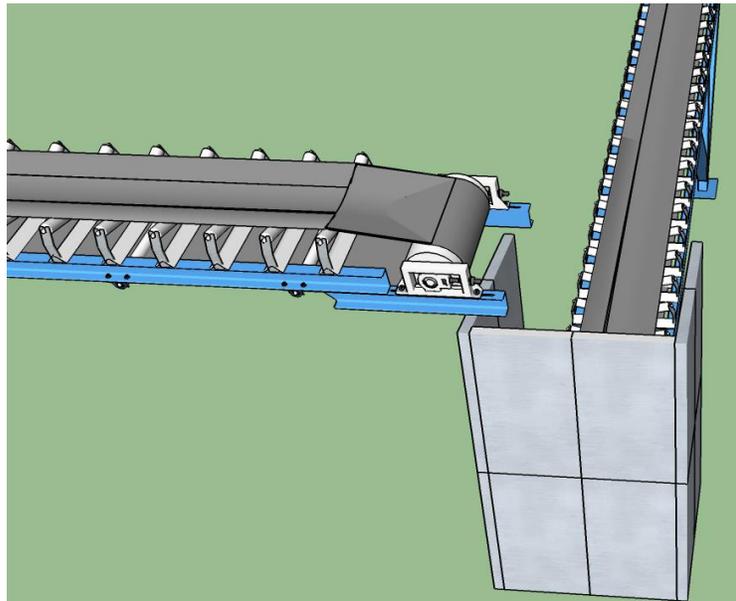


Figura 23. Esquema de barrera acústica en forma de U para equipo planta chancadora.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 17. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.1.10 Resumen

En base a lo indicado en esta sección, se requiere implementar las siguientes medidas de ingeniería en control de ruido:

- **Descarga de ripio (Ready mix):** revestir todo el sistema de recepción de ripio con una goma de alta densidad e incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U sobre el sistema de recepción de ripio.
- **Cinta transportadora (Ready mix):** Incorporar barrera acústica.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

- **Harnero:** Semiencierro acústico.
- **Zona de lavado Ready Mix:** Barrera acústica en forma de U.
- **Rodillos cinta transportadora:** Realizar mantención al equipo.
- **Chancadora de mandíbula:** Semiencierro acústico.
- **Harnero selección chancado gravilla:** Semiencierro acústico.
- **Planta estabilizado:** Barrera acústica en forma de U.
- **Equipo planta chancadora:** Barrera acústica en forma de U.

7.1.2 Alternativa 2

7.1.2.1 *Barrera acústica perimetral*

Se acordó con el cliente proponer una barrera perimetral en el sector sur de la planta, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.



Figura 24. Ubicación de barrera acústica perimetral en Proyecto.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

La barrera acústica tiene una altura de 6m y una longitud de 113m y se ubica a 3m del muro medianero. La barrera está compuesta por 2m de ladrillo y 4m de panel aislante acústico, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.

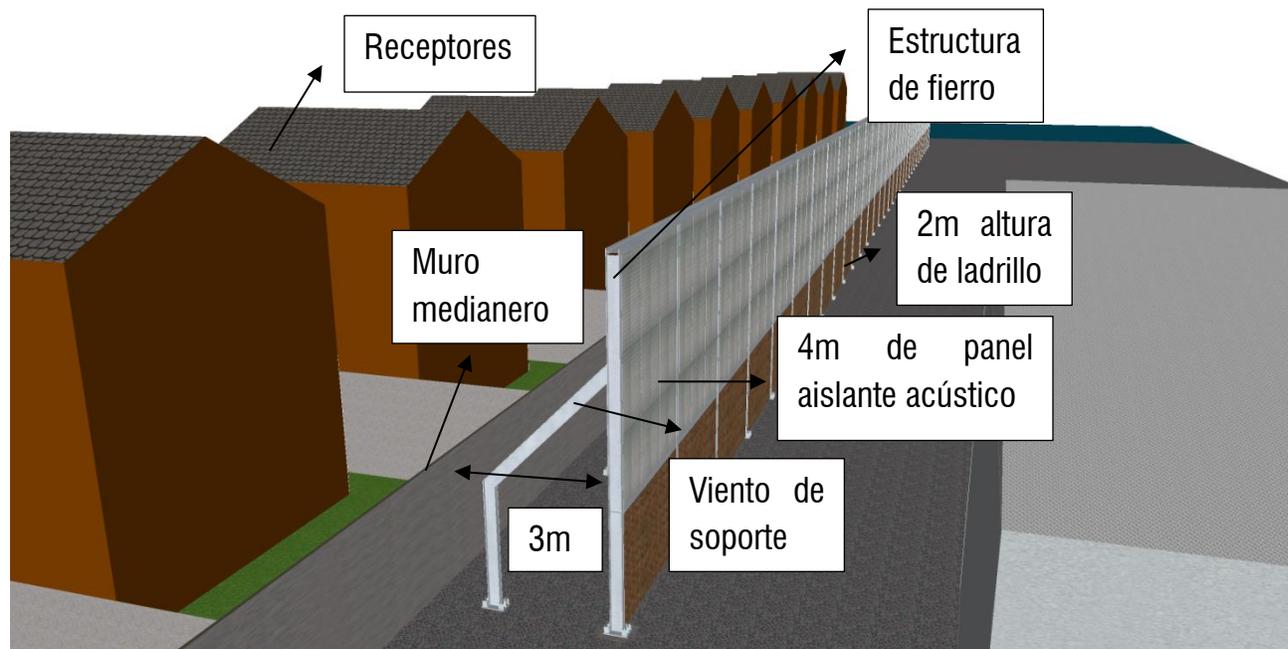


Figura 25. Esquema de barrera acústica perimetral de 6m de altura y 113m de longitud.

A continuación, se muestra una vista en elevación de la barrera acústica propuesta, detallando los elementos que componen la misma. Cabe destacar que la estructura de fierro propuesta obedece a una estructura estándar para barreras de 6m de altura, con el fin de poder ejemplificar cómo se podría montar la barrera acústica. Sin perjuicio de lo anterior, la estructura y las fundaciones para el montaje de la barrera acústica propuesta, deberán ser diseñadas por un ingeniero calculista.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

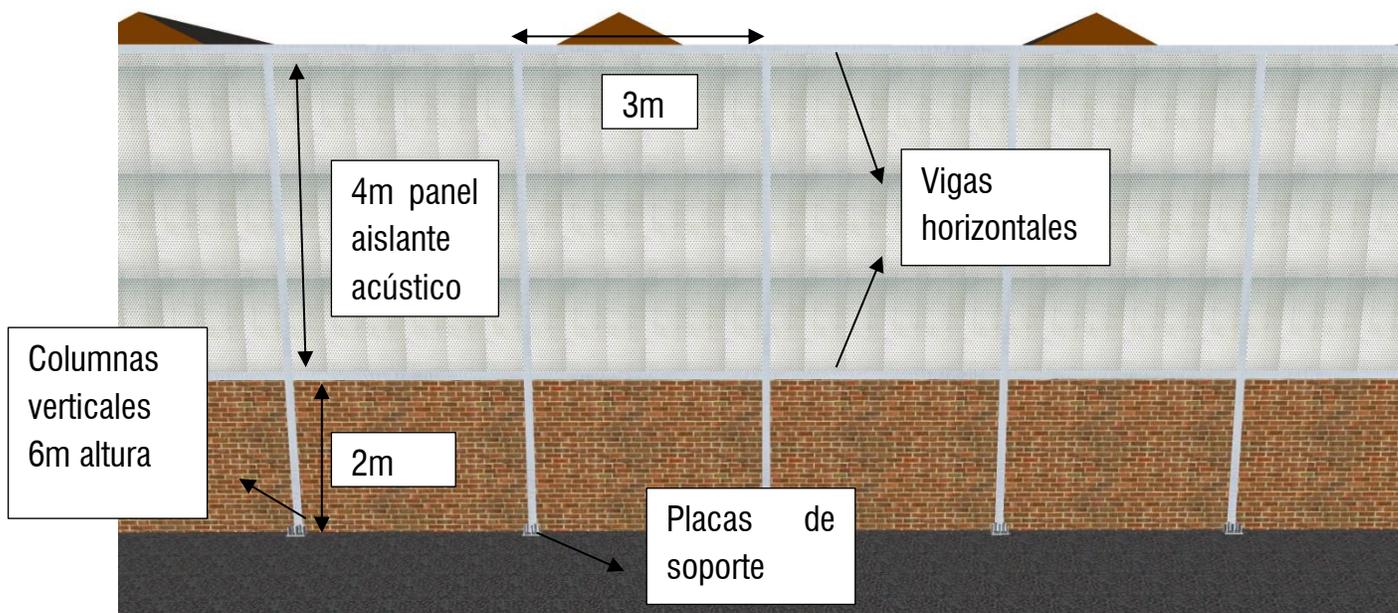


Figura 26. Elevación de barrera acústica perimetral de 6m de altura y 113m de longitud.

En relación con los ladrillos, basado en el listado oficial de soluciones constructivas para aislamiento acústico del MINVU-DITEC, se recomienda utilizar Ladrillo cerámico de 290x140x110mm, estucado 2 caras. Esta solución tiene un Índice de Reducción Acústica de 46 dBA, acorde a lo indicado en la siguiente Figura.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

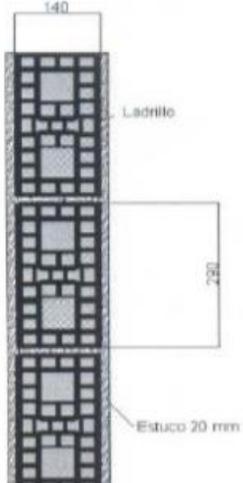
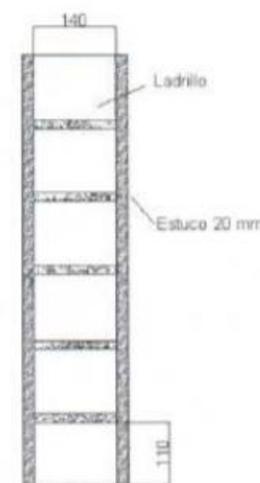
Índice de Reducción Acústica		46 dB(A)	
Descripción de la Solución			
<p>El muro divisorio es de albañilería y está hecho con ladrillos cerámicos de 290 x 140 x 110 [mm], estucado ambas caras. Según el solicitante, el espesor del mortero de pega es de 15 mm en promedio y cumple con la NCh 2256/1. El espesor del estuco de cemento - arena es de 20 mm de espesor, en relación 1:3.</p> <p>El espesor total del muro es de 180 mm</p>			
Nombre Comercial	Institución	Densidad del Aislante	Plazo Vigencia
Ladrillo cerámico de 290x140x110 mm, estucado 2 caras	Echeverría Izquierdo Ingeniería y Construcción	-----	Abril 2014
Planta:	Corte:	Frecuencia, Ensayo (Hz) bandas 1/3 oct.	Índice de Reducción Acústica dB
		100	32,7
		125	32,2
		160	33,6
		200	37,1
		250	38,5
		315	36,4
		400	40,5
		500	43,8
		630	45,4
		800	50,3
		1000	49,8
		1250	51,8
		1600	52,6
		2000	54,3
2500	55,0		
3150	53,7		
4000	-		
5000	-		

Figura 27. Aislamiento acústico de configuración de Ladrillo cerámico de 290x140x110 mm, estucado 2 caras.
Fuente: [MINVU – DITEC, 2014].

Tabla 18. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

7.1.2.2 Descarga de ripio (Ready mix)

Al igual que para la alternativa 1, se recomienda revestir todo el sistema de descarga con una goma de alta densidad que ayude a amortiguar el impacto de las piedras con el fierro.

Por otra parte, dado que el sistema se encuentra en altura y está cercano a los receptores, es necesario incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U sobre el sistema de recepción de ripio de 3m de altura, acorde a lo indicado anteriormente. Cada lado de la barrera debe tener una longitud de 3,6m de largo, por lo que, en total, se requieren 3 paneles de 3,6m de largo y 3m de altura.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 19. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.2.3 Cinta transportadora (Ready mix)

Según lo indicado en la alternativa 1, se concluyó que es necesario incorporar una barrera acústica para el equipo de 3m de altura. La barrera debe tener una longitud de 3m para cubrir la sección donde se encuentra el motor del equipo.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Tabla 20. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.2.4 Zona de lavado Ready Mix

Según lo indicado en la alternativa 1, se recomienda incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U en la zona de lavado de 3,5m de altura. La barrera en forma de U debe estar conformada por 3 secciones de 7m de largo cada una, formando una U alrededor de los camiones cuando se lavan.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

Tabla 21. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.2.5 Planta estabilizado

Según lo indicado en la alternativa 1, se recomienda incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U alrededor del motor de 1,5m de altura. La barrera estará compuesta por 3 secciones de 2m de largo cada una, formando una U alrededor del motor del equipo.

Respecto a la barrera acústica, se recomienda implementar paneles con terminación exterior galvanizada lisa, interior aislante de ruido, de 80mm de espesor. La terminación interior debe ser de aluzinc perforado para una mejor absorción y aislamiento de ruido. Los paneles aislantes deberán tener un aislamiento acústico igual o superior al indicado en la siguiente Tabla. Modelo de referencia: PAC-SG80 de Silentium o equivalente técnico.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Tabla 22. Aislamiento acústico recomendado para paneles aislantes.

Elemento	Pérdida de transmisión (dB) en bandas de 1/1 frecuencia (Hz)								Referencia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Panel aislante acústico	10	21	25	32	38	36	42	35	PAC-SG80 de Silentium

7.1.2.6 Resumen

En base a lo indicado en esta sección, se requiere implementar las siguientes medidas de ingeniería en control de ruido:

- **Barrera acústica perimetral:** Incorporar barrera acústica de 113m de largo y 6m de altura, distanciada 3m desde el muro medianero. La barrera tendrá 2m de alto de ladrillo y 4m de alto de panel aislante acústico. Lo anterior, implica que se requieren aproximadamente 226m² de ladrillos y 452m² de panel aislante acústico.
- **Descarga de ripio (Ready mix):** revestir todo el sistema de recepción de ripio con una goma de alta densidad e incorporar un sistema de barrera acústica en forma de U de 3m de altura sobre el sistema de recepción de ripio. Se requieren aproximadamente 15m² de goma de alta densidad y 32,4m² de panel aislante acústico.
- **Cinta transportadora (Ready mix):** Incorporar barrera acústica de 3m de altura para cubrir motor del equipo. Se requieren aproximadamente 9m² de panel aislante acústico.
- **Zona de lavado Ready Mix:** Barrera acústica en forma de U de 3,5m de altura. Se requieren aproximadamente 129,5m² de panel aislante acústico.
- **Planta estabilizado:** Barrera acústica en forma de U de 1,5m de altura alrededor del motor del equipo. Se requieren aproximadamente 9m² de panel aislante acústico.

Cabe destacar que la cantidad de materiales a suministrar, debe ser rectificada por la empresa que va a suministrar los productos y/o realizar la instalación de los mismos, pudiendo variar entre los estimado en este estudio.

7.2 Medidas administrativas

Además de las medidas técnicas mencionadas anteriormente, se recomiendan las siguientes medidas administrativas:

- Acotar el rango horario de la Zona de lavado Ready Mix hasta máximo las 20:30 hrs.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

- Cambiar el sistema que se tiene para el llamado de camiones. Actualmente se utiliza una alarma que suena muy fuerte. Se sugiere utilizar sistema de woki toki o que se avise mediante mensaje de texto, con el fin de reducir los niveles de ruido en la planta.
- Se observó que algunos camiones después de descargar ripio avanzan con la Tolva inclinada, lo que genera que impacte la cubierta de la Tolva con el camión y genera un ruido muy elevado. Se sugiere que los camiones deban dejar la Tolva en posición horizontal después de descargar el ripio y luego avancen hacia otro lugar.
- De ser posible, se recomienda buscar zonas de descarga de ripio alejadas de los puntos receptores, en el sector norte de la planta, dado que esta actividad genera altos niveles de ruido, por lo que podría generar incumplimiento normativo en caso de una fiscalización si la descarga de material es muy cercana a un receptor.
- Se recomienda incrementar la revisión de equipamientos para posibles mantenciones, como por ejemplo para la cintra transportadora (ready mix) y los rodillos de cintra transportadora.

7.3 Proyección de niveles de ruido con medidas de control

7.3.1 Alternativa 1

En esta sección, se presenta un mapa de ruido del Proyecto implementando las medidas de control propuestas y una tabla con el aporte parcial de cada fuente de ruido en los receptores bajo estudio, para la alternativa 1.

Como se puede apreciar, al implementar todas las medidas recomendadas, se logra dar cumplimiento normativo en todos los receptores estudiados.

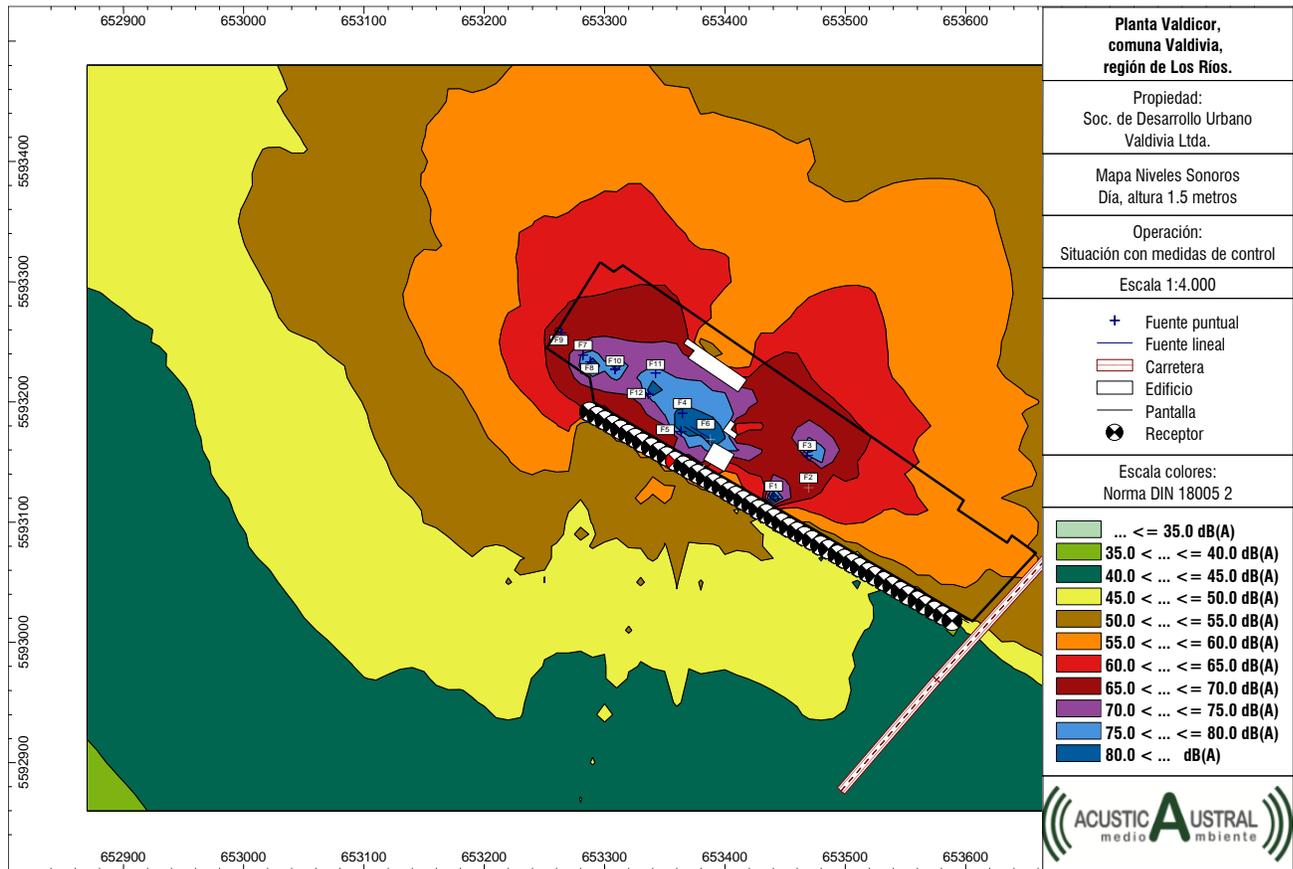


Figura 28. Mapa de ruido de Proyecto con medidas de control.

Tabla 23. Aporte parcial de fuentes de ruido en receptor con medidas de control.

Receptor evaluado	Fuentes de ruido											Nivel global (dB(A))	
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8		F6
R2 (2do piso)	45	44,7	57	46,9	45,5	36,1	35	49,6	58,5	42,7	56,5	58,1	64,1
R2 (1er piso)	44,7	44,5	54,1	42,8	44,6	32	34,6	44	53,3	38,6	54	53	60,3
Casa 02 (2do piso)	43,3	42,4	56,2	47,7	46,2	37,3	35,4	50,3	58,4	43,2	55,7	58,4	63,9
Casa 02 (1er piso)	39,2	39,9	51,1	43,3	45	36	34,9	44,1	53,6	39,1	51,1	53,2	59,1
Casa 03 (2do piso)	42,6	41,5	55,2	48,5	47	39,2	35,8	50,9	58,1	43,7	54,8	58,9	63,7
Casa 03 (1er piso)	39,9	37,6	50,3	43,9	47,2	38,4	35,3	44,8	53,3	38,9	50,3	53,5	59
Casa 04 (2do piso)	41,8	40,5	54,2	49,4	47,4	40,2	36,9	51,5	57,5	43,9	53,8	58,9	63,4
Casa 04 (1er piso)	37,7	36,6	49,5	43,9	50,6	38,8	35,7	45,2	52,1	39	49,4	53,5	58,8
Casa 05 (2do piso)	41,1	39,7	53,2	50,3	48,3	40,5	37,3	51,8	56,7	44	52,9	59,3	63,3
Casa 05 (1er piso)	37,1	34,9	47,9	44,7	51,2	37,7	36	45,5	51,4	39,8	47,8	54,2	58,8
Casa 06 (2do piso)	40,5	38,9	52,3	51,2	49,2	40,8	37,7	53,9	55,9	44	52	59,7	63,4
Casa 06 (1er piso)	36,6	35	47,1	46,2	51,9	35	36,4	48,7	51,1	40,1	47	54,7	59,1
Casa 07 (2do piso)	39,9	38,1	51,5	52	50,1	41	38,1	53,8	55,1	43,8	51,2	60,1	63,4
Casa 07 (1er piso)	35,5	34,2	47,2	46,8	52,3	35,2	36,8	48,8	50,4	39,7	47,1	55,2	59,3

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
Casa 08 (2do piso)	39,3	37,4	50,7	52,7	51	39,3	38,5	53,7	54,4	43,5	50,4	60,5	63,5
Casa 08 (1er piso)	35,1	32,6	46,5	46,6	53,1	32,9	37,2	48	49,4	39,1	46,3	55,9	59,5
Casa 09 (2do piso)	38,7	36,6	49,8	53,3	52,2	39,6	39,1	52,2	53,4	43	49,6	61,1	63,6
Casa 09 (1er piso)	34,5	31,8	44,8	47	54,1	33,2	37,8	45,6	48,6	38,7	44,7	56,5	59,7
Casa 10 (2do piso)	38,2	35,9	49	53,6	53,1	39,9	39,7	54,3	52,6	42,4	48,9	61,3	63,9
Casa 10 (1er piso)	34	31,4	44,1	48,3	55,1	33,5	38,3	48,8	48,2	38,3	44	57,1	60,4
Casa 11 (2do piso)	37,7	35,3	48,3	53,5	53,4	40,2	40,3	54,5	51,9	41,8	48,2	61,5	63,9
Casa 11 (1er piso)	33,4	30,8	43,7	48,2	55,3	33,7	38,9	49,2	47,5	38,2	43,6	56,9	60,4
Casa 12 (2do piso)	37,1	34,6	47,6	47,9	53,2	40,5	40,9	52,1	51,1	41,2	47,5	61,7	63,5
Casa 12 (1er piso)	32,9	30,1	43	42,6	64,2	34	39,5	47	46,9	37,2	43	57,5	65
Casa 13 (2do piso)	36,6	34	47	52,3	52,6	40,9	41,7	52,9	50,4	40,5	46,9	61,7	63,6
Casa 13 (1er piso)	32,5	29,3	42,2	46,1	62,9	34,4	40,2	46,7	46,2	36,9	42,3	57,7	64,3
Casa 14 (2do piso)	36,2	33,5	46,5	49,8	51,8	41,2	42,4	52,5	49,9	39,9	46,3	61,4	63,1
Casa 14 (1er piso)	32,1	28,8	41,7	40,8	61,5	36,2	40,8	45,8	45,3	36,1	41,6	57,3	63,2
Casa 15 (2do piso)	35,8	33	45,9	44,9	51,4	41,5	43,2	52,2	49,2	36,8	45,8	60,5	62,2
Casa 15 (1er piso)	31,7	28,3	41,1	37,5	60	35,4	41,6	45	44,8	30	41	56,6	61,9
Casa 16 (2do piso)	35,4	32,5	45,4	43,2	50,5	41,9	44,2	51,9	48,7	38,7	45,2	59,8	61,6
Casa 16 (1er piso)	31,2	27,8	40,6	38	59,5	35,8	42,5	44,4	44,3	34,3	40,5	55,6	61,3
Casa 17 (2do piso)	35	32	44,9	42,3	49,6	42,2	43,6	51	48,1	38,1	44,8	59,4	61,1
Casa 17 (1er piso)	30,8	27,4	40,1	35,8	58,1	41,1	41,5	43,7	43,8	33,5	40	54,7	60,2
Casa 18 (2do piso)	34,6	31,5	44,4	41,5	48,9	42,6	45	50,2	47,6	35,4	44,3	57,9	59,9
Casa 18 (1er piso)	30,5	26,8	39,6	32,5	49,5	37,8	42,8	43	43,2	32,5	39,5	53,9	56,3
Casa 19 (2do piso)	34,2	31,1	43,9	40,8	48,2	42,9	46,1	48,2	47,1	34,2	43,8	58	59,7
Casa 19 (1er piso)	30,1	26,3	39,1	33,5	50,2	41,8	43,8	42,5	42,7	31,8	39	53,4	56,2
Casa 20 (2do piso)	33,9	30,7	43,5	38,7	47,7	43,2	47,2	44,4	46,7	33,2	43,4	58	59,5
Casa 20 (1er piso)	29,8	26	38,7	31,8	42,2	43,1	44,8	39,6	42,3	29,5	38,6	53,1	55
Casa 21 (2do piso)	33,5	30,3	43,1	39	47,1	43,5	48,6	40,9	41,9	32,3	43	58,7	59,8
Casa 21 (1er piso)	29,4	25,6	38,3	32,1	45,2	42,4	46,1	38,3	40,6	29,2	38,2	54	55,8
Casa 22 (2do piso)	33,2	29,9	42,6	38,5	46,4	43,7	50,2	45,3	41,5	31,5	42,6	59,3	60,5
Casa 22 (1er piso)	29,1	25,2	37,9	31,2	45	42,9	47,7	39,8	39,3	29,4	37,8	54,8	56,5
R23 (R1a)	32,9	29,5	42,2	39,9	40,1	43,8	52,2	46,6	41,1	30,8	42,1	59,1	60,5
R23 (196)	28,8	24,8	37,5	34,4	48,2	39,2	49	40,6	39	29,6	37,4	54,9	56,9
Casa 24 (2do piso)	28,4	25,1	41,8	39,4	39,3	43,8	53,1	43	39,7	30,2	37,1	56,3	58,6
Casa 24 (1er piso)	27,5	26,6	37,1	34	47,5	38,9	49,5	40,1	35,2	29,4	36,3	52,5	55,5
R25 (R3, 2do piso)	28,1	24,6	40,4	36,6	38,6	44,1	51,3	42,5	39	29,7	36,7	55	57,3
R25 (R3, 1er piso)	27,2	25,5	35,8	30,4	44,8	43,4	48,4	39,8	35,1	28,9	35,7	52,1	54,9
Casa 26 (2do piso)	27,8	24,2	39,5	36	38	44,1	52,1	41,6	40	29,2	36,3	53,9	56,8
Casa 26 (1er piso)	27	24,9	35,2	30,1	43,3	43,4	49,3	39	38,4	28,6	35,4	51	54,5
Casa 27 (2do piso)	27,5	23,8	38,8	35,6	37,4	44	51	40,9	39,6	28,7	36,1	52,3	55,6
Casa 27 (1er piso)	26,8	25,3	35	29,9	42,8	43	48,3	38,7	38,3	28,3	35,2	49,3	53,3

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
Casa 28 (2do piso)	27,2	23,4	37,8	35,1	36,8	44	49,7	40,1	39,2	28,3	35,8	51,7	54,8
Casa 28 (1er piso)	26,6	24,5	34,7	29,6	36,4	42,4	47,1	38,3	38,2	27,9	34,9	48,4	52,2
Casa 29 (2do piso)	27	23	37,2	34,7	36,3	43,8	48,7	40	38,9	27,9	35,5	50,7	54
Casa 29 (1er piso)	26,5	24	34,5	29,4	37,5	42,6	46,2	38,1	38,1	27,7	34,8	48,1	51,8
Casa 30 (2do piso)	26,7	22,7	35,2	34	35,7	43,7	47,8	39,7	38,6	27,5	35,2	50,4	53,5
Casa 30 (1er piso)	23,9	23,5	34,4	29,2	37,1	42,5	45,3	37,8	37,9	26,9	34,6	47,7	51,3
Casa 31 (2do piso)	26,4	22,3	34,9	33,5	35,2	43,5	47,3	39,3	38,3	27,1	34,8	50	53,1
Casa 31 (1er piso)	26,9	24,7	36,1	27,5	36,4	41,7	44,9	37,5	37,7	26,7	36,3	47,1	50,9
Casa 32 (2do piso)	26,1	26,5	34,6	34,7	34,7	43,4	46,6	39,1	38	27,4	34,5	49,9	52,8
Casa 32 (1er piso)	25,9	21,6	34	29,1	34,2	42	44,2	37,2	37,5	26,4	34,1	46,2	50,2
Casa 33 (2do piso)	25,8	26,1	34,2	34,3	34,2	43,2	45,6	38,8	37,6	30,7	33,8	49,6	52,4
Casa 33 (1er piso)	25,7	21	33,7	28,9	33,6	41,7	43,3	36,9	37	26,2	30,5	45,7	49,6
Casa 34 (2do piso)	25,6	25,8	33,6	34,1	33,8	43	45,6	38,6	37,2	30,4	33,5	51,6	53,5
Casa 34 (1er piso)	25,5	20,7	33,4	28,4	33,2	41	43,4	36,1	36,1	25,9	30,5	46,6	49,8
Casa 35 (2do piso)	25,3	25,6	33,3	34	38,3	42,8	44,5	38,4	37	30,1	33	50,5	52,7
Casa 35 (1er piso)	25,3	20,5	33,2	28,3	36,9	40,7	42,3	35,9	35	25,6	30,2	45,5	49,1
Casa 36 (2do piso)	25,1	20,7	33	33,1	33	42,3	43,8	40,8	36,7	29,8	32,8	50,2	52,3
Casa 36 (1er piso)	24,8	21,1	32,9	27,4	32,4	40,7	41,7	37,9	34,9	25,1	30,1	45,1	48,7
Casa 37 (2do piso)	24,9	20,4	32,2	33	32,6	41,9	43,2	36,6	36,4	29,4	32,7	49,8	51,7
Casa 37 (2do piso)	24,6	20,3	29,2	28,6	32	39,6	41,2	34,4	34,8	24,7	32,7	44,9	48,1
Casa 38 (2do piso)	24,7	20,2	32	33,1	32,2	43,2	42,7	36,5	36,2	29,2	32,5	49,6	51,7
Casa 38 (1er piso)	24,5	20,5	29,2	28,6	31,6	41,8	40,7	34,2	34,8	24,5	32,3	44,8	48,3
Casa 39 (2do piso)	24,4	19,9	31,8	33,1	31,8	42,8	42,1	36,4	35,9	28,8	32,1	49,3	51,3
Casa 39 (1er piso)	24,3	20,2	29,1	28,5	31,2	41,3	40,2	34	34,6	24,1	32	44,8	48,1
Casa 40 (2do piso)	24,5	19,6	31,6	33,2	31,5	42,5	41,5	41,2	36,7	28,5	31,9	49,1	51,4
Casa 40 (1er piso)	24,1	19,9	29	28,5	30,8	41	39,7	39,9	34,5	23,7	31,8	44,6	48,4
Casa 41 (2do piso)	24,2	19,3	32	33,1	31,1	42,2	41	41	36,6	28,2	31,6	48,9	51,2
Casa 41 (1er piso)	23,9	19,2	30,2	28,4	30,4	40,4	39,3	39,7	34,8	23,4	31,5	44,3	48
Casa 42 (2do piso)	24,1	19,1	31,4	33,1	30,8	42	40,6	40,8	36,5	27,9	31,3	48,7	51
Casa 42 (1er piso)	23,7	19	31,3	28,3	30,1	40,1	38,9	39,5	34,6	23,1	31,3	44,1	47,8
Casa 43 (2do piso)	23,9	18,8	31,1	33	30,4	41,8	40,1	40,6	36,4	27,6	31	48,5	50,7
Casa 43 (1er piso)	23,5	18,7	31	28,4	29,6	39,8	38,4	39,3	34,4	22,8	31	43,9	47,5
Casa 44 (2do piso)	23,8	18,5	30,9	32,7	30,1	41,6	39,7	40,4	36,3	27,3	30,8	48,3	50,5
Casa 44 (1er piso)	23,3	18,4	30,8	28,5	29,3	39,6	38,1	39,1	34,2	22,5	30,8	43,6	47,3
Casa 45 (2do piso)	23,6	18,3	30,6	33,2	29,8	41,4	39,3	40,2	36,2	22,3	30,5	48,1	50,3
Casa 45 (1er piso)	23	18,2	30,5	28,5	29	39,3	37,7	38,8	34	22,2	30,5	43,4	47
Casa 46 (2do piso)	23,5	18	30,3	32,8	29,5	41,2	38,9	40,1	36,2	22	30,3	48	50,1
Casa 46 (1er piso)	22,8	17,9	30,3	28,2	28,6	39,1	37,3	38,6	33,8	22	30,3	43,1	46,8
Casa 47 (2do piso)	23,4	17,8	30,1	32,5	29,1	41	38,5	39,9	36,1	21,7	30	47,7	49,9
Casa 47 (1er piso)	22,6	17,7	30	27,9	28,3	38,9	37	38,4	33,6	21,7	30	42,9	46,5

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Además, se entrega una tabla resumen con las medidas de control de ruido propuestas para cada fuente de ruido y su atenuación.

Tabla 24. Resumen medidas de control de ruido propuestas para alternativa 1.

Fuente (iD)	Altura fuente (m)	Tipo de Medida	Altura medida (m)	Atenuación estimada (dBA)
Descarga de ripio (Ready mix)	3	Barrera en forma U/incorporación goma de alta densidad	4.5	-/5
Harnero	3.5	Semiencierro	-	15
Zona de lavado Ready mix	1.5	Barrera en forma U	3.5	-
Chancador de Mandibula	1.5	Semiencierro	-	15
Harnero selección chancado de gravilla	3.5	Semiencierro	-	15
Planta de estabilizado	4	Barrera en forma U en receptáculo	1.5	-
Equipo de planta chancadora	1	Barrera en forma U	2.5	-
Cinta transportadora (ready mix)	1.5	Barrera	3	-

7.3.2 Alternativa 2

En esta sección, se presenta un mapa de ruido del Proyecto implementando las medidas de control propuestas y una tabla con el aporte parcial de cada fuente de ruido en los receptores bajo estudio, para la alternativa 2.

Como se puede apreciar, al implementar todas las medidas recomendadas, se logra dar cumplimiento normativo en todos los receptores estudiados.

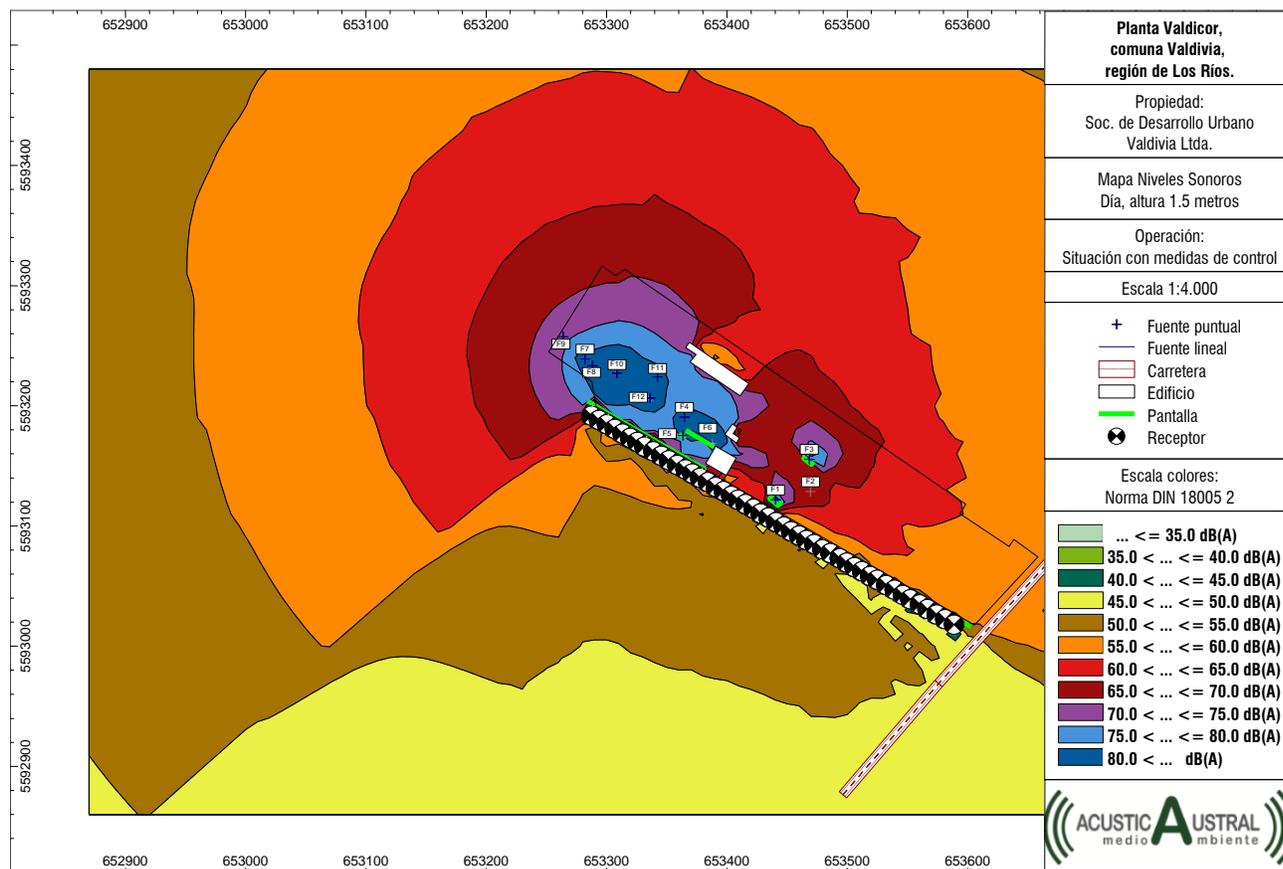


Figura 29. Mapa de ruido de Proyecto con medidas de control, alternativa 2.

Tabla 25. Aporte parcial de fuentes de ruido en receptor con medidas de control, alternativa 2.

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
R2 (2do piso)	45	50,2	44,5	35	36	32,9	33,5	49,8	61,6	46,2	44,5	50,5	62,8
R2 (1er piso)	44,7	48,2	42,3	29,6	35,9	29,6	32,9	45,1	57	39,9	42,1	46,8	58,6
Casa 02 (2do piso)	35,4	46,6	42,4	35,3	36,8	33,1	33,8	50,2	61,4	46,3	42,5	50,5	62,4
Casa 02 (1er piso)	30,6	47,2	37,8	29,9	36,7	29,7	33,2	45,5	56,2	39,9	37,5	46,9	57,6
Casa 03 (2do piso)	33,3	45,7	41,6	35,7	37,8	33,4	34,2	50,6	61	46,5	41,7	50,9	62,1
Casa 03 (1er piso)	36,8	40,4	36,7	30,4	37,7	30	33,5	46	55,8	40,1	36,4	47,1	57,1
Casa 04 (2do piso)	32,6	45	40,9	36,1	37,8	33,8	34,5	51	60,6	46,7	41,1	51	61,9
Casa 04 (1er piso)	27,2	39,4	35,8	31,1	37,7	30,2	33,8	46,5	55,4	40,3	35,6	47,2	56,8
Casa 05 (2do piso)	32,1	44,5	40,4	36,6	38,8	34,1	36,6	51,2	60,2	46,7	40,6	51,6	61,6
Casa 05 (1er piso)	26,7	38,8	35	31,8	38,8	30,5	36	46,7	54,9	40,3	34,9	47,8	56,6
Casa 06 (2do piso)	31,7	43,9	40	36,9	40	34,4	37	51,4	59,8	46,7	40	52,1	61,4
Casa 06 (1er piso)	26,3	38,2	34,5	32,4	40	30,8	36,4	46,8	54,5	40,3	34,4	48,3	56,4
Casa 07 (2do piso)	31,4	43,5	39,5	37,3	41,3	34,7	37,4	51,2	59,4	46,6	39,7	52,4	61,1
Casa 07 (1er piso)	26	37,8	34	33	41,2	31	36,8	46,6	54	40,2	33,9	48,7	56,2

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
Casa 08 (2do piso)	31,1	43,2	39	37,7	42,7	32,5	38,5	50,9	59	46,5	39,3	53	60,9
Casa 08 (1er piso)	25,8	37,4	33,7	33,6	42,6	29	37,2	46,3	53,6	40	33,6	49,5	56,1
Casa 09 (2do piso)	30,7	42,8	38,6	38	44,3	32,8	39,1	50,4	58,5	46,2	38,9	54	60,8
Casa 09 (1er piso)	25,5	37	33,2	34,1	44,2	29,6	37,8	45,7	53,1	39,6	33,1	50,3	56,1
Casa 10 (2do piso)	30,4	42,4	38,3	38,1	45,5	33,3	39,7	50	58,1	45,9	38,6	54,9	60,7
Casa 10 (1er piso)	25,2	36,6	32,8	34,3	45,3	29,9	38,3	45,2	52,7	39,2	32,8	51,1	56,1
Casa 11 (2do piso)	30,1	42,1	38	38,4	45,8	33,7	40,3	49,6	57,7	45,6	38,3	55,4	60,6
Casa 11 (1er piso)	25	36,3	32,6	34,5	45,7	31,1	38,9	44,6	52,4	38,8	32,5	51,7	56,2
Casa 12 (2do piso)	29,9	41,8	37,8	31,5	45,5	34,1	40,9	49	57,3	45,7	38	55,9	60,5
Casa 12 (1er piso)	24,8	36,1	32,3	28,9	45,2	31,5	39,5	43,9	52,1	38,8	32,3	52,2	56,1
Casa 13 (2do piso)	29,7	41,5	37,5	37,4	44,5	34,5	41,7	48,6	57	44,9	37,8	56	60,3
Casa 13 (1er piso)	24,5	35,7	32	33,1	44,1	31,9	40,2	43,4	51,7	37,9	31,9	52,3	55,9
Casa 14 (2do piso)	29,5	41,3	37,3	33,1	43,3	41,2	42,4	48,3	56,7	44,7	37,6	55,8	60,1
Casa 14 (1er piso)	24,5	35,6	31,8	28,1	42,8	36	40,8	43,1	51,5	37,7	31,8	52,1	55,7
Casa 15 (2do piso)	29,3	41	37,1	32,8	43,5	41,5	43,2	48	56,5	40,4	37,4	55,3	59,7
Casa 15 (1er piso)	24,2	35,3	31,6	27,5	42,5	35,4	41,6	42,6	51,2	32,6	31,6	51,6	55,3
Casa 16 (2do piso)	29,2	40,9	37,9	35,4	44,1	41,9	44,2	49,5	56,5	45,4	37,6	58,9	61,6
Casa 16 (1er piso)	24,1	35,1	31,6	27,4	42,1	35,8	42,5	42,8	51	43,4	31,4	54,7	57,1
Casa 17 (2do piso)	29,4	41	37,6	42,7	44,9	42,2	43,6	50,3	57,1	53,1	38,2	59,4	62,6
Casa 17 (1er piso)	24	35	31,3	35,5	58,3	41,1	41,5	42,7	50,8	48,3	31,3	54,6	60,8
Casa 18 (2do piso)	30	41,7	38,2	42	48,9	42,6	45	55,6	59,5	50,4	38,6	57,9	63,3
Casa 18 (1er piso)	23,8	34,8	31	32,2	45,3	37,8	42,8	51,1	50,5	47,4	31	53,9	57,8
Casa 19 (2do piso)	31,3	42,9	39,4	40,8	48,2	42,9	46,1	54,9	62,1	49,2	40,1	58	64,5
Casa 19 (1er piso)	23,8	34,8	31	33,5	50,5	41,8	43,8	51,3	57,7	44,8	31	53,4	60,5
Casa 20 (2do piso)	32,3	44,2	41	38,7	47,7	43,2	47,2	49,2	61,7	48,2	41,5	58	63,9
Casa 20 (1er piso)	23,7	34,7	31	31,8	42,2	43,1	44,8	44,9	57,7	44,5	31	53,1	59,7
Casa 21 (2do piso)	33,5	45,3	43,1	39	47,1	43,5	48,6	46,9	57	47,3	43	58,7	61,9
Casa 21 (1er piso)	29,4	40,6	38,3	32,1	45,2	42,4	46,1	42,3	56,2	44,2	38,2	54	59,2
Casa 22 (2do piso)	33,2	44,9	42,7	38,5	46,4	43,7	50,2	49,3	56,5	46,5	42,6	59,3	62,2
Casa 22 (1er piso)	29,1	40,3	38,1	31,2	45	42,9	47,7	44	55	44,4	38	54,8	59,1
R23 (R1a)	32,9	44,5	42,3	39,9	40,1	43,8	52,2	48,9	56,1	45,8	42,2	59,1	62,1
R23 (196)	28,8	40,1	37,7	34,4	48,2	39,2	49	43,8	54	44,6	37,6	54,9	59
Casa 24 (2do piso)	28,4	40,1	41,9	39,4	39,3	43,8	53,1	48,3	54,7	45,2	37,3	56,3	60,4
Casa 24 (1er piso)	27,6	41,7	37,3	34	47,5	38,9	49,5	43,5	50,2	44,4	36,6	52,5	57,1
R25 (R3, 2do piso)	28,1	39,6	40,4	36,6	38,6	44,1	51,3	47,8	54	44,7	36,7	55	59,3
R25 (R3, 1er piso)	27,3	40,6	36	30,4	44,8	43,4	48,4	43,4	50,1	43,9	35,9	52,1	56,6
Casa 26 (2do piso)	27,8	39,2	39,5	36	38	44,1	52,1	47,2	55	44,2	36,3	53,9	59,3
Casa 26 (1er piso)	27	39,9	35,2	30,1	43,3	43,4	49,3	43,2	53,4	43,6	35,4	51	57,3
Casa 27 (2do piso)	27,5	38,8	38,8	35,6	37,4	44	51	46,6	54,6	43,7	36,1	52,3	58,5
Casa 27 (1er piso)	26,8	40,3	35	29,9	42,8	43	48,3	43,1	53,3	43,3	35,2	49,3	56,7

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Receptor evaluado	Fuentes de ruido												Nivel global (dBA)
	F9	F7	F8	F4	F5	F3	F1	F12	F10	F11	F8	F6	
Casa 28 (2do piso)	27,2	38,4	37,8	35,1	36,8	44	49,7	46,1	54,2	43,3	35,8	51,7	57,9
Casa 28 (1er piso)	26,6	39,5	34,7	29,6	36,4	42,4	47,1	43	53,2	42,9	34,9	48,4	56,1
Casa 29 (2do piso)	27	38	37,2	34,7	36,3	43,8	48,7	45,7	53,9	42,9	35,5	50,7	57,4
Casa 29 (1er piso)	26,5	39	34,5	29,4	35,8	42,6	46,2	42,8	53,1	42,7	34,8	48,1	55,8
Casa 30 (2do piso)	26,8	37,7	35,2	34	35,7	43,7	47,8	44,7	53,6	42,5	35,2	50,4	56,9
Casa 30 (1er piso)	23,9	38,5	34,4	29,2	35,3	42,5	45,3	41,7	52,9	41,9	34,6	47,7	55,5
Casa 31 (2do piso)	26,5	37,3	34,9	33,5	35,9	43,5	47,3	44,4	53,3	42,7	34,8	50	56,6
Casa 31 (1er piso)	26,9	39,7	36,1	27,5	36,6	41,7	44,9	41,6	52,7	42,2	36,3	47,1	55,3
Casa 32 (2do piso)	26,1	41,5	34,6	34,7	34,7	43,4	46,6	44,8	53	42,4	34,5	49,9	56,4
Casa 32 (1er piso)	25,9	36,6	34	29,1	34,2	42	44,2	41,9	52,5	41,4	34,1	46,2	54,8
Casa 33 (2do piso)	25,8	41,1	34,2	34,3	34,2	43,2	45,6	43,9	52,9	45,7	33,8	49,6	56,3
Casa 33 (1er piso)	25,7	36	33,7	28,9	33,6	41,7	43,3	41,6	52,2	41,2	30,4	45,7	54,4
Casa 34 (2do piso)	25,6	40,9	33,7	34,1	33,8	43	45,6	43,9	52,3	45,4	33,6	51,6	56,5
Casa 34 (1er piso)	25,5	35,8	33,4	28,4	33,2	41	43,4	40,3	51,8	40,9	30,4	46,6	54,2
Casa 35 (2do piso)	25,3	40,6	33,3	34	38,3	42,8	44,5	43,7	52	45,1	33	50,5	56
Casa 35 (1er piso)	25,3	35,5	33,2	28,3	36,9	40,7	42,3	40,3	51,2	40,6	30,1	45,5	53,6
Casa 36 (2do piso)	25,1	35,7	33	33,1	33	42,3	43,8	43,4	51,7	44,8	32,8	50,2	55,5
Casa 36 (1er piso)	24,8	36,1	32,9	27,4	32,4	40,7	41,7	40,3	51,1	40,1	30	45,1	53,4
Casa 37 (2do piso)	24,9	35,4	32,2	33	32,6	41,9	43,2	43,3	51,4	44,4	32,7	49,8	55,2
Casa 37 (2do piso)	24,6	35,3	29,2	28,6	32	39,6	41,2	40,6	50,9	39,7	32,7	44,9	53,2
Casa 38 (2do piso)	24,7	35,2	32	33,1	32,2	43,2	42,7	43,2	52	44,2	32,5	49,6	55,4
Casa 38 (1er piso)	24,5	35,5	29,1	28,6	31,6	41,8	40,7	40,5	50,8	39,5	32,3	44,8	53,1
Casa 39 (2do piso)	24,4	34,9	31,8	33,1	31,8	42,8	42,1	42,9	51,9	43,8	32,1	49,3	55,1
Casa 39 (1er piso)	24,3	35,2	29	28,5	31,2	41,3	40,2	40,4	50,6	39,1	32	44,8	52,9
Casa 40 (2do piso)	24,9	34,6	31,6	33,2	31,5	42,5	41,5	42,7	51,7	43,5	31,9	49,1	55
Casa 40 (1er piso)	24,1	34,9	29	28,5	30,8	41	39,7	40,9	50,4	38,7	31,8	44,6	52,7
Casa 41 (2do piso)	24,7	34,3	32	33,1	31,1	42,2	41	42,5	51,6	43,2	31,6	48,9	54,7
Casa 41 (1er piso)	23,9	34,2	30,2	28,4	30,4	40,4	39,3	40,7	50,3	38,4	31,5	44,3	52,5
Casa 42 (2do piso)	24,6	34,1	31,4	33,1	30,8	42	40,6	42,3	51,5	42,9	31,3	48,7	54,6
Casa 42 (1er piso)	23,7	34	31,3	28,3	30,1	40,1	38,9	40,5	50,1	38,1	31,3	44,1	52,3
Casa 43 (2do piso)	24,5	33,8	31,1	33	30,4	41,8	40,1	42,1	51,4	42,6	31	48,5	54,4
Casa 43 (1er piso)	23,5	33,7	31	28,4	29,6	39,8	38,4	40,2	49,8	37,8	31	43,9	52
Casa 44 (2do piso)	24,4	33,5	30,9	32,7	30,1	41,6	39,7	42	51,3	42,3	30,8	48,3	54,3
Casa 44 (1er piso)	23,3	33,4	30,8	28,5	29,3	39,6	38,1	40,1	49,6	37,5	30,8	43,6	51,8
Casa 45 (2do piso)	24,3	33,3	30,6	33,2	29,8	41,4	39,3	41,8	51,2	37,3	30,5	48,1	53,9
Casa 45 (1er piso)	23	33,2	30,5	28,5	29	39,3	37,7	39,8	49,3	37,2	30,5	43,4	51,5
Casa 46 (2do piso)	24,2	33	30,3	32,8	29,5	41,2	38,9	41,7	51,2	37	30,3	48	53,9
Casa 46 (1er piso)	22,8	32,9	30,3	28,2	28,6	39,1	37,3	39,6	49,1	37	30,3	43,1	51,3
Casa 47 (2do piso)	24,1	32,8	30,1	32,5	29,1	41	38,5	41,5	51,1	36,7	30	47,7	53,7
Casa 47 (1er piso)	22,6	32,7	30	27,9	28,3	38,9	37	39,4	48,9	36,7	30	42,9	51,1

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Además, se entrega una tabla resumen con las medidas de control de ruido propuestas para cada fuente de ruido y su atenuación.

Tabla 26. Resumen medidas de control de ruido propuestas para alternativa 2.

Fuente (iD)	Altura fuente (m)	Tipo de Medida	Altura medida (m)	Atenuación estimada (dBA)
Descarga de ripio (Ready mix)	3	Barrera en forma U/incorporación goma de alta densidad	4.5	-/5
Zona de lavado Ready mix	1.5	Barrera en forma U	3.5	-
Planta de estabilizado	4	Barrera en forma U en receptáculo	1.5	-
Cinta transportadora (ready mix)	1.5	Barrera	3	-
Barrera acústica perimetral	-	Barrera acústica de 113m de largo	6	-

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

8 CONCLUSIONES

- Se caracterizaron acústicamente las principales fuentes de ruido de la planta.
- Se realizó un análisis de los niveles de ruido proyectados en los receptores bajo estudio, definiendo los equipos que requieren medidas de control de ruido.
- De las mediciones acústicas realizadas y la visita a terreno, se observó que los equipos con mayor nivel de potencia acústica y que generan un mayor impacto a los receptores bajo estudio son la Chancadora de mandíbula, descarga de ripio (Ready mix), la Zona de lavado Ready Mix y el Arenero.
- Se concluyó que es necesario implementar medidas técnicas en la mayoría de las fuentes de ruido, por lo que se propusieron dos (2) alternativas, la alternativa uno (1) considera implementar medidas técnicas individuales en la descarga de ripio (Ready mix), Cinta transportadora (Ready mix), Harnero, Zona de lavado Ready Mix, Rodillos cinta transportadora, Chancadora de mandíbula, Harnero selección chancado gravilla, Planta estabilizado y Equipo planta chancadora. Por otra parte, la alternativa dos (2) considera implementar una barrera acústica perimetral, además de medidas individuales en descarga de ripio (Ready mix), Cinta transportadora (Ready mix), Zona de lavado Ready Mix y Planta estabilizado.
- En base a la definición de equipos que necesitan medidas de control, se determinó la reducción sonora necesaria que deben aportar las medidas de control técnicas propuestas, verificando que la aplicación de estas permita dar el cumplimiento a la normativa de aplicación.
- Además, se recomendaron medidas administrativas que permitan reducir las emisiones de ruido de la planta, relacionadas a acotar el horario del lavado de los camiones de Ready mix, cambiar el sistema para el llamado de camiones, cambio de metodología al descargar el ripio con los camiones TOLVA, buscar zonas de descarga de ripio ubicadas en la zona norte de la planta e incrementar las revisiones y/o mantenimiento de los equipos.

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

Finalmente, se concluyen que el ruido generado por la operación del proyecto "Valdicor, planta Valdivia", NO superará los Niveles Máximos Permisibles establecidos por el D.S. 38/11 del MMA, implementando las medidas de control propuestas en este informe.



Juan Pablo Álvarez Rodenbeek
Ingeniero Civil Acústico
13.847.860-2



Nicolás Andrés Bastián Monarca
Magíster en Acústica y Vibraciones
Ingeniero Civil Acústico
INCE³ & IIAV⁴ member
17.200.393-1

³ INCE: Institute of Noise Control Engineering of the USA. www.inceusa.org

⁴ IIAV: The International Institute of Acoustics and Vibration. www.iiav.org

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

9 BIBLIOGRAFIA

- Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente. "Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica" (2011).
- Resolución Exenta N°693/2015 de la Superintendencia del Medio Ambiente. Dicta Instrucción de Carácter General Sobre Criterios para Homologación de Zonas del Decreto Supremo N°38/2011, del Ministerio del Medio Ambiente (2015).
- Resolución Exenta N°223/2015 de la Superintendencia del Medio Ambiente. Dicta Instrucciones Generales Sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Ambientales, los Informes de Seguimiento Ambiental y la Remisión de Información al Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental (2015).
- Ley N°19.300 "Sobre Bases Generales del Medio Ambiente" del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1994).
- Ley N°20.417 Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2010).

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

10 ANEXOS

Nombre Profesional	Profesión	Empresa	Cargo	Tareas
Alexandra Lyselott Astudillo Montenegro	Ingeniera Civil Acústica	Acústica Austral SpA	Ingeniera de Proyectos	Mediciones de ruido
Juan Pablo Álvarez Rodenbeek	Ingeniero Civil Acústico	Acústica Austral SpA	Director General	Modelamiento acústico, revisión y aprobación de informe
Nicolás Andrés Bastían Monarca	Magíster en Acústica y Vibraciones. Ingeniero Civil Acústico	Acústica Austral Spa	Director de Ingeniería	Supervisión y análisis de mediciones de ruido, diseño de medidas de control y elaboración de informe

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

ANEXO 1: CERTIFICADO CALIBRACION SONOMETRO



LABCAL – ISP

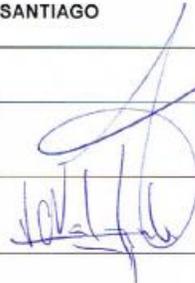
Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile.

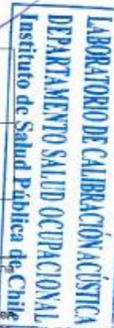
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PERIÓDICA

Código: SON20180012

Página 1 de 6 páginas

FABRICANTE SONÓMETRO	: NORSONIC
MODELO SONÓMETRO	: NOR140
NÚMERO SERIE SONÓMETRO	: 1405660
MARCA MICRÓFONO	: NORSONIC
MODELO MICRÓFONO	: Nor1225
NÚMERO SERIE MICRÓFONO	: 180360
FECHA CALIBRACIÓN	: 05/03/2018
CLIENTE	: ACR ACÚSTICA LTDA.
DIRECCIÓN	: EDUARDO MATTE N° 1824, SANTIAGO

Hernán Fontecilla García Técnico de Calibración	
Juan Carlos Valenzuela Illanes Director Técnico	



La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Anexo a este Certificado de Calibración se adjuntan los valores nominales de los resultados de la calibración, junto con las tolerancias establecidas en la especificación metroológica aplicada. Se incluye además, una tabla resumen con el resultado de contrastar dichas tolerancias con los resultados, teniendo en cuenta la incertidumbre de medida. La tabla no supone la conformidad del instrumento con respecto a la especificación metroológica, tan sólo con los apartados de dicha especificación metroológica.

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, aplicando únicamente el instrumento sometido a ensayo. Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo expide.

Código: SON20180012
Página 2 de 6 páginas

- **CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDIDA:**
T = 23°C ± 3°C / H.R. = 50% ± 20% / P = 95kPa ± 10kPa
- **CONDICIONES AMBIENTALES DE REFERENCIA:**
T = 23°C / H.R. = 50 % / P = 101,325kPa
- **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:**
ME-512.03-001 Calibración de Sonómetros Según Norma Técnica IEC 61672-3:2006 de Sonómetros.
- **ESPECIFICACIÓN METROLÓGICA APLICADA:**
Las tolerancias aplicadas son las establecidas en la Norma IEC 61672-3:2006 de Sonómetros. Dichas tolerancias son las indicadas para un grado de precisión del instrumento Clase 1.
- **PATRONES UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN:**
Los patrones utilizados garantizan su trazabilidad a través de Laboratorios nacionales acreditados por el INN o por Laboratorios internacionales acreditados. La trazabilidad de las medidas efectuadas se refiere a nuestros patrones de referencia calibrados periódicamente con los patrones de los laboratorios de Brüel & Kjaer.
- **RESUMEN DE RESULTADOS:**

Apartado de la especificación metroológica (Ref. IEC 61672-3:2006)		Resultado
Indicación a la frecuencia de comprobación de la calibración (Apartado 9)		POSITIVO
Ruido intrínseco (Apartado 10)	Micrófono Instalado	N/A
	Dispositivo de entrada eléctrica	POSITIVO
Ponderación frecuencial con señales acústicas (Apartado 11)	Ponderación frecuencial A	N/A
	Ponderación frecuencial C	POSITIVO
Ponderación frecuencial con señales eléctricas (Apartado 12)	Ponderación frecuencial A	POSITIVO
	Ponderación frecuencial C	POSITIVO
	Ponderación frecuencial lineal	N/A
Ponderaciones temporales y frecuenciales a 1 kHz (Apartado 13)	Ponderaciones frecuenciales	POSITIVO
	Ponderaciones temporales	POSITIVO
Linealidad de nivel en el margen de nivel de referencia (Apartado 14)		POSITIVO
Linealidad de nivel incluyendo el selector de márgenes de nivel (Apartado 15)		N/A
Respuesta a tren de ondas (Apartado 16)	Ponderación temporal Fast	POSITIVO
	Ponderación temporal Slow	POSITIVO
	Nivel promediado en el tiempo	POSITIVO
Nivel de sonido con ponderación C de pico (Apartado 17)		POSITIVO
Indicación de sobrecarga (Apartado 18)		POSITIVO

- Resultado **POSITIVO** significa que el instrumento cumple con la especificación metroológica aplicada.
- Resultado **NEGATIVO** significa que el instrumento no cumple con la especificación metroológica aplicada.
- Resultado **N/A** significa que el ensayo no es aplicable al instrumento.

• **INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA PARA LA CALIBRACIÓN**

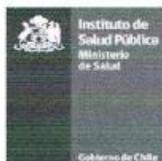
INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	Nº SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	CALIBRADO POR
Generador de funciones	STANDFORD	DS360	88431	2016-3605	DTS
Generador Multifrecuencia	BRUEL & KJAER	4226	2692339	CAS-140788-X5Y9G2-902	BRUEL & KJAER North America Inc.
Multímetro Digital	KEITHLEY	2015-P	2485	2016-3423	DTS
Módulo de presión Barométrica	ALMEMO	FD A612-SA	9040332	D-K-15211-01-00	ENAER
Termohigrómetro	ALMEMO	FH A646-E1	09070450	D-K-15211-01-00	ENAER

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile
Marathon 1000 - Nufloa - Santiago - Chile
Tel: (56 - 2) 2575 55 61.
www.ispdel

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACÚSTICA
 DEPARTAMENTO SALUD OCUPACIONAL
 Instituto de Salud Pública de Chile

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdikor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	

ANEXO 2: CERTIFICADO CALIBRACION CALIBRADOR



LABCAL – ISP

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PERIÓDICA

Código: CAL20180012

Página 1 de 1 páginas (más anexos)

CALIBRADOR ACÚSTICO	: NORSONIC
MODELO	: 1251
NÚMERO DE SERIE	: 33900
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 05 – 03 – 2018
CLIENTE	: ACR ACÚSTICA LTDA.
DIRECCIÓN	: EDUARDO MATTE N° 1824, SANTIAGO
TÉCNICO DE CALIBRACIÓN	: HERNÁN FONTECILLA GARCÍA

Signatario autorizado

Fecha de emisión: 07 – 03 – 2018

Juan Carlos Valenzuela Illanes
Director Técnico



La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Anexo a este Certificado de Calibración se adjuntan los valores nominales de los resultados de la calibración, junto con las tolerancias establecidas en la especificación metroológica aplicada. Se incluye además, una tabla resumen con el resultado de contrastar dichas tolerancias con los resultados, teniendo en cuenta la incertidumbre de medida. La tabla no supone la conformidad del instrumento con respecto a la especificación metroológica, tan solo con los apartados de dicha especificación metroológica.

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, aplicando únicamente al instrumento sometido a ensayo. Este Informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo expide.

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile
Marathon 1000 – Nuñoa – Santiago – Chile.
Tel.: (56 – 2) 2575 55 61.
www.ispchi.cl

CC: 18115	Informe Acústico N°1	
Revisión: B	Estudio de Ingeniería en Control de Ruido Proyecto: "Valdicor, planta Valdivia"	
Fecha: 31/01/2019	Sociedad de Desarrollo Urbano Valdivia Ltda.	



Anexo Código: CA1.20180012
Página 1 de 2 páginas

- **CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDIDA:**
T = 23°C ± 3°C / H.R. = 50% ± 20% / P = 95kPa ± 10kPa
- **CONDICIONES AMBIENTALES DE REFERENCIA:**
T = 23°C / H.R. = 50% / P = 101,325kPa
- **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:**
ME 512 03 002 Calibración de Calibradores Acústicos de Terreno Según Norma Técnica UNE-EN 60942:2005.
- **ESPECIFICACIÓN METROLÓGICA APLICADA:**
Las tolerancias aplicadas son las establecidas en el Anexo B de la norma UNE-EN 60942:2005, de Calibradores Acústicos. Dichas tolerancias son las establecidas para un grado de precisión del instrumento CLASE 1.
- **PATRONES UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN:**
Los patrones utilizados garantizan su trazabilidad a través de laboratorios nacionales acreditados por el INN o por laboratorios internacionales acreditados. La trazabilidad de las medidas efectuadas se refiere a nuestros patrones de referencia calibrados periódicamente con los patrones de los laboratorios de Brüel & Kjaer.
- **OBSERVACIONES:**
Todos los resultados están referidos a las condiciones ambientales de referencia establecidas en la especificación metrológica aplicada.
- **RESUMEN DE RESULTADOS:**



Apartados de la especificación metrológica Norma UNE-EN 60942:2005	Prueba	Resultado
Niveles de presión acústica (Apartados 5.2.2 y 5.2.3 – Tabla 1)	Valor nominal	POSITIVO
	Estabilidad	POSITIVO
Distorsión total (Apartado 5.5 – Tabla 6)		POSITIVO
Frecuencia (Apartado 5.3.2 – Tabla 3)	Valor nominal	POSITIVO

- Resultado **POSITIVO** significa que el instrumento cumple con la especificación metrológica aplicada.
- Resultado **NEGATIVO** significa que el instrumento no cumple con la especificación metrológica aplicada.
- Resultado **N/A** significa que el ensayo no es aplicable al instrumento.

▪ **INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA PARA LA CALIBRACIÓN**

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	Nº SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	CALIBRADO POR
Generador de funciones	STANDFORD	DS360	88431	2016-3605	DTS
Multímetro Digital	KEITHLEY	2015-P	2485	2016-3423	DTS
Módulo de presión Barométrica	ALMEMO	FD A612-SA	9040332	D-K-15211-01-00	ENAER
Termohigrómetro	ALMEMO	FH A646-E1	09070450	D-K-15211-01-00	ENAER
Micrófono Patrón	BRUEL & KJAER	4192	2686091	CAS-140788-XSY9G2-301	BRUEL&KJAER North America Inc

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile
Marathon 1000 – Nuñoa – Santiago – Chile
Tel.: (56 – 2) 2575 55 61.
www.isp.chile