



INFORME TECNICO

Plan Mitigación de Ruidos

Mall Plaza Egaña

Santiago Enero de 2012.

INDICE.

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	OBJETIVOS.	2
2.1	Objetivo General	2
2.2	Objetivos Específicos.	2
3.	ANTECEDENTES.	3
3.1	Norma aplicada.	3
3.2	Identificación de Receptores.....	4
3.3	Plan Regulador Comuna de La Reina.....	5
4.	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS DE RUIDO.	6
5.	MEDICIONES	8
5.1	Procedimiento de Medición.....	8
5.2	Niveles de Potencia Acústica	9
5.3	Proyección de niveles de presión sonora a partir de niveles de potencia sonora.....	17
5.4	Estimación NPS en receptor	17
6.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	21
6.1	Medidas de Mitigación implementadas.	21
6.2	Medidas de Mitigación a implementar.	28
6.3	Estimación NPS en receptor con implementación de medidas de mitigación.	31

1. INTRODUCCION

En el presente informe se entregan los resultados del estudio de emisión de ruidos realizado a la obra Mall Plaza Egaña, ubicada en calle Avenida Larraín 5862, comuna de La Reina, Santiago.

Se realizó una caracterización de las fuentes de emisión de ruido existentes en esta etapa de la obra de acuerdo a su ubicación, distanciamiento a los receptores más cercanos, horarios de funcionamiento, etc. ,y posteriormente se midió el Nivel de Potencia Acústica de cada una de ellas, de acuerdo al procedimiento descrito en la Norma ISO 3736: *Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

Con lo antecedentes anteriores, se procedió a diseñar las medidas de mitigación que permitan el cumplimiento de la normativa vigente: DS N° 146 del MINSEGPRES.

Verónica Wulf
Ingeniero Acústico
Reg. N° 129065IA
Universidad Austral de Chile

2. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General

- Elaborar un plan de mitigación de ruidos generados por la obra Mall Plaza Egaña.

2.2 Objetivos Específicos.

- Detectar las fuentes y receptores de ruido relevantes.
- Obtener los niveles de potencia sonora de fuentes relevantes.
- Proyectar los niveles de inmisión de ruido en receptores relevantes.
- Contrastar niveles sin medidas de mitigación con los obtenidos al aplicar medidas.
- Establecer y cuantificar medidas de mitigación

3. ANTECEDENTES.

3.1 Norma aplicada.

Las actividades de construcción, desde el punto de vista del ruido ambiental, se han considerado hasta el momento como una fuente fija emisora de ruido, las cuales están reguladas por el Decreto Supremo N° 146 de 1997, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

El D.S. N° 146/1997 del MINSEGPRES, establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas hacia la comunidad, dependiendo del tipo de zona donde se encuentre el receptor.

De acuerdo a lo indicado en la norma, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de la fuente fija emisora de ruido, medidos en un lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores que se fijan a continuación:

Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC) en dB(A) Lento		
Tipo de Zona	de 7 a 21 hrs.	de 21 a 7 hrs
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70

Tabla 1. Niveles máximos permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC).

3.2 Identificación de Receptores.

Para la evaluación realizada, se consideró al **Punto B** como el receptor más afectado, ya que se encuentra enfrentado directamente a la obra, sin calles ni barreras naturales que atenúen las emisiones de ruido producidas por las faenas realizadas.

El **Punto B**, identificado como uno de los receptores más cercanos en el Estudio de Impacto Acústico (Anexo C de la Declaración de Impacto Ambiental), se ubica en Avenida Larraín N° 5922, y corresponde a la "Comunidad Edificio Inglaterra", conjunto de edificios de departamentos de 4 y 5 pisos de altura.



Figura 1. Planta ubicación receptores de Condominio Inglaterra respecto a obra Mall Plaza Egaña.

3.3 Plan Regulador Comuna de La Reina.

De acuerdo a lo indicado en el actual Plan Regulador de la Municipalidad de La Reina, el **Punto B** se ubica en Zona B, que corresponde a "Zonas De Equipamiento y Residencial Complementaria" con equipamiento permitido a escala comunal.

Para la aplicación del D.S. N° 146/97, y de acuerdo al equipamiento permitido, se considerarán la zona B como **Zona II**, que permite un nivel máximo de Presión Sonora Corregidos (NPC) producto de las emisiones de ruido de la obra, de 60 dB(A) entre las 7.00 y 21.00 hrs.

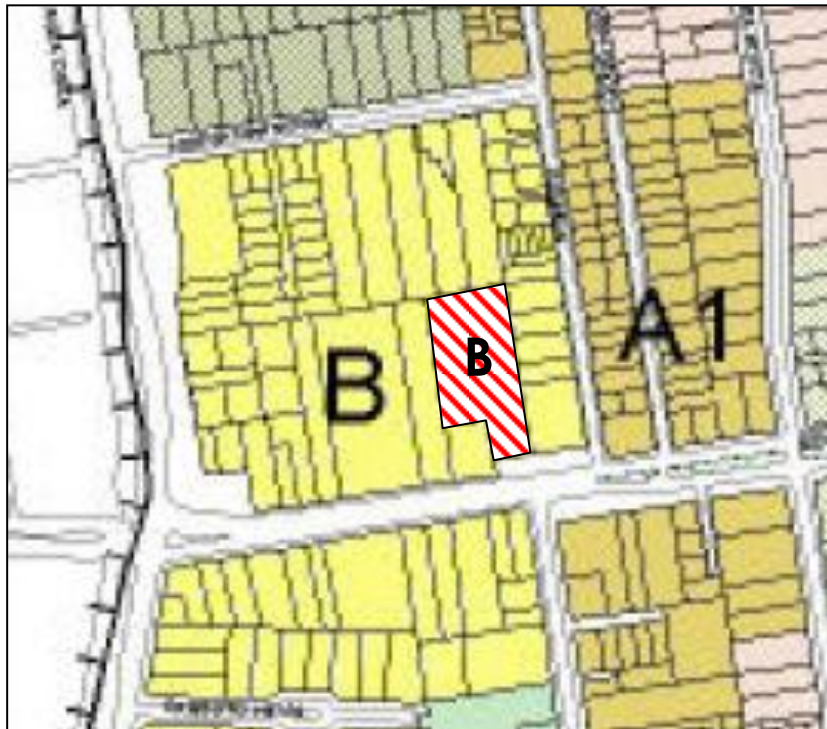


Figura 2. Ubicación puntos de medición en Plan Regulador comuna de La Reina.

4. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS DE RUIDO.

En visitas inspectivas realizadas a la obra, se realizó un catastro de las fuentes emisoras de ruido, y que son utilizadas en esta etapa. Dichas fuentes se enlistan dentro de la Tabla 2, mostrando la ubicación geográfica de cada una de ellas al momento de la inspección, ver Figura 3.

Código	Equipo
01	Motobomba
02	Sierra circular
03	Esmeril angular
04	Martillo demoledor (kango)
05	Rodillo compactador
06	Cargador compacto
07	Pulidora hormigón
08	Excavadora
09	Camión cargador
10	Retroexcavadora
11	Camión bomba hormigón
12	Bomba hormigón
13	Camión mixer
14	Grúa pluma

Tabla 2. Lista de equipos catastrados.



Figura 3. Ubicación de equipos catastrados.

5. MEDICIONES

5.1 Procedimiento de Medición.

Para obtener el Nivel de Potencia Sonora de cada una de las máquinas consideradas relevantes dentro de este estudio, se procedió a aplicar lo establecido en la norma internacional ISO 3746:1995 : *Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*.

Esta norma describe un método que implica la medición de niveles de presión sonora alrededor de una superficie imaginaria que envuelve al emisor a evaluar:

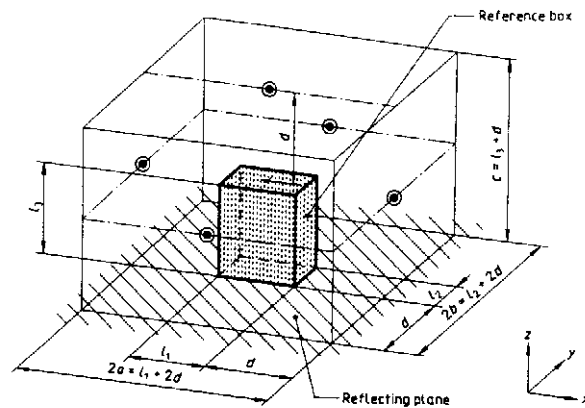


Figura 4. Superficie de medición para calcular Nivel de Potencia Sonora.

Usando los valores obtenidos de estas mediciones, es posible calcular el nivel de potencia sonora del emisor de acuerdo a la fórmula:

$$L_{WA} = L_{pFA} + 10 \log \frac{S}{S_0} \text{ [dB]}$$

Donde:

L_{WA} Nivel de presión sonora superficial ponderado A.

S Área de la superficie de medición, en metros cuadrados.

S_0 1 m².

5.2 Niveles de Potencia Acústica

En base a los resultados obtenidos de las mediciones realizadas, fueron calculados los niveles de potencia acústica de las máquinas y equipos identificados como las principales fuentes emisoras de ruido.

Estos valores se indican en las fichas siguientes:

MOTOBOMBA



CATEGORÍA	PEQUEÑO
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ENTRADA Y SALIDA DE CAMIONES
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 13.00 / 14.00 - 18.00
Lw	102,8 dBA

SIERRA CIRCULAR



CATEGORÍA	PEQUEÑO
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	109,0 dBA

ESMERIL ANGULAR



CATEGORÍA	PEQUEÑO
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	110,3 dBA

MARTILLO DEMOLEDOR



CATEGORÍA	PEQUEÑO
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	105,8 dBA

RODILLO COMPACTADOR



CATEGORÍA	MEDIANO
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	116,8 dBA

CARGADOR COMPACTO



CATEGORÍA	MEDIANO
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	102,1 dBA

PULIDORA HORMIGON



CATEGORÍA	MEDIANO
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	PERMANENTE
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	107,7 dBA

EXCAVADORA



CATEGORÍA	GRANDE
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	PERMANENTE
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	99,9 dBA

CAMION CARGADOR



CATEGORÍA	GRANDE
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	PERMANENTE
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	99,0 dBA

RETROEXCAVADORA



CATEGORÍA	GRANDE
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	PERMANENTE
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	98,6 dBA

CAMION BOMBA HORMIGON



CATEGORÍA	GRANDE
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	107,8 dBA

BOMBA HORMIGON



CATEGORÍA	GRANDE
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	107,8 dBA

CAMION MIXER



CATEGORÍA	GRANDE
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	PERMANENTE
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	103,0 dBA

GRUA PLUMA



CATEGORÍA	GRANDE
DESCRIPCIÓN PERIODOS USO	ESPORADICO
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	8.00 - 18.00
Lw	88,0 dBA

5.2.1 *Tabla Resumen de Niveles de Potencia Acústica.*

MAQUINARIA	Lw (dBA)
RETROEXCAVADORA	98,6
EXCAVADORA	99,9
GATO	102,1
MOTOBOMBA	102,8
KANGO	105,8
PULIDORA DE PAVIMENTO	107,7
CAMION BOMBA HORMIGON	107,8
BOMBA HORMIGON	107,8
SIERRA CIRCULAR	109,0
ESMERIL ANGULAR	110,3
RODILLO COMPACTADOR	116,8
CAMION CARGADOR	99,0
CAMION MIXER	103,0
GRUA PLUMA	88,0

Tabla 3. Niveles de Potencia Acústica calculados.

5.3 Proyección de niveles de presión sonora a partir de niveles de potencia sonora.

Para estimar los niveles presentes en los receptores sensibles producto del funcionamiento de las maquinarias consideradas en este estudio, se utilizó la norma internacional ISO 9613-2:1996.

Con esta norma, es posible determinar el nivel de presión sonora a cierta distancia del emisor, a partir del nivel de potencia sonora de este, aplicando la siguiente fórmula:

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A$$

L_W Nivel de potencia sonora, en dB.

D_C Corrección por directividad, en dB.

A Atenuación durante la propagación desde la fuente al receptor, en dB.

5.4 Estimación NPS en receptor.

Con el objeto de optimizar el análisis de las máquinas con mayor aporte al nivel de presión sonora, se establecieron grupos de máquinas, en adelante emisores, de acuerdo a su ubicación al momento de la inspección en terreno.

La ubicación de los emisores de ruido se muestra en Figura 5.

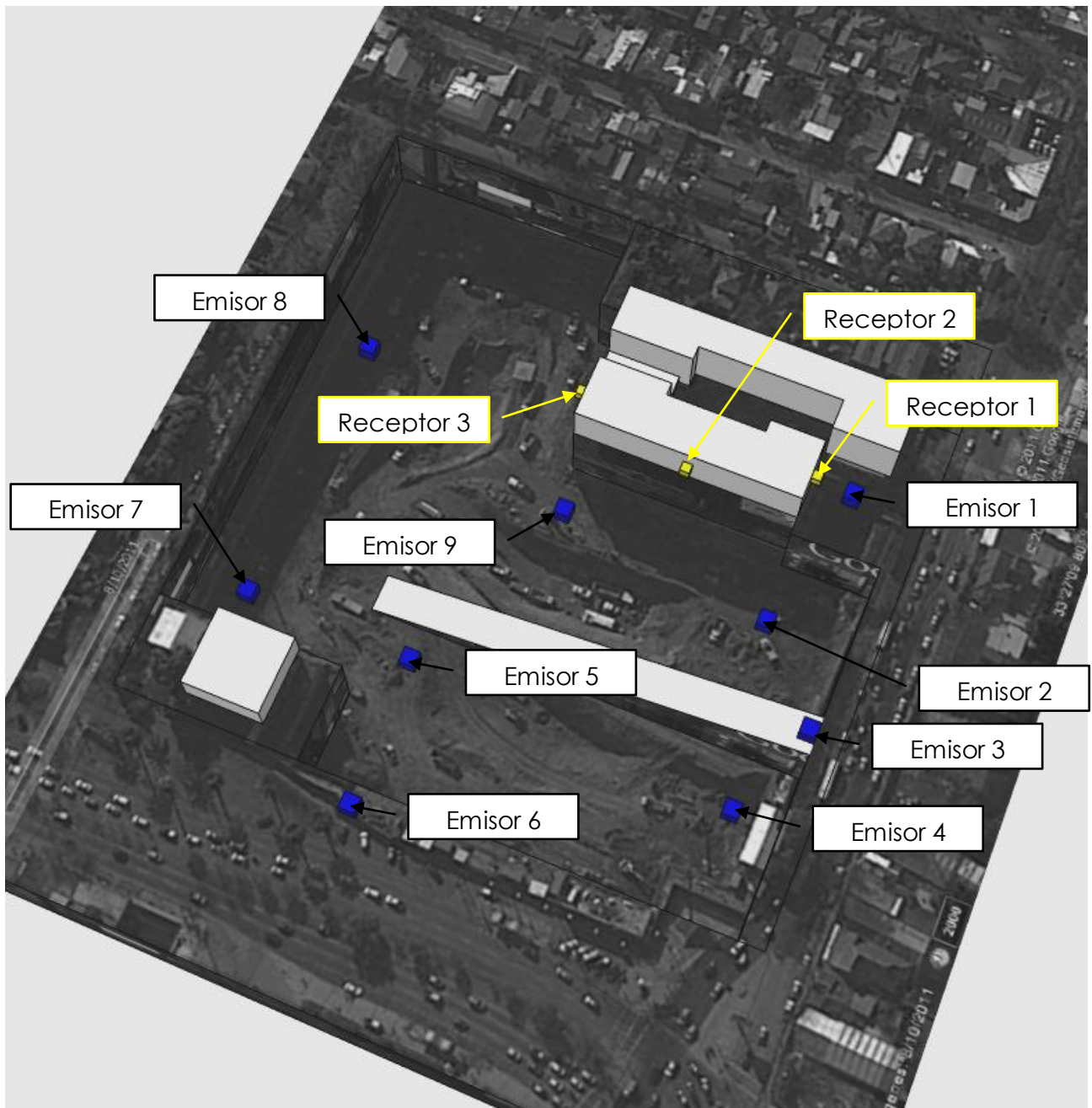


Figura 5. Ubicación emisores (color azul) y receptores evaluados (color amarillo).

Para obtener una estimación de los niveles de potencia acústica de los emisores, se procedió a sumar energéticamente las fuentes que los componen. Dicho proceso se resume en la siguiente tabla:

EMISOR	COMPONENTES	TOTAL
Emisor 1	Bomba hormigón	107,8 dBA
Emisor 2	Sierra circular Esmeril angular Grúa pluma Camión bomba Excavadora Hormigonera	114,4 dBA
Emisor 3	Camión cargador Motobomba Motobomba	110,7 dBA
Emisor 4	Camión cargador Excavadora	112,7 dBA
Emisor 5	Mini cargador Camión cargador Retroexcavadora	112,7 dBA
Emisor 6	Bomba hormigón Bomba hormigón	110,8 dBA
Emisor 7	Esmeril angular Rotomartillo Camión cargador Camión bomba hormigón Camión mixer	114,8 dBA
Emisor 8	Pulidora Mini cargador Retroexcavadora Martillo demoledor Rodillo compactador Pulidora hormigón Martillo demoledor	118,4 dBA
Emisor 9	Excavadora Rodillo compactador Camión cargador	117,0 dBA

Tabla 4. Componentes y Niveles de Potencia Acústica de emisores de ruido.

Utilizando los Niveles de Potencia Acústica resumidos en Tabla 4, se procede a obtener los Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC), en cada uno de los receptores¹, considerando una corrección de 10 dB, que corresponde a medir en el interior del edificio con ventanas cerradas.

Estos valores fueron proyectados sin considerar medidas de mitigación como cambio de equipos, encierros, semi-encierros o ventanas con doble cristal. Es importante notar que el aislamiento por ventana (cristal simple) fue estimado en 6,5 dB, de acuerdo a monitoreos realizados anteriormente en dichos departamentos.

NIVELES DE PRESION SONORA CORREGIDOS EN RECEPTORES	
Receptor 1	80,2 dBA
Receptor 2	77,9 dBA
Receptor 3	72,9 dBA

Tabla 5. Niveles de Presión Sonora Corregidos, NPC, proyectados en receptores sin medidas de mitigación.

¹ Se consideran receptores en 4º piso.

6. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

6.1 Medidas de Mitigación implementadas.

Se realizó una revisión de las medidas de mitigación implementadas en la obra, con el fin de verificar su efectividad.

6.1.1 Barrera Perimetral.

- Medida aplicada: Refuerzo de sellos entre placas.



Imagen 1. Barrera perímetro obra con sellos entre placas.

- Medida aplicada: Sello inferior barrera



Imagen 2. Barrera perímetro obra con sello inferior.

- Resultados:

Al implementar estas medidas de mejoras en la barrera perimetral, se produjo una reducción de 3 dB(A) en el valor NPC del Punto C (Güemes) y una reducción de 2 dB(A) en el valor NPC del Punto D (Nueva Hannover).

(Estos datos fueron obtenidos de la comparación de los valores NPC medidos los meses de septiembre, octubre y noviembre versus diciembre)

6.1.2 Semi-encierro Motobomba (Hidrolavadora).

- Medida aplicada: Semi-encierro de tableros de OSB de 15 mm de espesor, con caras interiores revestidas en lana de fibra de vidrio, espesor 50 mm, densidad 32 kg/m².



Imagen 3. Semi-encierro actual motobomba.

- Resultados

De acuerdo a mediciones de ruido realizadas en terreno, se obtuvo una diferencia de niveles de la motobomba con y sin el semi-encierro:

Leq dB(A) sin semi-encierro, 91,4 dB(A)

Leq dB(A) con semi-encierro 84,6 dB(A)

Reducción semi-encierro: 6,8 dB(A)

- Recomendaciones.

Se recomienda realizar una mantención periódica de estos semi-encierros, ya que por el tipo de función que cumple la motobomba, se produce un rápido deterioro en los materiales que lo componen.

Como alternativa y para evitar el deterioro de las placas de OSB, se propone hacer semi-encierro en base a planchas de acero galvanizado o zincalum de 1,5 mm de espesor, con estructura de perfiles ángulo y esmalte sintético sobre base anticorrosiva. Caras interiores (hacia la fuente emisora de ruido) revestidas en lana de fibra de vidrio con velo negro, espesor 50 mm, densidad 32 kg/m²., de acuerdo a la figura siguiente:

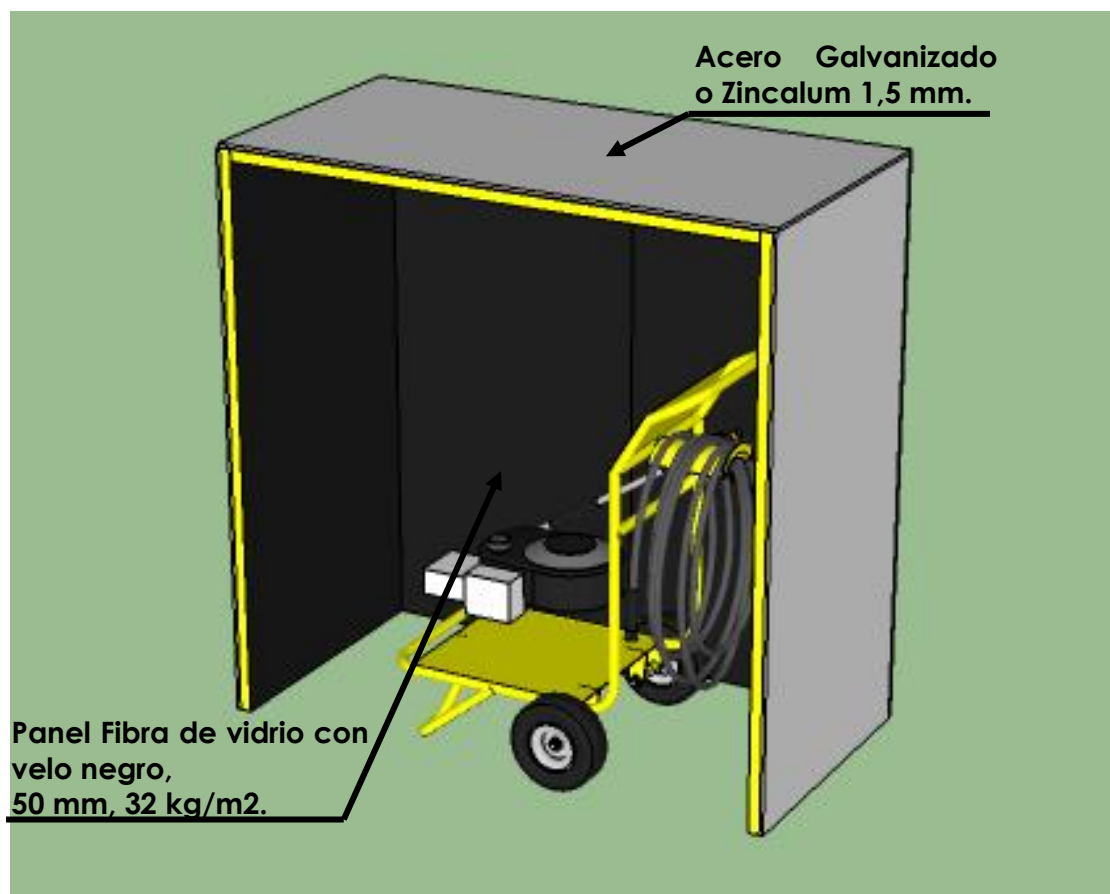


Imagen 4. Propuesta semi-encierro motobomba.

6.1.3 Barrera para corte de material.

- Medida aplicada: Barrera de tableros de OSB de 15 mm de espesor, con caras interiores revestidas en lana de fibra de vidrio, espesor 50 mm, densidad 32 kg/m².



Imagen 5. Barrera existente para corte de materiales.

- Resultados

De acuerdo a mediciones de ruido realizadas en terreno, se obtuvo una diferencia de niveles del proceso de corte de material con y sin barrera:

Leq dB(A) sin Barrera, 91,8 dB(A) (medido a 2,0 m distancia)

Leq dB(A) con Barrera 79,6 dB(A) (medido a 2,0 m distancia)

Reducción semi-encierro: 12,2 dB(A) medido a 2,0 m de distancia.

- Recomendaciones.

Las estaciones de trabajo para herramientas tipo esmeriles, sierras, martillos, etc. deben ser de mayores dimensiones debido al tipo de trabajo que se realiza en el interior, pensando en cortes de fierros, planchas, listones de madera, etc.

Para que esta medida sea efectiva en el receptor (mayor distancia), es necesario que se realicen los cortes de materiales dentro de un semi-encierro, evitando cortes en lugares que no estén provistos de aislamiento acústico.

Para lograr una adecuada reducción de ruido en el receptor, se propone semi-encierro fabricado en base a tableros de OSB de 15 mm de espesor (laterales **más techo**), cara interior (hacia la fuente emisora de ruido) revestida en lana de fibra de vidrio con velo negro, espesor 50 mm, densidad 32 kg/m².

La dimensión del semi-encierro será la necesaria para permitir realizar adecuadamente las faenas de corte, recomendándose un recinto de 12,0 x 4,0 x 2,4 m de altura. Los 12,0 m de largo del semi-encierro pueden ser modificados dependiendo de la disponibilidad de espacio.

La cara abierta del semi-encierro no deberá enfrentar a ningún receptor.

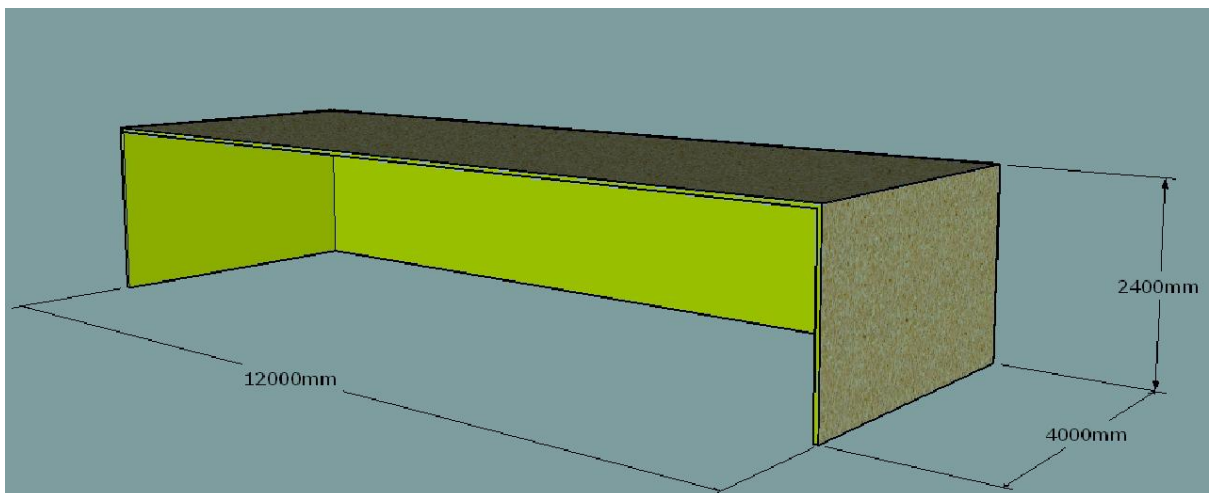


Imagen 6. Propuesta semi-encierro para corte de material.

6.1.4 Encierros para descarga de camiones mixer

- Medida aplicada: Encierro de paneles de doble Placa OSB de 15mm distanciadas 80 mm, cámara de aire con material absorbente fibra de vidrio de 50mm de espesor y recubierto con malla tipo raschel que ayuda a atenuar su desprendimiento y deterioro.



Imagen 7. Encierro existente para descarga de camiones mixer.

- Resultados

Se estima que este encierro proveerá una reducción sonora de 14 dB(A).

6.2 Medidas de Mitigación a implementar.

Las medidas de mitigación adicionales y que son posibles de implementar en esta etapa de la obra, son las que se indican a continuación.

6.2.1 Barrera en entrada-salida camiones.

Se propone colocar una Barrera Acústica en el sector de acceso- salida de la obra hacia Avenida Larraín, principalmente para atenuar las emisiones de ruido de los motores de los camiones cuando se encuentran en proceso de limpieza con las motobombas.

Esta barrera será de placa de OSB de 18 mm de espesor y tendrá una altura de 3,6 mt y 7,2 mt de ancho

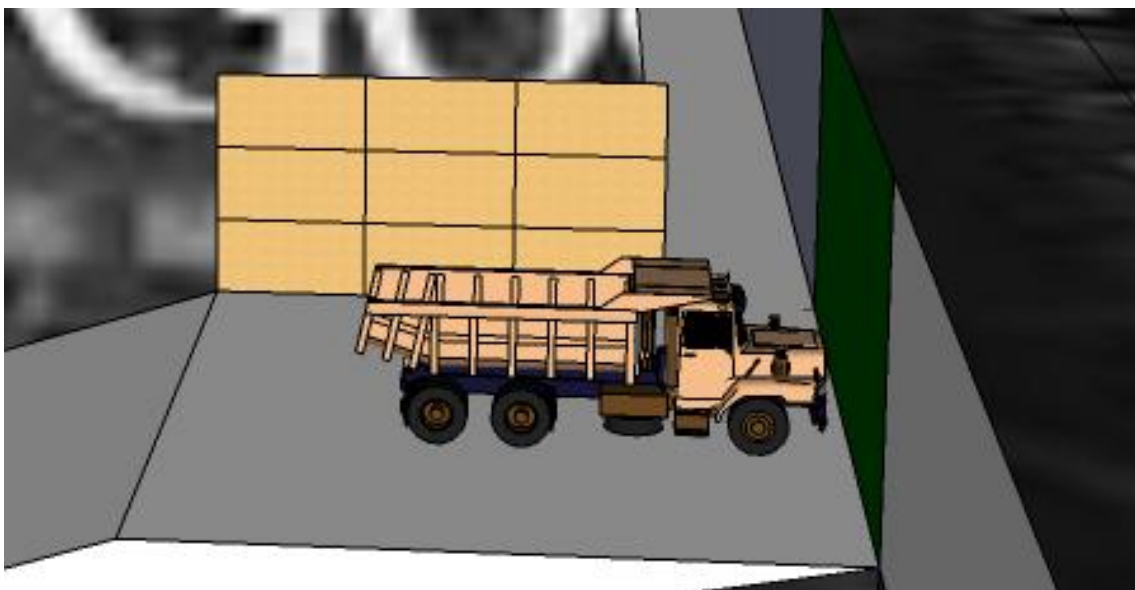


Imagen 8. Barrera Acústica camiones sector acceso.

6.2.2 Barrera o Semi-encierro modular plegable.

Para uso de equipos tipo Kango, taladros, etc., se deberá utilizar barrera modular con cumbrera que permita plegar sus paneles laterales por medio de un sistema con bisagras y que genere un cierre alrededor del operario.

Estas barreras deberán estar disponibles en distintos puntos de la obra para ser usadas en los momentos que se requieran (se recomienda colocar sistema de manillas para facilitar su traslado).

El material con el cual se fabrique la barrera modular deberá tener una densidad superficial de al menos $10,0 \text{ kg/m}^2$ y el interior revestido en material absorbente como lana de fibra de vidrio de 50mm de espesor con velo de vidrio negro para su protección.

Se estima que esta barrera o semi-encierro proveerá de una atenuación de 12 dB(A)



Imagen 9. Barrera modular plegable

6.2.3 Ventana termopanel en receptor.

Se considera instalación de ventana en el receptor, con las siguientes características como exigencias mínimas:

- Ventana corredera dos hojas monorriel con marco de aluminio del sistema Xelentia 69 de Indalum, panel conformado por dos cristales monolíticos de vidrio de 5 mm y 4 mm de espesor separados a 10 mm entre sí. El espesor total del panel es de 19 mm. Sistema de de burletes SE-063 y SE-427. Perímetro sellado con silicona. El índice de reducción acústica aparente ponderado de esta ventana es R'_A 26 dB(A).

6.2.4 Rodillo compactador.

Debido a que no es posible aplicar medidas de control de ruido a estas máquinas, se recomienda solicitar cambio por otras que cumplan con las especificaciones de niveles de emisión de ruidos del fabricante: BOMAG, modelo BW 75 S.

- Nivel medido en obra **116,8 dB(A)**
- Nivel de emisión entregado por fabricante: **105,0 dB(A)**

6.3 Estimación NPS en receptor con implementación de medidas de mitigación.

Aplicando todas las medidas de mitigación anteriormente descritas, es posible obtener una reducción de los niveles finales proyectados en los receptores.

NIVELES DE PRESION SONORA CORREGIDOS EN RECEPTORES	
Receptor 1	49,8 dBA
Receptor 2	49,8 dBA
Receptor 3	49,4 dBA

Tabla 6. Niveles de Presión Sonora Corregidos, NPC, proyectados en receptores, aplicando medidas de mitigación.

Los Niveles de Presión Sonora Corregidos, NPC, proyectados en los receptores con los niveles medidos y aplicando las medidas de mitigación descritas, permitirán cumplir con los límites máximos permitidos por la normativa vigente.

