

EN LO PRINCIPAL: Téngase presente. **PRIMER OTROSÍ:** Acompaña documento.

SRA. MARIE CLAUDE PLUMER BODIN
SUPERINTENDENTA DEL MEDIO AMBIENTE

Eduardo Nestler Gebauer, en representación - según se ha acreditado en el procedimiento de autos rol D-053-2023- de constructora BESALCO DESARROLLOS INMOBILIARIOS S.A., Rol único Tributario N°79.853.280-4, ambos domiciliados para estos efectos en Calle Ebro N°2705, comuna de Las Condes, Región Metropolitana, a UD. respetuosamente exponemos:

Que, en el contexto del recurso de reposición interpuesto con fecha 28 de noviembre de 2024, en virtud de lo dispuesto en el artículo 55 de la Ley N°20.417 Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (LO-SMA), en contra de la Resolución Exenta N°2136 de fecha 12 de noviembre de 2024, dictada por esa Superintendencia, venimos en acompañar a esta presentación el documento titulado **“Estudio de Ruido Construcción Edificio Las Acacias Rev0”**, elaborado por GERARD INGENIERÍA ACÚSTICA SPA en febrero de 2025.

Dicho estudio tiene por objeto evaluar el impacto acústico asociado al Proyecto Edificio Las Acacias, ubicado en la comuna de La Florida, Región Metropolitana, determinando los niveles de ruido generados durante la fase de construcción del proyecto y la efectividad de las medidas implementadas para el cumplimiento de la normativa aplicable, en particular el Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.

A mayor abundamiento, el informe es consistente con las conclusiones contenidas en el informe elaborado por la ETFA Acustec “INF_PRE N°1035322024_Abr2024_vB” de fecha 17 de diciembre de 2024, acompañado por esta parte en escrito de fecha 16 de enero de 2025.

El informe presentado incluye una modelación predictiva de ruido basada en la norma ISO 9613-2 y utilizando el software SoundPLAN v8.2, a través de la cual se compararon dos escenarios: (i) un escenario base correspondiente a las condiciones previas a la implementación del Plan de Cumplimiento (PdC) y (ii) un escenario con la implementación de las medidas correctivas indicadas en dicho PdC. **La evaluación concluye que, una vez implementadas dichas medidas, los niveles de ruido en los receptores evaluados cumplen con la normativa vigente.**

FUNDAMENTOS PARA SU ACOMPAÑAMIENTO

Tal como se expuso en el escrito complementario de fecha 16 de enero de 2025, esta parte ha adoptado medidas correctivas destinadas a mitigar las emisiones de ruido durante la fase de construcción del proyecto, entre las que destacan:

1. Instalación de barreras acústicas perimetrales en puntos estratégicos para minimizar la propagación del ruido hacia los receptores más sensibles.
2. Cambio en la metodología de descarga de material, reemplazando el chute original por el uso de un montacargas, con el objeto de reducir las emisiones de ruido generadas en esta actividad.
3. Implementación de un cierre acústico para el grupo electrógeno, disminuyendo su impacto en los niveles de ruido registrados en el entorno.
4. Uso de un biombo acústico en la bomba de hormigón, con el propósito de atenuar las emisiones acústicas derivadas de su operación.

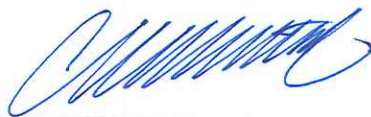
Estos antecedentes refuerzan los argumentos presentados en el recurso de reposición, **evidenciando la efectividad de las medidas implementadas y su contribución al cumplimiento normativo**. En consecuencia, se solicita a esta Superintendencia considerar la información aportada en la ponderación del recurso en curso, dejando sin efecto la resolución impugnada absolviendo a mi representada de los cargos formulados, o, en su defecto, ajustar la multa impuesta conforme a la configuración del factor de disminución del artículo 40 literal i) de la LO-SMA.

POR TANTO,

A UD. respetuosamente pedimos tener presente lo expuesto y considerarlo en la resolución del recurso de reposición interpuesto por esta parte.

OTROSÍ: Solicito a Ud. tener por acompañado el siguiente documento:

“Estudio de Ruido Construcción Edificio Las Acacias Rev0”, elaborado por GERARD INGENIERÍA ACÚSTICA SPA, con fecha febrero de 2025.



Eduardo Nestler Gebauer

p.p. BESALCO DESARROLLOS INMOBILIARIOS S.A

ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO

PROYECTO EDIFICIO LAS ACACIAS COMUNA DE LA FLORIDA – REGIÓN METROPOLITANA

PREPARADO PARA:



SANTIAGO, FEBRERO DE 2025

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción.....	4
2	Objetivos	4
2.1	Objetivo general.....	4
2.2	Objetivos específicos.....	4
3	Normativas	5
4	Área de estudio y puntos de evaluación.....	6
4.1	Ubicación de puntos de evaluación	6
4.2	Zonificación y máximos permitidos según D.S. N°38/11 del MMA.....	9
5	Metodología.....	9
6	Datos de entrada al modelo predictivo de ruido	10
6.1	Potencia de maquinarias y frentes de trabajo.....	10
6.2	Configuración de escenarios de modelación	14
6.3	Medidas de control de ruido	14
6.4	Ubicación de fuentes de ruido	16
7	Presentación de Resultados y evaluación preliminar	17
7.1	Modelación de ruido	17
7.1.1	Escenario 1: Antes de PdC	18
7.1.2	Escenario 2: Después de PdC	20
8	Conclusiones.....	22
9	Revisión bibliográfica	23
10	Profesionales participantes	23
11	Glosario.....	23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Ubicación de los puntos de evaluación. Vista general	7
Ilustración 2:	Fotografías de los puntos de evaluación	8
Ilustración 3:	Croquis Construcción escenario 1. Vista general.....	16
Ilustración 4:	Croquis Construcción escenario 2. Vista general.....	17
Ilustración 5:	Mapa de propagación sonora. Fase de construcción. Escenario 1.	18
Ilustración 6:	Mapa de propagación sonora. Fase de construcción. Escenario 2.	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de tipos de zonas según el D.S. N° 38/2011 MMA.....	5
Tabla 2: Máximos permisibles NPC según el D.S. N° 38/2011 del MMA.....	5
Tabla 3: Ubicación y descripción de puntos receptores.	7
Tabla 4: Zonificación y niveles máximos permitidos según D.S. N° 38/2011 del MMA.	9
Tabla 5: Resumen de entradas y salidas en el proceso de cálculo del modelo SoundPLAN.	10
Tabla 6: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Obra gruesa	11
Tabla 7: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Hormigonado.	12
Tabla 8: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Taller de enfierradura.....	12
Tabla 9: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Terminaciones gruesas.....	12
Tabla 10: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Terminaciones finas.	13
Tabla 11: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Descarga de material antes de PdC.	13
Tabla 12: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Descarga de material después de PdC.	13
Tabla 13: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Generador eléctrico	13
Tabla 14: Escenarios de modelación	14
Tabla 15: Medidas de control en cada escenario de modelación.....	16
Tabla 16: NPS_{eq} proyectado en el receptor y evaluación preliminar según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Fase de construcción. Escenario 1.....	19
Tabla 17: NPS_{eq} proyectado en el receptor y evaluación preliminar según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Fase de construcción. Escenario 2.....	21

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento, elaborado por Gerard Ingeniería Acústica SpA corresponde al estudio de impacto acústico del Proyecto “Edificio Las Acacias”, (en adelante Proyecto), el cual se ubica en la comuna de La Florida, Región Metropolitana.

Debido a que las actividades involucradas en la fase de construcción pudieron generar un aumento del nivel de ruido en los sectores aledaños, se definió un área de estudio para evaluar el posible impacto, identificándose cinco (5) receptores representativos.

Para llevar a cabo la evaluación, se realizó la predicción de niveles de ruido mediante un modelo asistido por software, el que permitió determinar la magnitud de las emisiones acústicas en los puntos de evaluación definidos, considerando las características propias del Proyecto, antes y después de aplicar las medidas de control asociadas al Plan de Cumplimiento (en adelante, PdC) realizado de manera posterior a fiscalización hecha el 6 de julio de 2021.

Los valores estimados fueron comparados con los máximos permitidos que establece la normativa nacional vigente, con la finalidad de verificar su cumplimiento.

La evaluación se realizó bajo los lineamientos que indica la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA”, del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el impacto acústico asociado al Proyecto, de acuerdo a los criterios de evaluación establecidos en la normativa nacional vigente.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los receptores sensibles a las futuras emisiones de ruido generadas por el Proyecto en los sectores sensibles más cercanos a las obras y actividades de este.
- Identificar y dimensionar las emisiones de ruido de las principales fuentes emisoras involucradas en las actividades de construcción del Proyecto.
- A través de modelaciones computacionales, efectuar una predicción de los niveles de ruido generadas por el Proyecto para la fase de construcción, antes y después del PdC.
- Verificar el cumplimiento de los criterios establecidos en la normativa nacional, para la componente de ruido.

3 NORMATIVAS

Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N° 38/2011 del MMA)

El objetivo de esta normativa es proteger la salud de la comunidad mediante el establecimiento de niveles máximos de inmisión de ruido generados por las fuentes emisoras de ruido definidas en su Artículo N° 6, punto 13.

Los límites máximos permitidos por la normativa están asociados a la zonificación acorde con el Instrumento de Planificación Territorial (IPT) respectivo. Los tipos de zonas se definen como:

Tabla 1: Descripción de tipos de zonas según el D.S. N° 38/2011 MMA.

Tipo de Zona	Descripción
Zona I	Aquella zona definida en el IPT 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 IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además los usos de la Zona I, Equipamiento a cualquier escala.
Zona III	Aquella zona definida en el IPT 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 IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona Rural	Aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el IPT respectivo.

Los Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) que se obtengan no podrán exceder los valores de la siguiente tabla:

Tabla 2: Máximos permisibles NPC según el D.S. N° 38/2011 del MMA.

Tipo de Zona	NPC Máximo Permitido [dB(A)]	
	Periodo Diurno 7:00 a 21:00 horas	Periodo Nocturno 21:00 a 7:00 horas
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70
Zona Rural	Menor nivel entre el Nivel de Ruido de Fondo +10 [dB] y el NPC máximo permitido para Zona III	

El criterio para zona rural se aplicará en periodo diurno y nocturno de manera independiente.

4 ÁREA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE EVALUACIÓN

4.1 Ubicación de puntos de evaluación

La selección de puntos de evaluación se llevó a cabo de acuerdo a su cercanía con las fuentes generadoras de ruido del Proyecto, según los criterios especificados en la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA, del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2019”, numeral 4.1.

- Representar la ubicación más expuesta de un receptor o un conjunto de ellos a las emisiones de ruido.
- El conjunto de puntos de evaluación debe, necesariamente, incluir un número suficiente de puntos para representar la totalidad de receptores potencialmente afectados, bajo las circunstancias más desfavorables.
- Considerar que el ciclo temporal más vulnerable a las emisiones de niveles de ruido debe ser coincidente con los períodos más sensibles de los receptores que representa.

A continuación, se presenta la ubicación y descripción de los puntos de evaluación, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a su cercanía con las futuras fuentes generadoras de ruido del Proyecto.

Ilustración 1: Ubicación de los puntos de evaluación. Vista general.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Tabla 3: Ubicación y descripción de puntos receptores.

Punto	Descripción	Altura del receptor* [m]*	Uso efectivo	Coordenadas UTM	
				Datum WGS 84	
				Huso 19 H	
				Este	Norte
1	Vivienda de 1 piso, ubicada en Calle Rodríguez Velasco #135	1,5	Habitacional	351.476	6.289.437
2	Vivienda de 2 pisos, ubicada en Calle Rodríguez Velasco #121	1,5 – 4,0	Habitacional	351.485	6.289.439
3	Vivienda de 1 piso, ubicada en Calle Rodríguez Velasco #95	1,5	Habitacional	351.502	6.289.444
4	Vivienda de 2 pisos, ubicada en Calle Rodríguez Velasco #87	1,5 – 4,0	Habitacional	351.521	6.289.451
5	Vivienda de 2 pisos, ubicada en Calle Rodríguez Velasco #43	1,5 – 4,0	Habitacional	351.543	6.289.462

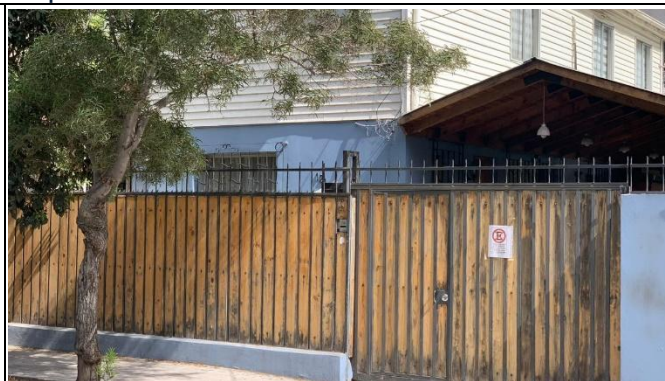
* Altura de receptor por piso, desde – hasta, en pasos de 2,5 [m].

A continuación, en la Ilustración 2, se presentan fotografías de los puntos de evaluación obtenidas mediante levantamiento en terreno.

Ilustración 2: Fotografías de los puntos de evaluación.



Punto 1



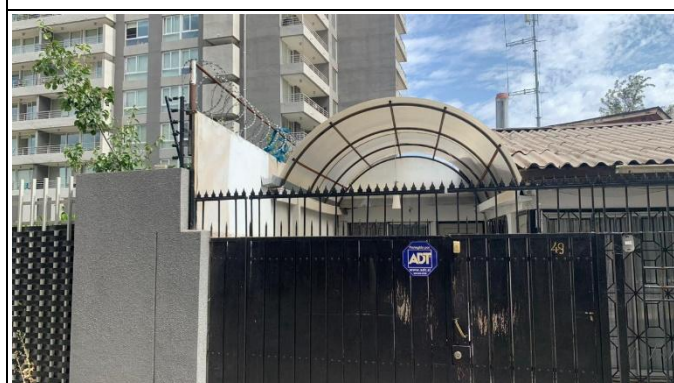
Punto 2



Punto 3



Punto 4



Punto 5

4.2 Zonificación y máximos permitidos según D.S. N°38/11 del MMA

El D.S. N° 38/2011 del MMA establece los Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC), de acuerdo a los usos de suelo permitidos en la ubicación del receptor.

Los puntos del 1 al 5 se encuentran ubicados dentro del límite urbano según lo indicado en el Plano Regulador Comunal (PRC) de La Florida. A continuación, se describen las zonas donde se ubican los receptores.

- Todos los puntos se encuentran en la zona Z-AA+CB/CM, siendo el uso de suelo permitido residencial, equipamiento, infraestructura de transporte y sanitaria, homologándose a zona III según el D.S. N° 38/2011 del MMA.

A continuación, se presenta la homologación de zonas y los máximos permitidos que establece la normativa aplicable para ambos periodos.

Tabla 4: Zonificación y niveles máximos permitidos según D.S. N° 38/2011 del MMA.

Receptor	Zona según IPT	Zonificación según D.S. N° 38/2011 del MMA	Nivel máximo diurno [dB(A)]	Nivel máximo nocturno [dB(A)]
1 al 5	Z-AA+CB/CM	III	65	50

En la tabla anterior se aprecia que para el punto todos los puntos el valor máximo para el periodo diurno es de 65 [dB(A)] y en periodo nocturno 50 [dB(A)]. Estos valores se aplican a las fuentes emisoras de ruido definidas en el Artículo N° 6, punto 13 del D.S. N° 38/11 del MMA.

5 METODOLOGÍA

Modelación de ruido

El software de simulación computacional utilizado corresponde a SoundPLAN v8.2, el cual incorpora variables físicas del entorno y características acústicas de las fuentes sonoras.

La modelación contempla el aporte exclusivo generado por las fuentes de ruido del Proyecto en evaluación, en base a información de ubicación espacial de fuentes proporcionado por el mandante.

La metodología de modelación de ruido generado por maquinaria e instalaciones se basa en la normativa ISO 9613-2, la que utiliza los principios de atenuación divergente junto a atenuación extra introducida por obstáculos y atenuación por aire.

La temperatura se fijó en 10 [°C] y la humedad relativa en 70[%], constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación de la propagación de la onda sonora debido a estos efectos meteorológicos. Además, la norma de

cálculo utilizada considera siempre la velocidad del viento entre 1 y 5 [m/s]¹ tal y como queda establecido en la ISO 9613 parte 2, en dirección de las fuentes de ruido hacia los receptores, es decir, a favor de la propagación. De acuerdo a lo anterior, el escenario modelado representa una estacionalidad climática crítica.

Tabla 5: Resumen de entradas y salidas en el proceso de cálculo del modelo SoundPLAN.

	Ítem		Descripción
Entradas (Input)	Topografía		Cotas de terreno
	Ubicación de fuentes de ruido		Puntos, áreas o líneas de emisión
	Ubicación de receptores		Puntos de inmisión
	Obstáculos	Existentes	Cotas de Terreno / Viviendas
		Introducidos	-
	Algoritmo de cálculo		ISO 9613, parte 1 y 2
Salidas (Output)	Niveles de Presión Sonora modelados		Mapas de propagación sonora
			Niveles de Presión Sonora en puntos de inmisión elegidos (Receptores)

La modelación incorporó la maquinaria de mayor emisión de ruido, con lo cual se garantiza que las emisiones sonoras provenientes de otras actividades (con maquinaria menor) quedarán enmascaradas por la emisión de las fuentes consideradas.

El plano del Proyecto fue ingresado en el modelo acústico, el cual trabaja sobre un entorno escalado y georreferenciado, de manera que permite mayor exactitud en lo que respecta a distancia y orientación entre las fuentes de ruido y los receptores en estudio.

6 DATOS DE ENTRADA AL MODELO PREDICTIVO DE RUIDO

6.1 Potencia de maquinarias y frentes de trabajo

Las potencias acústicas asignadas a las fuentes de ruido se obtuvieron principalmente a partir de los valores contenidos en el anexo C de la norma británica BS 5228-1:2009, “Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites”, los cuales son comparables en magnitud a mediciones realizadas por Gerard Ingeniería Acústica SpA a maquinarias en Proyectos similares.

La transformación de dichos niveles de presión sonora a niveles de potencia acústica se realiza utilizando la Ecuación 1, que considera un espacio semi-esférico para una fuente puntual ubicada sobre un plano reflectante, donde el área superficial es de $2\pi r^2$.

¹ ISO 9613-2:1996, *Meteorological conditions*, page 3.

$$NWS = NPS_{medido} + 20 \cdot \log_{10}(r) + 8 \quad {}^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

NWS : Nivel de potencia acústica (L_w o NWS).
 NPS_{medido} : Nivel de presión sonora (NPS) medido en [dB(A)] a una distancia r .
 r : Distancia en [m] a la cual se registró el NPS.

Los valores obtenidos se indican en [dB(A)] para cada banda de octava de frecuencia, de manera que incorporan el factor de corrección respectivo. El valor global se indica siempre en escala [dB(A)], al igual que en la normativa de referencia.

A continuación, se indica el nivel de emisión acústica asignado a las maquinarias en los distintos frentes de trabajos ejecutados al interior del área del Proyecto.

Las actividades constructivas que involucra el Proyecto, asociadas a construcción de obra gruesa y terminaciones, consideran la maquinaria presentada a continuación, indicando el nivel de emisión acústica asignado a las maquinarias respectivas, que funcionan al interior del área del Proyecto:

Obra gruesa

Tabla 6: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Obra gruesa

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	c/u	
Grúa	1	64,8	79,9	84,4	86,8	87,0	82,2	82,0	75,9	92,4	BS 5228 Tabla 4, N°37
Martillo	2	67,8	77,9	87,4	92,8	91,0	86,2	84,0	77,9	96,5	BS 5228 Tabla 1, N° 19
Esmeril	1	70,8	86,9	96,4	98,8	99,0	99,2	103,0	95,9	107,2	BS 5228 Tabla 4, N°72
Demolidor eléctrico	1	84,8	94,9	100,4	98,8	101,0	105,2	107,0	103,9	111,5	BS 5228 Tabla 1, N° 6
Pistola a aire comprimido	2	75,8	87,9	85,4	82,8	84,0	85,2	84,0	81,9	93,4	BS 5228 Tabla 3, N° 35
Total		86,1	97,0	102,4	103,0	103,8	106,3	108,5	104,6	113,2	

² Samir, Gerges. Fundamentos y Control de Ruido y Vibraciones, 1998.

Hormigonado

Tabla 7: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Hormigonado.

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63.0	125.0	250.0	500.0	1k	2k	4k	8k	c/u	
Bomba de hormigón	1	83,8	93,9	91,4	95,8	97,0	97,2	91,0	80,9	102,9	BS 5228 Tabla 3, N° 26
Camión mixer	1	80,8	91,9	92,4	96,8	97,0	97,2	88,0	79,9	102,8	BS 5228 Tabla 4, N°28
Total		85,6	96,0	94,9	99,3	100,0	100,2	92,8	83,4	105,9	

Taller de enfierradura

Tabla 8: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Taller de enfierradura.

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63.0	125.0	250.0	500.0	1k	2k	4k	8k	c/u	
Martillo	1	67,8	77,9	87,4	92,8	91,0	86,2	84,0	77,9	96,5	BS 5228 Tabla 1, N° 19
Esmeril	1	70,8	86,9	96,4	98,8	99,0	99,2	103,0	95,9	107,2	BS 5228 Tabla 4, N°72
Máquina cortadora de fierro	1	68,8	79,9	88,4	92,8	97,0	95,2	90,0	82,9	100,9	BS 5228 Tabla 3, N° 31
Total		74,1	88,1	97,5	100,6	101,5	100,8	103,3	96,2	108,4	

Terminaciones gruesas

Tabla 9: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Terminaciones gruesas.

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63.0	125.0	250.0	500.0	1k	2k	4k	8k	c/u	
Revolvedor	2	62,8	76,9	77,4	82,8	85,0	82,2	80,0	75,9	89,6	BS 5228 Tabla 4, N°23
Pulidor	2	75,8	87,9	85,4	82,8	84,0	85,2	84,0	81,9	93,4	BS 5228 Tabla 3, N° 35
Demolador eléctrico	1	84,8	94,9	100,4	98,8	101,0	105,2	107,0	103,9	111,5	BS 5228 Tabla 1, N° 6
Pistola a aire comprimido	2	75,8	87,9	85,4	82,8	84,0	85,2	84,0	81,9	93,4	BS 5228 Tabla 3, N° 35
Máquina soldadora PVC	2	68,8	79,9	88,4	92,8	97,0	95,2	90,0	82,9	100,9	BS 5228 Tabla 3, N° 31
Montacarga	1	65,8	75,9	84,4	89,8	91,0	90,2	88,0	78,9	96,3	BS 5228 Tabla 4, N°61
Total		86,8	97,7	101,5	101,3	104,1	106,3	107,3	104,1	112,6	

Terminaciones finas

Tabla 10: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Terminaciones finas.

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63.0	125.0	250.0	500.0	1k	2k	4k	8k	c/u	
Atornillador eléctrico	4	78,8	88,9	86,4	90,8	98,0	97,2	91,0	82,9	101,9	BS 5228 Tabla 2, N° 43
Esmeril	2	70,8	86,9	96,4	98,8	99,0	99,2	103,0	95,9	107,2	BS 5228 Tabla 4, N°72
Total		85,2	96,1	100,2	103,0	106,1	105,8	106,5	99,3	112,2	

Descarga de material antes de PdC.

Tabla 11: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Descarga de material antes de PdC.

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63.0	125.0	250.0	500.0	1k	2k	4k	8k	c/u	
Descarga por chute	1	86,8	85,9	97,4	97,8	101,0	103,2	96,0	89,9	107,1	BS 5228 Tabla 2, N° 30

Descarga de material después de PdC.

Tabla 12: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Descarga de material después de PdC.

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63.0	125.0	250.0	500.0	1k	2k	4k	8k	c/u	
Montacarga	1	65,8	75,9	84,4	89,8	91,0	90,2	88,0	78,9	96,3	BS 5228 Tabla 4, N°61

Generador eléctrico

Tabla 13: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Generador eléctrico

Fuente de ruido	Cant.	Lw [dB(A)] por bandas de frecuencia en [Hz]								Lw [dB(A)]	Referencia
		63.0	125.0	250.0	500.0	1k	2k	4k	8k	c/u	
Generador eléctrico	1	70,8	82,9	87,4	85,8	85,0	80,2	75,0	70,9	92,0	BS 5228 Tabla 4, N°79

6.2 Configuración de escenarios de modelación

Se configuraron dos escenarios de modelación, con la finalidad de evaluar la situación antes de propuesto el Plan de Cumplimiento (en adelante, PdC), y la situación luego de proponer el PdC, con las medidas de control y administrativas que el mismo conlleva, detalladas en el acápite 6.3.

En la siguiente tabla, se indica cada escenario, en conjunto con los frentes de trabajo asociados.

Tabla 14: Escenarios de modelación

Escenario	Frente de trabajo	Lw Frente de Trabajo [dB(A)]	Tabla Frente de Trabajo
1	Obra gruesa	113,2	Tabla 6
	Hormigonado	105,9	Tabla 7
	Taller de enfierradura	108,4	Tabla 8
	Terminaciones gruesas	112,6	Tabla 9
	Terminaciones finas	112,2	Tabla 10
	Descarga de material antes de PdC	107,1	Tabla 11
	Generador eléctrico	92,0	Tabla 13
2	Obra gruesa	113,2	Tabla 6
	Hormigonado	105,9	Tabla 7
	Taller de enfierradura	108,4	Tabla 8
	Terminaciones gruesas	112,6	Tabla 9
	Terminaciones finas	112,2	Tabla 10
	Descarga de material después de PdC	96,3	Tabla 12
	Generador eléctrico	92,0	Tabla 13

La tabla anterior indica los frentes de trabajo considerados en cada escenario de modelación. Se representó la totalidad de los frentes indicados.

6.3 Medidas de control de ruido

A continuación, se pasa a describir las medidas de control de ruido incluidas en el modelo, para los distintos escenarios de modelación. Para ello, se tomó en consideración lo indicado en el “Documento Técnico: Medidas para el Control y Gestión de Ruido en Faenas Constructivas”³.

³ <https://ruido.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/DT-Medidas-control-ruido-faenas-constructivas-MMA.pdf>

Pantalla acústica perimetral (MCR1). Pre PdC

Se consideró una pantalla acústica perimetral con altura de 6 [m], que bloquea la visión entre el edificio y los puntos receptores 1, 2, 3 y 4. Esta pantalla acústica perimetral se encontró instalada tanto en el escenario 1 como en el escenario 2. Para su correcto funcionamiento, se considera una materialidad con densidad superficial mínima de 10 [kg/m²], con hermeticidad en las uniones entre planchas.

Pantalla acústica perimetral (MCR1). Post PdC

Se consideró una pantalla acústica perimetral con altura de 6 [m], que bloquea la visión entre el edificio y el punto receptor 5. Esta pantalla acústica perimetral se encontró instalada en el escenario 2. Para su correcto funcionamiento, se considera una materialidad con densidad superficial mínima de 10 [kg/m²], con hermeticidad en las uniones entre planchas.

Cambio en metodología de descarga de material (MCR6)

En el escenario 1, se consideró la descarga de material a partir de un chute, ubicado frente a los puntos receptores. A raíz de esto, a partir del PdC (escenario 2) inicialmente se ubicó el chute en el lado opuesto a los receptores, siendo apantallado por la obra gruesa, y posteriormente se reemplazó el uso del chute por un montacargas, con la finalidad de disminuir los niveles de ruido generados por dicha faena. Para efectos de modelación, se consideró el montacargas en reemplazo del chute.

Cierre acústico para grupo electrógeno (MCR3)

Para disminuir los niveles generados por el grupo electrógeno, se realizó a partir del PdC (escenario 2) un cierre acústico para dicha fuente de ruido, que consiste en un cerramiento parcial, sin techo, es decir, descubierto desde arriba. Considera una materialidad con densidad superficial mínima de 10 [kg/m²], con hermeticidad en las uniones entre planchas.

Biombo acústico bomba de hormigón (MCR5)

Se consideró un biombo acústico para cubrir la bomba de hormigón, ubicada en sector norponiente del Proyecto, con la finalidad de disminuir los niveles de ruido emitidos por dicha faena. Considera una materialidad con densidad superficial mínima de 10 [kg/m²], con hermeticidad en las uniones entre planchas, y material fonoabsorbente en sus caras interiores, con coeficiente de absorción mínimo de 0,6 según índice NRC.

Adicionalmente, cabe mencionar que el PdC contempló la implementación de otras medidas de control, como un acondicionamiento inicial del chute de descarga, y medidas ingenieriles como cambios de discos de corte, reemplazo de martillos de disparo por pistolas de fijación de aire comprimido, sistema de perforación y cinceladores de perforación rápida, entre otros. Estos elementos no fueron considerados dentro del análisis, debido a que son medidas que no se pueden representar en el modelo, o bien su atenuación asociada no es significativa para el análisis.

En la Tabla 15 a continuación, se entrega un resumen de las medidas de control consideradas en cada escenario de modelación.

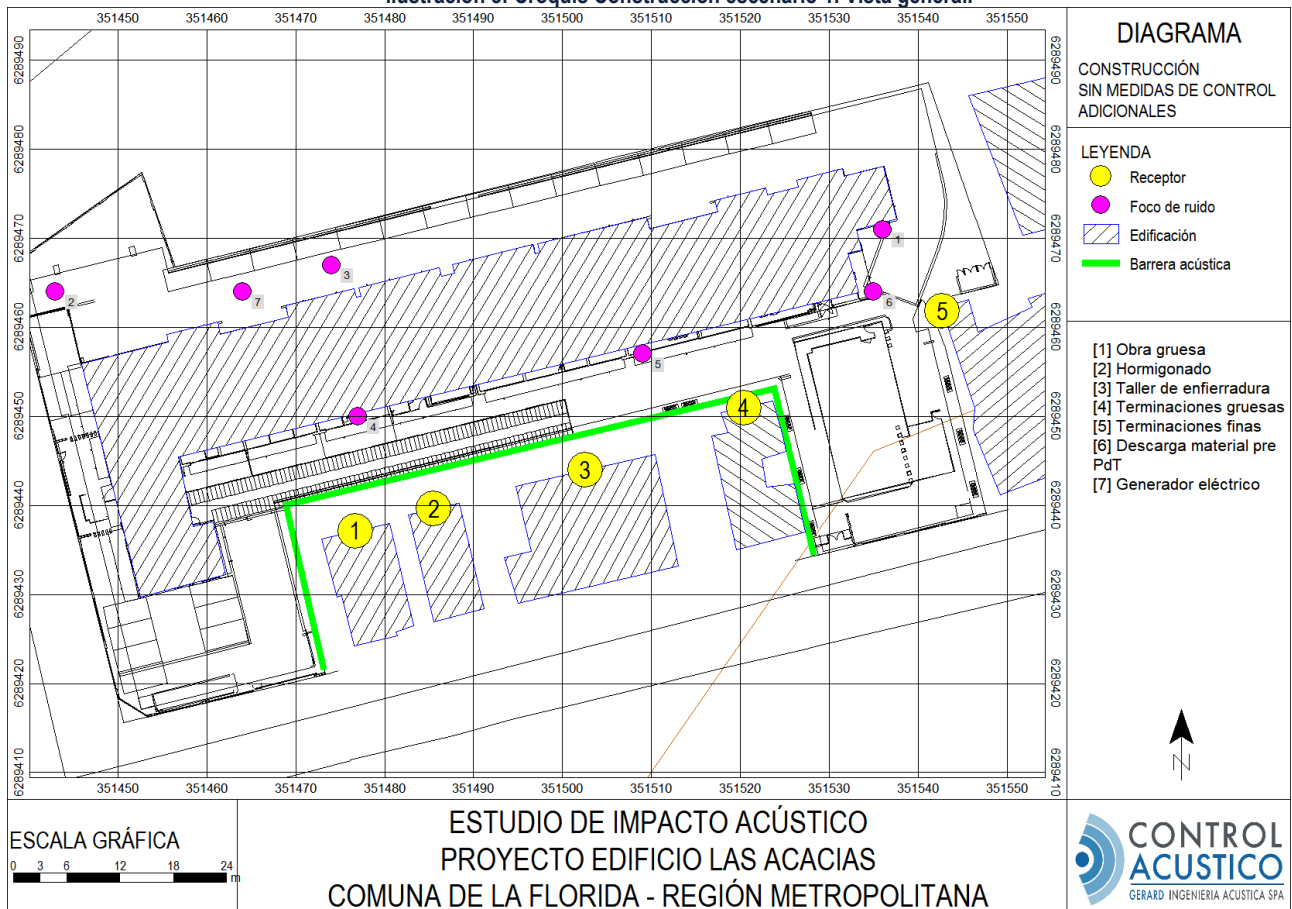
Tabla 15: Medidas de control en cada escenario de modelación.

Escenario	Medida de control
1	Barrera acústica perimetral pre PdC
2	Barrera acústica perimetral pre PdC
	Barrera acústica perimetral post PdC
	Cambio en metodología de descarga de material
	Cierre acústico para grupo electrógeno
	Biombo acústico bomba de hormigón

6.4 Ubicación de fuentes de ruido

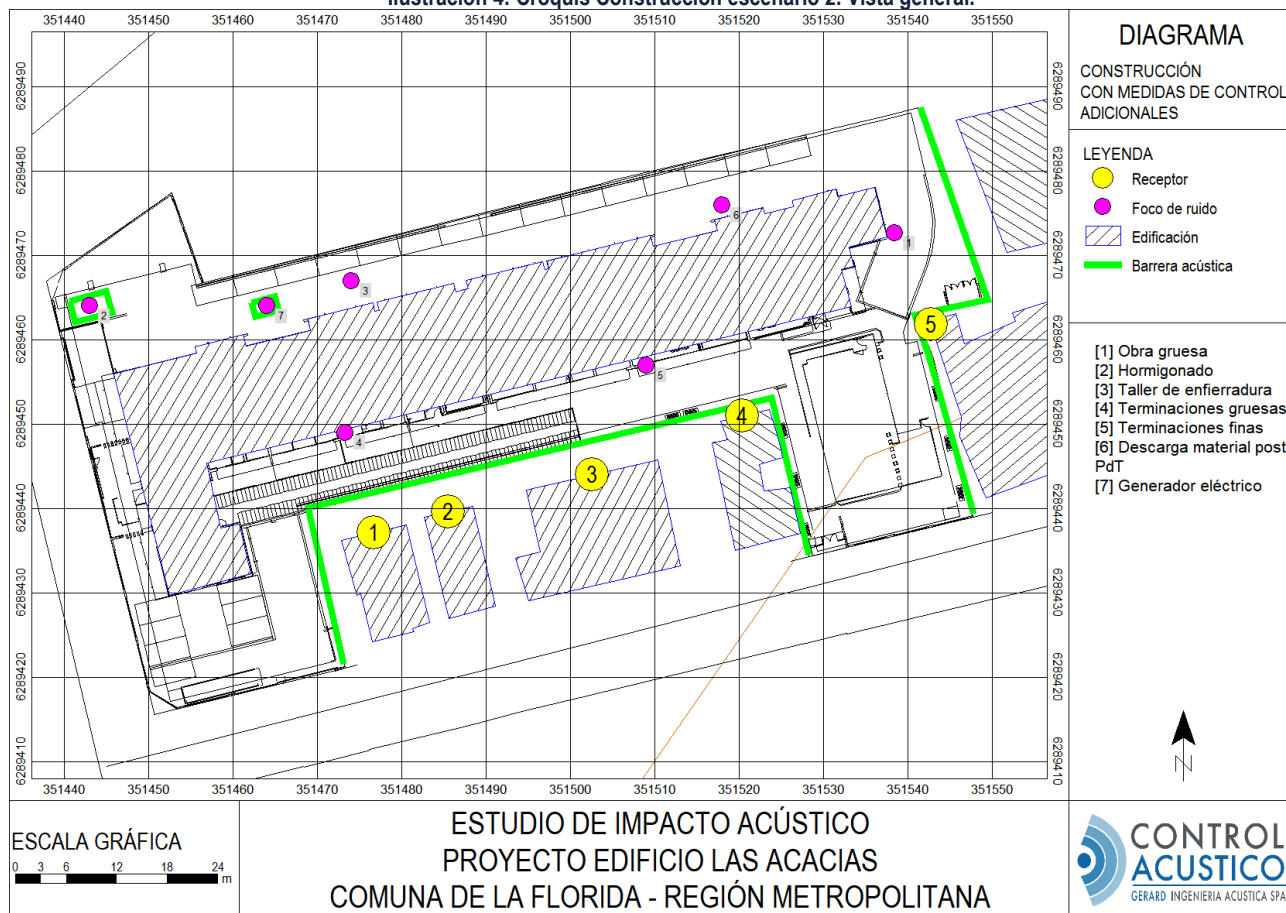
La ubicación de las fuentes de ruido, en conjunto con las medidas de control, se muestra en las siguientes ilustraciones.

Ilustración 3: Croquis Construcción escenario 1. Vista general.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Ilustración 4: Croquis Construcción escenario 2. Vista general.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Respecto a la altura de las fuentes de ruido, para considerar la peor condición, se representaron las fuentes de ruido sobre el edificio a una altura de 41,5 [m], sobre la obra gruesa. Las fuentes de ruido fuera del edificio se representaron a nivel de piso, a una altura de 1,5 [m]. Finalmente, el chute en el escenario 1 se representó a una altura de 10 [m].

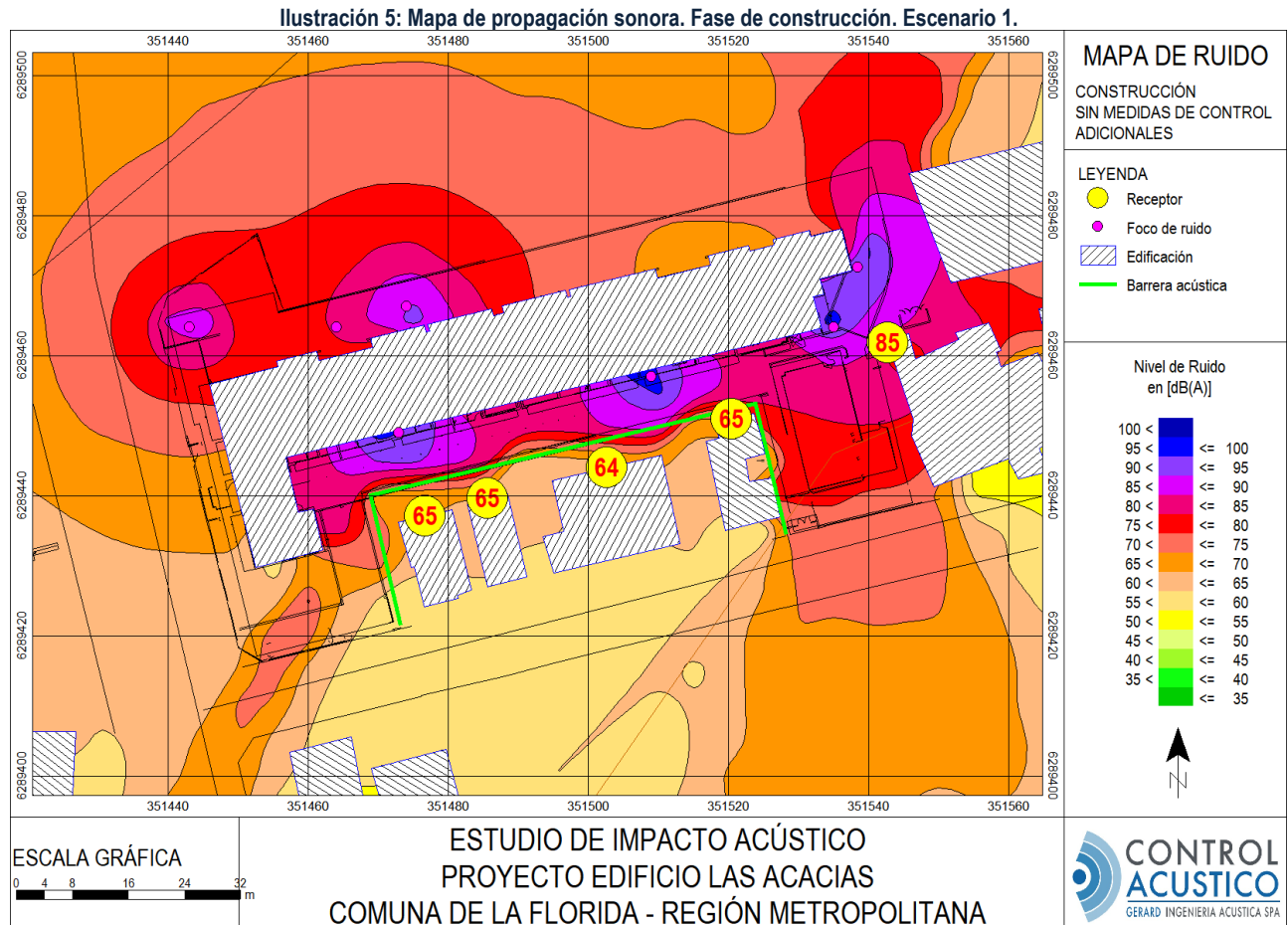
7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y EVALUACIÓN PRELIMINAR

7.1 Modelación de ruido

Las siguientes tablas e ilustraciones exhiben mapas de propagación sonora en periodo diurno para la fase de construcción, en ambos escenarios de modelación.

La altura de coloración de los mapas de propagación sonora está referida a 1,5 [m] del suelo. A su vez, se precisa el nivel de inmisión proyectado para todos los receptores considerados, estableciendo de manera conjunta la respectiva evaluación preliminar de cumplimiento normativo.

7.1.1 Escenario 1: Antes de PdC



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Tabla 16: NPS_{eq} proyectado en el receptor y evaluación preliminar según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Fase de construcción. Escenario 1.

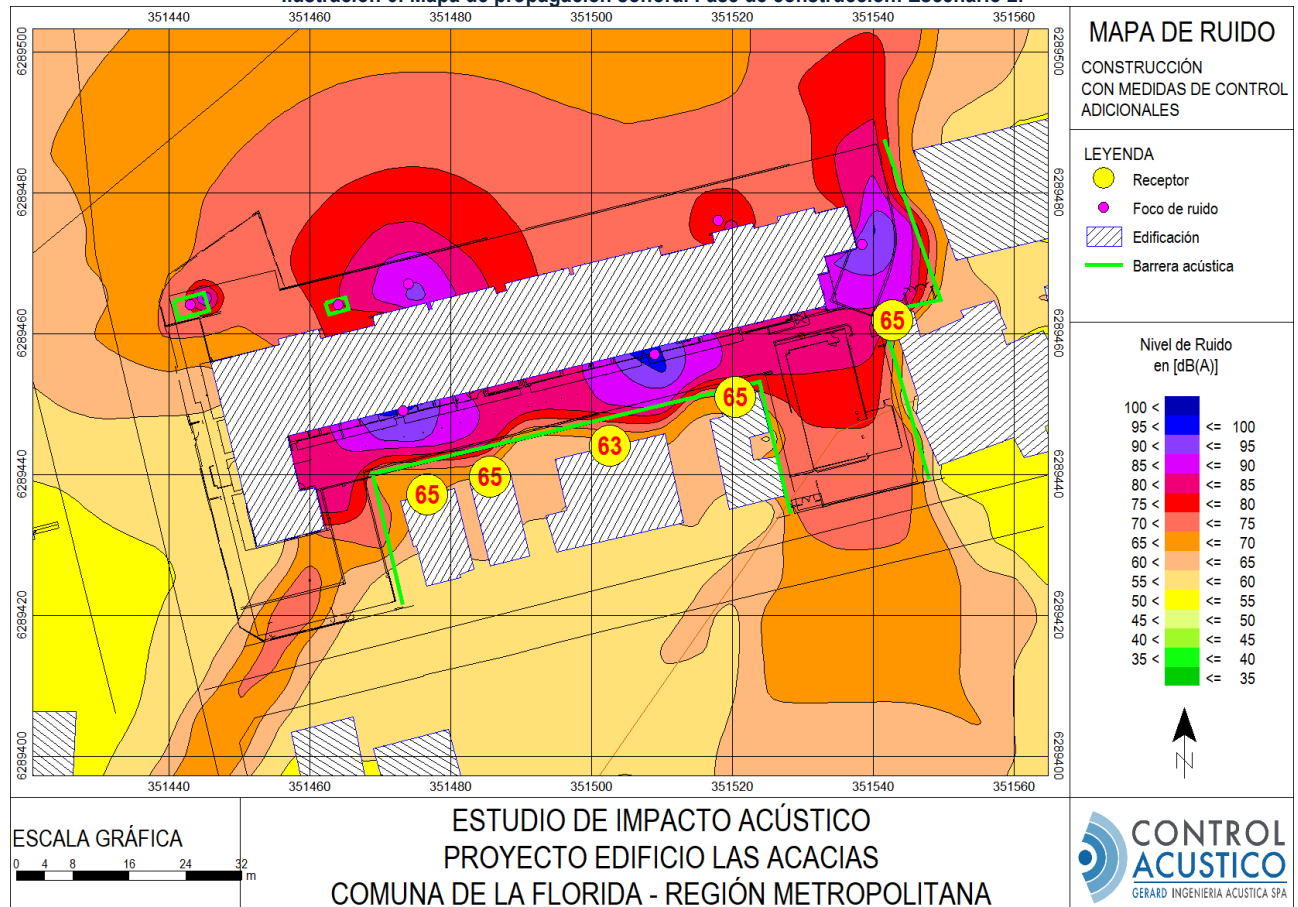
Punto	Pisos	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC Máximo Permitido [dB(A)]	Evaluación
1	1	65	65	Cumple
2	1	64	65	Cumple
2	2	65	65	Cumple
3	1	64	65	Cumple
4	1	64	65	Cumple
4	2	65	65	Cumple
5	1	85	65	Supera en 20 [dB]
5	2	84	65	Supera en 19 [dB]

* Valores aproximados al entero más cercano.

De la tabla anterior se observa que los niveles obtenidos en el punto 5 supera los máximos permitidos en hasta 20 [dB], siendo necesario incorporar al Proyecto medidas de control de ruido.

7.1.2 Escenario 2: Después de PdC

Ilustración 6: Mapa de propagación sonora. Fase de construcción. Escenario 2.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA.

Tabla 17: NPS_{eq} proyectado en el receptor y evaluación preliminar según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Fase de construcción. Escenario 2.

Punto	Pisos	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC Máximo Permitido [dB(A)]	Evaluación
1	1	65	65	Cumple
2	1	64	65	Cumple
2	2	65	65	Cumple
3	1	63	65	Cumple
4	1	63	65	Cumple
4	2	65	65	Cumple
5	1	64	65	Cumple
5	2	65	65	Cumple

* Valores aproximados al entero más cercano.

De la tabla anterior se observa que el nivel proyectado en la totalidad de los puntos receptores se encuentra por debajo de los máximos permitidos, una vez implementadas las medidas de control indicadas en el PdC

8 CONCLUSIONES

La metodología aplicada permitió determinar la magnitud de las emisiones acústicas que generó el Proyecto “*Edificio las Acacias*” ubicado en la comuna de La Florida, Región Metropolitana, y, a partir de ello, evaluar el potencial impacto que este pudo generar sobre su entorno. Dicha evaluación se realizó bajo los lineamientos que indica la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA”, del Servicio de Evaluación Ambiental. Para tal efecto se identificaron cinco (5) receptores ubicados en los sectores más próximos al emplazamiento del Proyecto.

Para la evaluación de la construcción del proyecto, se modelaron dos escenarios, que representan la situación de la fase de construcción del edificio antes de generarse el PdC, y la situación que implementa las medidas de control indicadas en el PdC.


Junto a lo anterior, se realizó la estimación de niveles de ruido generados por el Proyecto. Para el análisis acústico se utilizó un modelo de ruido asistido por el software SoundPLAN v8.2, el cual permitió estimar el nivel de ruido generado por la maquinaria involucrada en la fase de construcción del Proyecto, en ambos escenarios.

Los niveles de presión acústica obtenidos para la fase de construcción fueron evaluados de acuerdo con el máximo permitido por el D.S. N° 38/2011 del MMA, verificando el cumplimiento en todos los puntos considerando las medidas de control de ruido propuestas en el PdC, consistentes en: cierre perimetral parcial cercano a punto 5, cambio en metodología de descarga, reemplazando chute por montacargas, cierre acústico para grupo electrógeno, y biombo acústico para bomba de hormigón.

En virtud de todo lo anteriormente señalado, se asume que, al considerar las especificaciones del PdC, el Proyecto no generó un impacto acústico de carácter negativo en los receptores cercano a su emplazamiento.



FERNANDO SALINAS SOTO
INGENIERO CIVIL ACÚSTICO
JEFE DE PROYECTOS
GERARD INGENIERÍA ACÚSTICA SPA.



MAX GLISSER DONOSO
INGENIERO CIVIL EN SONIDO Y ACÚSTICA
GERENTE TÉCNICO
GERARD INGENIERÍA ACÚSTICA SPA.

9 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- BS 5228-1:2009, “Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites”.
- Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente: *Norma de Emisión de Ruidos que indica, elaborada a partir de la revisión del Decreto Supremo N° 146/97, de 1997 del Ministerio Secretaría General de la República.*
- Resolución Exenta N° 491/2016 del SMA: “Dicta instrucción de carácter general sobre criterio para homologación de zonas del Decreto Supremo N° 38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente”, publicado en el Diario Oficial el 8 de junio de 2016.
- ISO 9613-2:1996, *Attenuation of sound during propagation outdoors.*
- Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA, del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2019.
- Software Designers & Consulting Engineers for Noise Control & Environmental Protection *SoundPLAN – User Manual.*
- Samir N. Y. Gerges, Ruido, Fundamentos y control, Primera edición en español, 1998.
- Medidas y recomendaciones para el control y gestión de ruido en actividades de construcción, Departamento de Ruido, Lumínica y Olores División de Calidad del Aire, Ministerio del Medio Ambiente, 2023.

10 PROFESIONALES PARTICIPANTES

LISTADO DE PROFESIONALES	
Jefe de Proyectos	Fernando Salinas Soto
Gerente de Proyectos	Claudio Salas Castro
Gerente Técnico	Max Glisser Donoso
Ingeniero de Proyectos	Constanza Carmona Cortés
Asistente de Proyectos	Damián Guzmán Salinas

11 GLOSARIO

- a) **Decibel [dB]:** Unidad adimensional usada para expresar 10 veces el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia.

- b) **Decibel A [dB(A)]**: Es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias A.
- c) **Fuente emisora de ruido**: Toda actividad, proceso, operación o dispositivo que genere, o pueda generar, emisiones de ruido hacia la comunidad.
- d) **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.
- e) **Nivel de Presión Sonora (NPS ó L_p)**: Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_1}{P} \right)$$

Donde:

P_1 : Valor efectivo de la presión medida

P : Valor efectivo de la presión sonora de referencia, fijada en 2×10^{-5} [N/m²]

- f) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)**: 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.
- g) **Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{máx})**: Es el NPS más alto registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- h) **Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{mín})**: Es el NPS más bajo registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- i) **Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC)**: Es aquel nivel de presión sonora continuo equivalente, que resulte de aplicar el procedimiento de medición y las correcciones definidas en el D.S. N° 38/2011 del MMA.
- j) **Receptor**: Toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa.
- k) **Respuesta Lenta**: Es la respuesta temporal 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 Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en [dB(A)] Lento.

- l) **Bandas de tercio de Octava:** Intervalo entre dos tonos cuya relación es de un tercio de la octava, (21/3 ó 1,259).
- m) **Vibraciones:** Perturbación que provoca la oscilación de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.
- n) **Acelerómetro:** Dispositivo que convierte los efectos del movimiento mecánico en una señal eléctrica, la cual es proporcional al valor de aceleración del movimiento.
- o) **Analizador de Frecuencia:** Equipo de medición acústica que permite analizar los componentes en frecuencia de un sonido.
- p) **Velocidad eficaz o RMS:** Valor cuadrático medio (RMS) de velocidad de la onda de vibración.
- q) **Velocidad de referencia:** Velocidad utilizada para transformar la velocidad vibratoria en nivel de velocidad vibratoria, como $10^{-6} \left[\frac{\text{in}}{\text{s}} \right]$, definida en normativas internacionales.
- r) **Bandas de tercio de Octava:** Intervalo entre dos tonos cuya relación es de un tercio de la octava, (21/3 ó 1,259).
- s) **Nivel de Velocidad (Lv):** Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

$$L_v = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{v}{v_{\text{ref}}} \right)$$

Donde:

v: Valor de Velocidad medida, en unidades $\left[\frac{\text{in}}{\text{s}} \right]$

v_{ref} : Valor de Velocidad de referencia, fijada en $1 \times 10^{-6} \left[\frac{\text{in}}{\text{s}} \right]$

- t) **Direcciones de medición:** Sistema de coordenadas que se origina en el punto desde el cual se considera que ingresa la vibración al cuerpo humano.

