



**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
METRO S.A.**

ANEXO 5 ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES_REV0

**CONSULTA DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA
PROYECTO CONEXIÓN LÍNEA 1 DE METRO ESTACIÓN CENTRAL CON
FUTURO TREN ALAMEDA – MELIPILLA DE EFE**

0	21/01/2026	USO	MDF – MGD	HRN	
E	20/01/2026	Revisión	MDF – MGD	HRN	
D	30/12/2025	Revisión	MDF – MGD	HRN	
C	23/12/2025	Revisión	MDF – MGD	HRN	
B	20/11/2025	Revisión	MDF – MGD	HRN	
A	19/11/2025	Revisión interna	MDF – MGD		
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
					Página 1 de 111
					Revisión 0

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo general	5
2.2	Objetivos específicos.....	5
3	NORMATIVA Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA	6
3.1	Ruido – Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N°38/2011 del MMA) 6	
3.2	Vibraciones – FTA Report No. 0123 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual” 7	
4	ÁREA DE ESTUDIO.....	9
4.1	Criterios de selección de receptores	9
4.2	Receptores	9
4.3	Umbrales considerados.....	15
4.3.1	Ruido – D.S. N°38/2011 del MMA.....	15
4.3.2	Vibraciones por maquinaria– FTA.....	21
5	METODOLOGÍA.....	22
5.1	Línea de base	22
5.1.1	Ruido	22
5.1.2	Vibraciones.....	22
5.2	Modelo predictivo	23
5.2.1	Ruido	23
5.2.2	Vibraciones.....	25
6	DATOS DE ENTRADA A LOS MODELOS PREDICTIVOS.....	28
6.1	Ruido	28
6.1.1	Fase de construcción	29
6.1.1.1	Pique – Escenario 1 – Demolición y Despeje Inicial	29
6.1.1.2	Piques – Escenario 2 – Etapa de Pique	29
6.1.1.3	Pique – Escenario 3 – Construcción de Túnel y Galería (Horario Diurno y Nocturno).....	30
6.1.2	Fase de operación.....	31
6.2	Vibraciones.....	32
6.3	Medidas	33

6.3.1	<i>Ruido</i>	33
6.3.2	<i>Vibraciones</i>	45
7	RESULTADOS	48
7.1	Línea de base	48
7.1.1	<i>Ruido de fondo diurno</i>	48
7.1.2	<i>Ruido de fondo nocturno</i>	50
7.1.3	<i>Vibraciones</i>	52
7.2	Modelo predictivo	53
7.2.1	<i>Ruido de Construcción</i>	53
7.2.1.1	Escenario 1	53
7.2.1.2	Escenario 2.1	56
7.2.1.3	Escenario 2.2	60
7.2.1.4	Escenario 2.3	62
7.2.1.5	Escenario 3	67
7.2.2	<i>Ruido de Operación</i>	72
7.2.3	<i>Vibraciones</i>	76
8	CONCLUSIONES	80
9	INSTRUMENTAL UTILIZADO	81
10	BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA	81
11	PROFESIONALES PARTICIPANTES	82
12	GLOSARIO	82
APÉNDICE I		85
APÉNDICE II		98

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene la proyección y evaluación de ruido y vibraciones del proyecto “*Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE*”, (en adelante el Proyecto), el cual se ubicará en la comuna de Estación Central, Región Metropolitana.

Las actividades involucradas en las fases de construcción y operación del Proyecto pueden generar un aumento del nivel de ruido y vibración en los sectores aledaños. En este contexto, la definición del área de caracterización se efectúa en base a la existencia de lugares habitados, identificándose seis receptores según el D. S. N° 38/2011 del MMA. Las mediciones se desarrollaron el 27 de octubre de 2025.

Con las mediciones realizadas se obtuvo un registro basal de niveles de ruido y vibraciones, a los que están expuestos actualmente los receptores, distribuidos en las cercanías del emplazamiento donde se efectuarán las obras del Proyecto.

Por otro lado, se efectuó la predicción de los niveles de ruido mediante un modelo asistido por software y, en el caso de vibraciones, proyecciones a través de métodos de cálculo específicos, con lo que se obtiene la magnitud de las emisiones acústicas y vibratorias en los puntos de evaluación definidos considerando las características del Proyecto.

Los valores estimados fueron comparados con los máximos permitidos que establece la normativa nacional vigente o, en caso de ausencia de ésta, estándares internacionales aplicables seleccionados para tal efecto, con la finalidad de verificar su cumplimiento.

Finalmente, 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, 2019).

2 OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos del estudio.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto acústico y vibratorio que podría generar la construcción y operación del Proyecto.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los receptores más representativos para evaluar las futuras emisiones de ruido y vibraciones del Proyecto.
- Efectuar mediciones de nivel de ruido de fondo y nivel basal de vibraciones en los receptores identificados.
- Determinar los niveles máximos permitidos para cada receptor, según el Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente para ruido aéreo y la normativa internacional de referencia FTA Report N°0123 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual” para vibraciones.
- A través de modelaciones computacionales y proyecciones matemáticas, efectuar una predicción de los niveles de ruido y vibraciones que generarán las fases de construcción y operación del Proyecto sobre cada receptor.
- Comparar los resultados obtenidos con los umbrales de la normativa aplicable seleccionada para tal efecto, evaluando su respectivo cumplimiento.
- En caso de incumplimiento preliminar, presentar medidas de control a nivel conceptual, con el fin de cumplir con los umbrales.

3 NORMATIVA Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA

A continuación, se presenta el marco normativo y de referencia para la evaluación de ruido y vibraciones del presente estudio.

3.1 Ruido – 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 en la Tabla 1:

Tabla 1: Descripción de usos de suelo permitidos para cada tipo de zona según D.S. N°38/3011

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 Instrumento de Planificación Territorial respectivo.

Fuente: Elaboración propia, a partir del D.S. N°38/2011 del MMA, artículos 6° numerales 28 al 32

Los Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) que se obtengan no podrán exceder los valores de la Tabla 2.

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

Tipo de Zona	Nivel de Presión Sonora Corregido (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	

Fuente: Elaboración propia, a partir del D.S. N°38/2011 del MMA, artículos 7° y 9°

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

3.2 Vibraciones – FTA Report No. 0123 “TRANSIT NOISE AND VIBRATION IMPACT ASSESSMENT MANUAL”

Este manual de evaluación, de la Administración Federal de Tránsito (FTA) de los Estados Unidos, regula los sistemas de transporte público y establece un criterio para evaluar los niveles de vibraciones asociados al tránsito vehicular y ferroviario superficial o subterráneo.

Los indicadores de evaluación utilizados se basan en la velocidad de vibración RMS, la cual ha mostrado una mejor correlación respecto a la sensibilidad de la vibración en el cuerpo humano. Los niveles de velocidad de vibración (L_v) son expresados en unidades de decibeles [dB] referenciados a 1 $\mu\text{in/s}$ ¹ o con una “V” antepuesta a dB [VdB].

Esta guía identifica dos (02) tipos de impacto por vibraciones. El primero de ellos hace referencia al criterio de molestia hacia las personas, mientras que el segundo al criterio de daño sobre estructuras.

¹ in: Abreviación de la unidad pulgadas o *inches*.

Criterio de Molestia

El criterio de molestia está relacionado con los niveles de vibraciones transmitidos por el suelo cuya influencia y percepción puedan generar molestia en los humanos afectados. Los indicadores de este criterio se presentan en la Tabla 3, donde se establecen diferentes límites según tipos de usos de suelo y categorías. Adicionalmente, el criterio general de FTA, considera la cantidad de eventos vibratorios diarios y los clasifica en eventos frecuentes, ocasionales e infrecuentes.

Tabla 3: Criterio de molestia según nivel de impacto de vibraciones

Categoría uso de suelo	Nivel de Velocidad de Vibración [Lv] (VdB Ref: 1 [µin/s])		
	Eventos frecuentes ^a	Eventos ocasionales ^b	Eventos infrecuentes ^c
Categoría 1: Edificios donde son esenciales bajos ambientes de vibración para operaciones internas (instrumental hospitalario, laboratorios de investigación, etc.).	65 ^d	65 ^d	65 ^d
Categoría 2: Residencias o edificaciones donde normalmente duerme gente.	72	75	80
Categoría 3: Usos de suelo institucionales prioritariamente diurno (escuelas, iglesias, etc.).	75	78	83
Notas:			
^a “Eventos frecuentes” se definen como los eventos que ocurren más de 70 veces al día. ^b “Eventos ocasionales” se definen como entre 30 y 70 veces al día. ^c “Eventos infrecuentes” se definen como eventos con una ocurrencia menor a 30 veces al día. ^d Este criterio está basado en niveles límites que son aceptables para equipamientos moderadamente sensibles como microscopios ópticos. Edificaciones manufactureras sensibles a la vibración deberán ser evaluadas con un análisis más detallado respecto a los niveles de vibración. Asegurar bajos niveles de vibraciones dentro de la misma edificación requiere un diseño especial de sistemas de ventilación y extracción.			

Fuente: Elaboración propia, a partir del FTA Report No. 0123, 2018, Table 6-1, 6-2 y 6-3

Criterio de Daño

Por su parte, para las vibraciones generadas por actividades de construcción según el criterio general de daño a edificaciones, la evaluación se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4: Criterio de daños a edificaciones

Categoría de edificación	PPV [in/s]	Lv aproximado [VdB]^e
I. Hormigón reforzado con madera o acero (sin enlucido)	0,5	102
II. Diseño de ingeniería de hormigón y mampostería	0,3	98
III. Madera y mampostería sin diseño de ingeniería	0,2	94
IV. Edificio muy susceptible al daño por vibraciones	0,12	90
^e Velocidad RMS en decibeles [VdB] referencia 1 [μin/s].		

Fuente: Elaboración propia, a partir del FTA Report No. 0123, 2018, Table 7-5

4 ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Criterios de selección de receptores

Los criterios de selección de receptores consideran:

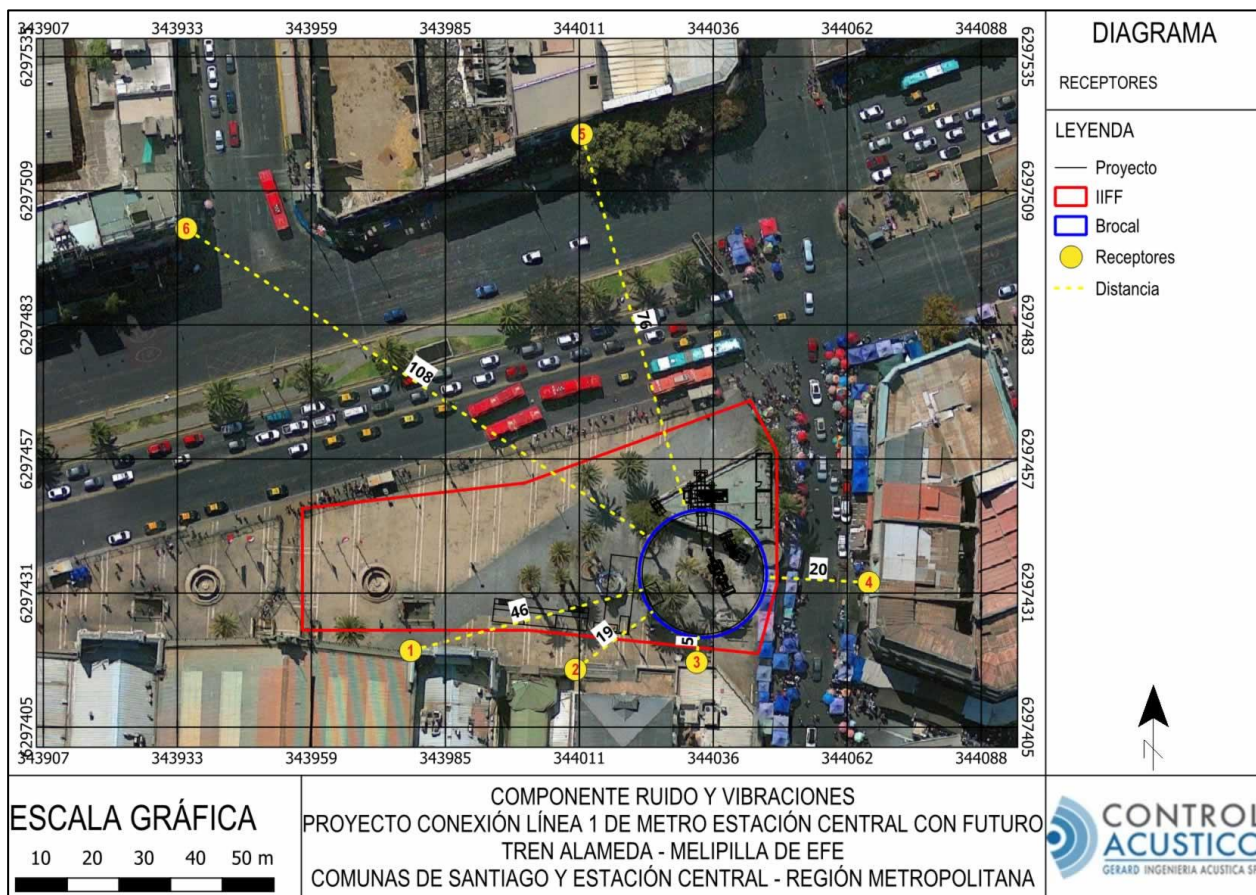
- Cercanía de estos al emplazamiento de las principales obras, de manera de representar los receptores más expuestos a las futuras emisiones de ruido y vibraciones provenientes del Proyecto.
- Uso efectivo de los receptores (viviendas, edificios habitacionales, edificios con uso educacional, de culto, entre los más relevantes).

4.2 Receptores

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

Para el presente caso, los potenciales receptores corresponden a los sectores o viviendas más cercanas que se encuentran dentro del área de caracterización del Proyecto. En el caso de ruido, se considera que estos lugares, al estar cerca de las actividades del Proyecto, podrán tener un potencial impacto en el componente evaluado y por lo tanto representan una potencial condición desfavorable.

En la Figura 1 y Tabla 5 se entrega la ubicación de los seis receptores más cercanos al Proyecto.

Figura 1. Ubicación de los receptores y puntos de medición. Vista general


Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Ubicación y descripción de receptores y puntos de medición

Receptor	Descripción	Altura del receptor [m]	Distancia al Proyecto [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM	
					Datum WGS 84 Huso 19 H	
					Este	Norte
1	Galpón Monumento Histórico Estación Central ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	1,5	46	Monumento Histórico	343.954	6.297.424
2	Edificio de Estación Central de Juan Maestro y KFC de 2 pisos ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins	1,5 – 4	19	Comercial	343.986	6.297.422
3	McDonald's de 2 pisos ubicada en Av. Libertador Bernardo O'Higgins	1,5 – 4	5	Comercial	344.032	6.297.420
4	Local comercial Top Drinks de 3 pisos ubicado en calle Exposición.	1,5 – 6,5	20	Comercial	344.063	6.297.436
5	Edificio de Banco de Chile de 3 pisos ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	1,5 – 6,5	76	Comercial	344.002	6.297.513
6	Edificio de 5 pisos ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	1,5 – 11,5	108	Comercial	343.907	6.297.484

Nota: Coordenadas obtenidas en terreno.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, la Fotografía 1 presenta los puntos de medición obtenidas en la campaña de mediciones para el levantamiento de la Línea de base del proyecto.

Fotografía 1. Puntos de medición de ruido y vibraciones



Receptor 1 – Ruido



Receptor 1 – Vibraciones



Receptor 2 – Ruido



Receptor 2 – Vibraciones



Receptor 3 – Ruido



Receptor 3 – Vibraciones



Receptor 4 – Ruido



Receptor 4 – Vibraciones



Receptor 5 – Ruido



Receptor 5 – Vibraciones



Receptor 6 – Ruido



Receptor 6 – Vibraciones

Fuente: Elaboración propia

4.3 Umbrales considerados

A continuación, se presentan los umbrales considerados por el Proyecto para la evaluación de ruido y vibraciones.

4.3.1 Ruido – D.S. N°38/2011 del MMA

El D.S. N°38/2011 del MMA establece los Niveles Máximos Permisibles de NPC de acuerdo con la zona donde se ubique el receptor. Para esta homologación se utilizó la Resolución 491², la cual entrega instrucciones para la homologación de acuerdo con el D.S. N°38/2011 del MMA.

A continuación, se presentan extractos del Plan Regulador Comunal (PRC) de Estación Central y Santiago y del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS).

² Resolución 491 Exenta del Ministerio del Medio Ambiente; Superintendencia Del Medio Ambiente dicta instrucción de carácter general sobre criterios para homologación de zonas del D.S. N°38/2011 del MMA.

<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1091307>

Figura 2. Extracto de PRC de Estación Central

(ii) MH. Monumento Histórico

En la categoría de **Monumento Histórico**, conforme a lo establecido en la Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales, se reconoce en el territorio del PRC:

Cuadro 9 Monumentos Históricos

CÓDIGO	DENOMINACIÓN OFICIAL	DECRETO
MH1	Conjunto de edificios de la Estación Central de los Ferrocarriles o Estación Alameda	Decreto N°614 del Ministerio de Educación Pública, de fecha 29 de junio de 1983
MH2	Inmueble denominado Ex Pabellón de la Exposición París de Santiago (Museo Artequín)	Decreto N°131 del Ministerio de Educación Pública, de fecha 3 de abril de 1986
MH3	Catedral Evangélica de Chile	Decreto N° 588 del Ministerio de Educación, de fecha 3 de diciembre de 2013 (D.O. 04 de enero de 2014)
MH4	Maestranza de ferrocarriles San Eugenio y edificaciones anexas	Decreto N°2050 del Ministerio de Educación, de fecha 23 de octubre de 2007 (D.O. 24 de diciembre de 2007)
MH5	Edificio de la Ex Escuela de Artes y Oficios (Dependencias USACH)	Decreto N°379 del Ministerio de Educación Pública, de fecha 12 de junio de 1986 (D.O. 16 de julio de 1986)
MH6 (mueble)	Nueve piezas ferroviarias ubicadas en la maestranza San Eugenio	Decreto Exento N°90 del Ministerio de Educación, de fecha 25 de marzo de 2009 (D.O. 9 de septiembre de 2009)

Las normas urbanísticas de uso de suelo, subdivisión y/o edificación aplicables a las ampliaciones, reparaciones, alteraciones u obras menores que se realicen en las edificaciones existentes, así como las aplicables a las nuevas edificaciones que se ejecuten en este inmueble, declarado Monumento Histórico Nacional, serán las de la zona en la cual está inserto, con excepción del sistema de agrupamiento, distanciamiento y altura, las que deberán ajustarse a las de la edificación existente.

(iv) Normas de usos de suelo Subzonas L-6(c)

Tipo de uso de suelo	Clases o Destinos	USOS DE SUELO	
		Destinos o actividades	
		Permitidas	Prohibidas
Residencial	Vivienda	Todos	-
	Hospedaje	Todos	-
	Hogares de acogida	Todos	-
Equipamiento	Científico	Todos	-
	Comercio	Todos, excepto los señalados como prohibidos	Grandes tiendas, Discotecas,
	Culto y Cultura	Todos	-
	Deporte	Todos, excepto los señalados como prohibidos	Autódromos,
	Educación	Todos	-
	Esparcimiento	-	Todos
	Salud	Todos, excepto los señalados como prohibidos	Cementerios y crematorios
	Seguridad	Todos, excepto los señalados como prohibidos	Cárceles y centros de detención
	Servicios	Todos	-
	Social	Todos	-
Actividades Productivas	Industrias	-	Todos
	Depósitos	-	Todos
	Talleres	-	Todos
	Almacenamiento y bodegaje	Inofensivas	Todos, excepto las señaladas como prohibidas
Infraestructura	Transporte	-	Todos
	Sanitaria	-	Todos
	Energética	-	Todos
Espacio Público	-	Todos	-
Áreas Verdes	-	Todos	-

Fuente: Ordenanza N° 1864, 2025

Figura 3. Extracto de PRC de Santiago**ZONA B:****a) Usos de Suelo****a.1) Usos Permitidos:**

a.1.1) Residencial: Vivienda
Edificaciones y locales destinados al hospedaje

a.1.2) Equipamiento: con las excepciones indicadas en a.2.1)
Científico
Comercio
Culto y Cultura
Deporte
Educación
Esparcimiento
Salud
Seguridad
Servicios
Social

a.1.3) Actividades Productivas:

Taller Artesanal de acuerdo a la definición establecida en el artículo 9 y de acuerdo a la TAP N°2, incluida al final del presente capítulo IV.

En el sector localizado al norte de Alameda Libertador Bernardo O'Higgins y al poniente de Av. Pdte. J. Alessandri R., sólo se permitirán los Talleres Artesanales, cuando los usos a la TAP N° 3.1 señalada al final del Capítulo IV, de la presente Ordenanza.

En los Sectores Especiales B2a1 y B16 se permiten los Talleres de la TAP N°2, incluida al final del presente capítulo IV, talleres mecánicos código 502080 (mantenimiento y reparación de vehículos automotores); las distribuidoras y las bodegas del rubro automotor o bicicletas, códigos 503000 (venta de partes, piezas y accesorios de vehículos automotores) y 504020 (venta de piezas y accesorios de motocicletas).

a.1.4) Infraestructura:

Infraestructura de Transporte: Helipuertos, con las excepciones indicadas en a.2.3)
Infraestructura Sanitaria: con las excepciones indicadas en a.2.3)

a.1.5) Espacio Público: con las excepciones indicadas en a.2.4)**a.1.6) Areas Verdes**

Fuente: Ordenanza local, 2025

Figura 4. Extracto de PRMS

Usos de Suelo Permitidos	% Máximo de Ocup. de Suelo	Coef. Máximo Constructib.
Equipamiento de escala Intercomunal y Comunal de : Areas Verdes, Recreacio- nal-Deportivo, Esparcimiento y Turis- mo al Aire Libre.	1,00 %	0,01

Fuente: Resolución N° 20, 1994

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

E-12

L-6(c)

15

14

60

METRO ESTACION CENTRAL

EC 10

EC 11

29

27

AVE

1

2

3

MH1

ESTACION CENTRAL

E-6

20

18

227m

PARED ARAUCO

Página 19 de 111

Figura 6. Receptores en Santiago



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior y según lo indicado en el PRMS y el PRC de Estación Central y Santiago:

- Los receptores 1 al 3, ubicados en la zona “MH1”, permiten uso de suelo equipamiento y áreas verdes, por lo que se homologan a Zona II.
- En el caso del receptor 4 y 5, ubicados en la zona “Zona B”, se permite el uso de suelo residencial, equipamiento, actividades productivas, infraestructura, espacios públicos y áreas verdes, por lo que se homologan a Zona III.
- El receptor 6, ubicado en la zona “L-6 (c)”, permite uso de suelo, equipamiento, espacios públicos y áreas verdes, por lo que se homologa a Zona II.

En la Tabla 6 se presenta un resumen de la homologación y los máximos permitidos según el D.S N°38/2011 del MMA:

Tabla 6: Zonificación y máximos permitidos según el D.S. N°38/2011 del MMA

Receptor	Comuna	Zona	Zonificación según D.S. N°38/2011 del MMA	NPC Máximo Permitido [dB(A)]	
				Periodo diurno	Periodo nocturno
1 al 3	Estación Central	MH1	Zona II	60	45
4 y 5	Santiago	Zona B	Zona III	65	50
6	Estación Central	L-6(c)	Zona II	60	45

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 se aprecia que para el periodo diurno los máximos permitidos son 60 y 65 [dB(A)], mientras que en el periodo nocturno los máximos permitidos son 45 y 50 [dB(A)].

4.3.2 Vibraciones por maquinaria– FTA

Para todos los receptores, el Criterio de Molestia se definió con un umbral de 75 [VdB], el que corresponde a la Categoría 3 con eventos frecuentes, y el Criterio de Daño se estableció en 0,2 [in/s] o 94 [VdB], el que corresponde a la categoría de edificación III.

A continuación, en la Tabla 7, se proporcionan los niveles máximos de referencia de acuerdo con la guía FTA.

Tabla 7: Niveles máximos de referencia según FTA

Receptor	Categoría Criterio de Molestia	Categoría Criterio de Daño	Máximo de referencia para Criterio de Molestia según FTA, en [VdB]	Máximo de referencia para Criterio de Daño según FTA	
				PPV [in/s]	L _v aproximado [VdB]
1 al 6	3	III	75	0,2	94

Fuente: Elaboración propia

5 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología con la que se realizaron las mediciones y proyecciones de ruido y vibraciones para el Proyecto.

5.1 Línea de base

Las secciones a continuación presentan la metodología con la que se realizó la campaña de mediciones de línea de base de ruido y vibraciones para el Proyecto.

5.1.1 Ruido

- Para definir los receptores sensibles, se consideraron los lugares cuya población podría verse afectada por las emisiones de ruido del Proyecto y se seleccionaron los más representativos de cada sector. De esta forma se determinaron seis receptores sensibles.
- El 27 de octubre de 2025 se realizaron mediciones de ruido de fondo según el D.S. N°38/2011 del MMA en [dB(A)] Lento, en el periodo. Esto se realizó en los puntos de medición que indica el acápite 4.2.
- Para la medición de ruido de fondo la duración de cada medición de ruido estuvo sujeta a la diferencia que presentan los valores registrados cada 5 minutos, hasta que se considera la lectura como estable (diferencia menor o igual a 2 [dB] entre dos lecturas consecutivas), de acuerdo con el procedimiento de medición establecido en el D.S. N°38/2011 del MMA para ruido de fondo.
- El sonómetro se ubicó a 1,5 [m] en su eje vertical del suelo y, en lo posible, a 3,5 [m] de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (paredes, muros, ventanas), siempre que sea posible.
- Para las mediciones realizadas, se utilizó un sonómetro marca RION modelo NL-22, Clase 2, según la norma IEC 61672-3:2013. El instrumental fue calibrado en terreno por el ingeniero antes y después de medir. En el Apéndice II se entregan los certificados de calibración del equipo utilizado.

5.1.2 Vibraciones

- Se realizaron mediciones de vibraciones en los mismos puntos seleccionados para ruido en los mismos días informados.

- Para la realización de los registros de vibración se tomó como referencia lo estipulado en la guía FTA Report No. 0123 de la FTA³ de Estados Unidos, la cual estipula en su capítulo 3, punto 2, la caracterización de condiciones existentes de vibración.
- De esta forma, para registrar los niveles de vibración existentes en los puntos antes señalados, se realizó una medición por un periodo continuo de entre 10 a 30 minutos, obteniéndose un promedio representativo de las características vibratorias de cada sector.
- Los registros obtenidos corresponden a valores de Velocidad Vertical de Partícula (VVP) en [mm/s].

El nivel de velocidad ($L_{vref\ 1\ [\mu in/s]}$) se define como:

$$Lv_{ref\frac{\mu in}{s}} = 20 \log \left(\frac{v}{v_{ref}} \right) [dBv] \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

v : Velocidad en $\left[\frac{\mu in}{s} \right]$

v_{ref} : Velocidad de referencia $\left(v_{ref} = 1 \left[\frac{\mu in}{s} \right] \right)$

- Los puntos de medición se ubicaron al exterior de las edificaciones identificadas como receptores sensibles.
- Para los registros se utilizó un kit de medición de vibraciones y el analizador en tiempo real marca AVA TRACE modelo M80. En el Apéndice II se entregan los certificados de calibración del equipo utilizado.

5.2 Modelo predictivo

A continuación, se presenta la metodología con la que se proyectó la emisión de ruido y vibraciones del Proyecto.

5.2.1 Ruido

A continuación, se presenta la metodología de predicción de ruido.

³ Federal Transit Administration.

El software de simulación computacional utilizado corresponde a SoundPLAN v9.1, el cual permite incorporar una serie de variables físicas del medio y características acústicas de las fuentes sonoras.

Tabla 1. 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 evaluación
	Obstáculos	Existentes	Edificaciones
		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 (receptores)

Fuente: Elaboración propia

La modelación de ruido fue empleada para estimar el nivel de presión acústica que generará el Proyecto.

La metodología se basa en la normativa ISO 9613, que utiliza los principios de atenuación divergente junto a atenuación extra introducida por obstáculos y propagación a través del aire. Las variables de entrada al modelo de ruido son las potencias sonoras de las fuentes de ruido que contempla el proyecto.

La temperatura se fijó en 10 [°C] y la humedad relativa del aire 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]⁴, en dirección desde las fuentes de ruido hacia los receptores, es decir, a favor de la propagación. De acuerdo con lo anterior, el escenario modelado representa una estacionalidad climática crítica.

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 (otorgado por el mandante) 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.

⁴ ISO 9613-2:1996, Meteorological conditions, page 3.

5.2.2 Vibraciones

A continuación, se presenta la metodología de predicción de vibraciones.

Las actividades con maquinaria pesada pueden generar variados grados de vibración, dependiendo de la maquinaria utilizada y las actividades que se realicen. La operación de las maquinarias genera ondas vibratorias que disminuyen en intensidad a medida que se alejan de su foco.

Con el fin de predecir y evaluar el impacto producido por la vibración que se generará durante la construcción del Proyecto, se utilizó la metodología de predicción y evaluación dispuesta en la norma norteamericana *Transit Noise and vibration Impact Assessment Manual*, elaborada por la FTA, la cual establece valores de daño y criterios de molestia a partir de PPV en [pulgadas/s] y L_v en [VdB], respectivamente.

En dicha guía, se especifican niveles de vibración referenciales para diferentes tipos de maquinaria, los cuales fueron medidos a 25 [ft] de distancia (8 [m]). Los valores especificados en la norma se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8: Indicadores de vibración referenciales para distintas maquinarias, medidos a 25 pies de distancia. Extracto de la normativa.

Velocidad peak de partícula y niveles de vibración		
Maquinaria	PPV a 25 pies [in/s]	L_v a 25 [ft] en [VdB]
Martillo percutor en excavadora	0,089	87
Bulldozer grande	0,089	87
Perforadora	0,089	87
Camión pesado	0,076	86
Kango	0,035	79
Bulldozer pequeño	0,003	58

Fuente: FTA Report No. 0123, 2018

Para la estimación del impacto vibratorio producido por maquinaria pesada, se definen las siguientes ecuaciones:

Evaluación de Daño

$$PPV_{equip} = PPV_{ref} \cdot \left(\frac{25}{D}\right)^{1.5} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

PPV_{equip} : Es la velocidad *peak* de partícula proyectada en el receptor.

PPV_{ref} : Es la vibración de referencia en [in/s] medida a 25 [pies].

D : Distancia (en pies) entre el receptor y la fuente.

Evaluación de Molestia

$$L_v(D) = L_v(25\ ft) - 30 \cdot \log_{10} \left(\frac{D}{25} \right) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$L_v(D)$: Es el nivel de velocidad en [VdB] proyectado en el receptor.

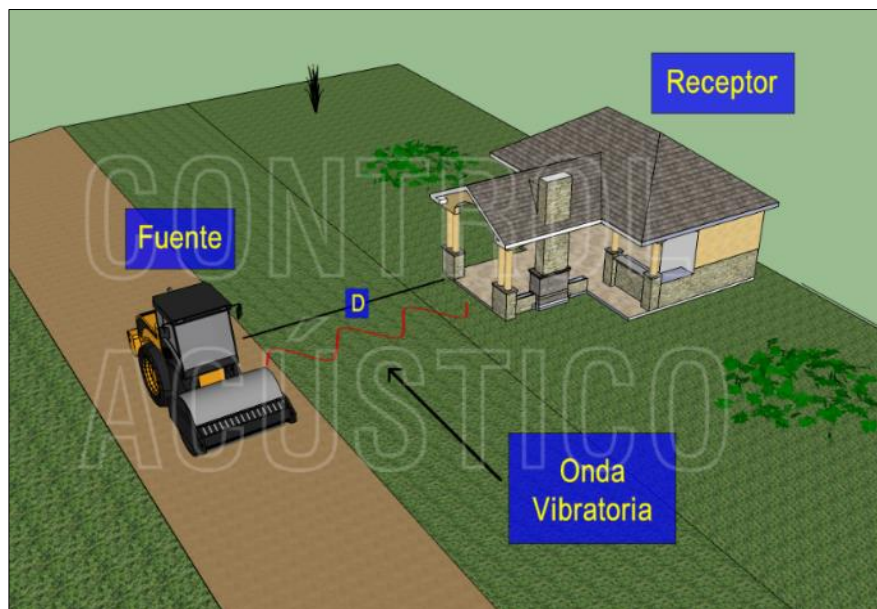
$L_v(25\ ft)$: Es el nivel de velocidad de referencia en [VdB] medido a 25 [pies].

D : Distancia (en pies) entre el receptor y la fuente.

En virtud de las ecuaciones anteriormente definidas, se realizaron proyecciones de la vibración en todos los receptores evaluados, utilizando los criterios de daño (para estructuras) y molestia (en los moradores o habitantes). Las proyecciones consideraron las menores distancias posibles entre el área de trabajo y el receptor.

La metodología de proyección abarca la condición más desfavorable, tal como se visualiza en la siguiente figura a modo de ejemplo.

Figura 7. Ejemplo de situación más desfavorable de propagación de vibración según distancia entre maquinaria y receptor



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se aprecia que la metodología de proyección considera la influencia de la maquinaria más próxima al receptor cercano a alguna faena. No obstante, es importante relevar que la distancia entre los receptores y la maquinaria concentrada en el brocal, irá aumentando en la medida que avance la excavación del brocal.

6 DATOS DE ENTRADA A LOS MODELOS PREDICTIVOS

A continuación, se presentan los datos de entrada que alimentan las proyecciones de ruido y vibraciones según la metodología descrita en el acápite 5.2.

6.1 RUIDO

A continuación, se presentan los datos de entrada a los modelos predictivos de ruido con software SoundPLAN 9.1.

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.

6.1.1 Fase de construcción

La fase de construcción de Piques contempla 3 escenarios y sus subetapas las cuales se describen a continuación:

6.1.1.1 Pique – Escenario 1 – Demolición y Despeje Inicial

- Se desarrolla en horario diurno. Corresponde a la etapa inicial de despeje superficial del pique y una faja de terreno que permita realizar la instalación de faenas con sus bodegas, equipos, oficinas, dependencias para el personal, rutas de tránsito de camiones y sectores de acopio de materiales. Estas tareas podrán requerir demoliciones eventuales (pavimentos, estructuras o fundaciones existentes). Se consideran como fuentes de ruido simultáneas: 1 Excavadora, 1 Camión Tolva y 1 martillo de demolición montado en minicargador o excavadora durante las labores a nivel de superficie.

6.1.1.2 Piques – Escenario 2 – Etapa de Pique

- El escenario 2 contempla las siguientes sub-etapas:

- Escenario 2.1 – Brocales e Inicio de Excavación de Pique (Horario Diurno)

La sub-etapa 2.1 considera las fuentes de ruido: 1 Excavadora, 1 Cargador Frontal, 1 Grúa Torre de 50 ton. Y 1 Camión Tolva con excavadora cargando marina durante las labores a nivel de superficie. Este escenario sólo considera excavaciones hasta los 5 m de profundidad.

- Escenario 2.2 – Hormigonado de Pique (Horario Diurno y Nocturno)

La sub-etapa 2.2 considera las fuentes de ruido: 1 Camión Mixer, 1 Bomba de Hormigón, 1 Compresor. Esta sub – etapa considera actividades asociadas sólo a hormigonado. Cabe señalar que las fuentes de hormigonado se encuentran en todo momento al interior del túnel acústico diseñado para esta etapa. En caso de que el compresor se ubique fuera del túnel acústico, este deberá contar con un encierro individual del mismo estándar acústico al túnel de hormigonado.

- Escenario 2.3 – Excavación de Pique (Horario Diurno y Nocturno)

La sub-etapa 2.3 considera las fuentes de ruido: 1 Grúa Torre de 50 ton., 1 Cargador Frontal, 1 Excavadora al interior del pique y 1 Camión Tolva con excavadora cargando marina en superficie.

6.1.1.3 Pique – Escenario 3 – Construcción de Túnel y Galería (Horario Diurno y Nocturno)

- Este escenario se ejecuta en horario diurno y nocturno y se evalúa, considerando las fuentes principales y que podrían implicar un posible impacto acústico en la superficie. La maquinaria en túnel se encuentra en todo momento bajo la superficie. Considera las siguientes fuentes de ruido:

Maquinaria en Superficie

- Grúa Torre y capacho
- Cinta Elevadora
- Ventilador (con silenciador y/o pantalla acústica incorporada)
- Camión mixer, bomba de hormigonado y compresor (Túnel Acústico).
- Camión tolva
- Excavadora o Cargador Frontal

Maquinaria en Túnel

- Excavadora
- Cargador Frontal
- Roboshot

A continuación, se indica el nivel de emisión acústica asignado a cada maquinaria al interior del área del Proyecto:

Tabla 2. Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción.

Fuente de ruido	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A) c/u	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Excavadora	87	90	96	102	101	100	97	90	107	BS 5228 C2, N°14
Demolidor montado en Excavadora	81	87	92	99	105	106	104	97	110	BS 5228 C5, N°2
Grúa Torre (≤ 100 Ton)	75	83	87	95	94	92	83	76	99	BS 5228 C4, N°41
Cinta Transportadora	73	80	81	88	94	91	87	78	97	BS 5228 C10, N°22
Camión Mixer + Bomba	81	92	92	97	97	97	88	80	103	BS 5228 C4, N°28
Ventilador	55	68	83	88	92	93	85	96	99	Anexo 5 – DIA – Extensión Línea 2
Compresor restringido	86	85	83	84	85	84	87	74	94	BS 5228 C5, N°5

Fuente de ruido	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A) c/u	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Camión Tolva (ralentí)	75	76	74	80	88	85	79	70	91	BS 5228 C4, N°5
Cargador Frontal	84	94	90	98	97	96	95	85	104	BS 5228 C2, N°28

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Fase de operación

Cabe indicar que durante la fase de operación solo se considera el funcionamiento de ventilación forzada como fuente de emisión. Como entrada para el modelo se utilizarán las mediciones realizadas en ventilación forzada de Hernán Cortés, de Línea 6, para el funcionamiento diurno (28 Hz – modo confort) y nocturno (18 Hz – modo freecooling) con un +/- de 2 Hz.

A continuación, se indica el nivel de emisión acústica asignado al equipamiento.

Tabla 3. Nivel de potencia acústica del equipamiento utilizado en fase de operación. Periodo diurno

Fuente de ruido	m2	Lw/m2 en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw/m2 dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Ventilación forzada (modo confort)	6,35	42	47	50	62	59	59	51	40	65	VF Hernán Cortés L6 en operación
Total Foco de Ruido		50	55	58	70	67	67	59	48	73	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Nivel de potencia acústica del equipamiento utilizado en fase de operación. Periodo nocturno

Fuente de ruido	m2	Lw/m2 en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw/m2 dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Ventilación forzada (modo freecooling)	6,35	31	35	41	51	48	48	38	28	54	VF Hernán Cortés L6 en operación
Total Foco de Ruido		39	43	49	59	56	56	46	36	62	

Fuente: Elaboración propia

6.2 VIBRACIONES

El análisis consideró la maquinaria de mayor emisión durante la fase de construcción con la finalidad de representar y evaluar el cumplimiento normativo para un escenario crítico. Además, la distancia Fuente – Receptor correspondió a la separación mínima entre la ubicación del punto de evaluación y el punto más cercano posible a la extensión de las faenas constructivas.

La siguiente tabla presenta los niveles de emisión de las fuentes de vibración de mayor emisión aplicables a los escenarios constructivos más recurrentes antes descritos, referenciadas a la normativa internacional FTA.

Tabla 9: Nivel de emisión vibratoria de fuentes para la fase de construcción de piques

N°	Fuente de Vibración	Escenario en el que opera	PPV a 25 pies [in/s]	Lv a 25 pies [VdB ref: 1μ in/s]
1	Retroexcavadora*	1 – 2.1 – 2.3 - 3	0.089	87
2	Martillo Demoledor montado en retroexcavadora	1	0.089	87

*Se homologa a bulldozer.
Fuente: Norma FTA.

Cabe señalar que durante la fase de operación del Proyecto no se consideran fuentes de emisión de vibraciones, dado que dicha fase solo contempla el funcionamiento del túnel peatonal para conexión entre estación Central de L1 de Metro con EFE.

6.3 MEDIDAS

A continuación, se describen aquellas medidas que permiten enmarcar al Proyecto bajo los umbrales que definen las normativas aplicadas.

6.3.1 Ruido

Cierre Perimetral de Faenas

Cabe señalar que previo al inicio de las faenas de construcción, se considera la implementación de un cierre perimetral de faenas de 4.8 m de altura conformado por una placa OSB de 15 mm de espesor o material equivalente técnico de densidad superficial igual o superior a 10 kg/m². En su cara interior el panel incorpora lana de vidrio o mineral de 50 mm de espesor con una protección ante desprendimiento en al menos un 60% de la superficie interior. Si este elemento absorbente presenta en alguna de sus caras algún film de protección (papel o aluminio) este no debe quedar a la vista.

Como alternativa de panel se proponen alternativas de hormigón armado de masa superficial superior a 80 kg/m², los cuales por su elevada masa superficial no requiere la incorporación de material absorbente sonoro adicional.

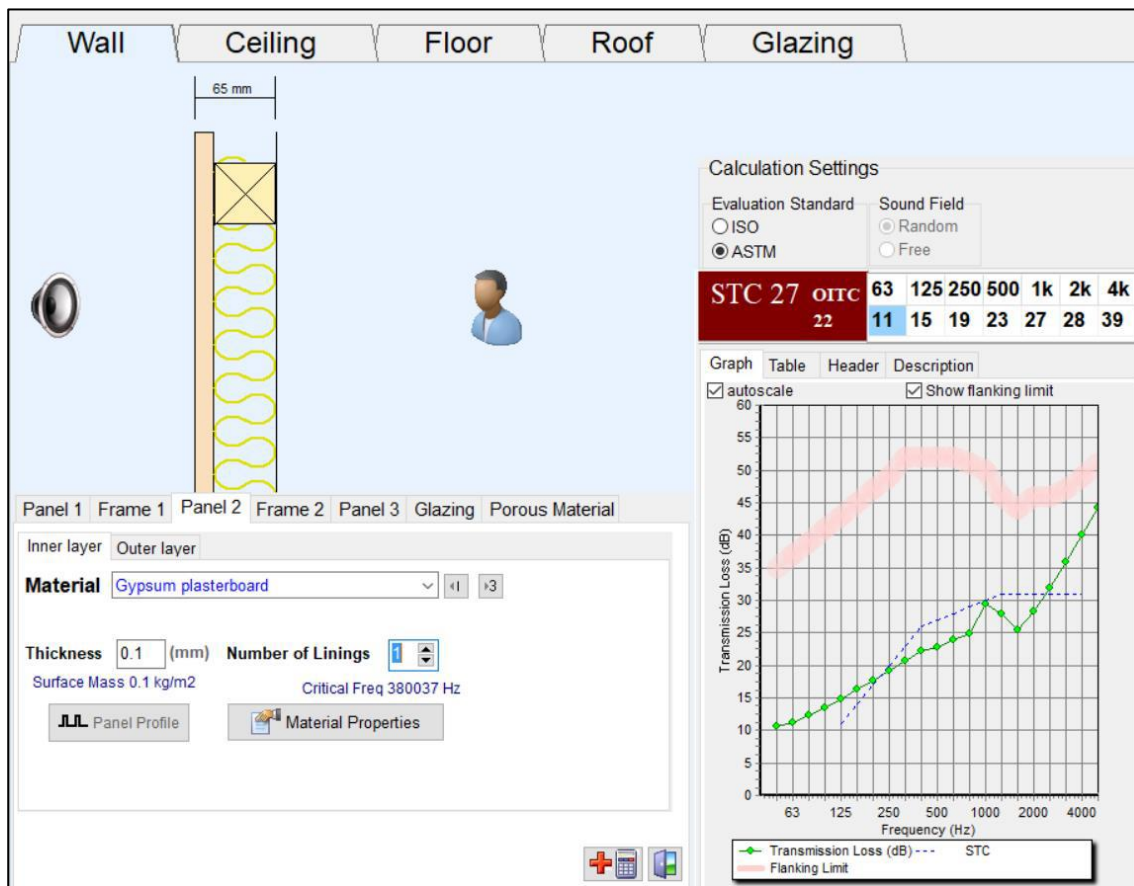
El cierre perimetral debe mantener la hermeticidad en todas las uniones entre paneles y en canales superior e inferior de terminación de la barrera.

Estructuralmente el sistema de soporte del cierre perimetral debe permitir la estabilidad dimensional, evitando a su vez que los paneles y su estructura de soporte se desprendan, por ende, deberá ser implementado con materiales que cumplan el requerimiento de densidad superficial mínima mencionado y la altura respectiva, además de dar cumplimiento a las normativas de cálculo para fundaciones y apoyos de pilares y/o soportes. Cabe señalar que se utilizarán como base para el cierre perimetral, barreras de hormigón las que permiten evitar el desarrollo de excavaciones para su implementación.

En los casos que se requiere esta altura de cierre perimetral puede aumentar o complementarse con cumbreras hacia el interior de las instalaciones de faenas.

La hermeticidad de los paneles debe asegurarse en todas las uniones entre paneles y canales superior e inferior de terminación. No se permiten aberturas en la barrera incluida la zona inferior entre el terreno natural y el panel opaco que conforma la barrera acústica. Se deberá considerar un canal de sello inferior.

Figura 8: Aislamiento Acústico de panel de cierre perimetral. Cálculo asistido por software Insul v7.0.



Fuente: Elaboración propia, en base a Insul v7.0.

Figura 9: Cierre perimetral en instalación de faenas de obra de Metro Extensión Línea 3.



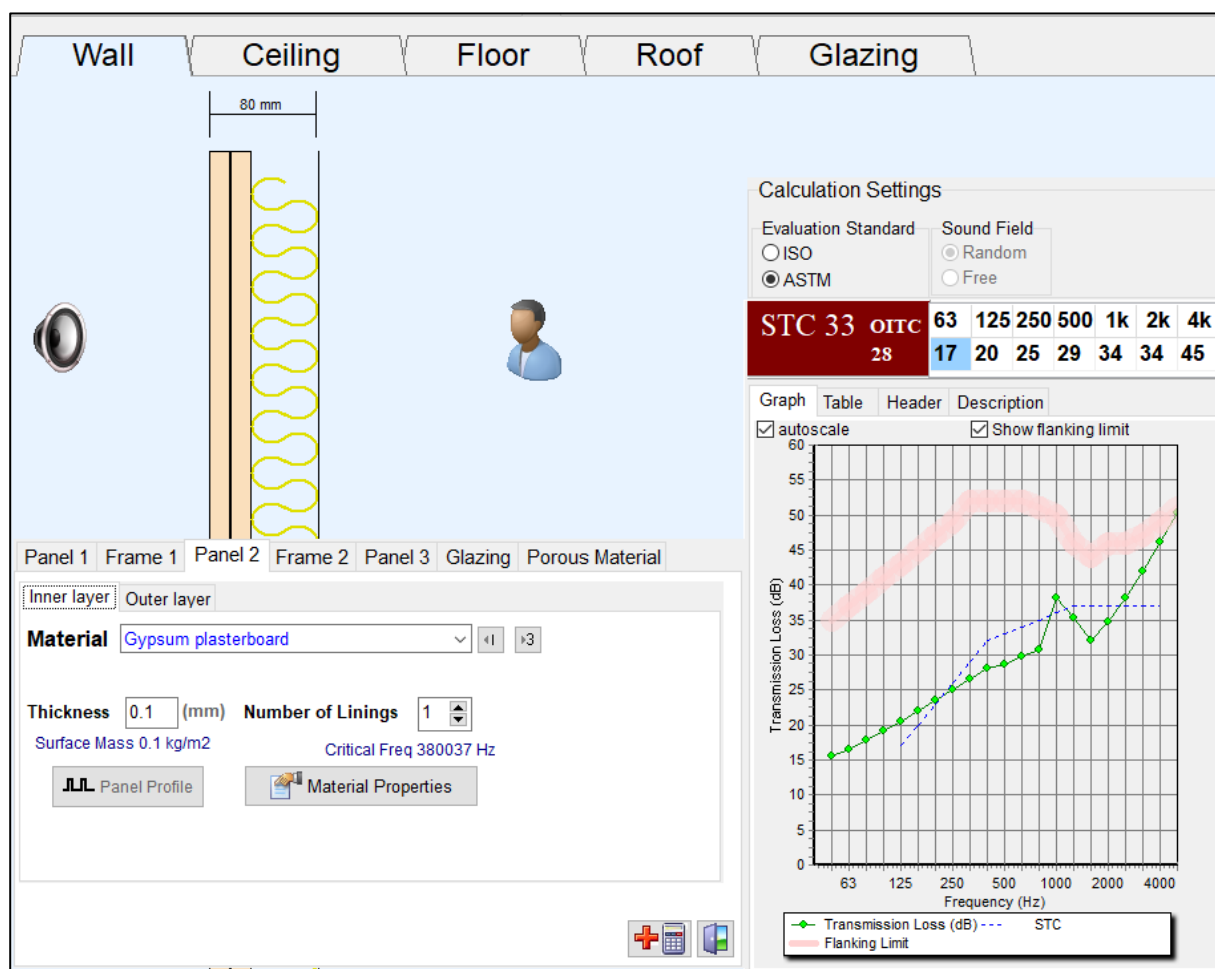
Fuente: Metro S.A., obras extensión Línea 3.

Túnel Acústico de Hormigonado

El túnel acústico estará conformado en todas sus caras por un panel en base a 2 planchas de OSB de 15 mm de espesor o material equivalente técnico de densidad superficial 20 kg/m² o superior, instaladas traslapadas. En su cara interior el panel estará conformado por lana de vidrio o mineral de 50 mm de espesor como mínimo con una protección ante desprendimiento. Si este elemento absorbente presenta en alguna de sus caras algún film de protección (papel o aluminio) este no debe quedar a la vista, sino la cara contraria.

Cabe señalar que la descripción anterior incluye también la configuración del techo del túnel acústico, puertas existentes (de cualquier tamaño) y dintel del portón, los que deberán mantener el estándar acústico indicado para muros.

Figura 10: Aislamiento Acústico de panel de túnel acústico. Cálculo asistido por software Insul v7.0



Fuente: Elaboración propia, en base a Insul v7.0.

El túnel acústico contará con puertas abatibles que permitan el ingreso y salida de camiones para descarga de hormigón las que permanecerán completamente cerradas durante dicha faena. Estas puertas contarán con sellos de goma (de al menos 3 mm y densidad 2000 kg/m³) en todos sus costados para generar mayor hermeticidad al estar cerradas.

Las uniones de muros y techos deberán quedar correctamente traslapadas por los paneles, a modo de evitar falta de hermeticidad en estas zonas. Lo mismo para el caso de las uniones de paneles con el piso que no deben presentar rendijas o aberturas.

Figura 11: Imagen referencial de túnel acústico de hormigonado.



Fuente: Metro S.A., obras Línea 7.

Los vanos para instalación de canoas para descarga de hormigón o pasadas de otros tipos de conexiones, deberán presentar un encapsulamiento al menos hasta el extremo del pique, contando con una tapa registrable o abatible para su lavado, considerando la misma materialidad de muros sin revestimiento absorbente.

Figura 12: Imagen referencial de paso de ductos por túnel acústico.



Fuente: Metro S.A., obras línea 7.

Los cierres perimetrales de los distintos piques no pueden ser considerados como parte de los muros del túnel acústico.

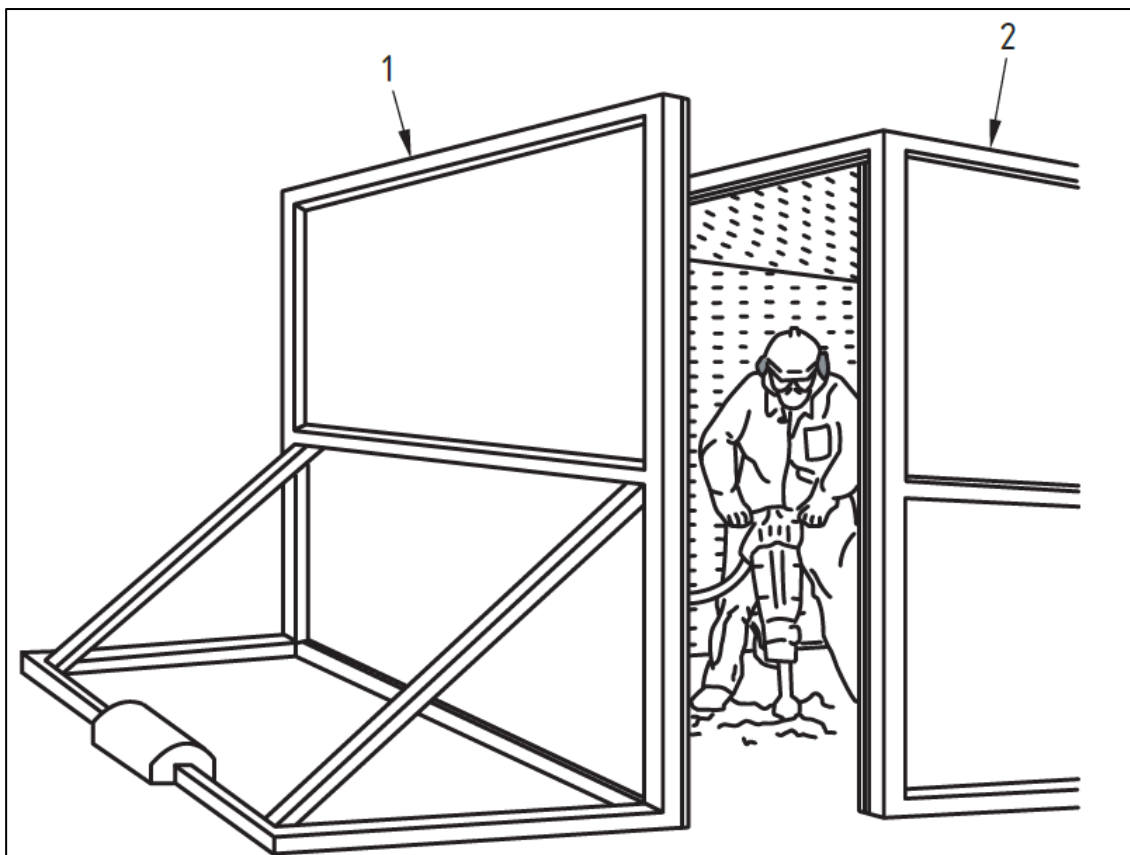
Para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, el túnel acústico contará con silenciadores disipativos tipo splitter de largo mínimo 2 metros, con una atenuación mínima equivalente a un índice OITC 28 dBA para las ventilaciones respectivas, ya sea se ubiquen en muros o techo. Cabe señalar que, en general este tipo de dispositivos especifican su pérdida por inserción (IL), en cuyo caso se considera una atenuación mínima equivalente a un IL de 28 dBA.

Las uniones y encuentros entre paneles deben contar con uniones herméticas, correctamente selladas con el fin de evitar pérdidas en el aislamiento del panel. Esto puede lograrse con uniones machihembradas o apernadas, considerando un sello de silicona neutra en cada unión en una cantidad suficiente para cubrir el espesor total del panel.

Barreras, Encierros Móviles y Semiencierros

En casos específicos indicados en la evaluación de impacto de piques, se requiere de la implementación de barreras, encierros móviles y semiencierros para algunas fuentes de ruido de ubicación variable. Las barreras móviles deberán considerar la misma configuración de panel especificada para el cierre perimetral de faenas y considerar una altura mínima en un rango de 2.4 a 3.6 m y cumbrera de 1 m en ángulo de 45° en caso de ser factible y largo variable según fuente a proteger. En el caso de encierros (taller de corte), estos deberán considerar la configuración de panel indicada para túnel acústico y podrán presentar sobre este revestimiento alguna protección metálica como protección ante chispas y rebarbas. En este caso los cierres perimetrales de los distintos piques no pueden ser considerados como parte del encierro. Para el caso de los semiencierros, se deberá considerar la misma configuración de panel especificada para el cierre perimetral de faenas o material técnico equivalente, considerando un cierre de 3 caras y cubierta, cuyas dimensiones variarán en función de las fuentes a intervenir y la factibilidad técnica de implementación en terreno.

Figura 13: Esquema de Barrera (1) y encierro móvil y semiencierro (2) para faenas de construcción.



Fuente: Norma BS5228-1:2009

Figura 14: Imagen referencial de barrera móvil y encierro de compresor implementado en obras de Metro.



Fuente: Metro S.A., obras de Línea 7.

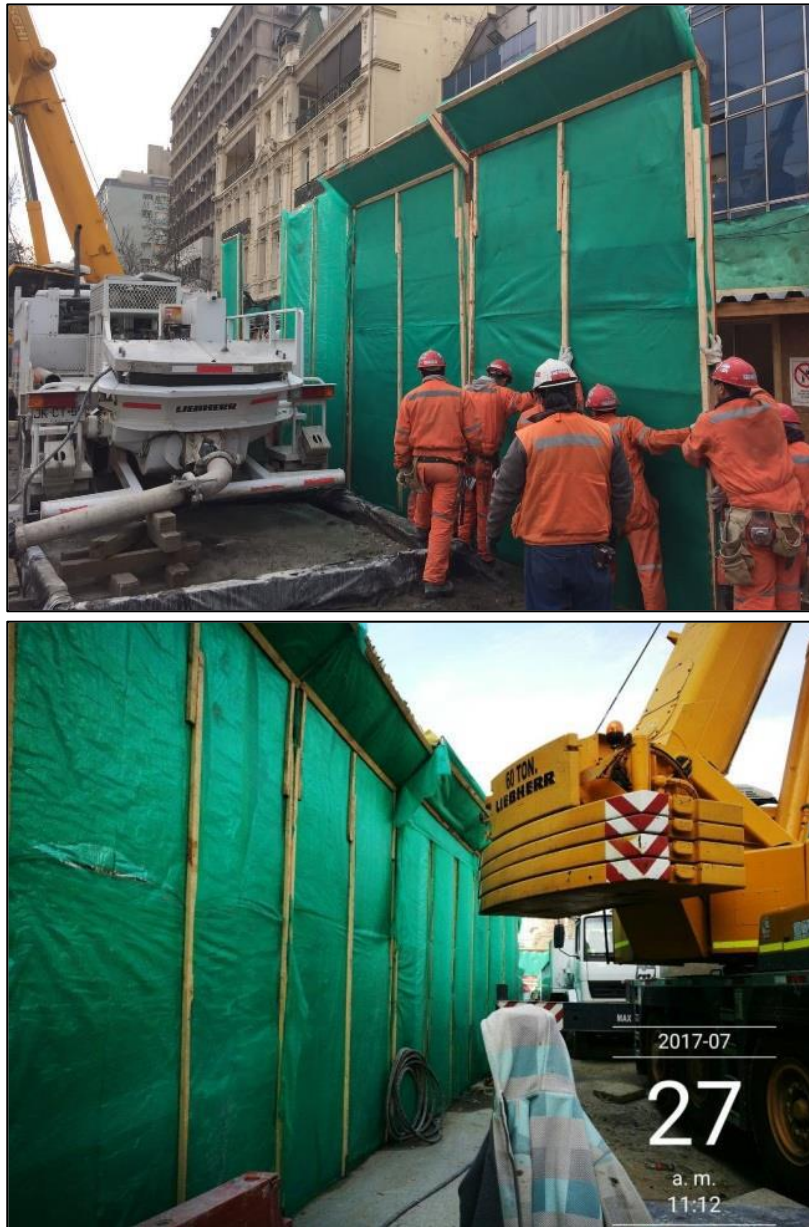
Figura 15: Imagen referencial de taller de corte implementado en obras de Metro.



Fuente: Metro S.A., obras de Línea 7.

En el caso de las barreras móviles para grúa y/o excavadora, esta corresponde a un panel que se aplica apantallando específicamente el motor de la máquina. En la figura siguiente se muestra el panel instalado en faenas de pique Plaza de Armas de Línea 3 de Metro.

Figura 16: Barrera de grúa móvil en Pique Pza. de Armas – Línea 3 de Metro.

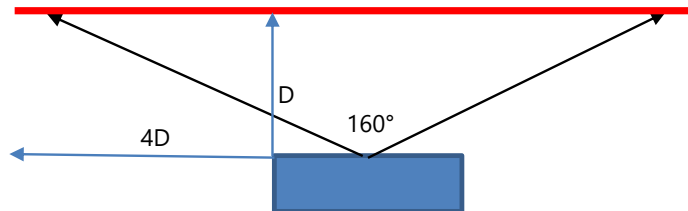


Fuente: Metro S.A., obras Línea 3.

La longitud mínima de este tipo de apantallamientos recomendada está definida por un ángulo de cobertura de 160° al receptor más cercano o bien una proporción de 4 veces la distancia entre receptor-barrera y la perpendicular entre receptor-borde lateral de la barrera. En caso de discontinuidades se considera un traslape de al menos 4 veces la distancia de separación entre barreras.

Si bien las consideraciones anteriormente descritas son las recomendadas en la literatura técnica, finalmente las distancias máximas de apantallamiento estarán limitadas por la extensión del perímetro de la instalación de faenas y espacios disponibles interiores.

Figura 17: Esquema de longitud y cobertura lateral de barrera.



Fuente: Elaboración propia.

Encierro Acústico de Cinta Transportadora

En los casos indicados en la evaluación de impactos de piques se deberá implementar un encierro acústico para la descarga de material desde la cinta transportadora en el camión tolva, incluyendo costados laterales desde el nivel de piso a modo de cubrir en caso de requerirse la carga de los camiones, así como la zona superior de cinta transportadora en caso de receptores de altura mayor o igual a 3 pisos cercanos a la instalación de faenas. Dicho encierro estará conformado por paneles de acero tipo sándwich de 80 mm de espesor en base a dos placas de acero de 0.6 mm de espesor en ambas caras, siendo la cara interior perforada. El núcleo del panel estará conformado por lana de roca de densidad 100 kg/m^3 como mínimo.

Figura 18: Cierre de Cinta Transportadora Pique Hernán Cortés – Línea 6 de Metro

Fuente: Metro S.A., Línea 6.

Encierro Acústico de Motor de Grúa Torre

Para el funcionamiento de la grúa torre se incorporará, desde el día 1 de funcionamiento (ya que no es una medida que viene de fábrica y el montaje de este equipo es en obra), un encapsulamiento parcial del motor en caras laterales y base del motor, configurado por un panel acústico conformado por OSB de 15 mm de espesor o material equivalente técnico de distinto espesor, que permita alcanzar una densidad superficial de al menos 20 kg/m² o superior. La altura de este encapsulamiento parcial debe ser de al menos 2,4 m desde la base del motor respectivo. De preferencia se pueden utilizar materiales que cuenten con capacidad de absorción sonora por el interior del encapsulamiento respetando las características de masa superficial indicadas.

Para garantizar el normal funcionamiento y ventilación del motor, se considera la cara superior del encierro abierta, así como el costado por donde pasan las cintas hacia las poleas con una abertura del menor tamaño que permita su funcionalidad.

Silenciador de Ductos de Ventilación en Piques

Se considera la incorporación de un silenciador pasivo disipativo (tipo splitter o similar) en el ducto de ventilación considerado en el Escenario 3 de construcción para todos los piques que requieran ventilación, instalado desde el día 1 de uso de los ventiladores.

Este silenciador debe ubicarse en el extremo del ducto a nivel de superficie, en el extremo de la galería del túnel a nivel subterráneo, o bien en otra ubicación según factibilidad técnica a fin de asegurar su óptimo rendimiento y puede configurarse en formato cilíndrico u otra geometría

disponible, por el interior del ducto (ducto más cercano a superficie) o en serie con este fijado con una estructura de soporte a piso y conexión respectiva.

Los silenciadores deberán garantizar una atenuación mínima equivalente a un índice OITC 25 dBA. Cabe señalar que, en general este tipo de dispositivos especifican su pérdida por inserción (IL), en cuyo caso se considera una atenuación mínima equivalente a un IL de 25 dBA. Se considera un largo mínimo de silenciador no inferior a 3 m.

Figura 19: Silenciadores Splitter Cilíndricos en instalaciones de faenas de Metro Extensión Línea 2.



Fuente: Metro S.A., obras extensión Línea 2.

Restricciones Operacionales

Complementariamente a las medidas de ingeniería, se consideran en casos en que dichas medidas no son suficientes para el cumplimiento normativo, medidas administrativas y de gestión como la restricción de operación de maquinarias en horario nocturno principalmente en faenas de excavación de piques y galerías. Estas medidas se indican en cada caso según corresponda y en ningún caso aplican a fuentes que se encuentren trabajando en túneles bajo la superficie.

Del mismo modo, otras medidas de gestión que apuntan al control de ruido corresponden a la utilización de retroexcavadoras con ruedas neumáticas, toperoles de goma en excavadoras con orugas metálicas, revestimiento interior por todos los costados del capacho de descarga de marina, disminución del nivel sonoro de alarmas de retroceso, recambio de equipos o maquinarias por otros de menor nivel de ruido.

6.3.2 Vibraciones

Reemplazo de excavadora de orugas por máquina de neumáticos

Cabe señalar que esta medida de control fue evaluada en terreno para la actual construcción de pique Vitacura de Línea 7 de Metro.

Figura 20: Excavadora de neumáticos en pique Vitacura Línea 7 de Metro.



Fuente: Metro S.A. obras de Línea 7.

Se realizaron mediciones triaxiales de vibraciones a 25 pies de distancia (7.62 m) de la fuente en operación durante actividades de extracción y carga de marina y traslado de la retroexcavadora por el terreno.

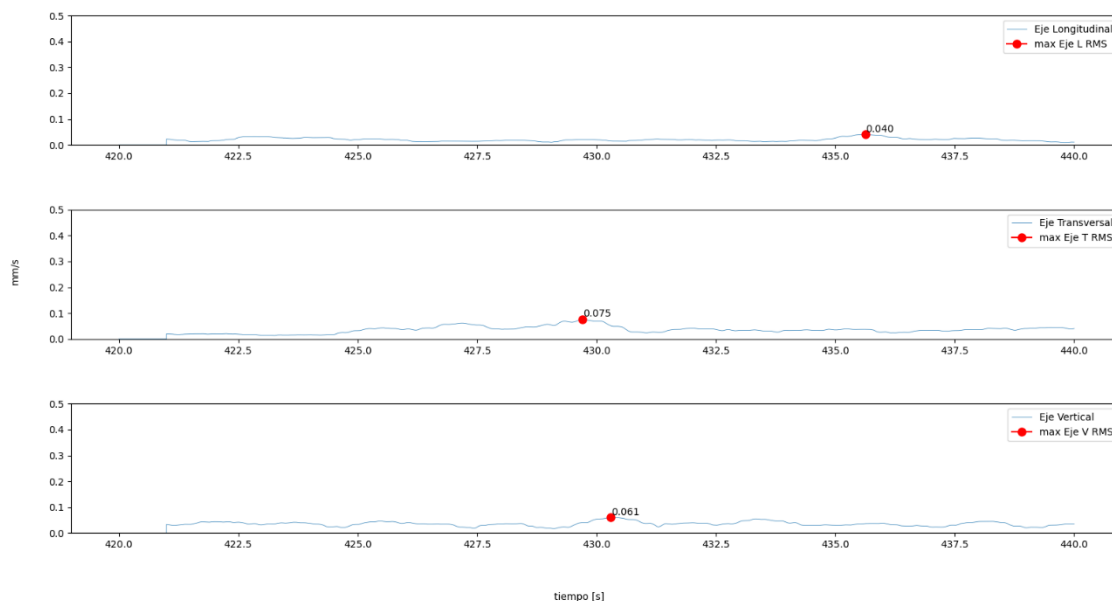
Las características de la maquinaria medida son las siguientes:

- Hyundai 180W-9S
- Motor: Mitsubishi S6S-DT
- Potencia: 126 HP/ 2.100 rpm
- Capacidad balde: 0,82 m³
- Boom: 5,1 mt
- Arm: 2,2 mt
- Neumáticos: 10×20, 14 PR
- Peso: 18.420 kg

En el presente proyecto se utilizará maquinaria de igual o menor potencia y peso a la evaluada en las actividades de construcción del pique Vitacura (Línea 7) con el fin de mantener las características operacionales y de emisión vibratoria caracterizadas en terreno.

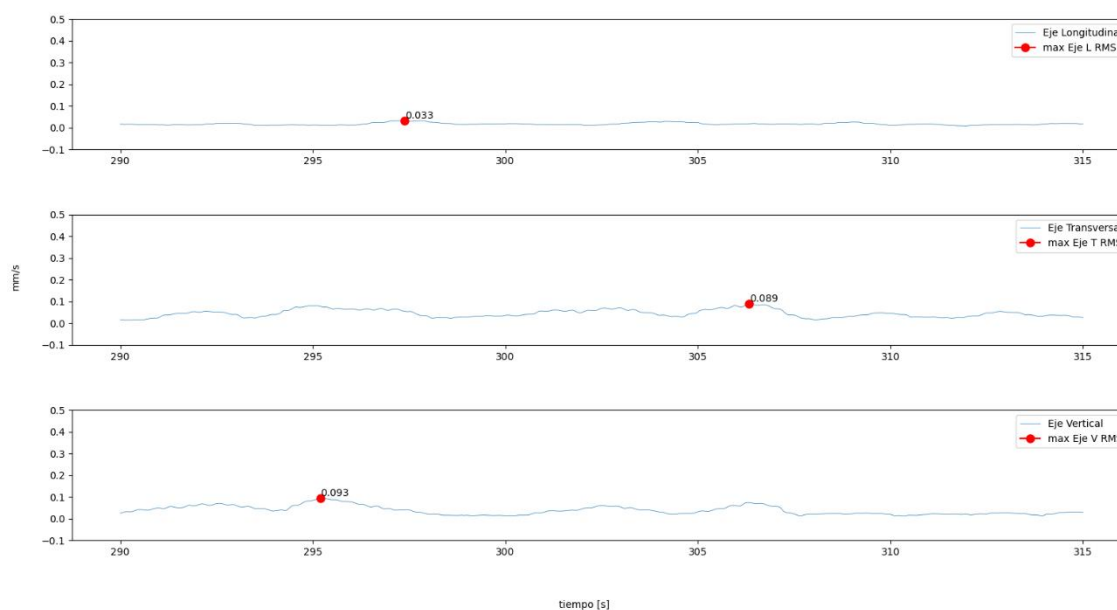
Los siguientes registros corresponden a la señal PPV y rms de vibraciones en mm/s medidas para la operación de retroexcavadora de neumáticos:

Figura 21: Señal RMS medida para Excavadora de neumáticos en pique Vitacura Línea 7 de Metro, retiro y carga de marina.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22: Señal RMS medida para Excavadora de neumáticos en pique Vitacura Línea 7 de Metro, tránsito de máquina.



Fuente: Elaboración propia.

Los niveles medidos a 25 pies de distancia dan como resultado los siguientes niveles de vibración:

Tabla 10: Nivel de emisión medido para operación de retroexcavadora de neumáticos.

Actividad	Eje de medición	PPV Medido [in/s]	Nivel Medido [VdB]
Retiro y Carga de Marina	Este	0.003	63.9
	Norte	0.005	70.0
	Vertical	0.004	67.5
Tránsito de Retroexcavadora	Este	0.003	62.3
	Norte	0.005	70.9
	Vertical	0.005	71.3

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la ecuación de propagación de la norma FTA para el criterio de molestia en las personas se proyecta el nivel L_v a partir de la distancia fuente receptor:

$$L_v = L_{vref} - 30 \log \left(\frac{D}{25} \right) \text{ VdB}$$

Dónde:

L_v : Nivel de velocidad proyectado en VdB.

L_{vref} : Nivel de referencia a 25 pies en VdB.

D : distancia fuente – receptor en pies.

De acuerdo con la ecuación anterior y considerando la condición más desfavorable de emisión medida correspondiente a un nivel L_{vref} de 71.3 VdB, se tiene que para una distancia de 7.2 m se obtiene un nivel L_v de 71.9 VdB el cual se encuentra por debajo del máximo permisible para el criterio de molestia en las personas en usos residenciales. En el caso de usos institucionales a una distancia de 5.8 m se obtiene un nivel L_v de 74.9 VdB valor inferior al límite de 75 VdB para este tipo de edificaciones.

En aquellos casos en que las distancias al brocal sean inferiores a las distancias seguras para reemplazo de orugas por neumáticos se permite el uso de miniexcavadora hasta alcanzar la distancia segura de trabajo. Cabe señalar que para dicha fuente de emisión vibratoria la norma FTA indica una emisión de 58 VdB, nivel vibratorio que proyecta distancias seguras de trabajo de 2.6 m para usos residenciales y 2.1 m para usos institucionales.

7 RESULTADOS

7.1 LÍNEA DE BASE

El presente acápite presenta los resultados de la campaña de línea de base (mediciones) de ruido y vibraciones del Proyecto.

7.1.1 Ruido de fondo diurno

A continuación, la Tabla 11 entrega los Niveles de Presión Sonora para el periodo diurno, registrados durante la campaña de mediciones basales, y se describen las fuentes de ruido asociadas a ellos. En el Apéndice I se entrega el detalle de cada medición realizada.

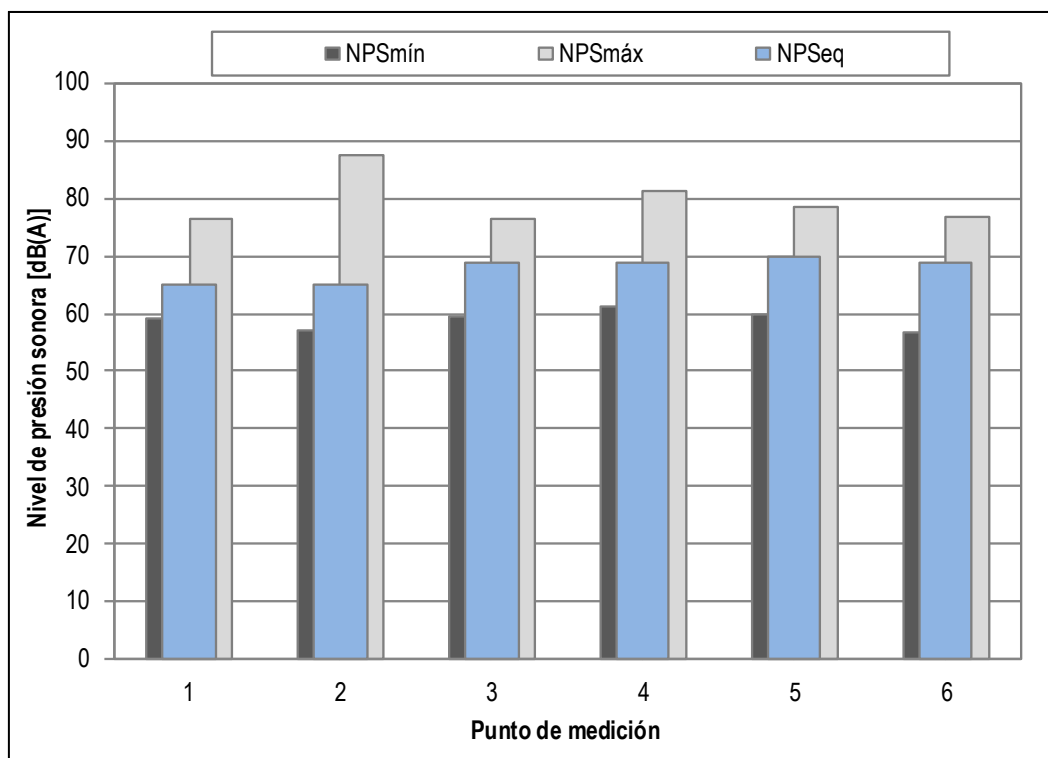
Tabla 11: NPS en [dB(A)]-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo diurno

Punto	NPS _{eq} dB(A)*	NPS _{min} dB(A)	NPS _{máx} dB(A)	Fuentes de Ruido	Hora de medición	Fecha de medición
1	65	59,3	76,6	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario, pileta, música de Estación.	09:15	27-10-2025
2	65	57,0	87,5	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario, pileta.	09:37	27-10-2025
3	69	59,4	76,4	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario, ventilador McDonald's.	09:57	27-10-2025
4	69	61,1	81,2	Ruido comunitario, parlante en local comercial, tránsito vehicular por calle Exposición, tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	10:21	27-10-2025
5	70	59,7	78,5	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.	10:45	27-10-2025
6	69	56,7	76,9	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.	11:09	27-10-2025

* Valor aproximado al entero más cercano.

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. NPS registrados en horario diurno



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 11 y el Gráfico 1, los NPS_{eq} fluctúan entre 65 y 70 [dB(A)] para el periodo diurno, donde en el punto 5 se mide el mayor NPS_{eq} , debido a la cercanía que presenta con la Av. Libertador Bernardo O'Higgins, en comparación con los otros puntos de medición. Los puntos 1 y 2, por su parte, presentan el nivel de NPS_{eq} más bajo, debido a la lejanía que presentan con la Av. Libertador Bernardo O'Higgins y Exposición en comparación con los otros puntos de medición. En la mayoría de los puntos medidos la principal fuente registrada es el tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins.

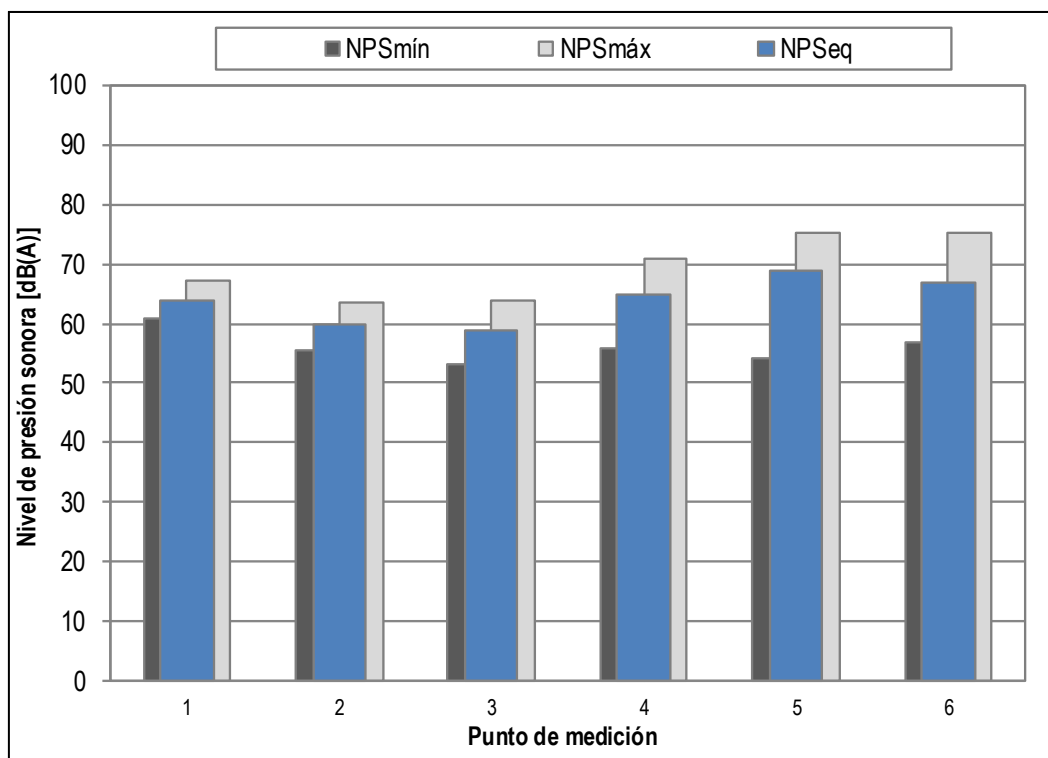
7.1.2 Ruido de fondo nocturno

A continuación, la Tabla 12 entrega los Niveles de Presión Sonora para el periodo nocturno, registrados durante la campaña de mediciones basales, y se describen las fuentes de ruido asociadas a ellos. En el Apéndice I se entrega el detalle de cada medición realizada.

Tabla 12: NPS en [dB(A)]-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo nocturno

Punto	NPS _{eq} dB(A)*	NPS _{min} dB(A)	NPS _{máx} dB(A)	Fuentes de Ruido	Hora de medición	Fecha de medición
1	64	60,9	67,2	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.	23:13	27-10-2025
2	60	55,5	63,5	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.	22:44	27-10-2025
3	59	53,1	63,8	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, tránsito vehicular ocasional por calle Exposición, ruido comunitario.	22:57	27-10-2025
4	65	55,9	70,8	Tránsito vehicular por calle Exposición, tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	22:27	27-10-2025
5	69	54,3	75,2	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.	22:00	27-10-2025
6	67	56,7	75,4	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.	21:46	27-10-2025
* Valor aproximado al entero más cercano.						

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. NPS registrados en horario nocturno


Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 12 y el Gráfico 2, los NPS_{eq} fluctúan entre 59 y 69 [dB(A)] para el periodo nocturno, donde en el punto 5 se mide el mayor NPS_{eq} , debido a la cercanía que presenta con la Av. Libertador Bernardo O'Higgins, en comparación con los otros puntos de medición. El punto 3, por su parte, presenta el nivel de NPS_{eq} más bajo, debido a la ausencia de ruido comunitario durante la medición. En la mayoría de los puntos medidos la principal fuente registrada es el tránsito vehicular de la Av. Libertador Bernardo O'Higgins.

Es importante mencionar que los valores obtenidos durante la campaña de línea de base no son evaluables por esta normativa, y solo caracterizan la situación basal sin Proyecto.

7.1.3 Vibraciones

En la Tabla 13 se presentan los valores de vibración obtenidos en cada receptor tanto en periodo diurno como nocturno. Los resultados obtenidos muestran la *VVP* y el L_v . El detalle de las mediciones obtenidas se presenta en el Apéndice I.

Tabla 13: Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad según periodo de medición

Receptor	Periodo diurno				Periodo nocturno			
	VVP [mm/s]	L_v [VdB]	Fecha	Hora	VVP [mm/s]	L_v [VdB]	Fecha	Hora
1	52,5	4,1E-04	27-10-2025	09:15	50,2	2,8E-04	27-10-2025	23:13
2	59,3	9,4E-04	27-10-2025	09:37	54,4	4,9E-04	27-10-2025	22:44
3	53,0	4,5E-04	27-10-2025	09:57	50,2	3,1E-04	27-10-2025	22:57
4	53,3	4,6E-04	27-10-2025	10:21	45,6	2,1E-04	27-10-2025	22:27
5	51,6	4,8E-04	27-10-2025	10:45	45,4	2,1E-04	27-10-2025	22:00
6	60,6	1,0E-03	27-10-2025	11:09	53,9	4,4E-04	27-10-2025	21:46

Fuente: Elaboración propia

Todos los valores obtenidos corresponden a las vibraciones naturales del suelo en cada sector y tránsito vehicular. Por otro lado, se puede determinar que para todos los receptores los valores registrados se encuentran por debajo del umbral de percepción humana definido en el documento FTA Report No 0123, el cual es de 65 [VdB].

7.2 MODELO PREDICTIVO

El presente acápite presenta los resultados de las proyecciones (modelo) de ruido y vibraciones del Proyecto según la metodología presentada en el apartado 5.2.

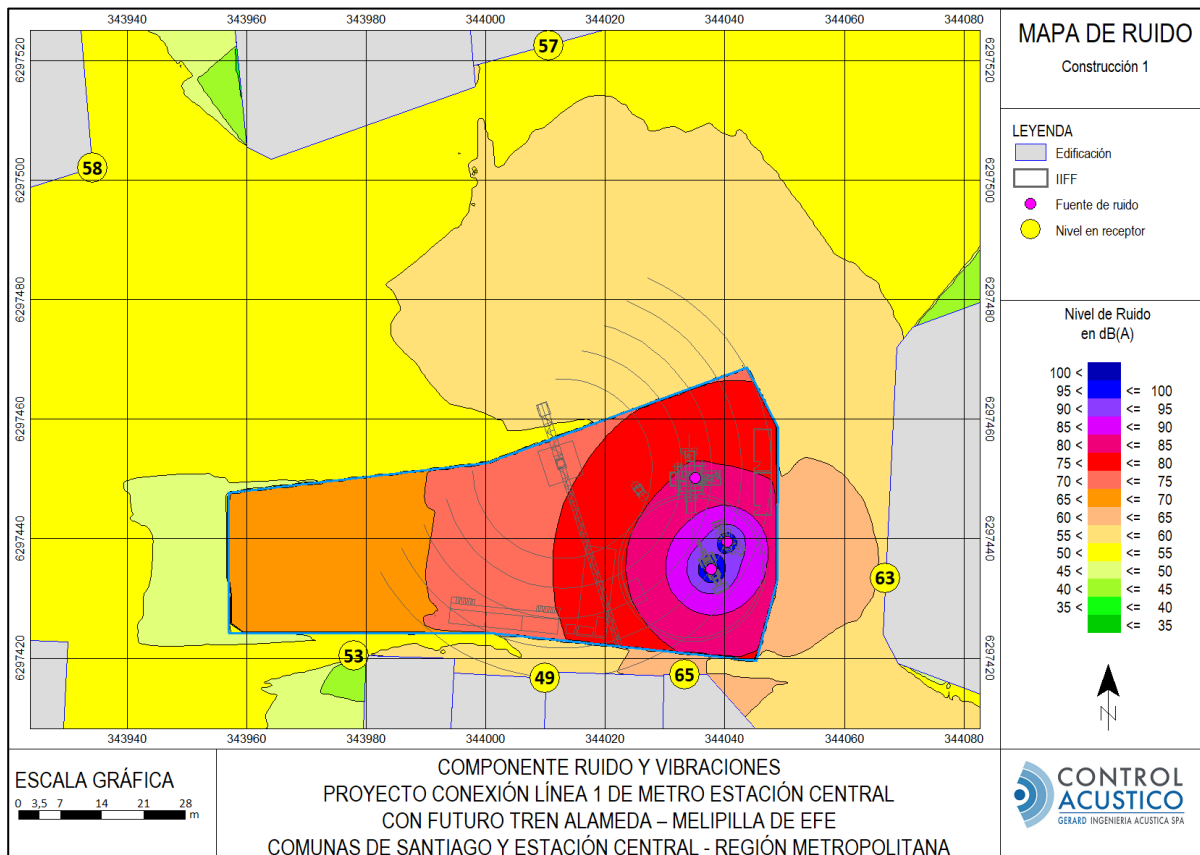
7.2.1 Ruido de Construcción

Se presentan a continuación, los resultados preliminares obtenidos a partir del modelo predictivo de ruido del Proyecto para la fase de construcción, en conjunto con la evaluación de cumplimiento. Los resultados se entregan mediante mapas de propagación sonora, cuya coloración está referida a una altura de 1,5 [m] del suelo, y valores tabulados.

7.2.1.1 Escenario 1

En la Figura 23 y Tabla 14 se presentan los niveles proyectados y la evaluación preliminar para la fase de construcción del Proyecto.

Figura 23. Mapa preliminar de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 1



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Evaluación preliminar de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 1

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación
1	1	53	60	Cumple
2	1	49	60	Cumple
2	2	51	60	Cumple
3	1	59	60	Cumple
3	2	65	60	Supera en 5 [dB]
4	1	58	65	Cumple
4	2	60	65	Cumple
4	3	63	65	Cumple
5	1	53	65	Cumple
5	2	55	65	Cumple
5	3	57	65	Cumple
6	1	52	60	Cumple
6	2	53	60	Cumple
6	3	55	60	Cumple
6	4	57	60	Cumple
6	5	58	60	Cumple

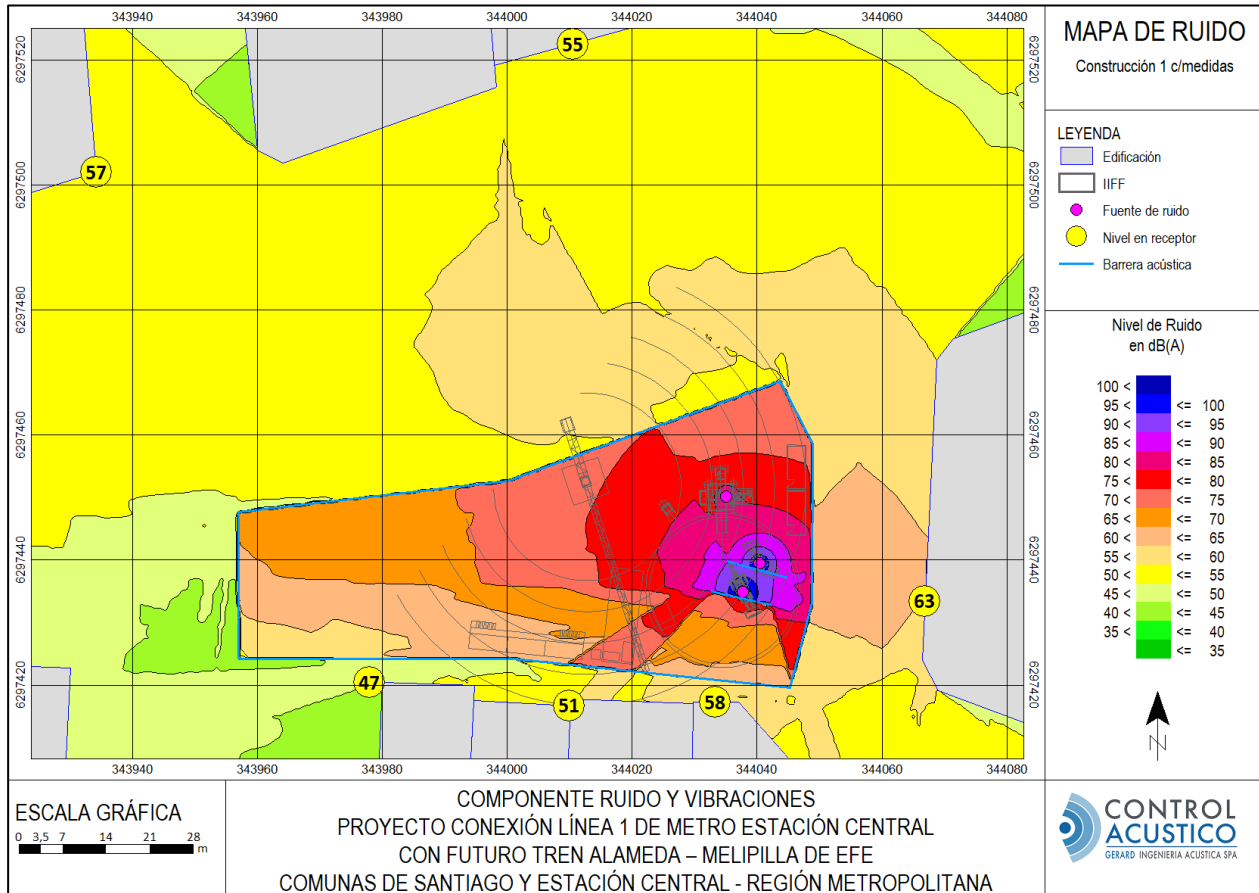
Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 14, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción supera preliminarmente el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo diurno en 5 [dB], por lo que se deben implementar medidas.

Estas **medidas adicionales** corresponden a pantallas acústicas móviles o biombos acústicos (ver acápite 6.3.1) de 3,6 [m] de altura en el demoledor montado sobre excavadora y de 2,4 [m] de altura en la excavadora.

En la Figura 24 y Tabla 15 se presentan los niveles proyectados y la evaluación para la fase de construcción del Proyecto, considerando estas **medidas adicionales**.

Figura 24. Mapa de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 1.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Evaluación de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 1

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación
1	1	47	60	Cumple
2	1	50	60	Cumple
2	2	51	60	Cumple
3	1	55	60	Cumple
3	2	58	60	Cumple

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación
4	1	58	65	Cumple
4	2	60	65	Cumple
4	3	63	65	Cumple
5	1	51	65	Cumple
5	2	53	65	Cumple
5	3	55	65	Cumple
6	1	51	60	Cumple
6	2	52	60	Cumple
6	3	54	60	Cumple
6	4	56	60	Cumple
6	5	57	60	Cumple

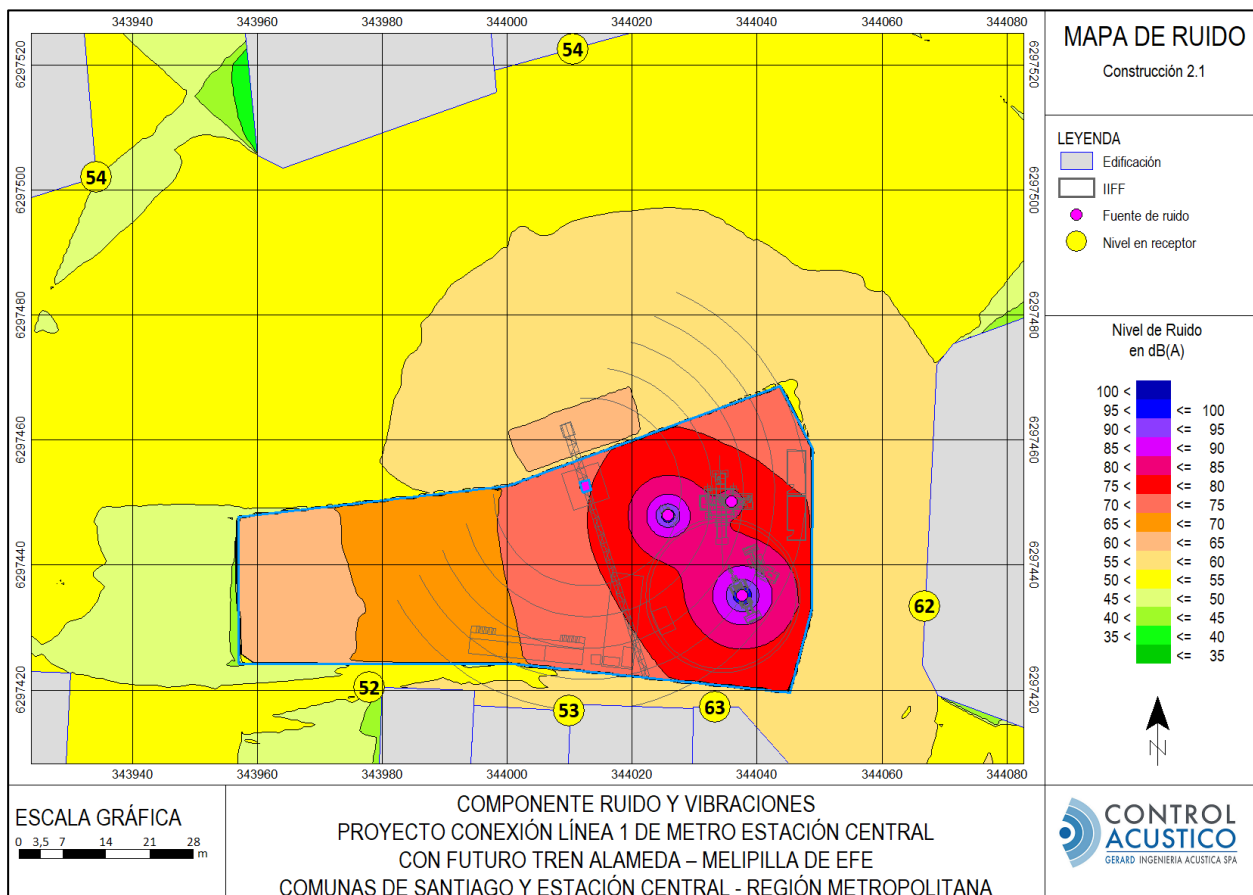
Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 15, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción no supera el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo diurno.

7.2.1.2 Escenario 2.1

En la Figura 25 y Tabla 16 se presentan los niveles proyectados y la evaluación preliminar para la fase de construcción del Proyecto.

Figura 25. Mapa preliminar de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 2.1



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Evaluación preliminar de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 2

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación
1	1	52	60	Cumple
2	1	51	60	Cumple
2	2	53	60	Cumple
3	1	57	60	Cumple
3	2	63	60	Supera en 3 [dB]
4	1	56	65	Cumple
4	2	59	65	Cumple

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación
4	3	62	65	Cumple
5	1	51	65	Cumple
5	2	53	65	Cumple
5	3	54	65	Cumple
6	1	50	60	Cumple
6	2	51	60	Cumple
6	3	52	60	Cumple
6	4	53	60	Cumple
6	5	54	60	Cumple

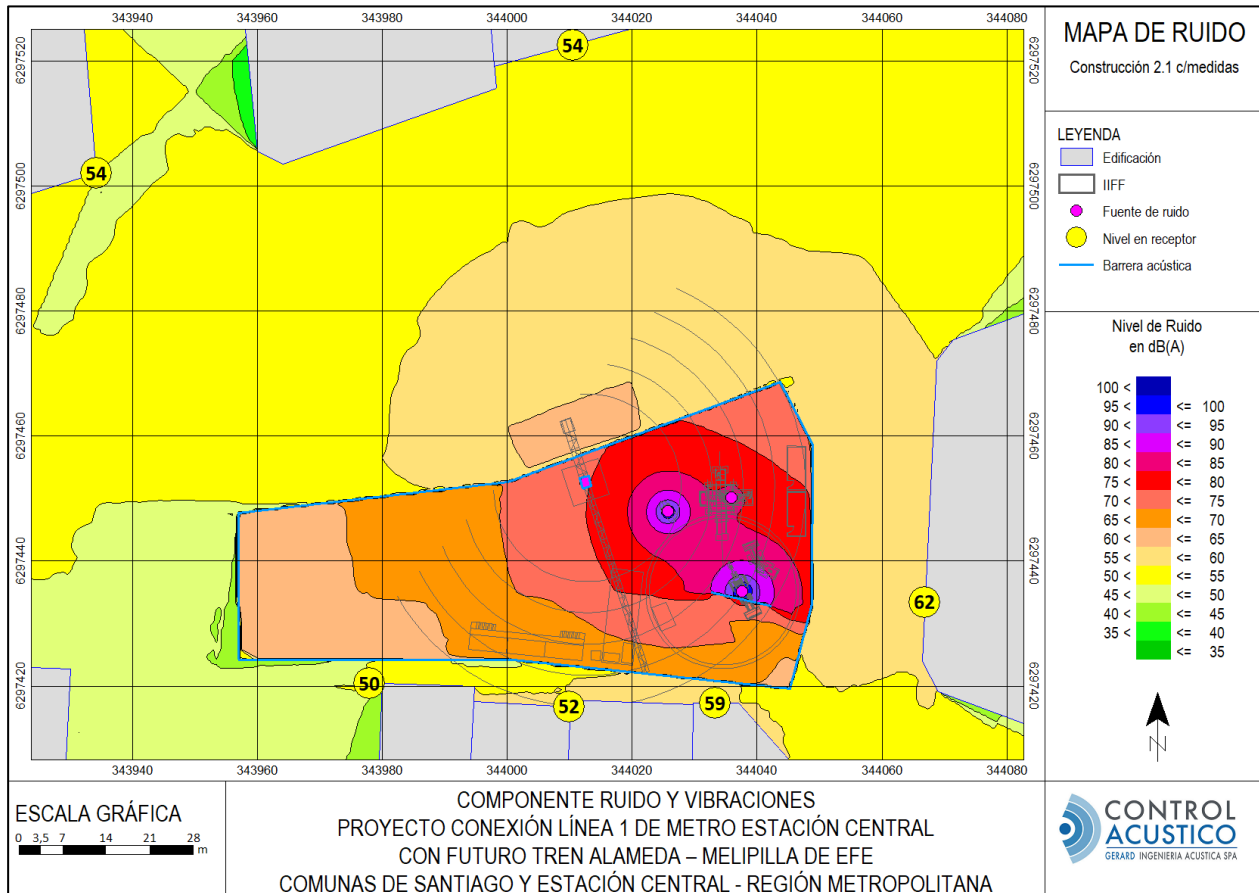
Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 16, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción supera preliminarmente el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo diurno en 3 [dB], por lo que se deben implementar medidas.

Estas **medidas adicionales** corresponden a una pantalla acústica móvil o biombo acústico (ver acápite 6.3.1) de 3,6 [m] de altura en la excavadora.

En la Figura 26 y Tabla 17 se presentan los niveles proyectados y la evaluación para la fase de construcción del Proyecto, considerando estas **medidas adicionales**.

Figura 26. Mapa de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 2.1.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Evaluación de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 2.1

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación
1	1	50	60	Cumple
2	1	51	60	Cumple
2	2	52	60	Cumple
3	1	54	60	Cumple
3	2	59	60	Cumple
4	1	56	65	Cumple
4	2	59	65	Cumple

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación
4	3	62	65	Cumple
5	1	51	65	Cumple
5	2	53	65	Cumple
5	3	54	65	Cumple
6	1	50	60	Cumple
6	2	51	60	Cumple
6	3	52	60	Cumple
6	4	53	60	Cumple
6	5	54	60	Cumple

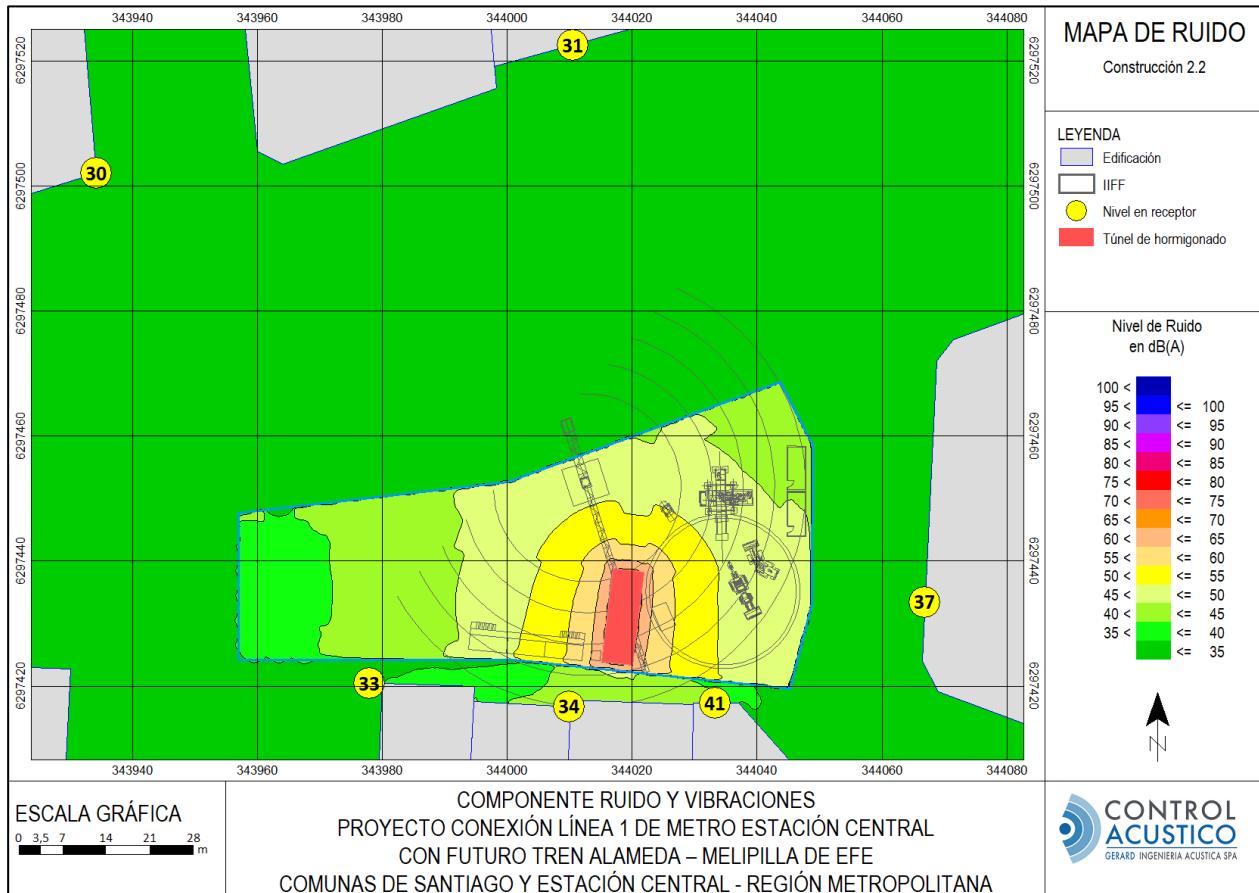
Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 17, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción no supera el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo diurno.

7.2.1.3 Escenario 2.2

En la Figura 27 y Tabla 18 se presentan los niveles proyectados y la evaluación para la fase de construcción del Proyecto.

Figura 27. Mapa de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 2.2



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Evaluación preliminar de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 2.2

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	1	33	60	Cumple	45	Cumple
2	1	32	60	Cumple	45	Cumple
2	2	34	60	Cumple	45	Cumple
3	1	38	60	Cumple	45	Cumple
3	2	41	60	Cumple	45	Cumple
4	1	32	65	Cumple	50	Cumple

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
4	2	35	65	Cumple	50	Cumple
4	3	37	65	Cumple	50	Cumple
5	1	29	65	Cumple	50	Cumple
5	2	30	65	Cumple	50	Cumple
5	3	31	65	Cumple	50	Cumple
6	1	28	60	Cumple	45	Cumple
6	2	28	60	Cumple	45	Cumple
6	3	29	60	Cumple	45	Cumple
6	4	30	60	Cumple	45	Cumple
6	5	30	60	Cumple	45	Cumple

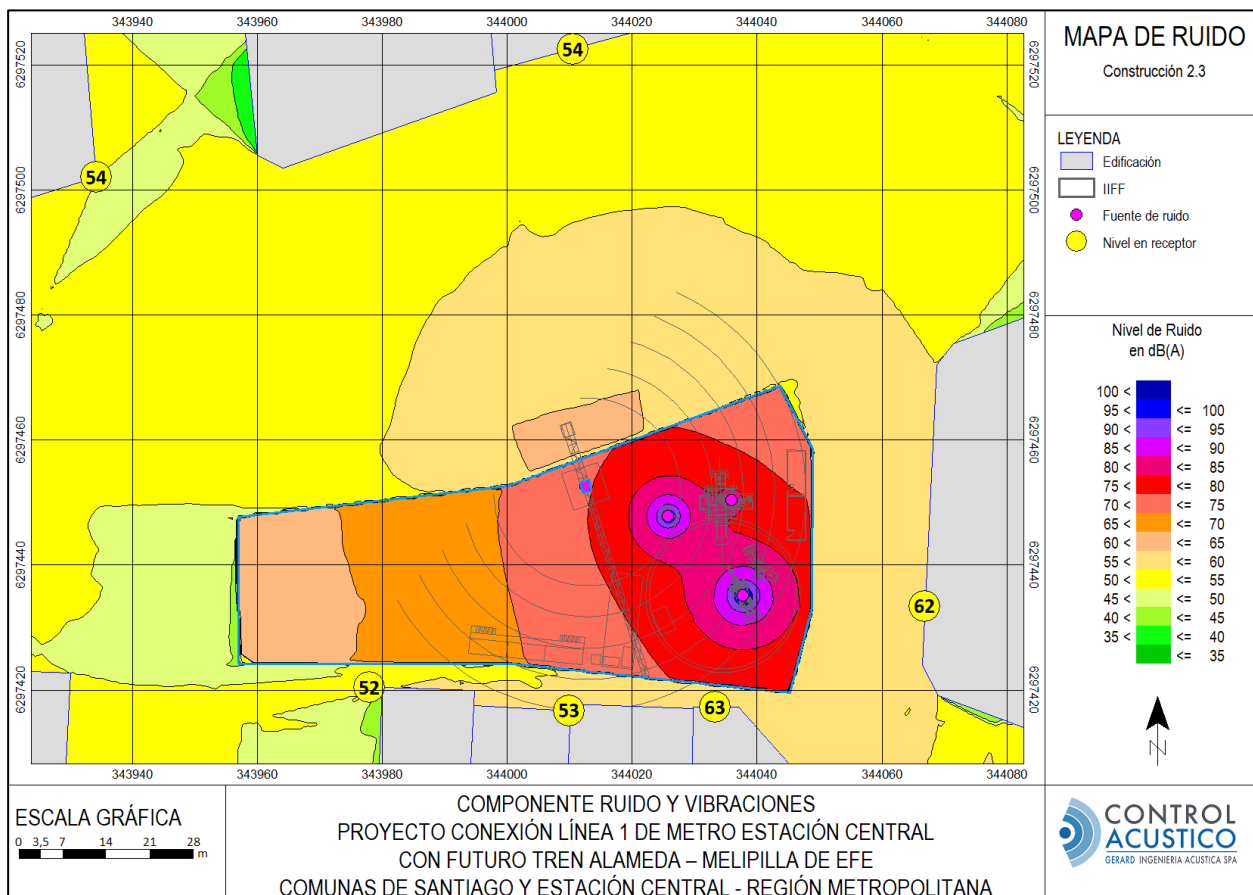
Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 18, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción se cumple con el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA en todos los receptores en periodo diurno y nocturno.

7.2.1.4 Escenario 2.3

En la Figura 28 y Tabla 19 se presentan los niveles proyectados y la evaluación preliminar para la fase de construcción del Proyecto.

Figura 28. Mapa preliminar de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 2.3



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Evaluación preliminar de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 2.3

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	1	52	60	Cumple	45	Supera en 7 [dB]
2	1	52	60	Cumple	45	Supera en 7 [dB]
2	2	53	60	Cumple	45	Supera en 8 [dB]
3	1	57	60	Cumple	45	Supera en 12 [dB]

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
3	2	63	60	Supera en 3 [dB]	45	Supera en 18 [dB]
4	1	56	65	Cumple	50	Supera en 6 [dB]
4	2	59	65	Cumple	50	Supera en 9 [dB]
4	3	62	65	Cumple	50	Supera en 12 [dB]
5	1	51	65	Cumple	50	Supera en 1 [dB]
5	2	53	65	Cumple	50	Supera en 3 [dB]
5	3	54	65	Cumple	50	Supera en 4 [dB]
6	1	50	60	Cumple	45	Supera en 5 [dB]
6	2	51	60	Cumple	45	Supera en 6 [dB]
6	3	52	60	Cumple	45	Supera en 7 [dB]
6	4	53	60	Cumple	45	Supera en 8 [dB]
6	5	54	60	Cumple	45	Supera en 9 [dB]

Fuente: Elaboración propia

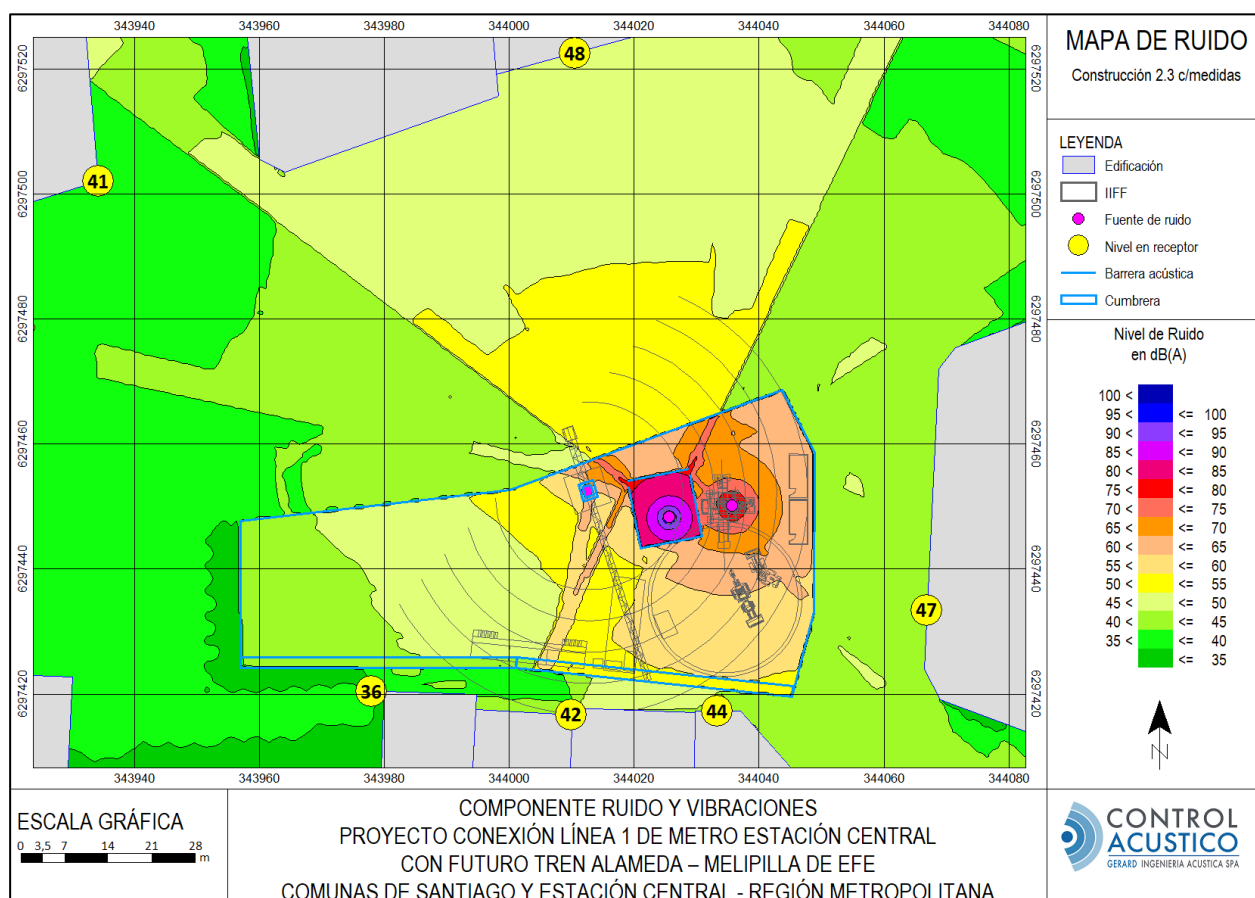
Según se observa en la Tabla 19, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción supera preliminarmente el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA en hasta 18 [dB], por lo que se deben implementar medidas.

Estas **medidas adicionales** corresponden a:

1. Aumentar la altura de la barrera perimetral hacia el sur de la faena hasta una altura de 6 [m] e incorporar una inclinación superior (cumbre) de 2,4 [m] de largo instalada a 45° del eje del borde. En su defecto, sin cumbre la barrera debe tener una altura de 8 [m].
2. Semincierto acústico (ver acápite 6.3.1) en el cargador frontal. La cara que da hacia los receptores 4 y 5 debe ser absorbente por ambas caras.
3. Encierro acústico (ver acápite 6.3.1) adicional en el motor de la grúa torre. Como alternativa la grúa podría no operar en periodo nocturno.
4. No operar la excavadora en periodo nocturno, solo en superficie.

En la Figura 29 y Tabla 20 se presentan los niveles proyectados y la evaluación para la fase de construcción del Proyecto, considerando estas **medidas adicionales**.

Figura 29. Mapa de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 2.3.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Evaluación de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 2.3

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	1	36	60	Cumple	45	Cumple
2	1	40	60	Cumple	45	Cumple
2	2	42	60	Cumple	45	Cumple
3	1	42	60	Cumple	45	Cumple
3	2	44	60	Cumple	45	Cumple
4	1	42	65	Cumple	50	Cumple
4	2	44	65	Cumple	50	Cumple
4	3	47	65	Cumple	50	Cumple
5	1	45	65	Cumple	50	Cumple
5	2	46	65	Cumple	50	Cumple
5	3	48	65	Cumple	50	Cumple
6	1	38	60	Cumple	45	Cumple
6	2	38	60	Cumple	45	Cumple
6	3	40	60	Cumple	45	Cumple
6	4	40	60	Cumple	45	Cumple
6	5	41	60	Cumple	45	Cumple

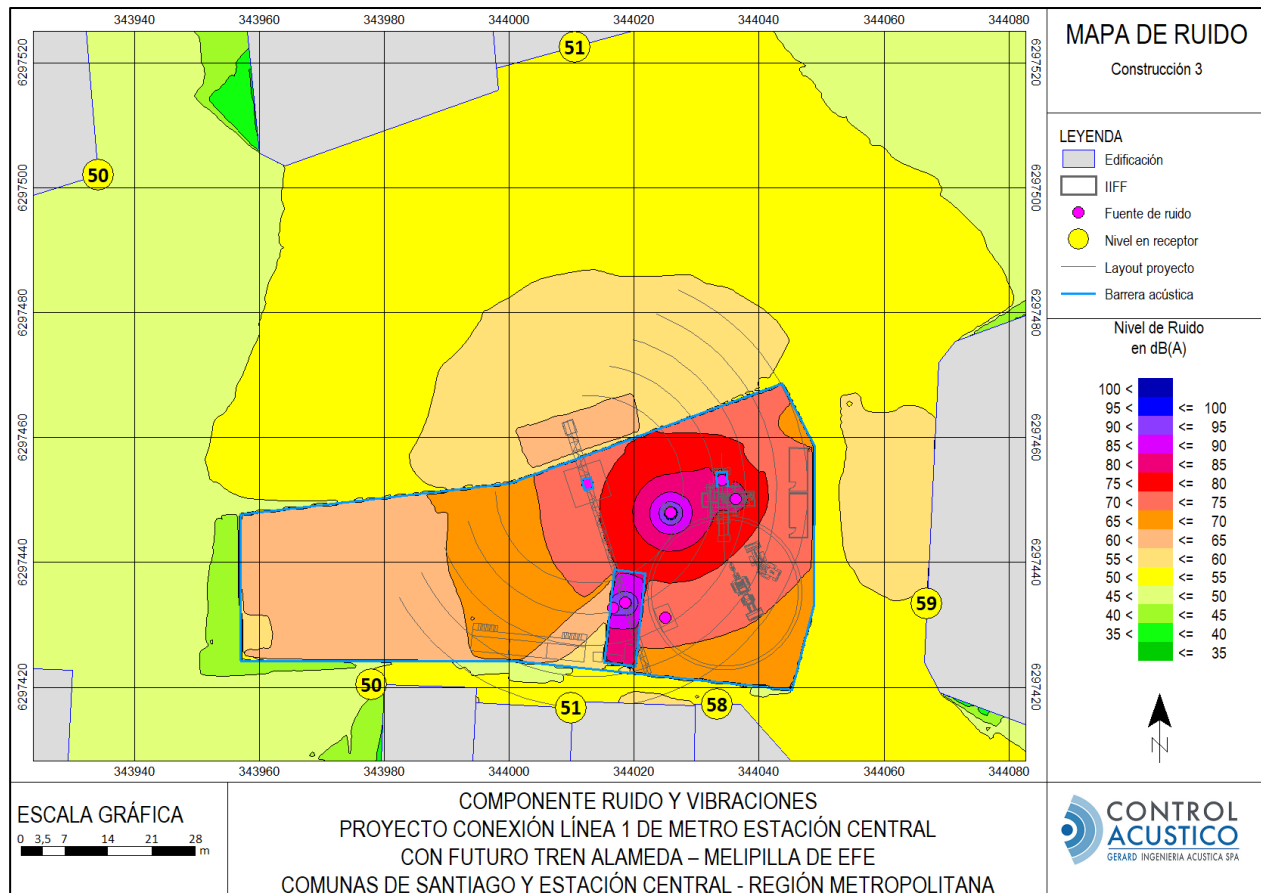
Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 20, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción no supera el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo diurno y nocturno.

7.2.1.5 Escenario 3

En la Figura 30 y Tabla 21 se presentan los niveles proyectados y la evaluación preliminar para la fase de construcción del Proyecto.

Figura 30. Mapa preliminar de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 3



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Evaluación preliminar de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 3

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	1	50	60	Cumple	45	Supera en 5 [dB]
2	1	51	60	Cumple	45	Supera en 6 [dB]
2	2	51	60	Cumple	45	Supera en 6 [dB]
3	1	52	60	Cumple	45	Supera en 7 [dB]
3	2	58	60	Cumple	45	Supera en 13 [dB]
4	1	53	65	Cumple	50	Supera en 3 [dB]
4	2	56	65	Cumple	50	Supera en 6 [dB]
4	3	59	65	Cumple	50	Supera en 9 [dB]
5	1	49	65	Cumple	50	Cumple
5	2	50	65	Cumple	50	Cumple
5	3	51	65	Cumple	50	Supera en 1 [dB]
6	1	46	60	Cumple	45	Supera en 1 [dB]
6	2	47	60	Cumple	45	Supera en 2 [dB]
6	3	48	60	Cumple	45	Supera en 3 [dB]

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
6	4	49	60	Cumple	45	Supera en 4 [dB]
6	5	50	60	Cumple	45	Supera en 5 [dB]

Fuente: Elaboración propia

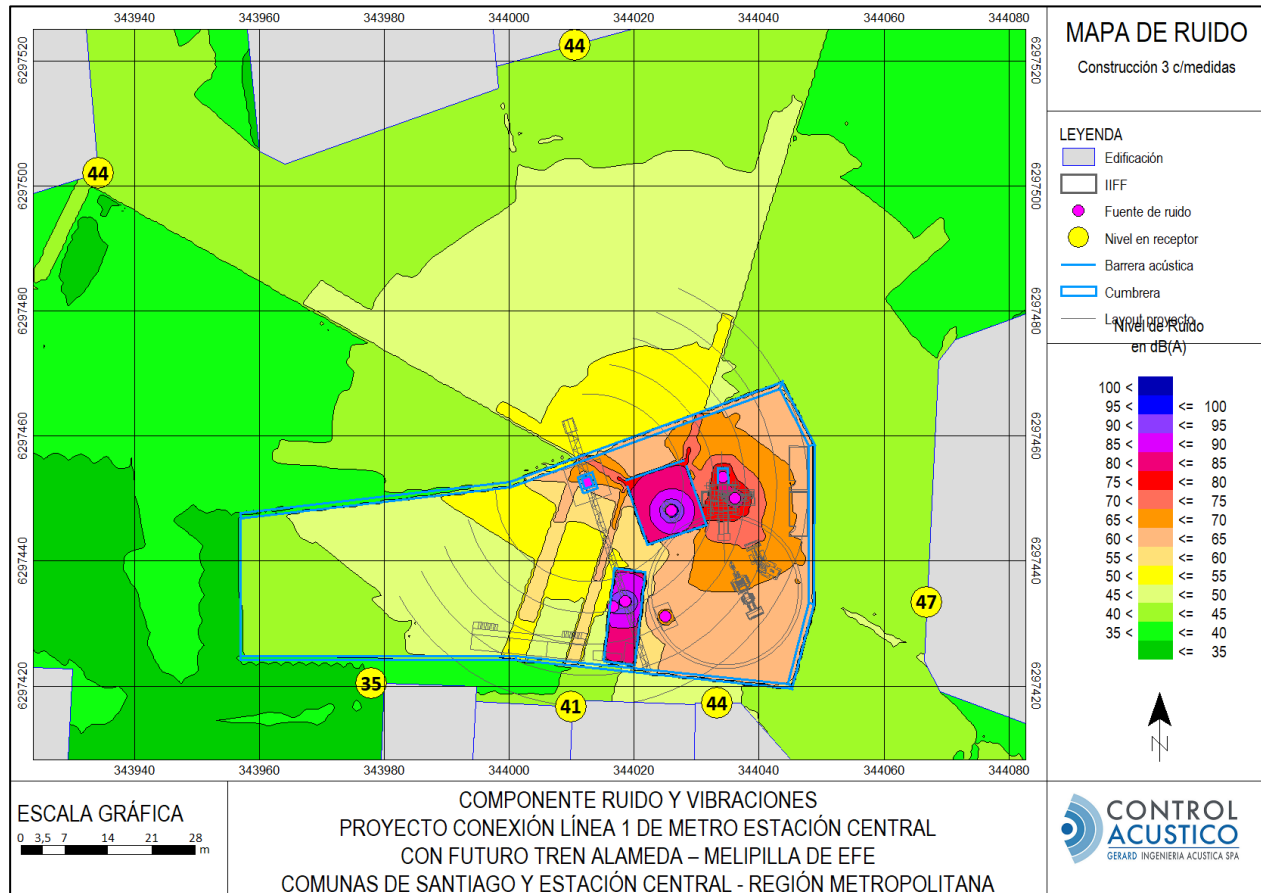
Según se observa en la Tabla 21, el nivel de presión sonora asociado a la fase de construcción se cumple con el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA en todos los receptores en periodo diurno. Por otro lado, supera preliminarmente el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo nocturno en hasta 13 [dB], por lo que se deben implementar medidas.

Estas **medidas adicionales** corresponden a:

1. Aumentar la altura de la barrera perimetral hacia el sur, oriente y norte de la faena hasta una altura de 6 [m] e incorporar una inclinación superior (cumbreira) de 2,4 [m] de largo instalada a 45° del eje del borde hacia el sur y de 1,2 [m] hacia el oriente y norte. En su defecto, sin cumbreira la barrera debe tener una altura de 10 [m].
2. Semiencierro acústico (ver acápite 6.3.1) en el cargador frontal. La cara que da hacia los receptores 4 y 5 debe ser absorbente por ambas caras.
3. Encierro acústico (ver acápite 6.3.1) adicional en el motor de la grúa torre. Como alternativa la grúa podría no operar en periodo nocturno.

En la Figura 31 y Tabla 22 se presentan los niveles proyectados y la evaluación para la fase de construcción del Proyecto, considerando estas **medidas adicionales**.

Figura 31. Mapa de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de construcción. Escenario 3.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Evaluación de cumplimiento. Fase de construcción. Escenario 3

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	1	35	60	Cumple	45	Cumple
2	1	39	60	Cumple	45	Cumple
2	2	41	60	Cumple	45	Cumple
3	1	44	60	Cumple	45	Cumple
3	2	44	60	Cumple	45	Cumple
4	1	42	65	Cumple	50	Cumple
4	2	44	65	Cumple	50	Cumple
4	3	47	65	Cumple	50	Cumple
5	1	42	65	Cumple	50	Cumple
5	2	43	65	Cumple	50	Cumple
5	3	44	65	Cumple	50	Cumple
6	1	42	60	Cumple	45	Cumple
6	2	42	60	Cumple	45	Cumple
6	3	43	60	Cumple	45	Cumple
6	4	43	60	Cumple	45	Cumple
6	5	44	60	Cumple	45	Cumple

Fuente: Elaboración propia

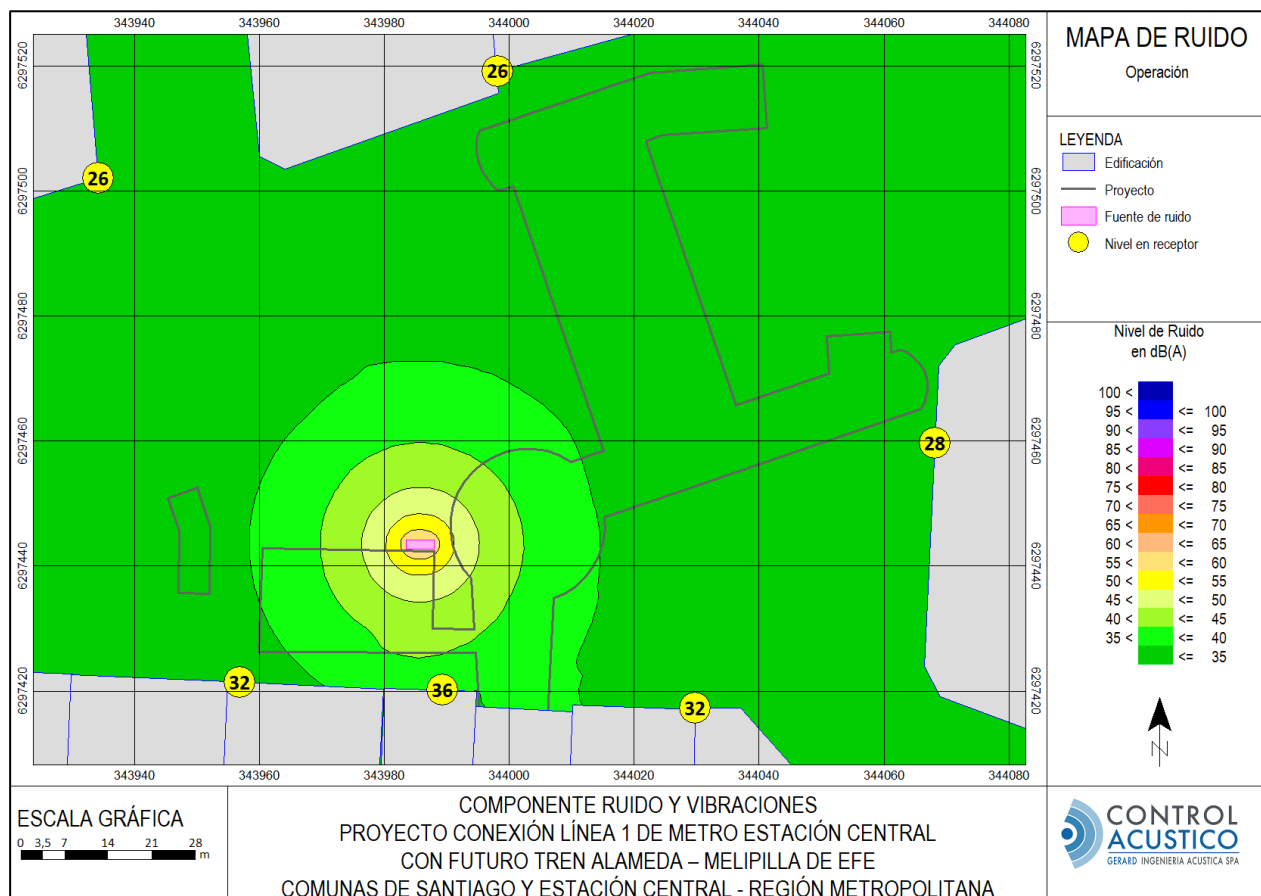
Según se observa en la Tabla 22, el nivel de presión sonora asociado a la fase de operación no supera el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo diurno y nocturno.

7.2.2 Ruido de Operación

Se presentan a continuación, los resultados obtenidos a partir del modelo predictivo de ruido del Proyecto para la fase de operación, en conjunto con la evaluación de cumplimiento. Los resultados se entregan mediante mapas de propagación sonora, cuya coloración está referida a una altura de 1,5 [m] del suelo, y valores tabulados.

En la Figura 32 y Tabla 23 se presentan los niveles proyectados y la evaluación para la fase de operación del Proyecto para el periodo diurno.

Figura 32. Mapa de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de operación. Periodo diurno.



Fuente: Elaboración propia

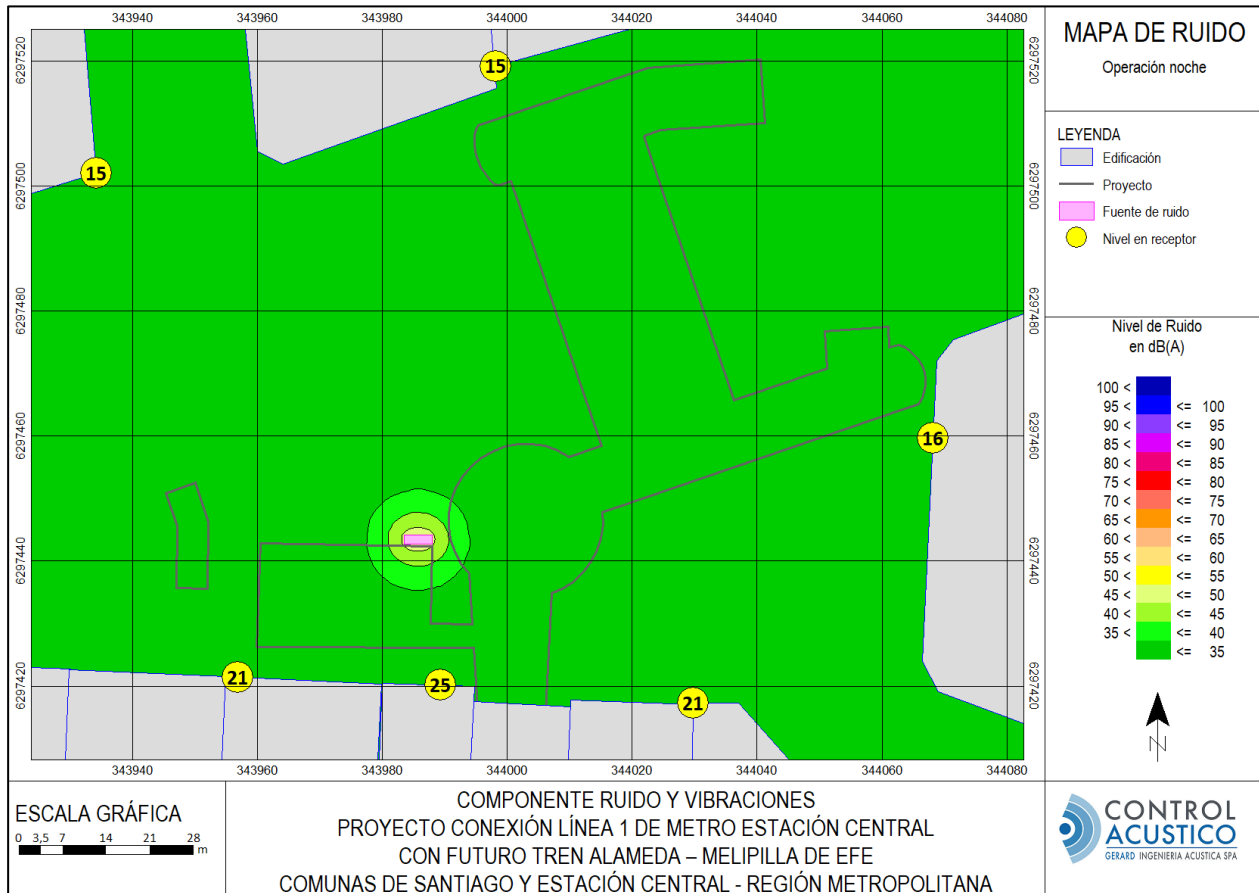
Tabla 23: Evaluación de cumplimiento. Fase de operación. Periodo Diurno

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación diurna
1	1	32	60	Cumple
2	1	36	60	Cumple
2	2	36	60	Cumple
3	1	32	60	Cumple
3	2	32	60	Cumple
4	1	28	65	Cumple
4	2	27	65	Cumple
4	3	27	65	Cumple
5	1	18	65	Cumple
5	2	18	65	Cumple
5	3	26	65	Cumple
6	1	26	60	Cumple
6	2	26	60	Cumple
6	3	25	60	Cumple
6	4	25	60	Cumple
6	5	25	60	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 23, el nivel de presión sonora asociado a la fase de operación no supera el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo diurno, con una holgura mínima de 24 [dB] respecto al límite.

En la Figura 33 y Tabla 24 se presentan los niveles proyectados y la evaluación para la fase de operación del Proyecto para el periodo nocturno.

Figura 33. Mapa de propagación sonora en [dB(A)]. Fase de operación. Periodo nocturno.


Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Evaluación de cumplimiento. Fase de operación. Periodo Nocturno

Receptor	Piso	Nivel de ruido proyectado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación diurna
1	1	21	45	Cumple
2	1	25	45	Cumple
2	2	25	45	Cumple
3	1	21	45	Cumple
3	2	21	45	Cumple
4	1	16	50	Cumple
4	2	16	50	Cumple
4	3	16	50	Cumple
5	1	7	50	Cumple
5	2	6	50	Cumple
5	3	15	50	Cumple
6	1	15	45	Cumple
6	2	14	45	Cumple
6	3	14	45	Cumple
6	4	14	45	Cumple
6	5	14	45	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 24, el nivel de presión sonora asociado a la fase de operación no supera el máximo permitido según el D. S. N° 38/2011 del MMA para el periodo nocturno, con una holgura mínima de 20 [dB] respecto al límite.

7.2.3 Vibraciones

Se presentan a continuación, los resultados preliminares obtenidos a partir del modelo predictivo de vibraciones del Proyecto, en conjunto con la evaluación de cumplimiento. Los resultados se entregan mediante valores tabulados.

La distancia considerada en el cálculo corresponde a la presentada en la Figura 1, y Tabla 25.

Tabla 25: Proyección preliminar de LV y PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada

Punto	Faena o maquinaria más cercana	Distancia [m]	Distancia [ft]*	PPV proyectado [in/s]	Lv proyectado [VdB]*
1	Retroexcavadora	46	151	< 0,01	64
2	Retroexcavadora	19	62	0,02	75
3	Retroexcavadora	5	16	0,17	93
4	Retroexcavadora	20	66	0,02	74
5	Retroexcavadora	76	249	< 0,01	57
6	Retroexcavadora	108	354	< 0,01	52
* Valor aproximado al entero más cercano.					

Fuente: Elaboración propia

Criterio de daño

Tabla 26: Evaluación preliminar de cumplimiento. Criterio de daño

Punto	PPV proyectado [in/s]	PPV Máximo permitido [in/s]	Observación
1	< 0,01	0,2	Cumple
2	0,02	0,2	Cumple
3	0,17	0,2	Cumple
4	0,02	0,2	Cumple
5	< 0,01	0,2	Cumple
6	< 0,01	0,2	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Criterio de molestia

Tabla 27: Evaluación preliminar de cumplimiento. Criterio de molestia

Punto	L _v proyectado [VdB]	L _v Máximo permitido [VdB]	Observación
1	64	75	Cumple
2	75	75	Cumple
3	93	75	No Cumple
4	74	75	Cumple
5	57	75	Cumple
6	52	75	Cumple

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las tablas anteriores se puede evidenciar la superación preliminar para el criterio de molestia en el receptor 3, por lo que se debe implementar la **medida adicional** presentada en el apartado 6.3.2. Considerando esta medida, los resultados son los siguientes.

Tabla 28: Proyección de LV y PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada

Punto	Faena o maquinaria más cercana	Distancia [m]	Distancia [ft]*	PPV proyectado [in/s]	L _v proyectado [VdB]*
1	Retroexcavadora con ruedas de goma	46	151	< 0,01	48

Punto	Faena o maquinaria más cercana	Distancia [m]	Distancia [ft]*	PPV proyectado [in/s]	Lv proyectado [VdB]*
2	Retroexcavadora con ruedas de goma	19	62	< 0,01	59
3	Retroexcavadora con ruedas de goma	5	16	0,01	77
4	Retroexcavadora con ruedas de goma	20	66	< 0,01	59
5	Retroexcavadora con ruedas de goma	76	249	< 0,01	41
6	Retroexcavadora con ruedas de goma	108	354	< 0,01	37

* Valor aproximado al entero más cercano.
** Considera el buffer de seguridad descrito en el acápite 6.3.2.

Fuente: Elaboración propia

Criterio de daño

Tabla 29: Evaluación de cumplimiento. Criterio de daño

Punto	PPV proyectado [in/s]	PPV Máximo permitido [in/s]	Observación
1	< 0,01	0,2	Cumple
2	< 0,01	0,2	Cumple
3	0,01	0,2	Cumple
4	< 0,01	0,2	Cumple
5	< 0,01	0,2	Cumple
6	< 0,01	0,2	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Criterio de molestia

Tabla 30: Evaluación de cumplimiento. Criterio de molestia

Punto	Lv proyectado [VdB]	Lv Máximo permitido [VdB]	Observación
1	48	75	Cumple
2	59	75	Cumple

Punto	L _v proyectado [VdB]	L _v Máximo permitido [VdB]	Observación
3	77	75	No Cumple
4	59	75	Cumple
5	41	75	Cumple
6	37	75	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Debido a que al incorporar la medida de control de reemplazo de maquinaria de orugas por retroexcavadora de neumáticos se proyecta incumplimiento en el receptor 3 para la evaluación del criterio de molestia, se especifica el uso de mini excavadora o bobcat hasta alcanzar la distancia segura para uso de excavadora de neumáticos, definida en 5.8 m para uso institucional. A distancias inferiores a las indicadas, el uso de mini excavadora permite actividades a 2.6 m cumpliendo con el máximo permitido de molestia.

Criterio de molestia**Tabla 31: Evaluación de cumplimiento. Criterio de molestia**

Punto	L _v proyectado [VdB]	L _v Máximo permitido [VdB]	Observación
3	64	75	Cumple

De acuerdo con las tablas anteriores se puede evidenciar la no superación para el criterio de daño y de molestia.

8 CONCLUSIONES

El presente informe entrega las proyecciones de ruido y vibraciones en sectores sensibles cercanos al emplazamiento del proyecto “*Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE*”, el cual se ubicará en la comuna de Estación Central, Región Metropolitana, obteniéndose seis receptores que caracterizan dichos sectores sensibles.

Los potenciales receptores se determinaron por su cercanía con el área del Proyecto, de manera de representar los más expuestos a las futuras emisiones provenientes de éste, entre los cuales se seleccionaron recintos que presentarán un habitual tránsito de personas.

Para el análisis acústico del Proyecto se utilizó un modelo de ruido asistido por el software SoundPLAN v9.1, el cual permitió estimar el nivel de ruido generado por la fase de construcción y operación del Proyecto. Los niveles de presión sonora obtenidos en receptores humanos fueron evaluados de acuerdo con el máximo permitido por el D.S. N° 38/2011 del MMA.

Se verificó el cumplimiento normativo para la fase de construcción y operación del Proyecto en periodo diurno y nocturno, considerando como **medidas de control** para la fase de construcción mejoras a la pantalla acústica perimetral, encierro adicional en el motor de la grúa torre, un semiencierro en el cargador frontal, no operar con la excavadora en periodo nocturno en superficie, entre otras.

Se calculó el nivel de las emisiones vibratorias asociadas al Proyecto, considerando las características de la maquinaria involucrada. Este análisis permitió comprobar el cumplimiento de los umbrales de referencia indicados en el estándar estadounidense de la FTA: “Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual” tanto para el criterio de molestia en las personas como daño en estructuras, considerando el reemplazo de excavadora de orugas por máquina de neumáticos y el uso de miniexcavadora para los receptores más expuestos.

En virtud de todo lo anteriormente señalado, se asume que el Proyecto no generará un impacto acústico y/o vibratorio negativo en los receptores cercanos al emplazamiento de éste.

MATÍAS DURÁN FARÍAS

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 INSTRUMENTAL UTILIZADO

- 01 Sonómetro marca RION, modelo NL-22, Clase 2 según IEC 61672-3:2013.
- 01 Calibrador de niveles sonoros marca RION, modelo NC-75, Clase 1 según IEC 60942-1:2017.
- 01 Analizador en tiempo real marca AVA TRACE, modelo M80.
- 01 Cámara fotográfica digital marca Canon, modelo Powershot Elph 160.
- 01 Termo anemómetro marca Extech modelo 41158.
- 01 GPS (Global Positioning System) marca Garmin, modelo Legend H.

10 BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- IEC 61672-3:2013, *Electroacoustic – Sound Level Meters – Part 3: Periodic tests*.
- IEC 60942-1:2017, *Electroacoustic – Sound Calibrators*.
- *Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA*, del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2019.
- Decreto N°38/2011 del MMA: *Establece Norma de Ruido generados para fuentes que indica*, elaborada a partir de la revisión del Decreto N°146, de 1997, Ministerio Secretaría General de la República.
- Resolución N°491 exenta “*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.
- U.S. Federal Transit Administration Report, *Transit Noise and Vibration Impact Assessment*, Edición Septiembre de 2018.

11 PROFESIONALES PARTICIPANTES

LISTADO DE PROFESIONALES	
Jefe de Proyecto	Matías Durán Farías
Gerente de Proyectos	Claudio Salas Castro
Gerente Técnico	Max Glisser Donoso
Asistente de Proyecto	Paolo Abril Donoso

12 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**: Actividad productiva, comercial, de esparcimiento y de servicios, faenas constructivas y elementos de infraestructura que generen emisiones de ruido hacia la comunidad (según D.S. N°38/2011 del MMA).
- d) **Nivel de Presión Sonora (NPS o L_p)**: Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

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

Dónde:

P_1 : Valor efectivo de la presión medida

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

- e) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq})**: 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.
- f) **Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{máx})**: Es el NPS más alto registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- g) **Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{mín})**: Es el NPS más bajo registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.

- h) **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, según corresponda.
- i) **Receptor:** Toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en 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 (según D.S. N°38/2011 del MMA).
- j) **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.
- k) **Vibraciones:** Perturbación que provoca la oscilación de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.
- l) **Acelerómetro:** Dispositivo que convierte los efectos del movimiento mecánico en una señal eléctrica, la cual es proporcional al valor de aceleración del movimiento.
- m) **Analizador de Frecuencia:** Equipo de medición acústica que permite analizar los componentes en frecuencia de un sonido.
- n) **Velocidad eficaz o RMS:** Valor cuadrático medio (RMS) de velocidad de la onda de vibración.
- o) **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.
- p) **Bandas de tercio de Octava:** Intervalo entre dos tonos cuya relación es de un tercio de la octava, (21/3 o 1,259).
- q) **Nivel de Velocidad (Lv):** Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

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

Dónde:

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

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

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

APÉNDICE I

FICHAS DE MEDICIÓN

FICHA DE GEORREFERENCIACIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 1

Proyecto	Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE	
Operador Terreno	Paolo Abril Donoso	
Ubicación	Galpón Monumento Histórico Estación Central ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	
Punto	1	
Uso efectivo	Monumento Histórico	
Zonificación D.S N° 38/2011	Zona II	
Coordenadas UTM	Datum: WGS84	Huso: 19H
	Este	Norte
	343.954	6.297.424

VISTA AMPLIADA DE PUNTO DE MEDICIÓN.



FICHA DE MEDICIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 1

Antecedentes de medición						
Periodo de Medición	Diurno			Nocturno		
Fecha	27-10-2025			27-10-2025		
Horario	9:15			23:13		
Condiciones Meteorológicas						
Velocidad viento [m/s]	0,1			0,1		
Temperatura [°C]	16,0			17,0		
Humedad relativa [%]	40,0			56,0		
	Ruido					
NPS _{eq} 5 / 10 / 15 min [dB(A)]	65,2	65,2	-	63,8	63,9	-
NPS _{min} /NPS _{máx} [dB(A)]	59,3	76,6		60,9	67,2	
	Vibraciones					
VVP [mm/s]	4,1E-04			2,8E-04		
Lv [VdB]	52,5			50,2		
Observación durante las mediciones						
Fuentes principales	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario, pileta, música de Estación.			Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.		

FOTOGRAFÍA DE UBICACIÓN



FICHA DE GEORREFERENCIACIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 2

Proyecto	Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE	
Operador Terreno	Paolo Abril Donoso	
Ubicación	Edificio de Estación Central de Juan Maestro y KFC de 2 pisos ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins	
Punto	2	
Uso efectivo	Comercial	
Zonificación D.S N° 38/2011	Zona II	
Coordenadas UTM	Datum: WGS84	Huso: 19H
	Este	Norte
	343.986	6.297.422

VISTA AMPLIADA DE PUNTO DE MEDICIÓN.



FICHA DE MEDICIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 2

Antecedentes de medición						
Periodo de Medición	Diurno			Nocturno		
Fecha	27-10-2025			27-10-2025		
Horario	9:37			22:44		
Condiciones Meteorológicas						
Velocidad viento [m/s]	0,1			0,1		
Temperatura [°C]	15,0			18,0		
Humedad relativa [%]	43,0			55,0		
	Ruido					
NPS _{eq} 5 / 10 / 15 min [dB(A)]	62,4	65,0	64,8	60,5	60,0	-
NPS _{min} /NPS _{máx} [dB(A)]	57,0		87,5	55,5		63,5
	Vibraciones					
VVP [mm/s]	9,4E-04			4,9E-04		
Lv [VdB]	59,3			54,4		
Observación durante las mediciones						
Fuentes principales	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo Higgins, ruido comunitario, pileta.			Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.		

FOTOGRAFÍA DE UBICACIÓN



FICHA DE GEORREFERENCIACIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 3

Proyecto	Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE	
Operador Terreno	Paolo Abril Donoso	
Ubicación	McDonald's de 2 pisos ubicada en Av. Libertador Bernardo O'Higgins	
Punto	3	
Uso efectivo	Comercial	
Zonificación D.S N° 38/2011	Zona II	
Coordenadas UTM	Datum: WGS84	Huso: 19H
	Este	Norte
	344.032	6.297.420

VISTA AMPLIADA DE PUNTO DE MEDICIÓN.



FICHA DE MEDICIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 3

Antecedentes de medición						
Periodo de Medición	Diurno			Nocturno		
Fecha	27-10-2025			27-10-2025		
Horario	9:57			22:57		
Condiciones Meteorológicas						
Velocidad viento [m/s]	0,1			0,0		
Temperatura [°C]	16,0			19,0		
Humedad relativa [%]	45,0			56,0		
Ruido						
NPS _{eq} 5 / 10 / 15 min [dB(A)]	69,2	68,9	-	59,3	58,5	-
NPS _{min} /NPS _{máx} [dB(A)]	59,4	76,4		53,1	63,8	
Vibraciones						
VVP [mm/s]	4,5E-04			3,1E-04		
Lv [VdB]	53,0			50,2		
Observación durante las mediciones						
Fuentes principales	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario, ventilador McDonald's.			Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, tránsito vehicular ocasional por calle Exposición, ruido comunitario.		

FOTOGRAFÍA DE UBICACIÓN



FICHA DE GEORREFERENCIACIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 4

Proyecto	Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE	
Operador Terreno	Paolo Abril Donoso	
Ubicación	Local comercial Top Drinks de 3 pisos ubicado en calle Exposición.	
Punto	4	
Uso efectivo	Comercial	
Zonificación D.S N° 38/2011	Zona III	
Coordenadas UTM	Datum: WGS84	Huso: 19H
	Este	Norte
	344.063	6.297.436

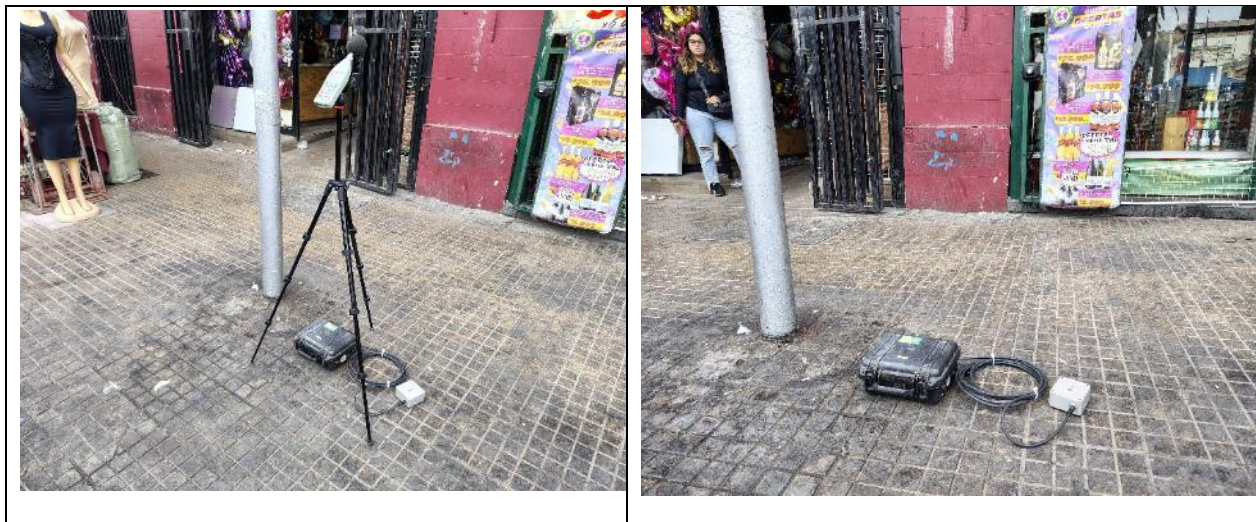
VISTA AMPLIADA DE PUNTO DE MEDICIÓN.



FICHA DE MEDICIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 4

Antecedentes de medición						
Periodo de Medición	Diurno			Nocturno		
Fecha	27-10-2025			27-10-2025		
Horario	10:21			22:27		
Condiciones Meteorológicas						
Velocidad viento [m/s]	0,1			0,1		
Temperatura [°C]	16,0			20,0		
Humedad relativa [%]	44,0			57,0		
Ruido						
NPS _{eq} 5 / 10 / 15 min [dB(A)]	70,2	69,4	-	65,3	65,1	-
NPS _{min} /NPS _{máx} [dB(A)]	61,1	81,2	55,9	70,8		
Vibraciones						
VVP [mm/s]	4,6E-04			2,1E-04		
Lv [VdB]	53,3			45,6		
Observación durante las mediciones						
Fuentes principales	Ruido comunitario, parlante en local comercial, tránsito vehicular por calle Exposición, tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins.			Tránsito vehicular por calle Exposición, tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins.		

FOTOGRAFÍA DE UBICACIÓN



FICHA DE GEORREFERENCIACIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 5

Proyecto	Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE	
Operador Terreno	Paolo Abril Donoso	
Ubicación	Edificio de Banco de Chile de 3 pisos ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	
Punto	5	
Uso efectivo	Comercial	
Zonificación D.S N° 38/2011	Zona III	
Coordenadas UTM	Datum: WGS84	Huso: 19H
	Este	Norte
	344.002	6.297.513

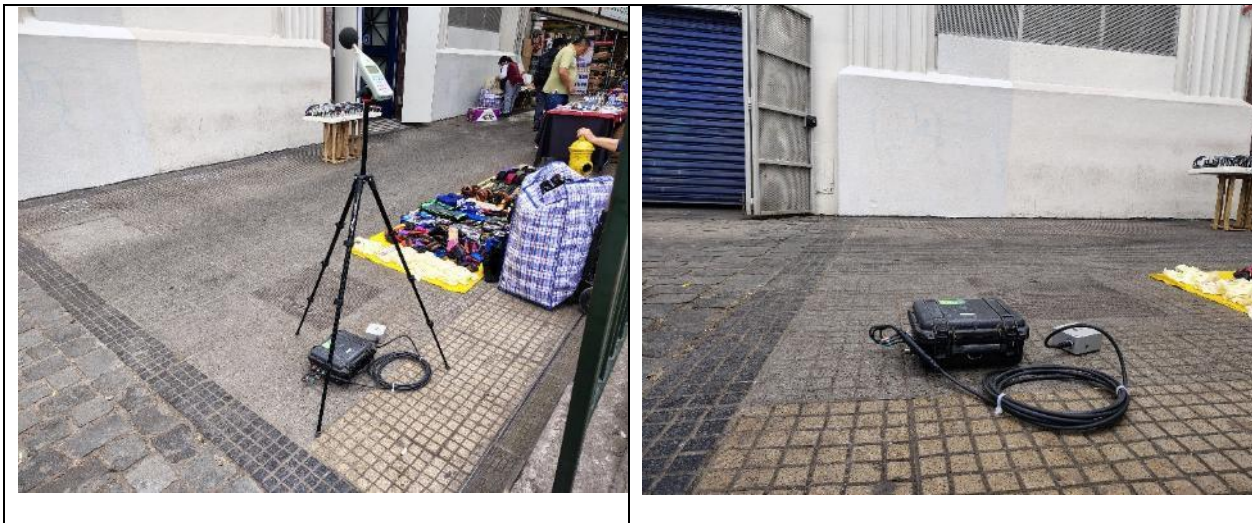
VISTA AMPLIADA DE PUNTO DE MEDICIÓN.



FICHA DE MEDICIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 5

Antecedentes de medición						
Periodo de Medición	Diurno			Nocturno		
Fecha	27-10-2025			27-10-2025		
Horario	10:45			22:00		
Condiciones Meteorológicas						
Velocidad viento [m/s]	0,0			0,0		
Temperatura [°C]	16,0			21,0		
Humedad relativa [%]	44,0			55,0		
	Ruido					
NPS _{eq} 5 / 10 / 15 min [dB(A)]	70,8	70,1	-	70,7	69,1	-
NPS _{mín} /NPS _{máx} [dB(A)]	59,7	78,5		54,3	75,2	
	Vibraciones					
VVP [mm/s]	4,8E-04			2,1E-04		
Lv [VdB]	51,6			45,4		
Observación durante las mediciones						
Fuentes principales	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.			Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.		

FOTOGRAFÍA DE UBICACIÓN



FICHA DE GEORREFERENCIACIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 6

Proyecto	Conexión Línea 1 de Metro Estación Central con Futuro Tren Alameda – Melipilla de EFE	
Operador Terreno	Paolo Abril Donoso	
Ubicación	Edificio de 5 pisos ubicado en Av. Libertador Bernardo O'Higgins.	
Punto	6	
Uso efectivo	Comercial	
Zonificación D.S N° 38/2011	Zona II	
Coordenadas UTM	Datum: WGS84	Huso: 19H
	Este	Norte
	343.907	6.297.484

VISTA AMPLIADA DE PUNTO DE MEDICIÓN.



FICHA DE MEDICIÓN PUNTO DE MEDICIÓN 6

Antecedentes de medición						
Periodo de Medición	Diurno			Nocturno		
Fecha	27-10-2025			27-10-2025		
Horario	11:09			21:46		
Condiciones Meteorológicas						
Velocidad viento [m/s]	punto6diurnovelocidad			0,1		
Temperatura [°C]	17,0			20,0		
Humedad relativa [%]	46,0			56,0		
	Ruido					
NPS _{eq} 5 / 10 / 15 min [dB(A)]	68,5	68,8	-	67,0	67,2	-
NPS _{mín} /NPS _{máx} [dB(A)]	56,7	76,9		56,7	75,4	
	Vibraciones					
VVP [mm/s]	1,0E-03			4,4E-04		
Lv [VdB]	60,6			53,9		
Observación durante las mediciones						
Fuentes principales	Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.			Tránsito vehicular por Av. Libertador Bernardo O'Higgins, ruido comunitario.		

FOTOGRAFÍA DE UBICACIÓN



APÉNDICE II

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN⁵

⁵ Los certificados de calibración tienen vigencia de 2 años según el D.S. N° 38/2011 del MMA.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SONÓMETRO RION NL-22**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
Código: SON20240015
LCA – Laboratorio de Calibración Acústica.

Página 1 de 7 páginas

DATOS DEL SONÓMETRO

FABRICANTE SONÓMETRO : RION

MODELO SONÓMETRO : NL-22

NÚMERO SERIE SONÓMETRO : 01110121

MARCA MICRÓFONO : RION

MODELO MICRÓFONO : UC-52

NÚMERO SERIE MICRÓFONO : 94825

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE : GERARD INGENIERÍA ACÚSTICA SPA.

DIRECCIÓN : VILLASECA 21 OF. 1105, ÑUÑO A, SANTIAGO, REGIÓN METROPOLITANA

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACÚSTICA ISP

FECHA RECEPCIÓN : 21/02/2024

FECHA CALIBRACIÓN : 23/02/2024

FECHA EMISIÓN INFORME : 23/02/2024

Mauricio Sánchez Valenzuela
Encargado Laboratorio de Calibración Acústica



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 de Calibración Acústica del Instituto de Salud Pública de Chile, que lo expide.

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

Código: SON20240015

Página 2 de 7 páginas

- **CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDIDA:**
T = 21.9 °C P = 95.1 kPa H.R. = 56.4 %
- **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 2.
- **INCERTIDUMBRE**
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%.

• **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	POSITIVO
	Ponderación frecuencial Z	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)		POSITIVO
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.

• **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.

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	Nº SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	CALIBRADO POR
Generador de funciones	STANDFORD	DS360	88431	20-JG-CA-06800	DTS
Generador Multifrecuencia	BRUEL & KJAER	4226	2692339	20L-AC-20652F01	LACAINAC
Módulo de presión Barométrica	ALMEMO	FDA612-SA	09040332	P01428 D-K-15211-01-00	ENAER
Termohigrómetro	AHLBORN	Almemo 2490	H09050234	H00393	ENAER
		FHA646-E1	09070450		

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

Código: SON20240015

Página 3 de 7 páginas

INDICACIÓN A LA FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (dB)	Ajustado	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
94.01	1000	0	0.1	NO	93.89	93.91	-0.02	0.20	1.4	-1.4

RUIDO INTRÍNSECO

Dispositivo de Entrada Eléctrica

Ponderación Frecuencial	Nivel Leído (dB)	U (dB)	Especificación Fabricante (dB)
A	18.30	0.058	22.00
C	21.20	0.058	27.00

PONDERACIÓN FRECUENCIAL ACÚSTICA

Ponderación Frecuencial C

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
94.05	63	-0.8	0	93.39	93.13	0.26	0.23	2.5	-2.5
94.02	125	-0.2	0	93.89	93.70	0.19	0.23	2	-2
93.99	250	0	0	93.99	93.87	0.12	0.23	1.9	-1.9
93.98	500	0	0	93.89	93.86	0.03	0.23	1.9	-1.9
94.01	1000	0	0.1	93.79	-	-	-	-	-
93.99	2000	-0.2	0.6	93.49	93.07	0.42	0.23	2.6	-2.6
93.93	4000	-0.8	1	91.99	92.01	-0.02	0.23	3.6	-3.6
94.08	8000	-3	3.9	87.09	87.06	0.03	0.23	5.6	-5.6

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metrología aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.

Código: SON20240015

Página 4 de 7 páginas

PONDERACIÓN FRECUENCIAL

Ponderación Frecuencial A

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (eléctrica) (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
101.20	63	-26.2	0	74.80	75.00	-0.20	0.18	2.5	-2.5
91.10	125	-16.1	0	74.90	75.00	-0.10	0.18	2	-2
83.60	250	-8.6	0	74.90	75.00	-0.10	0.18	1.9	-1.9
78.20	500	-3.2	0	74.90	75.00	-0.10	0.18	1.9	-1.9
75.00	1000	0	0	75.00	-	-	-	-	-
73.80	2000	1.2	0	75.00	75.00	0.00	0.18	2.6	-2.6
74.00	4000	1	0	75.10	75.00	0.10	0.18	3.6	-3.6
76.10	8000	-1.1	0	75.00	75.00	0.00	0.18	5.6	-5.6

Ponderación Frecuencial C

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (eléctrica) (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
75.80	63	-0.8	0	74.90	75.00	-0.10	0.18	2.5	-2.5
75.20	125	-0.2	0	75.00	75.00	0.00	0.18	2	-2
75.00	250	0	0	74.90	75.00	-0.10	0.18	1.9	-1.9
75.00	500	0	0	75.00	75.00	0.00	0.18	1.9	-1.9
75.00	1000	0	0	75.00	-	-	-	-	-
75.20	2000	-0.2	0	75.00	75.00	0.00	0.18	2.6	-2.6
75.80	4000	-0.8	0	75.10	75.00	0.10	0.18	3.6	-3.6
78.00	8000	-3	0	75.00	75.00	0.00	0.18	5.6	-5.6

Ponderación Frecuencial Lineal

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (eléctrica) (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
75.00	63	0	0	74.90	75.00	-0.10	0.18	2.5	-2.5
75.00	125	0	0	74.90	75.00	-0.10	0.18	2	-2
75.00	250	0	0	75.00	75.00	0.00	0.18	1.9	-1.9
75.00	500	0	0	75.00	75.00	0.00	0.18	1.9	-1.9
75.00	1000	0	0	75.00	-	-	-	-	-
75.00	2000	0	0	75.00	75.00	0.00	0.18	2.6	-2.6
75.00	4000	0	0	75.10	75.00	0.10	0.18	3.6	-3.6
75.00	8000	0	0	75.00	75.00	0.00	0.18	5.6	-5.6

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metroológica aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.

Código: SON20240015

Página 5 de 7 páginas

LINEALIDAD

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
126.10	8000	OVERLOAD	125.00	-	-	1.4	-1.4
125.10	8000	124.00	124.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
124.10	8000	123.00	123.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
123.10	8000	122.00	122.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
122.10	8000	121.00	121.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
121.10	8000	120.00	120.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
120.10	8000	119.00	119.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
119.10	8000	118.00	118.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
118.10	8000	117.00	117.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
117.10	8000	116.00	116.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
116.10	8000	115.00	115.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
115.10	8000	114.00	114.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
110.10	8000	109.00	109.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
105.10	8000	104.00	104.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
100.10	8000	99.00	99.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
95.10	8000	94.00	-	-	-	-	-
90.10	8000	89.00	89.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
85.10	8000	84.00	84.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
80.10	8000	79.00	79.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
75.10	8000	74.00	74.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
70.10	8000	69.00	69.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
65.10	8000	64.00	64.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
60.10	8000	59.00	59.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
55.10	8000	54.00	54.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
50.10	8000	49.00	49.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
45.10	8000	44.00	44.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
40.10	8000	39.00	39.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
39.10	8000	38.00	38.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
38.10	8000	37.00	37.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
37.10	8000	36.00	36.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
36.10	8000	35.00	35.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
35.10	8000	34.00	34.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
34.10	8000	33.00	33.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
33.10	8000	32.00	32.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
32.10	8000	31.00	31.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
31.10	8000	30.00	30.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
30.10	8000	29.00	29.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
29.10	8000	28.00	28.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
28.10	8000	UNDER-RANGE	27.00	-	-	1.4	-1.4

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metroológica aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.

Código: SON20240015

Página 6 de 7 páginas

LINEALIDAD SELECTOR MARGENES DE NIVEL

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Rango	Rango (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
94.00	1000	Ref	30 - 120	94.00	-	-	-	-	-
104.00	1000	R1	40 - 130	104.00	104.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
125.00	1000	R1	40 - 130	125.00	125.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
84.00	1000	R2	20 - 110	84.10	84.00	0.10	0.14	1.4	-1.4
105.00	1000	R2	20 - 110	105.10	105.10	0.00	0.14	1.4	-1.4
74.00	1000	R3	20 - 100	74.00	74.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
95.00	1000	R3	20 - 100	95.00	95.00	0.00	0.14	1.4	-1.4
64.00	1000	R4	20 - 90	64.10	64.00	0.10	0.14	1.4	-1.4
85.00	1000	R4	20 - 90	85.10	85.10	0.00	0.14	1.4	-1.4
54.00	1000	R5	20 - 80	54.10	54.00	0.10	0.14	1.4	-1.4
75.00	1000	R5	20 - 80	75.10	75.10	0.00	0.14	1.4	-1.4

DIFERENCIA DE INDICACIÓN

Ponderaciones Temporales

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Temporal	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
94.00	1000	NPS Fast	94.00	-	-	-	-	-
94.00	1000	NPS Slow	94.00	94.00	0.00	0.082	0.3	-0.3
94.00	1000	Leq	94.00	94.00	0.00	0.082	0.3	-0.3

Ponderaciones Frecuenciales

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
94.00	1000	A	94.00	-	-	-	-	-
94.00	1000	C	94.00	94.00	0.00	0.082	0.4	-0.4
94.00	1000	Lineal	94.00	94.00	0.00	0.082	0.4	-0.4

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metrología aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.

Código: SON20240015

Página 7 de 7 páginas

RESPUESTA A TREN DE ONDAS

Ponderación temporal Fast

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Duración (ms)	t_exp (s)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
116.00	4000.00	-	-	116.10	-	-	-	-	-
116.00	4000.00	200	0.125	115.10	115.12	-0.02	0.082	1.3	-1.3
116.00	4000.00	2	0.125	98.10	98.11	-0.01	0.082	1.3	-2.8
116.00	4000.00	0.25	0.125	89.00	89.11	-0.11	0.082	1.8	-5.3

Ponderación temporal Slow

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Duración (ms)	t_exp (s)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
116.00	4000.00	-	-	116.10	-	-	-	-	-
116.00	4000.00	200	1	108.60	108.68	-0.08	0.082	1.3	-1.3
116.00	4000.00	2	1	89.00	89.11	-0.11	0.082	1.3	-5.3

Nivel promediado en el tiempo

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Duración (ms)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
116.00	4000.00	-	116.10	-	-	-	-	-
116.00	4000.00	200	109.11	109.11	0.00	0.082	1.3	-1.3
116.00	4000.00	2	89.07	89.11	-0.04	0.082	1.3	-2.8
116.00	4000.00	0.25	79.97	80.08	-0.11	0.082	1.8	-5.3

NIVEL DE SONIDO CON PONDERACIÓN C DE PICO

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Número de Ciclos	L _{peak} -L _c	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
136.00	8000	-	-	132.90	-	-	-	-	-
133.00	500	-	-	133.00	-	-	-	-	-
136.00	8000	Uno	3.4	135.30	136.30	-1.00	0.082	3.4	-3.4
133.00	500	Semiciclo positivo	2.4	135.10	135.40	-0.30	0.082	2.4	-2.4
133.00	500	Semiciclo negativo	2.4	135.10	135.40	-0.30	0.082	2.4	-2.4

INDICACIÓN DE SOBRECARGA

Margen Superior (dB)	Frecuencia (Hz)	Señal de Entrada	Nivel Sobrecarga (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
130	4000	Semiciclo positivo	140.20	-	-	-	-	-
130	4000	Semiciclo negativo	140.10	140.20	-0.10	0.14	1.8	-1.8

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metroológica aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRADOR ACÚSTICO RION NC-75

CALIBRATION CERTIFICATE

 **RION CO., LTD.**

Quality Assurance Dept.

3-20-41 Higashimotomachi, Kokubunji, Tokyo 185-8533, Japan

Certificate number: 4 KNC 0 4 4 7
Issue date: 07/02/2024
(DD/MM/YYYY)**CALIBRATION CERTIFICATE**

Customer name : Sociedad Acoustical S.A.

Product type : SOUND CALIBRATOR

Model name : NC - 7 5

Serial number : 3 5 2 3 5 4 1 7

Calibration date : 07/12/2023 (DD/MM/YYYY)

Ambient condition : Temperature 23 °C Relative Humidity 50 %

We hereby certify that the above product was tested and calibrated according to the prescribed RION procedures, and that it fulfills all requirements of the product specifications.

The measuring equipment and reference devices used for testing and calibrating this unit are managed under the RION traceability system and are traceable according to official Japanese standards and official standards of countries belonging to the International Committee of Weights and Measures.

RION primary standards

Model	Model number	Control number	Cal due date
(Acoustic)			
Condenser microphone	4160	2973341	06/2025
(Electric)			
Digital multimeter	3458A	MY45051584	07/2024
Universal counter	53132A	MY40005574	08/2024
Audio analyzer	VA-2230A	11076061	08/2024

RION working standards

Model	Model number	Control number	Cal due date
(Electric)			
Sound level measuring amplifier	NA-42改	NA-1063	12/2023

J. Kanamura

Manager, Quality Assurance Dept.

3-20-41 Higashimotomachi, Kokubunji, Tokyo 185-8533, Japan

 **RION CO., LTD.**

20171124-2

**JCSS**
JCSS 0197**CALIBRATION CERTIFICATE**

Product : SOUND CALIBRATOR
Type : NC-75
Serial number : 35235417
Manufacturer : RION CO., LTD.
Calibration quantities : Sound pressure level (with reference standard microphone)
Calibration method : Measured by specified secondary standard microphone
according to JCSS calibration procedure specified by RION.
Ambient conditions : Temperature 23.3 °C, Relative humidity 52 %,
Static pressure 100.3 kPa
Calibration date : 1/12/2023 (D/M/YYYY)
Calibration location : 3-20-41 Higashimotomachi, Kokubunji, Tokyo 185-8533, Japan
RION CO., LTD. Calibration Room

We hereby certify that the results of this calibration were as follows.

Issue date : 7/12/2023 (D/M/YYYY)

Junichi Kawamura
Manager
Quality Assurance Section,
Environmental Instrument Division,
RION CO., LTD.
3-20-41 Higashimotomachi, Kokubunji,
Tokyo 185-8533, Japan



This certificate is based on article 144 of the Measurement Law and indicates the result of calibration in accordance with measurement standards traceable to Primary Measurement Standards (National Standards) which realizes the physical units of measurement according to the International System of Units (SI).

The accreditation symbol is attestation of which the result of calibration is traceable to Primary Measurement Standards (National Standards).

The certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of the issuing laboratory.

The calibration laboratory who issued this calibration certificate conforms to ISO/IEC 17025:2017.

This calibration certificate was issued by the calibration laboratory accredited by IA Japan who is a signatory to the Mutual Recognition Arrangement (MRA) of International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) and Asia Pacific Accreditation Cooperation (APAC). This (These) calibration result(s) may be accepted internationally through ILAC/APAC MRA.

CALIBRATION RESULT

1. Sound pressure level (with reference standard microphone)

Measured value	Expanded uncertainty ^{*1}
93.98 dB	0.09 dB

Specified secondary standard microphone:

Type : 4160

Serial number : 2973341

Reference Sound pressure : 2×10^{-5} Pa^{*1} Defines an interval estimated to have a level of confidence of approximately 95 %.Coverage factor $k=2$

Calibration result is the calibration value in ambient conditions during calibration.

BE OUT OF JCSS CALIBRATION

1. Frequency

Measured value	Measurement uncertainty ($k=2$)
1000.0 Hz	2.1×10^{-4} Hz

Working measurement standard universal counter:

Type : 53132A

Serial number : MY40005574

(JCSS Calibration Certificate No. 2308005425270)

2. Total distortion

Measured value
0.2 %

Working measurement standard distortion meter:

Type : VA-2230A

Serial number : 11076061

(A2LA Calibration Certificate No. 1503-03397)

- closing -

CARTA DE ACEPTACIÓN CALIBRADOR RION NC-75**CERTIFICADO DE CONFORMIDAD PARA
INSTRUMENTOS ACÚSTICOS**
Laboratorio de Calibración Acústica

Página 1 de 1 páginas

PROCAL20240002
Fecha: 16-02-2024**I. DATOS DEL INSTRUMENTO.**

1. TIPO INSTRUMENTO: calibrador acústico de terreno
2. MARCA: RION
3. MODELO: NC - 75
4. N° SERIE: 35235417
5. N° CERTIFICADO CALIBRACIÓN: D235532E
6. EMISOR DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: RION CO, LTD.
7. FECHA DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: 01-12-2023

II. PRONUNCIAMIENTO:

Con respecto a la conformidad del calibrador acústico de terreno Certificado de Calibración N° D235532E, asociado al calibrador acústico de terreno, marca RION, modelo NC - 75, N° serie 35235417, junto a los datos antes individualizados en el punto I de este certificado; y sobre el cumplimiento de los requerimientos establecidos para **equipos nuevos** en el Decreto Exento N°542 del 30 de mayo de 2014, del MINSAL, que aprueba la Norma Técnica N°165 "Sobre el Certificado de Calibración Periódica para Sonómetros Integradores-Promediadores y Calibradores Acústicos de Terreno", en el marco de la aplicación del Decreto Supremo N° 38/2011 del MMA, "Norma de Emisión de Ruido Generados por Fuentes que Indica", podemos señalar que dicho certificado CUMPLE con las exigencias especificadas en esa normativa.

El certificado, y en consecuencia esta certificación de conformidad, tienen una **vigencia de 2 años** a partir de la fecha de emisión señalada anteriormente, 01-12-2023.

A partir del 1 de diciembre de 2025, para el equipo antes individualizado comenzará a regir la exigencia señalada en el artículo 9 del Decreto Exento N° 542 que aprueba la Norma Técnica N°165 "Sobre el Certificado de Calibración Periódica para Sonómetros Integradores-Promediadores y Calibradores Acústicos de Terreno", con respecto a la obligatoriedad de realizar la calibración periódica en el Laboratorio de Calibración Acústica del Instituto de Salud Pública de Chile.



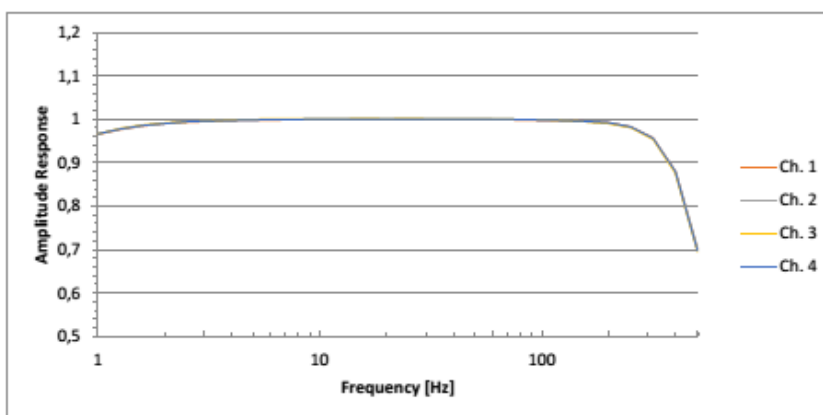
Jefe
SECCIÓN RUIDO Y VIBRACIONES
DEPARTAMENTO SALUD OCUPACIONAL
INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE

Mauricio Sánchez Valenzuela
Jefe Sección Ruido y Vibraciones
Departamento Salud Ocupacional
Instituto de Salud Pública de Chile

CERTIFICADO DE CALIBRACION ANALIZADOR EN TIEMPO REAL AVA TRACE M80

AvaTrace Certificate of Calibration

Model: AvaTrace M80
Serial number: 11199
Date: 2021-06-11 09:05
Calibration result: All Channels passed on all frequencies.



AVA Monitoring AB certifies that, at the time of test, the above product was calibrated in accordance with applicable AVA Monitoring AB procedure. These procedures are designed to assure that the product meets AVA Monitoring's specifications.

The above product should be calibrated at least every second year or according to applicable regulations.

The standards used in this calibration are traceable to national or international measurement standards.

Instrumentation used:

Make	Model	Serial	Cal. cert
National Instruments	USB-6289	1437161	054816-02

Calibration Certified by:



AVA Monitoring AB
Vädersgatan 6 Tel: +46-31-7601240
412 50 Göteborg www.avamonitoring.com

