INFORME AMBIENTAL RUIDO Y VIBRACIÓN

SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA LOCALIDAD DE LICAN RAY

Octubre, 2026.

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 11
2. OBJETIVOS 12
2.1. OBJETIVO GENERAL 12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 13
3.1. CROQUIS DEL PROYECTO 15
3.2. FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO 15
4. NORMATIVAS Y REFERENCIAS TÉCNICAS ASOCIADAS 16
4.1. D.S. Nº40/2012 MMA: REGLAMENTO SEIA 16
4.2. D.S. Nº38/2011 MMA 18
4.3. GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR RUIDO Y VIBRACIÓN EN EL SEIA (SEA, 2019) 19
4.4. GUÍA ÁREAS DE INFLUENCIA EN EL SEIA (SEA, 2026) 19
4.5. GUÍA TÉCNICA FTA "TRANSIT NOISE AND VIBRATION IMPACT ASSESSMENT" (FTA, 2018) 20
4.5.1. Criterio de molestia en seres humanos por vibración 20
4.5.2. Criterio de daño a la edificación por vibración 22
4.6. RUIDO EN FAUNA NATIVA: "CRITERIO DE EVALUACIÓN EN EL SEIA: EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR RUIDO SOBRE FAUNA NATIVA" (SEA, 2022) 22
5. MÉTODOS DE PREDICCIÓN 25
5.1. MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE RUIDO 25
5.1.1. Ruido por maquinarias y equipos: Normativa ISO 9613-2:1996 25
5.2. MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE VIBRACIÓN 26
5.2.1. Vibración por maquinarias: Guía Técnica FTA 26
6. ESTUDIO DE RUIDO GENERADO POR EL PROYECTO 27
6.1. CONTEXTO DE CONDICIÓN MÁS DESFAVORABLE 27

6.2. NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA POR FASE Y ACTIVIDAD 27
6.2.1. Fase de Construcción 28
6.2.2. Fase de Operación 33
6.3. CONDICIÓN DE MAYOR EMISIÓN DE RUIDO 34
6.4. DETERMINACIÓN DE RECEPTORES SENSIBLES 34
6.4.1. Receptores humanos y homologación de zonas D.S. Nº38/2011 MMA 34
6.4.2. Fauna Nativa y umbrales de afectación por ruido 36
6.5. CAMPAÑA DE MEDICIÓN 40
6.5.1. Metodología 40
6.5.2. Instrumentación y Software 41
6.5.3. Registro Fotográfico de los Puntos de Medición 42
6.5.4. Resultados de ruido de fondo 46
6.6. MEDICIÓN DE RUIDO DE FONDO REPRESENTATIVO Y CARACTERÍSTICO PARA FAUNA NATIVA 48
6.6.1. Metodología 48
6.6.2. Instrumentación 49
6.6.3. Registro fotográfico de los puntos de medición 49
6.6.4. Resultados de ruido de fondo representativo y característico 50
6.7. ÁREA DE INFLUENCIA DE RUIDO EN RECEPTORES HUMANOS (AIRH) 54
6.8. ÁREA DE INFLUENCIA DE RUIDO EN FAUNA NATIVA (AIRF) 57
6.9. PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE RUIDO POR MAQUINARIAS 61
6.9.1. Predicción y evaluación sin medidas de control 63
6.9.2. Medidas de Control de Ruido 77
6.9.3. Niveles Proyectados Con Medidas de Control de Ruido 79
6.10. EVALUACIÓN DEL EFECTO SINÉRGICO ASOCIADO A IMPACTOS POR RUIDO 83
6.10.1. Identificación de proyectos cercanos con RCA vigente 83

6.10.2. Cruce de áreas de influencia 84
6.10.3. Diferencia de Niveles de Ruido 86
6.10.4. Evaluación del efecto sinérgico: Estándar de calidad español: Ley 7/2010 contra la contaminación acústica de Aragón 89
6.11. PLAN DE MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO 93
7. ESTUDIO DE VIBRACIÓN GENERADA POR EL PROYECTO 94
7.1. CONTEXTO DE CONDICIÓN MÁS DESFAVORABLE 94
7.2. MAQUINARIA POR FASE Y FRENTE DE TRABAJO 95
7.2.1. Fase de Construcción 95
7.2.2. Fase de Operación 97
7.3. CONDICIÓN DE MAYOR EMISIÓN DE VIBRACIÓN 97
7.4. CAMPAÑA DE MEDICIÓN 98
7.4.1. Metodología 98
7.4.2. Instrumentación 99
7.4.3. Registro Fotográfico de los Puntos de Medición 99
7.4.4. Resultados de vibración basal 103
7.5. ÁREA DE INFLUENCIA COMPONENTE VIBRACIÓN 106
7.6. DETERMINACIÓN DE RECEPTORES SENSIBLES AL IMPACTO POR VIBRACIÓN 106
7.7. PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE VIBRACIÓN GENERADA POR EL PROYECTO 109
7.7.1. Escenario 1: Fase de construcción 109
7.7.2. Escenario 2: Fase de operación 113
8. CONCLUSIONES GENERALES 116
9. BIBLIOGRAFÍA 118

INDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Cronograma del proyecto.....119
Apéndice 2. Certificado de calibración del sonómetro.....120
Apéndice 3. Certificado de calibración del calibrador.....121
Apéndice 4. Certificado de fábrica del anemómetro.....122
Apéndice 5. Fichas de medición de ruido según R.E. Nº693/2015 SMA.....123
Apéndice 6. Memoria de cálculo: NPS ruido por maquinarias y equipos sin medidas de control....124
Apéndice 7. Memoria de cálculo: Índice de reducción acústica R por bandas de octava, cubierta edificación equipos fase operación.....125
Apéndice 8. Memoria de cálculo: NPS ruido por maquinarias y equipos con medidas de control...126
Apéndice 9. Cálculo PPV rodillo compactador.....127
Apéndice 10. Fichas de medición de vibración basal.....128
Apéndice 11. Certificado de calibración del acelerómetro.....129
Apéndice 12. Memoria de cálculo: Vibración por maquinarias.....130

INDICE DE CARTOGRAFÍAS

Cartografía 3-1. Ubicación general del proyecto. 14
Cartografía 6-1. Receptores sensibles. 39
Cartografía 6-2. Receptores humanos y AIRH. 56
Cartografía 6-3. Sitios relevantes para fauna nativa, AIRF, AEF y AEC aves. 59
Cartografía 6-4. Sitios relevantes para fauna nativa, AIRF, AEFy AEC mamíferos. 60
Cartografía 7-1. Área de influencia y receptores sensibles, componente vibración. 108

INDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Croquis del proyecto. 15
Figura 6-1. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período diurno. 47
Figura 6-2. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período nocturno. 48

Figura 6-3. Espectros de frecuencia en bandas de octava, puntos medición fauna nativa en periodo diurno. 52
Figura 6-4. Espectros de frecuencia en bandas de octava, puntos medición fauna nativa en periodo nocturno. 53
Figura 6-5. Relieve en 3D del escenario de modelación ingresado a Predictor. 62
Figura 6-6. Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 1. 64
Figura 6-7. Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 1. 67
Figura 6-8. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(A), escenario 1. 68
Figura 6-9. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(Z), escenario 1. 69
Figura 6-10. Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 2. 71
Figura 6-11. Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 2. 74
Figura 6-12. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(A), escenario 2. 75
Figura 6-13. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(Z), escenario 2. 76
Figura 6-14. Esquema de la pérdida por inserción de una barrera acústica. 77
Figura 6-15. Esquema de barrera acústica. 78
Figura 6-16. Barrera acústica – Fase de construcción. 80
Figura 6-17. Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 1 con medidas de control. 82
Figura 6-18. Cruce de AI del proyecto en evaluación y el proyecto con RCA vigente. 84
Figura 6-19. Receptores considerados en la evaluación por efecto sinérgico. 85
Figura 7-1. Resumen de los niveles de velocidad según puntos de medición para receptores sensibles – Período diurno. 104
Figura 7-2. Resumen de los niveles de velocidad según puntos de medición para receptores sensibles – Período diurno. 105
Figura 7-3. Niveles típicos de vibraciones. 105
Figura 7-4. Ubicación fuentes vibratorias, Fase de construcción. 109
Figura 7-5. Mapa de vibración – Fase de Construcción. 112
Figura 7-6. Ubicación fuente vibratoria, Escenario 2. 113
Figura 7-7. Mapa de vibración – Escenario 2. 115

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Coordenadas del punto representativo del proyecto 13
Tabla 4-1. Zonificación D.S. Nº38/2011 MMA. 18
Tabla 4-2. Niveles Permisibles por Zonificación según D.S. Nº38/2011 MMA. 19
Tabla 4-3. Clasificación de eventos según FTA. 20
Tabla 4-4. Categorías de uso de suelo para criterio de impacto de vibración. 20
Tabla 4-5. Criterio de impacto para evaluación de molestia por vibración, categorías de uso de suelo 1, 2 y 3. 21
Tabla 4-6. Criterio de impacto para evaluación de daño a la edificación por vibración. 22
Tabla 4-7. Umbrales para evaluación de ruido en fauna, según grupo taxonómico. 23
Tabla 6-1. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Movimientos de tierra - Colector". 28
Tabla 6-2. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Movimientos de tierra – PEAS 1 y 2 y PTAS". 29
Tabla 6-3. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Obra Gruesa – PEAS 1 y 2 y PTAS". 30
Tabla 6-4. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Obra Gruesa - Colector". 31
Tabla 6-5. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Subfase 2". 32
Tabla 6-6. Niveles de potencia acústica, fase de operación, actividad "PTAS". 33
Tabla 6-7. Receptores humanos sensibles representativos al proyecto. 34
Tabla 6-8. Homologación de zonas D.S. Nº38/2011 MMA. 35
Tabla 6-9. Límites máximos permisibles aplicables a los receptores humanos según D.S. Nº38/2011 MMA. 36
Tabla 6-10. Especies registradas en el área de influencia del proyecto. 36
Tabla 6-11. Receptor de fauna nativa del proyecto. 38
Tabla 6-12. Condiciones ambientales medidas en terreno de receptores humanos. Período diurno. 41
Tabla 6-13. Condiciones ambientales medidas en terreno de receptores humanos. Período nocturno. 41
Tabla 6-14. Registro fotográfico medición receptor R1. 42
Tabla 6-15. Registro fotográfico medición receptor R2. 42
Tabla 6-16. Registro fotográfico medición receptor R3. 43

Tabla 6-17. Registro fotográfico medición receptor R4. 43
Tabla 6-18. Registro fotográfico medición receptor R5. 44
Tabla 6-19. Registro fotográfico medición receptor R6. 44
Tabla 6-20. Registro fotográfico medición receptor R7. 45
Tabla 6-21. Registro fotográfico medición receptor R8. 45
Tabla 6-22. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período diurno. 46
Tabla 6-23. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período nocturno. 47
Tabla 6-24. Registro fotográfico receptor fauna RF1. 49
Tabla 6-25. Registro fotográfico receptor fauna RF2. 50
Tabla 6-26. Registros generales mediciones ruido fauna nativa en periodo diurno. 50
Tabla 6-27. Descripción del ruido registrado durante las mediciones en puntos fauna nativa en periodo diurno. 51
Tabla 6-28. Espectros de frecuencia en bandas de octava y niveles globales, puntos medición fauna nativa en periodo diurno. 51
Tabla 6-29. Registros generales mediciones ruido fauna nativa en periodo nocturno. 52
Tabla 6-30. Descripción del ruido registrado durante las mediciones en puntos fauna nativa en periodo nocturno. 52
Tabla 6-31. Espectros de frecuencia en bandas de octava y niveles globales, puntos medición fauna nativa en periodo nocturno. 53
Tabla 6-32. Proceso de cálculo AIRH. 54
Tabla 6-33. Umbral aplicable de afectación de fauna nativa. 57
Tabla 6-34. Área de efecto conductual y fisiológico para grupos taxonómicos vinculados, fauna nativa. 58
Tabla 6-35. Proceso de cálculo, proyecciones de ruido. 62
Tabla 6-36. Detalle de las fuentes de ruido, escenario 1. 64
Tabla 6-37. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1, período diurno. 65
Tabla 6-38. Predicción y evaluación de ruido en puntos fauna, escenario 1. 66
Tabla 6-39. Detalle de las fuentes de ruido, escenario 2. 70
Tabla 6-40. Niveles proyectados en receptores humanos en periodo diurno, escenario 2, período diurno. 71
Tabla 6-41. Niveles proyectados en receptores humanos en periodo nocturno, escenario 2, período nocturno. 72
Tabla 6-42. Predicción y evaluación de ruido en puntos fauna, escenario 2. 73

Tabla 6-43. Detalle barrera acústica perimetral y modular para la fase de construcción. 79
Tabla 6-44. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1 con medidas de control. 80
Tabla 6-45. Proyectos con RCA vigente cercanos al proyecto en evaluación. 83
Tabla 6-46. Receptores humanos sensibles al efecto sinérgico. 85
Tabla 6-47. Referencia sumatoria de niveles de ruido 86
Tabla 6-48. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1. 87
Tabla 6-49. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 2. 87
Tabla 6-50. Niveles proyectados en receptores humanos. 87
Tabla 6-51. Diferencia de niveles en el receptor para Fase de construcción proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA. 88
Tabla 6-52. Diferencia de niveles en el receptor para Fase de operación proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA. 88
Tabla 6-53. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes. ... 90
Tabla 6-54. Índices de ruido, según aplicación del Real Decreto 1367/2007 en receptores humanos. 91
Tabla 6-55. Índices de ruido, según aplicación del Real Decreto 1367/2007 en receptores humanos con disminución de 5 decibeles. 91
Tabla 6-56. Suma energética proyecto en evaluación, fase de construcción + fase de operación proyecto con RCA. 92
Tabla 6-57. Evaluación de ruido según el Real Decreto 1367/2007, para fase de construcción proyecto en evaluación + fase de operación proyecto con RCA. 92
Tabla 7-1. Proceso de cálculo, predicción de vibración en Python. 94
Tabla 7-2. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Movimientos de tierra – Colector" 95
Tabla 7-3. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Movimientos de tierra – PEAS 1 y 2 y PTAS" 95
Tabla 7-4. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Obra Gruesa - Colector" 96
Tabla 7-5. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Obra Gruesa – PEAS 1 y 2 y PTAS" 96
Tabla 7-6. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Subfase II". 96
Tabla 7-7. Valores de PPV por maquinaria para fase de operación – PTAS. 97
Tabla 7-8. Maquinaria – Fase de construcción. 97
Tabla 7-9. Maquinaria – Fase de operación. 98

Tabla 7-10. Registro fotográfico medición receptor R1. 99
Tabla 7-11. Registro fotográfico medición receptor R2. 100
Tabla 7-12. Registro fotográfico medición receptor R3. 100
Tabla 7-13. Registro fotográfico medición receptor R4. 101
Tabla 7-14. Registro fotográfico medición receptor R5. 101
Tabla 7-15. Registro fotográfico medición receptor R6. 102
Tabla 7-16. Registro fotográfico medición receptor R7. 102
Tabla 7-17. Registro fotográfico medición receptor R8. 103
Tabla 7-18. Vibraciones basales en receptores sensibles – Período diurno. 103
Tabla 7-19. Vibraciones basales en receptores sensibles – Período nocturno. 104
Tabla 7-20. Receptores sensibles a la componente vibración. 107
Tabla 7-21. Límites máximos permisibles para evaluación de molestia y daño a la edificación por vibración. 107
Tabla 7-22. Georreferenciación de las fuentes vibratorias, Fase de construcción. 110
Tabla 7-23. Resultados de proyecciones de vibración, Escenario 1. 110
Tabla 7-24. Georreferenciación de la fuente vibratoria, Escenario 2. 113
Tabla 7-25. Resultados de proyecciones de vibración, Escenario 2. 114

1. INTRODUCCIÓN

La ley N°19.300 Sobre Bases Generales del Medioambiente en su artículo 2 literal d), define "contaminante" como: *todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación,* ***vibración***, ***ruido****, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental*.

El presente informe realizado por Vibro-Acústica® contiene el estudio de las componentes ambientales ruido y vibración del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray", cuya titularidad corresponde a Aguas Araucanía S.A. Este estudio analiza las emisiones de ambas componentes generadas por el proyecto en sus fases de construcción y operación. En el caso de ruido, esto se hace a través de una predicción según ISO 9613-2:1996 para ruido por fuentes según D.S. Nº38/2011 MMA, utilizando el software de simulación acústica Predictor. En el caso de vibración, esto se hace a través de proyecciones según el estándar norteamericano de la guía técnica FTA Transit Noise and Vibration Impact Assessment.

Los efectos producidos sobre los receptores sensibles en las zonas aledañas al proyecto se cuantifican a partir del análisis de las proyecciones de ruido y vibración. Para el caso de ruido, las proyecciones se comparan con los niveles máximos permitidos por el D.S. Nº38/2011 del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y con los umbrales de referencia definidos en el documento técnico "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA,2022) para fauna nativa. Para el caso de vibración, las proyecciones se comparan con los límites de la guía técnica FTA. Dado lo anterior, y en caso de que los niveles proyectados superen los niveles máximos permisibles, se deberán proponer medidas de control según corresponda.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Estimar el impacto por ruido y vibración que pudiera generar las obras nuevas de descarga y PEAS del proyecto en su área de influencia y determinar las medidas de control para revertir cualquier condición de superación de la normativa vigente y de referencia.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los receptores sensibles a la contaminación por ruido y vibración.
- Caracterizar el entorno acústico y vibratorio de la zona alrededor del proyecto, a través de mediciones basales de ruido y vibración.
- Establecer el área de influencia de las componentes ruido y vibración del proyecto.
- Efectuar proyecciones de emisiones de ruido y vibración generadas por las obras nuevas de descarga y PEAS del proyecto.
- Analizar y evaluar las inmisiones de ruido y vibración generados por las obras nuevas de descarga y PEAS del proyecto en los receptores sensibles.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray" se encuentra ubicado en la comuna de Villarrica, provincia de Cautín, Región de la Araucanía, y contempla la construcción y operación de un sistema de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas de la localidad de Lican Ray. Sus principales obras corresponden a un colector troncal, dos plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS), una planta de tratamiento (PTAS) con tecnología de reactores batch secuenciales (SBR), una planta elevadora de agua tratada (PEAT) y una tubería para descargar el efluente tratado en el estero Melilahuén.

El objetivo del proyecto es proveer a la localidad de Lican Ray de un sistema integral que permita recolectar, tratar y disponer las aguas servidas de la comunidad, utilizando tecnologías acordes a las necesidades del proyecto que permitan cumplir la legislación ambiental y sanitaria vigente. Lo anterior con el propósito de mejorar las condiciones sanitarias actuales y futuras de la comunidad de Lican Ray, localidad que, por su naturaleza turística, es un polo de atracción en época estival.

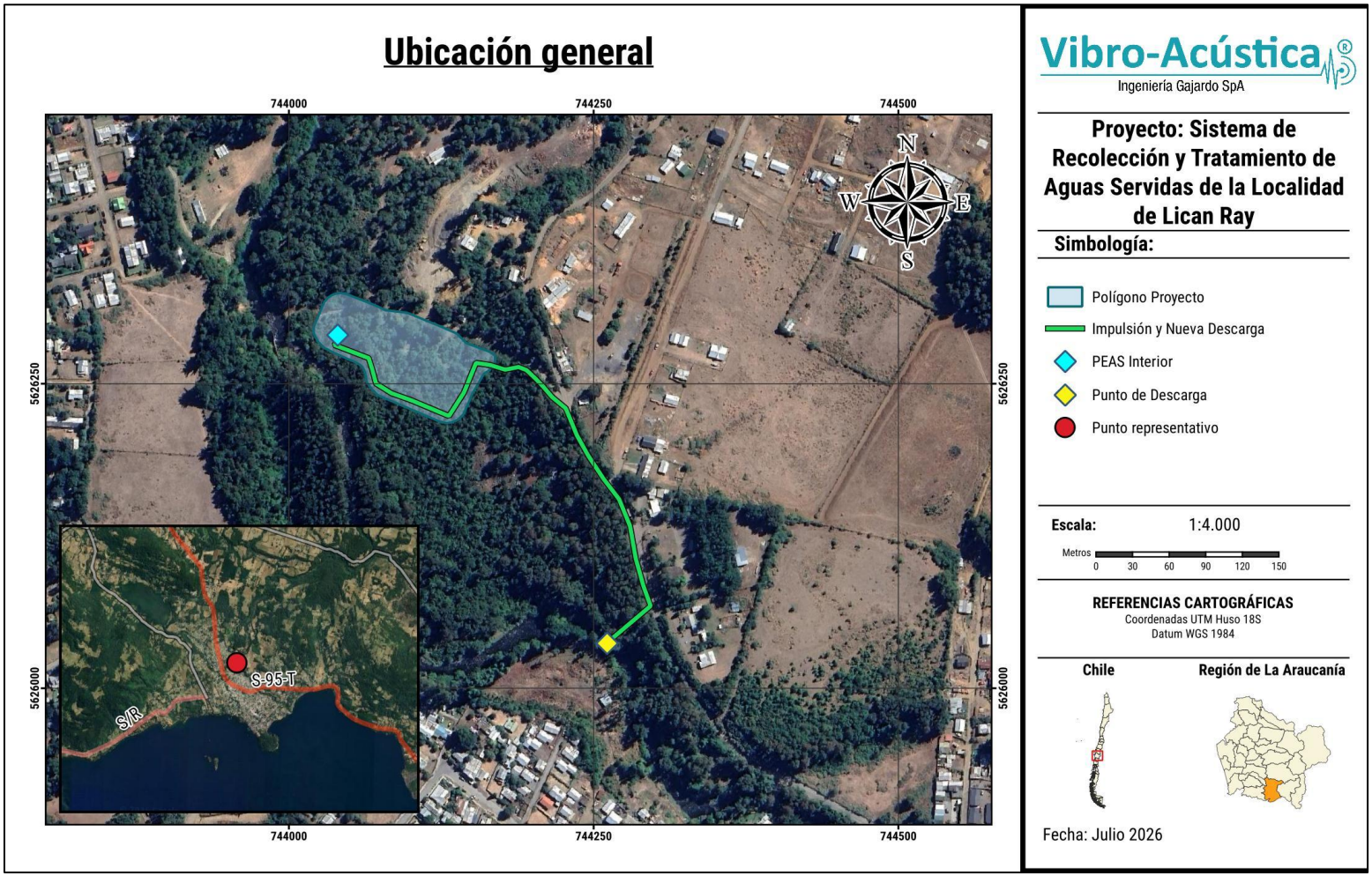
La siguiente tabla presenta las coordenadas UTM Huso 18S Datum WGS84 del punto representativo del proyecto.

Tabla 3-1. Coordenadas del punto representativo del proyecto

Coordenadas UTM 18S WGS84	
m E	**m N**
744107	5626290

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

A continuación, se ilustra la cartografía de ubicación del proyecto, cuya imagen satelital de fondo corresponde a Google Satellite:



Cartografía 3-1. Ubicación general del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por el titular, 2026.

3.1. Croquis del proyecto

En la siguiente figura, se ilustra el croquis del presente proyecto.

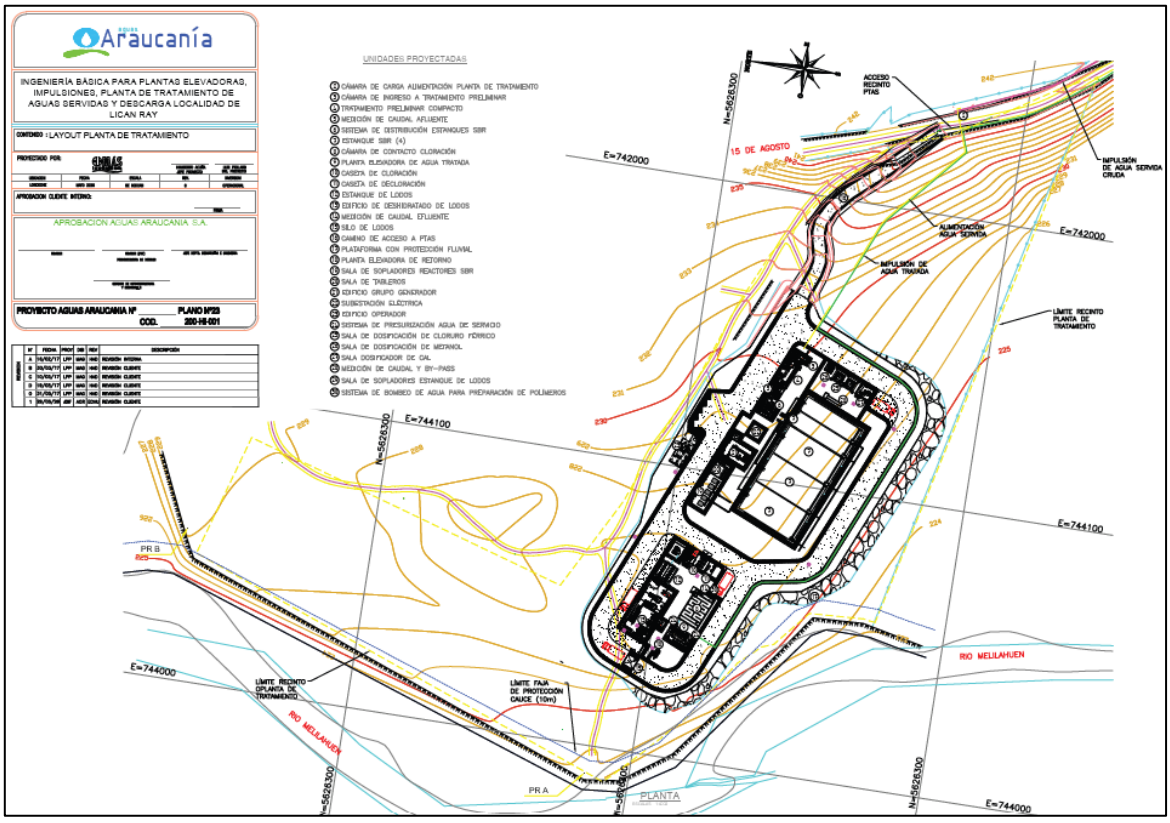


Figura 3-1. Croquis del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por el titular, 2026.

3.2. Fases y Actividades del Proyecto

El proyecto presenta las fases de construcción y operación. Durante la fase de construcción, el horario de trabajo será de 08:00 a 18:00 horas, no contemplando actividades en período nocturno.

Con base en el cronograma del proyecto, según información suministrada por el titular (Apéndice 1), se tiene que la duración total de la fase de construcción será de 24 meses, cuyas actividades son las siguientes:

- Cierre Perimetral zona PTAS
- Cierre Perimetral zona PEAS
- Acondicionamiento terreno
- Instalación de faenas
- Instalación colector Puñulef
- Construcción PEAS 1 y 2
- Instalación impulsión PEAS 1 a PEAS 2
- Instalación impulsión PEAS 2 a PTAS
- Construcción de PTAS
- Construcción reactores SBR 3 y 4
- Comisionamiento y Marcha Blanca

Por otra parte, durante la fase de operación la jornada de trabajo será tanto en horario diurno como nocturno.

Cabe destacar que todas las acciones de transporte de materiales, insumos o similares serán realizadas únicamente por vía terrestre.

4. NORMATIVAS Y REFERENCIAS TÉCNICAS ASOCIADAS

4.1. D.S. Nº40/2012 MMA: Reglamento SEIA

- Artículo 2º, Literal a)

En este artículo y literal, se define el área de influencia (AI) como: *"El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias"*.

- Artículo 5º, Literal b)

En este artículo y literal, se establece en qué situación se produce riesgo a la salud de la población debido a las emisiones de ruido: *"El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos. A objeto de evaluar si se genera o presenta el riesgo a*

que se refiere el inciso anterior, se considerará la presencia de población en el área de influencia, cuya salud pueda verse afectada por: b) la superación de los valores de ruido establecidos en la normativa ambiental vigente".

- Artículo 6º, Literal e)

En este artículo y literal, se explican los efectos adversos significativos que generan las emisiones de ruido sobre los recursos naturales renovables: *"El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire. Se entenderá que el proyecto o actividad genera un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire si, como consecuencia de la extracción de estos recursos; el emplazamiento de sus partes, obras o acciones; o sus emisiones, efluentes o residuos, se afecta la permanencia del recurso, asociada a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro; se altera la capacidad de regeneración o renovación del recurso; o bien, se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos."* A objeto de evaluar si se presenta la situación a que se refiere el inciso anterior, se considerará: *e) La diferencia entre los niveles estimados de ruido con proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación*.

- Artículo 11º

En este artículo, se presentan indicaciones sobre el uso de normas de referencia, ante la ausencia de normas vigentes a nivel nacional. *"Las normas de calidad ambiental y de emisión que se utilizarán como referencia para los efectos de evaluar si se genera o presenta el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), ambas del artículo 11 de la Ley, serán aquellas vigentes en los siguientes Estados: República Federal de Alemania, República Argentina, Australia, República Federativa del Brasil, Canadá, Reino de España, Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de América, Nueva Zelandia, Reino de los Países Bajos, República Italiana, Japón, Reino de Suecia y Confederación Suiza. Para la utilización de las normas de referencia, se priorizará aquel Estado que posea similitud en sus componentes ambientales, con la situación nacional y/o local, lo que será justificado razonablemente por el proponente"*.

4.2. D.S. Nº38/2011 MMA

El D.S. Nº38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente tiene como objetivo fijar los niveles máximos de presión sonora permitidos para proteger a la comunidad por fuentes emisoras de ruido, así como definir los criterios técnicos para evaluar y calificar estas emisiones, tales como actividades industriales, recreacionales, comerciales, artísticas entre otras. Los máximos niveles permitidos están asociados a la zonificación donde se ubique el receptor en base al Instrumento de Planificación Territorial (IPT). De esta forma, los usos de suelo permitidos según D.S. Nº38/2011 del MMA se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 4-1. Zonificación D.S. Nº38/2011 MMA.

Tipo de Zona	Descripción de Zona
Zona I	*Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.*
Zona II	*Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona I, Equipamiento de cualquier escala.*
Zona III	*Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.*
Zona IV	*Aquella zona definida en el instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo 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 en base a D.S. Nº38/2011 MMA, 2026.)

A los tipos de zonas descritos en la tabla anterior, el D.S. Nº38/2011 MMA establece que los niveles de presión sonora corregidos (NPC) que se obtengan de la emisión de una fuente emisora de ruido medido en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores de la siguiente tabla:

Tabla 4-2. Niveles Permisibles por Zonificación según D.S. Nº38/2011 MMA.

Tipo de Zona	Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Corregidos en 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	Mínimo entre el ruido de fondo + 10 dB(A), y el límite para Zona III	

(Fuente: Elaboración propia en base a D.S. Nº38/2011 MMA, 2026.)

Cabe destacar que el criterio para zona rural se aplicará tanto para el período diurno como nocturno, de forma separada.

4.3. Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA (SEA, 2019)

Las emisiones de ruido y vibración de un proyecto o actividad son susceptibles de generar impactos ambientales los que deben ser evaluados en el marco del SEIA; esta Guía presenta criterios y recomendaciones en cuanto a la suficiencia y calidad de la información que al respecto debe ser presentada en una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental.

4.4. Guía áreas de influencia en el SEIA (SEA, 2026)

Esta guía tiene como propósito unificar criterios técnicos para la delimitación y descripción de las áreas de influencia (AI), en el contexto del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), generando orientación y facilitando los procesos de evaluación ambiental, entregando certezas técnicas y jurídicas.

Es precisamente en su rol orientador que esta guía define el área de influencia como *"el espacio geográfico en que se predice la ocurrencia de impactos ambientales a generar por un proyecto o actividad. Fuera de sus límites, las características ambientales permanecen inalteradas respecto de la condición base."*

De esta forma, **las AI se extenderán desde el punto o área de ubicación de las partes, obras y acciones del proyecto o actividad que generan el impacto, hasta el extremo geográfico donde ya no es posible detectar la alteración**. Es decir, **la condición ambiental en el límite del AI se iguala a la situación base o sin proyecto y, por lo tanto, ya no será posible percibir el impacto**.

4.5. Guía Técnica FTA "Transit noise and vibration impact assessment" (FTA, 2018)

4.5.1. Criterio de molestia en seres humanos por vibración

Para evaluar la molestia en receptores humanos producto de la vibración, la guía técnica FTA "Transit Noise and Vibration Impact Assessment" (FTA, 2018) considera la cantidad de eventos vibratorios diarios y los clasifica en eventos frecuentes, ocasionales e infrecuentes:

Tabla 4-3. Clasificación de eventos según FTA.

Tipo de evento	Descripción
Eventos frecuentes	Se define como los eventos que ocurren más de 70 eventos/día.
Eventos ocasionales	Entre 30 y 70 eventos/día.
Eventos infrecuentes	Se definen como eventos con una ocurrencia menor a 30 eventos/día.

(Fuente: Guía técnica FTA "Transit Noise and Vibration Impact Assessment," 2018.)

El criterio anterior se complementa con el establecimiento de las distintas categorías determinadas según el uso de suelo efectivo, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 4-4. Categorías de uso de suelo para criterio de impacto de vibración.

Categoría	Tipo de uso de suelo	Descripción
-	Edificaciones especiales	Esta categoría incluye instalaciones de uso especial que son muy sensibles a la vibración, las que no se incluyen en las categorías a continuación y requieren consideración especial. Ejemplos de esta categoría son las salas de concierto, estudios de grabación y TV y teatros.
1	Alta sensibilidad	Esta categoría incluye edificaciones donde los niveles de vibración, incluyendo aquellos bajo el umbral de molestia en seres humanos, pueden interferir con las actividades dentro de la edificación, tales como edificaciones donde se desarrollen procesos sensibles a la vibración (fabricación de chips de

Categoría	Tipo de uso de suelo	Descripción
		computador, hospitales, instituciones académicas que desarrollan investigación en el campo de la física, uso de microscopios ópticos).
2	Residencial	Esta categoría incluye todos los usos de suelo residenciales y edificaciones donde las personas usualmente duermen, tales como hoteles y hospitales.
3	Institucional	Esta categoría incluye instituciones y oficinas que tengan equipamiento sensible a la vibración y que tengan actividades con potencial interferencia, tales como escuelas, recintos religiosos y consultas médicas.

(Fuente: Guía técnica FTA "Transit Noise and Vibration Impact Assessment," 2018.)

Cabe señalar que la guía técnica FTA indica que las instalaciones comerciales o industriales, incluyendo oficinas, no están incluidas dentro de la categoría 3, a menos que existan actividades o equipamientos sensibles a la vibración dentro de la edificación.

En base al tipo de evento, la guía técnica FTA determina límites permitidos que indican la molestia en humanos dependiendo de la categoría de uso de suelo del receptor.

Tabla 4-5. Criterio de impacto para evaluación de molestia por vibración, categorías de uso de suelo 1, 2 y 3.

Categoría de uso de suelo	Límites de Niveles de Velocidad de Vibración Lv [VdB] (con referencia 1 µin/seg)		
	Eventos Frecuentes	Eventos Ocasionales	Eventos Infrecuentes
Categoría 1: Edificaciones donde la vibración interferiría con la operación al interior.	65	65	65
Categoría 2: Residencias y edificaciones donde las personas normalmente duermen.	72	75	80
Categoría 3: Usos institucionales de suelo con uso principalmente diurno.	75	78	83

(Fuente: Guía técnica FTA "Transit Noise and Vibration Impact Assessment," 2018.)

4.5.2. Criterio de daño a la edificación por vibración

La guía técnica FTA describe criterios para evaluar la posible molestia o interferencia con actividades sensibles debido a la vibración en una edificación. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la principal preocupación con respecto a la vibración de los edificios se relaciona con los efectos de daños potenciales que pudieran ocurrir. Los criterios de daño a la edificación por vibración según la clasificación del tipo de edificio se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4-6. Criterio de impacto para evaluación de daño a la edificación por vibración.

Clase de edificación	Descripción de edificaciones	PPV [in/s]
I	Construcciones de hormigón armado, acero o de madera.	0,50
II	Construcciones de hormigón y mampostería con diseño de ingeniería.	0,30
III	Construcciones de madera y mampostería sin diseño de ingeniería.	0,20
IV	Edificios extremadamente susceptibles al daño por vibraciones.	0,12

(Fuente: Guía técnica FTA "Transit Noise and Vibration Impact Assessment," 2018.)

4.6. Ruido en fauna nativa: "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022)

La emisión de ruido hacia la fauna nativa y su impacto debe tenerse presente, dado que este agente contaminante puede perturbar a la fauna nativa, sobre todo en épocas sensibles como la crianza y la época reproductiva. En este ámbito, el documento oficial del Servicio de Evaluación Ambiental "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022) establece el marco metodológico que se debe seguir para la evaluación del impacto por ruido en fauna nativa y/o con categoría de conservación, considerando que el objeto de protección corresponde al hábitat de relevancia para la nidificación, reproducción o alimentación en donde se concentre fauna nativa. Al respecto, este criterio establece umbrales por grupos taxonómicos y tipo de efecto asociado (conductual, fisiológico), a partir de los cuales, en caso de ser superados, se generan impactos significativos en sitios de relevancia para la nidificación reproducción y alimentación. En la siguiente tabla, se muestran los umbrales establecidos por el SEA para la evaluación del impacto por ruido en fauna.

Tabla 4-7. Umbrales para evaluación de ruido en fauna, según grupo taxonómico.

Anfibios				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Cambio de frecuencia en las vocalizaciones	Conductual	Continua (ruido ambiental)	62 dB(C) promedio	Shieh, et al., 2012
Reducción en duración de cantos en anuros machos	Conductual	Continua-intermitente (transporte)	72 dB(A) promedio	Shannon et al., 2015.

Reptiles				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Dificultad para localización	Conductual	Continua – intermitente (transporte)	75 dB(C) promedio	Dificultad para localización

Avifauna o Aves				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Cambio de frecuencia en las vocalizaciones	Conductual	Continua (ruido ambiental)	60dB(A) promedio	Dooling et al., 2007
Disminución del éxito reproductivo	Conductual	Continua (ruido ambiental)	58 dB(A) promedio	Shannon et al., 2015
		Intermitente (ruido de construcción, transporte)	60 dB(A) máx	
Efectos sobre la fisiología y desarrollo fisiológico	Fisiológico	Continua-intermitente (transporte)	68 dB(A) promedio	

Avifauna o Aves				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Aumento del estado de alerta y vigilancia	Conductual	Impulsiva (militar, tronaduras)	80 dB(A) máx 63 dB(A) promedio	
Daño auditivo directo	Fisiológico	Impulso único (tronaduras)	140 dB(A) máx	Dooling et al., 2007
Desplazamiento temporal del umbral auditivo		Impulsos múltiples (construcción, martillo neumático) y ruido de transporte	93 dB(A) máx	

Mamíferos				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Interrupción en la búsqueda del alimento en murciélagos	Conductual	Continua – intermitente (transporte)	80 dB(A) promedio	Shannon et al., 2015
Reducción de eficiencia reproductiva	Conductual	Continua – intermitente (construcción, industrial)	68 dB(A) promedio	
Incremento de ritmo cardíaco y alteración de dinámicas de descanso y movilidad en ungulados	Fisiológico-conductual	Impulsiva (militar)	85 dB(Z) promedio	

(Fuente: "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa", 2022.)

Por otra parte, es importante destacar que el mismo documento menciona que "La información presentada corresponde a referencias bibliográficas que han sido utilizadas en algunos casos para la evaluación de impactos de ruido sobre fauna. Sin perjuicio de lo anterior, podrán existir otras

referencias que el titular podrá implementar, siempre y cuando se entregue fundamentos suficientes al respecto". Por ende, tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, para la evaluación del grupo taxonómico de mamíferos, en especial si se presentan roedores dentro de las especies identificadas en el estudio de la componente fauna, se considera evaluar en base a la información proporcionada por los documentos "Construction Noise Decreases Reproductive Efficiency in Mice" (Rasmussen et al, 2009) y "Effects of Noise on Rodent Physiology" (Baldwin, 2007), los cuales mencionan que los umbrales para efecto conductual y fisiológico corresponden a 65 dB(A) y 90 dB(Z) para roedores, respectivamente.

5. MÉTODOS DE PREDICCIÓN

En los siguientes apartados se presentarán los métodos predictivos de ruido y vibración que se emplearán en el presente informe.

5.1. Métodos de predicción de ruido

5.1.1. Ruido por maquinarias y equipos: Normativa ISO 9613-2:1996

Para realizar la predicción de ruido en ambientes exteriores, la norma ISO 9613-2:1996, considera la ecuación (1) como se muestra a continuación:

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A \quad (1)$$

Donde:

$L_{fT}(DW)$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente por bandas de octava,

L_W es el nivel de potencia acústica de la fuente sonora en dB,

D_C es la corrección por directividad, y

A es la atenuación total por bandas de octava. Este término, a su vez, está dado por la siguiente ecuación.

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (2)$$

Donde:

A_{div} es la atenuación por divergencia geométrica (distancia fuente-receptor),

A_{atm} es la atenuación debido a la absorción atmosférica,

A_{gr} es la atenuación por efecto del suelo,

A_{bar} es la atenuación por efecto de barreras, y

A_{misc} es la atenuación por otros efectos similares.

5.2. Métodos de predicción de vibración

5.2.1. Vibración por maquinarias: Guía Técnica FTA

El procedimiento para estimar el impacto por vibración de las actividades de un proyecto, según lo estipulado por la guía técnica FTA (FTA, 2018), consiste en calcular la velocidad peak de partícula (PPV) que produce una fuente puntual vibratoria en condiciones normales en el suelo. Este parámetro se puede estimar usando la siguiente ecuación:

$$PPV_{equip} = PPV_{ref}\left(\frac{25}{D}\right)^{1,5} \quad (3)$$

Donde:

PPV_{equip} es el valor de velocidad peak de partícula en [in/s], a una distancia D en [ft], y

PPV_{ref} es el valor de velocidad peak de partícula referencia a 25 [ft] para cada máquina.

Cabe destacar que los valores de PPV se pueden transformar en niveles de velocidad de vibración Lv según la siguiente ecuación:

$$L_V = 20\log\left(\frac{V_{rms}}{V_{ref}}\right) \quad (4)$$

Donde:

V_{rms} es la velocidad peak de partícula RMS, y

V_{ref} es la velocidad peak de partícula de referencia, correspondiente a 10^{-6} [in/s].

6. ESTUDIO DE RUIDO GENERADO POR EL PROYECTO

A continuación, se detallan todos los aspectos considerados para la estimación, análisis y evaluación de la componente ruido, dentro de las partes, obras y acciones del proyecto, y que podrían generar un impacto hacia receptores sensibles.

6.1. Contexto de condición más desfavorable

Basándose en un contexto en el que se considera la condición más desfavorable para los receptores sensibles al proyecto, se presentan a continuación las condiciones en las que se realiza el estudio de ruido:

- Se define como puntos sensibles los receptores más cercanos y expuestos al ruido generado por el proyecto.
- Se toma en consideración todas las maquinarias y herramientas de trabajo del proyecto que generen contaminación acústica.
- Para la proyección de ruido sobre los receptores sensibles, en concordancia con lo indicado en el art. 18º, literal f) del D.S. Nº40/2012 MMA, se considera la ubicación más desfavorable de las fuentes respecto de los receptores, de tal forma que sea la mínima distancia posible dentro de las zonas de trabajo correspondiente.

6.2. Niveles de Potencia Acústica por fase y actividad

Para obtener el nivel de potencia acústica, se le aplica la ponderación en frecuencia A al espectro o valor global de nivel de presión sonora de cada máquina y/o herramientas utilizadas. Luego, dichos valores se transforman en niveles de potencia Lw según la siguiente ecuación:

$$L_w = L_p + 20\log d + 8 \quad (5)$$

Donde L_p es el nivel de presión sonora en dB (puede ser ponderado o no), medido a una cierta distancia d.

A continuación, se presentan los niveles de presión sonora por bandas de octava transformados a niveles de potencia acústica, para cada actividad contemplada dentro de la fase de construcción del proyecto. Estos niveles referenciales fueron obtenidos a partir de la norma británica BS 5228-1:2009 "Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites" (BS 5228, 2009a) y de manuales técnicos respectivos.

6.2.1. Fase de Construcción

Las maquinarias y herramientas para utilizar para esta fase se presentan a continuación, desglosadas según las actividades indicadas en el cronograma del proyecto.

Tabla 6-1. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Movimientos de tierra - Colector".

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Camión Tolva	81	87	92	94	97	95	92	101,9	1	101,9	BS 5228. Tabla C.2. N°32
Compactador	83	89	86	95	95	93	89	100,6	1	100,6	BS 5228. Tabla C.2. N°40
Retroexcavadora	78	80	86	91	94	92	91	98,8	1	98,8	BS 5228. Tabla C.2. N°8

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Camioneta	63	73	81	86	90	91	91	96,3	1	96,3	Capítulo 4 EIA[1]
Furgón	61	71	79	84	88	89	89	94,3	1	94,3	Capítulo 4 EIA
Total	**86**	**92**	**94**	**99**	**100**	**99**	**97**	**106,2**	**5**	**106,2**	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-2. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Movimientos de tierra – PEAS 1 y 2 y PTAS".

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Camión Tolva	81	87	92	94	97	95	92	101,9	1	101,9	BS 5228. Tabla C.2. N°32
Compactador	83	89	86	95	95	93	89	100,6	1	100,6	BS 5228. Tabla C.2. N°40
Retroexcavadora	78	80	86	91	94	92	91	98,8	1	98,8	BS 5228. Tabla C.2. N°8

[1] Anexo 4.3 Estudio Ruido y Vibración. Disponible en http://seia.sea.gob.cl/archivos/2018/11/08/06._Capitulo_4_Linea_Base.rar.

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Total	**86**	**92**	**94**	**99**	**100**	**98**	**95**	**105,4**	**3**	**105,4**	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-3. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Obra Gruesa – PEAS 1 y 2 y PTAS".

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Camión Mixer	82	81	85	95	99	98	93	103,1	1	103,1	BS 5228. Tabla C.4. N°8
Camión Rampla	92	91	90	94	99	96	90	102,9	1	102,9	BS 5228. Tabla C.10. N°9
Camión Grúa	82	88	90	88	92	92	85	97,8	1	97,8	BS 5228. Tabla C.4. N°43
Camioneta	64	74	81	87	90	91	91	96,3	1	96,3	Capítulo 4 EIA
Furgón	62	72	79	85	88	89	89	94,3	1	94,3	Capítulo 4 EIA
Total	**93**	**93**	**94**	**98**	**103**	**102**	**97**	**107,2**	**5**	**107,2**	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-4. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Obra Gruesa - Colector".

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Camión Tolva	81	87	92	94	97	95	92	101,9	1	101,9	BS 5228. Tabla C.2. N°32
Compactador	83	89	86	95	95	93	89	100,6	1	100,6	BS 5228. Tabla C.2. N°40
Retroexcavadora	78	80	86	91	94	92	91	98,8	1	98,8	BS 5228. Tabla C.2. N°8
Camioneta	63	73	81	86	90	91	91	96,3	1	96,3	Capítulo 4 EIA
Furgón	61	71	79	84	88	89	89	94,3	1	94,3	Capítulo 4 EIA
Total	**86**	**92**	**94**	**99**	**100**	**99**	**97**	**106,2**	**5**	**106,2**	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-5. Niveles de potencia acústica, fase de construcción, actividad "Subfase 2".

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Camión Mixer	82	81	85	95	99	98	93	103,1	1	103,1	BS 5228. Tabla C.4. N°8
Camión Rampla	92	91	90	94	99	96	90	102,9	1	102,9	BS 5228. Tabla C.10. N°9
Camión Grúa	82	88	90	88	92	92	85	97,8	1	97,8	BS 5228. Tabla C.4. N°43
Camioneta	64	74	81	87	90	91	91	96,3	1	96,3	Capítulo 4 EIA
Furgón	62	72	79	85	88	89	89	94,3	1	94,3	Capítulo 4 EIA
Total	**82**	**81**	**85**	**95**	**99**	**98**	**97**	**107,2**	**5**	**107,2**	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

6.2.2. Fase de Operación

Las maquinarias y herramientas para utilizar para esta fase se presentan a continuación, desglosadas según las distintas zonas del proyecto.

Tabla 6-6. Niveles de potencia acústica, fase de operación, actividad "PTAS".

Maquinaria o equipo	Lw [dB(A)] por frecuencia en bandas de octava [Hz]							Lw individual [dB(A)]	Cantidad	Lw total [dB(A)]	Referencia
	63	125	250	500	1k	2k	4k				
Generador 450 KVA	83	93	101	106	109	110	110	116,0	1	116,0	Capítulo 4 EIA
Sopladores	71	81	89	94	97	98	98	104,0	5	111,0	Capítulo 4 EIA
Total	**84**	**94**	**102**	**107**	**110**	**112**	**111**	**117,2**	**6**	**117,2**	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

6.3. Condición de mayor emisión de ruido

La condición más desfavorable de emisión de ruido corresponde al funcionamiento simultáneo de toda la maquinaria considerada para cada fase. En este contexto, se ha determinado un nivel de potencia acústica total de 107,2 dB(A) para la fase de construcción y 117,2 dB(A) para la fase de operación. En consecuencia, si se verifica el cumplimiento normativo bajo estas condiciones de mayor emisión, se asegura el cumplimiento para cualquier otra condición de menor emisión de ruido, así como para cualquier otro receptor ubicado a mayor distancia.

6.4. Determinación de Receptores Sensibles

Se determinaron como receptores sensibles aquellos que se encuentran más cercanos y expuestos a las actividades ruidosas del proyecto que se mostraron en el apartado anterior. En este aspecto, se escogieron 8 receptores humanos sensibles representativos y 2 receptores asociadas a fauna nativa.

6.4.1. Receptores humanos y homologación de zonas D.S. Nº38/2011 MMA

La siguiente tabla detalla según indica la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019) los receptores humanos sensibles al proyecto, indicando breve descripción, altura de receptores, uso efectivo según la "Guía para la descripción de uso del territorio en el SEIA" (SEA, 2013), coordenadas de ubicación Datum WGS 84 Huso UTM 18, distancia al proyecto y altitud geográfica (elevación):

Tabla 6-7. Receptores humanos sensibles representativos al proyecto.

ID	Descripción	Altura [m]	Uso efectivo	Ubicación		Distancia al proyecto [m]	Elevación (m.s.n.m)
				[m E]	[m N]		
R1	Vivienda de 2 pisos	1,5 - 4	Residencial	743914	5626347	117	246
R2	Vivienda de 2 pisos	1,5 - 4	Residencial	744184	5626335	62	240
R3	Comunidad Remigio Cabrapan	1,5	Residencial	744206	5626316	63	241

ID	Descripción	Altura [m]	Uso efectivo	Ubicación		Distancia al proyecto [m]	Elevación (m.s.n.m)
				[m E]	[m N]		
R4	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	744213	5626169	39	238
R5	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	744277	5626173	16	242
R6	Vivienda de 2 pisos	1,5 - 4	Residencial	744259	5625996	40	229
R7	Sector Wetripantu	1,5	Equipamiento	744021	5626054	191	238
R8	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	743829	5626237	199	249

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De todos los receptores se aprecia que el más crítico por su distancia al proyecto es R5, mientras que el menos crítico es R8.

Todos los receptores se encuentran emplazados fuera del límite urbano de la comuna de Villarrica con excepción de R6, el cual se localiza dentro del área urbana según lo establecido en el Plan Regulador Comunal de Villarrica, vigente desde el 20 de junio de 1992, y una modificación del 30 de mayo 2002. De esta forma, las zonas homologadas al D.S. Nº38/2011 MMA para cada receptor humano se indican a continuación.

Tabla 6-8. Homologación de zonas D.S. Nº38/2011 MMA.

ID receptor	Zona IPT vigente	Usos de suelo permitidos (formato R.E. Nº491/2016 SMA)	Zona D.S. Nº38/2011 MMA
R1, R2, R3, R4, R5, R7 y R8	Fuera de IPT	Zona rural	Zona Rural
R6	Z-5	R + Eq + Ap (inof)	Zona II

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

En la siguiente tabla se presentan los niveles máximos permisibles de ruido en el AIR del proyecto para cada receptor sensible en período diurno y su zona homologada a las zonas del D.S. Nº38/2011 MMA.

Tabla 6-9. Límites máximos permisibles aplicables a los receptores humanos según D.S. Nº38/2011 MMA.

ID receptor	Zona D.S. Nº38/2011 MMA	Límite máximo permisible diurno [dB(A)]	Límite máximo permisible nocturno [dB(A)]
R1	Zona Rural	51	47
R2	Zona Rural	54	49
R3	Zona Rural	53	49
R4	Zona Rural	51	48
R5	Zona Rural	53	50
R6	Zona II	60	45
R7	Zona Rural	55	53
R8	Zona Rural	52	46

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

6.4.2. Fauna Nativa y umbrales de afectación por ruido

De acuerdo con el Estudio de Fauna del proyecto, se registraron especies asociadas a los grupos taxonómicos de aves y mamíferos. A continuación, se detallan las especies registradas en el área de influencia del proyecto:

Tabla 6-10. Especies registradas en el área de influencia del proyecto.

Clase	Nombre científico	Nombre común	Origen
Aves	*Sephanoides sephanoides*	Picaflor	Nativo
	Coragyps atratus	Jote cabeza negra	Nativo
	Vanellus chilensis	Queltehue	Nativo
	Milvago chimango	Tiuque	Nativo
	Aphrastura spinicauda	Rayadito	Nativo
	Pygarrhichas albogularis	Comesebo grande	Nativo

Clase	Nombre científico	Nombre común	Origen
	Scytalopus magellanicus	Churrin del Sur	Nativo
	Pteroptochos tarnii	Hued hued	Nativo
	Scelorchilus rubecula	Chucao	Nativo
	Phrygilus patagonicus	Cometocino patagonico	Nativo
	Anairetes parulus	Cachudito	Nativo
	Colorhamphus parvirostris	Viudita	Nativo
	Theristicus melanopis	Bandurria	Nativo
Mamíferos	*Oligoryzomyz longicaudatus*	Ratón de cola larga	Nativo
	Rattus norvegicus	Guarén	Introducido
	Rattus rattus	Rata negra	Introducido

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De acuerdo con el estudio de fauna del EIA no se identifica la presencia de hábitats de relevancia para la alimentación, reproducción y nidificación dentro del área de influencia del proyecto para los grupos observados. No obstante, la ribera del estero Melilahuén reúne condiciones que podrían favorecer la presencia de este tipo de hábitats, debido a que constituye un ecosistema de alta relevancia ecológica. Asimismo, la disponibilidad permanente o estacional de agua convierte a estos sectores en sitios de alimentación, reproducción y descanso para numerosas especies nativas.

Dicho lo anterior, para representar un escenario conservador, se considerará la ribera del estero Melilahuén como posible hábitat de relevancia para los grupos encontrados.

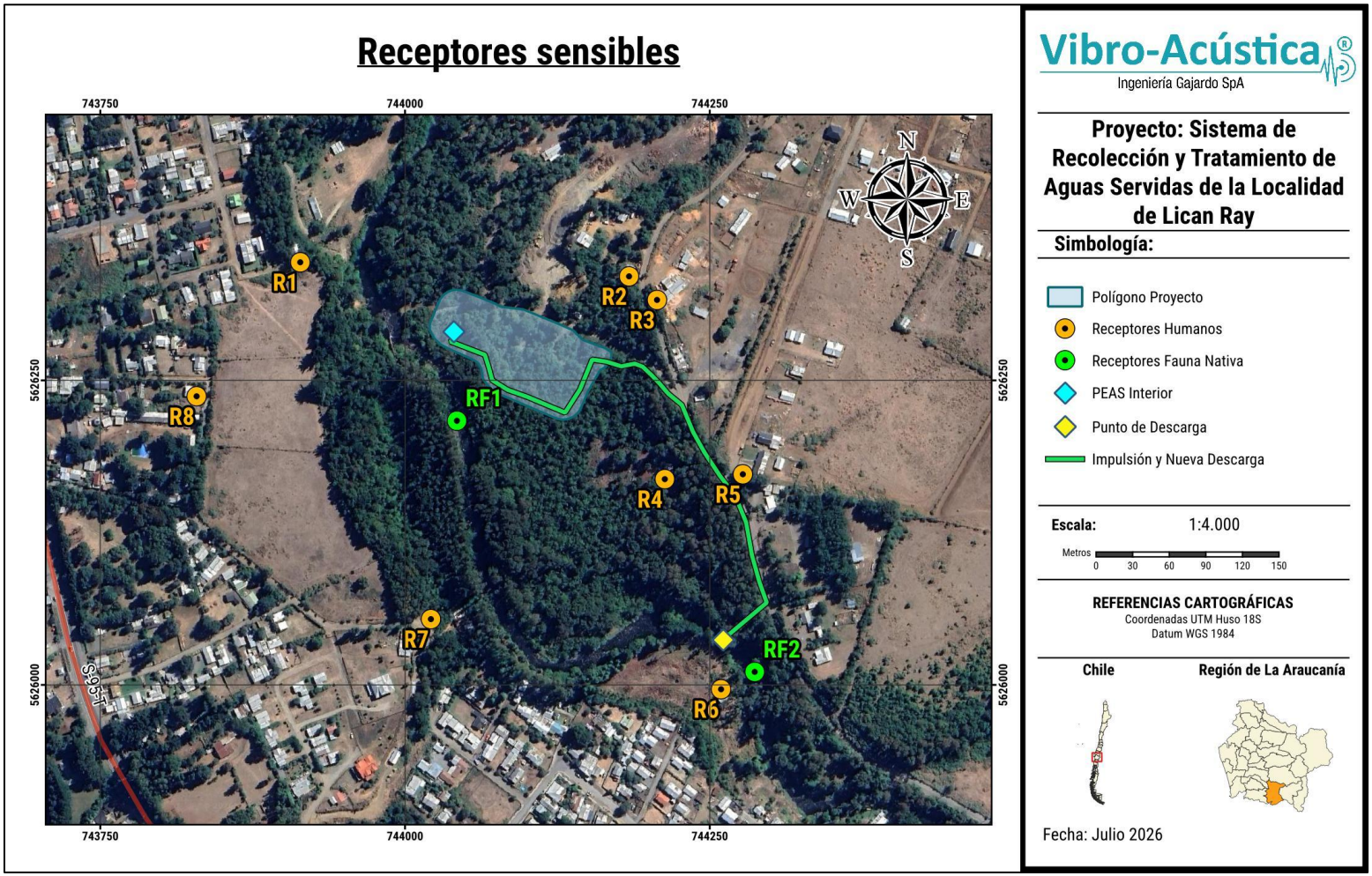
La descripción y ubicación de estos receptores, se presenta en la tabla siguiente y cartografía:

Tabla 6-11. Receptor de fauna nativa del proyecto.

Receptor	Grupo taxonómico	Altura de Receptores [m]	Coordenadas UTM Huso 18 S		Distancia al Proyecto [m]	Elevación [m.s.n.m.]
			E [m]	N [m]		
RF1	Aves	0,5	744042	5626217	39	236
	Mamíferos					
RF2	Aves	0,5	744287	5626011	37	232
	Mamíferos					

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

La ubicación de todos los receptores se presenta en la siguiente cartografía:



Cartografía 6-1. Receptores sensibles.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.5. Campaña de medición

6.5.1. Metodología

Las mediciones de ruido de fondo fueron efectuadas de acuerdo con lo dispuesto en el D.S. Nº38/2011 del MMA. El decreto establece que el ruido de fondo es aquel que está presente en el mismo lugar y momento de medición de la fuente que se desea evaluar, en ausencia de ésta. Se realizaron mediciones de nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A y modo slow, efectuando un registro cada 5 minutos, hasta obtener una estabilización de la medición (diferencia aritmética entre dos registros consecutivos debe ser menor o igual a 2 dB(A)). El sonómetro se ubicó a 1,5 m en su eje vertical y a una distancia superior a 3,5 m de cualquier superficie reflectante. Cabe señalar que el sonómetro fue debidamente calibrado antes de realizar las mediciones.

El lunes 08 de junio de 2026, se efectuó la campaña de medición de ruido de fondo en los puntos seleccionados. Estas mediciones se realizaron en horario diurno y nocturno, según D.S. N.º 38/2011 del MMA y con condiciones meteorológicas favorables, para periodo diurno con vientos entre 0,0 y 1,2 km/h temperatura promedio de 16,3°C y humedad relativa del 70,5%, y para periodo nocturno con vientos entre 1,6 y 5,3 km/h temperatura promedio de 10,2°C y humedad relativa del 90,2%, según anemómetro marca Kestrel, modelo 5600, y cuyo certificado se encuentra en el Anexo 4. Resaltar que las mediciones se realizaron entre las 15:03 y las 16:59 para periodo diurno y entre 21:03 y 22:58 horas para período nocturno fuera de horario punta de la vía principal, además, se descartaron mediciones con eventos ruidosos como ladridos de perros a cortas distancias, tránsito de vehículos pesados y muy cercanos (esporádicos), entre otros eventos puntuales que pudiesen afectar los registros, todo esto a fin de obtener el menor ruido de fondo del sector, lo cual es la condición más desfavorable para los receptores y para el cálculo del área de influencia según se indica en la Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA (SEA, 2019).

En los Apéndices 2 y 3 se encuentran los certificados de calibración del sonómetro y del calibrador respectivamente.

A continuación, se detallan las condiciones meteorológicas en cada receptor, durante las mediciones de ruido de fondo.

Tabla 6-12. Condiciones ambientales medidas en terreno de receptores humanos. Período diurno.

Variable ambiental	Receptor							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Viento [km/h]	0,0	0,1	1,1	0,0	1,2	0,4	0,3	0,1
Temperatura [°C]	16,2	18,4	16,3	15,0	16,4	16,6	14,2	17,3
Humedad [%]	70,7	62,8	68,2	81,3	64,9	72,6	76,6	66,5

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-13. Condiciones ambientales medidas en terreno de receptores humanos. Período nocturno.

Variable ambiental	Receptor							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Viento [km/h]	5,3	2,4	1,6	2,1	2,8	3,3	3,2	3,0
Temperatura [°C]	8,9	10,1	9,7	10,6	10,7	10,4	10,5	10,3
Humedad [%]	94,8	88,6	90,6	87,7	90,9	90,5	90,0	88,1

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

6.5.2. Instrumentación y Software

- Sonómetro integrador marca CESVA modelo-250, certificado bajo la norma IEC 61672-3:2006.
- Calibrador marca CESVA, modelo CB011, certificado bajo la norma UNI-EN 60942:2005.
- Pantalla antiviento marca Larson Davis, modelo WS-001.
- Anemómetro marca Kestrel, 5600 (Apéndice 4).
- Trípode de 1,5 metros de altura.
- GPS Garmin, modelo eTrex 30x.
- Cámara fotográfica digital Canon Eos Rebel T3.
- Software Python.
- Software Excel.
- Software Predictor-LimA.
- Software QGIS.

6.5.3. Registro Fotográfico de los Puntos de Medición

A continuación, se presentan los registros fotográficos de los receptores.

Tabla 6-14. Registro fotográfico medición receptor R1.

	Descripción: Vivienda de 2 pisos
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 743900 N: 5626344

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-15. Registro fotográfico medición receptor R2.

	Descripción: Vivienda de 2 pisos
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744169 N: 5626374

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-16. Registro fotográfico medición receptor R3.

	Descripción: Comunidad Remigio Cabrapan
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744208 N: 5626359

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-17. Registro fotográfico medición receptor R4.

	Descripción: Vivienda de 1 piso
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744203 N: 5626203

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-18. Registro fotográfico medición receptor R5.

	Descripción: Vivienda de 1 piso
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744268 N: 5626175

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-19. Registro fotográfico medición receptor R6.

	Descripción: Vivienda de 2 pisos
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744274 N: 5625920

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-20. Registro fotográfico medición receptor R7.

	Descripción: Sector Wetripantu
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744019 N: 5626073

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-21. Registro fotográfico medición receptor R8.

	Descripción: Vivienda de 1 piso
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 743837 N: 5626236

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Cabe destacar que estas mediciones permiten caracterizar la zona alrededor del proyecto, así como también la obtención del área de influencia de la componente ruido, según lo estipulado por la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019).

6.5.4. Resultados de ruido de fondo

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las mediciones de ruido de fondo para período diurno. Además, en el Apéndice 5 se pueden revisar las fichas de medición respectivas según el actual formato R.E. Nº693/2015 SMA.

Tabla 6-22. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período diurno.

ID	NPS [dB(A)]			Descripción del ruido	Hora de medición
	Eq	Mín	Máx		
R1	41	39	43	Trinar de aves, paso de agua, flujo vehicular lejano	16:44
R2	44	41	48	Trinar de aves, ruido de maquinaria, flujo vehicular lejano	15:43
R3	43	41	46	Trinar de aves, ruido de maquinaria, flujo vehicular lejano, ruidos desde comunidad	15:55
R4	41	39	45	Trinar de aves, flujo vehicular lejano, paso de agua	15:22
R5	43	41	45	Trinar de aves, flujo vehicular lejano	15:03
R6	46	45	47	Paso de agua, trinar de aves, flujo vehicular lejano	16:21
R7	45	43	47	Paso de agua, trinar de aves, flujo vehicular lejano	16:59
R8	42	39	47	Trinar de aves, flujo vehicular lejano	16:33

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

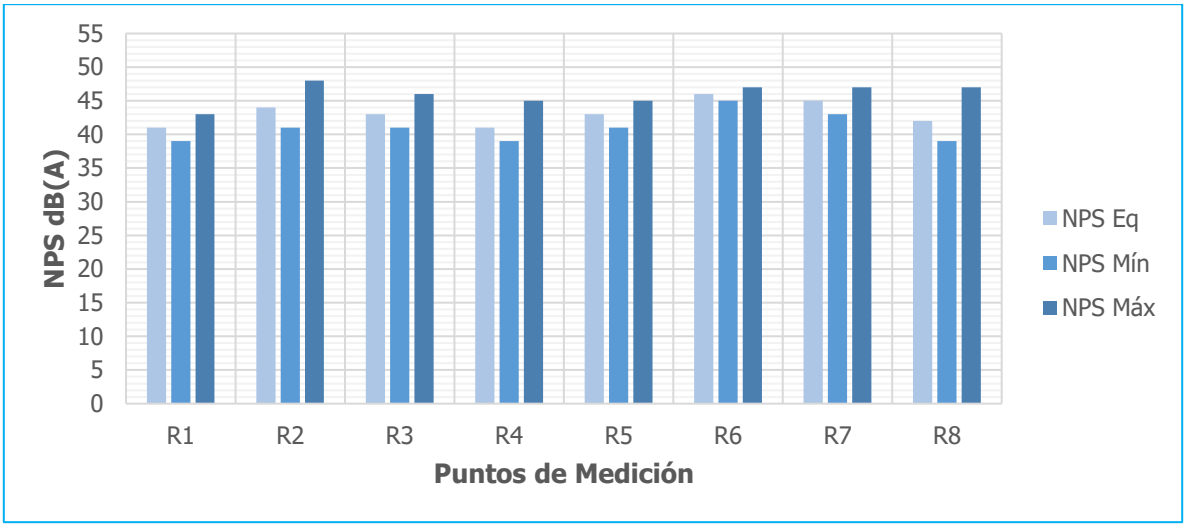


Figura 6-1. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período diurno.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Tabla 6-23. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período nocturno.

ID	NPS [dB(A)]			Descripción del ruido	Hora de medición
	Eq	Mín	Máx		
R1	37	35	43	Viento sobre follaje, flujo vehicular lejano	22:58
R2	39	36	45	Viento sobre follaje, flujo vehicular lejano	21:28
R3	39	36	44	Viento sobre follaje, flujo vehicular lejano	21:40
R4	38	36	43	Viento sobre follaje	21:15
R5	40	38	48	Viento sobre follaje, paso de agua	21:03
R6	44	43	46	Paso de agua, viento sobre follaje	22:06
R7	43	41	45	Viento sobre follaje, paso de agua	22:19
R8	36	30	43	Viento sobre follaje, flujo vehicular lejano	22:44

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

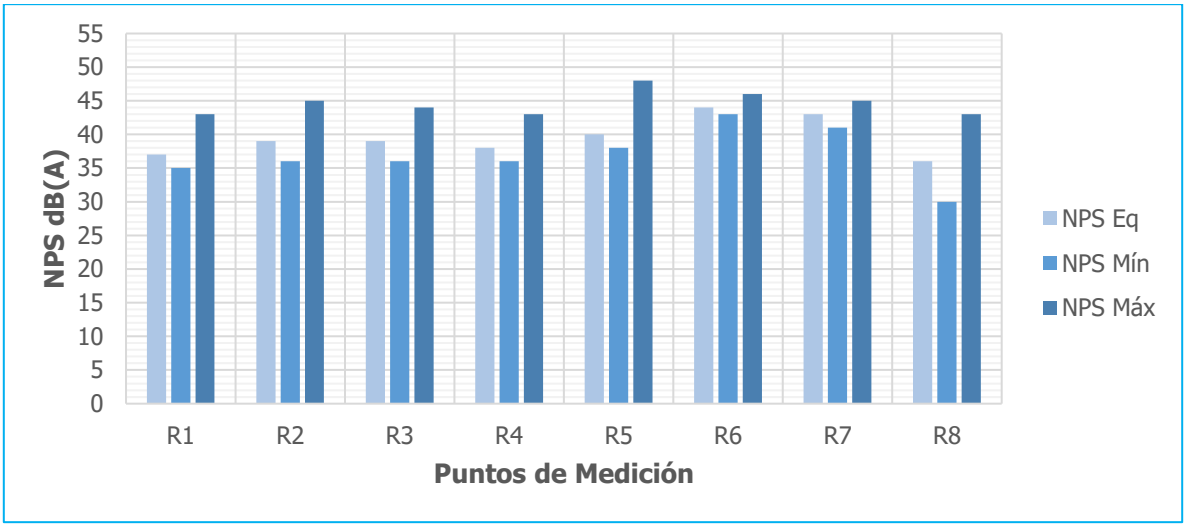


Figura 6-2. Niveles de ruido de fondo para receptores humanos, período nocturno.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.6. Medición de ruido de fondo representativo y característico para fauna nativa

6.6.1. Metodología

Para efectos de caracterización de la zona alrededor del proyecto, se efectuaron mediciones de ruido de fondo según las indicaciones del documento técnico "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022), cuyas consideraciones específicas fueron las siguientes:

- Las mediciones fueron realizadas utilizando sonómetro y calibrador con certificado de calibración vigente emitido por el ISP, considerando mediciones del descriptor NPSeq por bandas de octava según lo estipulado por el criterio SEA.
- Durante las mediciones, se presentaron condiciones meteorológicas favorables y sin precipitaciones, con vientos entre 0.0 km/h (0.0 m/s) y 0.1 km/h (0.02 m/s), temperatura promedio de 15.5ºC y humedad relativa promedio de 71.0 % para periodo diurno, mientras que en periodo nocturno se presentaron vientos entre 0.5 km/h (0.13 m/s) y 2.7 km/h (0.75 m/s), temperatura promedio de 10.2ºC y humedad relativa promedio de 93.2 %. Todos estos datos fueron medidos directamente en terreno utilizando anemómetro. Además, se filtraron todos aquellos eventos ocasionales e inusuales que no sean propios del entorno a caracterizar, tales

como bocinazos, tránsito de vehículos pesados en las vías cercanas, ladridos de perros, entre otros.

6.6.2. Instrumentación

Se considera el mismo equipamiento considerado para ruido en receptores humanos, cuyo detalle se consigna en la sección 6.5.2 del presente documento.

6.6.3. Registro fotográfico de los puntos de medición

Para caracterizar acústicamente el entorno del proyecto, se realizaron mediciones en dos puntos alrededor del mismo, cuyo detalle y registro fotográfico se presenta a continuación.

Tabla 6-24. Registro fotográfico receptor fauna RF1.

	Descripción: Receptor fauna 1
	Altura del receptor [m]: 0,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744042 N: 5626217

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-25. Registro fotográfico receptor fauna RF2.

	Descripción: Receptor fauna 2
	Altura del receptor [m]: 0,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744287 N: 5626011

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Cabe destacar que estas mediciones permiten caracterizar la zona alrededor del proyecto, así como también la obtención del área de influencia de la componente ruido, según lo estipulado por la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019).

6.6.4. Resultados de ruido de fondo representativo y característico

En las siguientes tablas se presentan los datos generales y las descripciones de ruido de las mediciones realizadas en los puntos identificados anteriormente en periodo diurno y nocturno.

Tabla 6-26. Registros generales mediciones ruido fauna nativa en periodo diurno.

Detalle	Puntos medición fauna	
	PMF1	PMF2
Fecha medición	08-06-26	08-06-26
Hora medición	17:13	16:07
Velocidad viento [km/h]	0,0	0,1
Temperatura [ºC]	14,8	16,3
Humedad relativa [%]	75,0	67,1

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-27. Descripción del ruido registrado durante las mediciones en puntos fauna nativa en periodo diurno.

Punto medición fauna	Descripción ruido
PMF1	Paso de agua, trinar de aves
PMF2	Paso de agua, trinar de aves

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

En la siguiente tabla y figura, se presentan los espectros en dB(Z) (sin ponderación) correspondientes a los puntos medidos, junto con los NPS globales en dB(Z), dB(A) y dB(C).

Tabla 6-28. Espectros de frecuencia en bandas de octava y niveles globales, puntos medición fauna nativa en periodo diurno.

Banda octava frecuencia [Hz]	NPS [dB(Z)] en puntos medición fauna	
	PMF1	PMF2
32	48,6	44,5
63	44,6	41,4
125	41,4	39,7
250	40,8	41,2
500	45,2	45,8
1k	45,6	52,7
2k	43,6	53,6
4k	36,6	50,7
8k	27,2	42,9
16k	16,3	33,5
NPS global [dB(Z)]	**55,2**	**58,2**
NPS global [dB(A)]	**53,1**	**57,9**
NPS global [dB(C)]	**49,6**	**57,0**

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

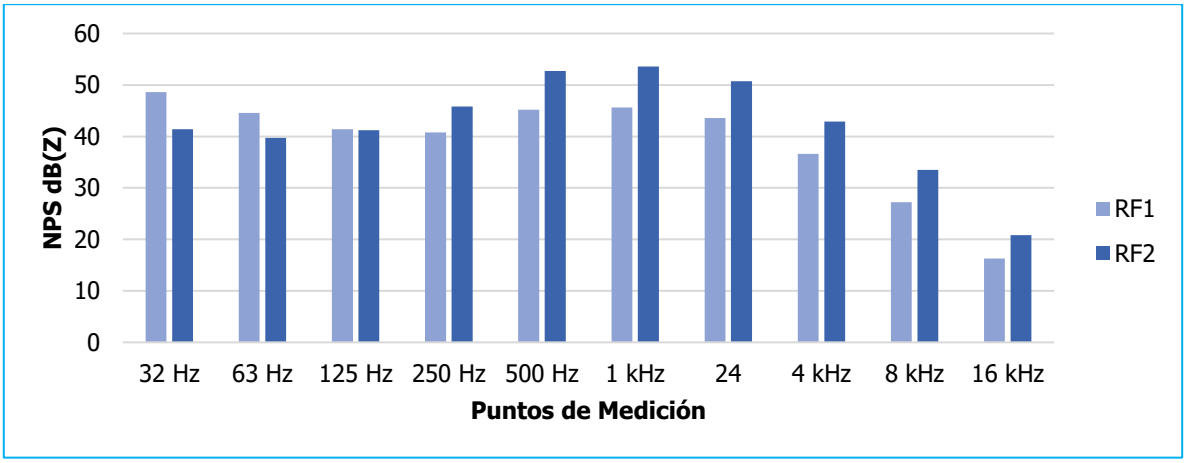


Figura 6-3. Espectros de frecuencia en bandas de octava, puntos medición fauna nativa en periodo diurno.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Tabla 6-29. Registros generales mediciones ruido fauna nativa en periodo nocturno.

Detalle	Puntos medición fauna	
	PMF1	PMF2
Fecha medición	08-06-26	08-06-26
Hora medición	22:31	21:52
Velocidad viento [km/h]	2,7	0,5
Temperatura [ºC]	9,0	11,4
Humedad relativa [%]	95,5	91,0

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-30. Descripción del ruido registrado durante las mediciones en puntos fauna nativa en periodo nocturno.

Punto medición fauna	Descripción ruido
PMF1	Paso de agua, viento sobre follaje
PMF2	Paso de agua

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

En la siguiente tabla y figura, se presentan los espectros en dB(Z) (sin ponderación) correspondientes a los puntos medidos, junto con los NPS globales en dB(Z), dB(A) y dB(C).

Tabla 6-31. Espectros de frecuencia en bandas de octava y niveles globales, puntos medición fauna nativa en periodo nocturno.

Banda octava frecuencia [Hz]	NPS [dB(Z)] en puntos medición fauna	
	PMF1	PMF2
32	42,4	51,7
63	37,7	39,3
125	33,3	40,6
250	34,4	44,9
500	39,4	52,1
1k	40,2	52,4
2k	37,3	49,7
4k	30,3	42,9
8k	21,2	32,7
16k	14	19,6
NPS global [dB(Z)]	**52,9**	**58,6**
NPS global [dB(A)]	**43,7**	**56,1**
NPS global [dB(C)]	**48,9**	**57,7**

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

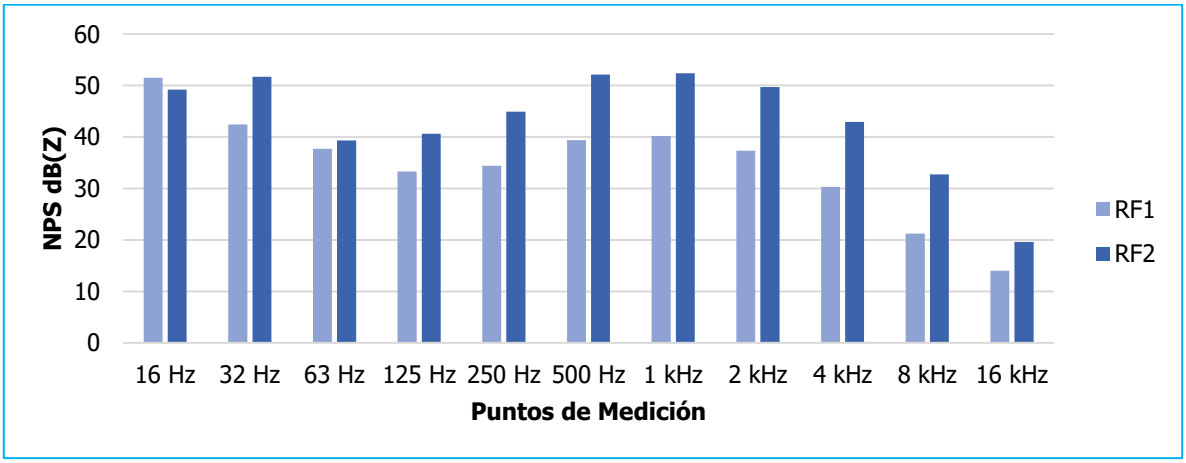


Figura 6-4. Espectros de frecuencia en bandas de octava, puntos medición fauna nativa en periodo nocturno.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.7. Área de Influencia de Ruido en Receptores Humanos (AIRH)

Para determinar el área de influencia del componente ruido en receptores humanos (en adelante AIRH) del proyecto y verificar si se genera alguno de los ECC del art 11 de la ley 19.300, se considera un área con receptores sensibles que en el peor de los casos sean afectados por la contaminación acústica y sobrepasen los límites establecidos por el D.S. N°38/2011 del MMA. Para determinar el AIRH, se considera el nivel de emisión de ruido de la fuente más energética (mayor Lw) y el menor de los ruidos de fondo medidos, tal como indica la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019). Si se considera un contexto de condición más desfavorable en el cual el sonido solo se atenúa por divergencia, utilizando la ecuación (1) del método de predicción ISO 9613-2:1996, a través del despeje de la variable d se obtiene la siguiente ecuación, con la cual se determina el radio del AIRH.

$$d = 10^{\frac{L_W + D_C - L_B - 11}{20}} \quad (6)$$

Donde:

d es el radio del AIRH,

L_W es el nivel de potencia de la fuente más energética,

D_C es la corrección por directividad, y

L_B es el menor nivel de ruido de fondo medido, según consta en la sección 6.5.4 del presente informe.

El proceso de cálculo, con las variables de entrada y salida asignadas para el cálculo del AIRH se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6-32. Proceso de cálculo AIRH.

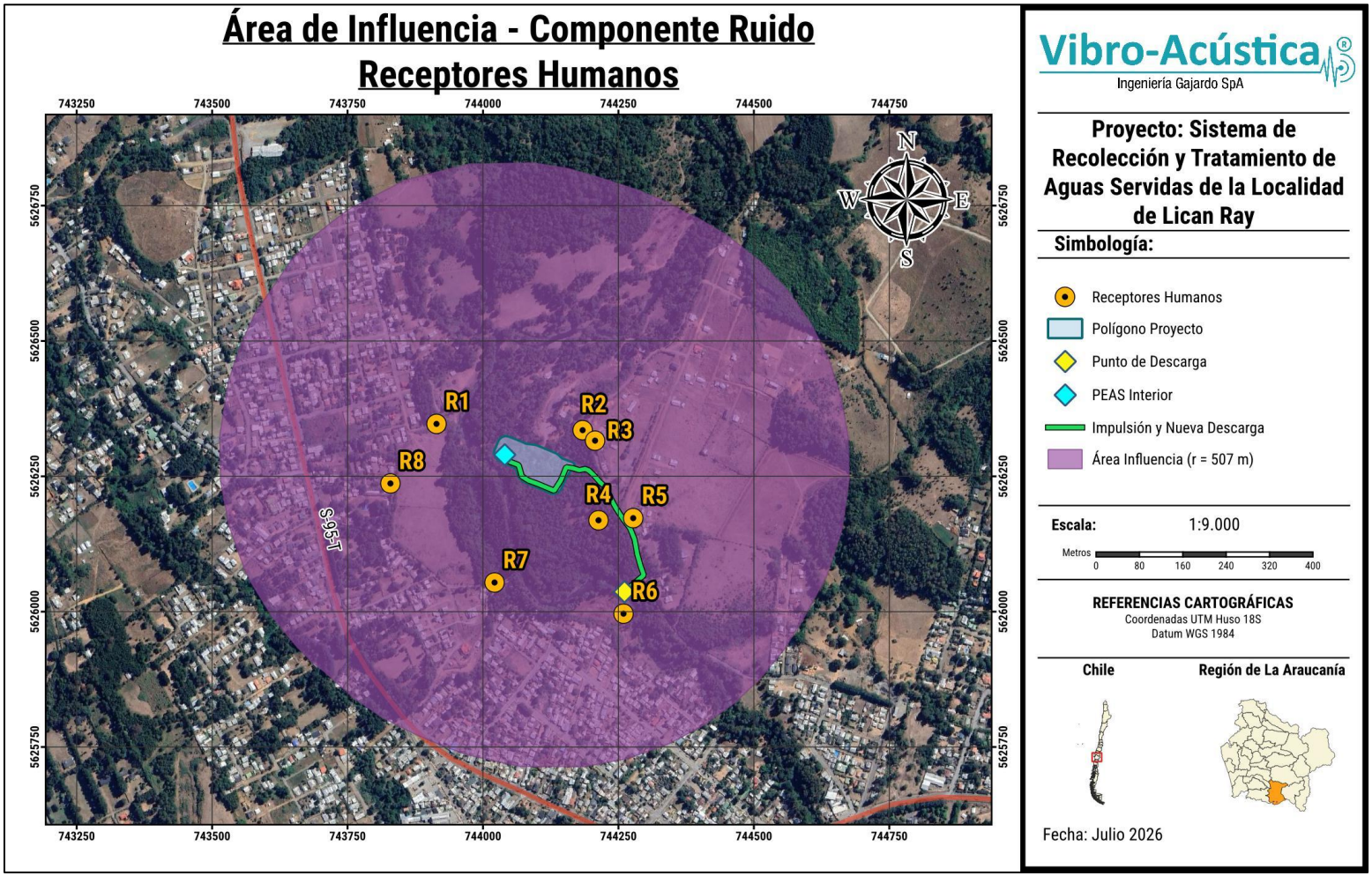
Variable	Detalle	Descripción
Entrada	Potencia Acústica.	Lw de la fuente más energética.
	Índice de directividad de la fuente de ruido.	Según una fuente omnidireccional que puede estar en el perímetro.
	Perímetro y vértices del Proyecto.	Superficie total ocupada por el proyecto
	Niveles de ruido	Menor ruido de fondo medido.

Variable	Detalle	Descripción
Salida	Gráfica del AIRH	Radio del AIRH.
		Superficie del AIRH.

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

A partir de la ecuación (6) y considerando el Lw de la fuente de mayor emisión y considerando que la fuente este lo más cercano al perímetro del proyecto, los receptores se encuentran dentro de una superficie que se expande con un radio desde el perímetro del proyecto hacia el exterior. Dicha superficie constituye el AIRH, la que indica hasta dónde los niveles proyectados de ruido igualan la condición basal, en un contexto de condición más desfavorable. De esta manera, se obtiene un área de influencia de radio 507 m.

La siguiente cartografía ilustra el AIRH.



Cartografía 6-2. Receptores humanos y AIRH.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.8. Área de Influencia de Ruido en Fauna Nativa (AIRF)

Según lo definido en el documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022), se considera al área o espacio geográfico de donde se obtiene la información necesaria para predecir y evaluar la significancia de los impactos, sobre los elementos del medio ambiente que son objetos de protección. En el caso de este análisis, se deben considerar como receptores aquellas áreas en donde se concentren especies nativas o que puedan asociarse a sitios de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación, así como cualquier área con protección oficial o sitio reconocido por su valor ambiental, dentro del área de influencia.

La evaluación del efecto del ruido se analiza diferenciando por especies o grupo de especies presentes en el área del proyecto, considerando umbrales de referencia específicos aplicables a cada uno de estos, según puedan existir efectos conductuales y/o fisiológicos sobre estos. En ese sentido, el análisis se centra en los grupos taxonómicos de aves y mamíferos.

Para el cálculo del área de influencia de la componente ruido en fauna nativa (AIRF), se homologa el procedimiento seguido para receptores humanos (ver detalle en sección 6.7), en donde el menor ruido de fondo ahora corresponde a las mediciones de los puntos referenciales de fauna, según lo consignado en la sección 6.6.4 del presente documento. De esta forma, se obtiene un AIRF de radio 143 m.

De acuerdo a lo estipulado en documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022), adicionalmente a la obtención del AIRF, se debe considerar la determinación de las áreas asociadas a efecto conductual y efecto fisiológico, cuyo cálculo se realiza de manera homóloga al área de influencia, pero reemplazando el ruido de fondo característico por el menor umbral correspondiente al grupo taxonómico y tipo de fuente, lo que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6-33. Umbral aplicable de afectación de fauna nativa.

Grupo taxonómico	Tipo efecto	Menor umbral	Fuente
Aves	Conductual	58 dB(A)	SEA, 2022
	Fisiológico	60 dB(A)	SEA, 2022
Mamíferos	Conductual	65 dB(A)	Baldwin, 2007

Grupo taxonómico	Tipo efecto	Menor umbral	Fuente
	Fisiológico	90 dB(Z)	Baldwin, 2007

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

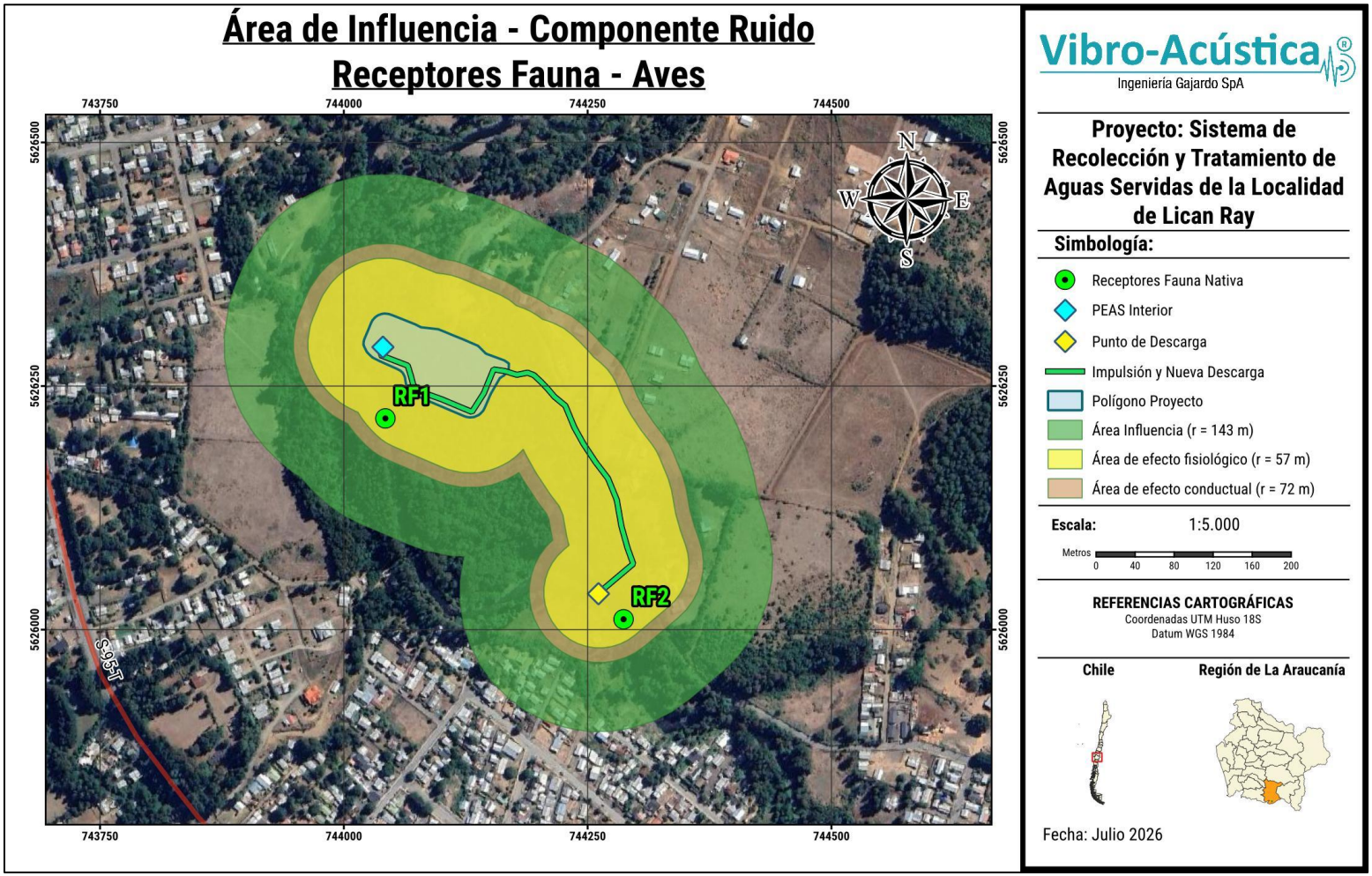
Por lo tanto, para estos grupos taxonómicos, se realiza el cálculo del área de efecto conductual (AEC) y área de efecto fisiológico, obteniéndose los resultados a continuación.

Tabla 6-34. Área de efecto conductual y fisiológico para grupos taxonómicos vinculados, fauna nativa.

Grupo taxonómico	Menor umbral efecto conductual	Radio AEC [m]	Menor umbral efecto fisiológico	Radio AEF [m]
Aves	58 dB(A)	72	60 dB(A)	57
Mamíferos	65 dB(A)	32	90 dB(Z)	3

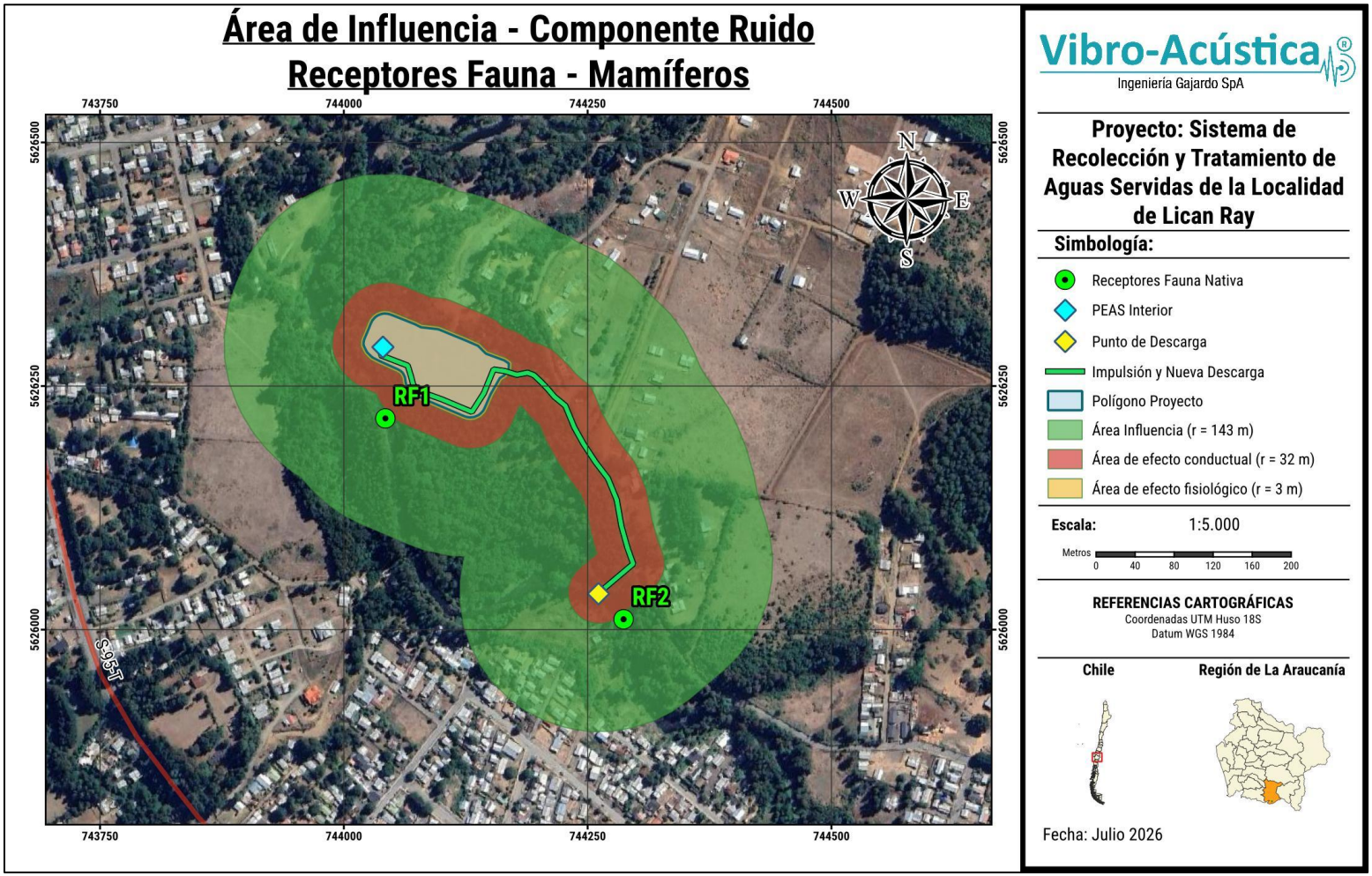
(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Las siguientes cartografías ilustran el AIRF y las respectivas áreas de efecto conductual (AEC) y fisiológica (AEF) para los grupos taxonómicos vinculados.



Cartografía 6-3. Sitios relevantes para fauna nativa, AIRF, AEF y AEC aves.

Fuente: Elaboración propia, 2026.



Cartografía 6-4. Sitios relevantes para fauna nativa, AIRF, AEF y AEC mamíferos.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.9. Predicción y evaluación de ruido por maquinarias

Para la predicción de las emisiones de ruido que generará el proyecto, se utiliza el software Predictor. Este programa integra la norma ISO 9613-2:1996 para la propagación del sonido en ambientes exteriores, donde puede ser ingresada la información de las fuentes de ruido como la potencia acústica (valor único o por bandas de frecuencia) y los datos de los receptores (ubicación puntual o múltiples receptores para generar un mapa de ruido). Además, permite el ingreso de datos del relieve donde se emplaza el proyecto (curvas de nivel del terreno), condiciones ambientales (porosidad del terreno, datos meteorológicos de la zona, vegetación, etc.) y objetos como obstáculos (barreras) y edificaciones. Para el presente estudio se tomaron las siguientes consideraciones:

- La información del relieve (curvas de nivel) fue extraída del DEM Alos Palsar de la región de La Araucanía[2], con resolución 12,5 m.
- El equipamiento y maquinaria fue representado como fuentes equivalentes puntuales, según ISO 9613-2:1996.
- Se ingresaron receptores puntuales en las ubicaciones consideradas como sensibles, considerando las alturas correspondientes.
- Se ajustaron las condiciones meteorológicas para establecer un escenario favorable a la propagación del sonido, en consideración a registros históricos en la zona (estación meteorológica Panguipulli, Panguipulli[3]). En este aspecto, la temperatura se fijó en 16,3°C y la humedad relativa del aire en 64,08%.
- Para la elaboración de mapas de ruido se han establecido alturas respecto del suelo diferenciadas para receptores humanos y fauna nativa. De esta manera, los mapas de ruido que se entregan en el informe representan los niveles de ruido a 1,5 m de altura respecto a la elevación del terreno para receptores humanos y 0,5 m de altura para fauna nativa.
- Para la elaboración de los mapas de ruido, se utilizó un tamaño de malla de 10 m.
- El coeficiente de reflexión de las edificaciones se fijó en 0,8.
- Se fijó el factor de suelo (G) en 0,8.
- Por otro lado, el sector no presenta accidentes geográficos que afecten la propagación del ruido.

[2] Disponible en https://geoportal.cl/catalog.

[3] Disponible en https://agrometeorologia.cl/.

A continuación, se presenta el escenario en 3D donde se realizó la modelación:

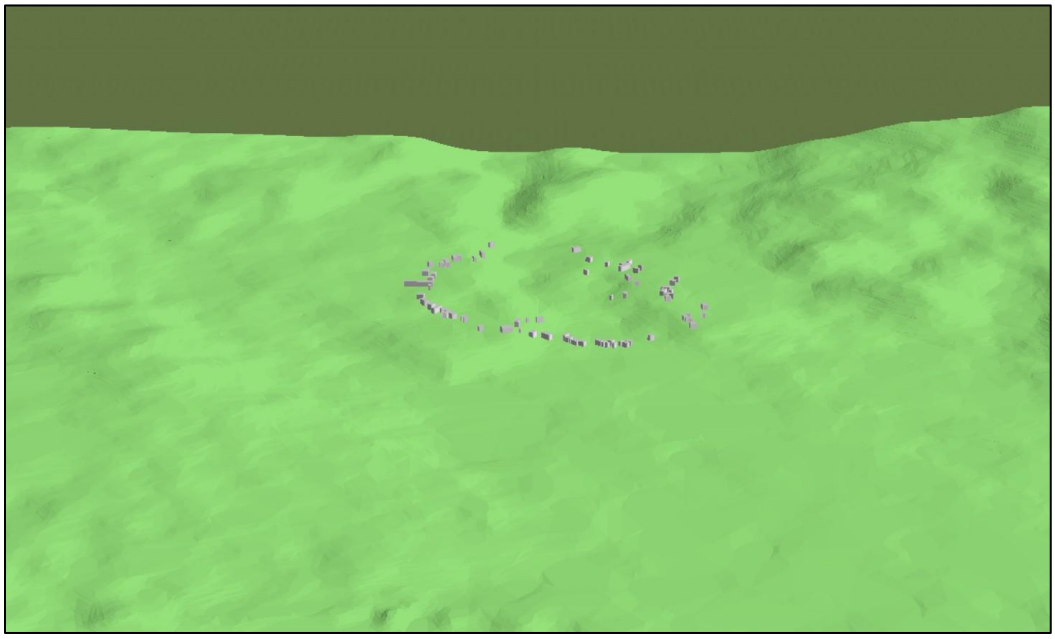


Figura 6-5. Relieve en 3D del escenario de modelación ingresado a Predictor.

Fuente: Elaboración propia en base a Predictor - Módulo 3D, 2026.

El proceso de cálculo, con las variables de entrada y salida asignadas en Predictor se detalla a continuación:

Tabla 6-35. Proceso de cálculo, proyecciones de ruido.

Variable	Detalle	Descripción
Entrada	Coordenadas de receptores.	Según georreferenciación.
	Coordenadas de fuentes puntuales.	Según criterio de condición más desfavorable, concordante al sector de trabajo y cercano al receptor.
	Algoritmo de cálculo.	ISO 9613 partes I y II.
	Obstáculos.	Topografía, edificios, casas, barreras acústicas.
	Niveles de potencia Acústica	Niveles medidos, obtenidos de fichas técnicas y de la norma BS 5228.
Salida	Niveles de presión sonora.	Niveles proyectados de ruido.
		Mapas de ruido.

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Para la predicción se tomaron las siguientes consideraciones:

- Para cada escenario por evaluar, todas las máquinas deben estar funcionando al mismo tiempo, es decir, se genera una simultaneidad de fuentes, para representar el caso más desfavorable de emisión de ruido.
- La predicción de ruido se realiza teniendo en cuenta los receptores más representativos y expuestos a las emisiones del proyecto, considerando que las fuentes de ruido estén lo más cercano a éstos y concordante al lugar de trabajo.
- Durante el proceso de modelación y estimación de niveles de presión sonora los trabajos a nivel de piso se establecieron a 1,5 m desde el nivel del suelo.

Cabe destacar que para fauna nativa, si bien el documento técnico "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022) indica que la predicción debe considerar los niveles de ruido proyectados sobre el área representativa de los receptores para la condición con proyecto, en cada una de sus fases y, en caso de referir puntos de evaluación específicos, se deberán indicar los criterios aplicados para su definición y describir su representatividad geográfica respecto de los hábitats de relevancia. En ese sentido, se configura un punto de evaluación por cada sitio relevante, ubicado en el interior de su respectiva delimitación y en el punto de mayor exposición (más cercano) al proyecto.

6.9.1. Predicción y evaluación sin medidas de control

A continuación, se indica el detalle de las fuentes de ruido utilizadas para cada uno de los escenarios de evaluación, de acuerdo con las situaciones más desfavorables presentadas en la sección 6.3.

6.9.1.1 Escenario 1 – Fase de Construcción

A continuación, se indica el detalle de las fuentes de ruido configuradas para la modelación:

Tabla 6-36. Detalle de las fuentes de ruido, escenario 1.

Fase	ID	Nombre	Lw fuente [dB(A)]
Construcción	F1	Camión tolva	101,9
	F2	Compactador	100,6
	F3	Retroexcavadora	98,8
	F4	Camioneta	96,3
	F5	Furgón	94,3
	F6	Camión mixer	103,1
	F7	Camión rampla	102,9
	F8	Camión grúa	97,8

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

La ubicación de cada fuente en el modelo de predicción se muestra a continuación:

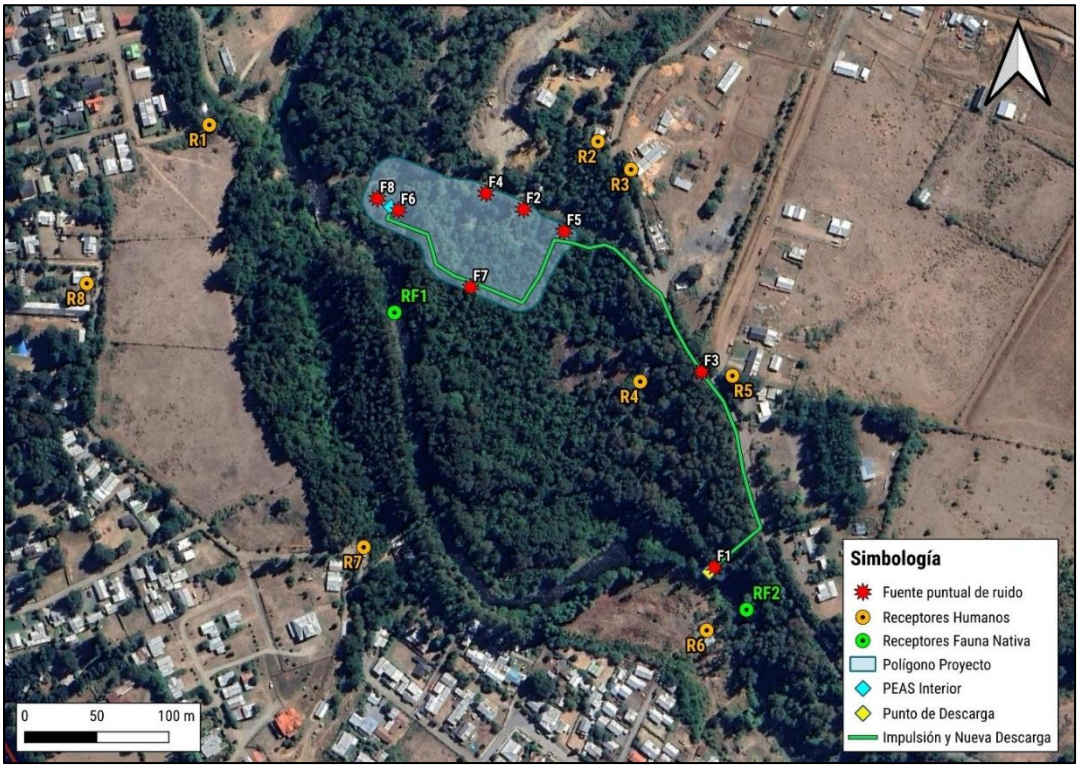


Figura 6-6. Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 1.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

En las siguientes tablas, se presentan los niveles proyectados en cada receptor humano y su evaluación según D.S. Nº38/2011 MMA.

Tabla 6-37. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1, período diurno.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado [dB(A)]	Límite Permitido D.S. Nº38/2011 MMA [dB(A)]	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	47,6	51	SI
	4	48,3	51	SI
R2	1,5	52,9	54	SI
	4	53,4	54	SI
R3	1,5	51,3	53	SI
R4	1,5	53,6	51	NO
R5	1,5	54,4	53	NO
R6	1,5	52,2	60	SI
	4	52,7	60	SI
R7	1,5	44,8	55	SI
R8	1,5	37,8	52	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De la tabla anterior, se observa que no se cumple con el límite máximo permitido según D.S. Nº38/2011 MMA en los receptores R4 y R5. Además, se observa que en los receptores R2 y R3 se obtienen valores proyectados que cumplen con la norma de emisión, sin contemplar el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual no es posible asegurar el cumplimiento normativo. Dicho lo anterior, se requieren medidas de control de ruido para revertir esta situación.

Por otra parte, para fauna nativa se tienen los siguientes resultados proyectados en los puntos de evaluación de fauna.

Tabla 6-38. Predicción y evaluación de ruido en puntos fauna, escenario 1.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado		Grupo taxonómico evaluado	Umbral efecto conductual	Umbral efecto fisiológico	Evaluación - ¿NPS proyectado es inferior a umbral?	
		dB(A)	dB(Z)				Conductual	Fisiológico
RF1	0,5	53,2	70,8	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	SI
RF2	0,5	52,7	64,7	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De la tabla anterior, se tiene que el proyecto no genera superación de los umbrales para efecto conductual y fisiológico en los grupos taxonómicos presentes en el área de influencia. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar la no superación de los umbrales de afectación de fauna nativa.

En el Apéndice 6 se presentan las memorias de cálculo correspondientes a este escenario.

Las siguientes figuras ilustran los mapas de ruido del presente escenario, tanto para receptores humanos como para fauna nativa.

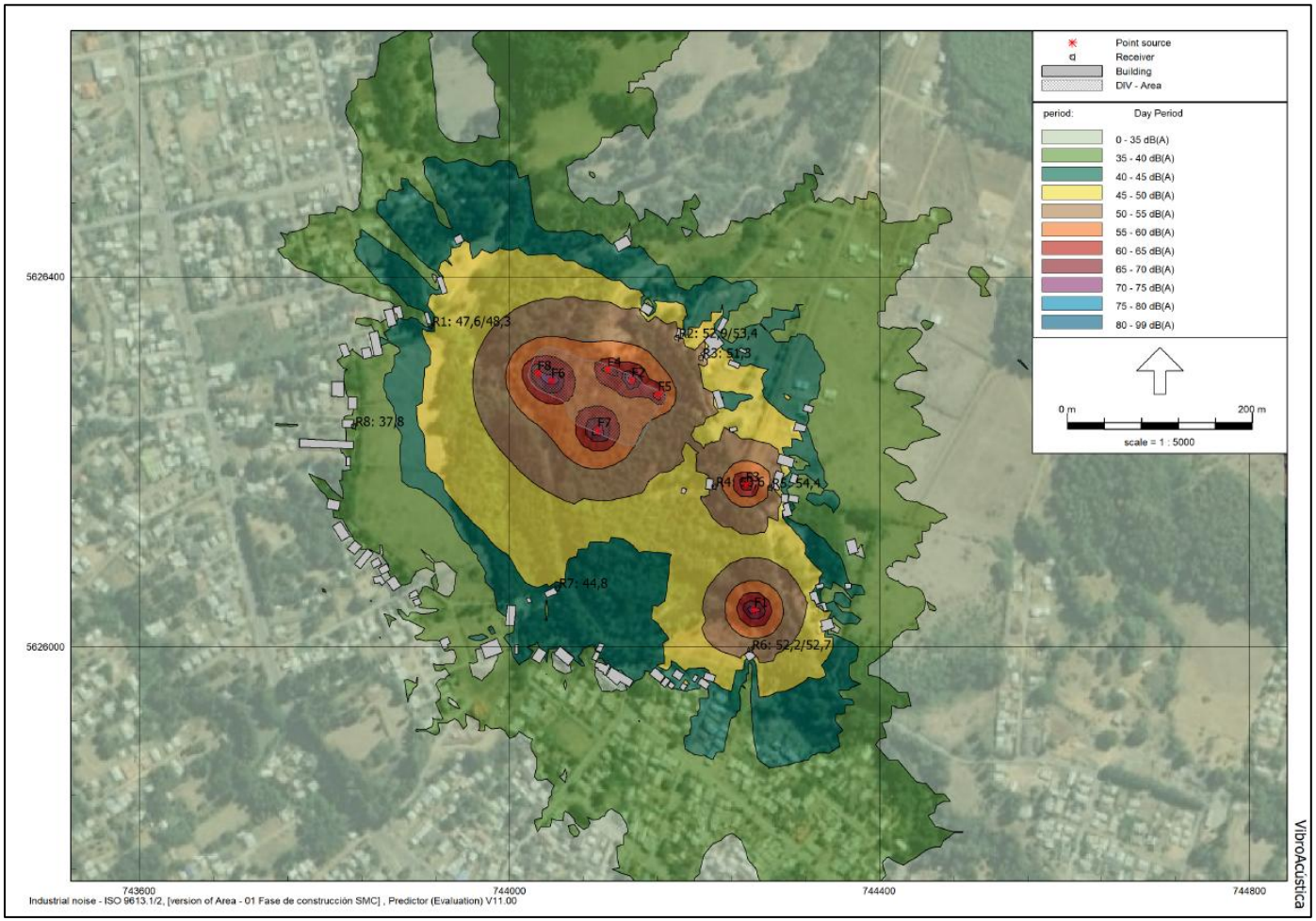


Figura 6-7. Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 1.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

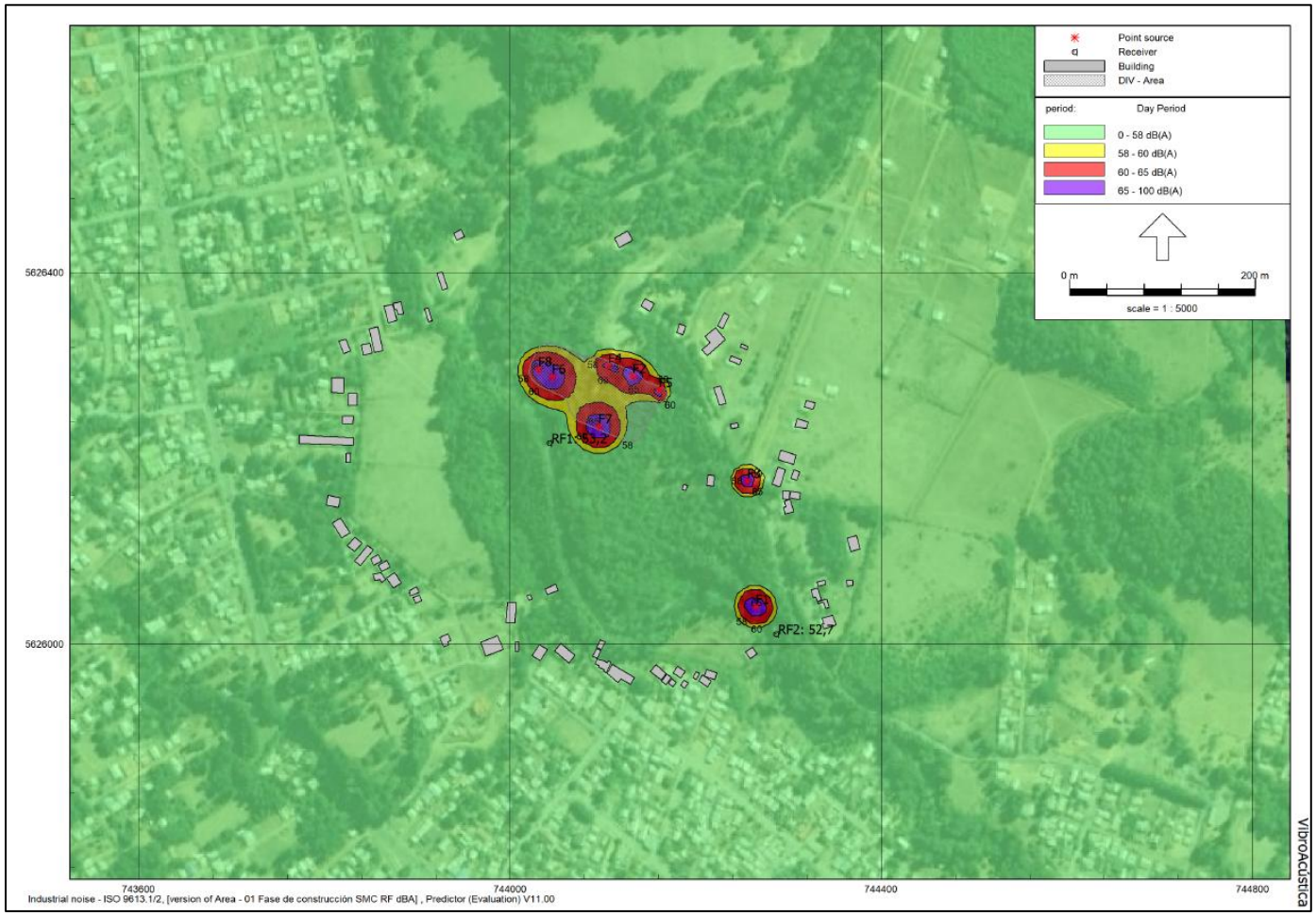


Figura 6-8. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(A), escenario 1.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

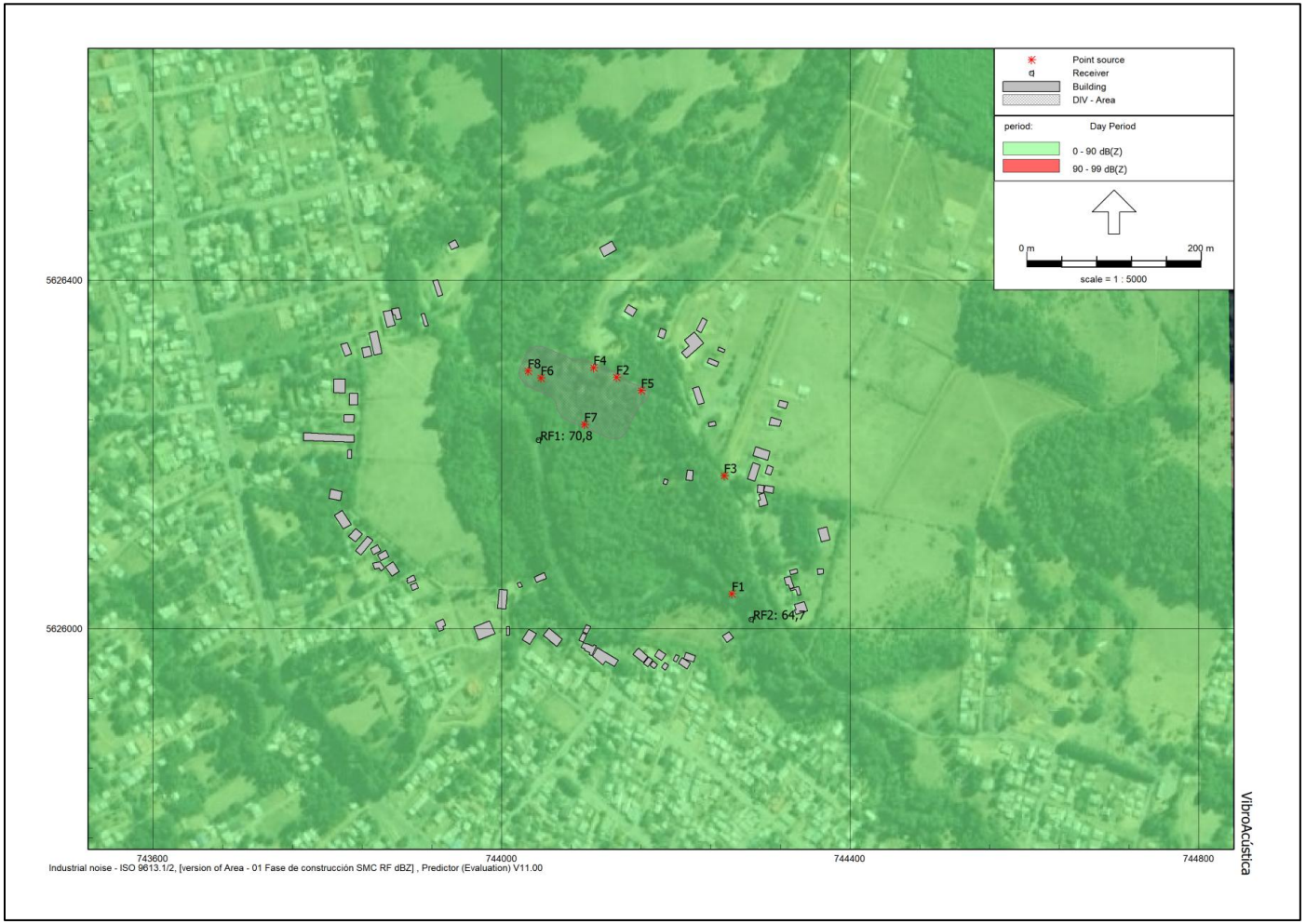


Figura 6-9. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(Z), escenario 1.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.9.1.2 Escenario 2 – Fase de Operación

A continuación, se indica el detalle de las fuentes de ruido configuradas para la modelación:

Tabla 6-39. Detalle de las fuentes de ruido, escenario 2.

Fase	ID	Nombre	Lw fuente [dB(A)]	Lw total [dB(A)]
Operación	Feq1	Generador 450 KVA	96,0	97,2
		Sopladores	91,0	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Cabe destacar que, en esta etapa, tanto el grupo electrógeno como los sopladores se encuentran confinados al interior de un recinto, por lo que la principal vía de transmisión del ruido corresponde a la cubierta de dicha edificación. En el Apéndice 7 se presenta la memoria de cálculo del índice de reducción acústica de la cubierta del recinto considerado. Por lo tanto, en la tabla anterior, se considera como valor de emisión de ruido hacia el exterior la diferencia entre el nivel de potencia acústica consignado en la Tabla 6-6 y los valores de índice de reducción acústica ponderado corregido Ra (Rw+ C) = 20 dB(A) de la cubierta de la edificación.

La ubicación de cada fuente en el modelo de predicción se muestra a continuación:

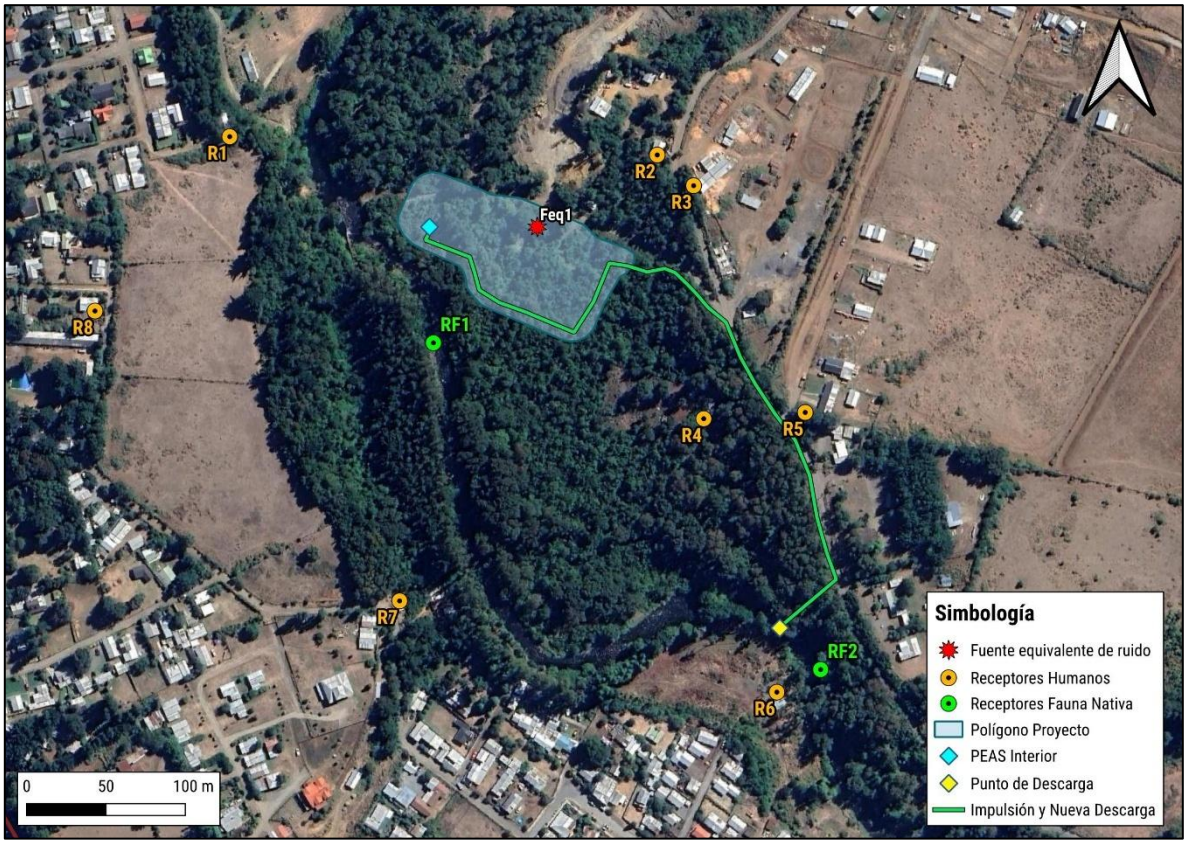


Figura 6-10. Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 2.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

En las siguientes tablas, se presentan los niveles proyectados en cada receptor humano y su evaluación según D.S. Nº38/2011 MMA.

Tabla 6-40. Niveles proyectados en receptores humanos en periodo diurno, escenario 2, período diurno.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado en dB(A)	Límite Permitido D.S. 38/2011 en dB(A)	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	33,9	51	SI
	4	35,0	51	SI
R2	1,5	42,2	54	SI
	4	43,0	54	SI
R3	1,5	40,5	53	SI
R4	1,5	34,3	51	SI
R5	1,5	30,9	53	SI

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado en dB(A)	Límite Permitido D.S. 38/2011 en dB(A)	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R6	1,5	27,5	60	SI
	4	26,3	60	SI
R7	1,5	30,7	55	SI
R8	1,5	26,9	52	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 6-41. Niveles proyectados en receptores humanos en periodo nocturno, escenario 2, período nocturno.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado en dB(A)	Límite Permitido D.S. 38/2011 en dB(A)	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	33,9	47	SI
	4	35	47	SI
R2	1,5	42,2	49	SI
	4	43	49	SI
R3	1,5	40,5	49	SI
R4	1,5	34,3	48	SI
R5	1,5	30,9	50	SI
R6	1,5	27,5	45	SI
	4	26,3	45	SI
R7	1,5	30,7	53	SI
R8	1,5	26,9	46	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De las tablas anteriores, se observa que en ninguno de los receptores humanos evaluados en condición más desfavorable se genera superación de los límites máximos permisibles según D.S. Nº38/2011 MMA. De esta forma, el escenario evaluado cumple con la norma de emisión. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar el cumplimiento normativo.

Por otra parte, para fauna nativa se tienen los siguientes resultados proyectados en los puntos de evaluación respectivos.

Tabla 6-42. Predicción y evaluación de ruido en puntos fauna, escenario 2.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado		Grupo taxonómico evaluado	Umbral efecto conductual	Umbral efecto fisiológico	Evaluación - ¿NPS proyectado es inferior a umbral?	
		dB(A)	dB(Z)				Conductual	Fisiológico
RF1	0,5	37,3	48,1	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	Si
RF2	0,5	21,7	36,7	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De la tabla anterior, se tiene que el proyecto no genera superación de los umbrales para efecto conductual y fisiológico en los grupos taxonómicos presentes en el área de influencia. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar la no superación de los umbrales de afectación de fauna nativa.

En el Apéndice 6 se presentan las memorias de cálculo correspondientes a este escenario.

Las siguientes figuras ilustran los mapas de ruido del presente escenario, tanto para receptores humanos como para fauna nativa.

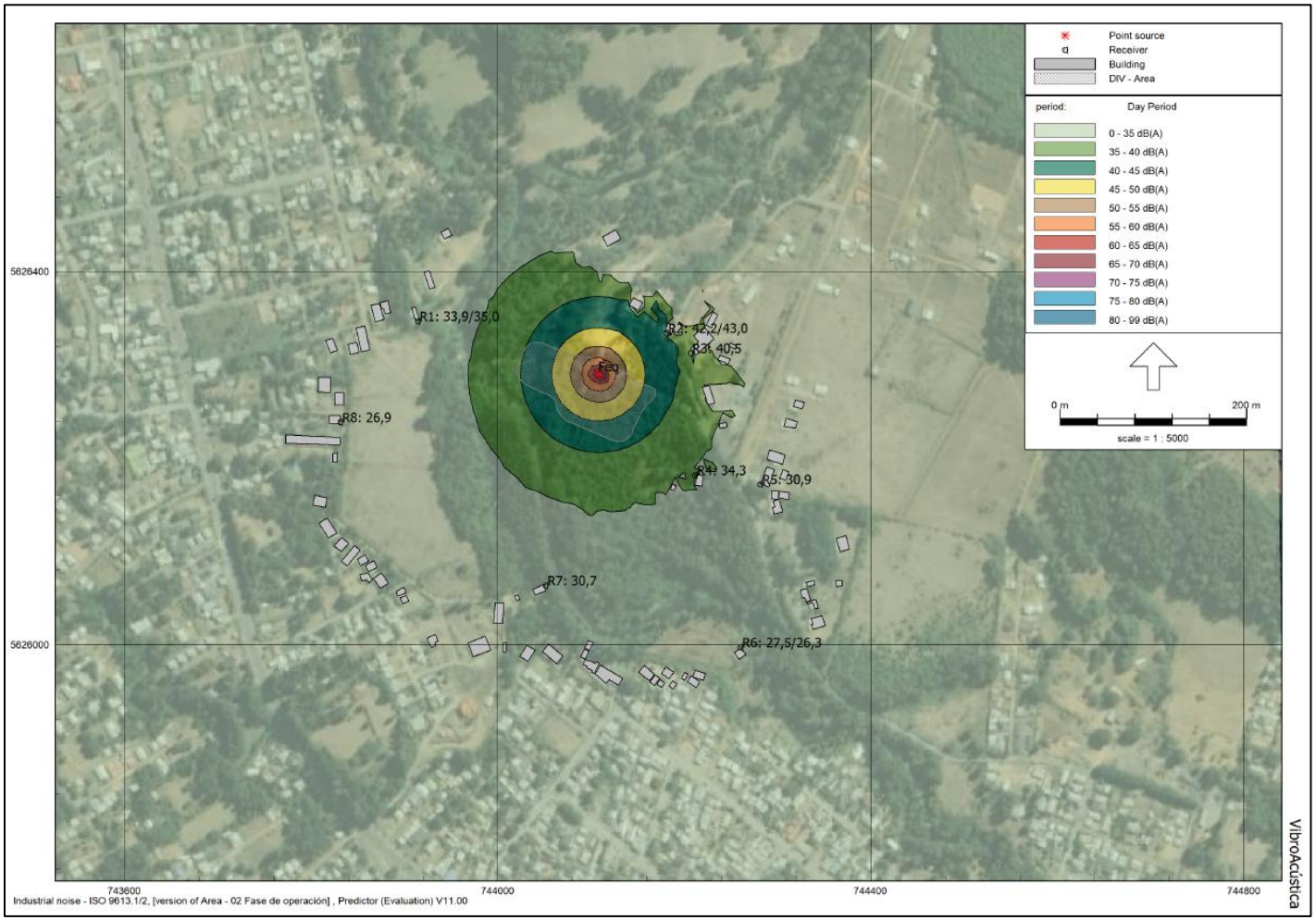


Figura 6-11. Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 2.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

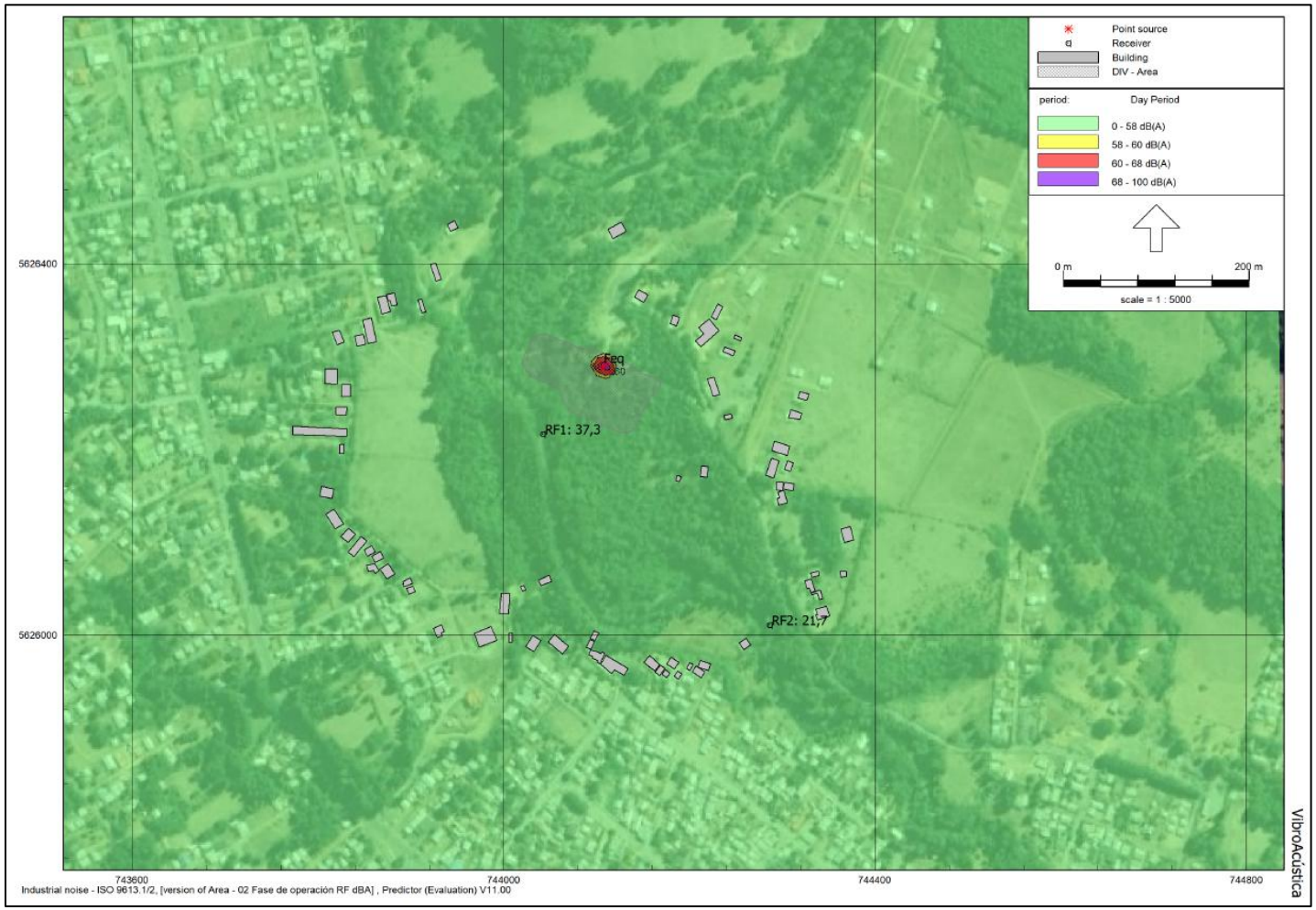


Figura 6-12. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(A), escenario 2.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

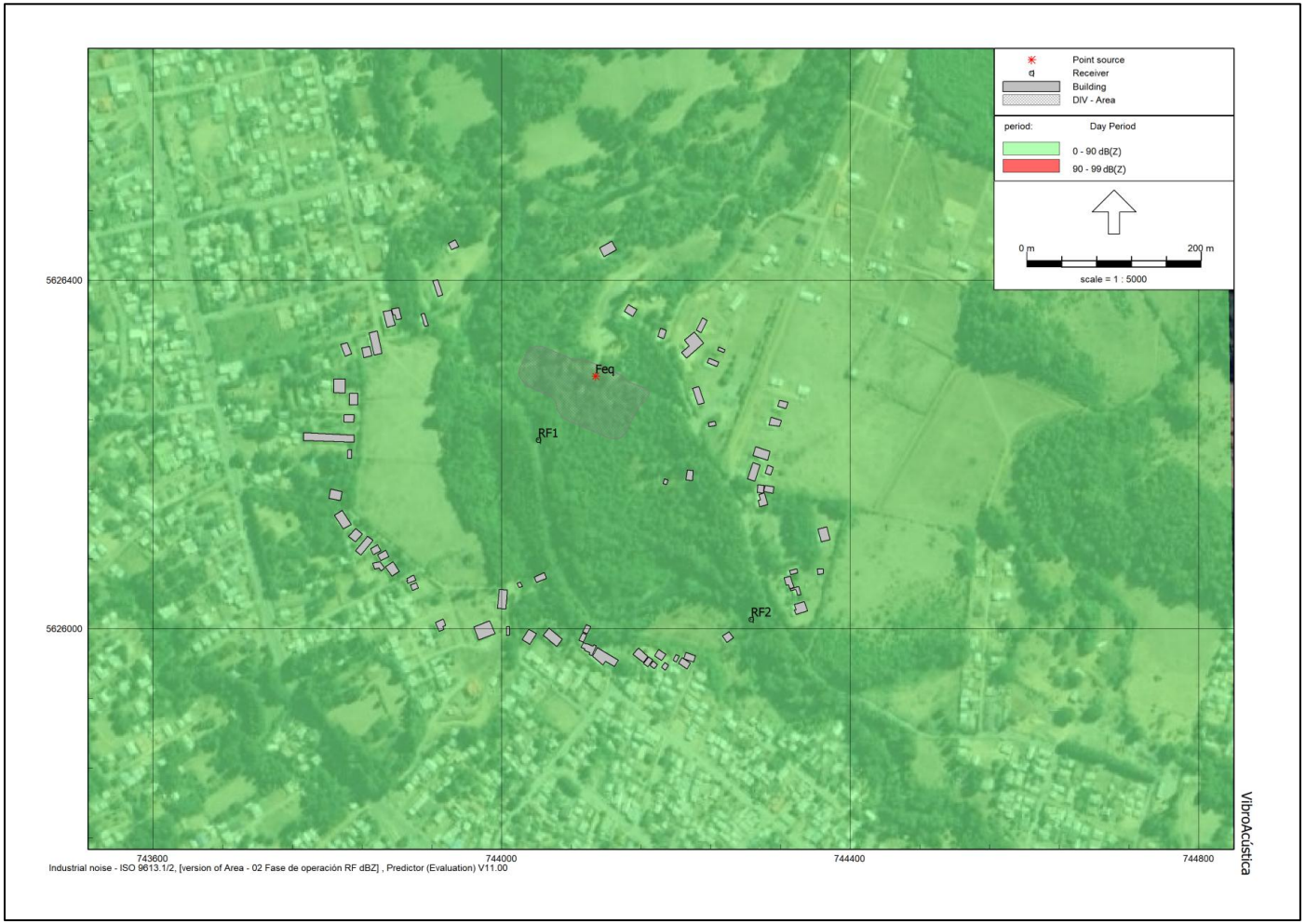


Figura 6-13. Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(Z), escenario 2.
Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.9.2. Medidas de Control de Ruido

Según se indicó en el apartado anterior, los niveles de ruido generados en la fase de construcción del proyecto, para los receptores representativos evaluados **R4 y R5,** supera el límite establecido por el D.S Nº38/2011 del MMA, al considerar un "contexto de condición más desfavorable". Por lo tanto, se implementarán medidas de reducción de ruido para asegurar el cumplimiento normativo.

- **Medida de Atenuación por Inserción de Barrera Acústica**

La reducción que ejerce una barrera acústica corresponde a la pérdida por inserción y equivale a la comparación aritmética entre el nivel de ruido en el receptor sin la barrera y luego con la barrera.

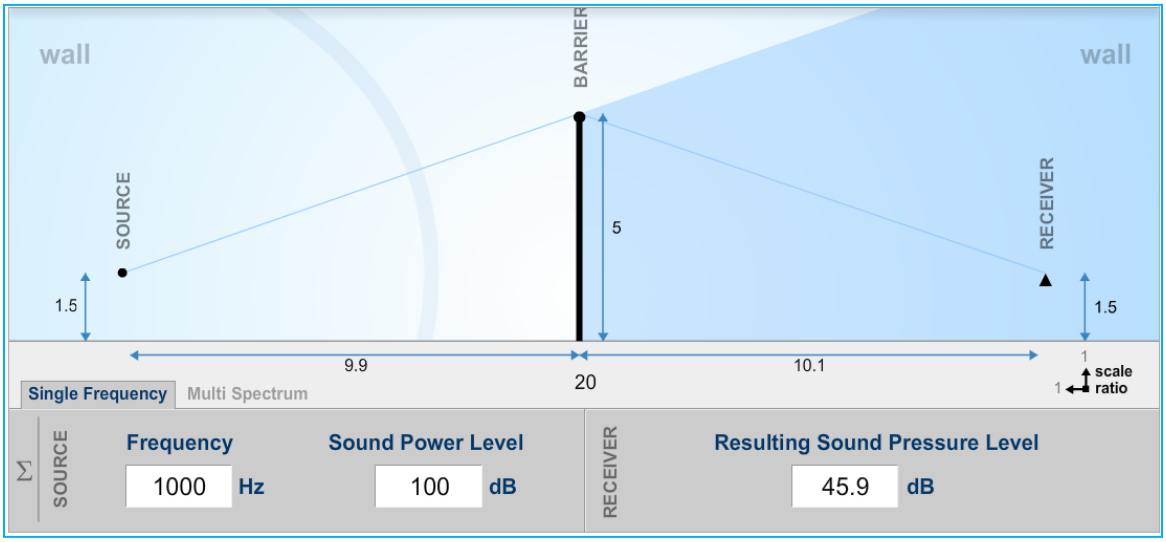


Figura 6-14. Esquema de la pérdida por inserción de una barrera acústica.

Fuente: http://noisetools.net/noisecalculator2

Una aproximación a la pérdida por inserción se puede obtener de la siguiente ecuación:

$$R_e = 20 \log \frac{\sqrt{2\pi N}}{\tanh \sqrt{2\pi N}} + 5\ dB \quad (7)$$

Donde $tanh$ es la tangente hiperbólica y N es el número de Fresnel:

$$N = \frac{2U}{\lambda} \quad (8)$$

Según la norma ISO 9613-2 las principales características que debe tener una barrera acústica son:

- Que la densidad superficial sea de, al menos, 10 Kg/m^2.
- Que la barrera tenga una superficie cerrada sin fugas acústicas.
- Que la dimensión horizontal normal a la línea fuente-receptor sea más grande que la longitud de onda de la frecuencia central de la banda de octava de interés.

Para este caso, dado que serán barreras acústicas temporales, se pueden confeccionar de madera OSB de 15 mm de espesor, cerradas herméticamente entre sí con espuma expansiva y mediante vigas de madera o metálicas para evitar la deformación por eventualidades climáticas. Dichos paneles de OSB deben estar, además, protegidos de factores climáticos (principalmente humedad y lluvia), a través de la aplicación de pintura hidrorrepelente, tales como las pinturas tipo siloxane, látex, acrílico o similares. Otro aspecto importante, es que se debe nivelar el terreno donde se instalarán las barreras acústicas. Una vez instaladas, se debe cubrir la parte baja con el material extraído de la nivelación, todo esto, para asegurar la hermeticidad con respecto al suelo. Ver siguiente figura.

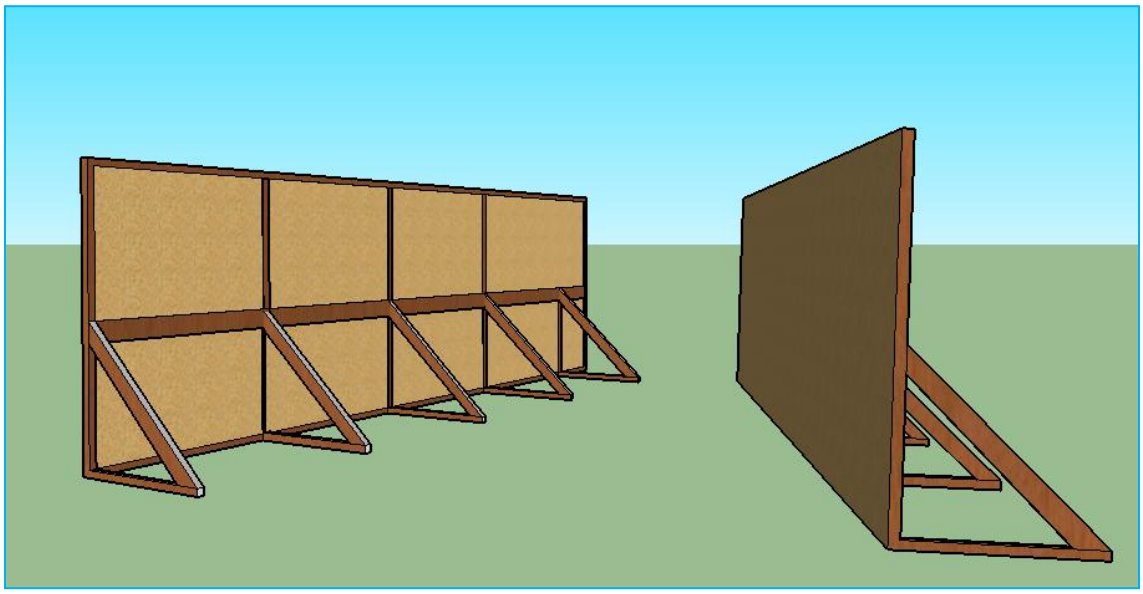


Figura 6-15. Esquema de barrera acústica.

Fuente: Elaboración propia en base a SketchUp.

Para disminuir los niveles de ruido en los receptores analizados, se deberá instalar una barrera semiperimetral de 2,4 m en parte del deslinde noroeste del polígono del proyecto y barreras modulares las cuales serán trasladables mientras estén en construcción los ductos. Es importante

mencionar que las barreras se deben mantener durante todo el tiempo que dure la fase de construcción.

6.9.3. Niveles Proyectados Con Medidas de Control de Ruido

En esta sección se muestran los resultados obtenidos a partir de las simulaciones con el software Predictor LimA para el proyecto, al incluir las medidas de control descritas anteriormente. Para la predicción de ruido se considera: la altura sobre el nivel del suelo, que representa a cada receptor sensible evaluado, la altura de la barrera acústica y la altura de las fuentes emisoras.

En la siguiente tabla, se detallan las características de cada barrera acústica semi perimetral y las barreras modulares a implementar en la fase de construcción.

Tabla 6-43. Detalle barrera acústica perimetral y modular para la fase de construcción.

Nombre	Altura [m]	Largo total [m]	Vértices	Coordenadas UTM Huso 18 S	
				E	N
B1	2,4	48	V1	744098	5626309
			V2	744143	5626290
BM1	2,4	18	V1	744253	5626182
			V2	744257	5626182
			V3	744263	5626174
			V4	744262	5626170
BM2	2,4	18	V1	744258	5626169
			V2	744254	5626169
			V3	744249	5626177
			V4	744250	5626181

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

A continuación, se muestra el esquema de ubicación de estas barreras:

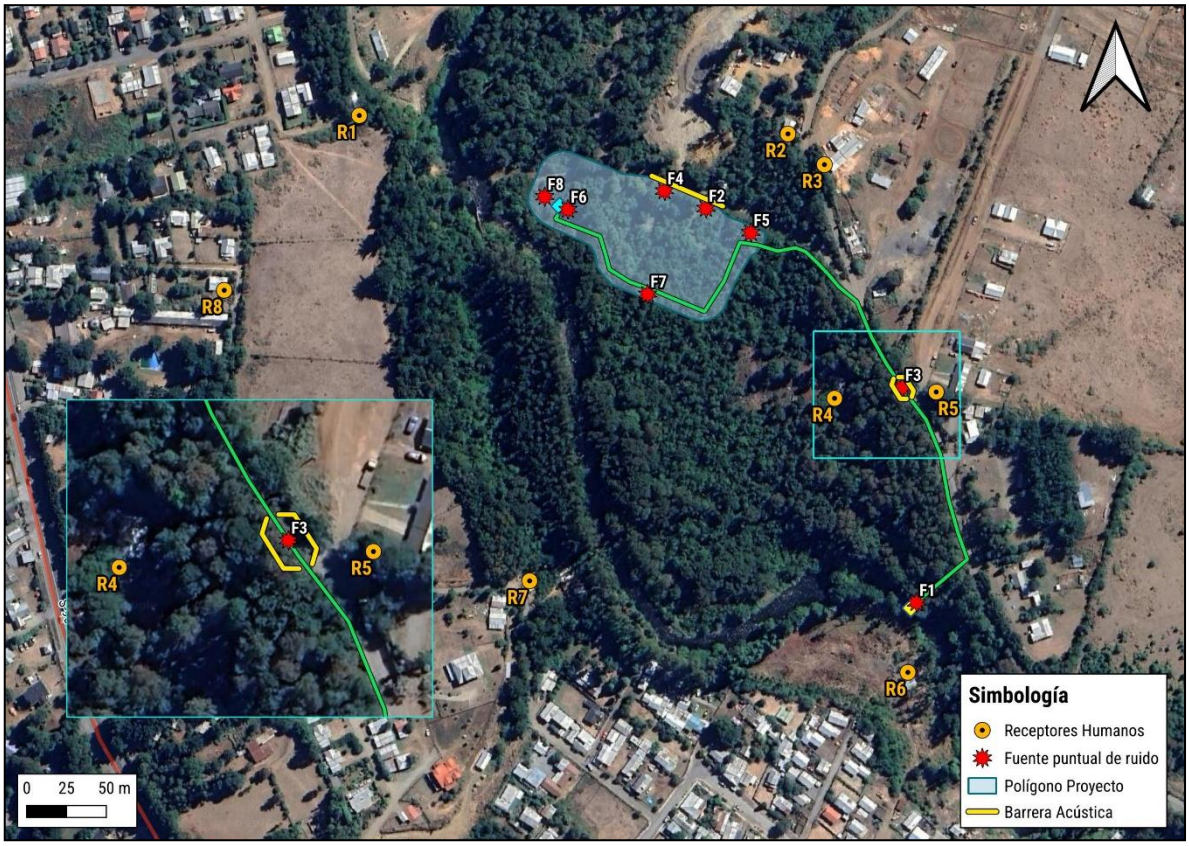


Figura 6-16. Barrera acústica – Fase de construcción.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados de las modelaciones para los receptores humanos del proyecto con las medidas de control propuestas:

Tabla 6-44. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1 con medidas de control.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado [dB(A)]	Periodo	Límite Permitido D.S. Nº38/2011 MMA [dB(A)]	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	47,6	Diurno	51	SI
	4	48,2	Diurno	51	SI
R2	1,5	50,2	Diurno	54	SI
	4	51,0	Diurno	54	SI
R3	1,5	49,7	Diurno	53	SI
R4	1,5	48,1	Diurno	51	SI
R5	1,5	49,9	Diurno	53	SI

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado [dB(A)]	Periodo	Límite Permitido D.S. Nº38/2011 MMA [dB(A)]	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R6	1,5	52,2	Diurno	60	SI
	4	52,7	Diurno	60	SI
R7	1,5	44,9	Diurno	55	SI
R8	1,5	38,2	Diurno	52	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Estos resultados muestran que se cumple con el límite máximo permitido según D.S. Nº38/2011 del MMA, en todos los receptores estudiados, al incorporar las medidas de control propuestas. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar el cumplimiento normativo.

En el Apéndice 8 se presentan las memorias de cálculo correspondientes a este escenario.

La siguiente figura ilustra el mapa de ruido del presente escenario para receptores humanos

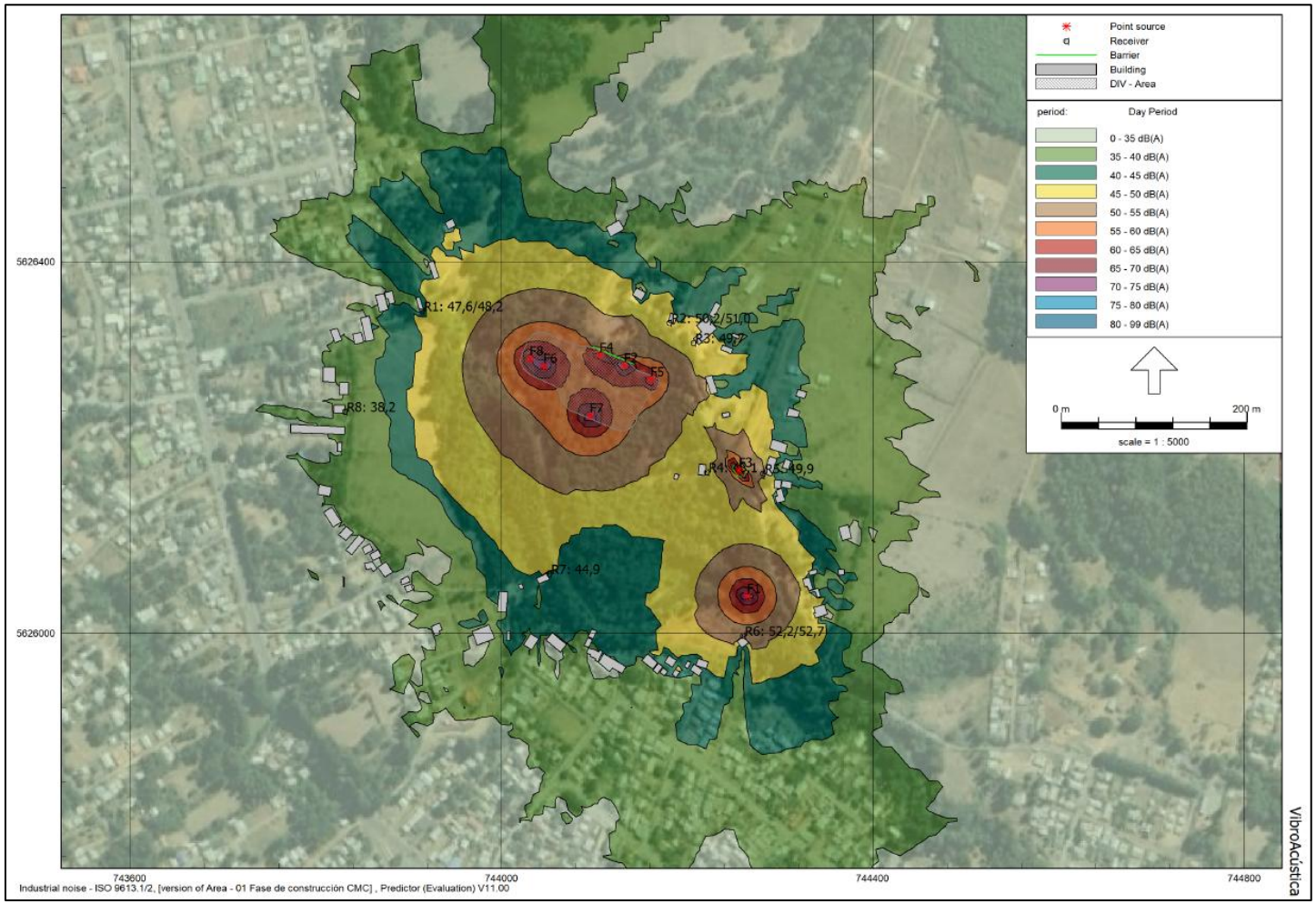


Figura 6-17. Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 1 con medidas de control.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

6.10. Evaluación del Efecto Sinérgico asociado a Impactos por Ruido

Para la evaluación del efecto sinérgico, el artículo 18, letra f), del D.S. N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, Reglamento del SEIA) se establece que: *"Para la evaluación de impactos sinérgicos se deberán considerar los proyectos o actividades que cuenten con calificación ambiental vigente"*, es decir, aquellos proyectos que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental (RCA).

6.10.1. Identificación de proyectos cercanos con RCA vigente

Como primer criterio para la identificación de un potencial efecto sinérgico asociado a ruido, se deberá tener en cuenta el cruce de las áreas de influencia de los proyectos que presenten potenciales impactos sinérgicos asociados a ruido, asociadas a la evaluación de impactos por ruido, referido al efecto descrito en el literal a), del artículo 11, de la Ley N°19.300, riesgo para la salud de la población, lo cual requerirá considerar, en la modelación, los datos establecidos en las Resoluciones de Calificación Ambiental de estos proyectos.

A continuación, se muestran el proyecto con RCA vigente más cercano al proyecto en evaluación, según información del Mapa de Proyectos sometidos al SEIA[4]:

Tabla 6-45. Proyectos con RCA vigente cercanos al proyecto en evaluación.

Nombre proyecto	Año obtención RCA	Ubicación respecto del proyecto en evaluación	Coordenadas WGS84 UTM 18S	
			m E	m N
Modificación Proyecto Restaurant a Discoteca[5]	2001	Noroeste	743552	5626720

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De acuerdo con los antecedentes presentados, el proyecto se encuentra actualmente en operación. Por lo tanto, es candidato para la evaluación de efecto sinérgico asociado a ruido.

[4] Disponible en https://sig.sea.gob.cl/mapadeproyectos/.

[5] Expediente de evaluación disponible en https://n9.cl/hc9j7a.

6.10.2. Cruce de áreas de influencia

A través de los resultados consignados en el estudio de ruido correspondiente al proyecto, se realiza la estimación del área de influencia de ruido respectiva. Lo anterior, dado que en el expediente no define un AIR. A continuación, se presentan los cruces de área de influencia del proyecto en evaluación y el proyecto con RCA vigente:

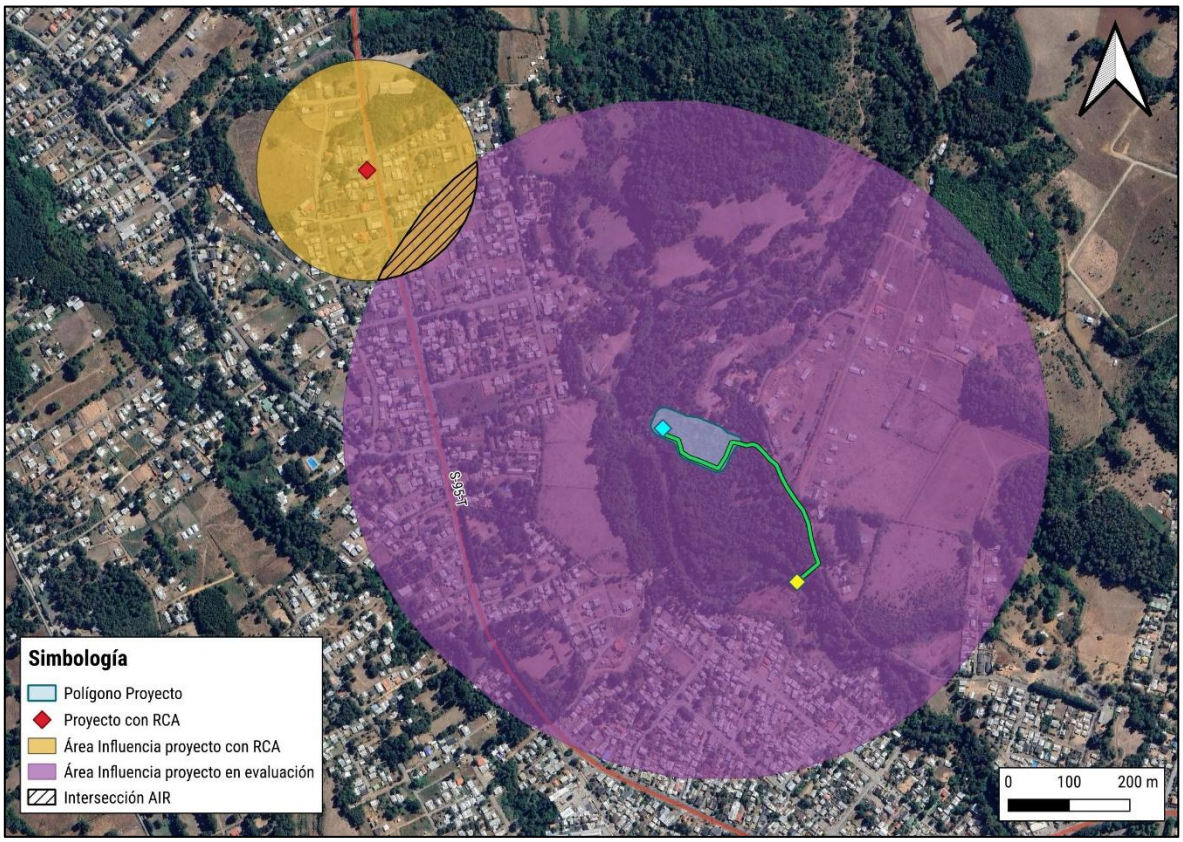


Figura 6-18. Cruce de AI del proyecto en evaluación y el proyecto con RCA vigente.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Como se observa de la figura anterior, se tiene la presencia de un cruce de áreas de influencia entre el proyecto en evaluación y el proyecto con RCA vigente "Modificación Proyecto Restaurant a Discoteca". De esta manera, se definen 2 receptores dentro de esta área, los cuales serán los más cercanos y representativos al proyecto:

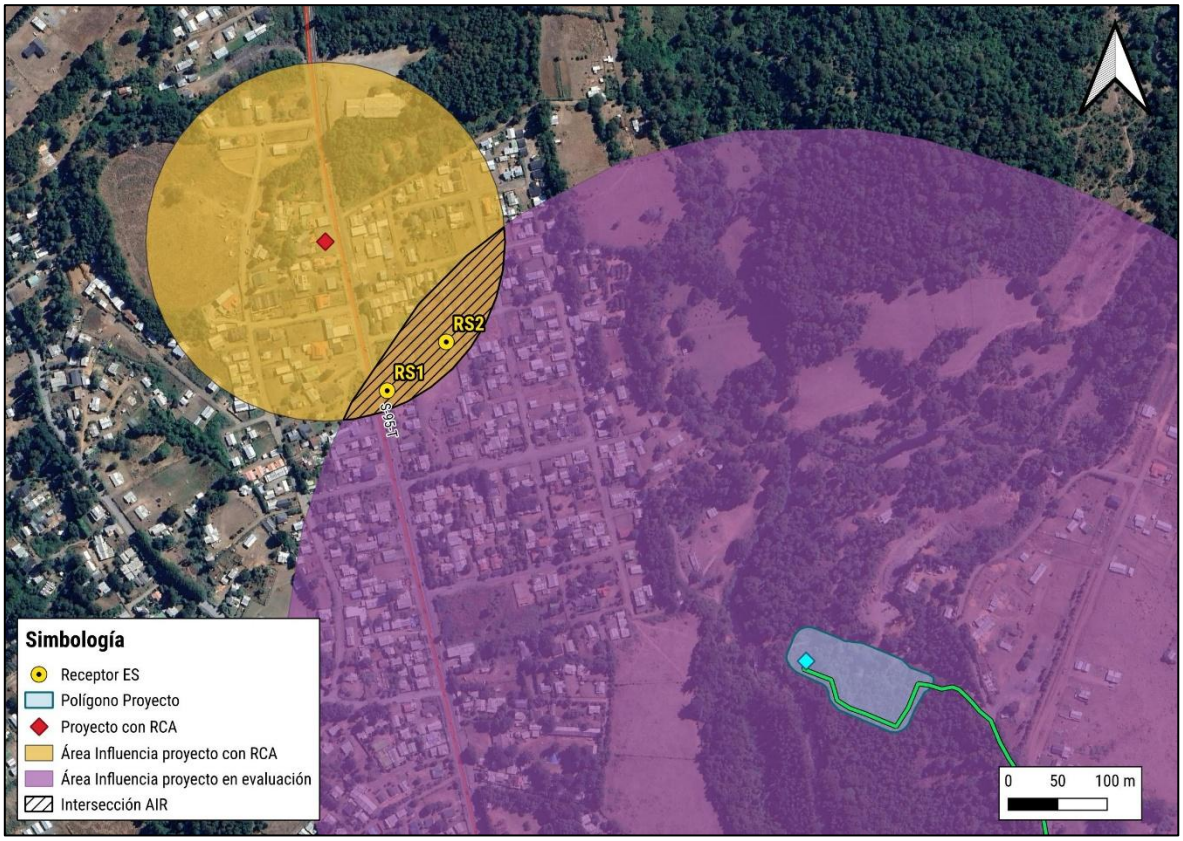


Figura 6-19. Receptores considerados en la evaluación por efecto sinérgico.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Tabla 6-46. Receptores humanos sensibles al efecto sinérgico.

ID Receptor	Descripción	Altura de Receptores [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM Huso 18 S		Distancia aprox. al proyecto en evaluación [m]	m.s.n.m.
				m E	m N		
RS1	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	743611	5626573	483	257
RS2	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	743659	5626610	464	256

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

6.10.3. Diferencia de Niveles de Ruido

Como segundo criterio, se establece que, si el proyecto en evaluación se encuentra 10 dB(A) o más por debajo de la emisión de la suma de los demás proyectos, se podrá establecer que no existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica, descartándose la generación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población. En este aspecto, la guía establece que, el ruido, presenta un carácter aditivo del tipo logarítmico, lo cual quiere decir que 50 dB(A) + 50 dB(A) son 53 dB(A), correspondiendo así un incremento de 3 dB(A) al doble de la energía sonora contenida en una fuente de ruido. De la misma forma, si una fuente se encuentra 10 dB(A) o más por debajo de otra, en operación conjunta, el nivel de ruido que prevalece es el de la fuente de mayor emisión. Desde este punto se genera un enmascaramiento de la señal sonora, por lo que la fuente de menor emisión no presentaría contribución al nivel global de ruido.

La siguiente tabla presenta una referencia de sumatoria de niveles de ruido, de acuerdo con la diferencia de niveles de dos fuentes:

Tabla 6-47. Referencia sumatoria de niveles de ruido

Diferencia dB entre las fuentes	Nivel de ruido que se agrega en dB
0	3.0
1	2.5
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4
>10	0

(Fuente: Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación del Efecto Sinérgico Asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población, Santiago, abril 2022.)

Es importante destacar que los receptores RS1 y RS2 no se encuentran contemplados en este estudio ni en proyecto con RCA, por lo que se proyectan los niveles del proyecto en evaluación en dichos receptores con la metodología presentada en el capítulo 6.9

A continuación, se muestran los resultados de las proyecciones de ruido del proyecto en evaluación, para las fases de construcción y operación en los puntos RS1 y RS2:

- **Fase de construcción**

Tabla 6-48. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1.

ID	Altura del receptor [m]	Periodo	NPS Proyectado en dB(A)
RS1	1,5	Diurno	29,5
RS2	1,5	Diurno	30,7

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

- **Fase de operación**

Tabla 6-49. Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 2.

ID	Altura del receptor [m]	Periodo	NPS Proyectado en dB(A)
RS1	1,5	Diurno/Nocturno	17,3
RS2	1,5	Diurno/Nocturno	18,1

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

A continuación, se muestran los resultados de las proyecciones de ruido del proyecto con RCA para análisis por efecto sinérgico, para la fase de operación en los puntos RS1 y RS2:

- **Fase de operación**

Tabla 6-50. Niveles proyectados en receptores humanos.

ID	Altura del receptor [m]	Periodo	NPS Proyectado en dB(A)
RS1	1,5	Diurno/Nocturno	35,8
RS2	1,5	Diurno/Nocturno	36,0

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

A continuación, se presentan las diferencias de niveles de ruido para cada uno de los solapes de las fases de cada proyecto:

- **Fase de construcción proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA**

Tabla 6-51. Diferencia de niveles en el receptor para Fase de construcción proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA.

ID	Altura del receptor [m]	Proyecciones de ruido del proyecto en evaluación	Proyecciones de ruido del proyecto con RCA	Diferencia en dB(A) entre: Proyecto con RCA - Proyecto en Evaluación		¿Existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica?
RS1	1,5	29,5	35,8	**6,3**	<10	**Existe**
RS2	1,5	30,7	36,0	**5,3**	<10	**Existe**

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De la tabla anterior, se puede observar que sí existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica en los receptores, **por lo que se requerirá evaluar el efecto sinérgico para esta situación.**

- **Fase de operación proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA**

Tabla 6-52. Diferencia de niveles en el receptor para Fase de operación proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA.

ID	Altura del receptor [m]	Proyecciones de ruido del proyecto en evaluación	Proyecciones de ruido del proyecto con RCA	Diferencia en dB(A) entre: Proyecto con RCA - Proyecto en Evaluación		¿Existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica?
RS1	1,5	17,3	35,8	**18,5**	>10	**No existe**
RS2	1,5	18,1	36	**17,9**	>10	**No existe**

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De la tabla anterior, se puede observar que no existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica en los receptores, **por lo que no se requerirá evaluar el efecto sinérgico para esta situación.**

6.10.4. Evaluación del efecto sinérgico: Estándar de calidad español: Ley 7/2010 contra la contaminación acústica de Aragón

De acuerdo con lo estipulado en el artículo 5° del D.S. N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que estableció el Reglamento del SEIA: "A objeto de evaluar si se genera o presenta el riesgo a que se refiere el inciso anterior, se considerará la presencia de población en el área de influencia, cuya salud pueda verse afectada por: (…), letra b): La superación de los valores de ruido establecidos en la normativa ambiental vigente. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que se señalan en el artículo 11 del Reglamento". En este contexto, si bien la normativa ambiental vigente para ruido ambiental corresponde al D.S. N°38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, esta presenta un alcance técnico acotado desde el punto de vista de su descriptor de ruido y procedimiento de evaluación, al tratarse de una normativa de emisión y no de calidad, regulando además un grupo acotado de fuentes mediante el establecimiento de niveles máximos de emisión, no siendo aplicable a un grupo de fuentes de ruido.

La Ley 7/2010, del 18 de noviembre de 2010, de Protección contra la Contaminación Acústica de Aragón, establece entre otros elementos, los objetivos de calidad acústica tanto para áreas urbanizadas como para zonas tranquilas y campo abierto, así como los descriptores y las metodologías de evaluación que deben utilizarse. Esta regulación es posible utilizarla para evaluar el efecto sinérgico de las emisiones de ruido en proyectos de infraestructura de transporte, maquinaria y equipos, obras de construcción, actividades industriales, comerciales y de servicios, e incluso, actividades deportivo-recreativas y de ocio, lo que debe ser debidamente justificado por el proponente durante el proceso de evaluación. De esta forma, los objetivos de calidad acústica para ruido propuestos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 6-53. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido dB(A)[4]		
		Ld[5]	Le[6]	[7]Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75		

Fuente: Real Decreto 1367/2007 Anexo II, Tabla A.

(Fuente: Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación del Efecto Sinérgico Asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población, Santiago, abril 2022.)

De acuerdo con los resultados obtenidos para la determinación de un potencial efecto sinérgico en el receptor definido dentro del cruce de las áreas de influencia, se procede a evaluar si este receptor cumple o no con la normativa internacional vigente, en particular, con el Real Decreto 1367/2007, que la guía "*Evaluación del Efecto Sinérgico Asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población, Santiago, Abril 2022",* estipula. De acuerdo con lo anterior se considera la zona correspondiente de la Tabla 6-53 asociada a "Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial".

A continuación, se presentan los índices máximos permisibles de ruido en el AI del proyecto para el receptor.

Tabla 6-54. Índices de ruido, según aplicación del Real Decreto 1367/2007 en receptores humanos.

Punto	Tipo de área acústica según R.D. 1367/2007.	Índices de ruido dB(A)		
		Ld	Le	Ln
RS1	a	65	65	55
RS2	a	65	65	55

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De acuerdo al "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población, Santiago, Abril 2022", se menciona que "Cabe destacar que esta normativa establece como objetivo de calidad acústica aplicable a zonas tranquilas y en campo abierto, mantener los niveles sonoros por debajo de los índices de inmisión de ruido detallados en la Tabla precedente, disminuido en 5 decibeles, con la finalidad de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible". Por lo tanto, al realizar la disminución de decibeles establecidos por el criterio de evaluación, el impacto del efecto sinérgico cuenta con límites máximos permitidos 60 dB(A) en periodo diurno.

A continuación, se presentan los índices máximos permisibles de ruido en el AI del proyecto para los receptores aplicando la disminución de los 5 decibeles según el "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población, Santiago, Abril 2022":

Tabla 6-55. Índices de ruido, según aplicación del Real Decreto 1367/2007 en receptores humanos con disminución de 5 decibeles.

Punto	Tipo de área acústica según R.D. 1367/2007.	Índices de ruido dB(A)		
		Ld	Le	Ln
RS1	a	60	60	50
RS2	a	60	60	50

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Siguiendo con el procedimiento descrito en la sección 6.10.2, se presenta la suma energética del proyecto en evaluación y la emisión conjunta del proyecto con RCA, para la fase de operación y la evaluación de acuerdo con el Real Decreto N°1367/2007.

- **Fase de Construcción proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA**

Tabla 6-56. Suma energética del proyecto en evaluación, fase de construcción + fase de operación proyecto con RCA.

Receptor	Altura del receptor [m]	Proyecciones de ruido del proyecto en evaluación	Proyecciones de ruido del proyecto con RCA	Suma energética dB(A)
RS1	1,5	29,5	35,8	**36,7**
RS2	1,5	30,7	36	**37,1**

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

A continuación, la evaluación según el Real Decreto N°1367/2007:

Tabla 6-57. Evaluación de ruido según el Real Decreto 1367/2007, para fase de construcción proyecto en evaluación + fase de operación proyecto con RCA.

Receptor	Altura del receptor [m]	Suma energética dB(A)	Límite Máximo Permitido en periodo diurno Real Decreto 1367/2007 en dB(A)	Límite Máximo Permitido en periodo nocturno Real Decreto 1367/2007 en dB(A)	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
RS1	1,5	36,7	60	50	**Sí**
RS2	1,5	37,1	60	50	**Sí**

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De las tablas anteriores, se observa que en el escenario evaluado se cumplen los límites máximos permisibles establecidos, según el Real Decreto N°1367/2007, de la Ley 7/2010, en el receptor, **por lo que el impacto generado por el efecto sinérgico no es significativo**.

6.11. Plan de monitoreo de niveles de ruido

Con el objetivo de evaluar el ruido generado durante la fase de construcción del proyecto, así como también para verificar la efectividad de las medidas de control establecidas en el presente documento, se implementará un plan de monitoreo de ruido, consistente en la medición y evaluación periódica de la norma de emisión D.S. Nº38/2011 MMA, orientada a todos los receptores sensibles identificados en el presente documento. Lo anterior se realizará durante los horarios de actividad respectivos, sin considerar horarios de colación o almuerzo del personal y con el uso habitual de maquinaria ruidosa.

El indicador de cumplimiento corresponde al nivel de presión sonora corregido NPC igual o inferior que los indicados en la Tabla 6-9 del presente documento.

Los monitoreos de ruido tendrán frecuencia anual (cada 12 meses).

Los monitoreos de ruido serán realizados con instrumental y procedimiento según lo estipulado en el D.S. Nº38/2011 MMA. Con los resultados obtenidos, se elaborará un reporte técnico de acuerdo con el título V artículo 15º letra d) del D.S. N°38/2011 MMA de medición según formato R.E. Nº693/2015 SMA, considerando al menos el siguiente alcance:

- Ficha de información de medición de ruido.
- Ficha de georreferencia de los puntos de medición de ruido.
- Ficha de medición de niveles de ruido.
- Ficha de evaluación de niveles de ruido según la normativa vigente

Lo anterior acompañará a un informe técnico según artículo 15º de la R.E. Nº223/2015 SMA, el cual señala los contenidos mínimos de un Informe de Seguimiento Ambiental.

Las mediciones serán realizadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) con registro vigente a la fecha de realización del monitoreo.

El encargado de gestionar este plan de monitoreo será el Administrador de Obra, quien deberá entregar a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) el informe técnico en un plazo de 10 días hábiles desde la fecha de realización de cada monitoreo. Adicionalmente, para fines de fiscalización en terreno por parte de la SMA, deberá disponer en la Instalación de Faenas de todos los informes elaborados a la fecha, ya sea impreso o en digital.

7. ESTUDIO DE VIBRACIÓN GENERADA POR EL PROYECTO

Para estimar las emisiones de vibración que podría generar el proyecto hacia los receptores, se programó un algoritmo en Python que integra la ecuación (5) definida por la guía técnica FTA. En este programa se puede ingresar la información correspondiente a las coordenadas de las fuentes vibratorias, las coordenadas de los receptores y el valor referencial PPV_{ref} correspondiente a cada maquinaria pesada que, eventualmente, podría generar un impacto por vibración. De esta manera, para el presente estudio, se toman las siguientes consideraciones:

- Se ingresan receptores puntuales en las ubicaciones consideradas como sensibles
- La maquinaria de mayor emisión del proyecto es modelada como fuente puntual
- Los Mapas de vibración, a nivel de suelo, indican el nivel de velocidad (Lv en [VdB]), cuyo valor disminuye al aumentar la distancia fuente-receptor o alejarse de las fuentes vibratorias

El proceso de cálculo, con las variables de entrada y salida asignadas en Python se detalla en la siguiente Tabla:

Tabla 7-1. Proceso de cálculo, predicción de vibración en Python.

Variable	Detalle	Descripción
Entrada	Coordenadas de receptores.	Según georreferenciación.
	Coordenadas de fuente.	Según criterio de peor condición, concordante con la zona de Cierre o faenas y cercano al receptor.
	Algoritmo de cálculo.	Guía técnica FTA (apartado 5.1 y 7.2).
	Valores de referencia de velocidad peak de partícula.	PPVref indicados en Tabla 7-4 guía técnica FTA
Salida	Proyecciones de vibración.	Valores proyectados de velocidad peak de partícula PPV y niveles de velocidad Lv para cada receptor.
		Mapas de vibración

(Fuente: Elaboración propia, 2026)

7.1. Contexto de Condición más desfavorable

A continuación, basándose en un contexto de condición más desfavorable, se presentan las características en las que se realiza el estudio de vibración:

- Se definen como puntos sensibles los receptores más cercanos y expuestos a las actividades del proyecto
- Se considera la fuente de mayor emisión de vibración, de acuerdo con el procedimiento de la guía técnica FTA, posicionándola dentro del frente de trabajo, según lo informado por el titular.
- Para efectos de evaluación de molestia por vibración en receptores sensibles, se considera por defecto los limites correspondientes a eventos frecuentes, variando según la categoría del receptor.

7.2. Maquinaria por Fase y frente de trabajo

A continuación, se presentan los valores de emisión de vibración para las distintas maquinarias a utilizar durante las fases de construcción y operación del proyecto.

7.2.1. Fase de Construcción

Tabla 7-2. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Movimientos de tierra – Colector"

Fuente Vibratoria	Cantidad	PPV Global [in/s]	Tipo de Fuente/Vibración	Referencia
Camión Tolva	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Compactador	1	0,093	Móvil/Intermitente	Apéndice 9
Retroexcavadora	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camioneta	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Furgón	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-3. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Movimientos de tierra – PEAS 1 y 2 y PTAS"

Fuente Vibratoria	Cantidad	PPV Global [in/s]	Tipo de Fuente/Vibración	Referencia
Camión Tolva	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Compactador	1	0,093	Móvil/Intermitente	Apéndice 9
Retroexcavadora	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-4. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Obra Gruesa - Colector"

Fuente Vibratoria	Cantidad	PPV Global [in/s]	Tipo de Fuente/Vibración	Referencia
Camión Tolva	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Compactador	1	0,093	Móvil/Intermitente	Apéndice 9
Retroexcavadora	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camioneta	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Furgón	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-5. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Obra Gruesa – PEAS 1 y 2 y PTAS"

Fuente Vibratoria	Cantidad	PPV Global [in/s]	Tipo de Fuente/Vibración	Referencia
Camión Mixer	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camión Rampla	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camión Grúa	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camioneta	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Furgón	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-6. Valores de PPV por maquinaria para fase de construcción, "Subfase II".

Fuente Vibratoria	Cantidad	PPV Global [in/s]	Tipo de Fuente/Vibración	Referencia
Camión Mixer	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camión Rampla	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camión Grúa	1	0,035	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Camioneta	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Furgón	1	0,003	Móvil/Intermitente	FTA Tabla 7-4
Generador 450 KVA	1	0,003	Fija/Continua	FTA Tabla 7-4

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

7.2.2. Fase de Operación

Tabla 7-7. Valores de PPV por maquinaria para fase de operación – PTAS.

Fuente Vibratoria	Cantidad	PPV Global [in/s]	Tipo de Fuente/Vibración	Referencia
Generador 450 KVA	1	0,003	Fija/Continua	FTA Tabla 7-4
Sopladores	5	0,007	Fija/Continua	FTA Tabla 7-4

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

7.3. Condición de mayor emisión de vibración

Con el objetivo de considerar la situación más desfavorable se configurarán escenarios con la totalidad de la maquinaria funcionando en simultáneo para cada fase del proyecto.

A continuación, se presenta la simbología utilizada para la maquinaria considerada:

Tabla 7-8. Maquinaria – Fase de construcción.

Simbología	Fuente	PPV [in/s]
FV1	Camión Tolva	0,035
FV2	Compactador	0,093
FV3	Retroexcavadora	0,003
FV4	Camioneta	0,003
FV5	Furgon	0,003
FV6	Camión Mixer	0,035
FV7	Camión Rampla	0,035
FV8	Camión Grúa	0,035

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-9. Maquinaria – Fase de operación.

Simbología	Fuente	Cantidad	PPV [in/s]	PPV global [in/s]
FVeq1	Generador	1	0,003	0,007
	Soplador	5	0,003	

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

7.4. Campaña de medición

7.4.1. Metodología

Para caracterizar la situación vibratoria actual en los receptores antes de la implementación del proyecto, se realizó una campaña de medición de vibraciones, la que fue llevada a cabo el 08 de junio de 2026, en período diurno y nocturno (Ver fichas de medición en Apéndice 10). **La medición de vibraciones basales fue realizada según lo indicado por la guía técnica FTA**, considerando vibraciones en sentido uniaxial perpendicularmente al suelo, realizando el registro durante 10 min por punto, utilizando un acelerómetro sísmico de 1 V/g de sensibilidad, Marca PCB PIEZOTRONICS modelo 393c, certificado por la norma ISO 16063-21:2003 - *Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer*. En las mediciones se obtuvo la velocidad de partícula RMS según el cual se obtuvieron los valores de nivel de velocidad, según la ecuación (4) del presente informe. En el Apéndice 11 se muestra el certificado de calibración del acelerómetro utilizado.

Cabe destacar que para la presente caracterización se contemplan los mismos receptores humanos que para ruido.

7.4.2. Instrumentación

- Acelerómetro sísmico Marca PCB Piezotronics, Modelo 393c, sensibilidad 1V/G
- Estaca Uniaxial metálica de 30cm
- Base magnética Bruel & Kjaer
- Interfaz MI, Modelo VT IEPE-2G05
- Software MI, módulo vibrómetro
- Conector BNC
- Computador Laptop
- GPS Garmin, modelo eTrex 30x
- Cámara fotográfica digital Canon Eos Rebel T3
- Software Python
- Software Excel
- Software Qgis

7.4.3. Registro Fotográfico de los Puntos de Medición

A continuación, se presentan los registros fotográficos de los receptores.

Tabla 7-10. Registro fotográfico medición receptor R1.

	Descripción: Vivienda de 2 pisos
	Altura del receptor [m]: 1,5 - 4
	Coordenadas del punto de medición: E: 743900 N: 5626344

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-11. Registro fotográfico medición receptor R2.

	Descripción: Vivienda de 2 pisos
	Altura del receptor [m]: 1,5 - 4
	Coordenadas del punto de medición: E: 744169 N: 5626374

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-12. Registro fotográfico medición receptor R3.

	Descripción: Comunidad Remigio Cabrapan
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744208 N: 5626359

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-13. Registro fotográfico medición receptor R4.

	Descripción: Vivienda de 1 piso
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744203 N: 5626203

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-14. Registro fotográfico medición receptor R5.

	Descripción: Vivienda de 1 piso
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744268 N: 5626175

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-15. Registro fotográfico medición receptor R6.

	Descripción: Vivienda de 2 pisos
	Altura del receptor [m]: 1,5 - 4
	Coordenadas del punto de medición: E: 744274 N: 5625920

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-16. Registro fotográfico medición receptor R7.

	Descripción: Sector Wetripantu
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 744019 N: 5626073

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Tabla 7-17. Registro fotográfico medición receptor R8.

	Descripción: Vivienda de 1 piso
	Altura del receptor [m]: 1,5
	Coordenadas del punto de medición: E: 743837 N: 5626236

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Cabe destacar que estas mediciones permiten caracterizar la zona alrededor del proyecto, así como también la obtención del área de influencia de la componente vibración, según lo estipulado por la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019).

7.4.4. Resultados de vibración basal

Los resultados de las mediciones de vibración basal en los receptores sensibles del proyecto, en periodo diurno, se muestran en la siguiente tabla:

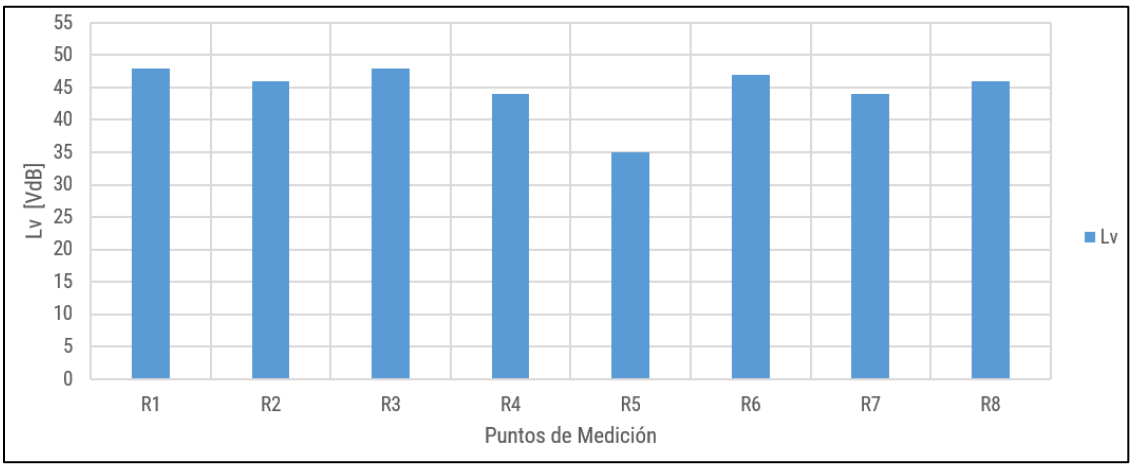
Tabla 7-18. Vibraciones basales en receptores sensibles – Período diurno.

Receptor	L_v [VdB] período diurno	Receptor	L_v [VdB] período diurno
R1	48	R5	35
R2	46	R6	47
R3	48	R7	44
R4	44	R8	46

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

El siguiente gráfico muestra un resumen de los niveles de vibración en cada receptor del proyecto:

Figura 7-1. Resumen de los niveles de velocidad según puntos de medición para receptores sensibles – Período diurno.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Mientras que, para período nocturno se tienen los siguientes resultados:

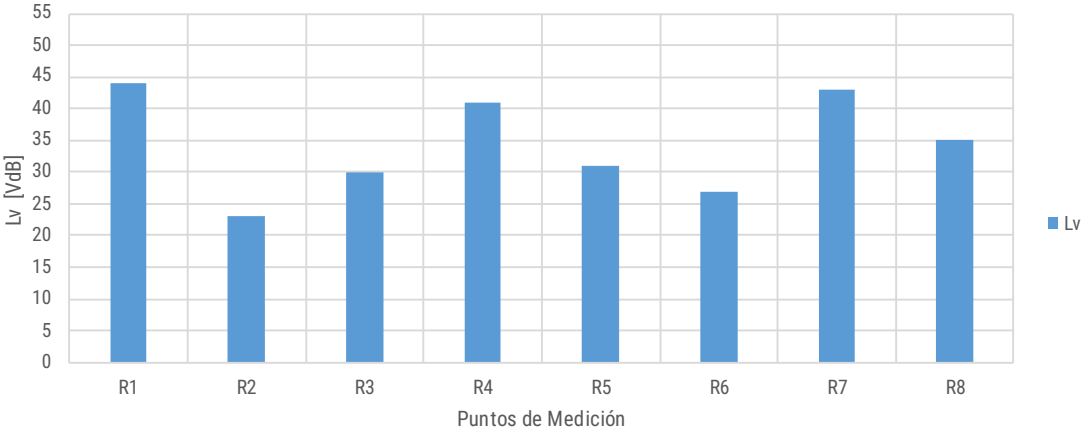
Tabla 7-19. Vibraciones basales en receptores sensibles – Período nocturno.

Receptor	L_v [VdB] período nocturno	Receptor	L_v [VdB] período nocturno
R1	44	R5	31
R2	23	R6	27
R3	30	R7	43
R4	41	R8	35

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

El siguiente gráfico muestra un resumen de los niveles de vibración en cada receptor del proyecto:

Figura 7-2. Resumen de los niveles de velocidad según puntos de medición para receptores sensibles – Período diurno.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

De los valores anteriormente expuestos, se observa que todos ellos se encuentran bajo el umbral de percepción humana, que corresponde a 65 VdB. La siguiente figura representa lo mencionado:

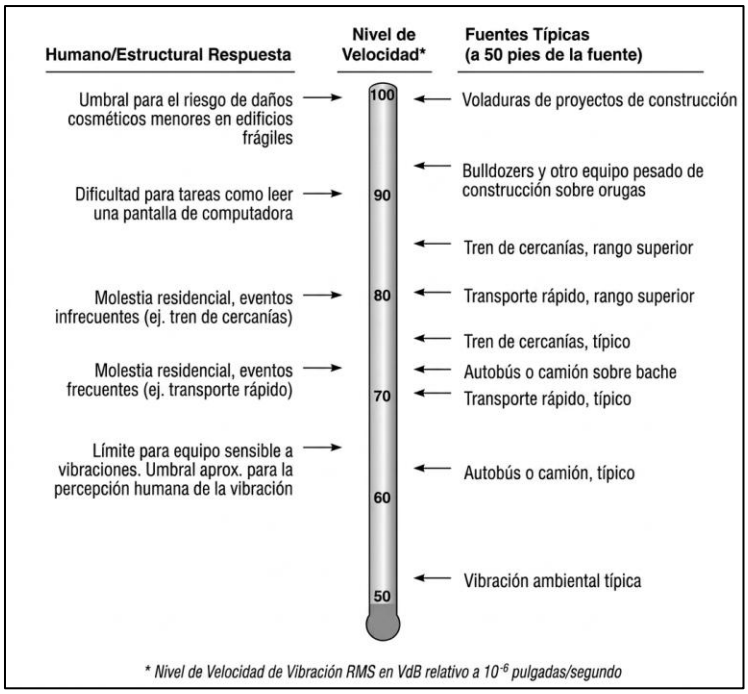


Figura 7-3. Niveles típicos de vibraciones.

Fuente: Guía técnica FTA "Transit Noise and Vibration Impact Assessment," 2018.

7.5. Área de Influencia Componente Vibración

Para determinar el área de influencia de la componente vibración, en adelante AIV del proyecto y verificar si se genera alguno de los ECC del art 11 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300), se considera un área con receptores sensibles que, en el peor de los casos, genere afectación a la salud de la población por la emisión de vibraciones y sobrepasen los límites establecidos por la guía técnica FTA. En este aspecto, se consideran para el cálculo del AIV, el nivel de velocidad de la fuente de mayor emisión (rodillo compactador, 87,3 VdB), y el menor nivel de velocidad registrado en terreno (35 VdB en período diurno), según lo indicado en la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), en un contexto de condición más desfavorable. De esta forma, el cálculo del AIV se efectúa en base a la guía técnica FTA, considerando la siguiente ecuación:

$$d = 25 \times 10^{\frac{L_{vref} - L_{vB}}{30}} \quad (9)$$

Donde:

d es el radio de AIV en [ft],

L_{vref} es el nivel de velocidad de referencia de la fuente más energética, y

L_{vB} es el menor nivel de velocidad medido.

Por lo tanto, considerando un "contexto de condición más desfavorable", en el cual la fuente vibratoria esté cercana al perímetro del proyecto, el área de influencia para esta componente tiene un radio de 1384 [ft] (421 [m]), valor que se extiende desde el perímetro del proyecto hacia afuera.

7.6. Determinación de Receptores Sensibles al Impacto por Vibración

Los receptores para el análisis de impacto por vibraciones serán aquellos que se encuentren dentro del área de influencia definida, a continuación, se detallan los receptores sensibles:

Tabla 7-20. Receptores sensibles a la componente vibración.

Receptor	Uso Efectivo	Coordenadas UTM		Distancia al área de intervención del Proyecto [m]
		E	N	
R1	Residencial	743914	5626347	117
R2	Residencial	744184	5626335	62
R3	Residencial	744206	5626316	63
R4	Residencial	744213	5626169	39
R5	Residencial	744277	5626173	16
R6	Residencial	744259	5625996	40
R7	Alta sensibilidad	744021	5626054	191
R8	Residencial	743829	5626237	199

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

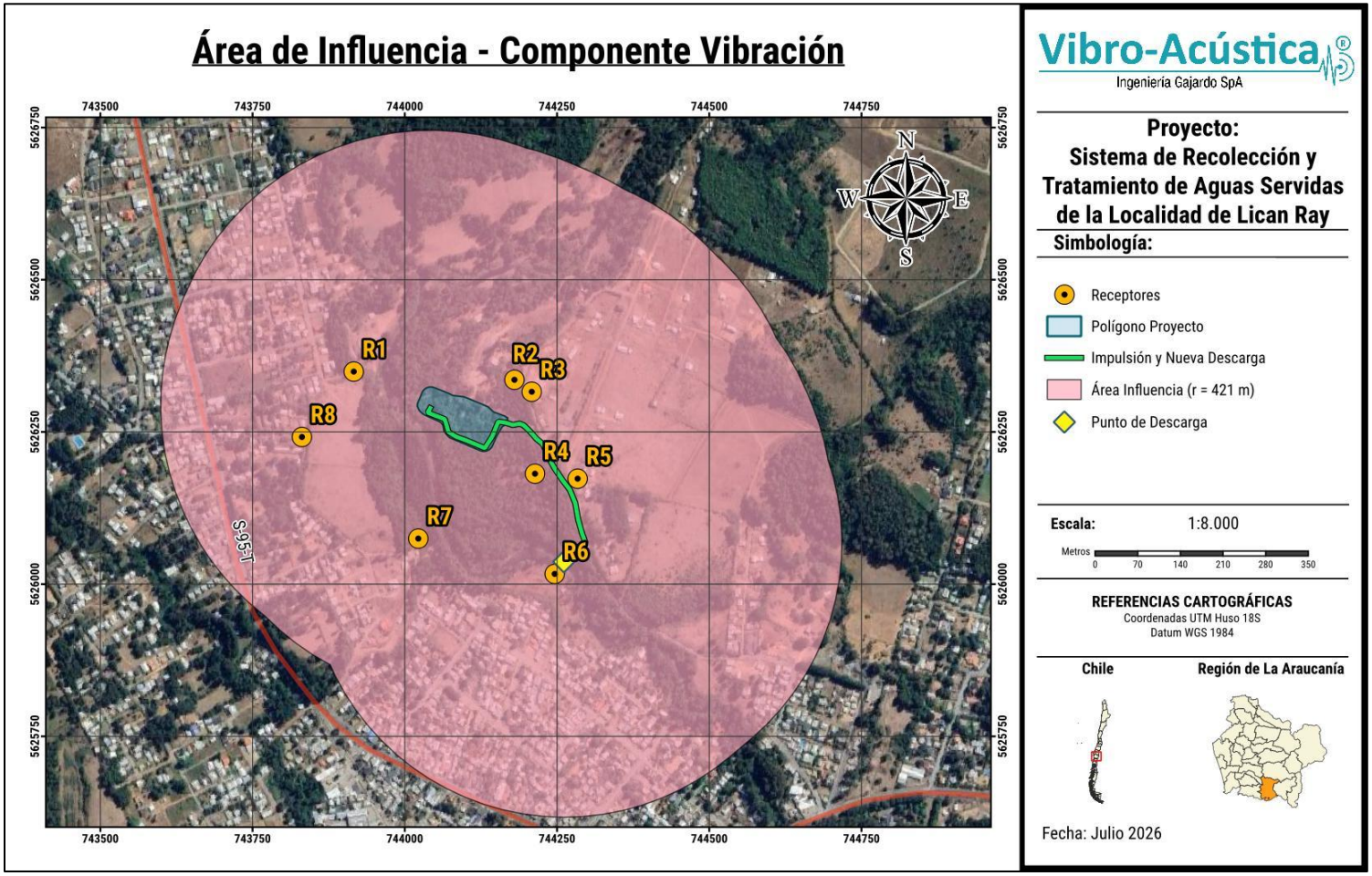
En la siguiente tabla se ilustran los límites máximos permisibles correspondientes a cada receptor dentro del AIV, para evaluación de molestia y daño a la edificación según la guía técnica FTA.

Tabla 7-21. Límites máximos permisibles para evaluación de molestia y daño a la edificación por vibración.

Receptor	Categoría uso de suelo	Límite para molestia [VdB]	Clase de edificación	Límite para daño estructural [mm/s]
R1	2	72	III	0,2
R2	2	72	III	0,2
R3	2	72	III	0,2
R4	2	72	III	0,2
R5	2	72	III	0,2
R6	2	72	III	0,2
R7	1	65	III	0,2
R8	2	72	III	0,2

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

La siguiente cartografía ilustra el AIV junto con los receptores sensibles por evaluar:



Cartografía 7-1. Área de influencia y receptores sensibles, componente vibración.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

7.7. Predicción y evaluación de vibración generada por el proyecto

En esta sección, se presentan los escenarios evaluados para cada receptor, considerando la totalidad de fuentes declaradas para cada fase del proyecto, según lo indicado en la sección 7.3 del presente documento. En total, se consideran dos escenarios, posicionando las fuentes vibratorias en los puntos de mayor cercanía dentro de las zonas de trabajo hacia cada receptor por evaluar. De esta forma, si se genera cumplimiento en estas situaciones más desfavorables, se generará cumplimiento para cualquier otra condición de menor emisión de vibración (maquinarias con menor valor PPV), así como también para cualquier otro receptor a mayor distancia. A continuación, se presenta cada escenario, sus proyecciones resultantes y las respectivas evaluaciones de molestia y daño a la edificación por vibración.

7.7.1. Escenario 1: Fase de construcción

En la siguiente figura se ilustra la ubicación de las fuentes vibratorias para este escenario.

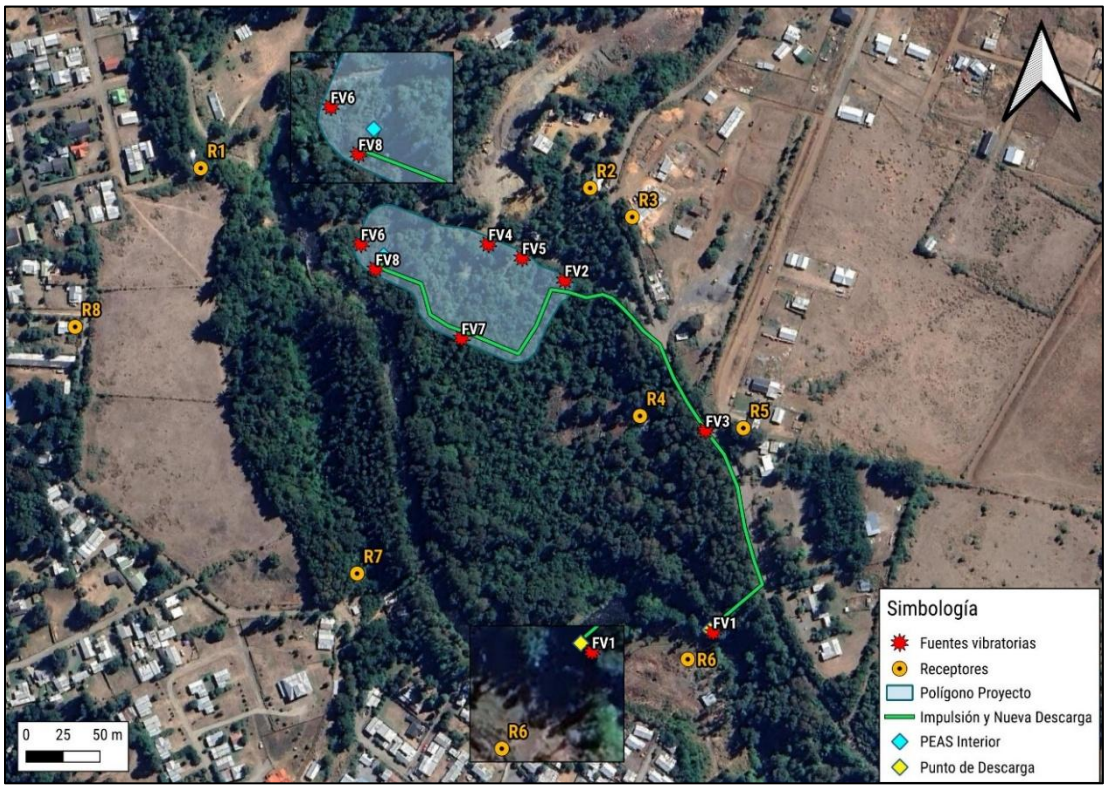


Figura 7-4. Ubicación fuentes vibratorias, Fase de construcción.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Tabla 7-22. Georreferenciación de las fuentes vibratorias, Fase de construcción.

Fuente vibratoria	Maquinaria	Cantidad	Coordenadas UTM Huso 18 S	
			m E	m N
FV1	Camión Tolva	1	744263	5626035
FV2	Compactador	1	744163	5626274
FV3	Retroexcavadora	1	744258	5626172
FV4	Camioneta	1	744111	5626298
FV5	Furgon	1	744134	5626289
FV6	Camión Mixer	1	744025	5626298
FV7	Camión Rampla	1	744093	5626234
FV8	Camión Grúa	1	744035	5626281

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Las proyecciones para este escenario y la evaluación con respecto a los límites de la guía técnica FTA, se muestran a continuación:

Tabla 7-23. Resultados de proyecciones de vibración, Escenario 1.

Receptor	PPV Proyectado [in/s]	Nivel Velocidad proyectado [VdB]	Límite molestia [VdB]	Evaluación ¿Cumple?	Límite daño edificación [in/s]	Evaluación ¿Cumple?
R1	0,0009	47,0	72	SI	0,2	SI
R2	0,00387	59,7	72	SI	0,2	SI
R3	0,0041	60,2	72	SI	0,2	SI
R4	0,00196	53,8	72	SI	0,2	SI
R5	0,00123	49,8	72	SI	0,2	SI
R6	0,006	63,5	72	SI	0,2	SI
R7	0,00072	45,1	65	SI	0,2	SI
R8	0,00051	42,2	72	SI	0,2	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De los resultados obtenidos, se aprecia que se generan valores de Lv y PPV que no superan los límites según la guía técnica FTA, asociados a molestia y daño a la edificación por vibración.

El cálculo de estos valores, junto a las distancias fuente-receptor, se encuentra en el Apéndice 12 del presente informe.

El mapa de vibración correspondiente a este escenario se ilustra a continuación:

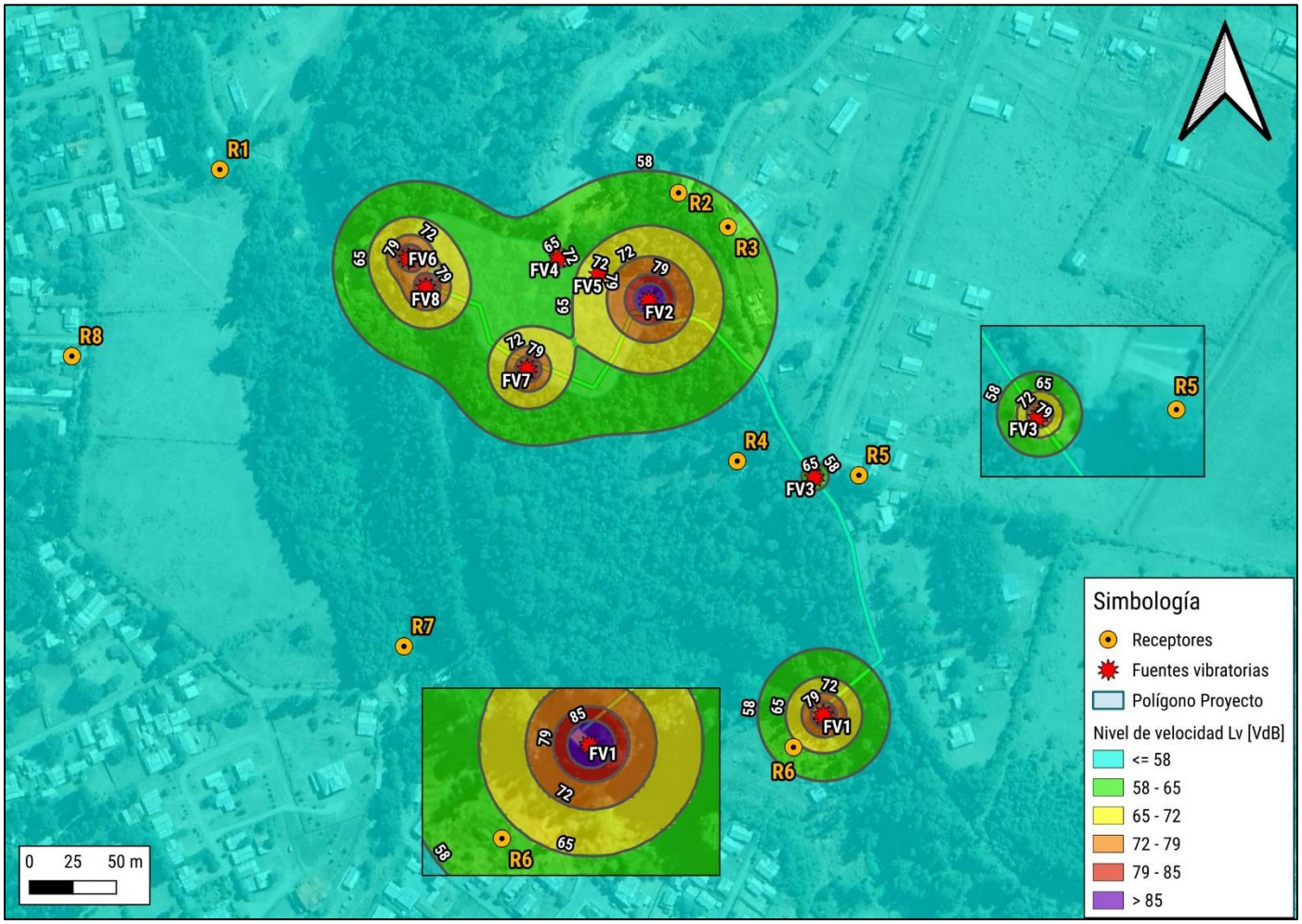


Figura 7-5. Mapa de vibración – Fase de Construcción.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

7.7.2. Escenario 2: Fase de operación

En la siguiente figura se ilustra la ubicación de la fuente vibratoria para este escenario.

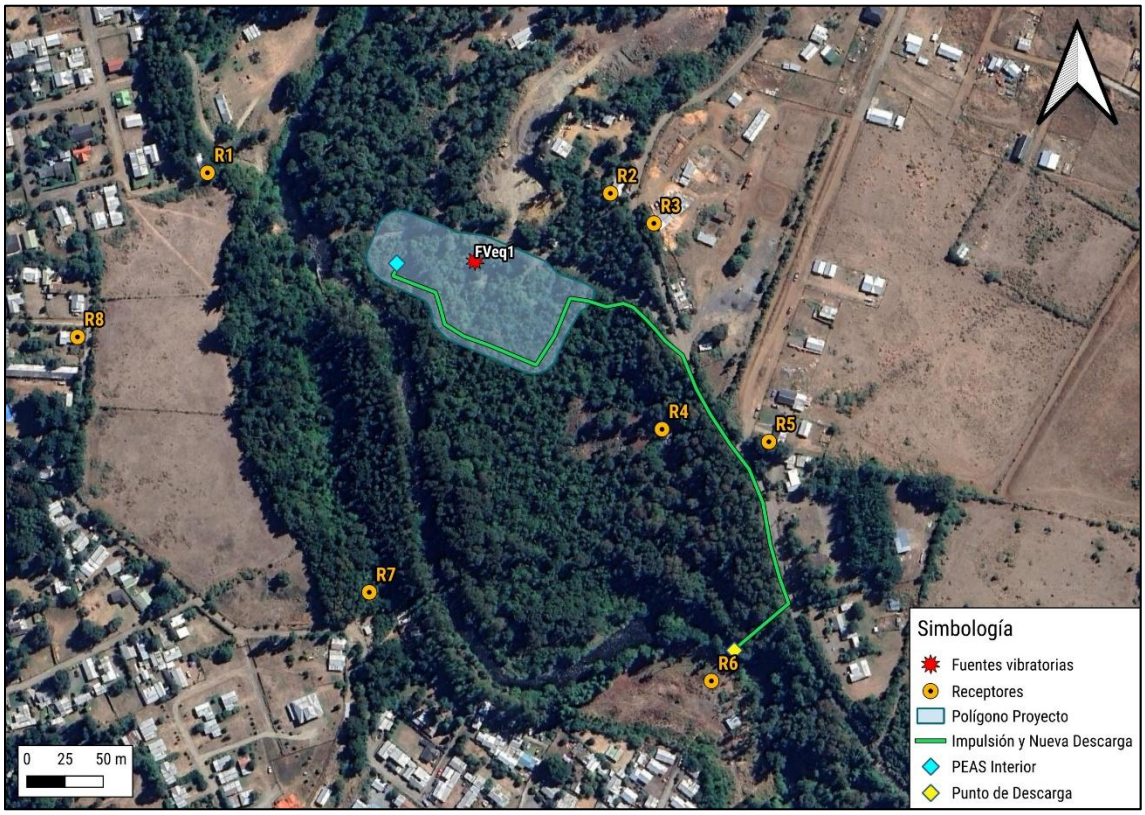


Figura 7-6. Ubicación fuente vibratoria, Escenario 2.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Tabla 7-24. Georreferenciación de la fuente vibratoria, Escenario 2.

Fuente vibratoria	Maquinaria	Cantidad	Coordenadas UTM Huso 18 S	
			E	N
FVeq1	Generador	1	744091	5626292
	Sopladores	5		

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

Las proyecciones para este escenario y la evaluación con respecto a los límites de la guía técnica FTA, se muestran a continuación:

Tabla 7-25. Resultados de proyecciones de vibración, Escenario 2.

Receptor	PPV Proyectado [in/s]	Nivel Velocidad proyectado [VdB]	Límite molestia [VdB]	Evaluación ¿Cumple?	Límite daño edificación [in/s]	Evaluación ¿Cumple?
R1	0,00006	23,4	72	SI	0,2	SI
R2	0,00015	31,4	72	SI	0,2	SI
R3	0,00011	29,0	72	SI	0,2	SI
R4	0,00007	24,8	72	SI	0,2	SI
R5	0,00004	20,7	72	SI	0,2	SI
R6	0,00003	16,3	72	SI	0,2	SI
R7	0,00004	20,6	65	SI	0,2	SI
R8	0,00003	18,6	72	SI	0,2	SI

(Fuente: Elaboración propia, 2026.)

De los resultados obtenidos, se aprecia que se generan valores de Lv y PPV que no superan los límites según la guía técnica FTA, asociados a molestia y daño a la edificación por vibración.

El cálculo de estos valores, junto a las distancias fuente-receptor, se encuentra en el Apéndice 12 del presente informe.

El mapa de vibración correspondiente a este escenario se ilustra a continuación:

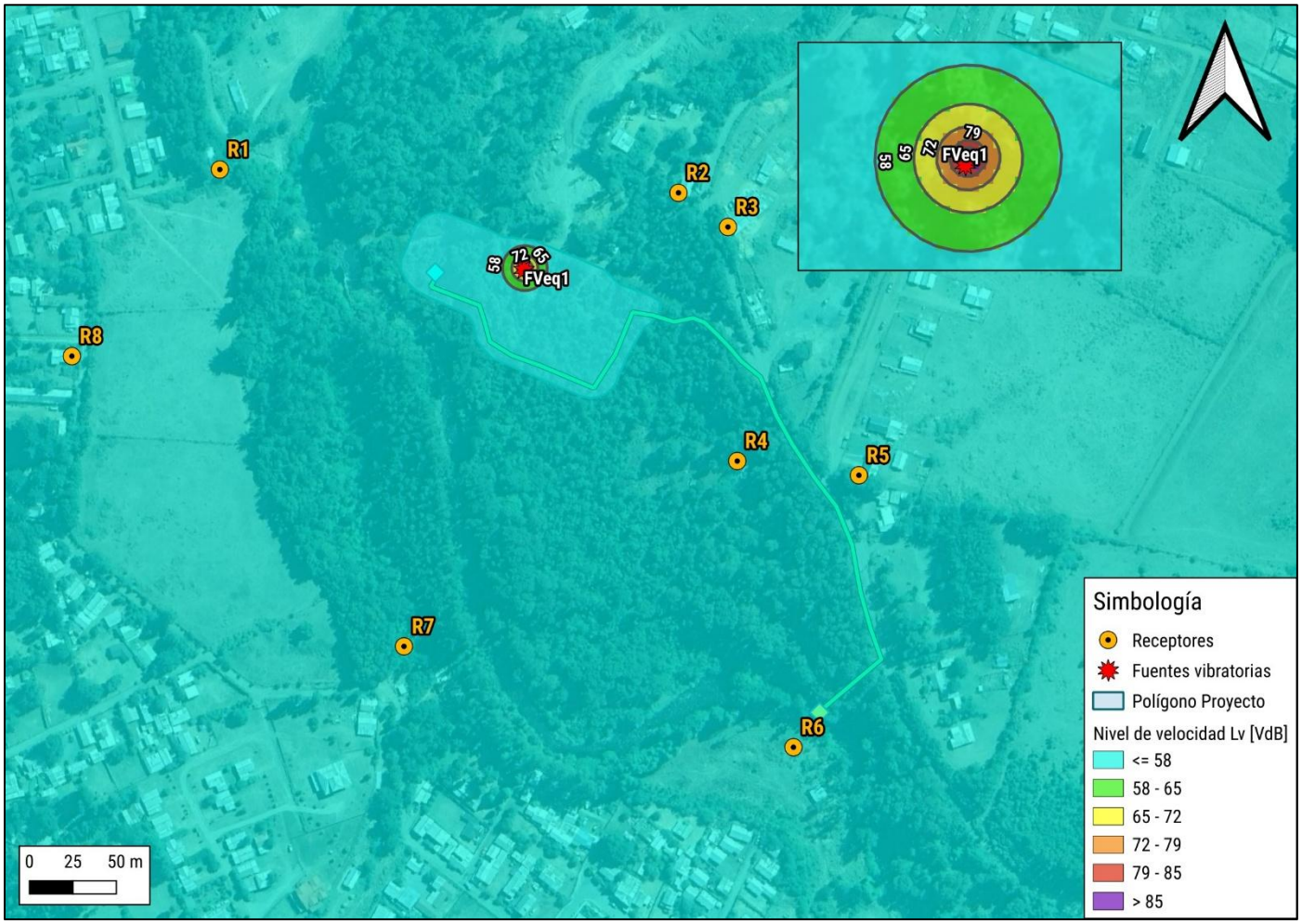


Figura 7-7. Mapa de vibración – Escenario 2.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

8. CONCLUSIONES GENERALES

En el presente documento se evaluó el impacto por ruido y vibración a causa del proyecto en evaluación, en un total de 8 receptores humanos y 2 receptores de fauna nativa, determinados como los más sensibles dentro del área de influencia definida para ruido, así como también para 8 receptores humanos dentro del área de influencia definida para vibración. Los resultados expuestos en este informe pertenecen a los escenarios más desfavorables para aquellos receptores, por lo que, en la práctica, las inmisiones de ruido y vibración en éstos serían menores.

Para el estudio de ruido, al modelar las fases de construcción y operación del proyecto con el "criterio de condición más desfavorable" e implementando las medidas de control de ruido propuestas en el presente informe, las contribuciones de nivel de presión sonora no superan el límite establecido según D.S. Nº38/2011 MMA en ningún receptor humano, así como tampoco superan los umbrales de afectación para fauna nativa, en conformidad con el documento técnico "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido en Fauna Nativa" (SEA, 2022). Cabe señalar que los valores proyectados consideran el margen de seguridad de 3 dB(A) recomendado por la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019) en todos los receptores. Finalmente, para la evaluación de ruido por efecto sinérgico que produce el proyecto en evaluación en conjunto con el proyecto con RCA, es posible descartar la generación de impactos significativos por efecto sinérgico asociado a ruido, de acuerdo con los criterios establecidos en el documento técnico "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación del Efecto Sinérgico Asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población" (SEA, 2022).

Para el estudio de vibración, al modelar las fases de construcción y operación con el "criterio de condición más desfavorable", en ningún receptor se supera el límite para molestia y daño a la edificación según la guía técnica FTA.

En consecuencia, para ambas componentes, si se genera cumplimiento en estos escenarios de condición más desfavorable, se generará cumplimiento para cualquier condición de menor emisión, así como también para cualquier otro receptor ubicado a mayor distancia.

Por lo tanto, se descarta la generación de impactos significativos por ruido en los objetos de protección ambiental "Salud de la población" (artículo 5º literal b) del Reglamento SEIA) y "Recursos naturales renovables (en particular, fauna nativa asociada a los hábitats de relevancia para su

nidificación, reproducción o alimentación)" (artículo 6º literal e) del Reglamento SEIA), así como también se descarta la generación de impactos significativos por vibración en el objeto de protección ambiental "Salud de la población" (artículo 5º literal b) del Reglamento SEIA).

Informe realizado por:



María José Salazar
Ingeniera Civil Acústica UACh
Ingeniera de Proyectos
Vibro-Acústica®



Felipe Riquelme
Ingeniero Civil Acústico UACh (E)
Ingeniero de Proyectos
Vibro-Acústica®



Heber Gajardo
Ingeniero Civil Acústico UACh
MSc Acústica y Vibraciones (E) UACh
Dipl. en Acústica Submarina para la Predicción y Evaluación de Impactos UCSC
Gerente General
Vibro-Acústica®

9. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio del Medio Ambiente (2011), Decreto Supremo N°38: Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica.
- British Standards (2009), BS 5228-1: Code of Practice for Noise and Vibration Control on Construction and Open Sites - Part 1: Noise.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2026), Guía áreas de influencia en el SEIA. Segunda edición. Santiago de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2012), Decreto N°40: Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Federal Transit Administration (2018), Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual. Original disponible en https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/research-innovation/118131/transit-noise-and-vibration-impact-assessment-manual-fta-report-no-0123_0.pdf.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2019), Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido y Vibración en el SEIA. Primera edición. Santiago de Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2022), Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa. Primera edición (actualizada en enero 2023). Santiago de Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2023), Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población. Primera edición. Santiago de Chile.

Apéndice 1. Cronograma del proyecto

Apéndice 2. Certificado de calibración del sonómetro

Apéndice 3. Certificado de calibración del calibrador

Apéndice 4. Certificado de fábrica del anemómetro

Apéndice 5. Fichas de medición de ruido según R.E. Nº693/2015 SMA

Apéndice 6. Memoria de cálculo: NPS ruido por maquinarias y equipos sin medidas de control

Apéndice 7. Memoria de cálculo: Índice de reducción acústica R por bandas de octava, cubierta edificación equipos fase operación

Apéndice 8. Memoria de cálculo: NPS ruido por maquinarias y equipos con medidas de control

Apéndice 9. Cálculo PPV rodillo compactador

Apéndice 10. Fichas de medición de vibración basal

Apéndice 11. Certificado de calibración del acelerómetro

Apéndice 12. Memoria de cálculo: Vibración por maquinarias