COMTEC

DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén

transemel

CAPITULO 1 / ANEXO 1.5

Estudio de Impacto Acústico y Vibratorio

2026

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 6

2. OBJETIVOS 7

2.1 Objetivo general 7
2.2 Objetivos específicos 7

3. NORMATIVA 8

3.1 Ruido – Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N°38/2011 del MMA) 8
3.2 Ruido - "Ordonnance sur la protection contre le bruit" (OPB) 814.41 9
3.3 Ruido – Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación del Efecto Sinérgico asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población 10
3.4 Ruido – Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa 12
3.5 Vibraciones – FTA Report No. 0123 "Transit Noise and Vibration Assessment" 14

4. ÁREA DE ESTUDIO, ÁREA DE INFLUENCIA Y RECEPTORES 17

4.1 Área de estudio y Criterios de selección de receptores 17
4.2 Área de Influencia (AI) 17
4.2.1 Humanos 17
4.2.2 Fauna 20
4.3 Puntos de medición y evaluación 21
4.4 Máximos permitidos 32
4.4.1 Ruido por maquinaria e instalaciones – D.S. N°38/2011 del MMA 32
4.4.2 Ruido por tránsito vehicular – OPB 814.41 32
4.4.3 Ruido para fauna nativa – Criterio SEA 33
4.4.4 Vibraciones por maquinaria y tránsito vehicular – FTA 34

5. METODOLOGÍA 35

5.1 Mediciones basales 35
5.1.1 Ruido 35
5.1.2 Vibraciones 36
5.2 Modelo predictivo de ruido 37
5.2.1 Maquinaria y equipamiento 37
5.2.2 Ruido audible por la Línea de Transmisión Eléctrica (RA por LTE) 38
5.2.3 Flujo vehicular 39
5.3 Proyección de vibraciones 41
5.3.1 Maquinaria 41
5.3.2 Flujo vehicular 44

6. DATOS DE ENTRADA AL MODELO PREDICTIVO DE RUIDO 46

6.1 Fase de construcción 47
6.2 Fase de operación 53

6.2.1 Equipamiento al interior de las Subestaciones (SE) 54
6.2.2 Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) 54
6.3 FLUJO VEHICULAR 58

7. RESULTADOS 63

7.1 MEDICIONES DE RUIDO DE FONDO 63
7.1.1 Periodo diurno 63
7.1.2 Periodo nocturno 64
7.1.3 Mediciones de ruido en fauna 66
7.2 MÁXIMOS PERMITIDOS SEGÚN D.S. N°38/2011 DEL MMA 68
7.3 MEDICIÓN DE VIBRACIONES 69
7.4 PROYECCIÓN PRELIMINAR DE NIVELES SONOROS 70
7.4.1 Fase de construcción 70
7.4.2 Fase de operación 78
7.4.3 Flujo vehicular 87
7.5 PROYECCIÓN DE VIBRACIONES 90
7.5.1 Maquinaria 90
7.5.2 Flujo vehicular 92

8. MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO 93

8.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN Y CIERRE– PANTALLA ACÚSTICA MÓVIL (MCR2) 93
8.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN – PANTALLA ACÚSTICA PERIMETRAL (MCR1) 96
8.3 ESQUEMAS DE MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS 96

9. RESULTADOS CON MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS 99

9.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN 99

10. EVALUACIÓN DE IMPACTO ACUMULATIVO 102

10.1 PROYECTOS ALEDAÑOS 102
10.1.1 PA1 - Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui 104
10.1.2 PA2 - Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue – Quirihue 107
10.2 PROYECCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO ACUMULATIVO 108
10.2.1 Fase de construcción Proyecto + Fase de construcción PA1 + Fase de operación PA2 109
10.2.2 Fase de operación Proyecto + Fase de operación PA1 y PA2 110

11. CONCLUSIONES 112

12. BIBLIOGRAFÍA 114

13. GLOSARIO 115

14. APÉNDICES 117

14.1 APÉNDICE 1.5.1 FICHAS DE MEDICIÓN 117
14.2 APÉNDICE 1.5.2 INSTRUMENTAL UTILIZADO 118
14.3 APÉNDICE 1.5.3 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTAL 119

14.4 APÉNDICE 1.5.4. PROFESIONALES PARTICIPANTES 120

TABLAS

TABLA 3-1. DESCRIPCIÓN DE USOS DE SUELO PERMITIDOS PARA CADA TIPO DE ZONA SEGÚN D.S. N°38/2011 MMA. 8
TABLA 3-2. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NPC POR ZONA SEGÚN D.S. N°38/2011 DEL MMA 9
TABLA 3-3. VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN AL RUIDO, DEL TRÁFICO VIAL, SEGÚN LA NORMATIVA DE LA CONFEDERACIÓN SUIZA N° 814.41. 10
TABLA 3-4. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDO APLICABLES A ÁREAS URBANIZADAS EXISTENTES. BOE-A-2011-399. 12
TABLA 3-5. REFERENCIAS PARA LA DETERMINACIÓN DE UMBRALES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO POR RUIDO SOBRE FAUNA TERRESTRE. ANFIBIOS. 12
TABLA 3-6. REFERENCIAS PARA LA DETERMINACIÓN DE UMBRALES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO POR RUIDO SOBRE FAUNA TERRESTRE. REPTILES. 13
TABLA 3-7. REFERENCIAS PARA LA DETERMINACIÓN DE UMBRALES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO POR RUIDO SOBRE FAUNA TERRESTRE. AVIFAUNA 13
TABLA 3-8. REFERENCIAS PARA LA DETERMINACIÓN DE UMBRALES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO POR RUIDO SOBRE FAUNA TERRESTRE. MAMÍFEROS. 14
TABLA 3-9. CRITERIO DE MOLESTIA SEGÚN NIVEL DE IMPACTO DE VIBRACIONES 15
TABLA 3-10. CRITERIO DE DAÑO A EDIFICACIONES. 16
TABLA 4-1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE RECEPTORES Y PUNTOS DE MEDICIÓN HUMANOS. 24
TABLA 4-2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE EVALUACIÓN POR FLUJO VEHICULAR. 26
TABLA 4-3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN FAUNA. 27
TABLA 4-4. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NPC POR ZONA SEGÚN D.S. N°38/2011 DEL MMA 32
TABLA 4-5. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE REFERENCIA SEGÚN NORMATIVA OPB 814.41. 33
TABLA 4-6.: UMBRALES DE AFECTACIÓN DE REFERENCIA SEGÚN CRITERIO SEA. 33
TABLA 4-7. UMBRALES CONDUCTUALES Y FISIOLÓGICOS POR FASE Y GRUPO TAXONÓMICO 34
TABLA 4-8. MÁXIMOS DE REFERENCIA SEGÚN FTA. 35
TABLA 5-1: RESUMEN DE ENTRADAS Y SALIDAS EN EL PROCESO DE CÁLCULO DEL MODELO SOUNDPLAN 37
TABLA 5-2: INDICADORES DE VIBRACIÓN DE DISTINTAS MAQUINARIAS, MEDIDOS A 25 [FT] DE DISTANCIA. 42
TABLA 6-1: NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN. PLATAFORMA E IIFF EN SE, EN [DB(A)]. 47
TABLA 6-2: NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN. OBRAS CIVILES Y MONTAJE EN SE, EN [DB(A)]. 48
TABLA 6-3: NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN. MONTAJE LTE, EN [DB(A)]. 49
TABLA 6-4: NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN. GRUPOS ELECTRÓGENOS, EN [DB(A)]. 49
TABLA 6-5: NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA DEL EQUIPAMIENTO UTILIZADO EN FASE DE OPERACIÓN. NUEVA SUBESTACIÓN NUEVA COIQUÉN, EN [DB(A)]. 54
TABLA 6-6: NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA DEL EQUIPAMIENTO UTILIZADO EN FASE DE OPERACIÓN. NUEVA SUBESTACIÓN SECCIONADORA LAS DELICIAS, EN [DB(A)]. 54
TABLA 6-7: INFORMACIÓN LTE PARA ESTIMACIÓN DE RUIDO AUDIBLE. LTE 66 [KV] 55
TABLA 6-8: INFORMACIÓN LTE PARA ESTIMACIÓN DE RUIDO AUDIBLE. SECCIONAMIENTO 220 [KV] 55
TABLA 6-9.: FLUJOS ASOCIADOS (IDA Y VUELTA) – RUTA DE ACCESO A NUEVA SUBESTACIÓN SECCIONADORA LAS DELICIAS. MES 2 DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN. 59
TABLA 6-10.: FLUJOS ASOCIADOS (IDA Y VUELTA) – RUTA DE ACCESO A NUEVA SUBESTACIÓN COIQUÉN. MES 2 DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN. 60
TABLA 6-11.: RESUMEN DE FLUJOS ASOCIADOS (IDA Y VUELTA) – RUTA DE ACCESO NUEVAS SUBESTACIONES POR CATEGORÍA. MES 2 DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN. 61
TABLA 7-1.: NPS EN [DB(A)]-LENTO Y FUENTES DE RUIDO PRESENTES EN LA MEDICIÓN. PERIODO DIURNO. 63
TABLA 7-2.: NPS EN [DB(A)]-LENTO Y FUENTES DE RUIDO PRESENTES EN LA MEDICIÓN. PERIODO NOCTURNO. 64
TABLA 7-3.: RESUMEN DE NIVELES DE RUIDO, OBTENIDOS POR 1/3 DE OCTAVA EN [DB(Z)]. PERIODO DIURNO Y NOCTURNO. 67

Tabla 7-4. Niveles máximos permisibles de NPC por Zona según D.S. N°38/2011 del MMA. 68
Tabla 7-5. Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad según periodo de medición. 69
Tabla 7-6.: Evaluación de cumplimiento preliminar D.S. Nº38/2011 del MMA. Fases de construcción. 73
Tabla 7-7.: Umbrales de afectación por grupos taxonómicos según Criterio SEA. Fase de construcción. 77
Tabla 7-8.: Niveles de inmisión acústica ruido audible LTE. Fase de operación. LTE 66 [kV] 81
Tabla 7-9.: Niveles de inmisión acústica ruido audible LTE. Fase de operación. Seccionamiento 220 [kV]. 83
Tabla 7-10.: Evaluación de cumplimiento D.S. Nº38/2011 del MMA. Fase de operación. Receptores humanos. 83
Tabla 7-11.: Umbrales de afectación por grupos taxonómicos según Criterio SEA. Fase de operación. 85
Tabla 7-12.: Evaluación cumplimiento OPB 814.41. Flujo vehicular en fase de construcción, periodo diurno. Humanos. 89
Tabla 7-13.: Proyección de LV y PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada. 90
Tabla 7-14.: Evaluación de cumplimiento. Vibraciones generadas por maquinaria pesada. Criterio de daño estructural. 91
Tabla 7-15.: Evaluación de cumplimiento. Vibraciones generadas por maquinaria pesada. Criterio de molestia en humanos. 91
Tabla 7-16.: Proyección de LV y evaluación de cumplimiento. Vibraciones generadas por flujo vehicular. 92
Tabla 8-1.: Características pantallas acústicas móviles propuestas para la fase de construcción y cierre. 93
Tabla 8-2: Descripción de ubicación de pantalla acústica móvil (MCR2). 95
Tabla 8-3: Descripción de ubicación de pantalla acústica perimetral (MCR1). 96
Tabla 9-1.: Evaluación de cumplimiento D.S. Nº38/2011 del MMA. Fase de construcción con medidas de control implementadas. 100
Tabla 10-1.: Resumen de proyectos considerados en la evaluación de Impacto Acumulativo por ruido. 103
Tabla 10-2.: Proyección de nivel de ruido en receptores. Fase de construcción de proyecto PA1. Periodo diurno. 105
Tabla 10-3.: Proyección de nivel de ruido en receptores. Fase de operación de proyecto PA1. Periodo diurno y nocturno. 107
Tabla 10-4.: Proyección de nivel de ruido en receptores. Fase de operación de proyecto PA2. Periodo diurno y nocturno. 108
Tabla 10-5.: Nivel estimado y evaluación de impacto acumulativo según BOE-A-2011-399. Fase construcción mitigada del Proyecto en sinergia con proyectos aledaños. Periodo diurno. 109
Tabla 10-6.: Nivel estimado y evaluación de impacto acumulativo según BOE-A-2011-399. Fase operación del Proyecto en sinergia con proyectos aledaños. Periodo diurno. 110
Tabla 10-7.: Nivel estimado y evaluación de impacto acumulativo según BOE-A-2011-399. Fase operación del Proyecto en sinergia con proyectos aledaños. Periodo nocturno. 111

FIGURAS

Figura 4-1: Área de Influencia. Humanos. 19
Figura 4-2: Área de Influencia. Fauna nativa. 21
Figura 4-3: Ubicación de los receptores y puntos de medición. Receptores humanos del 1 al 4, punto fauna F1 y receptores de flujo vehicular FL1 y FL2. 22
Figura 4-4: Ubicación de los receptores y puntos de medición. Receptor humano 5 y receptor de flujo vehicular FL4. 23
Figura 4-5: Ubicación de los receptores y puntos de medición. Receptores humanos del 6 al 8, punto fauna F2 al F3, y receptor de flujo vehicular FL3. 24
Figura 4-6: Puntos de medición de ruido y vibraciones en receptores humanos. 27
Figura 4-7: Puntos de medición de ruido y vibraciones en fauna. 30
Figura 5-1: Croquis que representa la propagación en infraestructura vial. 40
Figura 5-2: Esquema de propagación semicilíndrica. 41
Figura 5-3: Ejemplo de situación más desfavorable de propagación de vibraciones según distancia entre maquinaria y receptor. 43
Figura 5-4: Curvas generalizadas de vibración de superficie terrestre. 45
Figura 6-1: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento. 50
Figura 6-2: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento. 51
Figura 6-3: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento. 52
Figura 6-4: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento. 53

Figura 6-5: Distribución de equipamiento. Fase de operación. Vista en acercamiento. 56
Figura 6-6: Distribución de equipamiento. Fase de operación. Vista en acercamiento. 57
Figura 6-7: Distribución de equipamiento. Fase de operación. Vista en acercamiento. 58
Figura 6-8: Esquema de modelación. Flujo vehicular. Acceso a Nueva Subestación Coiquén. 61
Figura 6-9: Esquema de modelación. Flujo vehicular. Acceso a Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias. 62
Figura 7-1: NPS registrados en horario diurno. 64
Figura 7-2: NPS registrados en horario nocturno. 66
Figura 7-3: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 71
Figura 7-4: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 72
Figura 7-5: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 73
Figura 7-6: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Anfibios – Hábitat Estación 2. 74
Figura 7-7: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Anfibios – Hábitat Estación 5. 75
Figura 7-8: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 76
Figura 7-9: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 77
Figura 7-10: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 78
Figura 7-11: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 79
Figura 7-12: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. 80
Figura 7-13: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] – 81
Figura 7-14: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] – 82
Figura 7-15: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de operación. Anfibios. 84
Figura 7-16: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de operación. Avifauna. 85
Figura 7-17: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] - Fase de operación. LTE 66 [kV] - Fauna. 86
Figura 7-18: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] - Fase de operación. Seccionamiento 220 [kV] - Fauna. 87
Figura 7-19: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Flujo vehicular en fase de construcción. Ruta de acceso Nueva SE Coiquén. 88
Figura 7-20: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Flujo vehicular en fase de construcción. Ruta de acceso Nueva SE Seccionadora Las Delicias. 89
Figura 8-1: Esquema de medidas de control de ruido implementadas en fase de construcción/cierre. Receptor 2. 97
Figura 8-2: Esquema de medidas de control de ruido implementadas en fase de construcción/cierre. Receptor 6 y 7. 98
Figura 9-1: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción con medidas de control implementadas. Receptor 2. 99
Figura 9-2: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción con medidas de control implementadas. Receptor 6 y 7. 100
Figura 10-1: Esquema de evaluación de Impacto Acústico Acumulativo. 103
Figura 10-2: Extracto de fuentes de ruido en fase de construcción de proyecto PA1. 104
Figura 10-3: Extracto de fuentes de ruido en fase de operación de proyecto PA1. 106
Figura 10-4: Extracto de fuentes de ruido en fase de operación de proyecto PA2. 107

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, elaborado por Gerard Ingeniería Acústica SpA contiene la proyección y evaluación de ruido y vibraciones del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén", (en adelante el "Proyecto"), el cual se ubicará en la comuna de Quirihue, Región del Ñuble. El presente Estudio tiene por finalidad evaluar los niveles de ruido y vibraciones del Proyecto en los sectores que pueden verse afectados.

En términos generales, el Proyecto considera la construcción y operación de la Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias a través del seccionamiento de la Línea 2x220 kV Dichato- Nueva Cauquenes, la Nueva Subestación Coiquén, una nueva Línea de Transmisión denominada 2x66 kV Las Delicias- Coiquén, de aproximadamente 9,1 km de longitud. El Proyecto se emplaza en la Región de Ñuble, principalmente en la comuna de Quirihue, y se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), de conformidad con lo establecido en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Las actividades involucradas en las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto pueden generar un aumento del nivel de ruido y vibración en los sectores aledaños. En este contexto, la definición del área de estudio se efectúa en base a la existencia de lugares habitados y eventual presencia de fauna, identificándose ocho (08) receptores humanos, cuatro (04) puntos de evaluación por flujo vehicular y tres (03) sitios de interés para fauna nativa. Las mediciones se desarrollaron en una campaña, del 30 de marzo al 01 de abril de 2026.

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

Los resultados obtenidos fueron comparados con los máximos permitidos de acuerdo con el Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante D.S. N°38/2011 del MMA), con lo descrito en la guía estadounidense FTA y "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa (SEA, 2022)".

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

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

Finalmente, la evaluación se realizó bajo los lineamientos que indica la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA", del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2019) y el documento "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa", del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2022).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto acústico y vibratorio que podría generar el Proyecto, de acuerdo con los criterios de evaluación establecidos en la normativa nacional vigente o, en caso de ausencia de ésta, estándares aplicables.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los receptores que pudiesen ser afectados producto de la emisión acústica y vibratoria del Proyecto en sus distintas fases.
- Predecir el nivel de ruido que generarán las distintas actividades que contempla el Proyecto, mediante un modelo acústico asistido por software.
- Efectuar proyecciones de velocidad vibratoria para las fases construcción y operación del Proyecto, mediante planillas de cálculo.
- Verificar el cumplimiento de los límites establecidos en la normativa nacional y en estándares nacionales o internacionales aplicables para las componentes ruido y vibraciones.
- En caso de incumplimiento preliminar, presentar medidas de control de ruido a nivel conceptual, con el fin de cumplir con los límites permisibles.

3. NORMATIVA

3.1 RUIDO – DECRETO SUPREMO N°38/2011 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (D.S. N°38/2011 DEL MMA)

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

Los límites máximos permitidos por la normativa están asociados a la zonificación acorde con el Instrumento de Planificación Territorial (IPT) respectivo. Los tipos de zonas se definen en la Tabla 3-1:

Tabla 3-1. Descripción de usos de suelo permitidos para cada tipo de zona según D.S. N°38/2011 MMA.

Tipo de Zona	Descripción
Zona I	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.
Zona II	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además los usos de la Zona I, Equipamiento a cualquier escala.
Zona III	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona IV	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona Rural	Aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo.

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026, a partir del D.S. N°38/2011 del MMA, artículos 6° numerales 28 al 32.

Los Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) que se obtengan no podrán exceder los valores de la Tabla 3-2:

Tabla 3-2. Niveles máximos permisibles de NPC por Zona según D.S. N°38/2011 del MMA.

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

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026, a partir del D.S. N°38/2011 del MMA, artículos 7° y 9°.

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

3.2 RUIDO - "ORDONNANCE SUR LA PROTECTION CONTRE LE BRUIT" (OPB) 814.41

Debido a que en Chile no existe norma específica para emisiones sonoras por fuentes móviles, para efectuar la evaluación de las modelaciones de nivel de presión sonora tanto para el periodo diurno como para el nocturno, se utilizó lo dispuesto en la Normativa de la Confederación Suiza OPB 814.41. Dicha normativa plantea un valor límite de inmisión para zonas con distintos grados de sensibilidad, los cuales se definen a continuación.

- Grado de sensibilidad I: Zonas que requieren una mayor protección contra el ruido, especialmente en las zonas de descanso.
- Grado de sensibilidad II: Zonas donde ninguna actividad molesta está permitida, especialmente en zonas habitacionales, así como aquellas reservadas a edificios e instalaciones públicas.
- Grado de sensibilidad III: Zonas donde se admiten actividades moderadamente molestas, especialmente en zonas habitacionales, artesanales y agrícolas.
- Grado de sensibilidad IV: Zonas donde se admiten empresas extremadamente perjudiciales, especialmente en las zonas industriales.

La siguiente tabla muestra los valores límites de exposición al ruido según el grado de sensibilidad de la zona expuesta.

Tabla 3-3. Valores límites de exposición al ruido, del tráfico vial, según la normativa de la Confederación Suiza N° 814.41.

Grado de sensibilidad según artículo N°43	Valor límite de inmisión dB(A)		Valor límite de alarma dB(A)	
	Día	Noche	Diurno	Nocturno
I	55	45	65	60
II	60	50	70	65
III	65	55	70	65
IV	70	60	75	70

Nota: El inicio de cada horario está definido a las 06:00 y 22:00, respectivamente para horario diurno y nocturno.
Fuente: OPB 814.41, 2023.

3.3 RUIDO – CRITERIO DE EVALUACIÓN EN EL SEIA: EVALUACIÓN DEL EFECTO SINÉRGICO ASOCIADO A IMPACTOS POR RUIDO SOBRE LA SALUD DE LA POBLACIÓN

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: *"Con el objetivo 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, ésta 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.

Respecto a lo anterior, cabe señalar que los descriptores acústicos de calidad para ruido ambiental responden a un análisis temporal extendido, dando cuenta de la evolución temporal de los niveles de ruido con énfasis en períodos de mayor sensibilidad para la comunidad (períodos nocturnos), permitiendo así evaluar de distinta forma los niveles de ruido producidos durante períodos diurnos y nocturnos, a partir, por ejemplo, del índice de valoración de ruido nivel sonoro corregido día-noche L_{dn}. Esto permite un mayor resguardo para los receptores en período nocturno, considerando que los niveles de ruido de fondo en este período usualmente son más bajos, disminuyendo además las actividades domésticas en el interior de las viviendas, lo que contribuye a un menor nivel de ruido.

Así, para la determinación de un estándar para la evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población, a fin de presentar coherencia con el marco nacional vigente y establecer un estándar de calidad para ruido ambiental que permita abordar las complejidades de la evaluación de efectos sinérgicos asociados a ruido, se deberá considerar el marco internacional de referencia de acuerdo con lo establecido en el artículo 11° del Reglamento del SEIA, quedando sujeta su aplicación a que la normativa de referencia sea aplicable a las distintas fuentes de ruido, lo que debe ser debidamente justificado por el proponente durante el proceso de evaluación.

De esta forma, se aclara que el D.S. N° 38/11 MMA (única norma ambiental vigente para ruido), corresponde a una norma de emisión que constituye normativa ambiental aplicable en el marco del SEIA para la evaluación de impactos por ruido generados por fuentes de manera singular y no por grupos de fuentes. Considerando lo anterior, dicha norma no resulta aplicable al análisis del efecto sinérgico, el cual se refiere a la evaluación del medio involucrado y no acotado a la emisión de una fuente específica de ruido. Por este motivo, para evaluar el impacto sinérgico generado por diversas fuentes de ruido, se deberá utilizar normativa internacional de referencia, conforme al artículo 11 del Reglamento del SEIA.

Con todo, se hace presente que lo anterior quedará sujeto a la dictación de una Norma Primaria de Calidad para Ruido Ambiental en Chile y su entrada en vigencia, pues dicha norma poseerá prioridad una vez que ello ocurra. En este sentido, se presenta el siguiente estándar de referencia internacional en acuerdo al documento "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población" publicada por el SEIA en 2022, que el titular deberá priorizar para la evaluación del efecto sinérgico asociado a ruido.

Ruido - BOE-A-2011-399, España

El objetivo de esta Ley de la Comunidad Autónoma de Aragón es prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica para evitar los potenciales daños a la salud humana, mediante el establecimiento de índices de calidad acústica.

En la siguiente tabla se indican los valores límite de calidad acústica declarados por la Ley BOE-A-2011-399.

Tabla 3-4. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes. BOE-A-2011-399.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		Ld dB(A)1	Le dB(A)2	Ln dB(A)3
a	Áreas naturales.	Regulado en el apartado 1f)[4]		
b	Áreas de alta sensibilidad acústica.	60	60	50
c	Áreas de uso residencial.	65	65	55
d	Áreas de uso terciario.	70	70	65
e	Áreas de usos recreativos y espectáculos.	73	73	63
f	Áreas de usos industriales.	75	75	65
g	Áreas de usos de infraestructuras y equipamientos.	Regulado en el apartado 1e)[5]		

3.4 RUIDO – CRITERIO DE EVALUACIÓN EN EL SEIA: EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR RUIDO SOBRE FAUNA NATIVA

A continuación, la Tabla 3-5, Tabla 3-6, Tabla 3-7 y Tabla 3-8 presentan listados de referencia que podrán ser utilizados para fines de establecer umbrales de referencia para la evaluación de impacto. Para todos los efectos, en cada caso deberán utilizarse los valores más idóneos y actualizados, de acuerdo con la información disponible, lo que deberá ser justificado. Esto corresponde a lo indicado en el "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa" emitido por el SEA6, publicado en 2022.

Tabla 3-5. Referencias para la determinación de umbrales para la evaluación de impacto por ruido sobre fauna terrestre. Anfibios.

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., 2016

Fuente: *Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa"* emitido por el SEA, publicado en 2022.

1 Índice de valoración de ruido para el período "día", entre las 07:00 y 19:00 horas.
2 Índice de valoración de ruido para el período "tarde", entre las 19:00 y 23:00 horas.
3 Índice de valoración de ruido para el período "noche", entre las 23:00 y 07:00 horas.
4 Apartado 1f) ubicado en página 42 de Ley BOE-A-2011-399.
5 Apartado 1e) ubicado en página 41 de Ley BOE-A-2011-399.
6 Servicio de Evaluación Ambiental.

Tabla 3-6. Referencias para la determinación de umbrales para la evaluación de impacto por ruido sobre fauna terrestre. Reptiles.

Reptiles				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Dificultad para localización	Conductual	Continua – intermitente (transporte)	75 [dB(C)] promedio	Shannon et al., 2016

Fuente: *Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa"* emitido por el SEA, publicado en 2022.

Tabla 3-7. Referencias para la determinación de umbrales para la evaluación de impacto por ruido sobre fauna terrestre. Avifauna.

Avifauna				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Cambio de frecuencia de vocalizaciones	Conductual	Continua (ruido ambiental)	60 [dB(A)] promedio	Dooling et al., 2007
Disminución del éxito reproductivo	Conductual	Continua (ruido ambiental)	58 [dB(A)] promedio	Shannon et al., 2016
		Intermitente – (ruido construcción, transporte)	68 [dB(A)] promedio	
Efectos sobre la fisiología y desarrollo	Fisiológico	Continua – intermitente (transporte)	60 [dB(A)] máx.	
Aumento del estado de alerta y vigilancia	Conductual	Impulsiva (militar o 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 de umbral auditivo		Impulsos múltiples (construcción, martillo neumático, por ejemplo) y ruido de transporte	93 [dB(A)] máx.	

Fuente: *Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa"* emitido por el SEA, publicado en 2022.

Tabla 3-8. Referencias para la determinación de umbrales para la evaluación de impacto por ruido sobre fauna terrestre. Mamíferos.

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., 2016
Reducción de eficiencia reproductiva	Conductual	Continua – intermitente (construcción, industrial)	68 [dB(A)] promedio	
Incremento de ritmo cardiaco 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"* emitido por el SEA, publicado en 2022.

3.5 VIBRACIONES – FTA REPORT NO. 0123 "TRANSIT NOISE AND VIBRATION ASSESSMENT"

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

Los indicadores de evaluación utilizados se basan en la velocidad de vibración RMS, la cual ha mostrado una mejor correlación respecto a la sensibilidad de la vibración en el cuerpo humano. Los niveles de velocidad de vibración (Lv) son expresados en unidades de decibeles [dB] referenciados a 1 [µin/s]7 o con una "V" antepuesta a dB [VdB].

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

[7] in: Abreviación de la unidad pulgadas o *inches*.

Criterio de Molestia

El criterio de molestia está relacionado con los niveles de vibraciones transmitidos por el suelo cuya influencia y percepción puedan generar molestia en los humanos afectados. Los indicadores de este criterio se presentan en la Tabla 3-9, donde se establecen diferentes límites según tipos de usos de suelo y categorías. Adicionalmente, el criterio general de FTA, considera la cantidad de eventos vibratorios diarios y los clasifica en eventos frecuentes, ocasionales e infrecuentes.

Tabla 3-9. Criterio de molestia según nivel de impacto de vibraciones.

Categoría uso de suelo	Nivel de Velocidad de Vibración [Lv] (VdB Ref: 1 [µin/s])		
	Eventos frecuentes [a]	Eventos ocasionales [b]	Eventos infrecuentes [c]
Categoría 1: Edificios donde son esenciales bajos ambientes de vibración para operaciones internas (instrumental hospitalario, laboratorios de investigación, etc.).	65[d]	65[d]	65[d]
Categoría 2: Residencias o edificaciones donde normalmente duerme gente.	72	75	80
Categoría 3: Usos de suelo institucionales prioritariamente diurno (escuelas, iglesias, etc.).	75	78	83

Notas:

[a] "Eventos frecuentes" se definen como los eventos que ocurren más de 70 veces al día.

[b] "Eventos ocasionales" se definen como entre 30 y 70 veces al día.

[c] "Eventos infrecuentes" se definen como eventos con una ocurrencia menor a 30 veces al día.

[d] Este criterio está basado en niveles límites que son aceptables para equipamientos moderadamente sensibles como microscopios ópticos. Edificaciones manufactureras sensibles a la vibración deberán ser evaluadas con un análisis más detallado respecto a los niveles de vibración. Asegurar bajos niveles de vibraciones dentro de la misma edificación requiere un diseño especial de sistemas de ventilación y extracción.

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026, a partir del FTA Report No. 0123, 2018, Table 6-1, 6-2 y 6-3.

Criterio de Daño

Por su parte, para la evaluación de las vibraciones generadas por actividades de construcción según el criterio general de daño a edificaciones, la evaluación se detalla en la Tabla 3-10:

Tabla 3-10. Criterio de daño a edificaciones.

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

[e] Velocidad RMS en decibeles [VdB] referencia 1 [µin/s].

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026, a partir del FTA Report No. 0123, 2018, Table 7-5.

4. ÁREA DE ESTUDIO, ÁREA DE INFLUENCIA Y RECEPTORES

4.1 ÁREA DE ESTUDIO Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE RECEPTORES

Para efectos del presente estudio, se define como área de estudio el ámbito territorial considerado inicialmente para la identificación de receptores humanos, puntos de interés para fauna y sectores potencialmente expuestos a las emisiones de ruido y vibraciones del Proyecto. A partir de esta revisión preliminar se seleccionaron los receptores y puntos de evaluación representativos. Posteriormente, sobre la base de las proyecciones de ruido y vibraciones y de los criterios metodológicos aplicables, se delimitó el Área de Influencia del Proyecto para estas componentes.

Los criterios de selección de receptores consideran:

- ✓ Cercanía de estos al trazado y emplazamiento de las principales obras, de manera de representar los receptores más expuestos a las futuras emisiones de ruido y vibraciones provenientes del Proyecto.
- ✓ Puntos que representan un conjunto de receptores en similares condiciones de exposición a las futuras emisiones del Proyecto.
- ✓ Uso efectivo de los receptores (viviendas, edificios habitacionales, edificios con uso educacional, de culto, entre los más relevantes).
- ✓ Hábitats de relevancia para fauna nativa por concepto de nidificación, alimentación y/o reproducción.

4.2 ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

4.2.1 Humanos

El área de influencia se establece en función de la existencia de asentamientos humanos que potencialmente pueden ser afectados por un aumento en los niveles de presión sonora.

En este contexto, su delimitación geográfica considera el territorio donde el nivel de presión sonora generado por el Proyecto se iguala al menor de los niveles que caracterizan la situación basal (ruido de fondo)8.

Ruido

Para obtener el área de influencia se utilizó la fase del proyecto con mayor emisión acústica, la cual corresponde a la de construcción que solamente funcionará en periodo

8 Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA", del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2019, en Capítulo 4.a

diurno. La fase de operación que se efectuará en ambos periodos tiene una emisión muy inferior por lo cual su área de influencia queda incluida en la de la fase de construcción. Debido a lo anterior, se consideró el nivel de ruido de fondo de 41 [dB(A)], correspondiente al menor de los niveles registrados en la línea de base de ruido presentado en la Tabla 7-1, correspondiente al receptor 2 en periodo diurno. A partir del resultado de los cálculos mostrados en el acápite 7.4.1.1, se puede obtener el Área de Influencia, la cual tiene una distancia máxima de 1.350 [m] desde las obras constructivas de la nueva subestación eléctrica (SE) "Las Delicias", 1.020 [m] desde la nueva SE Coiquén y de 700 [m] desde las obras de montaje de la LTE del Proyecto.

El AI de ruido se definió mediante la generación de un radio de 1.350 [m] en torno a la nueva SE "Las Delicias", 1.020 [m] desde la nueva SE Coiquén y de 700 [m] en torno a las estructuras de la LTE, los cuales fueron posteriormente combinados para delimitar un área continua en torno a las actividades constructivas del Proyecto.

Vibraciones

Para la componente vibración se determinó que el área de influencia corresponde a la cual los niveles proyectados se igualan a los niveles que caracterizan la situación previa al Proyecto. Al igual que en la evaluación de ruido, se ha considerado la fase del proyecto con mayor cantidad de dispositivos emisores de vibraciones, correspondiente a la fase de construcción. Por lo tanto, independientemente de que la fase de operación se desarrolle en periodo diurno y nocturno, se estima que la fase de construcción constituye el escenario más desfavorable en términos de emisión de vibraciones.

Para el presente caso, se considera nivel de velocidad de vibración típico de un área residencial indicado por la "Guía para la predicción y evaluación de impactos de ruido y vibraciones en el SEIA", que corresponde a un nivel Lv de 50 [VdB].

Para efectos de proyección se utilizó la expresión matemática que describe la Ecuación 1, definida por la guía de referencia antes señalada.

$$L_v(D) = L_v(25\,ft) - 30 \cdot \log_{10}\left(\frac{D}{25}\right) \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

Donde:

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

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

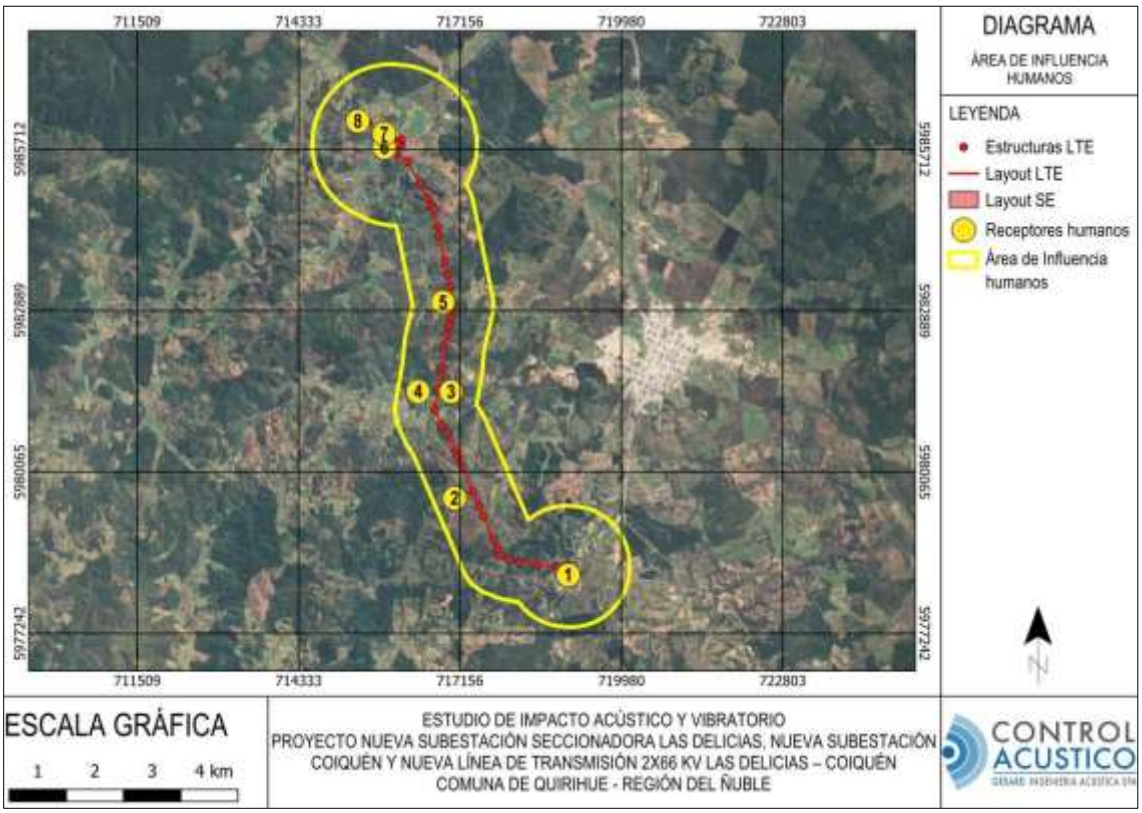
D: Distancia (en pies) entre el receptor y la fuente.

De esta forma, considerando el "Rodillo vibratorio", la cual es homologada a "Rodillo compactador" (94 [VdB] a 25 [ft]) de distancia), la cual corresponde a la maquinaria más crítica presente en los diferentes frentes de construcción, utilizados para los cálculos de impacto vibratorio del presente Proyecto para faenas asociadas a la construcción; el AI asociada a la componente vibración abarca una extensión de 231 [m] (758 [ft]) alrededor de las actividades del Proyecto.

A partir de lo anterior, el AI definido para los componentes ruido y vibración queda definida por el mayor de los contornos anteriormente definidos, el cual está dado para ruido, y abarca un radio máximo de 1.350 [m] alrededor de las actividades constructivas de la Subestación "Las Delicias", 1.020 [m] alrededor de la Subestación"Coiquén" y de 700 [m] en torno a las estructuras de la LTE.

A continuación, la Figura 4-1 presenta el AI de los componentes ruido y vibraciones, definido anteriormente:

Figura 4-1: Área de Influencia. Humanos.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

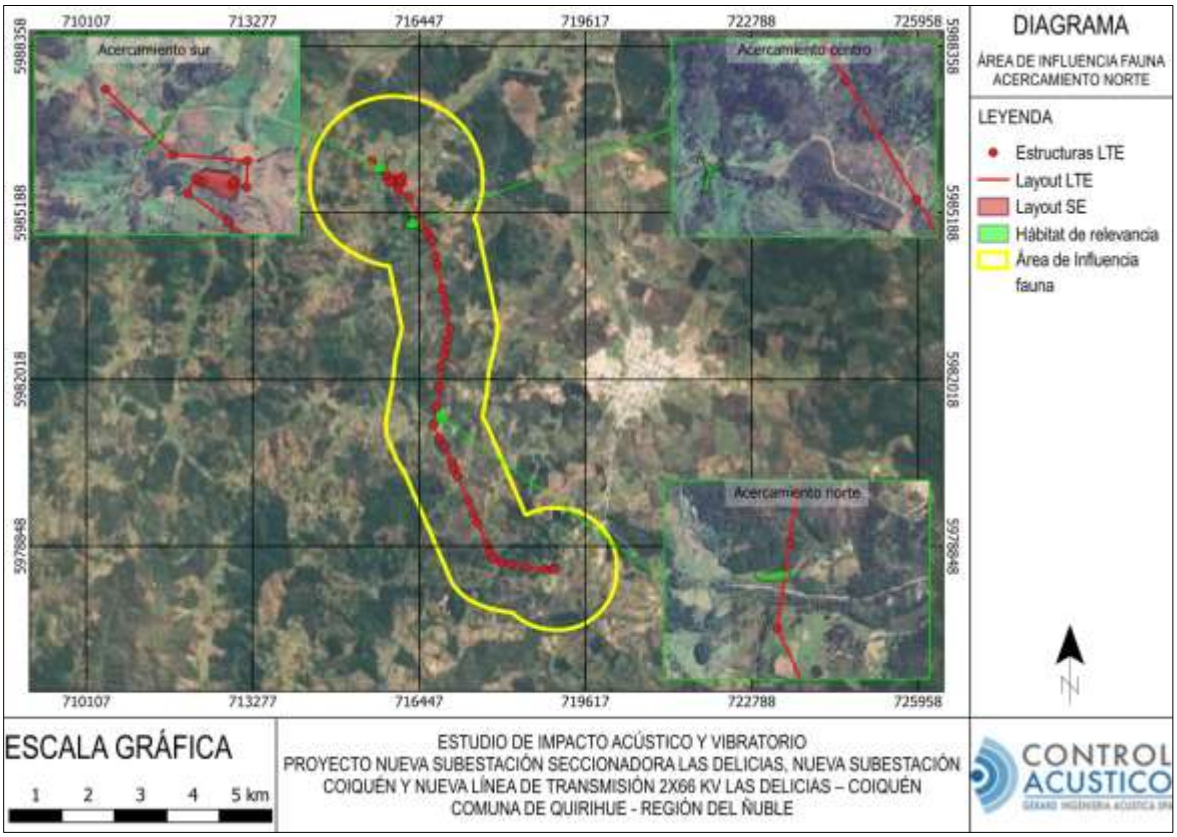
4.2.2 Fauna

Para definir el área de influencia se utilizó la fase del proyecto con mayor emisión acústica, la cual corresponde a la de construcción que solamente funcionará en periodo diurno. La fase de operación que se efectuará en ambos periodos tiene una emisión muy inferior por lo cual su área de influencia queda incluida en la de la fase de construcción. Debido a lo anterior, se consideró el menor nivel de ruido de fondo medido en los puntos de caracterización de fauna de la línea de base de ruido presentada en la Tabla 7-3, y que corresponde a 38 [dB(A)], medido en el punto F1 en período diurno.

El área de influencia se estimó de acuerdo con las proyecciones de ruido presentadas en el acápite 7.4.1.2, modeladas a partir de la fase de construcción del Proyecto. Considerando la situación modelada que se muestra en la Figura 7-6, se define el área de influencia por la curva o isolínea de los 38 [dB(A)], la cual se extiende a una distancia de hasta 1.560 [m] aproximadamente desde área de la Subestación "Las Delicias", 1.120 [m] desde la Subestación "Coiquén" y de 900 [m] desde la LTE.

A continuación, en la Figura 4-2 se presenta el área de influencia de fauna obtenida en torno al área de Proyecto. Con el objetivo de facilitar la visualización de los hábitats de relevancia para fauna nativa, la figura incorpora tres acercamientos, correspondientes a cada uno de los hábitats considerados en la evaluación.

Figura 4-2: Área de Influencia. Fauna nativa.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

4.3 PUNTOS DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

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

Para el presente estudio, los receptores y puntos de evaluación fueron seleccionados dentro del área de estudio definida inicialmente para la identificación de sectores potencialmente expuestos a las emisiones de ruido y vibraciones del Proyecto. Entre éstos se priorizaron las viviendas y sectores más próximos a las obras y actividades proyectadas, por representar las condiciones de mayor exposición esperada.

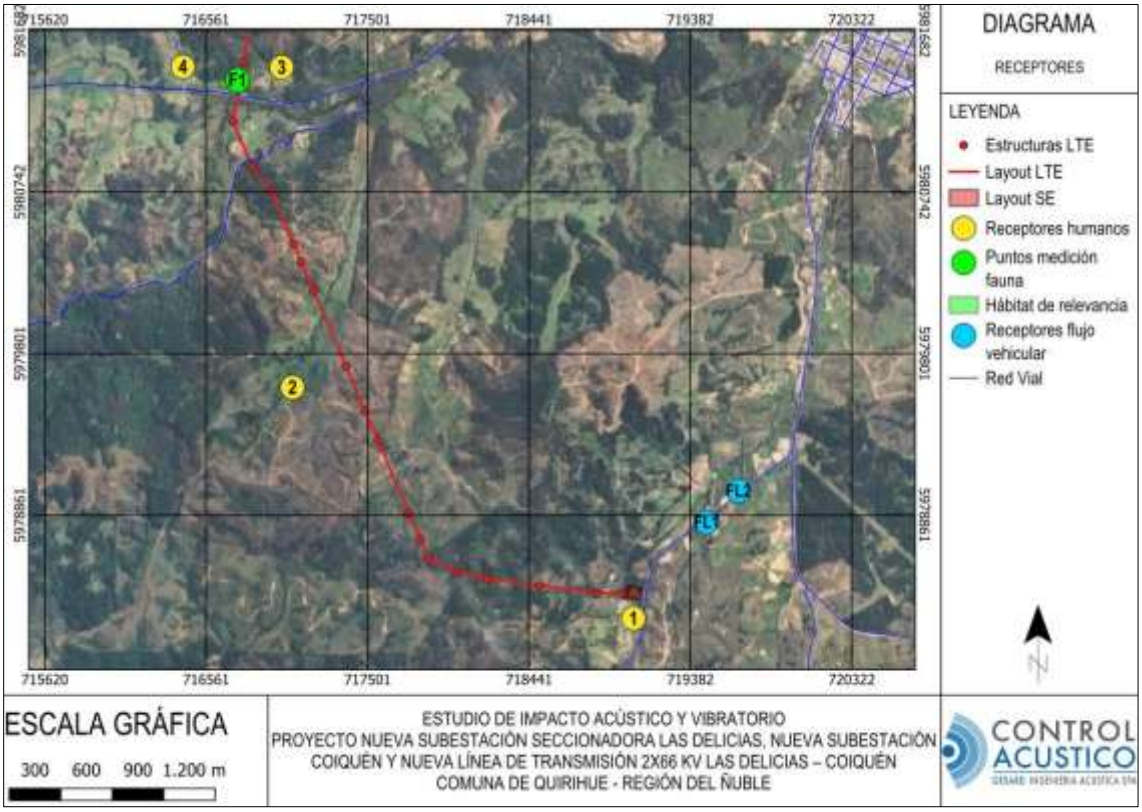
Posteriormente, la delimitación del Área de Influencia se efectuó sobre la base de las proyecciones de ruido y vibraciones desarrolladas para las distintas fases del Proyecto, conforme a los criterios metodológicos señalados en el numeral 4.2.

En la Tabla 4-1 y Tabla 4-2 se detalla la ubicación y descripción de los puntos considerados para la evaluación. Estos corresponden a ocho (8) receptores humanos

asociados a viviendas para la evaluación de fuentes fijas, y cuatro (4) receptores humanos para la evaluación de flujo vehicular. Por su parte, en la Tabla 4-3 se presentan los tres (3) puntos de medición destinados a caracterizar los ambientes acústicos basales en los hábitats de relevancia, definidos como el objeto de protección para fauna nativa.

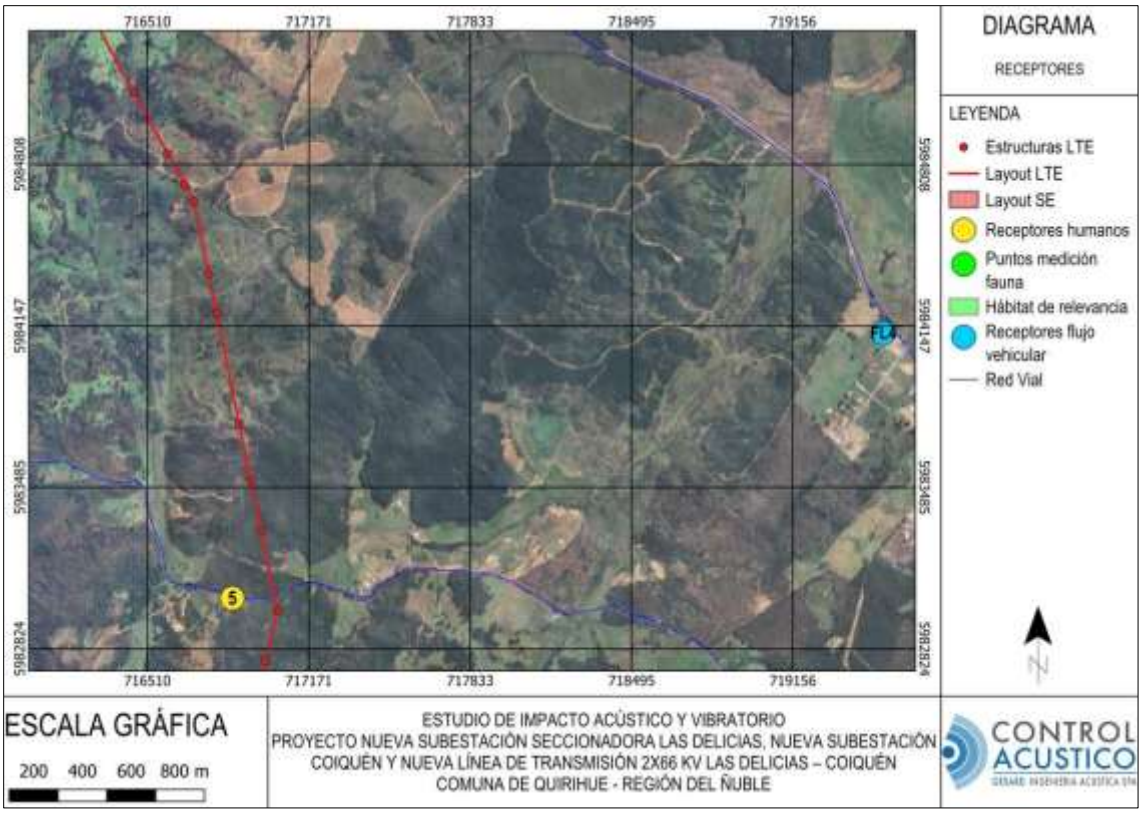
Las figuras siguientes muestran la distribución espacial de estos puntos respecto de las obras y actividades del Proyecto.

Figura 4-3: Ubicación de los receptores y puntos de medición. Receptores humanos del 1 al 4, punto fauna F1 y receptores de flujo vehicular FL1 y FL2.



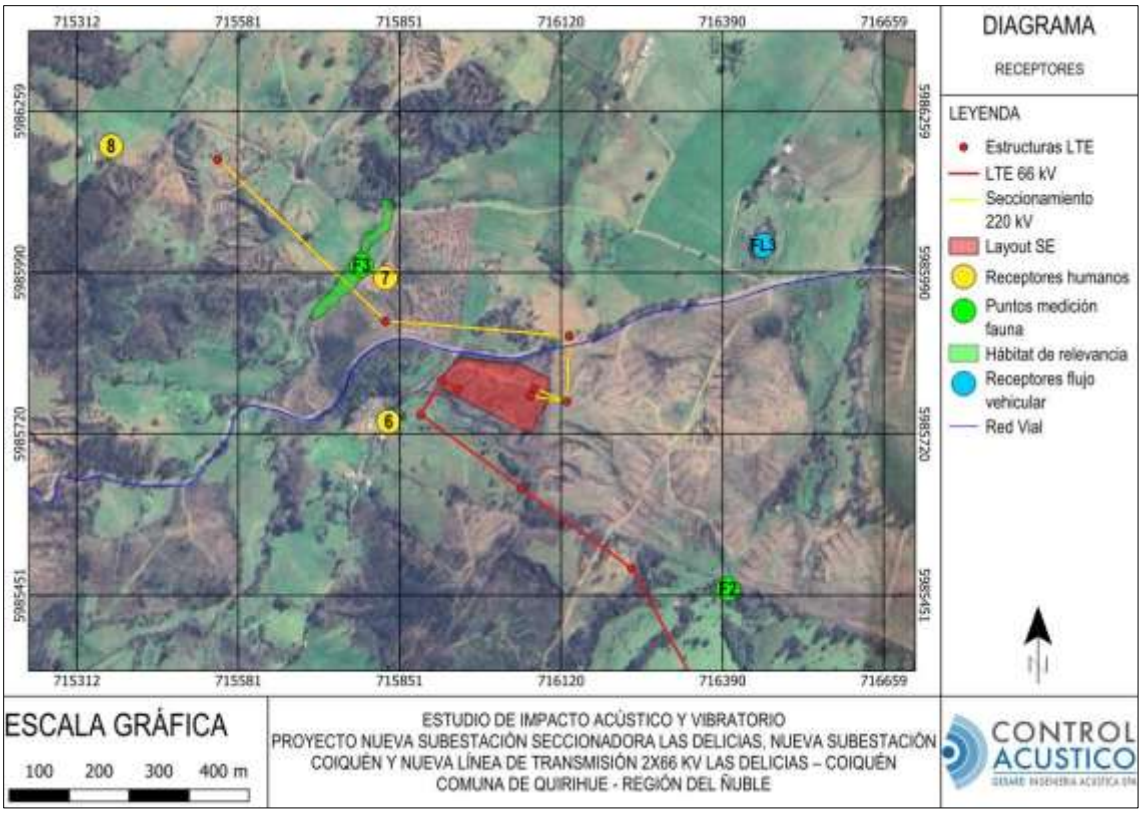
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 4-4: Ubicación de los receptores y puntos de medición. Receptor humano 5 y receptor de flujo vehicular FL4.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 4-5: Ubicación de los receptores y puntos de medición. Receptores humanos del 6 al 8, punto fauna F2 al F3, y receptor de flujo vehicular FL3.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 4-1. Ubicación y descripción de receptores y puntos de medición humanos.

Receptor	Descripción	Altura del receptor [m]	Distancia al Proyecto [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 18 H	
					Este	Este
1	Vivienda de 1 piso, ubicada en Ruta 126 km 51	1,5	112	Habitacional	719.097	5.978.299
2	Vivienda de 1 piso, ubicada en Chacabuco SN, sector Quebrada Pencahua	1,5	335	Habitacional	717.050	5.979.583
3	Vivienda de 1 piso, ubicada en Ruta N-410 km 38	1,5	223	Habitacional	716.933	5.981.278
4	Vivienda de 1 piso, ubicada en Ruta N-410 km 38	1,5	345	Habitacional	716.433	5.981.342

Tabla 4-1. Ubicación y descripción de receptores y puntos de medición humanos.

Receptor	Descripción	Altura del receptor [m]	Distancia al Proyecto [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 18 H	
					Este	Este
5	Vivienda de 1 piso, ubicada en Camino interior S/N km 41,4	1,5	171	Habitacional	716.850	5.983.043
6	Vivienda de 1 piso, ubicada en sector Mengol, Parcela Maiten	1,5	55	Habitacional	715.808	5.985.729
7	Vivienda de 1 piso, ubicada en sector Mengol, Parcela La Estrella	1,5	51	Habitacional	715.824	5.985.978
8	Vivienda habitacional de 1 piso, ubicada en sector Mengol, Parcela S/N.	1,5	180	Habitacional	715.851	5.986.089

Nota: Coordenadas obtenidas en terreno.

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Debido a que no se contó con autorización para ingresar al predio del receptor 8, la medición de ruido de fondo se efectuó en el portón de acceso. La representatividad de este punto respecto de las condiciones acústicas existentes en la vivienda se estableció considerando las condiciones observadas durante la campaña de terreno y la ausencia de fuentes sonoras locales que pudieran modificar significativamente el ambiente acústico entre ambos puntos, por lo que la medición realizada en el portón de acceso permite caracterizar adecuadamente las condiciones acústicas del sector.

A continuación, la Tabla 4-2 presenta los puntos considerados para la evaluación del flujo vehicular. Estos puntos no fueron medidos durante la campaña de línea de base, dado que la evaluación de las emisiones de ruido asociadas al tránsito vehicular del Proyecto no requiere determinar un nivel basal. En este caso, la evaluación se efectúa mediante la comparación directa de los niveles de ruido proyectados con los valores límite de inmisión establecidos en la norma de referencia OPB 814.41, de acuerdo con el grado de sensibilidad asignado en función del uso efectivo de la edificación asociada a cada receptor.

Tabla 4-2. Ubicación y descripción de puntos de evaluación por flujo vehicular.

Receptor	Descripción	Altura del receptor [m]	Distancia a la Ruta [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 18 H	
					Este	Este
FL1	Vivienda habitacional de 1 piso, ubicada al costado de la Ruta Los Conquistadores S/N km 50,3.	1,5	21	Habitacional	719.477	5.978.819
FL2	Vivienda de 1 piso, ubicada al costado de restaurante, en Ruta Los Conquistadores S/N km 50.	1,5	12	Habitacional	719.663	5.979.000
FL3	Vivienda habitacional de 1 pisos, ubicada en camino de acceso a SE Las Delicias.	1,5	64	Habitacional	716.458	5.986.035
FL4	Vivienda habitacional de 1 piso, ubicada en Ruta N-40 2300	1,5	49	Habitacional	719.528	5.984.116

Nota: Coordenadas obtenidas por software Google Earth.

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 4-3. Ubicación y descripción de puntos de medición fauna.

Punto	Descripción Altura de medición [m]	Altura de medición [m]	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 18 H	
			Este	Este
F1	Punto de interés por fauna nativa (Anfibios). Sector cerro, plantación forestal. Asociado a hábitat "Estación 9".	1,5	716.742	5.981.392
F2	Punto de interés por fauna nativa (Anfibios y Avifauna). Sector cerro, plantación forestal. Asociado a hábitat "Estación 5".	1,5	716.399	5.985.461
F3	Punto de interés por fauna nativa (Anfibios). Sector de estero. Asociado a hábitat "Estación 2".	1,5	715.787	5.986.002

Nota: Coordenadas obtenidas en terreno.

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

A continuación, la Figura 4-6 y Figura 4-7 presentan fotografías de los puntos de medición obtenidas en la campaña de mediciones.

Figura 4-6: Puntos de medición de ruido y vibraciones en receptores humanos.



Punto 1 – Ruido



Punto 1 – Vibraciones

Figura 4-6: Puntos de medición de ruido y vibraciones en receptores humanos.



Punto 2 – Ruido



Punto 2 – Vibraciones



Punto 3 – Ruido



Punto 3 – Vibraciones



Punto 4 – Ruido



Punto 4 – Vibraciones

Figura 4-6: Puntos de medición de ruido y vibraciones en receptores humanos.



Punto 5 – Ruido



Punto 5 – Vibraciones



Punto 6 – Ruido



Punto 6 – Vibraciones



Punto 7 – Ruido



Punto 7 – Vibraciones

Figura 4-6: Puntos de medición de ruido y vibraciones en receptores humanos.



Punto 8 – Ruido



Punto 8 – Vibraciones

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

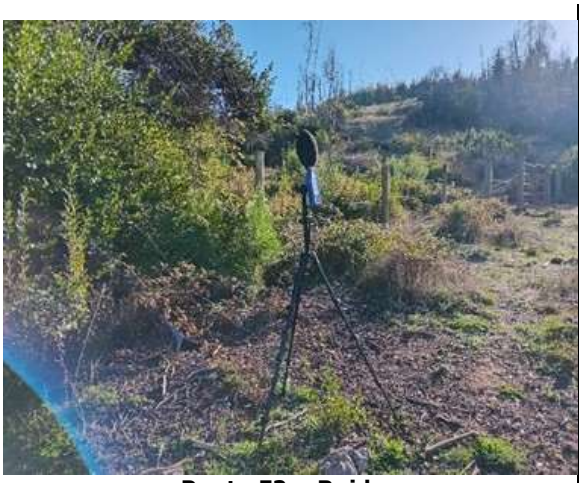
Figura 4-7: Puntos de medición de ruido y vibraciones en fauna.



Punto F1 – Ruido



Punto F1 – Vibraciones

	
Punto F2 – Ruido	**Punto F2 – Vibraciones**
	
Punto F3 – Ruido	**Punto F3 – Vibraciones**

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

4.4 MÁXIMOS PERMITIDOS

4.4.1 Ruido por maquinaria e instalaciones – D.S. N°38/2011 del MMA

El D.S. N°38/2011 del MMA establece los Niveles Máximos Permisibles de NPC de acuerdo con la zona donde se ubique el receptor. Para esta homologación se utilizó la Resolución 4919, la cual entrega instrucciones para la homologación de acuerdo con el D.S. N°38/2011 del MMA.

De acuerdo con lo anterior y según lo indicado en el Plan Regulador Comunal (PRC) de Quirihue todos los receptores se encuentran fuera de los límites urbanos, por lo que se homologan a Zona Rural según el D.S N°38/2011 del MMA:

En la Tabla 4-4 se presenta un resumen de la homologación y los máximos permitidos según el D.S N°38/2011 del MMA.

Tabla 4-4. Niveles máximos permisibles de NPC por Zona según D.S. N°38/2011 del MMA.

Receptor	Zona	Zonificación según D.S. N°38/2011 del MMA	Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) Máximo Permitido [dB(A)]	
			Periodo Diurno	Periodo Nocturno
1 al 8	Fuera del límite urbano	Rural	Menor nivel entre el Nivel de Ruido de Fondo +10 [dB] y el NPC máximo permitido para Zona III	

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026, a partir del D.S. N°38/2011 del MMA, artículos 7° y 9°.

4.4.2 Ruido por tránsito vehicular – OPB 814.41

Para la evaluación del flujo vehicular vinculado a la fase de construcción del Proyecto se aplicará el criterio "Valor límite de inmisión" definido por la norma OPB 814.41, que define valores máximos permisibles según el tipo de uso efectivo de los receptores. Considerando que los puntos FL1 a FL4 corresponden a viviendas de uso habitacional, todos ellos se clasifican en grado de sensibilidad II, de acuerdo con el artículo 43 de dicha norma. En consecuencia, para la evaluación del aporte exclusivo del Proyecto se adoptan valores límite de inmisión de 60 dB(A) en periodo diurno y 50 dB(A) en periodo nocturno.

[9] Resolución 491 Exenta del Ministerio del Medio Ambiente; Superintendencia Del Medio Ambiente dicta instrucción de carácter general sobre criterios para homologación de zonas del D.S. N°38/2011 del MMA. https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1091307

Tabla 4-5. Niveles máximos permitidos de referencia según normativa OPB 814.41.

Receptor	Grado de sensibilidad según artículo N°43	Valor límite de inmisión en [dB(A)]	
		Periodo Diurno	Periodo Nocturno
FL1 a FL4	II	60	50

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

4.4.3 Ruido para fauna nativa – Criterio SEA

Para los hábitats de interés por fauna aplican los umbrales establecidos en el documento "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa" emitido por él SEA, donde el punto 5 recomienda utilizar los umbrales de la Tabla 4-6 para fauna nativa según tipo de fuente de ruido y efecto.

Tabla 4-6.: Umbrales de afectación de referencia según Criterio SEA.

Grupo Taxonómico	Descripción del efecto	Tipo de efecto	Tipo de fuente	Umbral Criterio SEA	Referencia
Anfibios	Reducción en duración de cantos en anuros machos	Conductual	Continua – intermitente (transporte)	72 [dB(A)] promedio	Shannon et al., 2016
Avifauna	Disminución del éxito reproductivo	Conductual	Continua (ruido ambiental)	58 [dB(A)] promedio	Shannon et al., 2016.
Avifauna	Disminución del éxito reproductivo	Conductual	Intermitente – (ruido construcción, transporte)	68 [dB(A)] promedio	Shannon et al., 2016.
Avifauna	Desplazamiento temporal de umbral auditivo	Fisiológico	Impulsos múltiples (construcción, martillo neumático, por ejemplo) y ruido de transporte	93 [dB(A)] máx.	Dooling et al., 2007

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026, a partir del Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa" emitido por el SEA, publicado en 2022.

Considerando el contenido de la Tabla 4-6, se define lo siguiente:

- Para anfibios, se consideró el umbral de 72 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (reducción en duración de cantos en anuros machos), con un tipo de fuente continua – intermitente (transporte).
- Para avifauna, se consideraron los siguientes umbrales:
  - ✓ 58 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (disminución del éxito reproductivo), con un tipo de fuente continua (ruido ambiental).
  - ✓ 93 [dB(A)] máximo, para efectos de tipo fisiológico (desplazamiento temporal de umbral auditivo), con un tipo de fuente de impulsos múltiples (construcción, martillo neumático, por ejemplo) y transporte.

El umbral de 62 [dB(C)], contenido en la guía "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa", se encuentra asociado a la referencia Shieh et al. (2012), correspondiente a un estudio realizado sobre la cigarra *Cryptotympana takasagona* (Clase Insecta). Dado que dicha referencia no es aplicable al grupo taxonómico de los anfibios, para la presente evaluación se adopta el umbral de 72 dB(A) promedio, reportado por Shannon et al. (2016), el cual se asocia específicamente a efectos conductuales sobre anuros machos.

A modo de resumen, en la Tabla 4-7 se indican los umbrales conductuales y fisiológicos específicos que se utilizarán en la evaluación.

Tabla 4-7. Umbrales conductuales y fisiológicos por fase y grupo taxonómico

Grupo Taxonómico	Fase de construcción/cierre		Fase de operación	
	Umbral conductual	Umbral fisiológico	Umbral conductual	Umbral fisiológico
Anfibios	72 [dB(A)]	-	72 [dB(A)]	-
Avifauna	68 [dB(A)]	93 [dB(A)]	58 [dB(A)]	93 [dB(A)]

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

4.4.4 Vibraciones por maquinaria y tránsito vehicular – FTA

Para todos los receptores del 1 al 8 y de flujo vehicular FL1 al FL4, el Criterio de Molestia se definirá con un máximo de 72 [VdB], el que corresponde a la Categoría 2 con eventos frecuentes. Para todos los receptores de vibraciones por maquinaria de construcción, el Criterio de Daño se establecerá en 0,3 [in/s] o 98 [VdB], el que corresponde a la categoría de edificación II.

A continuación, en la Tabla 4-8, se proporcionan los niveles máximos de referencia de acuerdo con la guía FTA.

Tabla 4-8. Máximos de referencia según FTA.

Receptor	Categoría Criterio de Molestia	Categoría Criterio de Daño	Máximo de referencia para Criterio de Molestia según FTA, en [VdB]	Máximo de referencia para Criterio de Daño según FTA	
				PPV [in/s]	Lv aproximado [VdB]
1 al 8	2	II	72	0,3	98
FL1 a FL4	2	-	72	-	-

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

5. METODOLOGÍA

5.1 MEDICIONES BASALES

5.1.1 Ruido

Para definir los receptores sensibles, se consideraron los lugares cuya población podría verse afectada por las emisiones de ruido del Proyecto y se seleccionaron los más representativos de cada sector. De esta forma se determinaron ocho (08) receptores sensibles humanos, y tres (03) asociados a fauna.

Del 30 de marzo al 01 de abril de 2026 se realizaron mediciones de ruido de fondo según el D.S. N°38/2011 del MMA en [dB(A)] Lento, en el periodo diurno y nocturno. Esto se realizó en los puntos de medición que indica el Apéndice 1 – Fichas de medición.

Para la medición de ruido de fondo la duración de cada medición de ruido estuvo sujeta a la diferencia que presentan los valores registrados cada 5 minutos, hasta que se considera la lectura como estable (diferencia menor o igual a 2 [dB] entre dos lecturas consecutivas), de acuerdo con el procedimiento de medición establecido en el D.S. N°38/2011 del MMA para ruido de fondo. Para el caso de los puntos asociados a fauna, se consideró la misma metodología ya que se busca encontrar un nivel de ruido de fondo estabilizado y además se agregó el contenido espectral del registro sin ponderación frecuencial.

El sonómetro se ubicó a 1,5 [m] en su eje vertical del suelo y, en lo posible, a 3,5 [m] de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (paredes, muros, ventanas), siempre que sea posible.

Para las mediciones realizadas, se utilizó un sonómetro marca RION modelo NL-52, Clase 1, según la norma IEC 61672-3:2013. El instrumental fue calibrado en terreno por el ingeniero antes y después de medir. En el Apéndice 3 se entregan los certificados de calibración del equipo utilizado.

5.1.2 Vibraciones

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

Para la realización de los registros de vibración se tomó como referencia lo estipulado en la guía FTA Report No. 0123 de la FTA10 de Estados Unidos, la cual estipula en su capítulo 3, punto 2, la caracterización de condiciones existentes de vibración.

De esta forma, para registrar los niveles de vibración existentes en los puntos antes señalados, se realizó una medición por un periodo continuo de entre 10 a 30 minutos, obteniéndose un promedio representativo de las características vibratorias de cada sector.

Los registros obtenidos corresponden a valores de Velocidad Vertical de Partícula (VVP) en [mm/s].

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

$$Lv_{ref\frac{\mu\ in}{s}} = 20\ log\left(\frac{v}{v_{ref}}\right)\ [dBv] \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

Dónde:

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

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

- Los puntos de medición se ubicaron al exterior de las edificaciones identificadas como receptores sensibles.
- Para los registros se utilizó un medidor de vibraciones terrestres triaxial marca RION, modelo VM-56.

[10] Federal Transit Administration.

5.2 MODELO PREDICTIVO DE RUIDO

5.2.1 Maquinaria y equipamiento

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

Se modeló el aporte exclusivo generado por las distintas fuentes del Proyecto en evaluación, en base a información de ubicación espacial, tipo y cantidad de fuentes proporcionada por el cliente.

El software de simulación computacional utilizado corresponde a SoundPLAN v9.1 el cual incorpora variables físicas del entorno y características acústicas de las fuentes sonoras.

La temperatura se fijó en 10º C y la humedad relativa en 70%, constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación de la propagación de la onda sonora debido a estos efectos meteorológicos. Además, la norma de cálculo utilizada considera la velocidad del viento entre 1 y 5 [m/s]11, tal y como queda establecido en la ISO 9613 parte 2, en dirección de las fuentes de ruido hacia los receptores, es decir, a favor de la propagación. De acuerdo con lo anterior, el escenario modelado representa una estacionalidad climática crítica.

Tabla 5-1: Resumen de entradas y salidas en el proceso de cálculo del modelo SoundPLAN.

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

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

La planimetría otorgada por el mandante fue ingresada en el modelo acústico, el cual se ubica sobre un entorno escalado y georreferenciado, de manera que permite exactitud

[11] ISO 9613-2:1996, Meteorological conditions, page 3.

en lo que respecta a distancia y orientación entre las fuentes de ruido y los receptores en estudio.

5.2.2 Ruido audible por la Línea de Transmisión Eléctrica (RA por LTE)

En relación con el ruido generado por una LTE, se considera despreciable bajo condiciones normales de humedad y temperatura; sin embargo, en situaciones climáticas específicas como alta humedad y nubosidad baja se produce el denominado "efecto corona". Este fenómeno consiste en la ionización del aire que rodea a los conductores de alta tensión, y tiene lugar cuando el gradiente eléctrico supera la rigidez dieléctrica del aire, manifestándose en forma de pequeñas chispas o descargas a escasos centímetros de los cables, lo que tiene como consecuencia la emisión de energía acústica o "ruido audible" (RA).

El cálculo de RA se basó en el método propuesto por la FGH de Alemania12, el cual puede aplicarse a líneas de transmisión que tengan menos de 6 conductores por fase.

La siguiente expresión permite calcular el nivel de RA para la fase i, bajo condiciones de mal tiempo:

$$RA_i = 2E_i + 45\ log(d) + 18\,log(N) - 0.3 - 10\,log(R_i) \qquad \textbf{Ecuación 3}$$

Donde:

E_i: Gradiente de campo eléctrico en la superficie del conductor [kV/cm],

d: Diámetro del conductor [cm],

N: Número de subconductores por fase,

R_i : Distancia del conductor al punto de cálculo [m].

Luego, el nivel de ruido audible asociado a la LTE es:

$$\mathrm{RA} = 10\log\sum_{i=1}^{n} 10^{\mathrm{RA_i}/10} \qquad \textbf{Ecuación 4}$$

Donde:

n: Número de fases.

12 Forschungsemeinschaft Für Hochspanmmge und Hochstromtechnik: E. V.

Todo esto en concordancia con el "Criterio de Evaluación en el SEIA: Consideraciones para la Predicción y Evaluación de las Emisiones de Ruido Audible Asociado al Efecto Corona en Proyectos de Transmisión Eléctrica".

5.2.3 Flujo vehicular

Para la modelación del flujo vehicular (fuentes móviles), el cálculo se efectúa de acuerdo a la normativa alemana RLS-90, la que se divide en dos partes. La primera de ellas se refiere al descriptor principal de la línea de emisión de una carretera, llamado LME25, y que corresponde al nivel de inmisión producido por una carretera en un punto situado a 25 [m] del eje central y a 4 [m] sobre el nivel del suelo.

La predicción de este descriptor (LME25) utiliza las variables de:

Flujo vehículos livianos.

Flujo vehículos pesados.

Velocidad media vehículos livianos.

Velocidad media vehículos pesados.

Tipo de superficie (asfalto o ripio).

Reflexión múltiple (causada por eventuales edificios altos en ambos lados de la carretera).

La segunda parte de la norma se refiere al cálculo de propagación sonora desde la línea de emisión, utilizando el LME25 como dato de entrada, el cual es calculado según la primera parte de la norma.

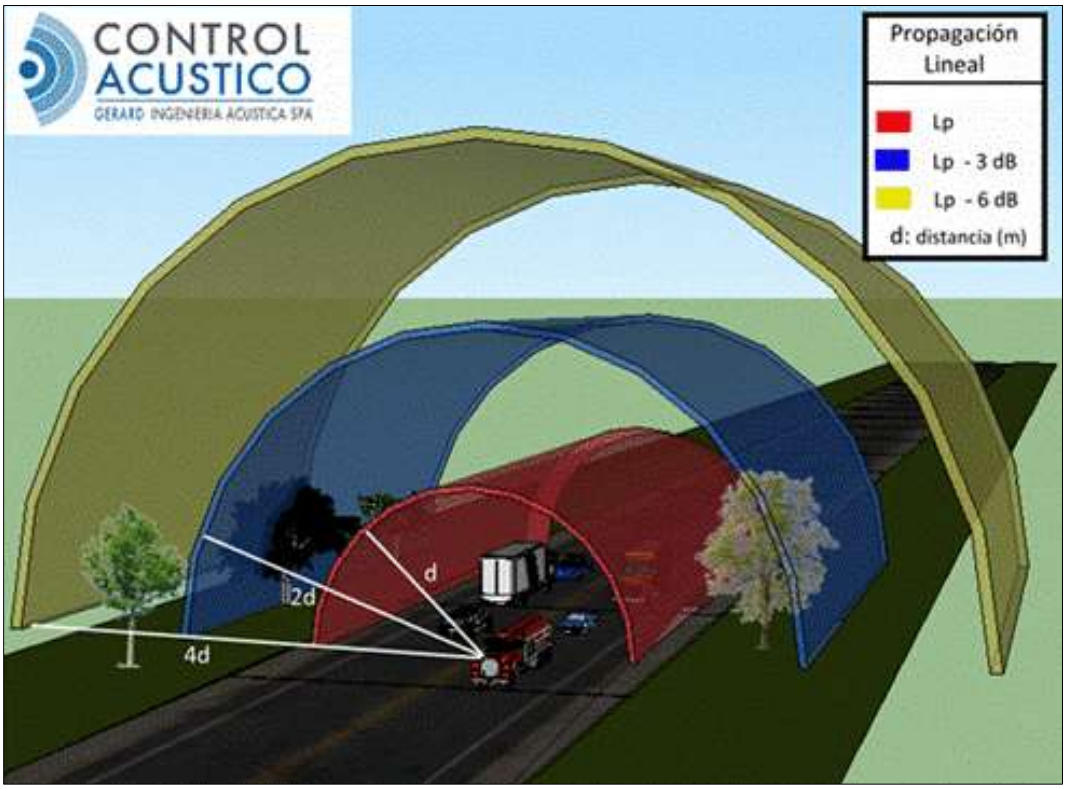
La RLS 90 fragmenta la línea de emisión como pequeños segmentos diferenciales, tomando cada uno de ellos como una fuente puntual. La propagación la realiza considerando divergencia puntual de cada segmento, integrando la totalidad de la carretera y calculando las atenuaciones para la banda de 500 [Hz].

La configuración física se obtiene de planos geo-referenciados con curvas de nivel elevadas y viviendas.

Finalmente, el mapa resultante representa la emisión de la vía e intenta interpretar dicha emisión en función de los flujos vehiculares. La línea de emisión sonora se compone de fuentes puntuales incoherentes e iguales entre sí que irradian energía acústica de propagación cilíndrica.

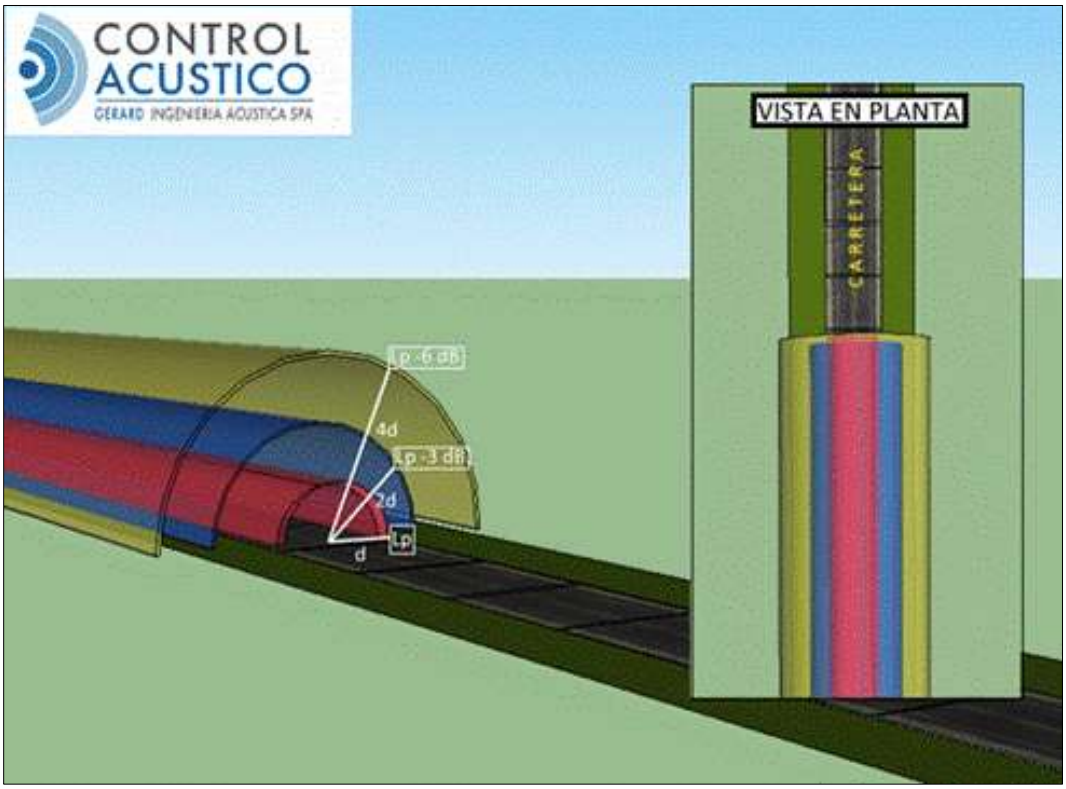
Las siguientes ilustraciones contienen croquis que ejemplifican la propagación de una línea de emisión en conjunto con las atenuaciones en [dB] que se generan al incrementar la distancia entre fuente – receptor.

Figura 5-1: Croquis que representa la propagación en infraestructura vial.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 5-2: Esquema de propagación semicilíndrica.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

5.3 PROYECCIÓN DE VIBRACIONES

5.3.1 Maquinaria

Las actividades de construcción pueden generar variados grados de vibración, dependiendo de la maquinaria utilizada y de los métodos constructivos empleados, considerando además que la operación de las maquinarias genera ondas vibratorias cuya intensidad disminuye con la distancia.

Las edificaciones cercanas a estas actividades podrían verse afectadas a las vibraciones, cuyos efectos varían desde niveles casi imperceptibles (como ruido de baja frecuencia con percepción moderada, por ejemplo) hasta daños en las estructuras o en alguna parte de éstas.

Generalmente, las vibraciones generadas por actividades constructivas no suelen causar daño en las estructuras, sin embargo, pueden alcanzar rangos audibles y sensitivos en

sectores con edificaciones cercanas al sitio de faena. Una excepción a lo anterior puede darse en edificaciones frágiles, en donde se debe tener mucho cuidado para no generar daños.

Con el fin de predecir y evaluar el impacto producido por las vibraciones que se generarán durante la construcción y operación del Proyecto, se utilizará la metodología de predicción y evaluación dispuesta en la norma norteamericana "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual", elaborada por la FTA, la cual establece valores de daño sobre estructuras a partir del descriptor PPV en [in/s].

En dicha normativa, se especifican niveles de vibración referenciales para diferentes tipos de maquinaria, los cuales fueron medidos a 25 [ft]13 de distancia (8 [m] aproximadamente). Los valores especificados en la norma se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5-2: Indicadores de vibración de distintas maquinarias, medidos a 25 [ft] de distancia.

Velocidad peak de partícula y niveles de vibración		
Maquinaria	**PPV [in/s] a 25 [ft]**	**Lv [VdB] a 25 [ft]**
Rodillo vibratorio	0,210	94
Martillo percutor en excavadora	0,089	87
Bulldozer grande	0,089	87
Perforadora	0,089	87
Camión pesado	0,076	86
Kango	0,035	79

Fuente: Federal Transit Administration (FTA) – "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual".

Para la estimación del impacto producido por las actividades de construcción, se define la siguiente ecuación para el criterio de daño:

$$\mathrm{PPV_{equip}} = \mathrm{PPV_{ref}} \cdot \left(\frac{25}{\mathrm{D}}\right)^{1.5} \qquad \textbf{Ecuación 5}$$

Dónde:

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

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

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

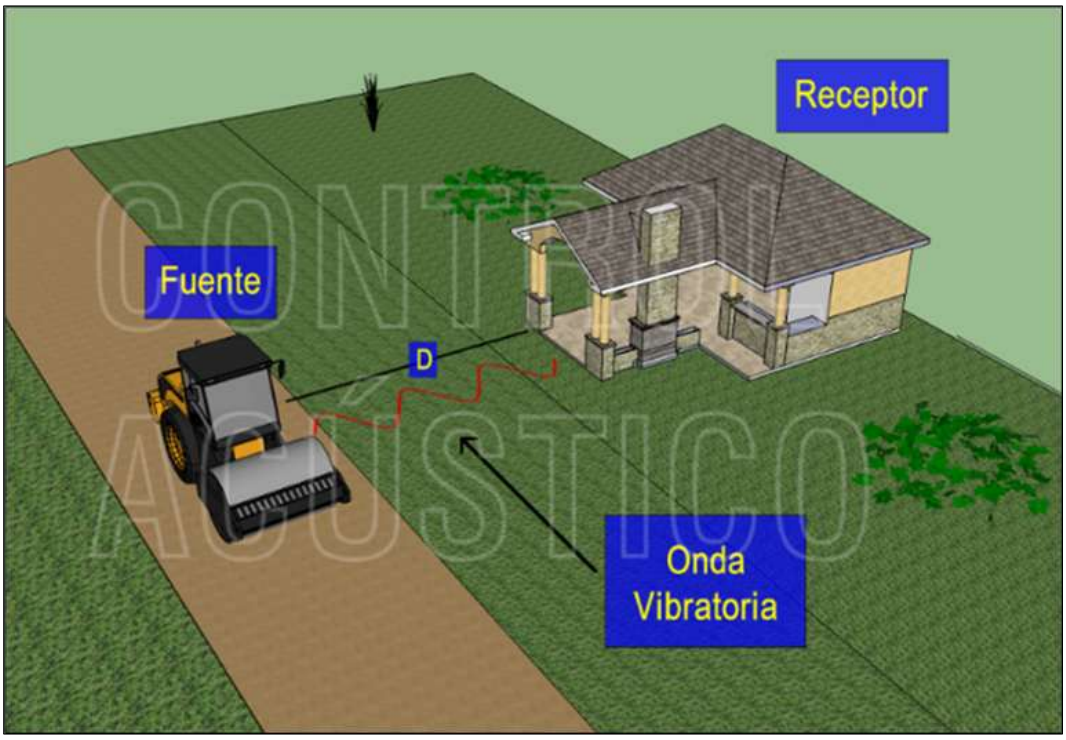
En virtud de la ecuación anteriormente definida, se realizan proyecciones de las vibraciones en todos los receptores evaluados.

[13] Pie (del inglés foot).

Fase de construcción

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

Figura 5-3: Ejemplo de situación más desfavorable de propagación de vibraciones según distancia entre maquinaria y receptor.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Considerando la maquinaria proyectada para esta fase, y según los niveles de emisión Lv que indica la Tabla 5-2, la proyección de vibraciones se consideró la utilización de la maquinaria "Rodillo vibratorio" (94 [VdB]), como un equipo homólogo al rodillo compactador vibratorio, presente en los frentes de trabajo.

Fase de operación

Dada la naturaleza de las actividades que serán ejecutadas durante esta fase, se asume que éstas no generarán emisiones vibratorias mayores a las evaluadas, por lo tanto, cumplirán con lo exigido por la normativa.

Fase de cierre

Para una eventual fase de cierre del Proyecto, se consideró el mismo análisis utilizado en la fase de construcción, ya que para esta fase se considera maquinaria de similares características a la de construcción y en menor o igual cantidad.

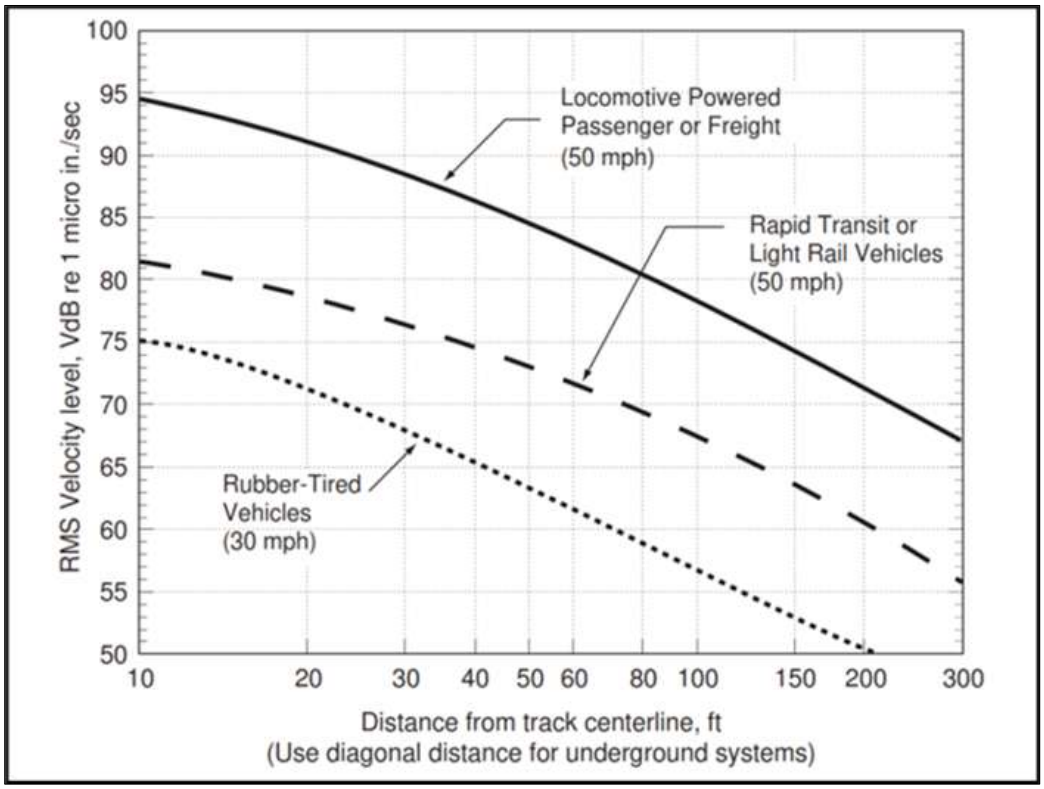
5.3.2 Flujo vehicular

El tránsito de vehículos pesados por caminos y/o infraestructura vial, pueden provocar vibraciones terrestres que se propaguen a receptores ubicados en las cercanías de la ruta (vibración continúa generada por fuentes móviles).

El enfoque de predicción de vibraciones por el tránsito de vehículos pesados descrito en la norma norteamericana "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual", elaborada por la Federal Transit Administration (FTA), define una curva o serie de curvas que predicen la vibración en función de la distancia de la fuente.

Estas curvas se desarrollaron a partir de diversas mediciones de vibración, donde fueron seleccionados los mayores niveles de vibración registrados. Si bien es posible esperar que los niveles de vibración presenten fluctuaciones importantes, no es de esperar que los niveles superen las curvas que se presentan a continuación.

Figura 5-4: Curvas generalizadas de vibración de superficie terrestre.



Fuente: FTA – "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual".

El gráfico anterior, establece curvas para tres (3) sistemas de transporte estándar. La curva de superior aplica para sistemas de trenes (diésel o eléctricos), la curva central corresponde al tránsito de trenes a alta velocidad. Finalmente, la curva inferior proyecta un nivel de vibración para vehículos (livianos y pesados) transitando a una velocidad media – baja.

Utilizando la curva asociada a "Vehículos con neumáticos de goma (Rubber-tired vehicles)" a 30 [mph] o 48,3 [km/h] y la distancia fuente-receptor (en [ft]), es decir, la distancia entre el eje de la carretera o ruta en cuestión, y el receptor a evaluar, existirá un determinado nivel de velocidad proyectado. Dicha curva está dada por la siguiente ecuación:

$$L_v = 66.08 + 34.28 * log(D) - 30.25 * log(D)^2 + 5.4 * log(D)^3$$ **Ecuación 6**

D : Distancia en $[ft]$

Dadas las diferentes velocidades de paso por tramos y rutas, se aplicará la corrección por velocidad (C_{vel}).

$$C_{vel} = 20 * log\left(\frac{Velocidad_{efectiva}}{Velocidad_{referencia}}\right)$$ **Ecuación 7**

6. DATOS DE ENTRADA AL MODELO PREDICTIVO DE RUIDO

La modelación contempla todas las obras que están asociadas a la construcción y operación de las subestaciones eléctricas (SE) y la Línea de Transmisión Eléctrica (LTE), por lo cual, para su ejecución se tiene en consideración diverso equipamiento y maquinaria pesada.

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

La transformación de dichos niveles de presión sonora a niveles de potencia acústica se realiza utilizando la Ecuación 8, que considera un espacio semiesférico para una fuente puntual ubicada sobre un plano reflectante, donde el área superficial es de 2πr2.

$$NWS = NPS_{medido} + 20 \cdot log_{10}(r) + 8$$ [14] **Ecuación 8**

Donde:

NWS: Nivel de potencia acústica (L_W o NWS).

NPS_{medido}: Nivel de presión sonora (NPS) medido en [dB(A)] a una distancia r.

r: Distancia en [m] a la cual se registró el NPS.

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

[14] Samir, Gerges. Fundamentos y Control de Ruido y Vibraciones, 1998.

A continuación, se indica el nivel de emisión acústica asignado a los equipos y maquinarias utilizados para el desarrollo del Proyecto:

6.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

Plataforma e Instalación de faenas (IIFF) en Subestación (Las Delicias / Coiquén)

Las fuentes de ruido consideradas en las Tablas 6-1 a 6-3 corresponden a una selección de la maquinaria y equipos declarados en la Descripción de Proyecto para la fase de construcción, agrupados de acuerdo con la actividad o frente de trabajo específico evaluado. Por esta razón, cada tabla no representa la totalidad de la maquinaria declarada para la fase de construcción, sino los equipos considerados operativos en el escenario acústico asociado a cada actividad modelada.

Tabla 6-1: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Plataforma e IIFF en SE, en [dB(A)].

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw c/u	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Excavadora	1	74,7	87,8	94,3	96,7	99,9	100,1	94,9	82,8	105,0	Ficha técnica*
Retroexcavadora	1	71,7	84,8	91,3	93,7	96,9	97,1	91,9	79,8	102,0	Ficha técnica*
Camión tolva	4	83,8	87,9	94,4	98,8	96,0	97,2	93,0	81,9	103,5	BS 5228 C4, N°4
Motoniveladora	1	93,8	95,8	99,8	100,8	97,8	95,8	92,8	87,8	106,0	Ficha técnica*
Camión aljibe	1	71,8	76,9	85,4	88,8	92,0	92,2	85,0	72,9	96,8	BS 5228 C4, N°88
Rodillo compactador	1	93,7	95,8	94,3	98,7	99,9	96,1	89,9	82,8	105,0	Ficha técnica*
Camión grúa	1	74,8	82,9	85,4	91,8	102,0	95,2	87,0	75,9	103,4	BS 5228 C4, N°52
Total, Foco de Ruido		97,6	100,5	104,5	107,7	108,0	106,9	102,1	92,4	113,7	

*Ver en Apéndice 4

Obras civiles y montaje en Subestación (Seccionadora Las Delicias / Coiquén)

Tabla 6-2: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Obras civiles y montaje en SE, en [dB(A)].

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw c/u	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Retroexcavadora	1	71,7	84,8	91,3	93,7	96,9	97,1	91,9	79,8	102,0	Ficha técnica*
Camión aljibe	1	71,8	76,9	85,4	88,8	92,0	92,2	85,0	72,9	96,8	BS 5228 C4, N°88
Camión grúa	1	74,8	82,9	85,4	91,8	102,0	95,2	87,0	75,9	103,4	BS 5228 C4, N°52
Pilotera	1	76,8	90,9	95,4	97,8	102,0	108,2	103,0	95,9	110,7	BS 5228 C3, N°15
Volquete	1	84,6	90,7	93,2	95,6	94,8	92,0	87,8	78,7	101,0	Ficha técnica*
Camión grúa 60 T	1	80,8	84,9	85,4	89,8	106,0	95,2	83,0	73,9	106,5	BS 5228 C4, N°54
Mezcladora (betonera)	1	78,8	82,9	84,4	89,8	94,0	95,2	89,0	77,9	99,1	BS 5228 C4, N°19
Sonda vibradora	2	63,8	81,9	89,4	88,8	90,0	90,2	88,0	82,9	96,7	BS 5228 C4, N°34
Testiguera	2	69,1	92,2	93,7	97,1	100,3	101,5	97,3	88,2	106,0	Ficha técnica*
Placa compactadora	2	71,7	85,8	90,3	102,7	101,9	104,1	91,9	84,8	108,0	Ficha técnica*
Martillo combinado 1 [kW]	1	69,1	92,2	93,7	97,1	100,3	101,5	97,3	88,2	106,0	Ficha técnica*
Martillo combinado 2 [kW]	1	76,1	99,2	100,7	104,1	107,3	108,5	104,3	95,2	113,0	Ficha técnica*
Total Foco de Ruido		88,4	102,5	104,9	109,8	113,1	114,0	108,5	100,2	118,3	

*Ver en Apéndice 4

Montaje Línea Transmisión Eléctrica (LTE)

Tabla 6-3: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Montaje LTE, en [dB(A)].

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw c/u	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Excavadora de ruedas	1	71,7	84,8	91,3	93,7	96,9	97,1	91,9	79,8	102,0	Ficha técnica*
Camión mixer	2	81,8	80,9	85,4	94,8	99,0	98,2	93,0	84,9	103,1	BS 5228 C4, N°18
Camión grúa	1	74,8	82,9	85,4	91,8	102,0	95,2	87,0	75,9	103,4	BS 5228 C4, N°52
Camión grúa 60 T	1	80,8	84,9	85,4	89,8	106,0	95,2	83,0	73,9	106,5	BS 5228 C4, N°54
Total, Foco de Ruido		86,7	90,2	94,4	100,4	108,8	104,0	98,0	88,9	110,9	

*Ver en Apéndice 4

Grupos electrógenos (GE)

Tabla 6-4: Nivel de potencia acústica de la maquinaria utilizada en fase de construcción. Grupos electrógenos, en [dB(A)].

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw c/u	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Generador G41QS para II.FF	2	56,8	80,9	82,4	83,8	86,0	83,2	79,0	68,9	90,9	Ficha técnica*
Generador para obras terreno	2	55,8	75,9	78,4	80,8	83,0	81,2	78,0	71,9	88,1	BS 5228 C4, N°80
Total, Foco de Ruido		62,4	85,2	86,9	88,6	90,8	88,4	84,6	76,7	95,8	

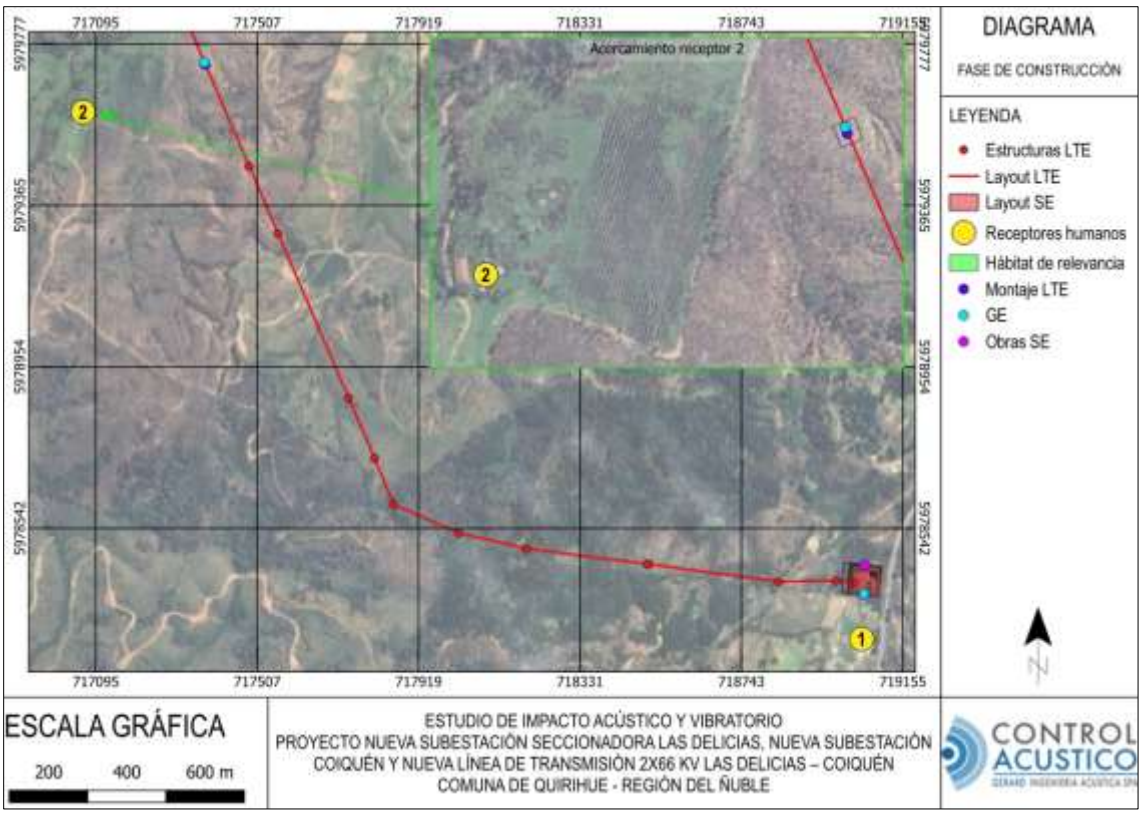
*Ver en Apéndice 4

Esta maquinaria no funciona de forma simultánea, sino que lo realiza secuencialmente o en pequeños grupos de trabajo. Con la finalidad de representar un escenario conservador, en el área del Proyecto se ha considerado el frente más ruidoso en las

subestaciones eléctricas, correspondiente a "Obras civiles y montaje". Para la construcción de la LTE, se ha representado el frente "Montaje LTE" replicado en las estructuras más cercanas a cada receptor y hábitat de relevancia a lo largo del Layout. Cabe añadir que también, los grupos electrógenos fueron repartidos para cada área de trabajo correspondiente.

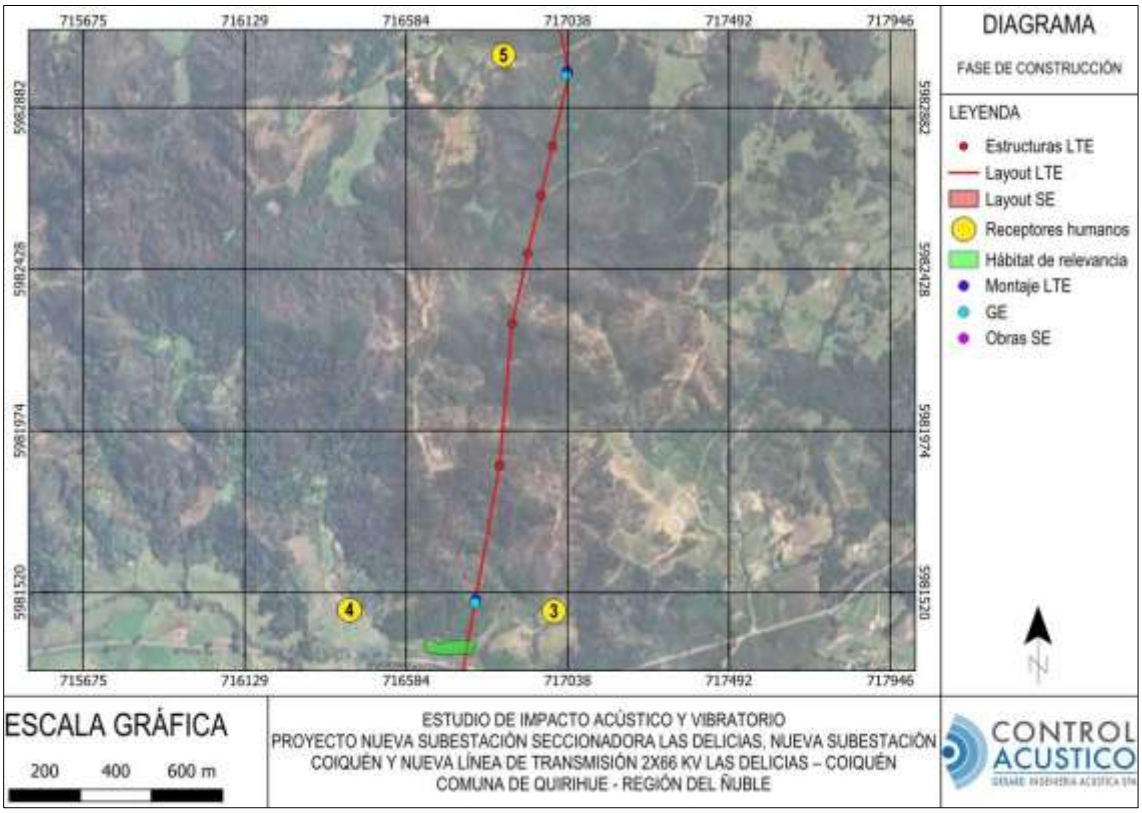
En las siguientes cartografías, se indica la distribución de los focos de ruido considerados en el modelo predictivo de ruido para la fase de construcción del Proyecto, para la evaluación en humanos y fauna nativa:

Figura 6-1: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento.



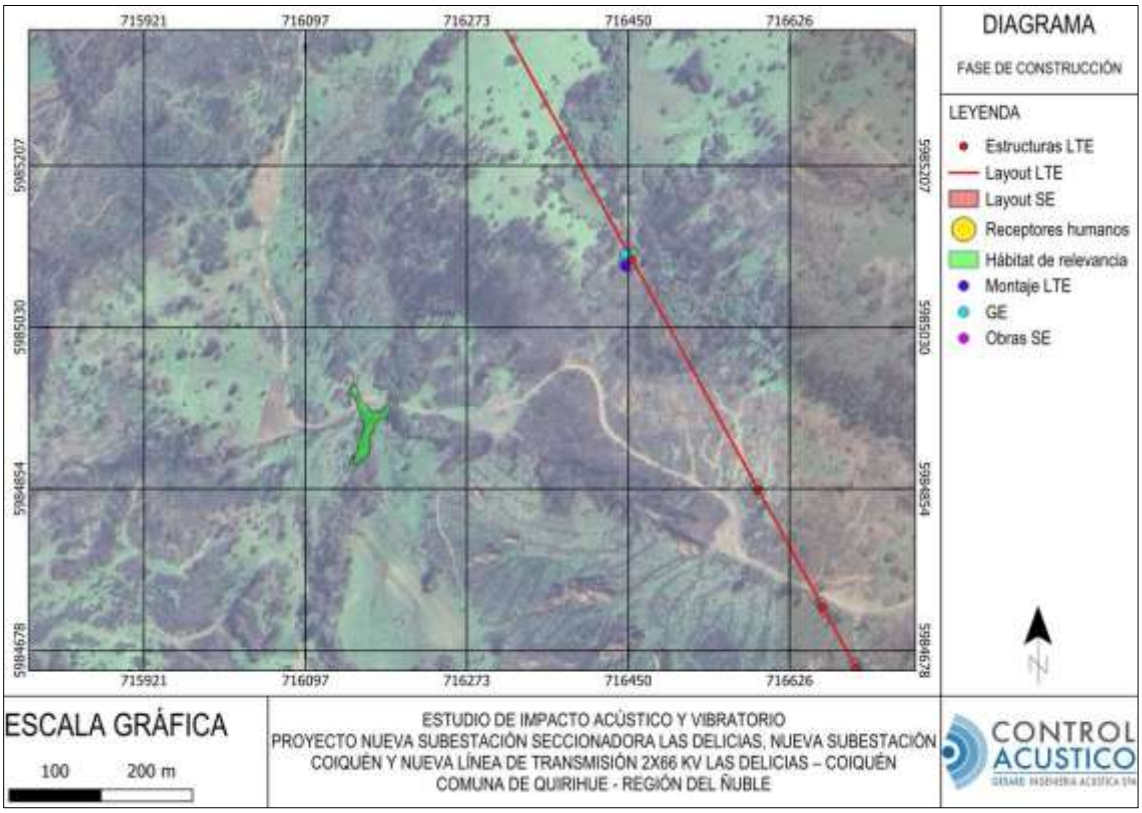
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 6-2: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento.



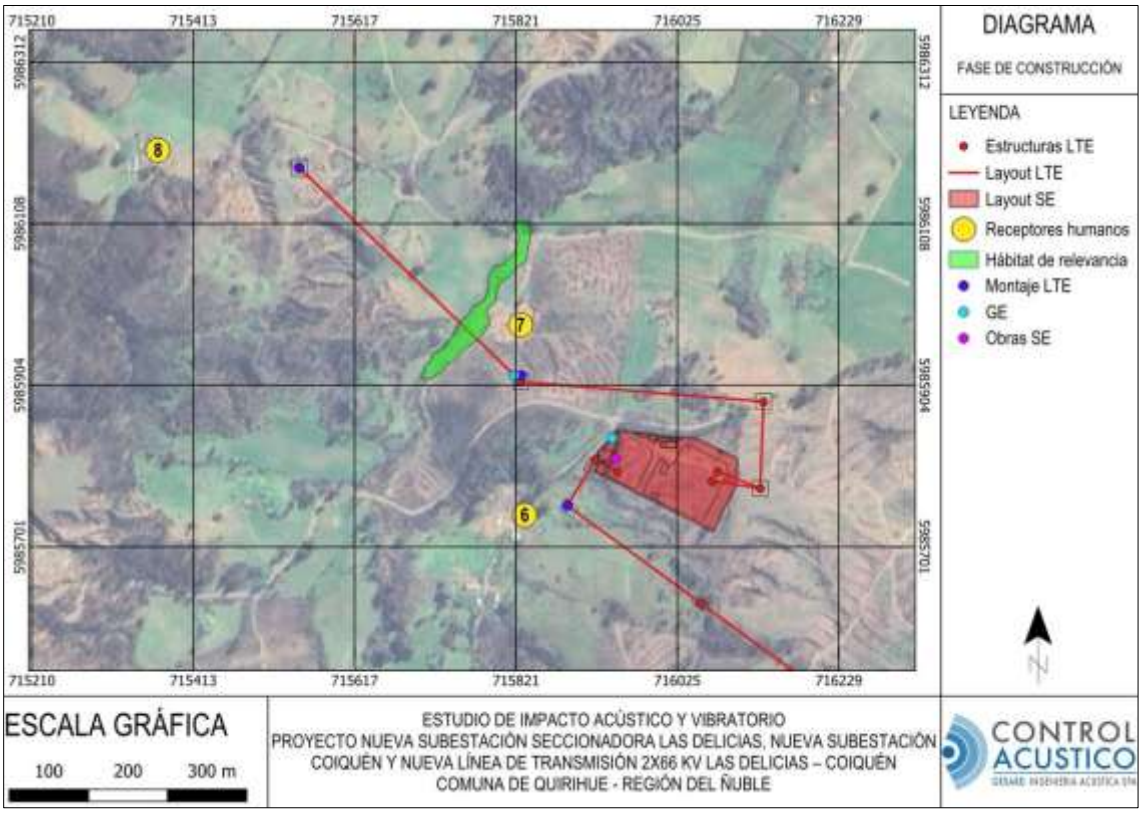
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 6-3: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 6-4: Distribución de maquinaria. Fase de construcción. Vista en acercamiento.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

6.2 FASE DE OPERACIÓN

Las principales fuentes de ruido para efectos del análisis acústico de la fase de operación del Proyecto corresponden a los transformadores de poder y grupo electrógeno de emergencia al interior de las Subestaciones además de las nuevas Líneas de Transmisión Eléctrica, que conectan las subestaciones eléctricas Seccionadora Nueva Las Delicias y Nueva Coiquén.

6.2.1 Equipamiento al interior de las Subestaciones (SE)

Tabla 6-5: Nivel de potencia acústica del equipamiento utilizado en fase de operación. Nueva Subestación Nueva Coiquén, en [dB(A)].

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw c/u	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Transformador de poder 20 [MVA]	1	68,6	82,7	84,2	85,6	88,8	84,0	78,8	70,7	92,8	Barron Randall*
Grupo electrógeno 150 [kVA]	1	61,8	72,9	80,4	85,8	87,0	86,2	83,0	75,9	92,2	Bies, Hansen*
Total, Foco de Ruido		69,4	83,1	85,7	88,7	91,0	88,2	84,4	77,0	95,5	

*Ver en Apéndice 4

Tabla 6-6: Nivel de potencia acústica del equipamiento utilizado en fase de operación. Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, en [dB(A)].

Fuente de ruido	Cant.	Lw en [dB(A)] en espectro de frecuencia [Hz]								Lw c/u	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Transformador de poder 75 [MVA]	1	75,7	89,8	91,3	92,7	95,9	91,1	85,9	77,8	99,9	Barron Randall*
Grupo electrógeno 150 [kVA]	1	61,8	72,9	80,4	85,8	87,0	86,2	83,0	75,9	92,2	Bies, Hansen*
Total, Foco de Ruido		75,9	89,9	91,6	93,5	96,4	92,3	87,7	80,0	100,6	

*Ver en Apéndice 4

6.2.2 Línea de Transmisión Eléctrica (LTE)

Para el cálculo del ruido audible (RA) para efectos del análisis acústico correspondiente al funcionamiento de las LTE de 66 [kV] y 220 [kV], se utilizó la información disponible en la Descripción del Proyecto. La Tabla 6-7 y Tabla 6-8 señalan los datos asociados a las LTE:

Tabla 6-7: Información LTE para estimación de ruido audible. LTE 66 [kV]

Ítem	Valor
Tensión nominal [kV]	66
Número de conductores por fase, N	1
Gradiente de campo eléctrico E_i [Kv/cm]	7,30
Diámetro del conductor d [cm]	1,99
Número de fases n	3
Altura mínima catenaria [m]	19
Altura de proyección [m]	1,50

Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 6-8: Información LTE para estimación de ruido audible. Seccionamiento 220 [kV]

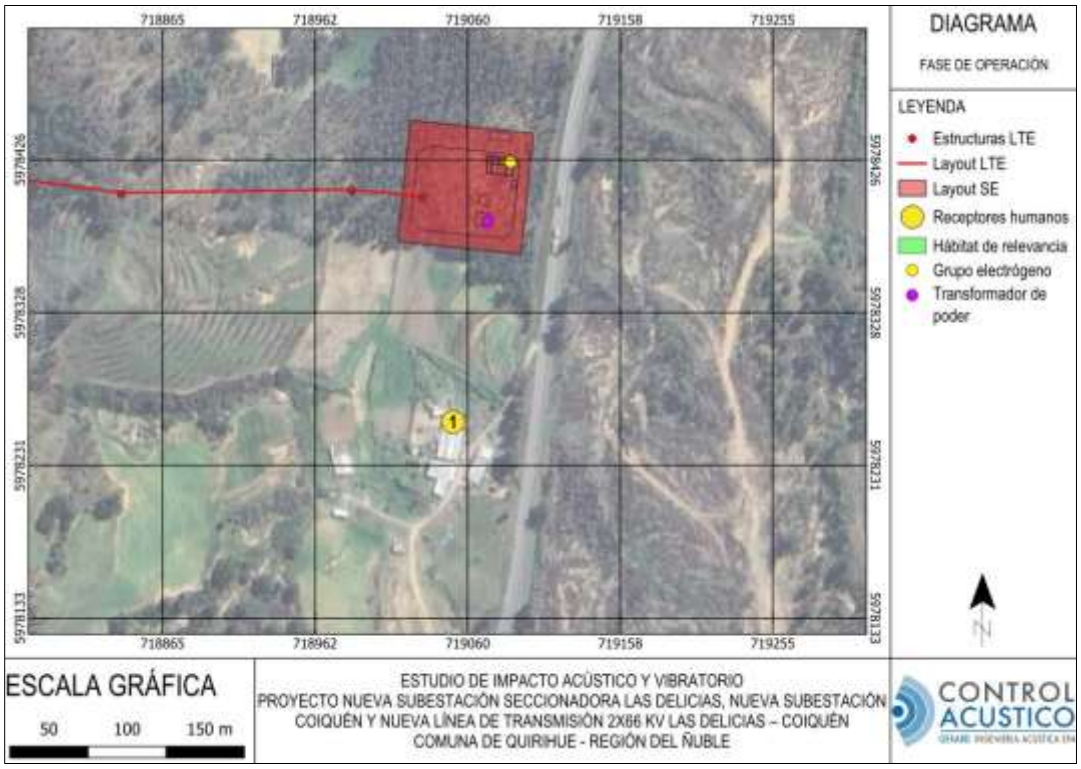
Ítem	Valor
Tensión nominal [kV]	220
Número de conductores por fase, N	2
Gradiente de campo eléctrico E_i [Kv/cm]	12,44
Diámetro del conductor d [cm]	2,45
Número de fases n	3
Altura mínima catenaria [m]	23
Altura de proyección [m]	1,50

Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

La distribución de las fuentes de ruido correspondientes a las nuevas SE y LTE que se presentan en las siguientes cartografías, para la evaluación en humanos y fauna nativa. Cabe mencionar que, la proyección de los niveles de presión sonora generados por el Seccionamiento 220 [kV], se realizó únicamente para los receptores del 6 al 8, debido a que corresponden a los más cercanos a dicho sector. Por otra parte, para la LTE 66 kV se consideró la totalidad de los receptores.

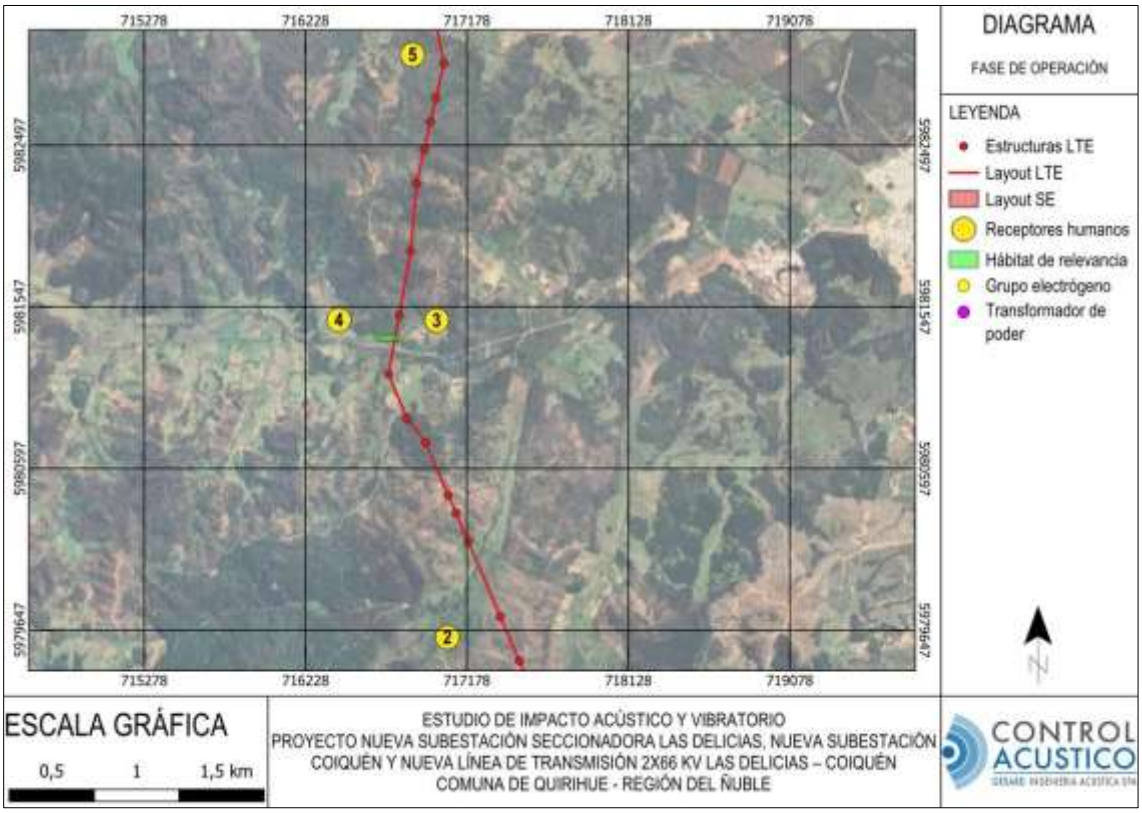
Por último, cabe añadir que, para la fase de operación se considera la implementación de un muro perimetral tipo bulldog en el exterior de los polígonos de cada nueva subestación:

Figura 6-5: Distribución de equipamiento. Fase de operación. Vista en acercamiento.



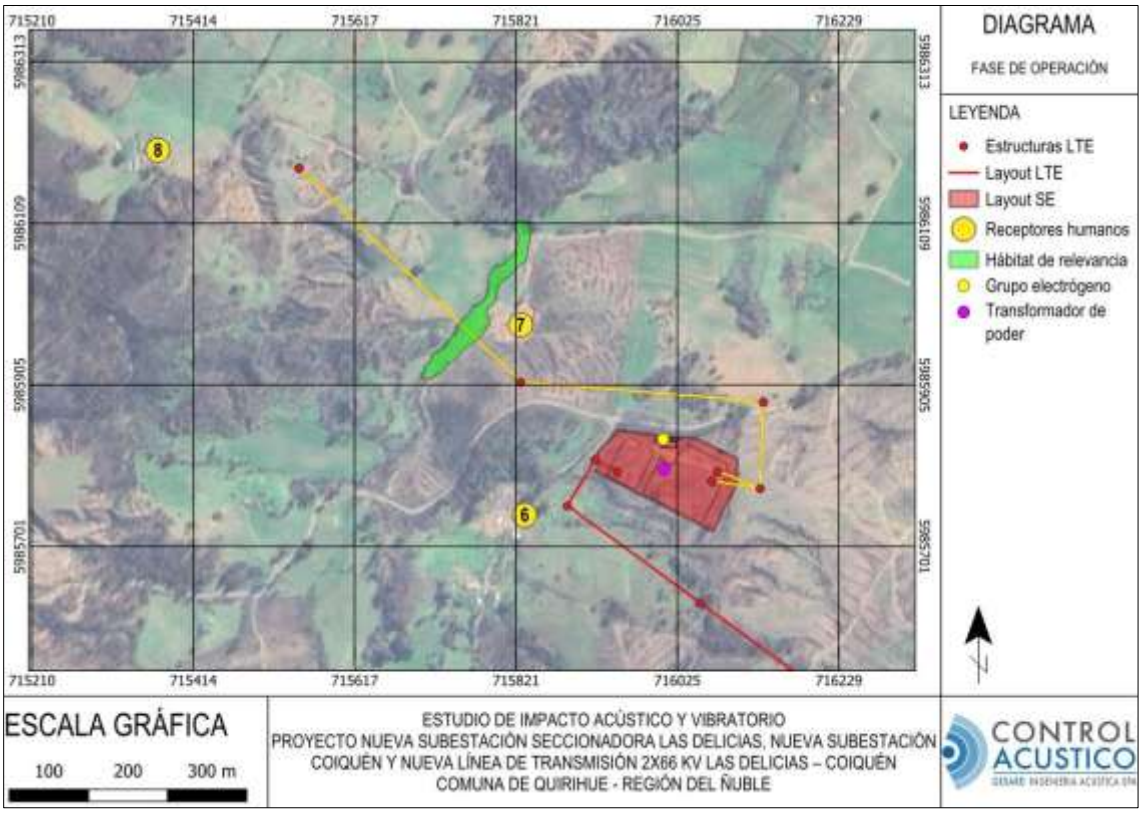
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 6-6: Distribución de equipamiento. Fase de operación. Vista en acercamiento.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 6-7: Distribución de equipamiento. Fase de operación. Vista en acercamiento.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

6.3 FLUJO VEHICULAR

Se considera el flujo vehicular declarado para la fase de construcción, correspondiente al segundo mes de la etapa y escenario más conservador de flujo vehicular del Proyecto. Dicho flujo vehicular se desarrollará exclusivamente durante el periodo diurno.

Los flujos de esta etapa se distribuyen entre los caminos de acceso a las nuevas subestaciones Seccionadora Las Delicias y Coiquén, a través de las rutas N-40 y S-126 respectivamente. La velocidad máxima considerada corresponde a 80 [km/h].

A continuación, se presentan los flujos modelados en la Tabla 6-9, Tabla 6-10 y Tabla 6-11:

Tabla 6-9.: Flujos asociados (ida y vuelta) – Ruta de acceso a Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias. Mes 2 de la fase de construcción.

Actividad	Vehículo	Categoría	Viajes / mes	Viajes / día
Transporte de maquinaria pesada (Grúas o retro)	Tracto camión y semirremolque tipo cama baja	Pesado	4	0,2
Transporte de contenedores	Camión con semirremolque plano	Pesado	4	0,2
Transporte de equipos, estructuras, conductores	Camión con semirremolque plano	Pesado	4	0,2
Transporte de áridos (arena-relleno)	Camión con tolva de volteo	Pesado	271	12,3
Transporte de agua industrial	Camión aljibe (10 m^3)	Pesado	93	4,2
Transporte de agua potable	Camión aljibe (10 m^3)	Pesado	2	0,1
Transporte de residuos sólidos domésticos (RSD)	Camión poli brazo y tolva (10 m^3)	Pesado	2	0,1
Transporte de residuos industriales no peligrosos (RSNP)	Camión poli brazo y tolva (10 m^3)	Pesado	2	0,1
Transporte de personal– Minibús	Minibús Sprinter	Pesado	30	1,4
Transporte de personal– Bus	Bus	Pesado	58	2,6
Transporte de personal– Camioneta 4x4	Camioneta 4x4	Liviano	58	2,6

Nota: Considera 22 días hábiles mensuales
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 6-10.: Flujos asociados (ida y vuelta) – Ruta de acceso a Nueva Subestación Coiquén. Mes 2 de la fase de construcción.

Actividad	Vehículo	Categoría	Viajes / mes	Viajes / día
Transporte de maquinaria pesada (Grúas o retro)	Tracto camión y semirremolque tipo cama baja	Pesado	2	0,1
Transporte de contenedores	Camión con semirremolque plano	Pesado	2	0,1
Transporte de equipos, estructuras, conductores	Camión con semirremolque plano	Pesado	2	0,1
Transporte de áridos (arena-relleno)	Camión con tolva de volteo	Pesado	305	13,9
Transporte de agua industrial	Camión aljibe (10 m^3)	Pesado	69	3,1
Transporte de agua potable	Camión aljibe (10 m^3)	Pesado	1	0,0
Transporte de residuos sólidos domésticos (RSD)	Camión poli brazo y tolva (10 m^3)	Pesado	2	0,1
Transporte de residuos industriales no peligrosos (RSNP)	Camión poli brazo y tolva (10 m^3)	Pesado	2	0,1
Transporte de personal– Minibús	Minibús Sprinter	Pesado	16	0,7
Transporte de personal– Bus	Bus	Pesado	16	0,7
Transporte de personal– Camioneta 4x4	Camioneta 4x4	Liviano	48	2,2

Nota: Considera 22 días hábiles mensuales
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

A continuación, se presenta un resumen de los flujos asociados al mes de mayor emisión en la fase de construcción del Proyecto, utilizados como datos de entrada al modelo predictivo y categorizado por tipo de vehículo:

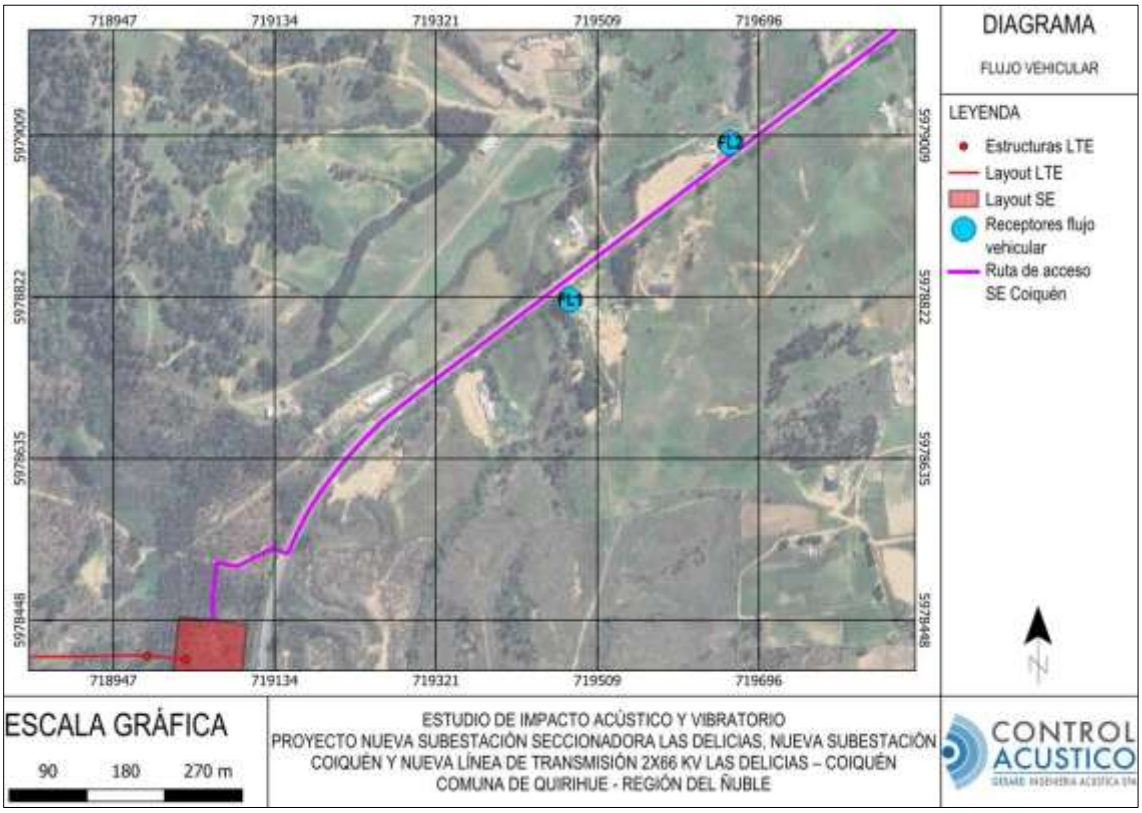
Tabla 6-11.: Resumen de flujos asociados (ida y vuelta) – Ruta de acceso nuevas subestaciones por categoría. Mes 2 de la fase de construcción.

Ruta	Veh. pesados / día	Veh. livianos / día	Veh. pesados / hora	Veh. livianos / hora
Acceso Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias	21,4	2,6	1,9	0,2
Acceso Nueva Subestación Coiquén	18,9	2,2	1,7	0,2

Nota: Considera una jornada laboral diaria de 11 horas
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

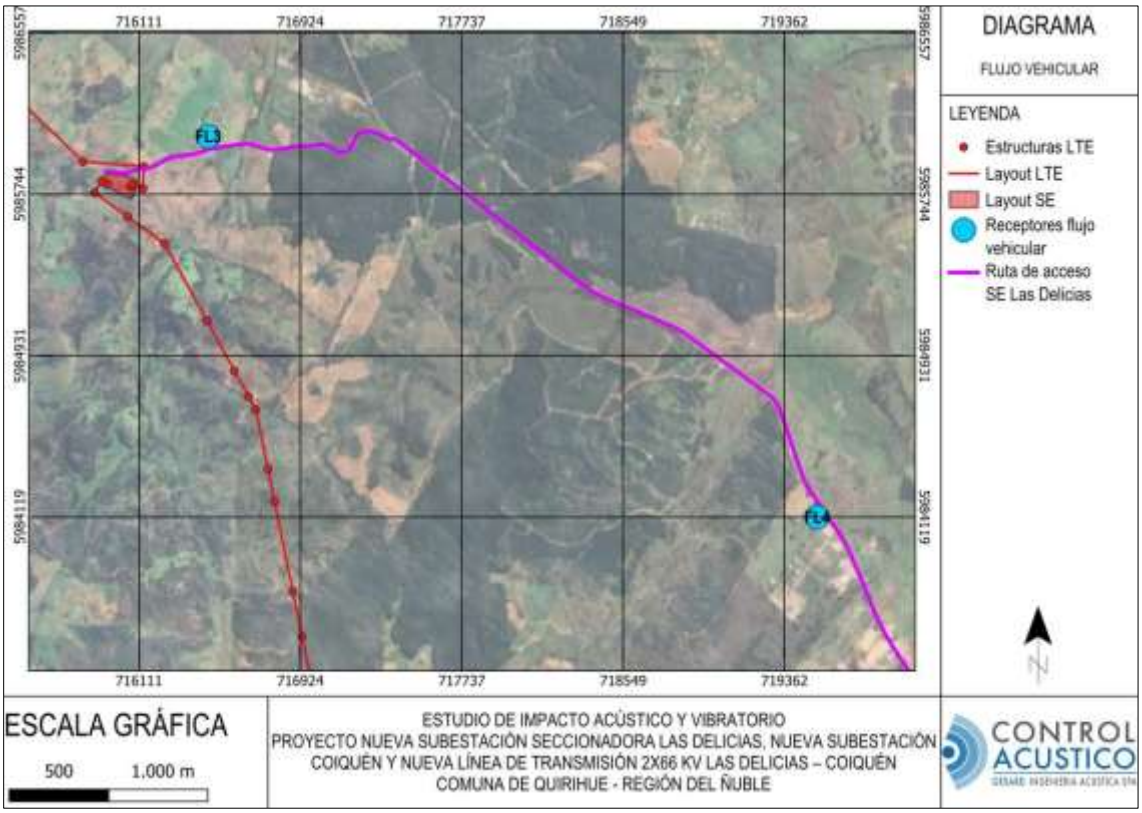
En las siguientes cartografías, se indica la ubicación geográfica de los receptores considerados en el modelo predictivo de ruido para el flujo vehicular en fase de construcción del Proyecto:

Figura 6-8: Esquema de modelación. Flujo vehicular. Acceso a Nueva Subestación Coiquén.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 6-9: Esquema de modelación. Flujo vehicular. Acceso a Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

7. RESULTADOS

A continuación, la Tabla 7-1 y Tabla 7-2 entregan los Niveles de Presión Sonora para el periodo diurno y nocturno, respectivamente, registrados durante la campaña de mediciones basales, y se describen las fuentes de ruido asociadas a ellos. En el Apéndice 1 se entrega el detalle de cada medición realizada.

7.1 MEDICIONES DE RUIDO DE FONDO

7.1.1 Periodo diurno

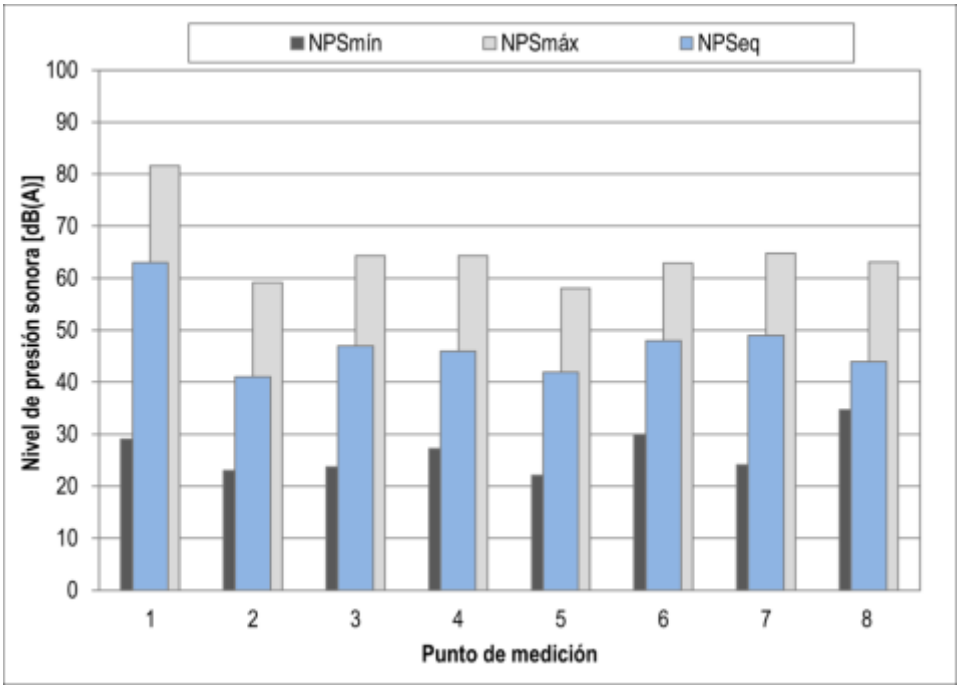
Tabla 7-1.: NPS en [dB(A)]-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo diurno.

Punto	NPS $_{eq}$ [dB(A)]*	NPS $_{mín}$ [dB(A)]	NPS $_{máx}$ [dB(A)]	Fuentes de Ruido	Hora de medición	Fecha de medición
1	63	29,1	81,6	Viento sobre follaje, aves silvestres, tránsito vehicular ocasional por Ruta 126	11:40	30-03-2026
2	41	23,0	59,2	Aves silvestres, tránsito vehicular lejano, sierra lejana	13:54	31-03-2026
3	47	23,7	64,3	Aves silvestres, viento sobre follaje, tránsito vehicular ocasional por Ruta N-410	13:33	30-03-2026
4	46	27,2	64,3	Aves silvestres, viento sobre follaje, croar de ranas o sapos lejanos, tránsito vehicular ocasional por Ruta N-410	13:09	30-03-2026
5	42	22,1	58,1	Aves silvestres, viento sobre follaje	14:07	30-03-2026
6	48	30,0	62,9	Aves silvestres, viento sobre follaje, ruido comunitario	16:13	31-03-2026
7	49	24,1	64,8	Viento sobre follaje, aves silvestres, ruido comunitario	15:02	31-03-2026
8	44	34,7	63,1	Aves silvestres, viento sobre follaje	17:42	31-03-2026

* Valor aproximado al entero más cercano.

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-1: NPS registrados en horario diurno.



Como se puede apreciar en la Tabla 7-1 y la Figura 7-1, los NPSeq fluctúan entre 41 y 63 [dB(A] para el periodo diurno, donde en el punto 1 se mide el mayor NPSeq, debido a la cercanía que presenta con la Ruta 126, en comparación con los otros puntos de medición. Por su parte, el punto 2, presenta el nivel de NPSeq más bajo, asociado a la ubicación de un entorno más aislado respecto de los otros puntos evaluados. En todos los puntos medidos las principales fuentes de ruido registradas correspondieron a aves silvestres y el viento sobre follaje.

7.1.2 Periodo nocturno

Tabla 7-2.: NPS en [dB(A)]-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo nocturno.

Punto	NPS $_{eq}$ [dB(A)]*	NPS $_{mín}$ [dB(A)]	NPS $_{máx}$ [dB(A)]	Fuentes de Ruido	Hora de medición	Fecha de medición
1	49	19,2	65,4	Croar de ranas o sapos lejanos, grillos, tránsito vehicular ocasional por Ruta 126	22:56	30-03-2026

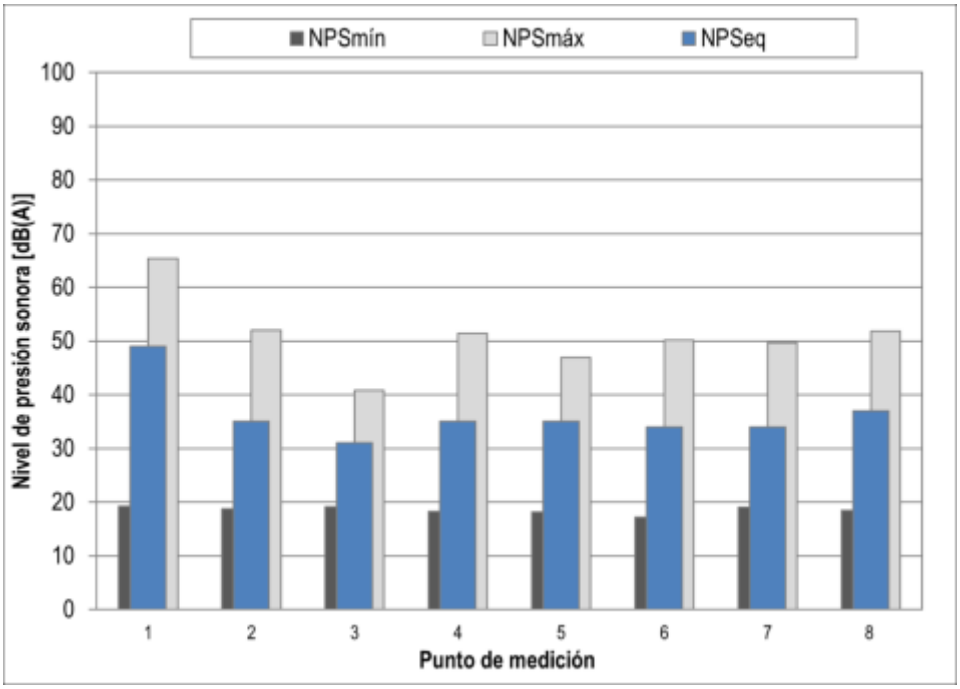
Tabla 7-2.: NPS en [dB(A)]-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición. Periodo nocturno.

Punto	NPS $_{eq}$ [dB(A)]*	NPS $_{mín}$ [dB(A)]	NPS $_{máx}$ [dB(A)]	Fuentes de Ruido	Hora de medición	Fecha de medición
2	35	18,8	52,0	Grillos constantes, ladridos lejanos, tránsito vehicular lejano	0:46	31-03-2026
3	31	19,1	40,8	Grillos lejanos, aves silvestres ocasionales, tránsito vehicular lejano	23:48	30-03-2026
4	35	18,3	51,4	Grillos lejanos, ladridos lejanos	23:27	30-03-2026
5	35	18,2	46,9	Viento leve sobre follaje, ladridos lejanos	1:14	31-03-2026
6	34	17,2	50,2	Aves silvestres lejanas, croar de ranas o sapos lejanos, ladridos lejanos	23:27	31-03-2026
7	34	19,0	49,7	Croar de ranas o sapos lejanos, ladridos lejanos	0:27	01-04-2026
8	37	18,5	51,8	Croar de ranas o sapos lejanos, aves silvestres ocasionales, ladridos lejanos	1:02	01-04-2026

* Valor aproximado al entero más cercano.

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-2: NPS registrados en horario nocturno.



Como se puede apreciar en la Tabla 7-2 y la Figura 7-2, los NPSeq fluctúan entre 31 y 49 [dB(A] para el periodo nocturno, donde en el punto 1 se mide el mayor NPSeq, debido a la cercanía que presenta con la Ruta 126, en comparación con los otros puntos de medición. El punto 3, por su parte, presenta el nivel de NPSeq más bajo. En todos los puntos medidos las principales fuentes registradas corresponden a ruido de carácter silvestre.

Es importante mencionar que los valores obtenidos durante la campaña de línea de base no son evaluables por esta normativa, y solo son utilizados para la obtención de los máximos permitidos según lo estipulado en el artículo 9 del capítulo IV, del D.S. N°38/2011 del MMA.

7.1.3 Mediciones de ruido en fauna

A continuación, la Tabla 7-3 muestra los valores de NPSeq en 1/3 de octava, además de los valores globales de NPSeq, NPSmín y NPSmáx, sin ponderación de frecuencias [dB(Z)], para los puntos de medición de fauna durante el periodo diurno y nocturno. En el Apéndice 1 se entrega el detalle de cada medición realizada.

Tabla 7-3.: Resumen de niveles de ruido, obtenidos por 1/3 de octava en [dB(Z)]. Periodo diurno y nocturno.

Frecuencia [Hz]	Diurno			Nocturno		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
20	40,5	41,9	43,5	35,7	33,0	37,2
25	38,7	40,2	44,1	34,7	32,6	36,7
31,5	38,4	37,4	42,7	31,7	31,2	37,3
40	38,0	35,7	42,0	29,3	30,5	38,3
50	35,4	33,9	43,4	27,5	29,4	38,7
63	34,5	33,6	39,6	26,9	28,8	44,1
80	35,2	39,9	39,2	25,8	27,7	41,8
100	34,0	43,8	40,2	27,7	31,9	41,8
125	32,4	42,9	40,6	27,1	37,1	42,2
160	30,6	43,4	41,4	23,4	39,7	42,1
200	27,5	41,7	40,8	21,3	37,5	44,6
250	28,2	40,6	39,3	20,8	32,5	43,6
315	28,0	39,2	37,9	22,1	31,1	41,2
400	27,3	38,7	36,9	21,0	30,0	42,3
500	27,3	39,7	40,7	21,0	25,3	41,8
630	28,4	38,3	46,0	22,1	24,8	43,8
800	28,3	36,6	46,8	22,1	24,8	45,1
1.000	28,1	35,5	47,3	22,9	25,4	42,9
1.250	27,9	33,9	44,9	23,6	25,5	40,2
1.600	26,6	35,9	41,8	22,8	25,3	37,1
2.000	26,7	37,0	48,0	32,8	24,6	31,2
2.500	26,3	36,5	36,3	36,8	24,5	27,1
3.150	25,9	38,7	32,9	27,5	24,4	26,0
4.000	24,9	33,1	33,8	24,0	23,9	22,3
5.000	23,5	25,9	30,2	19,2	22,9	20,0
6.300	22,1	26,3	29,1	17,3	21,6	18,4

Tabla 7-3.: Resumen de niveles de ruido, obtenidos por 1/3 de octava en [dB(Z)]. Periodo diurno y nocturno.

Frecuencia [Hz]	Diurno			Nocturno		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
8.000	21,0	25,3	27,5	16,3	20,5	17,1
10.000	21,1	25,5	24,9	15,1	19,8	15,7
12.500	18,8	21,7	22,1	13,5	17,8	14,4
16.000	16,8	20,0	22,3	10,6	15,5	13,4
20.000	15,9	17,4	21,8	8,1	14,3	14,6
NPSeq [dB(Z)]	47,4	53,2	56,7	43,2	45,8	54,9
NPSeq [dB(A)]	38,1	47,7	54,5	40,6	37,5	50,3
NPSmín [dB(Z)]	39,6	35,5	39,8	34,5	35,5	36,1
NPSmáx [dB(Z)]	67,8	68,7	82,8	64,6	66,2	81,0

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

En ambos periodos las fuentes son principalmente de carácter silvestre. El mayor nivel de presión sonora se registró durante el periodo diurno debido al viento sobre follaje presente en el sector.

7.2 MÁXIMOS PERMITIDOS SEGÚN D.S. N°38/2011 DEL MMA

A continuación, se presentan los límites máximos definidos para cada receptor. Estos valores se determinan en función de los límites establecidos en el D.S. N°38/2011 del MMA, en relación con la zonificación descrita en el acápite 4.4.1.

En la Tabla 7-4 se entregan los máximos permitidos para cada receptor en ambos periodos de evaluación.

Tabla 7-4. Niveles máximos permisibles de NPC por Zona según D.S. N°38/2011 del MMA.

Receptor	Zonificación según D.S. N°38/2011 del MMA	Periodo Diurno		Periodo Nocturno	
		Ruido de fondo, NPSeq [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]	Ruido de fondo, NPSeq [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]
1	Zona Rural	63	65	49	50
2		41	51	35	45

Tabla 7-4. Niveles máximos permisibles de NPC por Zona según D.S. N°38/2011 del MMA.

Receptor	Zonificación según D.S. N°38/2011 del MMA	Periodo Diurno		Periodo Nocturno	
		Ruido de fondo, NPSeq [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]	Ruido de fondo, NPSeq [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]
3		47	57	31	41
4		46	56	35	45
5		42	52	35	45
6		48	58	34	44
7		49	59	34	44
8		44	54	37	47

*Valor aproximado al entero más cercano

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

En la Tabla 7-4 se aprecia que para el periodo diurno los máximos permitidos varían entre 51 y 65 [dB(A)], mientras que en el periodo nocturno los máximos permitidos varían entre 41 y 50 [dB(A)].

7.3 MEDICIÓN DE VIBRACIONES

En la Tabla 7-5 se presentan los valores de vibración obtenidos en cada receptor tanto en periodo diurno como nocturno. Los resultados obtenidos muestran la VVP y el Lv. El detalle de las mediciones obtenidas se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 7-5. Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad según periodo de medición.

Receptor	Periodo Diurno		Periodo Nocturno	
	VVP [mm/s]	Lv [VdB]	VVP [mm/s]	Lv [VdB]
1	2,64E-03	40,3	1,59E-03	35,9
2	1,48E-03	35,3	1,43E-03	35,0
3	1,77E-03	36,8	1,44E-03	35,1
4	1,57E-03	35,8	1,42E-03	35,0
5	1,51E-03	35,5	1,43E-03	35,0
6	1,48E-03	35,3	1,41E-03	34,9
7	1,47E-03	35,2	1,43E-03	35,0
8	1,53E-03	35,6	1,45E-03	35,1
F1	2,21E-03	38,8	1,48E-03	35,3

Tabla 7-5. Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad según periodo de medición.

Receptor	Periodo Diurno		Periodo Nocturno	
	VVP [mm/s]	Lv [VdB]	VVP [mm/s]	Lv [VdB]
F2	1,66E-03	36,3	1,41E-03	35,0
F3	1,48E-03	35,3	1,46E-03	35,1

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Todos los valores obtenidos corresponden a las vibraciones naturales del suelo en cada sector y tránsito vehicular en el caso del punto 1. Por otro lado, se puede determinar que para todos los receptores los valores registrados se encuentran por debajo del umbral de percepción humana definido en el documento FTA Report No 0123, el cual es de 65 [VdB].

7.4 PROYECCIÓN PRELIMINAR DE NIVELES SONOROS

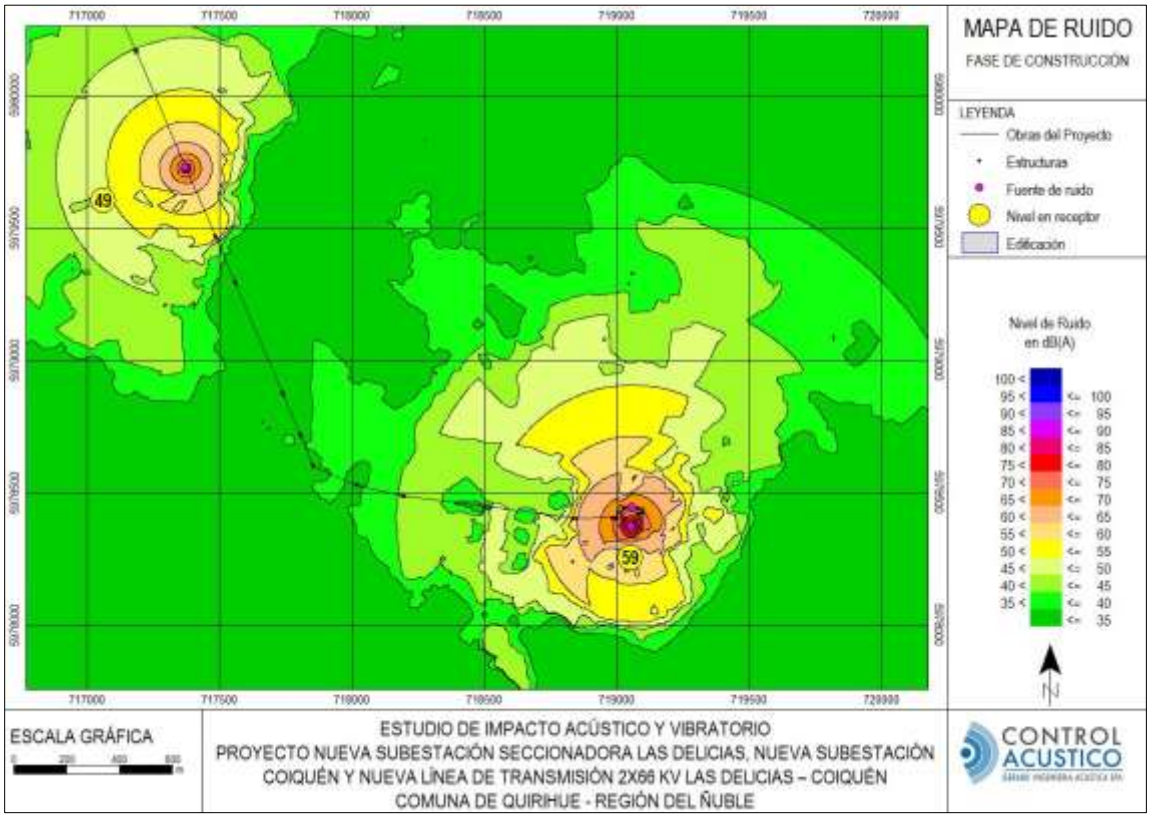
A continuación, se presenta el nivel de inmisión acústica preliminar estimado para las fases de construcción y operación en cada punto de evaluación. Los valores se presentan en formato de tabla y mapas de propagación sonora, cuya altura de coloración está referida a 1,5 [m] del suelo.

7.4.1 Fase de construcción

Se presentan a continuación los niveles de presión acústica modelados producto de la maquinaria de construcción de acuerdo con la metodología presentada en el acápite 5.2.1 con los parámetros presentados en el acápite 6.1.

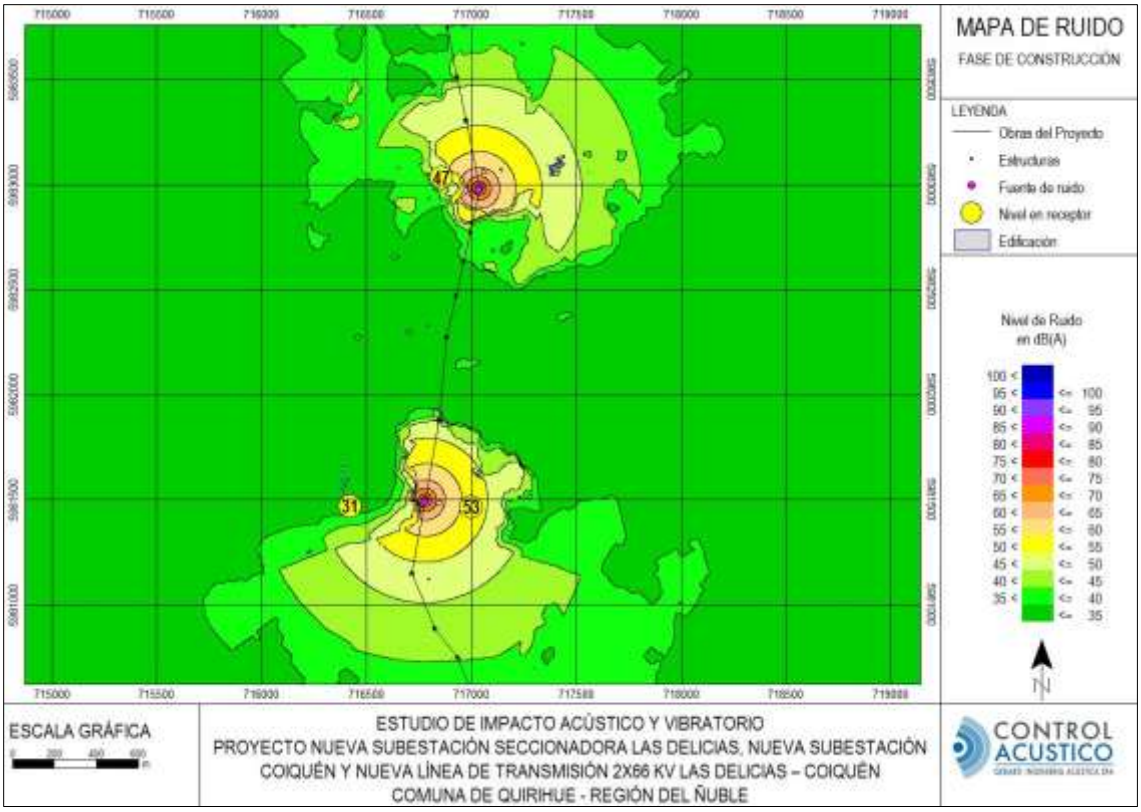
7.4.1.1 Humanos

Figura 7-3: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Receptores 1 y 2.



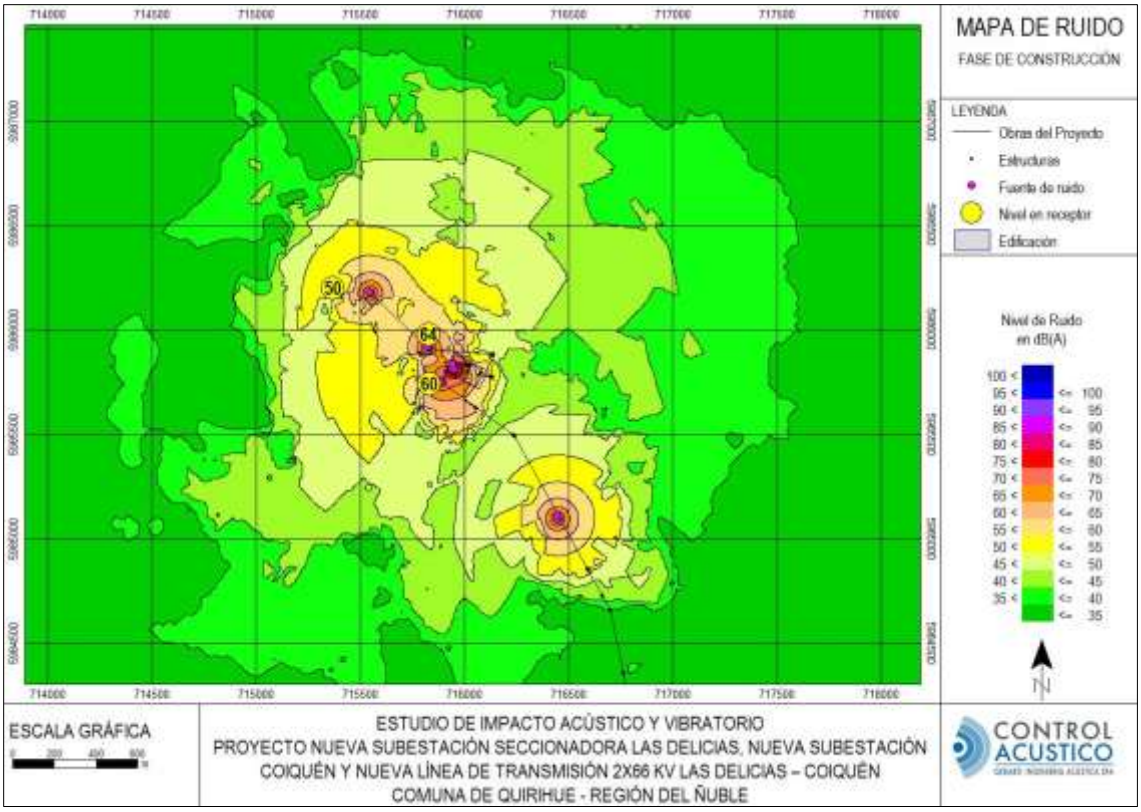
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-4: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Receptores 3 al 5.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-5: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Receptores 6 al 8.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 7-6.: Evaluación de cumplimiento preliminar D.S. Nº38/2011 del MMA. Fases de construcción.

Receptor	Nivel proyectado diurno [dB(A)]	NPC Máximo permitido diurno [dB(A)]	Evaluación
1	59	65	Cumple
2	49	51	Cumple
3	53	57	Cumple
4	31	56	Cumple
5	47	52	Cumple
6	60	58	**Supera en 2 [dB]**
7	64	59	**Supera en 5 [dB]**
8	50	54	Cumple

Nota: Valor aproximado al entero más cercano
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

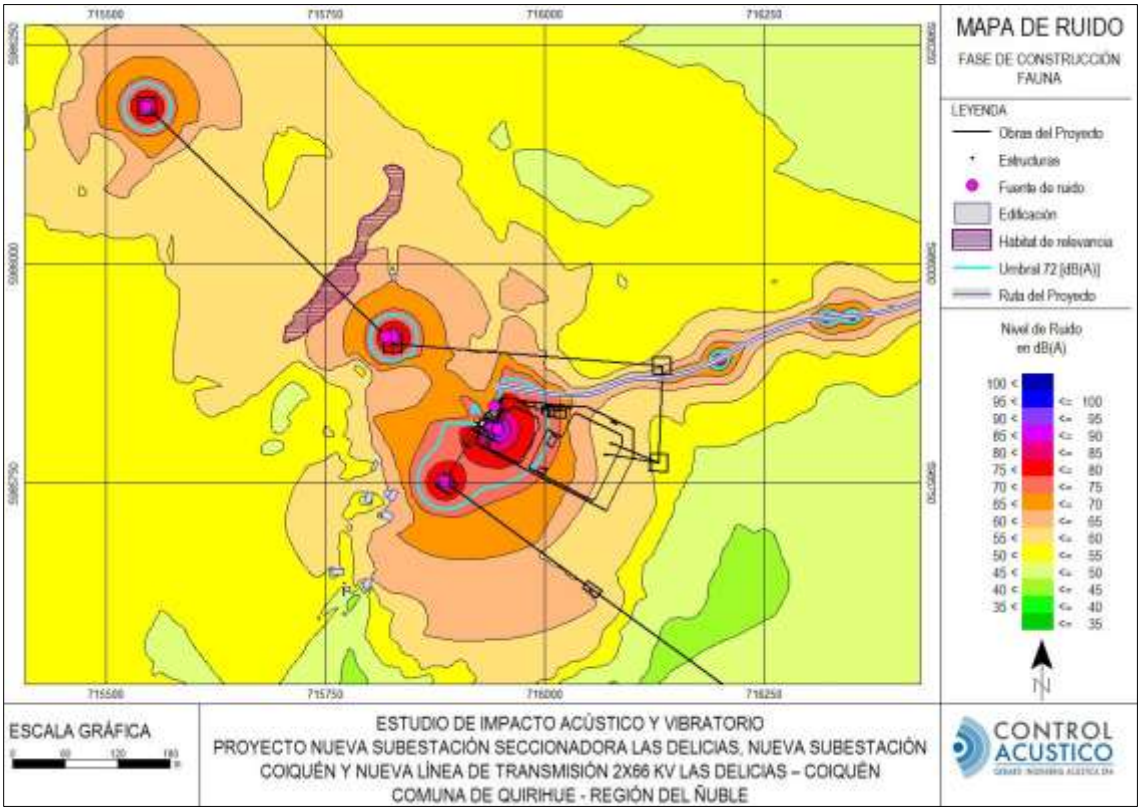
Se aprecia en la evaluación anterior que las emisiones esperadas para la fase de construcción superan preliminarmente el máximo que establece D.S. N°38/11 del MMA

en el receptor 6 y 7, en hasta 5 [dB], por lo que se incluyen medidas de control de ruido que se incorporan al diseño del proyecto y que se describen en el acápite 8.

7.4.1.2 Fauna

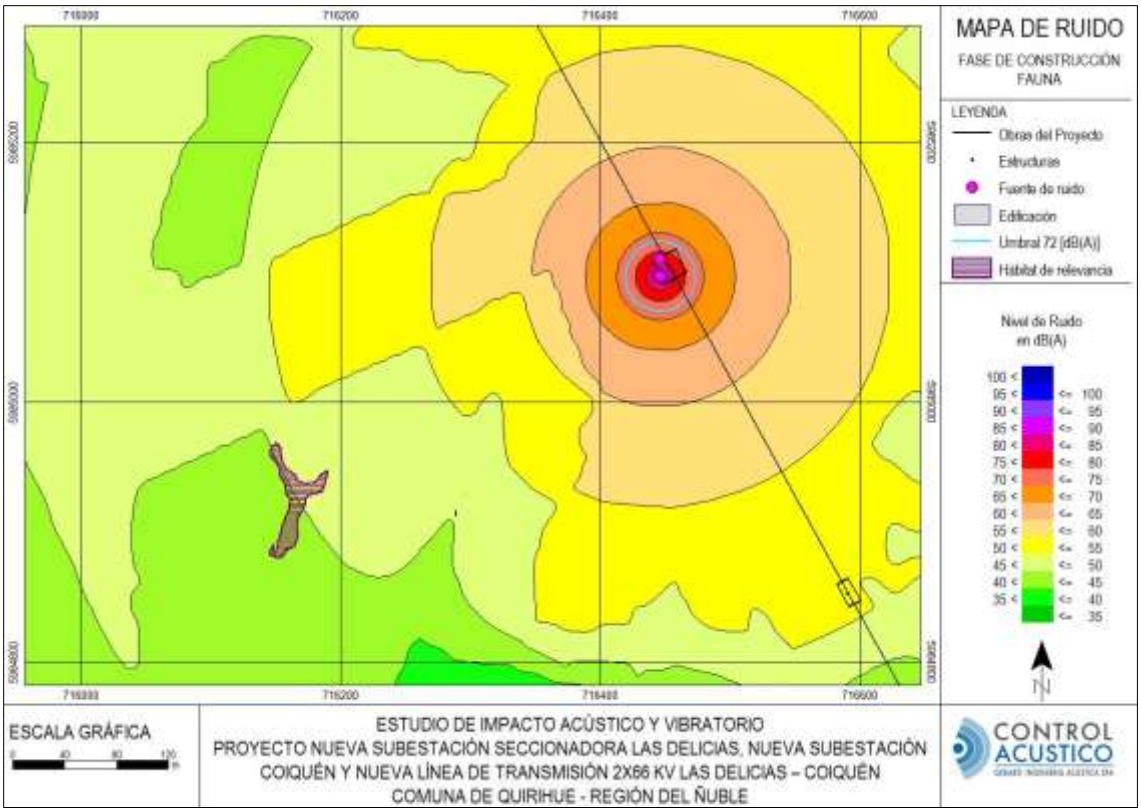
En los mapas, se destacan las isolíneas correspondientes a los umbrales de afectación establecidos para todos los grupos taxonómicos, según el criterio SEA (ver acápite 4.4.3).

Figura 7-6: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Anfibios – Hábitat Estación 2.



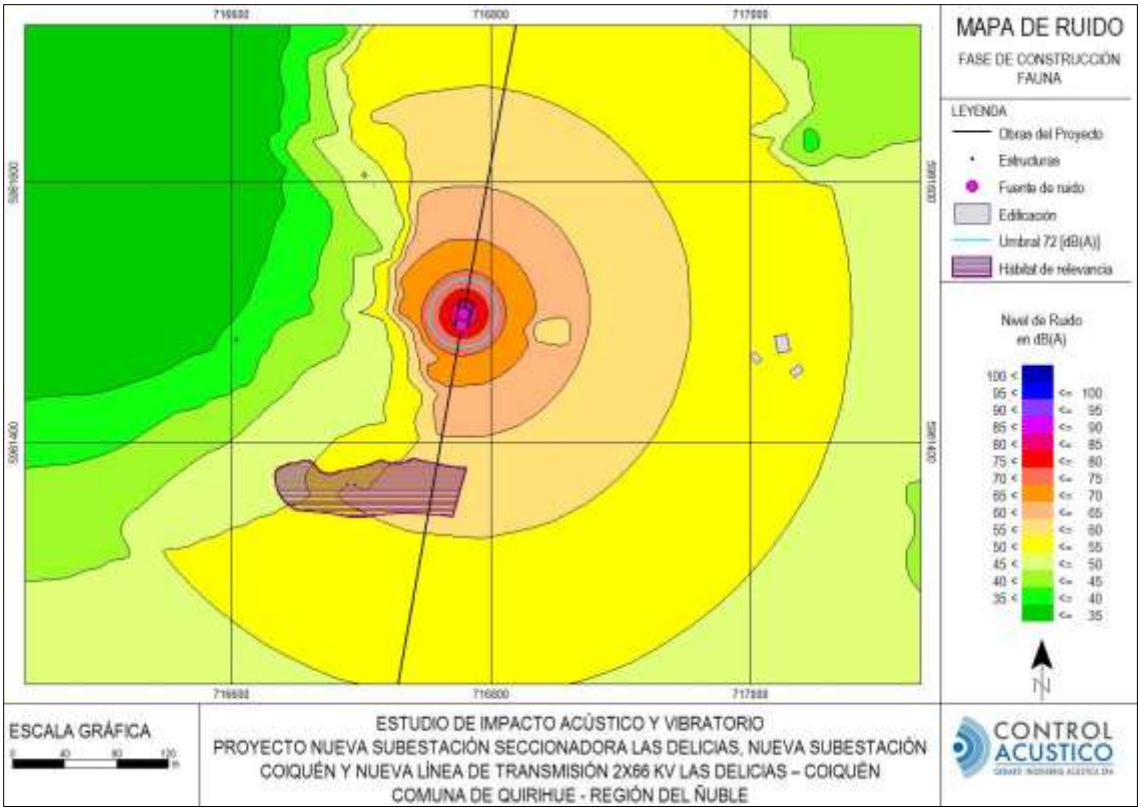
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-7: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Anfibios – Hábitat Estación 5.



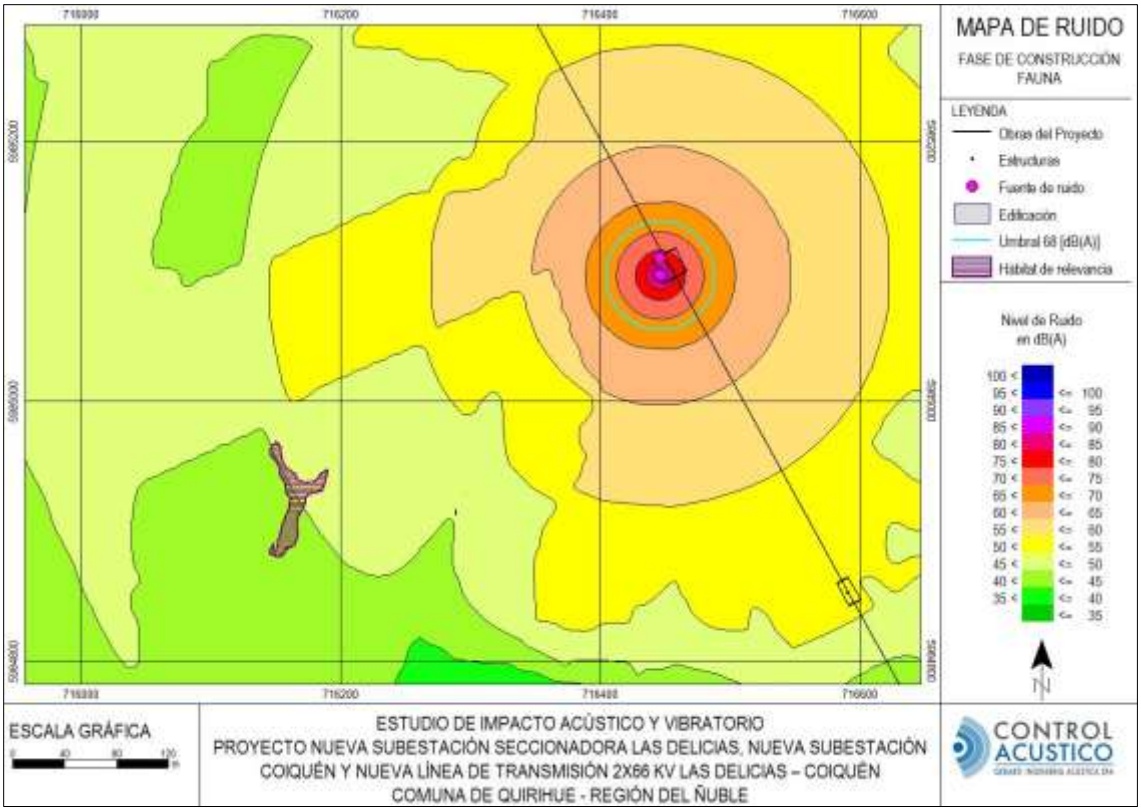
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-8: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Anfibios – Hábitat Estación 9.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-9: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción. Avifauna – Hábitat Estación 5.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 7-7.: Umbrales de afectación por grupos taxonómicos según Criterio SEA. Fase de construcción.

Grupo taxonómico	Tipo afectación	Umbral	Dist. Afectación SE [m]	Dist. Afectación LTE [m]
Anfibios	Conductual	72 [dB(A)]	60	30
Avifauna	Conductual	68 [dB(A)]	90	47
Avifauna	Fisiológico	93 [dB(A)]	0*	0*

(*) Umbral no se alcanza a describir en los mapas de propagación sonora
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

A partir de los mapas de ruido de la fase de construcción, los contornos asociados al umbral de afectación de anfibios de 72 [dB(A)] se describen a una distancia de 60 y 30 [m] respecto a las faenas de construcción de la SE y la LTE respectivamente; en avifauna se proyectan 90 y 47 [m] respectivamente. A partir de lo anterior, se descarta una

afectación preliminar en cualquiera de los hábitats de relevancia, dado que ningún buffer de afectación se traslapa con las áreas protegidas, tanto para anfibios y avifauna.

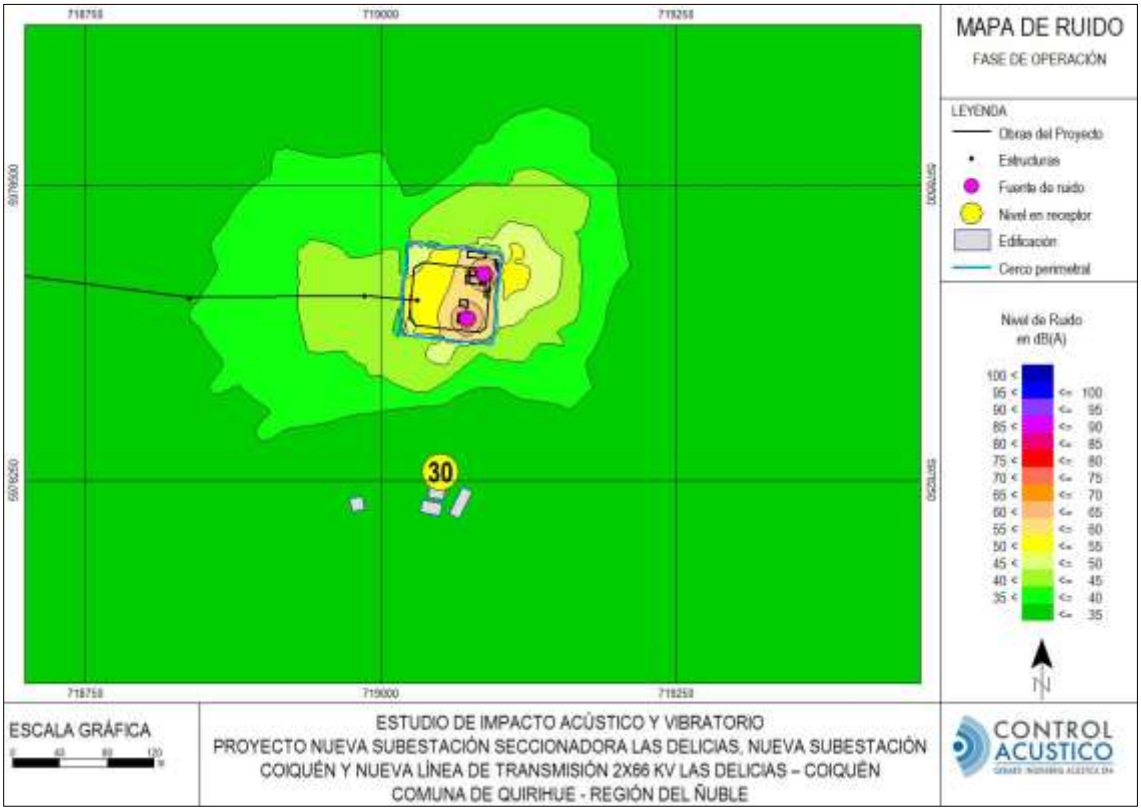
7.4.2 Fase de operación

7.4.2.1 Humanos

Ruido por equipamiento en Subestación

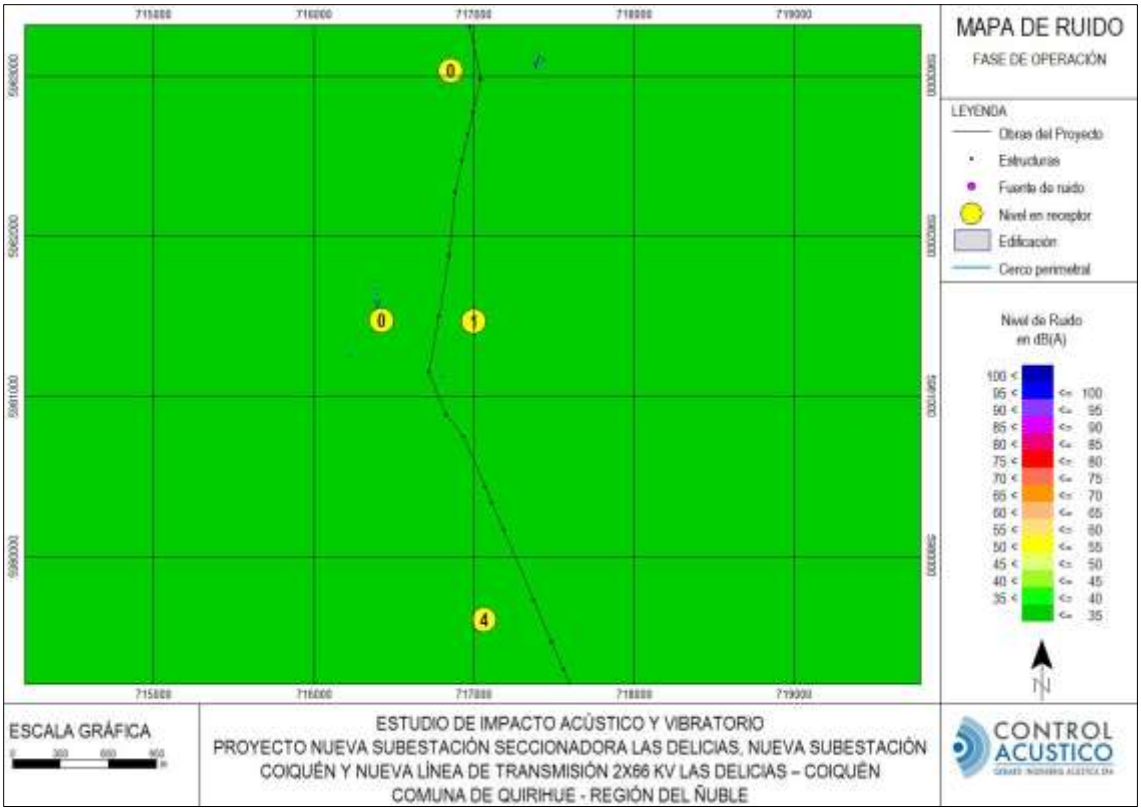
Se presentan a continuación los niveles de presión acústica modelados producto del equipamiento considerado al interior de las Subestaciones, de acuerdo con la metodología presentada en el acápite 5.2.1 con los parámetros presentados en el acápite 6.2.1.

Figura 7-10: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de operación. Receptor 1.



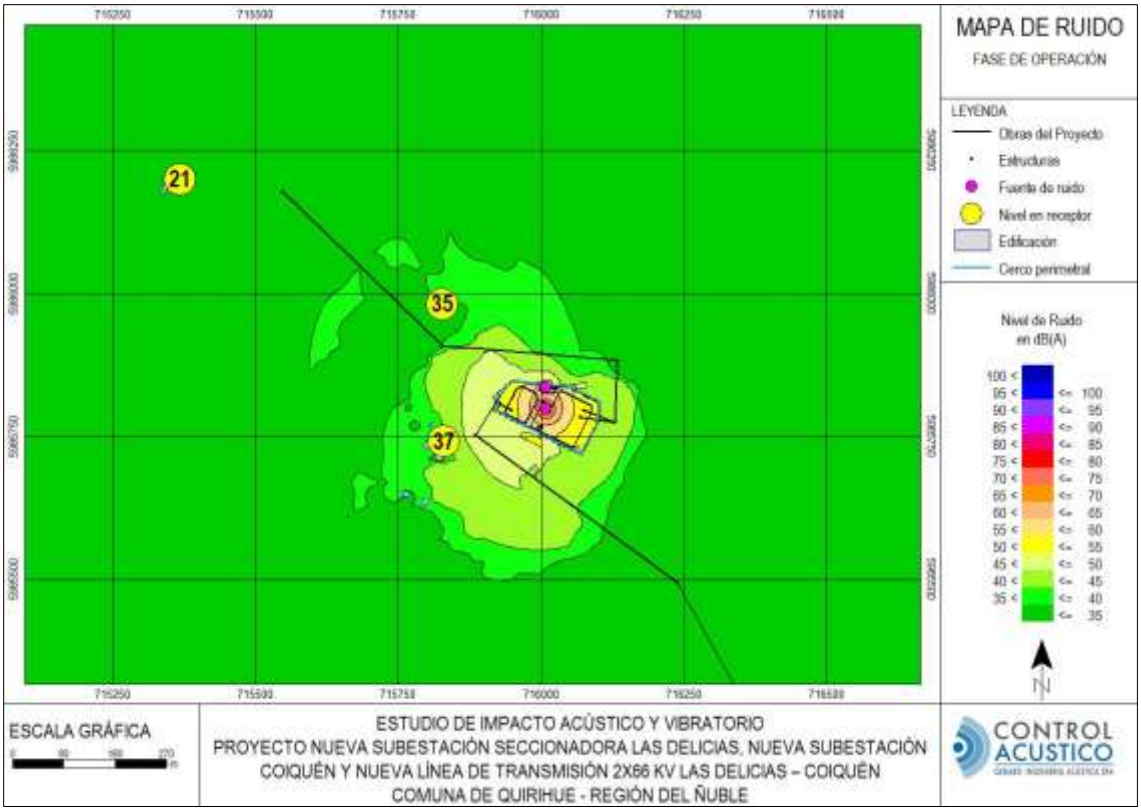
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-11: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de operación. Receptores 2 al 5.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-12: Mapa de propagación sonora preliminar según NPSeq en [dB(A)]. Fase de operación. Receptores 6 al 8.

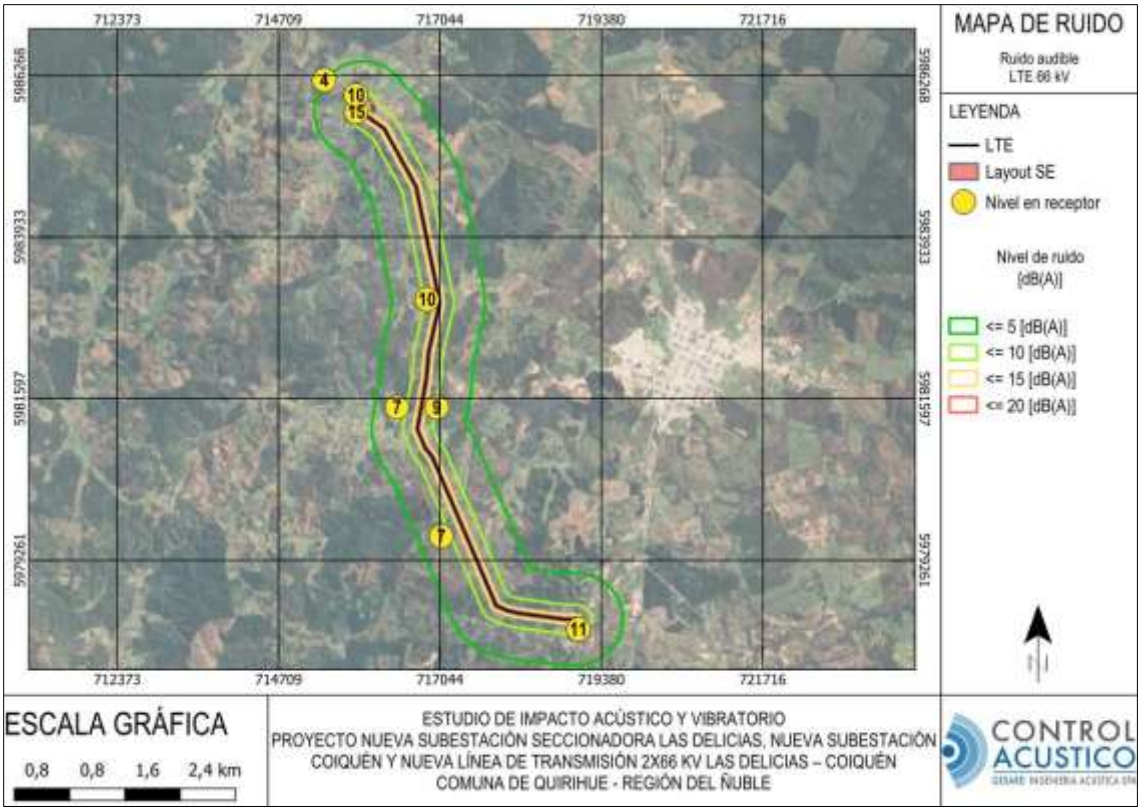


Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Ruido audible por LTE

Se presentan a continuación los niveles de presión acústica modelados, producto del efecto corona generado por la LTE 66 [kV] y el Seccionamiento 220 [kV], de acuerdo con la metodología presentada en el acápite 5.2.2 con los parámetros presentados en el acápite 6.2.2. Cabe mencionar que, la proyección de los niveles de presión sonora generados por el Seccionamiento 220 [kV], se realizó únicamente para los receptores del 6 al 8, debido a que corresponden a los más cercanos a dicho sector.

Figura 7-13: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] – Fase de operación. LTE 66 kV.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

A continuación, en formato tabulado, se presentan los valores de inmisión preliminar estimados para la operación de la LTE:

Tabla 7-8.: Niveles de inmisión acústica ruido audible LTE. Fase de operación. LTE 66 [kV]

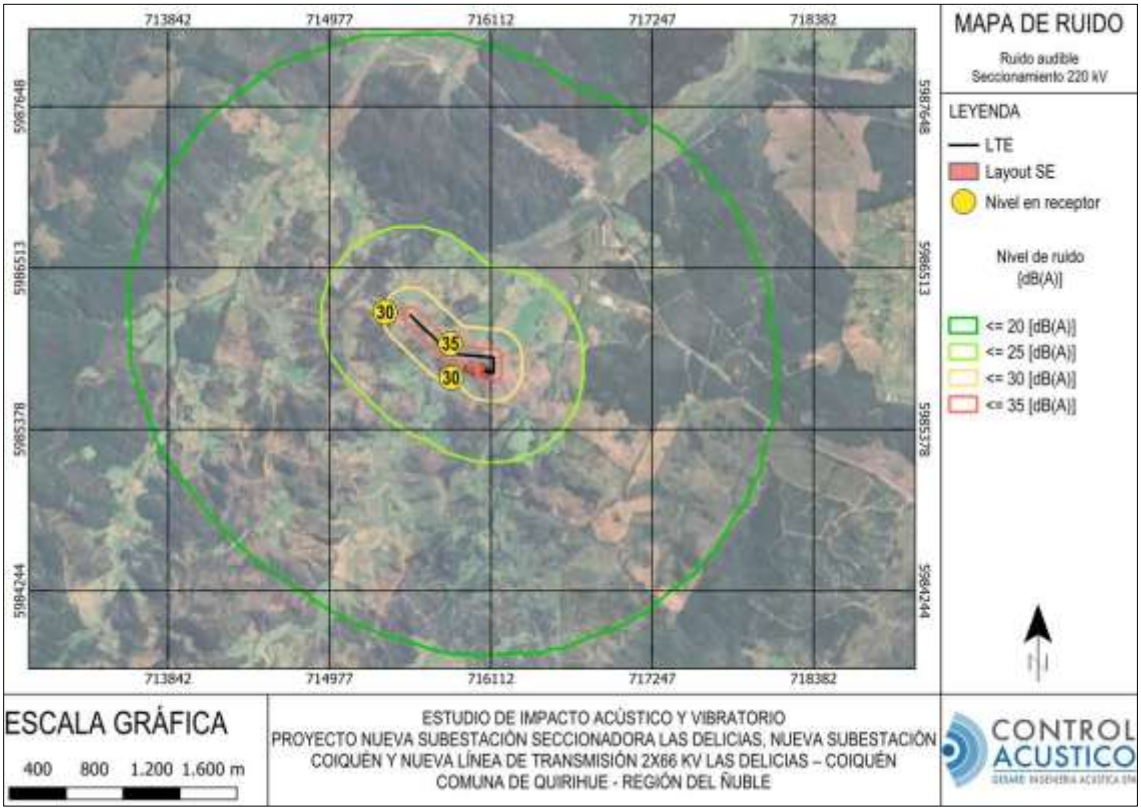
Receptor	Distancia horizontal receptor - eje LTE [m]	Altura mínima de la catenaria [m]	Altura de proyección sobre superficie [m]	Dj [m]	RAj [dB(A)]	RA total* [dB(A)]
1	145	19	1,5	146	6	11
2	335	19	1,5	335	2	7
3	223	19	1,5	224	4	9
4	345	19	1,5	345	2	7
5	171	19	1,5	172	5	10
6	55	19	1,5	58	10	15

Tabla 7-8.: Niveles de inmisión acústica ruido audible LTE. Fase de operación. LTE 66 [kV]

Receptor	Distancia horizontal receptor - eje LTE [m]	Altura mínima de la catenaria [m]	Altura de proyección sobre superficie [m]	Dj [m]	RAj [dB(A)]	RA total* [dB(A)]
7	195	19	1,5	196	5	10
8	678	19	1,5	678	-1	4

*El nivel de RA se realiza considerando 3 fases en la LTE.
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-14: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] – Fase de operación. Seccionamiento 220 kV.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

A continuación, en formato tabulado, se presentan los valores de inmisión preliminar estimados para la operación de la LTE:

Tabla 7-9.: Niveles de inmisión acústica ruido audible LTE. Fase de operación. Seccionamiento 220 [kV].

Receptor	Distancia horizontal receptor - eje LTE [m]	Altura mínima de la catenaria [m]	Altura de proyección sobre superficie [m]	Dj [m]	RAj [dB(A)]	RA total* [dB(A)]
6	166	23	1,5	167	25	30
7	51	23	1,5	55	30	35
8	180	23	1,5	181	25	30

*El nivel de RA se realiza considerando 3 fases en la LTE.
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

A continuación, se presenta la evaluación de los valores totales de inmisión esperados para la fase de operación. Estos consideran la emisión acústica del equipamiento asociado a las nuevas subestaciones Seccionadora Las Delicias y Coiquén; además de la emisión acústica de la línea de transmisión eléctrica (LTE). La suma energética de ambas emisiones corresponde al valor total de inmisión esperado en cada receptor y es con el cual se realiza la evaluación normativa de acuerdo con los máximos permitidos establecidos en el D.S. N°38/2011 del MMA.

Tabla 7-10.: Evaluación de cumplimiento D.S. Nº38/2011 del MMA. Fase de operación. Receptores humanos.

Receptor	Nivel proyectado [dB(A)]	Ruido audible LTE 66 [kV] [dB(A)]	Ruido audible secc. 220 [kV] [dB(A)]	Suma energética [dB(A)]	NPC Máximo permitido diurno [dB(A)]	Evaluación	NPC Máximo permitido nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	30	11	-	30	65	Cumple	50	Cumple
2	4	7	-	9	51	Cumple	45	Cumple
3	1	9	-	10	57	Cumple	41	Cumple
4	0	7	-	8	56	Cumple	45	Cumple
5	0	10	-	10	52	Cumple	45	Cumple
6	37	15	30	38	58	Cumple	44	Cumple
7	35	10	35	38	59	Cumple	44	Cumple
8	21	4	30	31	54	Cumple	47	Cumple

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

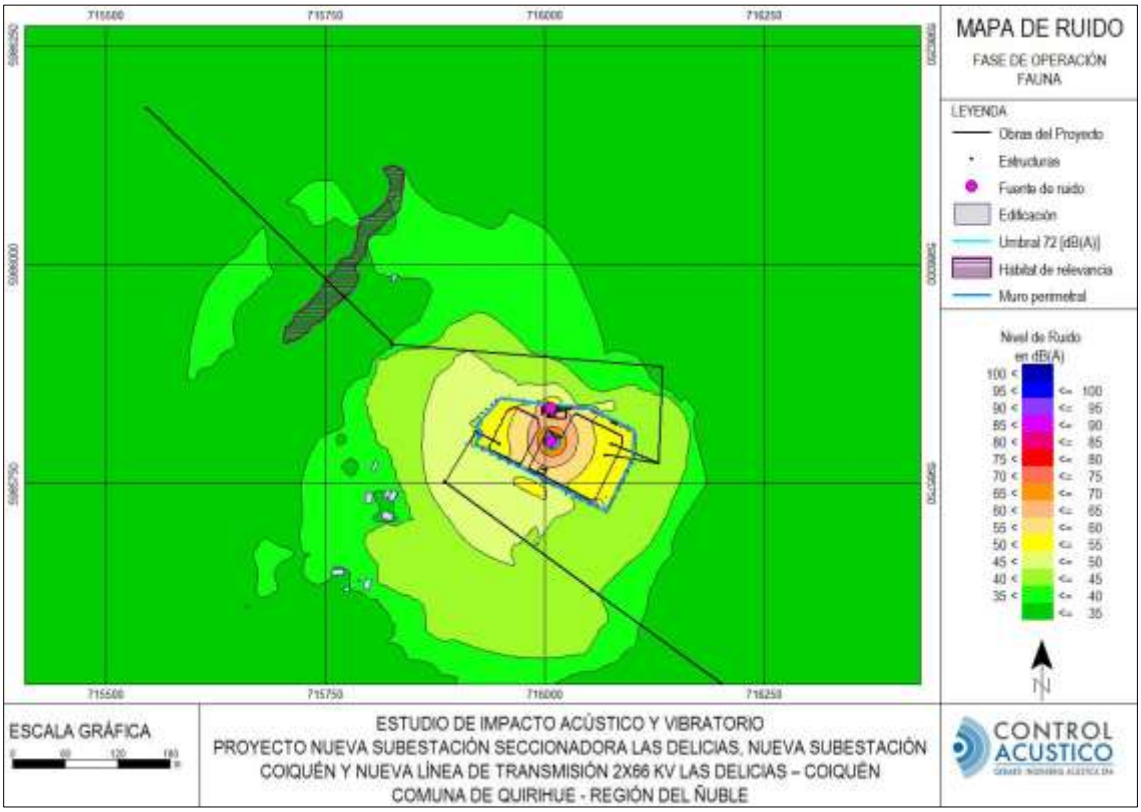
De acuerdo con la Tabla 7-10, se observa que los valores proyectados se encuentran por debajo de los límites establecidos para el periodo diurno y nocturno durante la fase de operación, con una holgura mínima de 6 [dB], considerando las emisiones del equipamiento de la SE y LTE.

7.4.2.2 Fauna

Ruido por equipamiento en SE

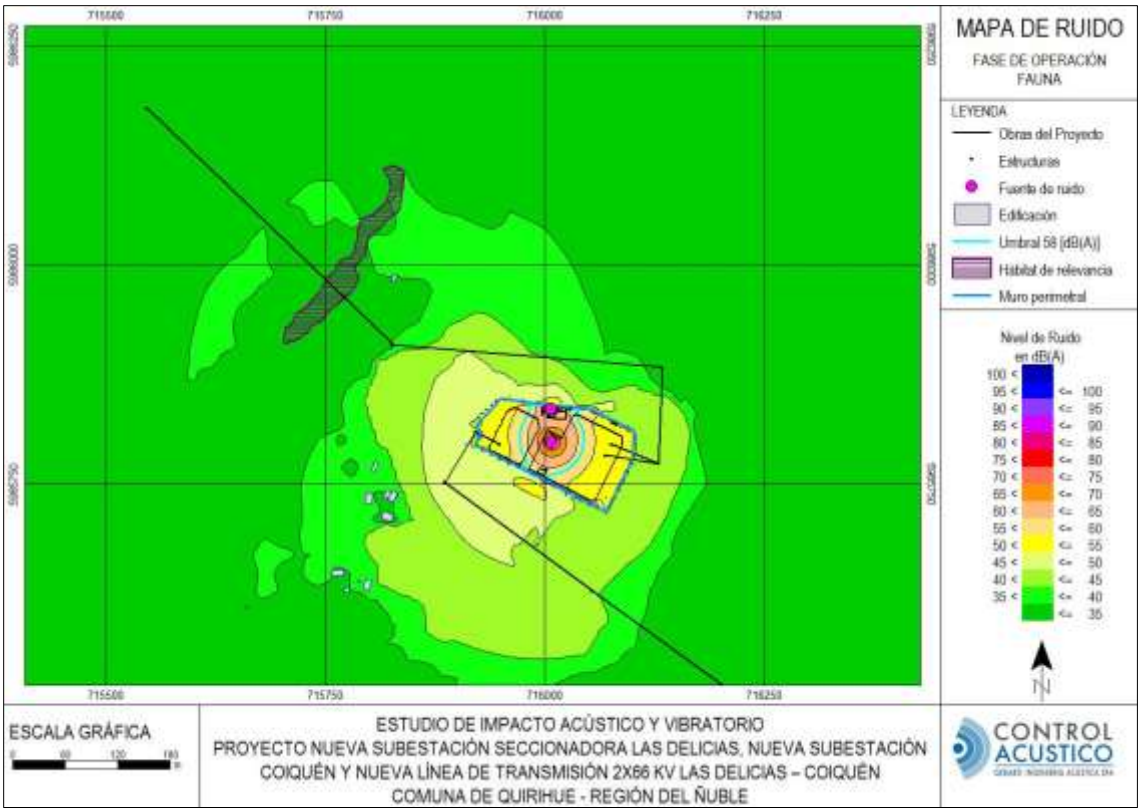
En los mapas, se destacan las isolíneas correspondientes a los umbrales de afectación establecidos para todos los grupos taxonómicos, según el criterio SEA (ver acápite 4.4.3).

Figura 7-15: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de operación. Anfibios.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-16: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de operación. Avifauna.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 7-11.: Umbrales de afectación por grupos taxonómicos según Criterio SEA. Fase de operación.

Grupo taxonómico	Tipo afectación	Umbral	Dist. Afectación SE [m]
Anfibios	Conductual	72 [dB(A)]	19
Avifauna	Conductual	58 [dB(A)]	36
Avifauna	Fisiológico	93 [dB(A)]	0*

(*) Umbral no se alcanza a describir en los mapas de propagación sonora
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

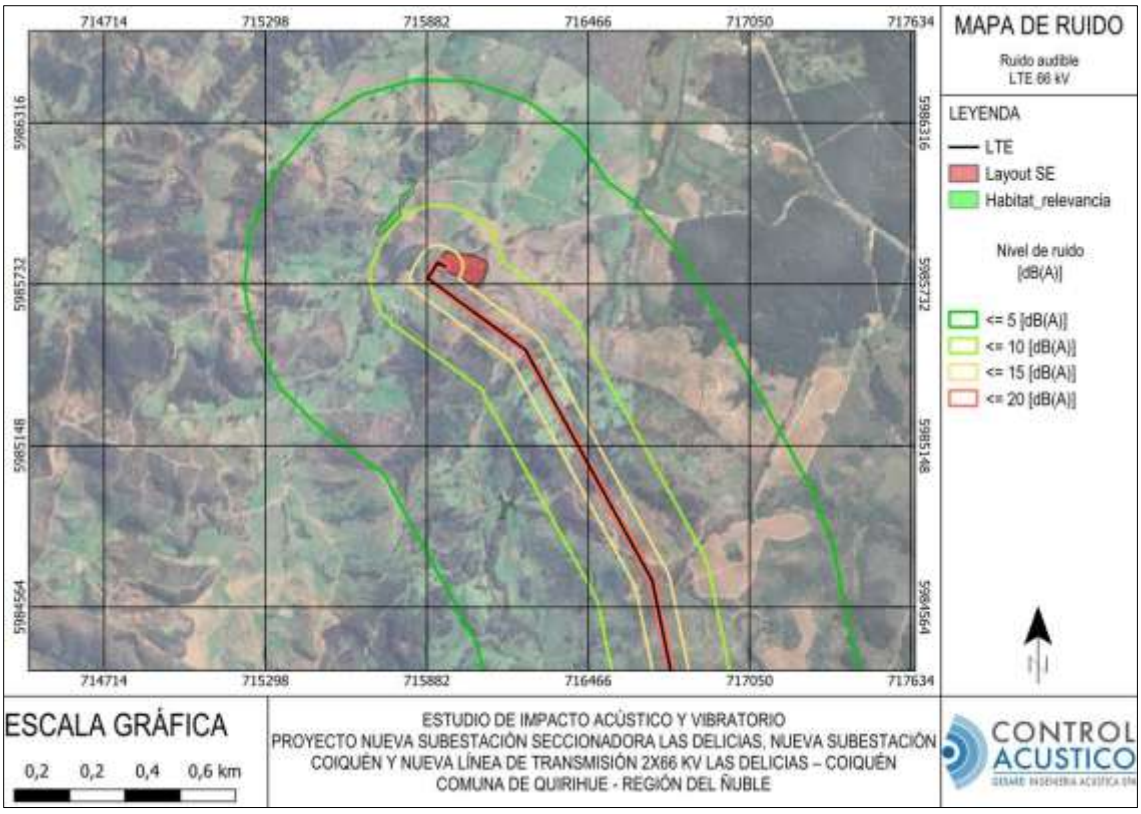
A partir de los mapas de ruido de la fase de operación, los contornos asociados al umbral de afectación de anfibios de 72 [dB(A)] se describen a una distancia de 19 [m] respecto a las fuentes de ruido interiores de la SE; asimismo en avifauna se proyectan 36 [m]. A partir de lo anterior, se descarta una afectación en cualquiera de los hábitats de relevancia, dado que ningún buffer de afectación se traslapa con las áreas protegidas,

tanto para anfibios y avifauna, considerando además que dichos umbrales de afectación no alcanzan a describirse por fuera del Layout de las subestaciones.

Ruido audible por LTE

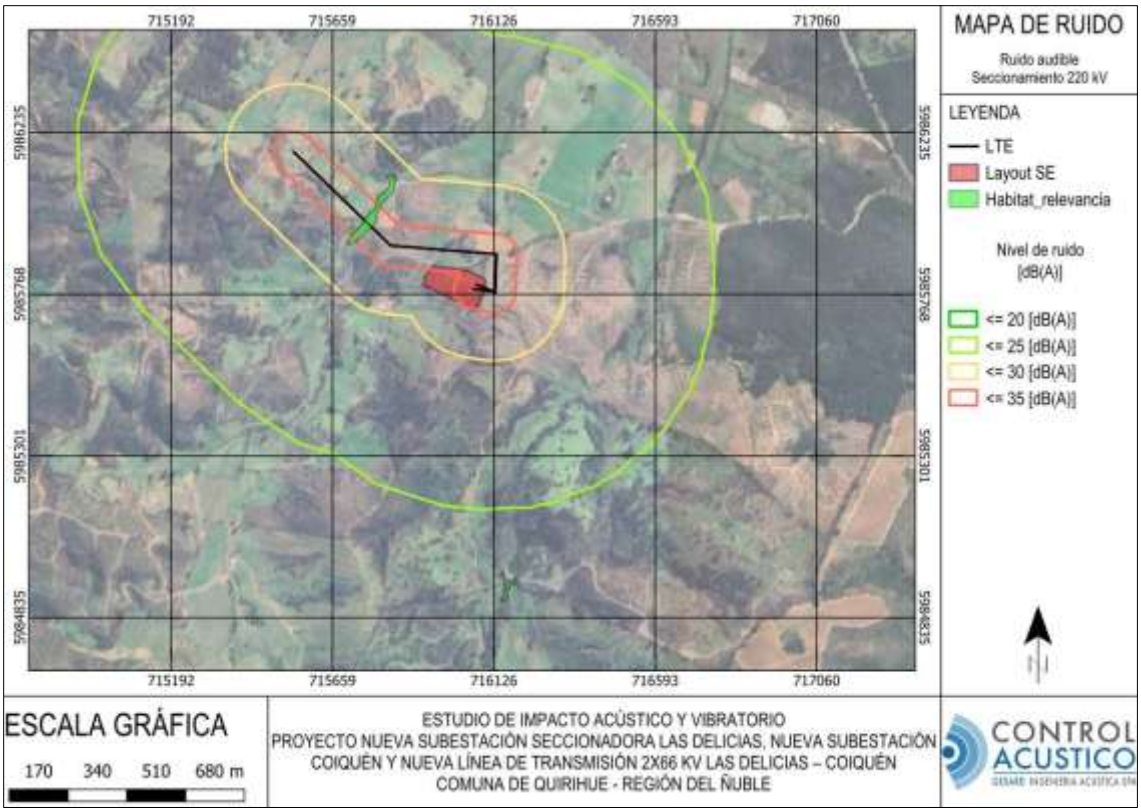
Se presentan a continuación el mapa de propagación sonora, producto del efecto corona generado por la por la LTE 66 [kV] y el Seccionamiento 220 [kV], de acuerdo con la metodología presentada en el acápite 5.2.2 con los parámetros presentados en el acápite 6.2.2.

Figura 7-17: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] - Fase de operación. LTE 66 [kV] - Fauna.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-18: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] - Fase de operación. Seccionamiento 220 [kV] - Fauna.



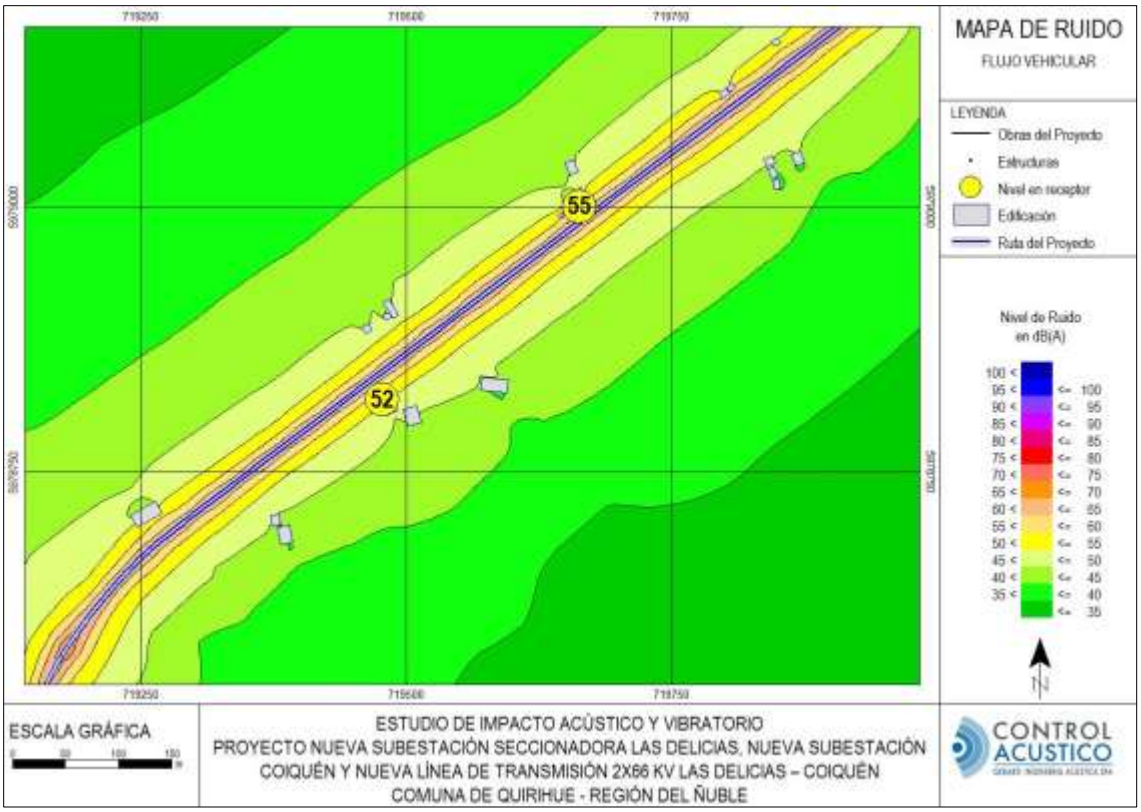
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

De acuerdo con la Figura 7-17 y Figura 7-18, las isolíneas de mayor valor descritas corresponden a 20 y 35 [dB(A)], respectivamente, las cuales están por debajo de los umbrales de afectación para anfibios y avifauna (72 y 58 [dB(A)] respectivamente), con una diferencia mínima de 23 [dB]. Por tanto, el efecto corona generado por la LTE, no es capaz de generar niveles de ruido superiores a los indicados por la isolínea, por lo que no producirá una afectación sobre anfibios y avifauna.

7.4.3 Flujo vehicular

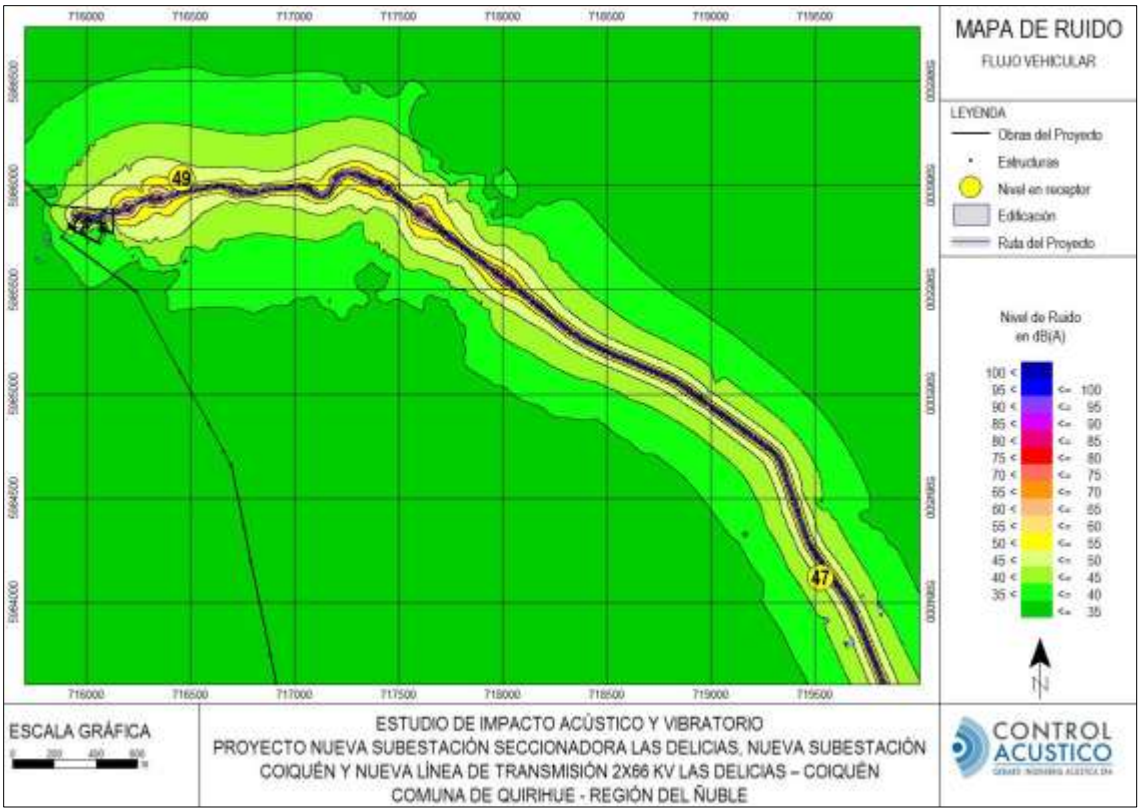
Se presentan a continuación los niveles de presión acústica modelados producto del flujo vehicular considerado en las rutas del Proyecto, de acuerdo con la metodología presentada en el acápite 5.2.3 con los parámetros presentados en el acápite 6.3.

Figura 7-19: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Flujo vehicular en fase de construcción. Ruta de acceso Nueva SE Coiquén.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 7-20: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Flujo vehicular en fase de construcción. Ruta de acceso Nueva SE Seccionadora Las Delicias.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 7-12.: Evaluación cumplimiento OPB 814.41. Flujo vehicular en fase de construcción, periodo diurno. Humanos.

Receptor	Nivel proyectado [dB(A)]	Máximo permitido diurno [dB(A)]	Evaluación
FL1	52	60	Cumple
FL2	55	60	Cumple
FL3	49	60	Cumple
FL4	47	60	Cumple

Nota: Valor aproximado al entero más cercano
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

De acuerdo con la evaluación presentada en la Tabla 7-12, se puede observar que las emisiones esperadas por flujo vehicular en fase de construcción, correspondiente al

escenario de mayor emisión, cumplen con el máximo permitido por la OPB 814.41 en periodo diurno, con una holgura mínima de 5 [dB].

7.5 PROYECCIÓN DE VIBRACIONES

7.5.1 Maquinaria

En la siguiente Tabla 7-13 se presentan los resultados de las proyecciones vibratorias (PPV) realizadas para los puntos de evaluación de acuerdo a la metodología detallada en el acápite 5.3.1 y posteriormente se indica la evaluación para el Criterio de daño estructural y Criterio de molestia en humanos, cuyos niveles máximos permitidos se indicaron en el acápite 4.4.4 Para el cálculo se utilizó la mínima distancia fuente – receptor, según escenarios considerados en la evaluación de ruido.

Rodillo vibratorio[15]

Tabla 7-13.: Proyección de LV y PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada.

Punto	Maquinaria	Distancia mínima a faenas [m]	Distancia mínima a faenas [ft]	PPV proyectado en [in/s]	Lv proyectado en [VdB]
1	Rodillo vibratorio	112	367	< 0,01	59
2	Rodillo vibratorio	335	1.099	< 0,01	45
3	Rodillo vibratorio	223	732	< 0,01	50
4	Rodillo vibratorio	345	1.132	< 0,01	44
5	Rodillo vibratorio	171	561	< 0,01	53
6	Rodillo vibratorio	55	180	0,01	68
7	Rodillo vibratorio	51	167	0,01	69
8	Rodillo vibratorio	180	591	< 0,01	53

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

[15] Homólogo a "rodillo compactador"

Criterio de daño estructural

Tabla 7-14.: Evaluación de cumplimiento. Vibraciones generadas por maquinaria pesada. Criterio de daño estructural.

Punto	PPV proyectado [in/s]	PPV máximo referencial [in/s]	Evaluación
1	< 0,01	0,2	Cumple
2	< 0,01	0,2	Cumple
3	< 0,01	0,2	Cumple
4	< 0,01	0,2	Cumple
5	< 0,01	0,2	Cumple
6	0,01	0,2	Cumple
7	0,01	0,2	Cumple
8	< 0,01	0,2	Cumple

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Criterio de molestia en humanos

Tabla 7-15.: Evaluación de cumplimiento. Vibraciones generadas por maquinaria pesada. Criterio de molestia en humanos.

Punto	Lv proyectado [VdB]	Lv máximo referencial [VdB]	Evaluación
1	59	72	Cumple
2	45	72	Cumple
3	50	72	Cumple
4	44	72	Cumple
5	53	72	Cumple
6	68	72	Cumple
7	69	72	Cumple
8	53	72	Cumple

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

De acuerdo con las tablas anteriores se puede apreciar que los valores proyectados para la fase de construcción del Proyecto se encuentran por debajo de los máximos recomendados por la normativa para el Criterio de Daño estructural y Molestia en humanos.

7.5.2 Flujo vehicular

En la Tabla 7-16 se presentan los resultados de las proyecciones vibratorias (Lv y PPV) generadas por flujos vehiculares, obtenidos de acuerdo con la metodología detallada en el acápite 5.3.2. Posteriormente se indica la evaluación para el criterio de daño y molestia, cuyos niveles máximos permitidos se indicaron en el acápite 4.4.4.

Tabla 7-16.: Proyección de LV y evaluación de cumplimiento. Vibraciones generadas por flujo vehicular.

Punto	Distancia receptora – ruta [m]	Distancia receptora – ruta [ft]	Velocidad [km/h]	Lv proyectado [VdB]	Máximo permitido [VdB]	Evaluación
FL1	21	69	80	65	72	Sin Impacto
FL2	12	39	80	70	72	Sin Impacto
FL3	64	210	80	55	72	Sin Impacto
FL4	49	161	80	57	72	Sin Impacto

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Como se puede observar en la tabla anterior, las emisiones vibratorias producto del flujo vehicular están por debajo del máximo permitido de acuerdo con la guía de referencia FTA en todos los receptores.

8. MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO

8.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN Y CIERRE– PANTALLA ACÚSTICA MÓVIL (MCR2)

Debido a la superación normativa proyectada en los receptores 6 y 7, además de la ausencia de holgura en el receptor 2, para el escenario preliminar de la fase de construcción, se considera la implementación de medidas de control de ruido destinadas a mantener los niveles proyectados bajo los límites aplicables, considerando una holgura mínima de 3 dB.

Esta medida consiste en la implementación de pantallas acústicas móviles (MCR2, de acuerdo con el documento "Medidas y recomendaciones para el control y gestión de ruido en actividades de construcción" del MMA, 2023) 16. Estas pantallas serán implementadas durante las fases de construcción y estarán orientadas a proteger las edificaciones de los sectores donde se ubican los receptores 2, 6 y 7. Las pantallas acústicas deberán fabricarse en base a las características detalladas en la siguiente ficha técnica. Para la fase de cierre la medida será igualmente aplicable cuando se ejecuten actividades equivalentes que involucren fuentes de ruido en sectores asociados a los receptores identificados, de acuerdo con el criterio establecido en la Descripción de Proyecto.

Tabla 8-1.: Características pantallas acústicas móviles propuestas para la fase de construcción y cierre.

FICHA TÉCNICA PANTALLA ACÚSTICA MÓVIL
CARACTERÍSTICAS
La materialidad de los paneles debe contar con una densidad superficial igual o superior a 10 [Kg/m2], lo cual es posible conseguir mediante madera tipo OSB, de un espesor mínimo de 18 [mm]. Además, la cara interior del panel (en dirección a las fuentes de ruido) deberá incorporar lana de fibra de vidrio (o lana mineral) de 50 [mm] de espesor y un NRC de 0.7 o mayor o bien algún material con propiedades fonoabsorbentes de equivalencia técnica. La implementación de esta materialidad conforma una estructura apta para comportarse como pantalla acústica, de acuerdo con lo establecido en la Norma ISO 9613–2.

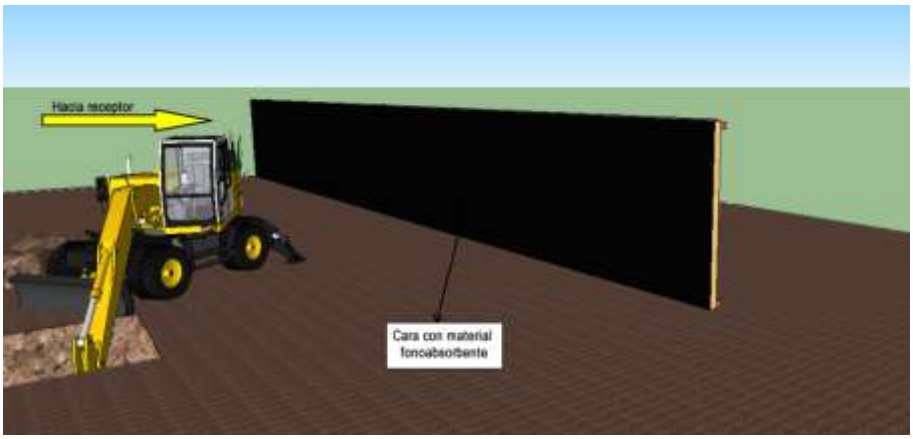
16 Documento Técnico "Medidas para el control y gestión de ruido en faenas constructivas", abril de 2022, Departamento de Ruido, Lumínica y Olores, división calidad del aire, Ministerio del Medio Ambiente.

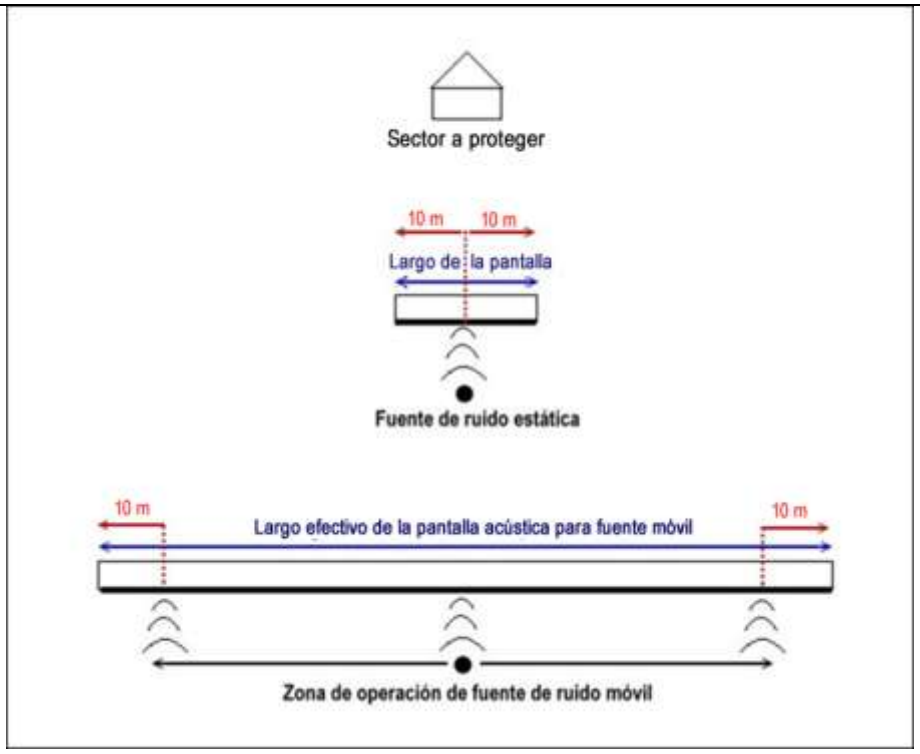


Configuración pantalla acústica

UBICACIÓN, DIMENSIONES Y DISTANCIAS

La pantalla acústica móvil deberá ubicarse de manera tal que bloquee la radiación directa desde la fuente de ruido hacia los receptores identificados. La distancia entre la pantalla y la fuente de ruido debe ser la mínima posible, sin entorpecer el funcionamiento de estas o perjudicar la seguridad de sus operarios. Su altura debe ser de al menos 2,4 [m], mientras que la extensión de las pantallas debe abarcar al menos 10 [m] para cada lado (20 [m] en total) adicionales a la extensión del área que ocupan las mismas, dependiendo si éstas son estáticas o móviles.





Ejemplos de disposición pantalla acústica

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 8-2: Descripción de ubicación de pantalla acústica móvil (MCR2).

Receptor	Estructura LTE N°	Coordenadas UTM 18S		Dimensiones	
		Vértice		Altura [m]	Longitud [m]
		Este	Norte		
2	E-27	717.374	5.979.737	2,4	48
		717.362	5.979.731		
		717.369	5.979.713		
		717.382	5.979.718		
6	E-2	715.897	5.985.752	2,4	45
		715.885	5.985.761		
		715.876	5.985.749		
		715.888	5.985.740		
7	E-1	715.838	5.985.909	2,4	40
		715.838	5.985.919		
		715.818	5.985.919		
		715.818	5.985.909		

Tabla 8-2: Descripción de ubicación de pantalla acústica móvil (MCR2).

Receptor	Estructura LTE N°	Coordenadas UTM 18S		Dimensiones	
		Vértice		Altura [m]	Longitud [m]
		Este	Norte		

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

8.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN – PANTALLA ACÚSTICA PERIMETRAL (MCR1)

Debido a la superación normativa en los receptores 6 y 7, en la evaluación preliminar para la fase de construcción. A continuación, se describe la medida de control de ruido que permitirá enmarcar los niveles de ruido bajo los umbrales que define la normativa de ruido aplicable con una holgura mínima de 3 [dB].

La medida de control consiste en la implementación de una pantalla acústica perimetral, asociado a los receptores 6 y 7, por las caras directas de los polígonos de las nuevas subestaciones Seccionadora Las Delicias y Coiquén, hacia las viviendas. Estos elementos deberán ser aplicados en forma local sobre la totalidad de la maquinaria utilizada durante las actividades constructivas en la fase de construcción de las SE, que estén cercanas a dichos sectores.

La pantalla acústica perimetral deberá estar fabricada en base a las mismas características detalladas en el acápite 8.1, correspondiente a las pantallas acústica móviles. A continuación, se presenta una tabla resumen con el detalle constructivo del elemento:

Tabla 8-3: Descripción de ubicación de pantalla acústica perimetral (MCR1).

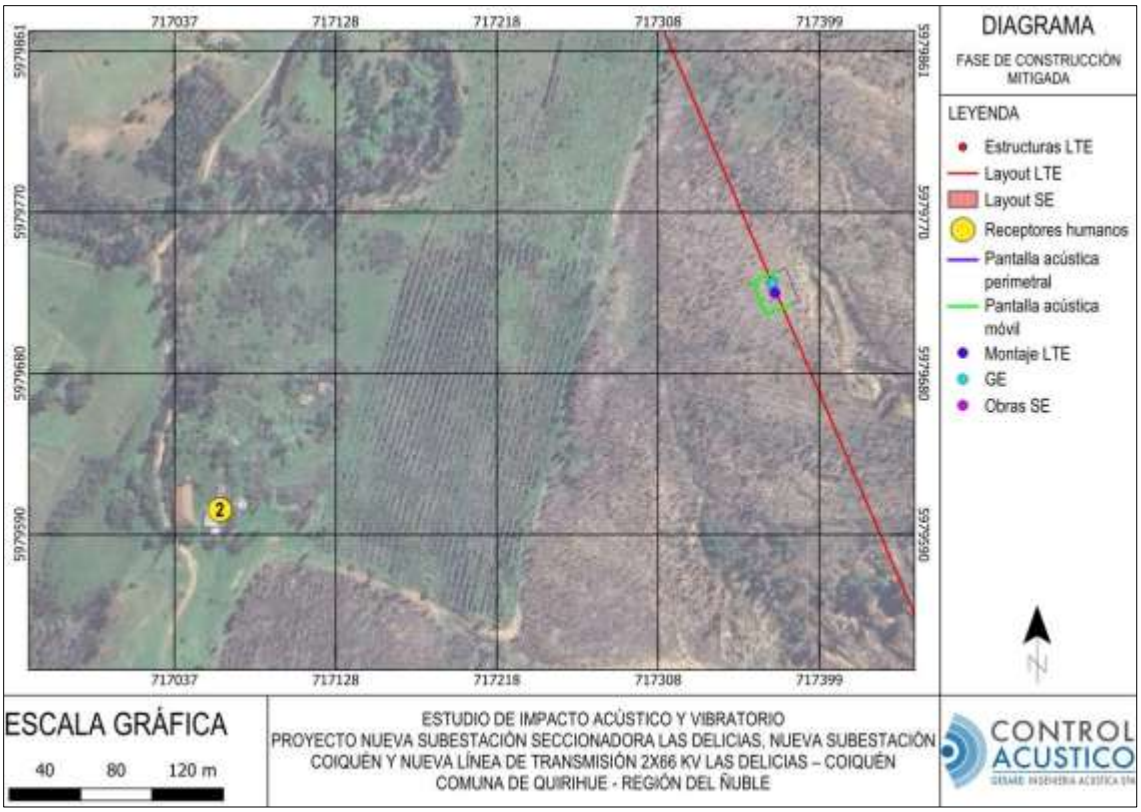
Receptor	Frente apantallado	Coordenadas UTM 18S		Dimensiones	
		Vértice		Altura [m]	Longitud [m]
		Este	Norte		
6 y 7	Obras civiles y montaje SE	716.049	5.985.838	2,4	330
		715.950	5.985.848		
		715.921	5.985.795		
		716.070	5.985.719		

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

8.3 ESQUEMAS DE MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS

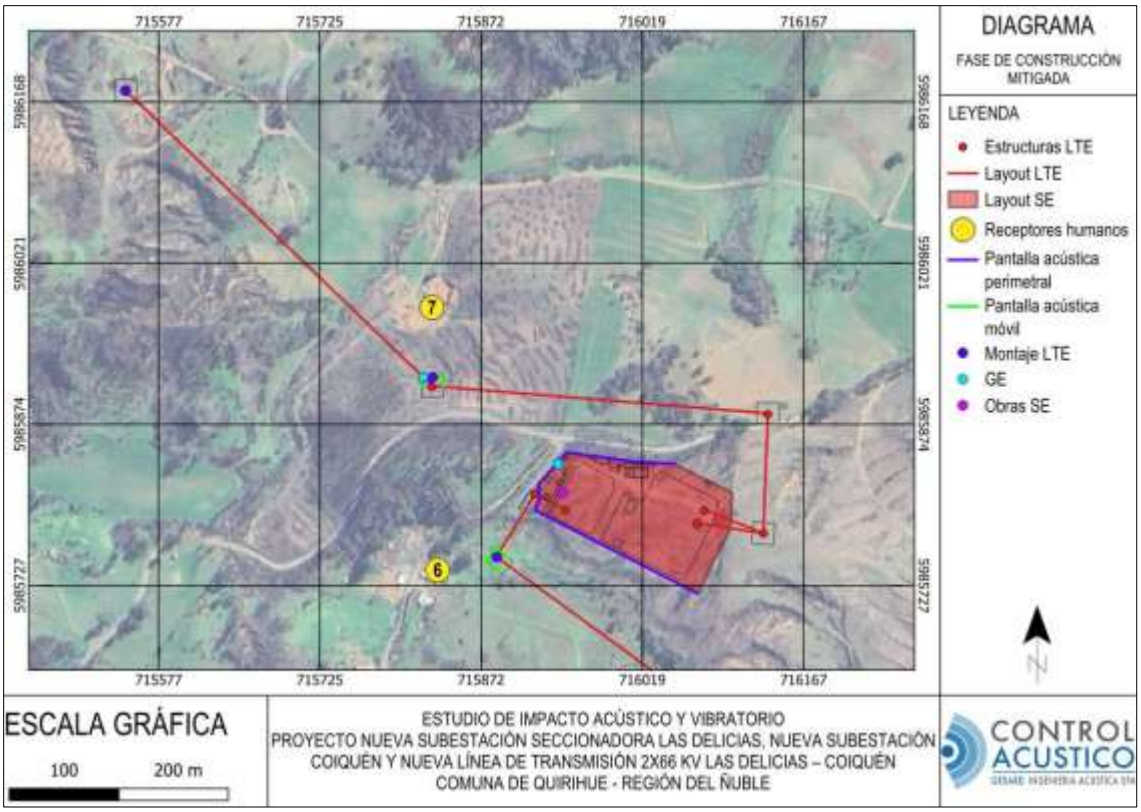
A continuación, se entregan las cartografías referenciales por cada receptor sensible asociado a las medidas de control de ruido descritas anteriormente.

Figura 8-1: Esquema de medidas de control de ruido implementadas en fase de construcción/cierre. Receptor 2.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 8-2: Esquema de medidas de control de ruido implementadas en fase de construcción/cierre. Receptor 6 y 7.



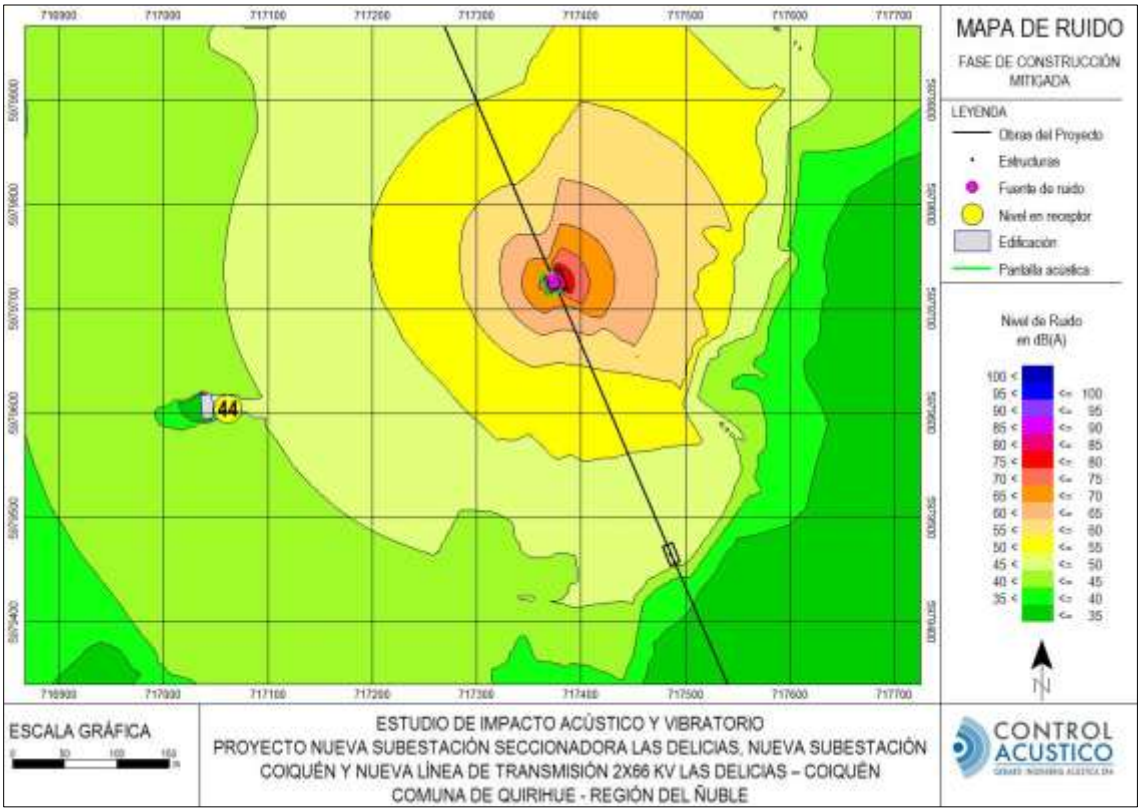
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

9. RESULTADOS CON MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS

9.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

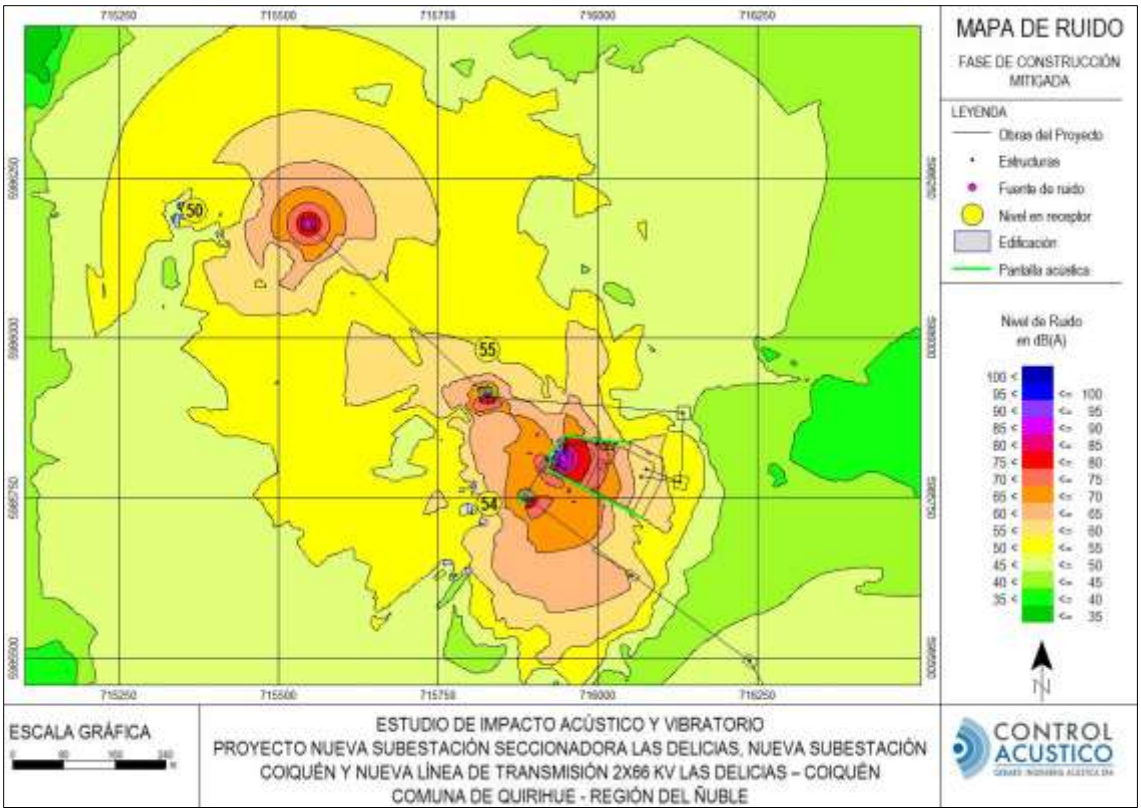
A continuación, se presenta el nivel de inmisión acústica estimado para la fase de construcción en cada punto de evaluación considerando la aplicación de las medidas de control ruido descritas en el acápite 8. Los valores se presentan en formato de tabla y mapas de propagación sonora, cuya altura de coloración está referida a 1,5 [m] del suelo.

Figura 9-1: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción con medidas de control implementadas. Receptor 2.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 9-2: Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fase de construcción con medidas de control implementadas. Receptor 6 y 7.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 9-1.: Evaluación de cumplimiento D.S. Nº38/2011 del MMA. Fase de construcción con medidas de control implementadas.

Receptor	Nivel proyectado diurno [dB(A)]	NPC Máximo permitido diurno [dB(A)]	Evaluación
1	59	65	Cumple
2	44	51	Cumple
3	53	57	Cumple
4	31	56	Cumple
5	47	52	Cumple
6	54	58	Cumple
7	55	59	Cumple
8	50	54	Cumple

Nota: Valor aproximado al entero más cercano
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Se aprecia en la evaluación anterior que las emisiones esperadas para la fase de construcción con las medidas de control implementadas cumplen con el máximo que establece D.S. N°38/11 del MMA en todos los receptores, con una holgura mínima de 4 [dB].

10. EVALUACIÓN DE IMPACTO ACUMULATIVO

A continuación, se presenta la evaluación de impacto acústico y vibratorio acumulativo considerando proyectos aledaños al Proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén" con el fin de identificar los niveles de ruido generados por los proyectos en forma conjunta, los cuales de esta forma podrían afectar a los receptores involucrados.

10.1 PROYECTOS ALEDAÑOS

Los proyectos que eventualmente podrían producir un impacto acústico acumulativo corresponden primeramente al proyecto "Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui" (en adelante "PA1"), ubicado parcialmente al interior del AI del presente Proyecto (ver Figura 10-1). Este proyecto se encuentra aprobado por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) a través de la Resolución Exenta N.º 202599101936 del 16 de octubre de 2025.

También el proyecto "Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue - Quirihue" (en adelante "PA2"), ubicado parcialmente al interior del AI del presente Proyecto (ver Figura 10-1). Este proyecto se encuentra aprobado por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) contando con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobada N.º 56 del 09 de marzo de 2009.

Para la evaluación se consideró la contribución energética del proyecto PA1 en sus etapas de construcción y operación, a partir de la información declarada en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Mientras que, se consideró la contribución energética del proyecto PA2 en su fase de operación, puesto que la fase de construcción ya ha sido completada, según cronogramas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y lo observable en fotografías satelitales.

Finalmente, para la evaluación de impacto sinérgico de ruido, se analiza la inmisión de estos proyectos en simultáneo, en las siguientes combinaciones:

- Fase de construcción Proyecto + Fase de construcción PA1 + Fase de operación PA2
- Fase de operación Proyecto + Fase de operación PA1 y PA2

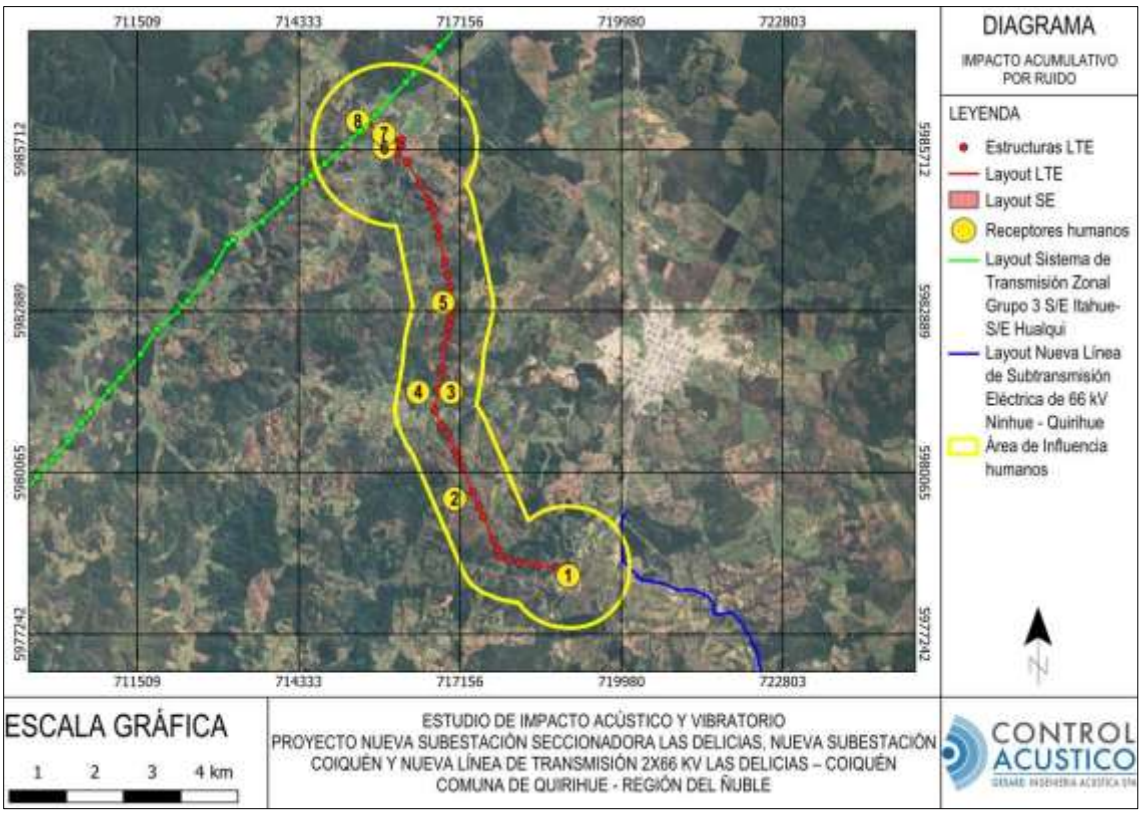
En la Figura 10-1 y Tabla 10-1, se indica la distribución y resumen de los proyectos aledaños considerados para la proyección y evaluación de Impacto Acústico Acumulativo respectivamente.

Tabla 10-1.: Resumen de proyectos considerados en la evaluación de Impacto Acumulativo por ruido.

Nombre Proyecto	Abreviación	RCA	Fase a considerar	Distancia al Proyecto [m]
Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue-S/E Hualqui	PA1	Aprobada - 2025	Construcción y Operación	0
Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue - Quirihue	PA2	Aprobada - 2009	Operación	910

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Figura 10-1: Esquema de evaluación de Impacto Acústico Acumulativo.



Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

10.1.1PA1 - Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui

Para modelar las obras de construcción y operación, se consideró la información presentada en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto "Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui".

Fase de construcción

Para la etapa de construcción, se utilizó lo presentado en la página 27, "Tabla 6: Secuencia Construcción Estructuras y Niveles de Ruido de Maquinarias", del documento "Actualización Informe ESTIMACIÓN RUIDO" [17], perteneciente al **Anexo 3-5 de la Adenda Excepcional** del expediente de evaluación ambiental del proyecto "Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui".

Figura 10-2: Extracto de fuentes de ruido en fase de construcción de proyecto PA1.

	Secuencia de actividades en una torre:		NPS a 10 m [dB(A)] Cuadrilla	Referencia BS 5228		Frecuencia [Hz], Nivel [dB]								NPS a 10 m [dB(A)] Maquinaria
				Tabla	Ítem	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
TRABAJOS PRELIMINARES	Paso 1: 1 día	1 pickup	50	consultor	Camioneta	62	49	42	44	47	43	40	34	50
	Paso 2: 1 día	1 furgoneta 18 pasajeros	51	consultor	Camión 3/4	54	53	47	48	45	45	40	37	51
	Paso 3: 1 día	Retroexcavadora de llantas	78	C2	8	74	66	64	64	63	60	59	50	68
		Bulldozer		C5	12	80	78	71	70	74	68	65	61	77
	Paso 4: 1 día	1 camión Aljibe	76	C4	16	79	73	71	75	72	67	59	50	76
	Espectro a modelar (Mayor Cuadrilla)					81	78	72	71	74	69	66	61	78
OBRAS CIVILES	Excavación: 3 días	Retroexcavadora de llantas	78	C2	8	74	66	64	64	63	60	59	50	68
		Perforadora de Pilas		C3	4	73	65	65	64	70	72	72	68	77
	Colocación de acero:	Camión grúa	70	C4	43	80	76	71	63	64	63	56	50	70
	Nivelación: 1 días	1 pickup	53	consultor	Camioneta	62	49	42	44	47	43	40	34	50
		1 furgoneta 11 pasajeros		consultor	Camión 3/4	54	53	47	48	45	45	40	37	51
	Hormigonado: 1 días	1 pickup	71	consultor	Camioneta	62	49	42	44	47	43	40	34	50
		Camión Mixer		C4	19	77	71	65	65	66	66	60	51	71
	MONTAJE :2 días	Furgoneta 18 pasajeros	70	consultor	Camión 3/4	54	53	47	48	45	45	40	37	51
		Camión grúa		C4	43	80	76	71	63	64	63	56	50	70
	Espectro a modelar (Mayor Cuadrilla)					77	69	68	67	71	72	72	68	78
TENDIDO	Cancha 1X:	Máquina Freno	69	consultor		67	60	61	68	65	61	57	51	69
		Retroexcavadora de llantas	70	C2	8	74	66	64	64	63	60	59	50	68
		Grupo Electrógeno		C4	87	77	72	64	60	59	57	54	42	65
	Cancha 2X:	Maquina Tiro	66	consultor		76	70	63	61	61	58	53	49	66
		Camión Grúa	70	C4	43	80	76	71	63	64	63	56	50	70
	Espectro a modelar (Mayor Cuadrilla)					79	73	67	65	64	62	60	51	70

Fuente: Actualización Informe ESTIMACIÓN RUIDO, "Tabla 6: Secuencia Construcción Estructuras y Niveles de Ruido de Maquinarias", Pág. 27.

Lo anterior presenta un nivel de inmisión conservador de 78 [dB(A)], medido a 10 [m] de la fuente de ruido (cuadrilla de mayor emisión para la construcción de estructuras LTE). Por lo anterior, se proyectan los niveles de ruido en los receptores del Proyecto, a partir de las emisiones declaradas y la atenuación por divergencia geométrica18, con la ubicación de las fuentes generadoras de ruido en la posición de menor distancia hacia

[18] ISO 9613-2:1996, Apartado "7.1 - Geometrical Divergence", Ecuación (7), Pág. 4.

los puntos evaluados, correspondiente a las estructuras de la línea de transmisión eléctrica.

A partir de lo anterior, en la Tabla 10-2 se presentan los niveles de inmisión proyectados por la fase de construcción del proyecto PA1, en los receptores del Proyecto para periodo diurno:

Tabla 10-2.: Proyección de nivel de ruido en receptores. Fase de construcción de proyecto PA1. Periodo diurno.

Receptor	Distancia al proyecto	NPS a 10 [m] [dB(A)] PA1 Cons.	Divergencia geométrica por distancia [dB]*	NPSeq Proyectado [dB(A)]
1	8.193	78	-58	20
2	5.809		-55	23
3	4.439		-53	25
4	4.046		-52	26
5	3.193		-50	28
6	514		-34	44
7	367		-31	47
8	175		-25	53

(*) Atenuación sonora por divergencia geométrica conservadora, obtenida a partir de la expresión 20*log10(X/Y); donde X es la distancia fuente-receptor e Y es la distancia original en la que se midió la emisión.
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Fase de operación

Para la etapa de operación, se utilizó lo presentado en la página 61, "Tabla 21: Resultados y Evaluación Ruido – Fase de Operación", del mismo documento.

Figura 10-3: Extracto de fuentes de ruido en fase de operación de proyecto PA1.

Receptor	Distancia [m]	NPS Aporte individual por Trazado [dBA] modelo alemán FGH								Resultado Modelo FGH [dBA]	límite más restrictivo [dBA]	Evaluación
		Itahue - Mataquito	Mataquito - Nirivilo	Nirivilo - Cauquenes	Cauquenes - Parral	Cauquenes - Dichato	Dichato - Tomé	Dichato - Hualqui	Hualqui - Chiguayante			
R072.3	85					35				**35**	42	Cumple
R072.4	71					36				**36**	42	Cumple
R072.5	35					39				**39**	42	Cumple
R073.1	129					33				**33**	40	Cumple
R073.2	60					37				**37**	50	Cumple
R074	181					32				**32**	49	Cumple
R075.1	68					36				**36**	45	Cumple
R075.2	101					34				**34**	45	Cumple
R075.3	135					33				**33**	45	Cumple
R076.1	167					32				**32**	44	Cumple
R076.2	48					37				**37**	44	Cumple
R077	346					29				**29**	40	Cumple
R078	377					29				**29**	44	Cumple
R079	360					29				**29**	45	Cumple
R080	849					25				**25**	41	Cumple
R081	659					26				**26**	44	Cumple
R082	206					31				**31**	46	Cumple
R083	1.017					24				**24**	39	Cumple
R084	312					29				**29**	40	Cumple

Fuente: Actualización Informe ESTIMACIÓN RUIDO, " Tabla 21: Resultados y Evaluación Ruido – Fase de Operación", Pág. 61.

Lo anterior presenta un nivel de inmisión conservador de 39 [dB(A)], ubicado a 35 [m] de la fuente de ruido (eje central de la LTE), asociado al nivel de emisión de RA por LTE del tramo 4: Cauquenes – Dichato, sector más cercano al presente Proyecto.

Por lo anterior, se proyectan los niveles de ruido en los receptores del Proyecto, a partir de las emisiones declaradas y la atenuación por divergencia geométrica, con la ubicación de las fuentes generadoras de ruido en la posición de menor distancia hacia los puntos evaluados, correspondiente al eje central de la línea de transmisión eléctrica.

A partir de lo anterior, en la Tabla 10-3 se presentan los niveles de inmisión proyectados por la fase de operación del proyecto PA1, en los receptores del Proyecto para periodo diurno y nocturno:

Tabla 10-3.: Proyección de nivel de ruido en receptores. Fase de operación de proyecto PA1. Periodo diurno y nocturno.

Receptor	Distancia al proyecto	NPS a 35 [m] [dB(A)] PA1 Oper.	Divergencia geométrica por distancia [dB]*	NPSeq Proyectado [dB(A)]
1	8.193	39	-24	15
2	5.803		-22	17
3	4.438		-21	18
4	4.046		-21	18
5	3.191		-20	19
6	508		-12	27
7	341		-10	29
8	145		-6	33

(*) Atenuación sonora por divergencia geométrica conservadora a partir de una fuente lineal, obtenida a partir de la expresión 10*log10(X/Y); donde X es la distancia fuente-receptor e Y es la distancia original en la que se midió la emisión.
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

10.1.2 PA2 - Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue – Quirihue

Para modelar las obras de operación, se considera la información presentada en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto "Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue – Quirihue", en particular, a lo presentado en la página 8, acápite 2.5 – Niveles de inmisión de ruido Etapa Operación, del Anexo 5: Ruido[19], de la Declaración de Impacto Ambiental del Expediente de Evaluación de Impacto Ambiental presentado en el SEIA.

Figura 10-4: Extracto de fuentes de ruido en fase de operación de proyecto PA2.

2.5 Niveles de inmisión de ruido Etapa Operación

Un efecto a evaluar durante la operación del proyecto corresponde al efecto corona, zumbido presente en cables de alta tensión.

De acuerdo a literatura revisada (Estudio de Impacto Ambiental realizado por Dr. Tomberger Zt - GmbH), el Nivel de inmisión de ruido a 40 m de una línea de alta tensión es de 25 dB, los que corresponde a un Nivel de Potencia Acústica Lw= 65 dB.

Fuente: Anexo 5: Ruido, " acápite 2.5 – Niveles de inmisión de ruido Etapa Operación", Pág. 8.

[19] GHD S.A (2008). Declaración de Impacto Ambiental "Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue – Quirihue" Anexo 5: Ruido. Documento perteneciente al expediente de evaluación ambiental proyecto Resolución Exenta N.º 56 del 09 de marzo de 2009. Obtenido en: https://seia.sea.gob.cl/archivos/Anexo_5_Ruido.pdf

La sección 2.5 de dicho documento presenta un nivel de inmisión de 25 [dB(A)], ubicado a 40 [m] de la fuente de ruido (LTE). Por lo anterior, se proyectan los niveles de ruido en los receptores del Proyecto, a partir de las emisiones declaradas y la atenuación por divergencia geométrica, con la ubicación de las fuentes generadoras de ruido en la posición de menor distancia hacia los puntos evaluados, correspondiente al eje central de la línea de transmisión eléctrica.

A partir de lo anterior, en la Tabla 10-4 se presentan los niveles de inmisión proyectados por la fase de operación del proyecto PA2, en los receptores del Proyecto para periodo diurno y nocturno:

Tabla 10-4.: Proyección de nivel de ruido en receptores. Fase de operación de proyecto PA2. Periodo diurno y nocturno.

Receptor	Distancia al proyecto	NPS a 40 [m] [dB(A)] PA2 Oper.	Divergencia geométrica por distancia [dB]*	NPSeq Proyectado [dB(A)]
1	1.000	25	-14	11
2	2.950		-19	6
3	3.710		-20	5
4	4.193		-20	5
5	4.881		-21	4
6	7.672		-23	2
7	7.877		-23	2
8	8.312		-23	2

(*) Atenuación sonora por divergencia geométrica conservadora a partir de una fuente lineal, obtenida a partir de la expresión 10*log10(X/Y); donde X es la distancia fuente-receptor e Y es la distancia original en la que se midió la emisión.
Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

10.2 PROYECCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO ACUMULATIVO

A continuación, se presenta la evaluación de impacto acústico acumulativo considerando proyectos aledaños al Proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén", correspondientes a la contribución energética del proyecto "Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui" (PA1) y del proyecto "Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue – Quirihue" (PA2), con el objetivo de identificar los niveles de ruido generados por los proyectos en forma conjunta en cada escenario correspondiente, los cuales de esta forma podrían afectar a los receptores involucrados.

En cuanto a la evaluación, cabe señalar que, bajo el lineamiento del criterio del SEIA "Evaluación del Efecto Sinérgico asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la

Población"; se considerará como criterio de evaluación los máximos permitidos establecidos por la normativa BOE-A-2011-399.

De esta forma, para la evaluación normativa BOE-A-2011-3, se considerarán los descriptores o índices de ruido *Ld* y *Le,* los cuales corresponden a los periodos diurno (07:00 – 19:00 [h]), tarde (19:00 – 23:00 [h]) y noche (23:00 – 07:00 [h]) respectivamente, para uso de suelo residencial en todos los receptores del Proyecto. Los resultados de los niveles de inmisión acústica se presentan mediante tablas de proyección y evaluación.

10.2.1 Fase de construcción Proyecto + Fase de construcción PA1 + Fase de operación PA2

A continuación, en la Tabla 10-5 se presenta la evaluación para periodo diurno de impacto acumulativo de ruido para la fase de construcción del Proyecto, presentados en el acápite 9.1 con las medidas de control implementadas, en conjunto con las emisiones estimadas para la fase de construcción y operación del proyecto PA1 y PA2 respectivamente:

Tabla 10-5.: Nivel estimado y evaluación de impacto acumulativo según BOE-A-2011-399. Fase construcción mitigada del Proyecto en sinergia con proyectos aledaños. Periodo diurno.

Receptor	Nivel Proyectado Cons. [dB(A)]	Nivel Proyectado Cons. [dB(A)] PA1	Nivel Proyectado Oper. [dB(A)] PA2	Suma energética [dB(A)]	Máximo permitido Periodo día / tarde [dB(A)]	Evaluación
1	59	20	11	59	65	Cumple
2	44	23	6	44	65	Cumple
3	53	25	5	53	65	Cumple
4	31	26	5	32	65	Cumple
5	47	28	4	47	65	Cumple
6	54	44	2	54	65	Cumple
7	55	47	2	56	65	Cumple
8	50	53	2	55	65	Cumple

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Como se observa en la tabla anterior, los valores estimados para la fase de construcción mitigada del presente Proyecto en conjunto con la contribución energética de proyectos aledaños, cumplen con los máximos permitidos establecidos por normativa de referencia BOE-A-2011-399.

10.2.2Fase de operación Proyecto + Fase de operación PA1 y PA2

A continuación, se presenta la evaluación para periodo diurno y nocturno de impacto acumulativo de ruido para la fase de operación del Proyecto, presentados en el acápite 7.4.2.1, en conjunto con las emisiones estimadas para la fase de operación del proyecto PA1 y PA2:

Tabla 10-6.: Nivel estimado y evaluación de impacto acumulativo según BOE-A-2011-399. Fase operación del Proyecto en sinergia con proyectos aledaños. Periodo diurno.

Receptor	Nivel Proyectado Oper. [dB(A)]	Ruido audible LTE [dB(A)]	Nivel Proyectado Oper. [dB(A)] PA1	Nivel Proyectado Oper. [dB(A)] PA2	Suma energética [dB(A)]	Máximo permitido Periodo día / tarde [dB(A)]	Evaluación
1	30	11	15	11	30	65	Cumple
2	4	7	17	6	18	65	Cumple
3	1	9	18	5	19	65	Cumple
4	0	7	18	5	19	65	Cumple
5	0	10	19	4	20	65	Cumple
6	37	15	27	2	37	65	Cumple
7	35	15	29	2	36	65	Cumple
8	21	10	33	2	33	65	Cumple

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Tabla 10-7.: Nivel estimado y evaluación de impacto acumulativo según BOE-A-2011-399. Fase operación del Proyecto en sinergia con proyectos aledaños. Periodo nocturno.

Receptor	Nivel Proyectado Oper. [dB(A)]	Ruido audible LTE [dB(A)]	Nivel Proyectado Oper. [dB(A)] PA1	Nivel Proyectado Oper. [dB(A)] PA2	Suma energética [dB(A)]	Máximo permitido Periodo noche [dB(A)]	Evaluación
1	30	11	15	11	30	55	Cumple
2	4	7	17	6	18	55	Cumple
3	1	9	18	5	19	55	Cumple
4	0	7	18	5	19	55	Cumple
5	0	10	19	4	20	55	Cumple
6	37	15	27	2	37	55	Cumple
7	35	15	29	2	36	55	Cumple
8	21	10	33	2	33	55	Cumple

Fuente: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2026.

Como se observa en las tablas anteriores, los valores estimados para la fase de operación del presente Proyecto en conjunto con la fase de operación de proyectos aledaños, cumplen con los máximos permitidos establecidos por normativa BOE-A-2011-399 en periodo diurno y nocturno, con una holgura mínima de 18 [dB].

11. CONCLUSIONES

El presente informe corresponde al estudio de impacto acústico y vibratorio , donde se entregan los niveles obtenidos de nivel de presión sonora y vibraciones registrados en las mediciones basales en sectores sensibles cercanos al emplazamiento del Proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén", el cual se ubicará en la comuna de Quirihue, Región del Ñuble, obteniéndose ocho (08) receptores humanos, cuatro (04) puntos de evaluación por flujo vehicular y tres (03) puntos asociados a hábitats de relevancia de fauna, de muestreo de nivel de ruido y vibraciones que caracterizan dichos sectores sensibles.

Los receptores se determinaron por su cercanía con el área del Proyecto, de manera de representar los más expuestos a las futuras emisiones de ruido provenientes de éste, entre los cuales se seleccionaron viviendas y diversas construcciones que presentarán un habitual tránsito de personas y zonas vinculadas a la presencia de fauna.

El análisis acústico del Proyecto utilizó un modelo de ruido asistido por el software SoundPLAN v9.1, el cual permitió estimar el nivel de ruido generado por la maquinaria involucrados en las fases de construcción del Proyecto. La fase de operación fue proyectada en concordancia con el "Criterio de Evaluación en el SEIA: Consideraciones para la Predicción y Evaluación de las Emisiones de Ruido Audible Asociado al Efecto Corona en Proyectos de Transmisión Eléctrica". Los niveles de presión acústica obtenidos fueron evaluados de acuerdo con el máximo permitido por el D.S. N° 38/11 del MMA, verificando que no se superan los máximos en ningún receptor considerando la aplicación de medidas de control presentadas en este Estudio, correspondientes a pantallas acústicas móviles y perimetrales para la fase de construcción, las cuales deben ser replicadas durante la fase de cierre para faenas con maquinaria pesada equivalente a la utilizada en la fase de construcción.

Respecto a los niveles de vibración proyectados, se verifica que las emisiones vibratorias del Proyecto están por debajo de los máximos recomendados por la guía de referencia FTA, para criterios de daño estructural y molestia en humanos.

Por otro lado, verificó el cumplimiento normativo sobre los hábitats de relevancia, además se establecieron las distancias de afectación, en las que se describen los umbrales máximos permitidos para fauna de acuerdo con los lineamientos del criterio SEA, el cual proporciona los máximos permisibles para los grupos taxonómicos que fueron avistados en sectores aledaños (anfibios y avifauna). El análisis permitió estimar las distancias de afectación conductual para todos los grupos analizados. A partir de ello, se determinaron distancias de afectación: en faenas constructivas de la SE, con 60 [m]

para anfibios y 90 [m] para avifauna. Para la construcción de la LTE dichas distancias corresponden a 30 [m] para anfibios y 47 [m] para avifauna.

Para la fase de operación, con un buffer de afectación conductual de 19 [m] para anfibios y 36 [m] para avifauna; mientras que el umbral fisiológico definido, no se alcanza a describir en los mapas de propagación sonora.

Además, en los puntos de evaluación FL1 al FL4, se evaluaron las emisiones de ruido y vibraciones producto del flujo vehicular, en el escenario más conservador del Proyecto, evidenciando el cumplimiento de los máximos referenciales indicados en la norma suiza OPB 814.41, para ruido y la guía de la FTA: "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual" en vibraciones, por lo que se asume que el flujo vehicular vinculado al Proyecto en sus diferentes fases, no generará un impacto negativo en los receptores evaluados.

Adicionalmente, se realizó la evaluación de impacto acústico acumulativo en conjunto a los proyectos "Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui" y "Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue – Quirihue", donde se verificó el cumplimiento normativo en la totalidad de los receptores evaluados de acuerdo con el criterio del SEIA "Evaluación del Efecto Sinérgico asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población".

En virtud de lo señalado anteriormente, se verifica que el Proyecto no generará un impacto acústico ni vibratorio negativo en los receptores cercanos al emplazamiento de éste.

12. BIBLIOGRAFÍA

BS 5228-1:2009, "*Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites*".

Comunidad Autónoma de Aragón (2010). BOE-A-2011-399 Ley 7/2010 de protección contra la contaminación acústica de Aragón.

Federal Transit Administration. (2018). Transit noise and vibration impact assessment.

International Electrotechnical Commission. (2013). IEC 61672-3:2013 electroacoustics – Sound level meters – Part 3: Periodic tests.

International Electrotechnical Commission. (2017). IEC 60942:2017 electroacoustics – Sound calibrators.

ISO 9613-2:1996, *Attenuation of sound during propagation outdoors*.

Ministerio del Medio Ambiente – MMA (2023). Medidas y Recomendaciones para el Control y Gestión de Ruido en Actividades de Construcción.

Ministerio del Medio Ambiente. (2011). Decreto Supremo N° 38/2011: Establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica.

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Resolución exenta N° 491: Dicta instrucción de carácter general sobre criterio para homologación de zonas del Decreto Supremo N° 38, de 2011. Diario Oficial de la República de Chile.

Samir N. Y. Gerges, *Ruido, Fundamentes y control*, Primera edición en español, 1998.

Servicio de Evaluación Ambiental – SEA (2023). Criterio de Evaluación en el SEIA: Consideraciones para la Predicción y Evaluación de las Emisiones de Ruido Audible Asociado al Efecto Corona en Proyectos de Transmisión Eléctrica.

Servicio de Evaluación Ambiental (2022). Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación del Efecto Sinérgico asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población.

Servicio de Evaluación Ambiental. (2019). Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA.

Servicio de Evaluación Ambiental. (2022). Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa.

Software Designers & Consulting Engineers for Noise Control & Environmental Protection *SoundPLAN* User Manual.

13. GLOSARIO

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

Decibel A [dB(A)]: Es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias A.

Fuente emisora de ruido: Actividad productiva, comercial, de esparcimiento y de servicios, faenas constructivas y elementos de infraestructura que generen emisiones de ruido hacia la comunidad (según D.S. N°38/2011 del MMA).

Nivel de Presión Sonora (NPS o L_p): Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

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

Dónde:

P_1: Valor efectivo de la presión medida

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

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq}): Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que, en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

Nivel de Presión Sonora Máximo ($NPS_{máx}$): Es el NPS más alto registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.

Nivel de Presión Sonora Mínimo ($NPS_{mín}$): Es el NPS más bajo registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.

Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC): Es aquel nivel de presión sonora continuo equivalente, que resulte de aplicar el procedimiento de medición y las correcciones definidas en el D.S. N°38/2011 del MMA, según corresponda.

Receptor: Toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa (según D.S. N°38/2011 del MMA).

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

Vibraciones: Perturbación que provoca la oscilación de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.

Acelerómetro: Dispositivo que convierte los efectos del movimiento mecánico en una señal eléctrica, la cual es proporcional al valor de aceleración del movimiento.

Analizador de Frecuencia: Equipo de medición acústica que permite analizar los componentes en frecuencia de un sonido.

Velocidad eficaz o RMS: Valor cuadrático medio (RMS) de velocidad de la onda de vibración.

Velocidad de referencia: Velocidad utilizada para transformar la velocidad vibratoria en nivel de velocidad vibratoria, como 10–6 $[\frac{\text{in}}{\text{s}}]$, definida en normativas internacionales.

Bandas de tercio de Octava: Intervalo entre dos tonos cuya relación es de un tercio de la octava, (21/3 o 1,259).

Nivel de Velocidad (Lv): Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

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

Dónde:

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

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

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

14. APÉNDICES

14.1 APÉNDICE 1 FICHAS DE MEDICIÓN

14.2 APÉNDICE 2 INSTRUMENTAL UTILIZADO

- 01 sonómetro marca RION, modelo NL-52, Clase 1 según IEC 61672-3:2013.
- 01 calibrador de niveles sonoros marca RION, modelo NC-74, Clase 1 según IEC 60942-1:2017.
- 01 medidor de vibraciones terrestres triaxial marca RION, modelo VM-56.
- 01 cámara fotográfica digital marca Canon, modelo Powershot Elph 160.
- 01 termo anemómetro marca Extech modelo 41158.
- 01 GPS (Global Positioning System) marca Garmin, modelo Legend H.

14.3 APÉNDICE 3 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTAL

14.4 APÉNDICE 4 POTENCIAS ACÚSTICAS

14.5 APÉNDICE 5. PROFESIONALES PARTICIPANTES

LISTADO DE PROFESIONALES	
Jefe de Proyecto	Joaquín López Cañón
Gerente de Proyectos	Claudio Salas Castro
Gerente Técnico	Max Glisser Donoso
Ingeniero de Proyecto	Cristóbal Sandoval Velásquez
Ingeniero de Terreno	Marcos Painequeo Quimen