INFORME DE MODELACIÓN Y EVALUACIÓN DE VIBRACIONES SEGÚN "TRANSIT NOISE AND VIBRATION IMPACT ASSESSMENT"

SONAC

Sonido & Acústica

"Estudio de Impacto Vibraciones, Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kv"

ELABORADO POR: CARLOS MORALES RETAMAL
INGENIERO EN SONIDO

JAVIER HERNÁNDEZ MENA
INGENIERO ACÚSTICO

SEPTIEMBRE 2026

ÍNDICE

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 4
2.1 Objetivo General 5
2.2 Objetivos Específicos 5
3. BASE LEGAL DE REFERENCIA 6
3.1 Normativa ambiental aplicable a Vibraciones 6
4. MODELOS DE PROPAGACIÓN 6
4.1 Modelo de cálculo de emisión de vibraciones 7
4.2 Vibraciones generadas por actividad Humana 7
5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 11
6. RECEPTORES EVALUADOS 13
7. ÁREA DE INFLUENCIA 14
8. ESCENARIOS DEL PROYECTO 16
9. EMISIONES ASOCIADAS AL PROYECTO 17
9.1 Fases y niveles de emisión de vibración 17
10. RESULTADOS EMISION DE VIBRACIONES 18
10.1 Resultados fase de construcción, operación y cierre 18
11. SINERGIA 21
12. CONCLUSIONES 24
APÉNDICE 27
APÉNDICE 1: MODELO DE PROYECCIÓN DE VELOCIDAD VIBRATORIA 27

ÍNDICE DE IMÁGENES

Pág.

Imagen 1: Ubicación General del Proyecto 12
Imagen 2: Ubicación Receptores Proyecto. 14
Imagen 3: Área de Influencia. 14

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Descripción de usos de suelo de acuerdo a FTA 9
Tabla 2: Niveles de Impacto de acuerdo a FTA 10
Tabla 3: Criterio de evaluación de daño de estructuras acorde con FTA. 10
Tabla 4: Receptores evaluados..... 13
Tabla 5: Maquinaria a utilizar..... 16
Tabla 6: Descripción, caracterización y periodo de generación de fuentes vibratorias para cada fase y escenario 17
Tabla 7: Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Construcción 17
Tabla 8:Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Operación 17
Tabla 9: Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Operación Nocturno..... 18
Tabla 10: Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Cierre 18
Tabla 11: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Construcción, Escenario N°1, consideran uso de Rodillo Compactador, como principal fuente..... 19
Tabla 12: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Operación diurno, Escenario N°2, consideran uso de grupo electrógeno como principal fuente. 19
Tabla 13: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Operación nocturno, Escenario N°3, consideran uso de grupo electrógeno, como principal fuente. 20
Tabla 14: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Cierre, Escenario N°4, consideran uso de rodillo compactador , como principal fuente. 20

1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Vibraciones tiene por finalidad proyectar y evaluar los niveles de vibración que podrían generarse durante las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV”, considerando las actividades, equipos, maquinaria y desplazamientos vehiculares asociados a su ejecución. La evaluación busca determinar si las emisiones vibratorias del Proyecto podrían generar molestias en la población o producir efectos sobre la integridad de las edificaciones ubicadas en su entorno.

En Chile no existe una normativa ambiental específica que establezca límites generales de vibración aplicables a proyectos de esta naturaleza. Por esta razón, la evaluación se desarrolla utilizando como principal referencia técnica el documento “Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual”, publicado por la Federal Transit Administration de Estados Unidos en 2018. Esta metodología proporciona criterios internacionalmente reconocidos para caracterizar la propagación de vibraciones a través del terreno y evaluar sus efectos sobre las personas y las estructuras.

El análisis considera los receptores sensibles más próximos a las áreas de intervención, frentes de trabajo, caminos de acceso y demás sectores en los cuales puedan desarrollarse actividades con capacidad de generar vibraciones. Para cada receptor se considera su distancia respecto de las fuentes, las características generales de las edificaciones y las condiciones de operación representativas de las diferentes fases del Proyecto.

La proyección de los niveles de vibración se efectúa a partir de valores de emisión referenciales asociados a los equipos y actividades evaluados, aplicando la metodología de propagación establecida por la FTA. Los resultados se expresan mediante los parámetros utilizados por dicha referencia técnica, considerando el nivel de velocidad de vibración expresado en decibeles de vibración (VdB) para evaluar la respuesta o eventual molestia de las personas, y la velocidad máxima de partícula (PPV) para analizar el potencial de daño sobre las edificaciones.

Para representar una condición conservadora, en cada fase se seleccionan las fuentes o actividades con mayor capacidad de emisión vibratoria y se adoptan las menores distancias razonablemente previsibles entre estas y los receptores sensibles. De esta forma, el estudio representa escenarios desfavorables que permiten determinar anticipadamente si las actividades del Proyecto podrían superar los criterios de referencia y si resulta necesario establecer medidas de control, restricciones operacionales o procedimientos de seguimiento.

La evaluación comprende las fases de construcción, operación y cierre. No obstante, se reconoce que la fase de construcción normalmente concentra la mayor cantidad de maquinaria pesada, movimiento de vehículos y actividades de preparación del terreno, por lo que representa, en principio, el escenario de mayor emisión vibratoria. Durante la operación, las fuentes

corresponden principalmente al funcionamiento de los equipos permanentes y a los desplazamientos vehiculares asociados a la mantención del parque solar y de la línea de transmisión. Para la fase de cierre se consideran las actividades de desmontaje, retiro de instalaciones y restitución de los sectores intervenidos.

En consecuencia, el estudio proporciona los antecedentes técnicos necesarios para establecer si las vibraciones generadas por el Proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV” se mantendrán dentro de niveles compatibles con la protección de la población y de las edificaciones cercanas. Asimismo, permite identificar las actividades de mayor relevancia vibratoria y fundamentar, cuando corresponda, la adopción de medidas de manejo ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Modelar y evaluar los niveles de vibración que podrían generarse durante las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV”, con el propósito de determinar su eventual incidencia sobre la población y las edificaciones cercanas, verificando el cumplimiento de los criterios de confort humano y prevención de daño estructural establecidos en el documento “Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual” de la Federal Transit Administration, edición 2018.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las actividades, equipos, maquinaria y desplazamientos vehiculares con capacidad de generar vibraciones durante las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto.
- Identificar y caracterizar los receptores sensibles ubicados en el entorno de las áreas de intervención, considerando su distancia respecto de las fuentes vibratorias y las características generales de las edificaciones.
- Seleccionar, para cada fase del Proyecto, las fuentes o actividades que representen la mayor emisión vibratoria y definir escenarios conservadores de evaluación.
- Proyectar los niveles de vibración en los receptores sensibles mediante la metodología de propagación establecida por la Federal Transit Administration, considerando la distancia entre las fuentes y los receptores.
- Evaluar la eventual molestia sobre las personas mediante niveles expresados en decibeles de vibración (VdB) y analizar el potencial de daño sobre las edificaciones mediante la velocidad máxima de partícula (PPV).
- Comparar los niveles proyectados con los criterios y umbrales de referencia establecidos por la FTA para los distintos tipos de receptores y edificaciones considerados en el estudio.

- Determinar el escenario, la fuente y el receptor que representen la condición vibratoria más desfavorable del Proyecto, estableciendo los correspondientes márgenes respecto de los criterios de referencia.
- Delimitar el área de influencia asociada al componente vibraciones, considerando la extensión territorial dentro de la cual los niveles proyectados podrían alcanzar los umbrales adoptados para la evaluación.
- Verificar si las vibraciones generadas durante las distintas fases del Proyecto podrían ocasionar molestias significativas en la población o representar un riesgo de daño para las edificaciones ubicadas en su entorno.
- Proponer, cuando corresponda, medidas de control, restricciones operacionales, distancias mínimas de resguardo o procedimientos de seguimiento para asegurar la protección de los receptores sensibles y de las estructuras cercanas.

3. BASE LEGAL DE REFERENCIA

3.1 Normativa ambiental aplicable a Vibraciones

En Chile no existe una norma ambiental específica que establezca límites de vibración aplicables de manera general a proyectos sometidos al SEIA. En este contexto, la evaluación se desarrolla conforme a los lineamientos metodológicos establecidos en la **"Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido y Vibración en el SEIA"** del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2019), la cual constituye el marco técnico principal para la identificación, predicción y evaluación de efectos asociados a vibraciones.

De acuerdo con dicha guía, y ante la ausencia de normativa nacional específica, se adopta como norma de referencia el documento **"Transit Noise and Vibration Impact Assessment"**, elaborado por la Federal Transit Administration de Estados Unidos (FTA, 2018). Este documento entrega criterios técnicos para evaluar los efectos de las vibraciones generadas por proyectos sobre las personas y las edificaciones próximas.

La metodología FTA distingue dos vías principales de evaluación. La primera se relaciona con la percepción y respuesta de las personas frente a la vibración transmitida por el terreno, considerando potenciales molestias, interrupción de actividades o alteración de condiciones de confort. La segunda se asocia a la posibilidad de daño físico o estético en estructuras cercanas, cuya susceptibilidad depende, entre otros factores, de la tipología constructiva, materialidad, estado de conservación y distancia respecto de la fuente emisora.

Las fuentes de vibración asociadas a actividades de construcción pueden generar distintos niveles de energía y velocidad de partícula en el terreno. Entre ellas se encuentran el hincado de pilotes, compactación dinámica, tronaduras, movimientos de tierra y la operación de maquinaria pesada. Dependiendo de las características de la fuente, las condiciones geotécnicas locales y

la distancia a los receptores, estas vibraciones pueden generar desde perceptibilidad o molestias en las personas y eventuales interferencias en equipos sensibles, hasta efectos cosméticos o daños de mayor entidad en estructuras vulnerables.

4. MODELOS DE PROPAGACIÓN

4.1 Modelo de cálculo de emisión de vibraciones

La evaluación considera la contribución individual de las fuentes vibratorias del Proyecto y la identificación de la condición de mayor vibración proyectada en cada receptor. Este criterio permite mantener coherencia entre la metodología, la selección de maquinaria y la presentación de resultados, con el alcance que se precisa a continuación.

Las vibraciones transmitidas por el terreno tienden a disminuir a medida que aumenta la distancia entre la fuente y el receptor. Su percepción y sus efectos dependen, además, de las características de la fuente, del suelo y de las edificaciones. Por ello, se distinguen la evaluación del potencial de daño en estructuras y la evaluación de molestias en las personas.

Método de estimación

La estimación utiliza como referencia técnica el Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual de la Federal Transit Administration (FTA, 2018), sección 7.2. Este procedimiento evalúa cada equipo individualmente, mediante la velocidad máxima de partícula (PPV) para el potencial de daño y el nivel de velocidad vibratoria (Lv), basado en la velocidad eficaz o RMS, para molestias.

a Velocidad máxima de partícula

$$PPV_{equipo} = PPV_{ref} \cdot (25/D)^{1,5}$$

Donde PPVequipo es la velocidad máxima de partícula proyectada en el receptor, en pulgadas por segundo; PPVref es el valor de referencia del equipo a 25 pies, en la misma unidad; y D es la distancia entre la fuente y el receptor, expresada en pies.

b Nivel de velocidad vibratoria

$$L_v\,(D) = L_{v,ref} - 30 \cdot log_{10}(D/25)$$

Donde Lv(D) es el nivel de velocidad vibratoria proyectado en el receptor, en VdB; Lv,ref es el nivel de referencia del equipo a 25 pies; y D es la distancia fuente–receptor, en pies. Los VdB se expresan respecto de una velocidad RMS de 1 micropulgada por segundo.

Los valores de emisión de referencia se obtienen de la tabla 7-4 del manual, correspondientes a una distancia de 25 pies (7,62 m). Las ecuaciones representan una aproximación para fuentes puntuales y condiciones normales de propagación.

Selección de la condición de evaluación

Para cada fase y receptor, la selección de la maquinaria representativa debe considerar conjuntamente su emisión de referencia y la separación mínima prevista entre el equipo y el punto de evaluación. La condición individual más desfavorable corresponde a la fuente que produce la mayor PPV o el mayor Lv proyectado en ese receptor, según el indicador evaluado.

La utilización de una única maquinaria por fase es representativa de las contribuciones individuales restantes únicamente cuando se justifica que estas no generan valores superiores en los receptores. El mayor valor de emisión de referencia permite establecer esa condición si las distancias son equivalentes o si se adopta para dicha fuente una distancia conservadora que cubra las ubicaciones posibles de los demás equipos. Cuando las distancias difieren, debe verificarse cuál es la contribución mayor en cada receptor.

Alcance respecto de la operación simultánea

La metodología adoptada no calcula un valor global mediante la suma de los cuadrados de las PPV ni mediante la suma energética de los niveles Lv de los distintos equipos. En consecuencia, los resultados representan contribuciones individuales y no una estimación de la vibración conjunta de todas las fuentes en operación simultánea.

No se aplica la expresión de suma cuadrática de velocidades máximas, pues los máximos de cada señal no necesariamente coinciden en el tiempo. Asimismo, una combinación energética de velocidades RMS requiere justificar las condiciones de correlación de las señales; no puede trasladarse automáticamente a las PPV ni aplicarse sin esos antecedentes.

Las situaciones con concurrencia de equipos relevantes cerca de receptores sensibles deben identificarse y, cuando corresponda, fundamentarse mediante un análisis específico de simultaneidad o medidas de control y verificación.

Los resultados individuales se comparan con los criterios de referencia adoptados para cada receptor. Las conclusiones deben mantener ese alcance y explicitar los supuestos de distancia, selección de fuentes y simultaneidad que las sustentan.

Para cada fase del Proyecto se identificarán las fuentes con potencial de emisión vibratoria y sus ubicaciones respecto de los receptores. La selección de la maquinaria representativa considerará tanto su emisión de referencia como la distancia de evaluación, de modo que corresponda a la mayor contribución individual proyectada en cada receptor. El uso de una única fuente por fase se justificará bajo ese criterio.

Referência técnica: Federal Transit Administration (2018). Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual, Report No. 0123, sección 7.2, pasos 3 y 4, tabla 7-4 y ecuaciones 7-2 y 7-3.

4.2 Vibraciones generadas por actividad Humana

Dado que no existe normativa ambiental vigente aplicable a este componente, la vibración generada por la maquinaria en actividades de construcción y habilitación de infraestructura de transporte, puede ser evaluada según el estándar norteamericano “Transit Noise and vibration Impact Assessment”, elaborada por la Federal Transit Administration (FTA), donde se establecen valores de daño sobre estructura y criterios de molestia a partir de Velocidad Peak de Partícula (VPP) en [pulg/seg] y nivel de velocidad (Lv) en [VdB], respectivamente. Lo anterior, en relación a lo indicado en la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA”, SEA, 2019.

Esta normativa identifica dos tipos de impacto por vibración, el primero hace referencia al criterio de molestia, mientras que el segundo al criterio de daño. El primero está relacionado con los niveles de vibración transmitidos por suelo, cuya influencia y percepción puede generar molestia en los receptores influenciados. En general, el umbral de perceptibilidad humana es 65 [VdB]. El criterio general de FTA, considera la cantidad de eventos vibratorios diarios y los clasifica en eventos frecuentes, ocasionales e infrecuentes.

Se define “Eventos frecuentes”, cuando ocurren más de 70 eventos por día.
Se define “Eventos ocasionales”, cuando ocurren entre 30 y 70 eventos por día.
Se define “Eventos infrecuentes”, cuando ocurren menos de 30 eventos por día.

Para poder establecer los valores límite permisibles de criterios de molestia y límites de daño sobre estructura, es necesario categorizar los usos de suelo de los receptores identificados.

Tabla 1: Descripción de usos de suelo de acuerdo a FTA

Categoría	Descripción
Categoría 1 – Alta Sensibilidad	Edificios donde la vibración podría interferir con las operaciones al interior del edificio. Incluye edificios destinados a fabricación e investigación con sensibilidad a la vibración, hospitales con equipamiento sensible, universidades con operaciones de investigación. El grado de sensibilidad a la vibración dependerá específicamente del equipamiento.
Categoría 2 – Residencia	Esta categoría incluye todos los usos de suelo residenciales y cualquier edificación donde personas normalmente duermen, tales como hospitales y hoteles.
Categoría 3 – Institucional	Esta categoría incluye colegios, iglesias, oficinas tranquilas que no poseen equipamiento sensible a las vibraciones, pero de igual manera tienen el potencial de interferir en las actividades. No deberá incluirse en el análisis los edificios que posean oficinas.

Fuente: Transit Noise and vibration Impact Assessment

Tabla 2: Niveles de Impacto de acuerdo a FTA

Uso de suelo	Nivel de impacto (LV). (valores en VdB ref. 1 micro-pulg/seg).		
	Eventos frecuentes (1)	Eventos ocasionales (2)	Eventos infrecuentes (3)
Categoría 1: Edificaciones donde el nivel de vibración interferiría con su operación.	**65(4)**	**65(4)**	**65(4)**
Categoría 2: Viviendas y edificaciones donde las personas normalmente duermen.	**72**	**75**	**80**
Categoría 3: Uso de suelo institucional (escuela, iglesias, instituciones, etc.) cuyo uso es principalmente en periodo diurno.	**75**	**78**	**83**
Notas 1 “Eventos frecuentes” se define como los eventos que ocurren más de 70 eventos/día 2 “Eventos ocasionales” se definen entre 30 y 70 eventos/día 3 “Eventos infrecuentes” se definen como eventos con una ocurrencia menor a 30 eventos/día. 4 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 de niveles. Asegurar bajos niveles de vibraciones dentro de la misma edificación requiere un diseño especial de sistemas de ventilación y extracción.			

Fuente: Transit Noise and vibration Impact Assessment.

Para el caso de viviendas, se considera el umbral de molestia definido para eventos frecuentes sobre receptores Categoría 2 que corresponde a 72 VdB.

El segundo criterio de evaluación guarda relación con el efecto o daño que potencialmente puede ser generado sobre estructuras. Para ello, el estándar indica un valor de Velocidad Peak de Partícula (PPV) según el tipo de edificación presuntamente afectada, como se indica en la siguiente Tabla. Para el caso en análisis correspondería la Categoría de Edificación III, Madera y mampostería sin diseño de ingeniería, cuyo Límite de Lv es de 94 dB.

Tabla 3: Criterio de evaluación de daño de estructuras acorde con FTA.

Categoría de edificación	VPP [pulg/seg	Lv aproximado [VdB]
I. Concreto 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

Fuente: Transit Noise and vibration Impact Assessment

5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El Proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV” tiene como propósito generar energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar disponible en la zona, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética nacional y al desarrollo de fuentes de Energía Renovable No Convencional (ERNC).

El Proyecto se emplazará sobre una superficie aproximada de 310,9 ha, en la comuna de La Estrella, provincia de Cardenal Caro, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins. Estará compuesto por aproximadamente 340.140 módulos fotovoltaicos bifaciales de 620 Wp, o de características técnicas equivalentes, alcanzando una capacidad instalada de 210,89 MWp y una potencia nominal de salida de 139 MW en el punto de conexión correspondiente a la Subestación La Estrella 110 kV.

Asimismo, el Proyecto contará con un Sistema de Almacenamiento de Energía mediante Baterías (BESS), una subestación elevadora y una Línea de Transmisión Eléctrica de 1x110 kV, de aproximadamente 6,7 km de longitud. Esta infraestructura permitirá evacuar la energía generada hasta el punto de conexión ubicado en la subestación existente La Estrella 110 kV, para su posterior incorporación al Sistema Eléctrico Nacional.

Desde el punto de vista de las vibraciones, las principales emisiones se encontrarán asociadas a las actividades desarrolladas durante las fases de construcción y cierre, particularmente al tránsito y operación de maquinaria pesada, circulación de camiones, movimientos de tierra, excavaciones, compactación del terreno, habilitación y mejoramiento de caminos, ejecución de fundaciones, instalación de estructuras y montaje o desmontaje de los distintos componentes del Proyecto.

Durante la fase de construcción se ejecutarán trabajos destinados a habilitar las áreas de emplazamiento del parque fotovoltaico, del sistema BESS, de la subestación elevadora y de la línea de transmisión eléctrica. Estas actividades requerirán la utilización temporal de equipos y maquinaria capaces de transmitir vibraciones al terreno, cuya magnitud dependerá principalmente del tipo de fuente, sus condiciones de funcionamiento, las características del terreno y la distancia existente entre las áreas de trabajo y los receptores sensibles.

Para efectos de la evaluación, se considerarán las fuentes que presenten el mayor potencial de emisión vibratoria y se adoptarán escenarios conservadores, representativos de las condiciones más desfavorables razonablemente previsibles. Lo anterior, permitirá proyectar los niveles de vibración en los receptores cercanos y verificar su relación con los criterios de referencia adoptados para evaluar la eventual molestia sobre las personas y el potencial de daño sobre las edificaciones.

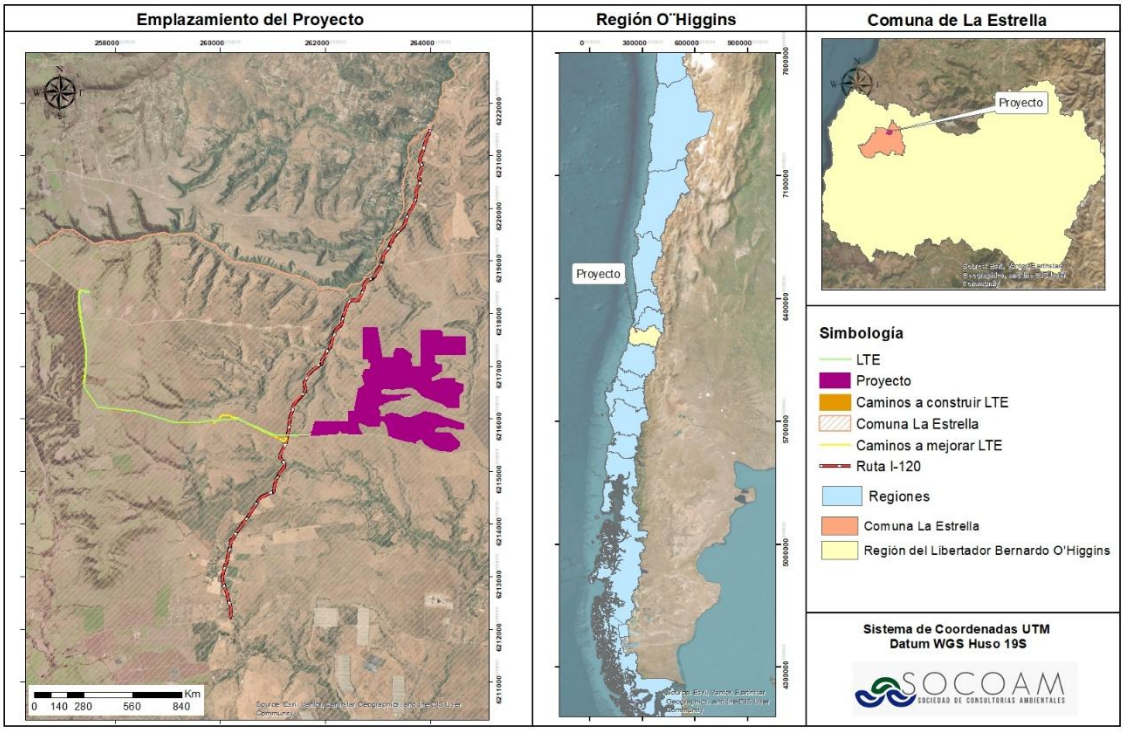
Durante la fase de operación, las emisiones vibratorias serán considerablemente menores que las previstas para la construcción, debido a que el funcionamiento de los módulos fotovoltaicos no implica procesos mecánicos de magnitud capaces de generar una transmisión significativa de vibraciones a través del terreno. Las fuentes potenciales estarán asociadas principalmente al funcionamiento de determinados equipos auxiliares, transformadores y componentes del sistema BESS, junto con el tránsito ocasional de vehículos utilizados en las actividades de inspección y mantenimiento.

La Línea de Transmisión Eléctrica de 1x110 kV tampoco constituye, durante su funcionamiento normal, una fuente relevante de vibraciones transmitidas por el terreno. Por consiguiente, las emisiones vibratorias asociadas a este componente se concentrarán principalmente durante su construcción y cierre, debido a las excavaciones, fundaciones, montaje o retiro de estructuras y circulación de maquinaria y vehículos pesados.

En la fase de cierre se desarrollarán actividades de desmontaje y retiro de equipos e instalaciones, tránsito de vehículos pesados, manejo de materiales y restitución de los sectores intervenidos. Debido a la naturaleza temporal de estas actividades, sus emisiones vibratorias serán evaluadas considerando los equipos con mayor potencial de generación, adoptándose criterios equivalentes a los utilizados para la fase de construcción.

La ubicación general y los principales componentes del proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV” se presentan en la Imagen 1.

Imagen 1: Ubicación General del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia a partir de Qgis.

6. RECEPTORES EVALUADOS

Para la evaluación de vibraciones se seleccionaron receptores sensibles ubicados en el entorno del Proyecto, priorizando aquellos que, por su proximidad a las fuentes emisoras, permiten representar condiciones de mayor exposición potencial durante las fases de construcción, operación y cierre. La selección considera la relación espacial de las viviendas con las áreas de intervención, frentes de trabajo y demás sectores donde se desarrollarán actividades generadoras de vibraciones.

El punto de evaluación de cada receptor se ubica en el sector de la edificación más próximo a la fuente vibratoria considerada, a fin de utilizar una distancia fuente–receptor conservadora. Este criterio difiere del empleado en el estudio de Medio Humano, que utiliza un punto referencial central para localizar las viviendas caracterizadas. En consecuencia, una misma vivienda puede presentar coordenadas distintas en ambos estudios, sin que esta diferencia implique necesariamente una inconsistencia en su identificación.

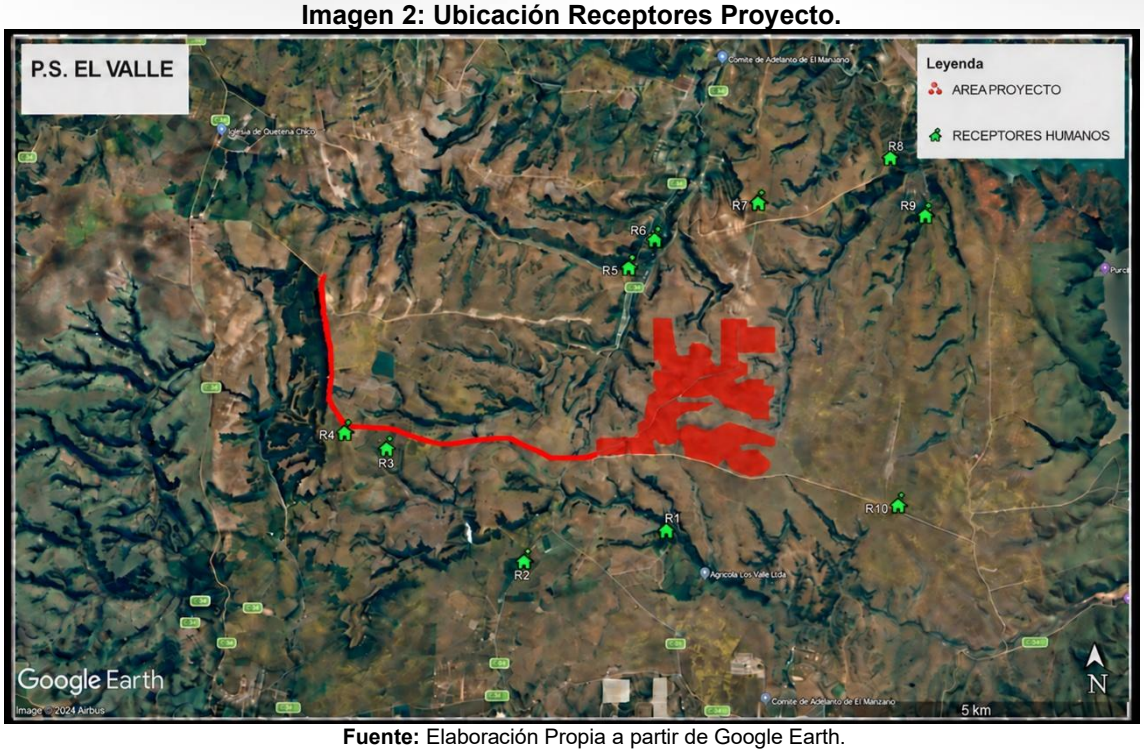
Por otra parte, los puntos de levantamiento de Medio Humano responden a la caracterización de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos, mientras que los puntos de evaluación de Vibraciones se seleccionan en función de su exposición potencial. Por ello, ambos conjuntos no necesariamente presentan una correspondencia uno a uno. Su coherencia debe sustentarse en la identificación territorial de las viviendas y en la justificación de que los receptores seleccionados permiten representar las condiciones de exposición evaluadas. Los antecedentes de los receptores considerados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Receptores evaluados

Receptores	Descripción	Homologación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 19H		Distancia m Fase Construcción de la fuente más cercana	Distancia m Fase Operación diurno fuente más cercana	Distancia m Fase Operación Nocturno fuente más cercana	Distancia m Fase cierre fuente más cercana
			Norte	Este				
R1	Casa Habitación	RURAL	6214476.00	262847.00	1210	1488	1488	1210
R2	Casa Habitación	RURAL	6214057.00	260554.00	1634	1634	1634	1634
R3	Casa Habitación	RURAL	6215735.00	257995.00	422	422	422	422
R4	Casa Habitación	RURAL	6216013.00	257651.00	220	220	220	220
R5	Casa Habitación	RURAL	6218371.00	262314.00	762	1053	1053	762
R6	Casa Habitación	RURAL	6218776.00	262752.00	1057	1358	1358	1057
R7	Casa Habitación	RURAL	6219294.00	264442.00	1716	1930	1930	1716
R8	Casa Habitación	RURAL	6219929.00	266588.00	3098	3052	3052	3098
R9	Casa Habitación	RURAL	6219049.00	267148.00	2948	3359	3359	2948
R10	Casa Habitación	RURAL	6214772.00	266611.00	2231	2587	2587	2231

Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 2: Ubicación Receptores Proyecto.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Earth.

7. ÁREA DE INFLUENCIA

Con el propósito de caracterizar la propagación de vibraciones en el área de estudio y determinar, cuando corresponda, el área de influencia asociada a la salud de la población, se modelaron las emisiones generadas por las fuentes del Proyecto bajo condiciones operacionales razonablemente previsibles y ambientalmente desfavorables.

De conformidad con la *Guía para la descripción del área de influencia en el SEIA*, segunda edición (SEA, 2026), las vibraciones constituyen un agente de impacto y no un objeto de protección en sí mismo. Por tanto, la modelación de propagación vibratoria se utilizó como antecedente técnico para identificar la extensión territorial donde podría existir exposición de receptores humanos a niveles potencialmente relevantes, conforme a los criterios de referencia de la FTA (2018).

Para la fase de construcción, correspondiente a la condición de mayor emisión vibratoria del Proyecto, se evaluó la operación del rodillo compactador, identificado como la fuente con mayor nivel de vibración de referencia. Los resultados indican que el nivel de 72 VdB, correspondiente al criterio de referencia para evaluación de molestias en receptores residenciales, se alcanza hasta una distancia máxima de 42 m desde la fuente de vibración considerada. Para esto se utiliza la siguiente formula:

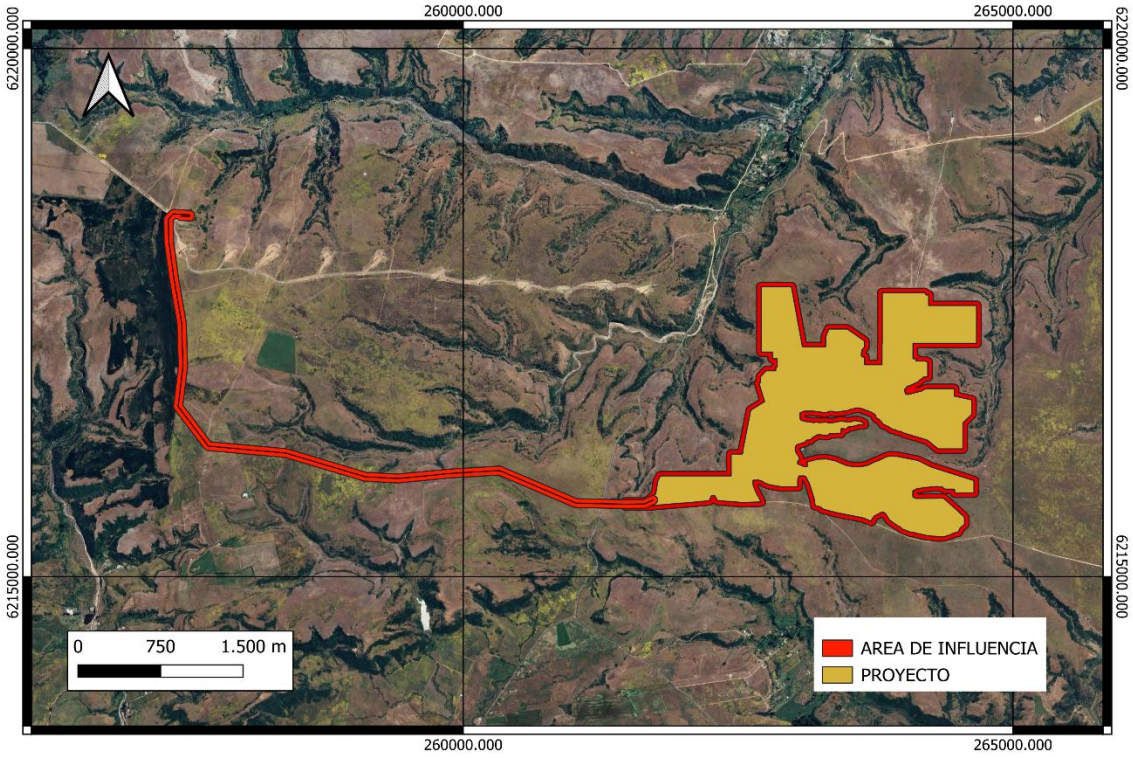
$$Lv(D) = Lv(25\,ft) - 30\,log_{10}\frac{D}{25\,ft}$$

En consecuencia, se definió una envolvente de propagación vibratoria de 42 m respecto de las áreas donde podría operar el rodillo compactador durante la fase de construcción. Esta envolvente representa el alcance máximo del nivel de referencia bajo la condición más desfavorable razonablemente previsible y constituye el insumo para verificar la presencia de receptores humanos u otros objetos de protección potencialmente expuestos.

El cruce espacial de dicha envolvente con la ubicación de los receptores sensibles permitió concluir que no se identifican receptores humanos dentro del sector donde el nivel de vibración podría alcanzar el criterio de 72 VdB. Por consiguiente, no se configura un área de influencia asociada a la salud de la población por vibraciones del Proyecto, ni se prevé la generación de efectos, características o circunstancias de aquellas señaladas en el artículo 11 de la Ley N° 19.300.

Sin perjuicio de lo anterior, los receptores ubicados fuera de la envolvente de 42 m fueron evaluados de manera complementaria para verificar los niveles proyectados y confirmar que éstos se mantienen bajo el criterio de referencia aplicable. Esta verificación tiene carácter confirmatorio y no modifica la delimitación del área de influencia.

Imagen 3: Área de Influencia.



Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Earth.

Con el fin de adoptar un enfoque conservador, se consideran como receptores todos aquellos previamente identificados en el estudio de ruido, asegurando que la evaluación abarque la totalidad de los puntos potencialmente sensibles.

8. ESCENARIOS DEL PROYECTO

La Maquinaria para utilizar por fase es la siguiente:

Tabla 5: Maquinaria a utilizar

Fase	Maquinaria	Fuente de mayor emisión
Construcción	• Buldócer: 2 unidades • Camión pluma: 3 unidades • Camión rampla: 3 unidades • Excavadora: 6 unidades • Grúa: 1 unidad • Grúa horquilla: 6 unidades • Grupo electrógeno: 2 unidades • Hincadora: 6 unidades • Winche: 1 unidad • Motoniveladora: 4 unidades • Rodillo compactador: 5 unidades	Rodillo Compactador
Operación Diurno	• Centros de transformación BESS: 42 unidades • Baterías BESS (contenedores): 168 unidades • Camioneta: 5 unidades • Grúa horquilla: 1 unidad • Grupo electrógeno: 1 unidad • Centros de transformación PV: 23 unidades	Grupo generador
Operación Nocturno	• Centros de transformación BESS: 42 unidades • Baterías BESS (contenedores): 168 unidades • Camioneta: 1 unidades • Grupo electrógeno: 1 unidad • Centros de transformación PV: 23 unidades	Grupo generador
Cierre	• Buldócer: 1 unidad • Camión pluma: 2 unidades • Camión rampla: 3 unidades • Excavadora: 4 unidades • Grúa: 1 unidad • Grúa horquilla: 6 unidades • Grupo electrógeno: 2 unidades • Winche: 1 unidad • Motoniveladora: 2 unidades • Rodillo compactador: 3 unidades	Rodillo Compactador

Fuente: Elaboración Propia.

9. EMISIONES ASOCIADAS AL PROYECTO

9.1 Fases y niveles de emisión de vibración

Para la construcción se utilizarán diferentes maquinarias, las cuales se indican a continuación:

Tabla 6: Descripción, caracterización y periodo de generación de fuentes vibratorias para cada fase y escenario

Escenario	Tipo de Vibración		Fase	Maquinaria a utilizar (más energía)
Escenario 1 Construcción	Actividad humana	Periódico de 8 a 20 horas, días de semana	Construcción	• Rodillo Compactador
Escenario 2 operación	Actividad humana	Periódico de 7 a 21 horas, días de semana	Operación	• Grupo Electrógeno
Escenario 3 operación horario nocturno	Actividad humana	Permanente de 24 Horas, todos los días	Operación horario nocturno	• Grupo Electrógeno
Escenario 4 Cierre	Actividad humana	Periódico de 8 a 20 horas, días de semana	Cierre	• Rodillo Compactador

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7: Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Construcción

Equipos y maquinarias	Rango de magnitud de velocidad de partículas	LV a 25 pies
Buldócer	0,089	87
Camión Pluma	0,076	86
Camión Rampla	0,076	86
Excavadora	0,089	87
Grúa	0,089	87
Grúa horquilla	0,076	86
Grupo electrógeno	0,089	87
Hincadora	0,170	93
Winche	0,003	58
Motoniveladora	0,210	94
Rodillo	0,210	94

Fuente: Elaboración Propia. Extraído de norma FTA

Tabla 8:Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Operación

Equipos y maquinarias	*Rango de magnitud de velocidad de partículas*	*LV a 25 pies*
Centros de transformación Bess	0,003	80
Baterías Bess (contenedores)	0,003	80
Camioneta	0,076	86
Grúa Horquilla	0,076	86

Grupo electrógeno	0,089	87
Centros de transformación PV	0,003	80

Fuente: Elaboración Propia. Extraído de norma FTA - Para equipos BESS, la PPV y el LvL_v corresponden a indicadores de referencia adoptados para fines de evaluación estructural y de molestia, respectivamente; el LvL_v no deriva de una conversión directa de la PPV indicada

Tabla 9: Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Operación Nocturno

Equipos y maquinarias	*Rango de magnitud de velocidad de partículas*	*LV a 25 pies*
Centros de transformación Bess	0,003	80
Baterías Bess (contenedores)	0,003	80
Camioneta	0,076	86
Grupo electrógeno	0,089	87
Centros de transformación PV	0,003	80

Fuente: Elaboración Propia. Extraído de norma FTA - Para equipos BESS, la PPV y el LvL_v corresponden a indicadores de referencia adoptados para fines de evaluación estructural y de molestia, respectivamente; el LvL_v no deriva de una conversión directa de la PPV indicada.

Tabla 10: Indicadores de vibración de maquinarias, medidas a 25 pies de distancia y la velocidad peak de partícula y niveles vibración. Fase Cierre

Equipos y maquinarias	Rango de magnitud de velocidad de partículas	LV a 25 pies
Buldócer	0,089	87
Camión Pluma	0,076	86
Camión Rampla	0,076	86
Excavadora	0,089	87
Grúa	0,089	87
Grúa horquilla	0,076	86
Grupo electrógeno	0,089	87
Winche	0,003	58
Motoniveladora	0,210	94
Rodillo	0,210	94

Fuente: Elaboración Propia. Extraído de norma FTA

10. RESULTADOS EMISION DE VIBRACIONES

10.1 Resultados fase de construcción, operación y cierre

En las Tablas Nº 11-14 se muestran los resultados sobre los receptores más cercanos del área de influencia para los escenarios de Construcción, Operación y Cierre.

Tabla 11: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Construcción, Escenario N°1, consideran uso de Rodillo Compactador, como principal fuente

Receptor	Distancia a emplazamiento		Lv Proyectado	Límite criterio de molestia (VdB)	Evaluación	Límite daño estructural	Evaluación
	Metros	pies					
R1	1210	3.970	28	72	Cumple	94	Cumple
R2	1634	5.361	24	72	Cumple	94	Cumple
R3	422	1.385	42	72	Cumple	94	Cumple
R4	220	722	50	72	Cumple	94	Cumple
R5	762	2.500	34	72	Cumple	94	Cumple
R6	1057	3.468	30	72	Cumple	94	Cumple
R7	1716	5.630	23	72	Cumple	94	Cumple
R8	3098	10.165	16	72	Cumple	94	Cumple
R9	2948	9.672	16	72	Cumple	94	Cumple
R10	2231	7.320	20	72	Cumple	94	Cumple

Fuente: Elaboración Propia. La estimación de vibración sobre cada punto se determina utilizando la metodología citada en el apéndice 1

Tabla 12: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Operación diurno, Escenario N°2, consideran uso de grupo electrógeno como principal fuente.

Receptor	Distancia a emplazamiento		Lv Proyectado	Límite criterio de molestia (VdB)	Evaluación	Límite daño estructural	Evaluación
	Metros	pies					
R1	1488	4.882	24	72	Cumple	94	Cumple
R2	1634	5.361	23	72	Cumple	94	Cumple
R3	422	1.385	41	72	Cumple	94	Cumple
R4	220	722	49	72	Cumple	94	Cumple
R5	1053	3.455	29	72	Cumple	94	Cumple
R6	1358	4.456	25	72	Cumple	94	Cumple
R7	1930	6.332	21	72	Cumple	94	Cumple
R8	3052	10.014	15	72	Cumple	94	Cumple
R9	3359	11.021	14	72	Cumple	94	Cumple
R10	2587	8.488	17	72	Cumple	94	Cumple

Fuente: Elaboración Propia. La estimación de vibración sobre cada punto se determina utilizando la metodología citada en el apéndice 1

Tabla 13: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Operación nocturno, Escenario N°3, consideran uso de grupo electrógeno, como principal fuente.

Receptor	Distancia a emplazamiento		Lv Proyectado	Límite criterio de molestia (VdB)	Evaluación	Límite daño estructural	Evaluación
	Metros	pies					
R1	1488	4.882	24	72	Cumple	94	Cumple
R2	1634	5.361	23	72	Cumple	94	Cumple
R3	422	1.385	41	72	Cumple	94	Cumple
R4	220	722	49	72	Cumple	94	Cumple
R5	1053	3.455	29	72	Cumple	94	Cumple
R6	1358	4.456	25	72	Cumple	94	Cumple
R7	1930	6.332	21	72	Cumple	94	Cumple
R8	3052	10.014	15	72	Cumple	94	Cumple
R9	3359	11.021	14	72	Cumple	94	Cumple
R10	2587	8.488	17	72	Cumple	94	Cumple

Fuente: Elaboración Propia. La estimación de vibración sobre cada punto se determina utilizando la metodología citada en el apéndice 1

Tabla 14: Resultado proyección de energía vibratoria: Fase Cierre, Escenario N°4, consideran uso de rodillo compactador , como principal fuente.

Receptor	Distancia a emplazamiento		Lv Proyectado	Límite criterio de molestia (VdB)	Evaluación	Límite daño estructural	Evaluación
	Metros	pies					
R1	1210	3.970	28	72	Cumple	94	Cumple
R2	1634	5.361	24	72	Cumple	94	Cumple
R3	422	1.385	42	72	Cumple	94	Cumple
R4	220	722	50	72	Cumple	94	Cumple
R5	762	2.500	34	72	Cumple	94	Cumple
R6	1057	3.468	30	72	Cumple	94	Cumple
R7	1716	5.630	23	72	Cumple	94	Cumple
R8	3098	10.165	16	72	Cumple	94	Cumple
R9	2948	9.672	16	72	Cumple	94	Cumple
R10	2231	7.320	20	72	Cumple	94	Cumple

Fuente: Elaboración Propia. La estimación de vibración sobre cada punto se determina utilizando la metodología citada en el apéndice 1

11. SINERGIA

Con el propósito de identificar proyectos susceptibles de generar efectos acumulativos o sinérgicos, se efectuó una revisión de los proyectos en evaluación ambiental y de aquellos que cuentan con aprobación ambiental vigente en el entorno territorial del proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV”. La selección de proyectos para este análisis consideró: i) su proximidad territorial; ii) la existencia de fuentes emisoras asociadas al componente evaluado; iii) la disponibilidad de antecedentes técnicos y cartográficos que permitieran delimitar o estimar sus áreas de influencia; y iv) la posible concurrencia espacial y temporal de impactos sobre receptores sensibles u objetos de protección comunes.

Como resultado de esta revisión, se identificó el proyecto “Parque Fotovoltaico Pulín”, cuyas áreas de influencia para el componente vibraciones presentan sectores de intersección con las definidas para el proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV”, según se muestra en la Imagen 4.

El análisis de una eventual interacción entre ambos proyectos se desarrolló conforme a los lineamientos del documento *Criterio de evaluación en el SEIA: Metodologías para la consideración de los impactos acumulativos y sinérgicos* (SEA, 2024) y de la *Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA* (SEA, 2019). En este contexto, se efectuó un cruce espacial de las áreas de influencia respectivas, considerando su extensión territorial, los sectores de traslape y la ubicación de receptores sensibles potencialmente expuestos.

El análisis cartográfico determinó la existencia de una intersección parcial entre las áreas de influencia por vibraciones de ambos proyectos. Sin embargo, la revisión específica de los sectores de traslape permitió verificar que en ellos no se emplazan viviendas, receptores sensibles ni otros objetos de protección susceptibles de experimentar exposición simultánea a las vibraciones generadas por ambos proyectos.

La sola intersección geométrica entre áreas de influencia no constituye, por sí misma, evidencia de un efecto acumulativo o sinérgico. Para que se configure una interacción ambiental conjunta, debe verificarse la concurrencia espacial y temporal de los impactos sobre un mismo receptor u objeto de protección. En el presente caso, la ausencia de receptores sensibles dentro de los sectores de intersección impide la actuación conjunta de las emisiones vibratorias sobre un elemento común del medio ambiente.

Respecto del Parque Eólico La Estrella, identificado como uno de los proyectos territorialmente más cercanos, se deja constancia de que no fue incorporado como proyecto independiente en la evaluación sinérgica. Dicho proyecto fue aprobado mediante RCA N.º 187/2015 y su expediente ambiental no dispone de un área de influencia delimitada y georreferenciada conforme a los

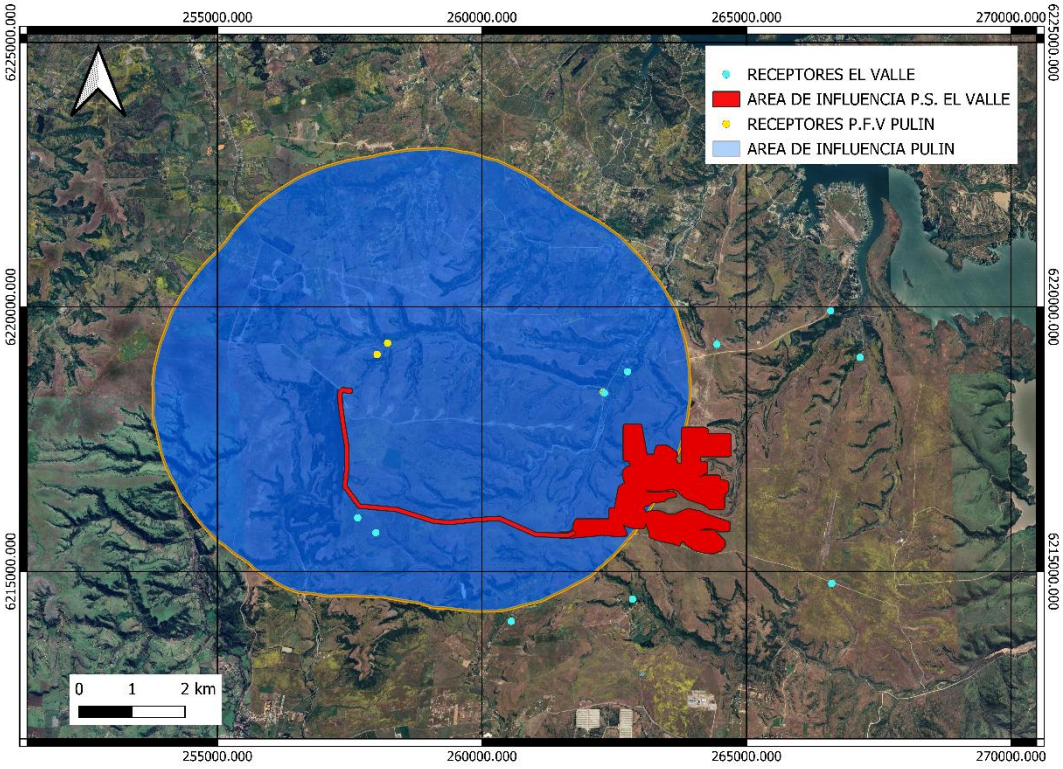
criterios metodológicos actualmente aplicables. Por tanto, no se cuenta con antecedentes que permitan efectuar un cruce espacial técnicamente verificable de las áreas de influencia de vibraciones ni determinar la eventual magnitud de una contribución concurrente sobre receptores específicos.

Sin perjuicio de lo anterior, su pertinencia fue analizada mediante la revisión de su localización, la ubicación de sus aerogeneradores y la distribución de los receptores sensibles del entorno. Este análisis permitió concluir que no se identifican receptores comunes que pudieran estar expuestos a emisiones concurrentes de ambos proyectos.

Adicionalmente, el Parque Eólico La Estrella se encuentra actualmente en operación, por lo que sus emisiones forman parte del escenario de vibraciones existente del sector y se encuentran incorporadas en la condición basal caracterizado para el proyecto en evaluación. En consecuencia, no corresponde considerarlo como una fuente futura independiente que deba adicionarse separadamente al escenario proyectado.

En consecuencia, conforme a los criterios metodológicos establecidos por el SEA, se concluye que la intersección parcial de las áreas de influencia del “Parque Fotovoltaico Pulín” y del proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV” no genera efectos acumulativos ni sinérgicos asociados al componente vibraciones, debido a que no existen receptores sensibles emplazados en las áreas de concurrencia territorial. Asimismo, respecto del Parque Eólico La Estrella, no se identifican receptores comunes expuestos a emisiones concurrentes ni antecedentes técnicos que permitan establecer una superposición verificable de áreas de influencia

Imagen 4: Áreas de influencia del componente vibraciones de los proyectos "Parque Fotovoltaico Pulín" y "Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV".



Fuente: Elaboración Propia.

La Imagen 4 presenta la relación espacial entre las áreas de influencia representadas para el proyecto "Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV" y el "Parque Fotovoltaico Pulín", junto con los receptores considerados en sus evaluaciones. Para interpretar esta comparación, es necesario precisar que, según los antecedentes revisados de Pulín, dicho proyecto no delimitó un área de influencia mediante un cálculo específico de propagación de vibraciones, sino que adoptó la misma extensión definida para ruido. Esta decisión se fundamentó en que las vibraciones presentarían una mayor atenuación con la distancia, considerando al ruido como la componente más desfavorable. Por consiguiente, el polígono de Pulín corresponde a una delimitación adoptada bajo ese supuesto conservador y no a una representación de niveles de vibración calculados en todo su interior.

Esta diferencia metodológica limita las conclusiones que pueden obtenerse exclusivamente del cruce cartográfico. La intersección de los polígonos no demuestra, por sí sola, la existencia de efectos acumulativos o sinérgicos; asimismo, la ubicación de un receptor fuera de dicha intersección no permite descartar automáticamente una contribución de ambos proyectos. La evaluación debe considerar las fuentes emisoras, las vías de propagación, los receptores potencialmente afectados y la posible concurrencia temporal de las actividades, distinguiendo la exposición conjunta de la significancia de sus efectos, conforme al criterio metodológico del SEA sobre impactos acumulativos y sinérgicos (SEA, 2024).

En particular, los dos receptores considerados por ambos proyectos deben mantenerse como puntos de verificación de la eventual exposición conjunta, aun cuando no se emplacen dentro

del traslape representado. Al respecto, cabe señalar que el área de influencia definida para vibraciones del Proyecto, tampoco alcanza dichos receptores, lo que constituye un antecedente adicional respecto de la limitada propagación de las vibraciones generadas por este Proyecto hacia dichos Puntos. Por otra parte, de acuerdo con los antecedentes disponibles para el Parque Fotovoltaico Pulín, su evaluación no presenta resultados específicos de vibraciones para estos puntos, por lo que no resulta técnicamente procedente efectuar una comparación cuantitativa directa de los aportes de ambos proyectos en dichos receptores.

En este contexto, la justificación del área de influencia por vibraciones de El Valle debe sustentarse en antecedentes propios del componente: ubicación y características de las fuentes, distancias a los receptores, condiciones de propagación, metodología de predicción, escenarios de mayor emisión y criterios de evaluación utilizados. Estos antecedentes deben permitir explicar la extensión del área delimitada y su relación con los receptores evaluados, sin equiparar automáticamente el límite del área de influencia con una curva de cumplimiento de un valor de referencia. Este fundamento debe ser consistente con la metodología de predicción y evaluación de vibraciones presentada en el estudio y con la guía del SEA para este componente (SEA, 2019).

En consecuencia, la cartografía constituye un antecedente para la identificación de posibles interacciones, pero no corresponde utilizarla de manera aislada como criterio de descarte. No obstante, la ausencia de superposición entre las áreas de influencia representadas, el hecho de que el área de influencia de El Valle no alcance los receptores identificados, los bajos niveles de vibración proyectados para este Proyecto y la distancia existente entre sus fuentes y dichos receptores constituyen antecedentes que, en conjunto, no evidencian una condición de exposición conjunta relevante.

12. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio respaldan la compatibilidad ambiental del proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 kV” respecto de las emisiones vibratorias evaluadas. Las predicciones para las fases de construcción, operación y cierre se mantienen bajo el criterio de molestia adoptado para los receptores residenciales, presentando márgenes favorables respecto de dicho valor de referencia.

La evaluación se sustenta en los lineamientos de la Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA (SEA, 2019) y en los criterios técnicos de la Federal Transit Administration (FTA, 2018). Este marco permite analizar los efectos sobre las personas y las edificaciones mediante indicadores específicos, considerando las características de las fuentes, las distancias de propagación y las condiciones de exposición de los receptores.

En construcción y cierre, el mayor nivel individual proyectado corresponde al receptor R4, situado a 220 m de la fuente considerada, con aproximadamente 50 VdB. Este resultado presenta un margen de 22 dB respecto del criterio de 72 VdB adoptado para viviendas expuestas a eventos frecuentes. Los restantes receptores presentan niveles inferiores. Por lo tanto, la

evaluación de estas fases muestra una separación amplia respecto del criterio de molestia, favorable para la protección de los receptores residenciales en las condiciones modeladas.

Para la operación diurna y nocturna, los resultados consignados en las tablas del estudio también se mantienen bajo el criterio de molestia adoptado. En conjunto, las predicciones individuales permiten sostener que las actividades evaluadas de El Valle presentan una incidencia vibratoria reducida en los receptores considerados.

Respecto del potencial de daño en edificaciones, la aplicación de la ecuación de propagación del estudio al rodillo compactador, utilizando una PPV de referencia de 0,210 pulg/s a 7,62 m y una distancia de 220 m, entrega una PPV aproximada de 0,00135 pulg/s. Este valor equivale a alrededor del 0,68 % del criterio de 0,2 pulg/s adoptado para edificaciones de madera y mampostería sin diseño de ingeniería. Esta comprobación respalda la ausencia de daño atribuible a la fuente individual evaluada, bajo los supuestos de propagación y clasificación constructiva utilizados.

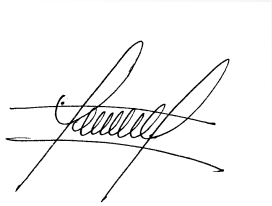
La separación entre las fuentes y los receptores constituye otro antecedente favorable. El receptor más próximo se encuentra a 220 m, mientras que la envolvente calculada para alcanzar el criterio de molestia de 72 VdB se extiende aproximadamente 42 m desde la fuente considerada. Esta relación es consistente con la atenuación prevista por el modelo y con los bajos niveles obtenidos en los receptores. La envolvente se utiliza como antecedente de propagación y no como demostración de ausencia absoluta de vibraciones fuera de ella.

En cuanto al proyecto “Parque Fotovoltaico Pulín”, los antecedentes disponibles no contienen resultados específicos de vibraciones para los receptores considerados entre ambos proyectos. Cabe señalar que, para dicho proyecto, no se delimitó un área de influencia específica para vibraciones, sino que se adoptó la misma extensión definida para ruido, bajo el supuesto de que las vibraciones presentan una mayor atenuación con la distancia. Si bien existe una intersección espacial entre dicha delimitación y el área de influencia definida para vibraciones de El Valle, esta última no alcanza los receptores considerados entre ambos proyectos y presenta bajos niveles de vibración proyectados. En consideración a estos antecedentes, no se prevé que el aporte vibratorio del Proyecto genere o contribuya de manera relevante a efectos acumulativos o sinérgicos con el Parque Fotovoltaico Pulín.

La evaluación de eventuales interacciones debe distinguir entre la presencia de aportes de distintos proyectos y la significancia ambiental de su efecto conjunto, conforme al criterio del SEA sobre impactos acumulativos y sinérgicos (2024). En este contexto, los bajos niveles individuales de El Valle, la ausencia de receptores sensibles dentro de los sectores de traslape y el hecho de que el área de influencia de vibraciones de El Valle no alcance los receptores considerados entre ambos proyectos constituyen antecedentes que no evidencian una condición de exposición conjunta relevante.

En consecuencia, el proyecto cumple los criterios técnicos de referencia, y los resultados respaldan su viabilidad ambiental respecto del componente vibraciones en las condiciones modeladas según la normativa de referencia FTA.





Javier Hernández Mena

Ingeniero Acústico

Carlos Morales Retamal

Ingeniero en Sonido

APÉNDICE

APÉNDICE 1: MODELO DE PROYECCIÓN DE VELOCIDAD VIBRATORIA

Las vibraciones al igual que el ruido, disminuyen conforme aumenta la distancia entre el receptor y la fuente, es por esto por lo que, dependiendo de la ubicación y tipo de edificaciones, pueden o no percibirse las vibraciones, cuyos efectos varían desde niveles casi imperceptibles, como ruido de baja frecuencia con percepción moderada, hasta efectos relevantes en las estructuras o en alguna parte de éstas.

El método de estimación de velocidad vibratoria está basado en la normativa “Transit Noise and Vibration Impact Assessment”, la cual es utilizada para la evaluación de efectos sobre estructuras y molestia sobre sitios habitados.

A continuación, se indican las ecuaciones utilizadas:

a) Velocidad Peak de partícula VPP o PPV:

$PPVequip = PPVref \cdot (25/D)^{1.5}$

Donde:

$PPVequip$: Es la velocidad peak de partícula proyectada en el receptor.

$PPVref$: Es la vibración de referencia en [pulg/seg] medida a 25 [pies].

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

b) Nivel de velocidad Lv

$(D) = (25\ ft) - 30 \cdot \log 10\ (D/25)$.

Donde:

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

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

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

La normativa antes citada indica niveles de vibración para diferentes tipos de maquinaria, los cuales fueron medidos a 25 pies de distancia (aproximadamente 8 metros).

Cabe señalar, que la proyección consideró la maquinaria de mayor emisión para cada fase del Proyecto, con la finalidad de representar y evaluar el cumplimiento normativo para un escenario ambiental desfavorable.

Además, la distancia entre Fuente y Receptor correspondió a la separación mínima entre la ubicación del punto de evaluación y las fuentes vibratorias del Proyecto.

El escenario más desfavorable se obtiene con la fuente de mayor emisión en el punto más cercano en la relación al receptor.

Para cuantificar este impacto, se hace necesario estimar la contribución energética de cada movimiento vibratorio incidente sobre los receptores y obtener un valor energético global para a) Velocidad Peak de partícula, y b) Nivel de velocidad de partícula.