Anexo 3.
Estudio de Modelación Acústica

ÍNDICE

A. PRESENTACIÓN 1
B. OBJETIVOS 2
B.1. General 2
B.2. Específicos 2
C. METODOLOGÍA 3
C.1. Definición del área de influencia 3
C.2. Marco Legal 5
C.3. Puntos de evaluación 10
C.4. Máximos permitidos 13
C.5. Modelo de cálculo 15
C.6. Datos de entrada al modelo acústico. 16
D. RESULTADOS 37
D.1. Fases de construcción y cierre 37
D.2 Fase de operación 42
E. MEDIDAS. 48
F. RESULTADOS Y EVALUACIÓN CON MEDIDAS DE CONTROL 56
G. EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO SINÉRGICO 59
H. CONCLUSIONES 63
I. BIBLIOGRAFÍA 65
J. APÉNDICES 66
Apéndice 1: Mapas de propagación 66
Apéndice 2: Referencia potencias acústicas 76
Apéndice 3: Decreto Real 1367/2007 85

TABLAS

Tabla 1. Descripción de tipos de zonas según el D.S. N° 38/2011 MMA. 5
Tabla 2. Máximos permisibles NPC según el D.S. N° 38/2011 del MMA. 6
Tabla 3. Criterio de evaluación para las distintas fases del proyecto. 7
Tabla 4. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes 9
Tabla 5. Ubicación y descripción de los puntos de evaluación. 12
Tabla 6. Niveles máximos permisibles según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Fase de construcción y cierre. Periodo diurno y nocturno. 13
Tabla 7. Niveles máximos permisibles según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Fase de operación. Periodo diurno y nocturno. 14
Tabla 8. Resumen de entradas y salidas en el proceso de cálculo del modelo 15
Tabla 9. Carta Gantt del proyecto 17
Tabla 10. Fuentes de ruido en Instalación de faenas 17
Tabla 11. Fuentes de ruido en Planta de Hormigón 18
Tabla 12. Fuentes de ruido durante habilitación de caminos 18
Tabla 13. Fuentes de ruido durante montaje de estructuras del PE. 19
Tabla 14. Fuentes de ruido durante construcción Subestación eléctrica 19
Tabla 15. Fuentes de ruido durante montaje estructuras de la línea de transmisión 19
Tabla 16. Fuentes de ruido nocturnas por desmontaje, traslado y montaje de grúas 20
Tabla 17. Ubicación de aerogeneradores y potencia acústica asignada según rango de velocidad. 26

Tabla 18. Nivel de Potencia Acústica en bandas de octavas para aerogeneradores con STE. 27
Tabla 19. Nivel de Potencia Acústica en bandas de octava para aerogeneradores sin STE. 27
Tabla 20. Parámetros utilizados para la predicción de ruido de la operación del PE. 28
Tabla 21. Información LTE para estimación de ruido audible y nivel de ruido proyectado en la faja de seguridad. 30
Tabla 22. Nivel de potencia acústica de Línea de transmisión por metro lineal. 30
Tabla 23. Ubicación de estructuras de LTE 31
Tabla 24. Nivel de potencia acústica para fuentes en SE. Fase de operación. 31
Tabla 25. Proyectos de energía para la evaluación de impacto acústico sinérgico. 32
Tabla 26. Ubicación de aerogeneradores. Proyecto Eólico Buenaventura. 36
Tabla 27. Ubicación de aerogeneradores. Proyecto Eólico El Maitén. 36
Tabla 28. Evaluación preliminar según D.S. N°38/2011 del MMA. Fases de construcción y cierre. 39
Tabla 29. Evaluación preliminar según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de construcción nocturna asociada al desmontaje, traslado y montaje de grúas. 41
Tabla 30. Evaluación según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 6 y 8 [m/s]. 45
Tabla 31. Evaluación según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 8 y 10 [m/s]. 45
Tabla 32. Evaluación según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 10 y 12 [m/s]. 46
Tabla 33. Características barreras acústicas propuesta para la fase de construcción. ... 49
Tabla 34. Resumen de medidas de control de ruido para la fase de construcción/cierre. 55
Tabla 35. Evaluación de cumplimiento D.S. N°38/11 del MMA. Fases de construcción y cierre, periodo diurno – con medidas de control. 58
Tabla 36. Nivel estimado y evaluación de impacto sinérgico según Decreto Real 1367/2007. Fase de construcción y cierre. 59
Tabla 37. Nivel estimado y evaluación de impacto sinérgico según Decreto Real 1367/2007. Fase de operación. 60
Tabla 38. Factor de corrección para ecuación de cálculo para ruido de generadores en [dB(Z)]. 81
Tabla 39. Nivel por bandas en [dB(Z)]. 81
Tabla 40. Factor corrección curva A. 82
Tabla 41. Nivel de potencia acústica de generadores a utilizar. 82
Tabla 42. Ajustes de nivel de potencia en bandas de octava para transformadores. 83
Tabla 43. Nivel de potencia acústica de transformadores a utilizar durante la fase de operación. 83

FIGURAS

Figura 1. Área de Influencia para la fase de construcción y cierre del proyecto. 4
Figura 2. Área de Influencia para la fase de operación del proyecto. 5
Figura 3. Ubicación puntos de evaluación. 11
Figura 4. Distribución general de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre. 21

Figura 5. Vista ampliada de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre del sector norte. 23
Figura 6. Vista ampliada de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre del sector sur. 24
Figura 7. Vista ampliada de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre del sector poniente. 25
Figura 8. Ubicación Parque Eólico Rinconada y otros proyectos cercanos. 34
Figura 9. Mapa de propagación sonora Fases de construcción y cierre. Período diurno. 38
Figura 10. Mapa de propagación sonora Fases de construcción nocturna. Desmontaje, traslado y montaje de grúas. 40
Figura 11. Mapa de propagación sonora Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 6 y 8 [m/s]. 43
Figura 12. Mapa de propagación sonora Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 8-10 [m/s] y 10-12 [m/s]. 44
Figura 13. Aporte relativo, total y límite normativo para cada punto fuera de norma. 48
Figura 14. Zonas con medidas de control. 54
Figura 15. Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fases de construcción y cierre– con medidas de control. 57
Figura 16. Mapa de propagación sonora evaluación de impacto acústico sinérgico. Fase de construcción y cierre. 61
Figura 17. Mapa de propagación sonora evaluación de impacto acústico sinérgico. Fase de operación. 62
Figura 18. Mapa de propagación sonora Fases de construcción y cierre. Puntos 8, 9, 13, 13' y 13''. 67
Figura 19. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 7, 13', 10 y 10'. 68
Figura 20. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos L1, L2 y L3. 69
Figura 21. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 5, 6 y 6'. 70
Figura 22. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 2', 11, 12 y 12'. 71
Figura 23. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 3, 3' y 4. 72
Figura 24. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 1, 2, 2', 12 y 12'. 73
Figura 25. Mapa de propagación sonora fases de construcción mitigado. Puntos 7, 8, 13'' y 13'''. 74
Figura 26. Mapa de propagación sonora fases de construcción mitigado. Puntos 2 y 11. 75

A. PRESENTACIÓN

El presente documento, contiene el estudio de impacto acústico del Proyecto "*Parque Eólico Rinconada*", en adelante proyecto, el cual se ubicará en las comunas de Laja y Los Ángeles, región del Biobío.

En el **Capítulo 3.1.3. Línea Base de ruido**, *del Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Rinconada* se entregan los niveles de ruido preoperacionales que establecen la condición previa a la puesta en construcción y operación del proyecto. Este análisis se efectuó en 13 puntos en el entorno de los aerogeneradores y en 3 puntos complementarios a lo largo de la línea de transmisión. Estos niveles de ruido establecen la condición ruido previa al proyecto, pero además definen el límite máximo de ruido que el proyecto debe cumplir en cada una de sus fases. Entendiendo que el proyecto y su entorno se ubican en zona rural, el D.S.38/11 del MMA, establece que el límite máximo de ruido permitido se establece sumando 10 dBA al nivel base con un tope de 65 dBA para el período diurno y de 50 dBA para el nocturno.

El presente anexo estima el nivel de ruido del proyecto en su fase de construcción, operación y cierre; evalúa estos niveles con respecto al D.S.38/11 del MMA y establece, de corresponder, las medidas de mitigación necesarias para asegurar cumplimiento normativo.

Los proyectos eólicos presentan la singularidad que su operación (por ende, generación de ruido) requiere de una velocidad de viento mínima a la altura de buje del aerogenerador que permita la rotación de las aspas, es por aquello que la guía de ruido de parques eólicos del MMA de marzo de 2020, establece que tanto la determinación del Ruido de Fondo (**Capítulo 3.1.3. Línea Base de Ruido**) y la predicción de ruido durante la operación (**presente anexo**) se debe establecer para los siguientes rangos de velocidad de viento a la altura de buje: 6 a 8 m/s, 8 a 10 m/s y 10 a 12 m/s.

El resto de las obras y actividades del proyecto como son la operación de la subestación eléctrica y línea de transmisión, como a su vez las faenas de construcción de los aerogeneradores, caminos de acceso, subestación eléctrica, línea de transmisión y obras auxiliares no requieren un análisis del ruido en función de la velocidad de viento, ya que la emisión de ruido de estas actividades es independiente del viento.

Finalmente, se analizó de manera referencial, entendiendo la condición permanente de generación de ruido, la operación simultánea con otros proyectos aprobados y aquellos en evaluación por la Autoridad Ambiental, que incluyen: el Parque Eólico Don Álvaro, Parque Eólico Rarinco, Parque Eólico Buenaventura, Parque Eólico El Maitén, Parque Eólico Campo Lindo, Parque Eólico San Matías, Parque Fotovoltaico Laja, Sistema de Transmisión Eléctrica Rarinco – Los Varones, Sistema de Transmisión Eléctrica Laja y Central Hidroeléctrica Laja, a modo de evaluar el efecto sinérgico con estos proyectos. Esta evaluación se realiza utilizando como referencia el Decreto Real 1367/2007 del Ministerio de la Presidencia de España, ya que Chile no cuenta con normas de calidad de ruido.

Cabe señalar que la evaluación se realizó en todos los aspectos considerando 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), además siguiendo lo indicado en la "Guía para la aplicación del D.S. N° 38/2011 del MMA, que establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, para proyectos de parques eólicos en el SEIA" (SEA 2020).

B. OBJETIVOS

B.1. General

Evaluar el impacto de ruido que podría generar el proyecto en sus distintas fases en los receptores cercanos dentro del área de influencia.

B.2. Específicos

- Identificar dentro del Área de Influencia (AI), potenciales receptores sensibles al ruido debido a las futuras emisiones de ruido del proyecto.
- Identificar y caracterizar acústicamente las principales fuentes de ruido en las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto.
- Efectuar una predicción de los niveles de ruido que generarán las fases del Proyecto sobre cada receptor, a través de modelaciones computacionales.
- Comparar los resultados obtenidos con los niveles permitidos por el D.S. N° 38/2011 del MMA, evaluando su respectivo cumplimiento.
- En caso de incumplimiento, presentar medidas de control de ruido a nivel conceptual, con el fin de cumplir con los límites permisibles.

- Evaluar el impacto acústico sinérgico que podría generar el Proyecto en conjunto a otros proyectos cercanos que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) o estén en proceso de evaluación.

C. METODOLOGÍA

C.1. Definición del área de influencia

El Área de influencia (AI) del proyecto corresponde a la zona territorial o espacial donde los niveles de ruido asociados al proyecto presentan riesgo de superación normativa o donde se igualan a los niveles característicos previos al proyecto con el objeto de focalizar los esfuerzos para evaluar el proyecto en cada una sus fases.

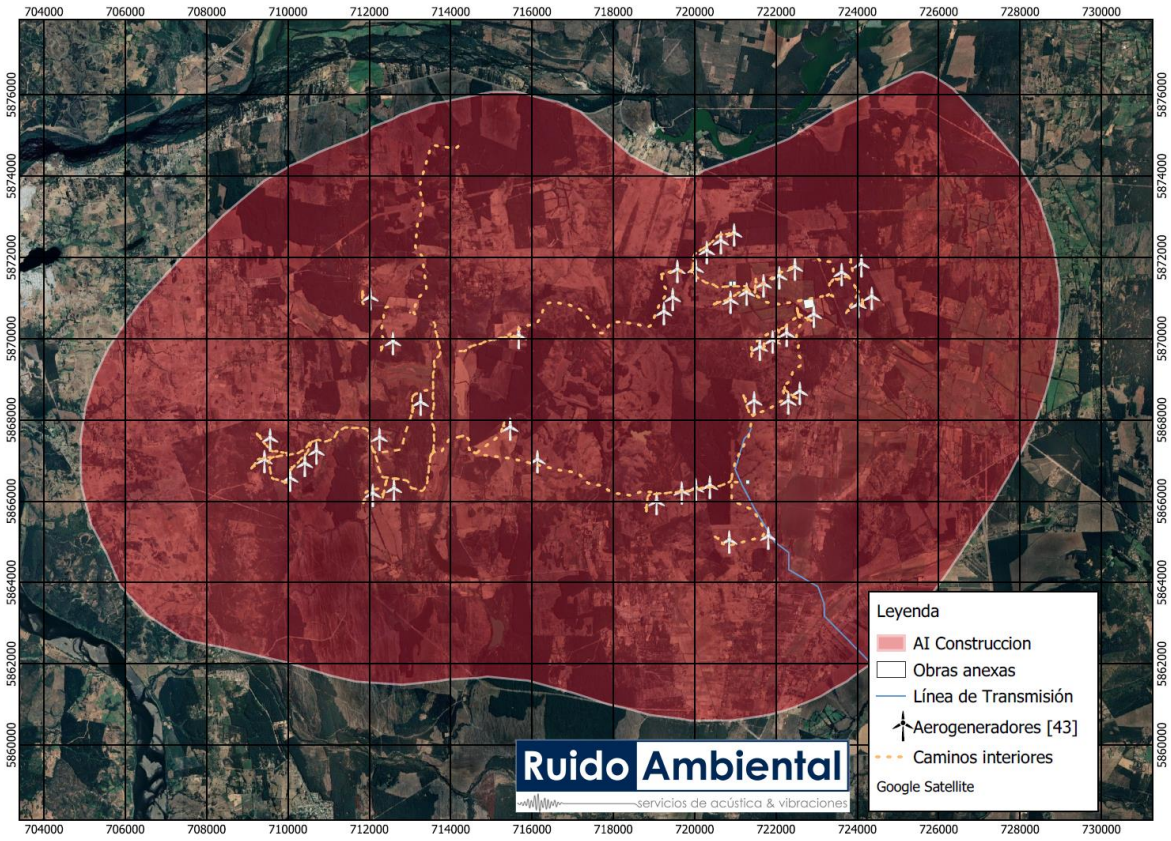
Lo anterior implica efectuar una estimación preliminar con las obras y acciones del proyecto para un escenario conservador, definiendo la distancia critica con riesgo de impacto para posteriormente establecer zonas homogéneas de sensibilidad y finalmente los receptores de medición y evaluación del ruido.

Para determinar el Área de Influencia, se estima la distancia hasta la cual los potenciales niveles de ruido, asociados a la ejecución del Proyecto, descienden a 30 dB(A) considerando un nivel de ruido conservador en zona rural.

Para la fase de construcción, se considera frentes de mayor emisión denominado "Montaje de estructuras" con un Nivel de Potencia Sonora (Lw) de 113 dBA y "Nivelación de terreno" con un Nivel de Potencia Sonora (Lw) de 107 dBA. Para la fase de cierre, el área de influencia se homologa a la fase de construcción entendiendo que los equipos y maquinarias serían incluso menores.

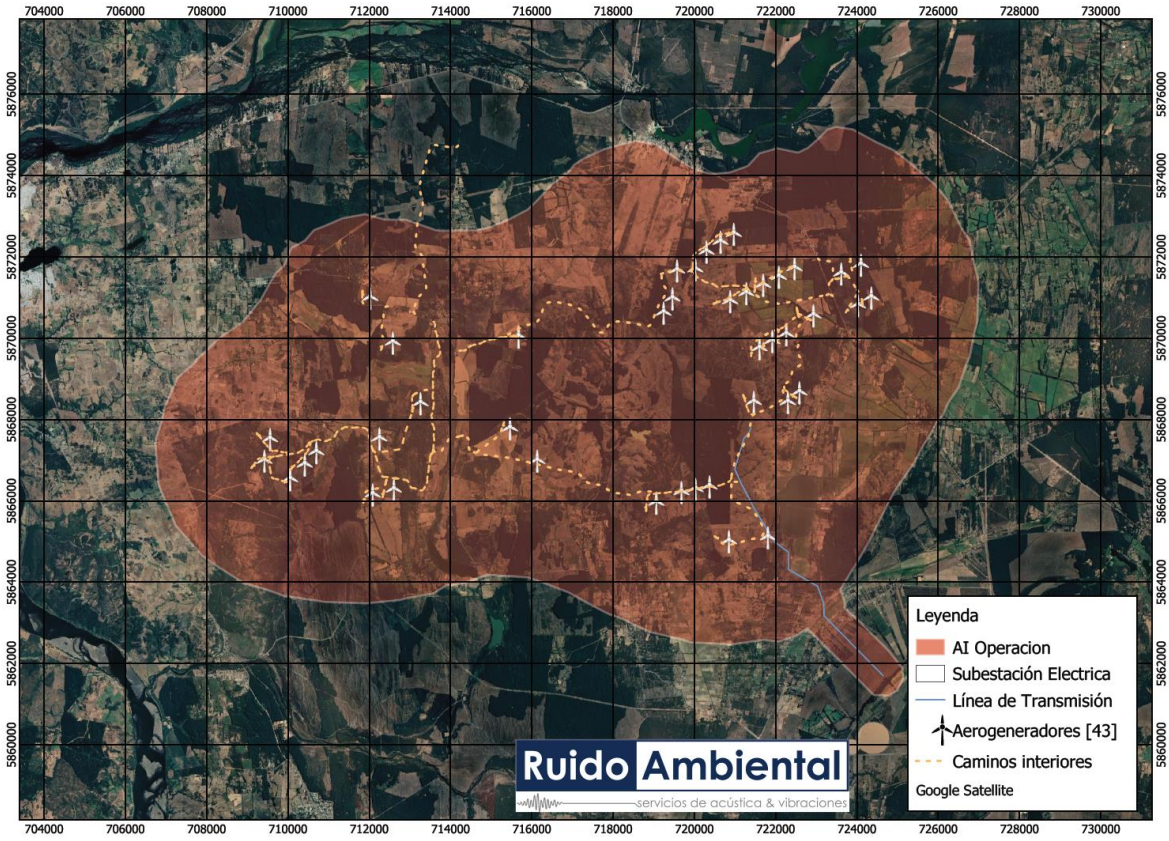
Para la fase de operación, se considera la operación simultánea de los aerogeneradores a máxima capacidad de generación con un Nivel de Potencia Sonora (Lw) de 107.1 dBA, subestación con Lw de 101.4 dBA y línea de transmisión con un Nivel de Potencia Sonora (Lw) de 62.4 dBA/m.

En las siguientes figuras (**Figura 1** y **Figura 2**) se muestran las áreas de influencia del Proyecto en sus diferentes fases, estimadas a partir de los mayores niveles de emisión sonora del Proyecto.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 1. Área de Influencia para la fase de construcción y cierre del proyecto.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 2. Área de Influencia para la fase de operación del proyecto.

C.2. Marco Legal

El objetivo del D.S.38/11 del MMA es proteger la salud de la comunidad mediante el establecimiento de niveles máximos de inmisión de ruido generados por las fuentes emisoras de ruido definidas en su Artículo N° 6, punto 13.

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

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

Tipo de Zona	Descripción
Zona I	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien

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

Fuente: Elaboración propia.

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

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

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

Fuente: Elaboración propia.

Entendiendo que el proyecto y los potenciales receptores se ubican fuera del límite urbano establecido por los IPT, corresponde aplicar el tipo de zona rural, es decir, 10 dBA por sobre el nivel de fondo con tope de 65 dBA para el período diurno y de 50 dBA para el nocturno.

Dado que la operación de un aerogenerador requiere una velocidad de viento mínima para que comience a suministrar potencia o energía eléctrica, esta misma condición de viento se debe replicar para obtener el Ruido de Fondo y el Ruido proveniente del aerogenerador.

La Guía de para la aplicación del D.S. N°38/2011 del MMA en parques eólicos, establece que esta condición se debe evaluar para los rangos de viento de 6 a 8 m/s, 8 a 10 m/s y 10 a 12 m/s a la altura de buje.

Esta técnica de evaluación es válida exclusivamente para la operación de los aerogeneradores, por lo tanto, no aplica a las actividades y obras anexas del proyecto, como son las faenas de construcción, y la operación de la subestación eléctrica y línea de transmisión.

La tabla siguiente resume el criterio de evaluación:

Tabla 3. Criterio de evaluación para las distintas fases del proyecto.

	Actividad	**Velocidad de viento**	**Ruido de Fondo**	**Comentarios**
1	Fase de construcción y cierre	No aplica	Único para cada período (diurno y nocturno)	Debe representar la menor condición de Ruido de Fondo
2	Fase de Operación			
2.1	Subestación eléctrica y Línea de transmisión	No aplica	Único para cada período (diurno y nocturno)	Debe representar la menor condición de Ruido de Fondo
2.2	Aerogeneradores	Si aplica	Variable en función de la velocidad de viento. Rango 1: 6 a 8 m/s Rango 2: 8 a 10 m/s Rango 3: 10 a 12 m/s	Se utiliza el menor valor estadístico que represente adecuadamente cada rango de viento

Fuente: Elaboración propia.

C.2.3. Evaluación del impacto sinérgico

El artículo 2° letra h) bis de la Ley N°19.300, define como efecto sinérgico "aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente".

Al respecto, no existe una normativa nacional del Estado de Chile que establezca un nivel de ruido máximo permitido para asegurar la calidad acústica, es decir, que considere todas las fuentes de ruido que impactan un determinado receptor.

Es importante precisar que la normativa de ruido Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N° 38/2011 del MMA) corresponde a una norma de emisión diseñada para evaluar el cumplimiento de una determinada fuente de ruido individualizada mediante un RUT o que compongan una misma copropiedad (edificación colectivas o condominios), no se trata de una norma de calidad. Por tanto, no es aplicable distintas fuentes de ruido en forma sinérgica. Además, el D.S. N° 38/2011 del MMA en su Artículo 5° excluye explícitamente ciertas fuentes de ruido, como por ejemplo el tránsito vehicular, ferroviario, marítimo, aéreo, uso de espacios públicos, entre otros.

Por tanto, considerando que no es adecuada la utilización del D.S. N°38/2011 del MMA como normativa de calidad por su incompatibilidad con este fin, se utilizarán normativas extranjeras, como lo indica el Articulo N°11 del Decreto Supremo N°40 del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N°40 MMA), el cual se describe a continuación:

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

Según lo anterior para la evaluación de efecto sinérgico se utilizarán los criterios descritos en el Decreto Real 1367/2007 del Ministerio de la Presidencia de España, los cuales señalan los mismos límites.

C.2.3.1. Decreto Real 1367/2007 del Ministerio de la Presidencia de España.

El Decreto Real 1367/2007 establece los objetivos de calidad acústica para cada área; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión, así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones. En el Anexo II del decreto se definen los objetivos de calidad acústica y valores límites dependiendo del tipo de área acústica en que se encuentran los receptores.

A continuación, se presentan los límites máximos permitidos.

Tabla 4. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes[1]

Tipo de área acústica	Índice de ruido [dB(A)]		
	Ld	Le	Ln
e.- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a.- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
d.- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	70	70	65
c.- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b.- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f.- Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructura de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4m.

Donde:

- **Ld:** índice de ruido día, es el índice de ruido utilizado para estimar las molestias globales a la población generadas por la contaminación acústica existente durante el periodo día.
- **Le:** índice de ruido tarde, es el índice de ruido utilizado para estimar las molestias globales a la población generadas por la contaminación acústica existente durante el periodo tarde.
- **Ln:** índice de ruido noche, es el índice de ruido utilizado para estimar las molestias globales, y en especial las correspondientes a la alteración del sueño de la población generadas por la contaminación acústica existente durante el periodo noche.

Para el presente estudio, y debido a que los receptores corresponden a viviendas se homologa al sector a), entendiendo el carácter y uso habitacional del sector,

[1] Tabla A, Anexo II, Real Decreto 1367/2007- zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, Pág.22.

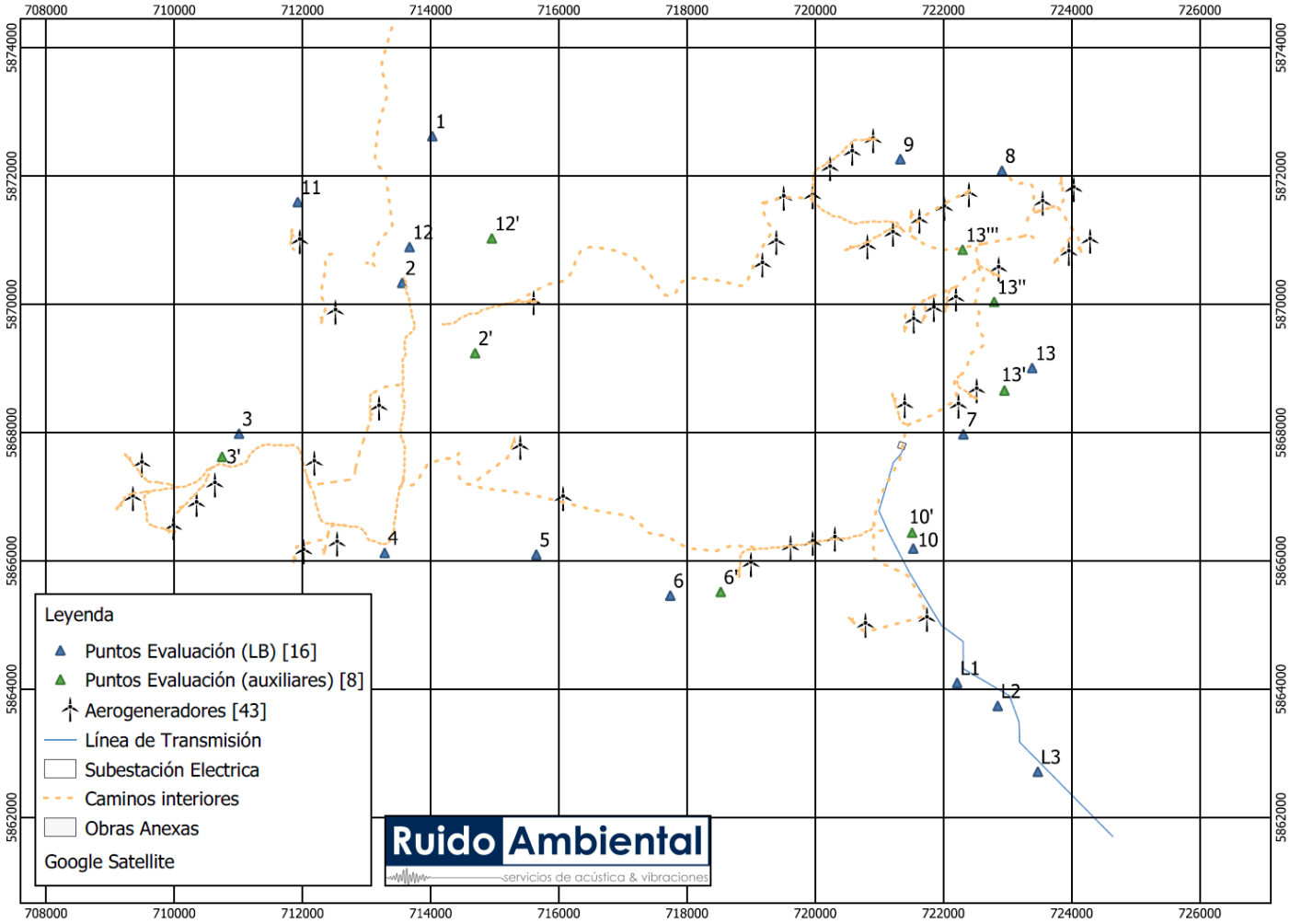
cuyos máximos permitidos son de 65 [dB(A)] para el periodo diurno (día y tarde) y de 55 [dB(A)] para el periodo nocturno.

C.3. Puntos de evaluación

Los puntos de evaluación corresponden a aquellos receptores donde existe una mayor sensibilidad al ruido y donde se esperan los mayores impactos del proyecto en sus distintas fases.

En este sentido es vital aclarar que la identificación de receptores de la línea base de ruido del numeral C.3. Capítulo 3.1.3, tiene como objeto caracterizar el ambiente sonoro dentro del área de influencia del proyecto, y su ubicación, representa adecuadamente la distribución espacial del parque, línea de transmisión y subestación eléctrica. Por otra parte, los puntos de evaluación deben cubrir adicionalmente aquellos sectores particulares que producto de las distintas partes y obras del proyecto se esperan los mayores niveles de ruido con el objeto de asegurar cumplimiento normativo. Lo anterior se encuentra conforme a lo señalado en la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA, del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), 2019", numeral 4.1.

En el presente acápite se presenta la ubicación y descripción de los puntos de evaluación del ruido (**Tabla 4** y **Figura 3**), los cuales se establecen a partir de los puntos de la línea base más puntos auxiliares considerando los receptores más cercanos a las futuras fuentes generadoras de ruido del proyecto. Dichos puntos, presentan características acústicas similares a las de los puntos de medición, por lo que se les asigna posteriormente en la evaluación los mismos límites máximos permitidos.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 3. Ubicación puntos de evaluación.

Tabla 5. Ubicación y descripción de los puntos de evaluación.

Punto	Descripción	Altura receptor [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 18 H	
				Este	Norte
1	Vivienda de 1 piso ubicada al exterior de "Forestal Fresia".	1,5	Vivienda	714.024	5.872.624
2	Vivienda de 1 piso ubicada a un costado de ruta Q-250.	1,5	Vivienda	713.554	5.870.336
2'	Vivienda*	1,5	Vivienda	714.693	5.869.240
3	Vivienda de 1 piso, ubicada en sector Chorrillos.	1,5	Vivienda	711.008	5.867.985
3'	Vivienda*	1,5	Vivienda	710.743	5.867.624
4	Vivienda de 1 piso, ubicada en sector Picul.	1,5	Vivienda	713.281	5.866.125
5	Vivienda de 1 piso, ubicada en sector Chillancito, El Bosque.	1,5	Vivienda	715.647	5.866.100
6	Vivienda de 1 piso ubicada al interior de hijuela "El Durazno", sector Santiago Chico.	1,5	Vivienda	717.738	5.865.460
6'	Vivienda*	1,5	Vivienda	718.524	5.865.515
7	Vivienda de 1 piso ubicada cerca de la "Forestal Fresia".	1,5	Vivienda	722.311	5.867.975
8	Vivienda de 1 piso a un costado de ruta Q-20.	1,5	Vivienda	722.913	5.872.086
9	Vivienda de 1 piso, ubicada al interior de fundo "Quilales".	1,5	Vivienda	721.328	5.872.266
10	Vivienda de 1 piso colindante a bosques de "Forestal Fresia"	1,5	Vivienda	721.528	5.866.194
10'	Vivienda*	1,5	Vivienda	721.511	5.866.440
11	Casa habitación Sector Las Palmas	1.5	Vivienda	711.924	5.871.597
12	Casa habitación Sector La Colonia	1.5	Vivienda	713.670	5.870.895
12'	Vivienda*	1,5	Vivienda	714.953	5.871.030
13	Casa Habitación Sector Quiebrafrenos	1.5	Vivienda	723.384	5.869.008
13'	Vivienda*	1,5	Vivienda	722.951	5.868.657
13''	Vivienda*	1,5	Vivienda	722.791	5.870.039
13'''	Vivienda*	1,5	Vivienda	722.298	5.870.852
L1	Vivienda de 1 piso, ubicada junto a Estero Villuco	1,5	Vivienda	722.181	5.864.081
L2	Vivienda de 1 piso colindante a bosques de "Forestal Fresia"	1,5	Vivienda	722.847	5.863.737
L3	Vivienda de 1 piso, ubicada en camino interior	1,5	Vivienda	723.473	5.862.713

(*) Receptores adicionales.

C.4. Máximos permitidos

En el presente acápite se muestra la zonificación según el D.S N°38/2011 del MMA asociada a los puntos catalogados como receptores sensibles, junto con sus respectivos niveles máximos permitidos.

El detalle de las mediciones y análisis se presenta en el **Capítulo 3.1.3. Línea Base de Ruido,** del **Estudio de Impacto Ambiental**.

Fase construcción y cierre

Tabla 6. Niveles máximos permisibles según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Fase de construcción y cierre. Periodo diurno y nocturno. [2]

Punto	Zonificación según D.S. N°38/2011 del MMA	Período diurno		Período nocturno	
		Ruido de fondo NPS_{eq} [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]	Ruido de fondo NPS_{eq} [dB(A)]*	NPC Máximo permitido [dB(A)]
1	Zona Rural	35	45	31	41
2	Zona Rural	34	44	24	34
3	Zona Rural	47	57	32	42
4	Zona Rural	43	53	25	35
5	Zona Rural	35	45	34	44
6	Zona Rural	42	52	30	40
7	Zona Rural	35	45	31	41
8	Zona Rural	38	48	31	41
9	Zona Rural	40	50	32	42
10	Zona Rural	39	49	28	38
11	Zona Rural	29	39	26	36
12	Zona Rural	38	48	24	34
13	Zona Rural	34	44	31	41
L1	Zona Rural	47	57	42	50
L2	Zona Rural	47	57	44	50
L3	Zona Rural	48	58	46	50

Fuente: Elaboración propia.

*Valor aproximado al entero más cercano.

[2] Ver Tabla 8, capítulo 3.1.3 *"Línea Base de Ruido del estudio de impacto ambiental*

Fase operación

Tabla 7. Niveles máximos permisibles según el D.S. Nº 38/2011 del MMA. Fase de operación. Periodo diurno y nocturno.[3]

Punto Monitoreo	Zonificación según D.S. Nº 38/2011 del MMA	Rango Velocidad viento [m/s]	Periodo diurno		Periodo nocturno	
			Ruido de fondo NPS_{eq} [dB(A)]	NPC Máximo permitido [dB(A)]	Ruido de fondo NPS_{eq} [dB(A)]	NPC Máximo permitido [dB(A)]
1	Zona Rural	6 y 8	35	**45**	31	**41**
		8 y 10	37	**47**	32	**42**
		10 y 12	36	**46**	33	**43**
2	Zona Rural	6 y 8	34	**44**	24	**34**
		8 y 10	35	**45**	25	**35**
		10 y 12	34	**44**	30	**40**
3	Zona Rural	6 y 8	47	**57**	46	**50**
		8 y 10	47	**57**	47	**50**
		10 y 12	47	**57**	47	**50**
4	Zona Rural	6 y 8	44	**54**	32	**42**
		8 y 10	43	**53**	34	**44**
		10 y 12	44	**54**	35	**45**
5	Zona Rural	6 y 8	36	**46**	25	**35**
		8 y 10	35	**45**	27	**37**
		10 y 12	36	**46**	30	**40**
6	Zona Rural	6 y 8	42	**52**	34	**44**
		8 y 10	43	**53**	34	**44**
		10 y 12	44	**54**	38	**48**
7	Zona Rural	6 y 8	36	**46**	30	**40**
		8 y 10	37	**47**	31	**41**
		10 y 12	35	**45**	32	**42**
8	Zona Rural	6 y 8	38	**48**	31	**41**
		8 y 10	39	**49**	33	**43**
		10 y 12	40	**50**	33	**43**
9	Zona Rural	6 y 8	40	**50**	31	**41**
		8 y 10	41	**51**	33	**43**
		10 y 12	43	**53**	38	**48**
10	Zona Rural	6 y 8	39	**49**	32	**42**
		8 y 10	39	**49**	34	**44**
		10 y 12	40	**50**	34	**44**
11	Zona Rural	6 y 8	29	**39**	28	**38**
		8 y 10	31	**41**	29	**39**
		10 y 12	31	**41**	29	**39**
12	Zona Rural	6 y 8	38	**48**	26	**36**
		8 y 10	40	**50**	29	**39**
		10 y 12	42	**52**	35	**45**
13	Zona Rural	6 y 8	34	**44**	24	**34**
		8 y 10	34	**44**	26	**36**
		10 y 12	34	**44**	26	**36**
L1	Zona Rural	-	47	**57**	41	**50**

[3] Ver Tabla 9, capítulo 3.1.3 *Línea Base de ruido*

Punto Monitoreo	Zonificación según D.S. N° 38/2011 del MMA	Rango Velocidad viento [m/s]	Periodo diurno		Periodo nocturno	
			Ruido de fondo NPS_{eq} [dB(A)]	NPC Máximo permitido [dB(A)]	Ruido de fondo NPS_{eq} [dB(A)]	NPC Máximo permitido [dB(A)]
L2	Zona Rural	-	47	**57**	43	**50**
L3	Zona Rural	-	48	**58**	46	**50**

Fuente: Elaboración propia.
*Valor aproximado al entero más cercano.

C.5. Modelo de cálculo

El software de simulación computacional utilizado corresponde a Predictor Lima V2021 - Noise prediction for Road, Rail, Industry, Wind turbines and air traffic. Este programa incorpora un módulo específico para proyectos eólicos, los que basan sus cálculos en los algoritmos establecidos en la Norma ISO 9613 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere; Part 2: General method of calculation" y Concawe "The propagation of noise from petroleum and petrochemical complexes to neighbouring communities", la cual es aceptada internacionalmente, estableciendo parámetros de entrada definidos al tratarse de ruido de aerogeneradores (CONCAWE, 1981).

Este programa cumple con la ISO 17534-1:2015 Acoustics -- Software for the calculation of sound outdoors -- Part 1: Quality requirements and quality assurance.

Tabla 8. Resumen de entradas y salidas en el proceso de cálculo del modelo

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

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior, es coherente con lo recomendado en la Guía Metodológica de Parques Eólicos del MMA.

C.6. Datos de entrada al modelo acústico.

C.6.1 Fase de construcción

La modelación contempla todas las obras que están asociadas a la construcción de la Línea de Transmisión, Subestación eléctrica y del Parque Eólico. Lo anterior incluye caminos de accesos, plantas de hormigón e instalaciones de faenas.

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*", fichas técnicas y otras fuentes bibliográficas como Bies & Hansen y mediciones propias.

La selección del escenario de modelación debe representar la condición de mayor actividad y por ende mayor emisión de ruido. Para tales efectos, es posible apreciar de la Carta Gantt, que entre el mes 12 y 18 se esperan la mayor actividad de obras, que desde el punto de vista acústico corresponde a la operación de la instalación de faenas, dos plantas de hormigón, habilitación de caminos, obras civiles en plataformas y fundaciones, red de interconexión interna, montaje de aerogeneradores y construcción de subestación eléctrica.

Tabla 9. Carta Gantt del proyecto

Actividades constructivas PE	Meses																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mecánica de suelo																									
Construcción de IF1, PH1 y PH2																									
Habilitación de Caminos																									
Obra Civil Plataformas & Fundaciones																									
Redes de interconexión internas																									
Montaje AG																									
Construcción Subestación Eléctrica																									
Puesta en Marcha PE & SIE LT																									
Cierre y retiro de IF1, PH1 y PH2																									

Actividades constructivas LT	Meses																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mecánica de suelo																									
Construcción de IF 2																									
Habilitación de Caminos																									
Construcción faja servidumbre																									
Obra civil & Fundaciones LT																									
Montaje de Torres / Instalación Conductores																									
Puesta en Marcha PE & SIE LT																									
Cierre y retiro de IF 2																									

Fuente: Capítulo 1. Descripción del proyecto.

A continuación, se indica el nivel de emisión acústica asignado a las maquinarias en los distintos frentes de trabajos a ejecutar al interior del área del Proyecto. Es importante destacar que estos frentes de trabajo corresponden a los distintos focos de emisión que se generarán frente a cada receptor y no corresponden a la sumatoria de todos los equipos que el proyecto utilizará (**Capítulo 1. Descripción de Proyecto** del **EIA**), entendiendo que en ningún caso se concentrarán en un solo punto todas las fuentes de ruido, sino que estos se distribuirán en el área de proyecto bajo un escenario que no será mayor al señalado a continuación:

Tabla 10. Fuentes de ruido en Instalación de faenas

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Generador 50 [kVA]	6	58,8	69,9	77,4	82,8	84	83,2	80	72,9	89.2	Bies & Hansen

Fuente: Elaboración propia.
*Ver Apéndice 2

Tabla 11. Fuentes de ruido en Planta de Hormigón

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Generador 100 [kVA]	2	61,8	72,9	80,4	85,8	87,0	86,2	83,0	75,9	92,2	Bies & Hansen*
Planta de hormigón	2	81,7	88,7	94,7	101,7	100,7	96,7	95,7	90,7	106,0	BS 5228 Tabla D6, N° 10
Camión combustible	1	76,8	81,9	86,1	91,8	97	95,2	89	79,9	100,0	BS 5228 Tabla C4, N° 16

Tabla 12. Fuentes de ruido durante habilitación de caminos

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Motoniveladora	3	79,8	92,9	92,1	89,8	94,0	91,2	84,0	76,9	99,0	Medición
Rodillo compactador	3	83,8	89,9	86,4	95,8	95	93,2	89	83,9	100,7	BS 5228 Tabla C2, N° 40
Camión Aljibe	2	75.4	86.5	79	89.4	91.6	95.8	94.6	85.5	100,0	Environmental Noise Monitoring*
Bulldozer	2	67,8	80,9	88,1	92,8	97,0	94,2	89,0	79,9	100,1	BS 5228 Tabla C5, N° 15
Camión tolva	1	76,8	81,9	86,1	91,8	97	95,2	89	79,9	100,0	BS 5228 Tabla C4, N° 16

Nota: Esta actividad en particular nunca se desarrollará al mismo tiempo ya que corresponden a actividades secuenciales. Para efectos de análisis se considera la operación conjunta del camión aljibe que permanentemente estará operando y rodillo compactador por ser el de más alto nivel.

Tabla 13. Fuentes de ruido durante montaje de estructuras del PE.

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Grúa 125 [m]	2	69,8	82,9	87,4	86,8	94	95,2	84	72,9	98,6	BS 5228 Tabla C4, N°50
Grúa 80 [m]	3	81,8	87,9	90,4	87,8	92	92,2	85	76,9	97,8	BS 5228 Tabla C4, N°43
Camión cama baja	14	74,8	89,9	97,4	102,8	102	102,2	97	92,9	108,1	BS 5228 Tabla C2, N° 34
Camión de carga	1	97,8	93,9	93,4	97,8	105	101,2	100	86,9	108,6	BS 5228 Tabla C6, N°21
Camión grúa	3	82,8	89,9	95,4	98,8	100	98,2	93	82,9	104,9	BS 5228 Tabla C4, N°53
Camión Mixer	6	81,8	80,9	85,4	94,8	99	98,2	93	84,9	103,1	Camión Mixer
Bomba hormigón	2	72,8	87,9	90,4	100,8	104	101,2	95	88,9	107,5	Bomba hormigón
Grúa 50 ton	1	81,8	87,9	90,4	87,8	92	92,2	85	76,9	97,8	BS 5228 Tabla C4, N°43
Excavadora tipo D320	1	75,8	77,9	83,1	88,8	91	89,2	88	76,9	96,0	BS 5228 Tabla C2, N°8

Tabla 14. Fuentes de ruido durante construcción Subestación eléctrica

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Motoniveladora	1	93,8	95,8	99,8	100,8	97,8	95,8	92,8	87,8	106,0	Catalogo
Rodillo compactador	1	83,8	89,9	86,4	95,8	95	93,2	89	83,9	100,7	BS 5228 Tabla C2, N° 40
Camión Mixer	6	81,8	80,9	85,4	94,8	99	98,2	93	84,9	103,1	BS 5228 Tabla C4, N°18
Excavadora tipo D320	1	75,8	77,9	83,1	88,8	91	89,2	88	76,9	96,0	BS 5228 Tabla C2, N°8
Grúa 50 ton	1	81,8	87,9	90,4	87,8	92	92,2	85	76,9	97,8	BS 5228 Tabla C4, N°43
Retroexcavadora tipo 416	1	75,8	77,9	83,1	88,8	91	89,2	88	76,9	96,0	BS 5228 Tabla C2, N°8

Tabla 15. Fuentes de ruido durante montaje estructuras de la línea de transmisión

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Camión grúa	2	82,8	89,9	95,4	98,8	100	98,2	93	82,9	104,9	BS 5228 Tabla C4, N°53

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Retroexcavadora tipo 416	1	75,8	77,9	83,1	88,8	91	89,2	88	76,9	96,0	BS 5228 Tabla C2, N°8
Camión de carga	1	97,8	93,9	93,4	97,8	105	101,2	100	86,9	108,6	BS 5228 Tabla C6, N°21
Winche y freno	1	81,0	81,0	85,0	87,0	88,0	86,0	80,0	79,0	95,0	Medición propia
Camión Mixer	1	81,8	80,9	85,4	94,8	99	98,2	93	84,9	103,1	BS 5228 Tabla C4, N°18

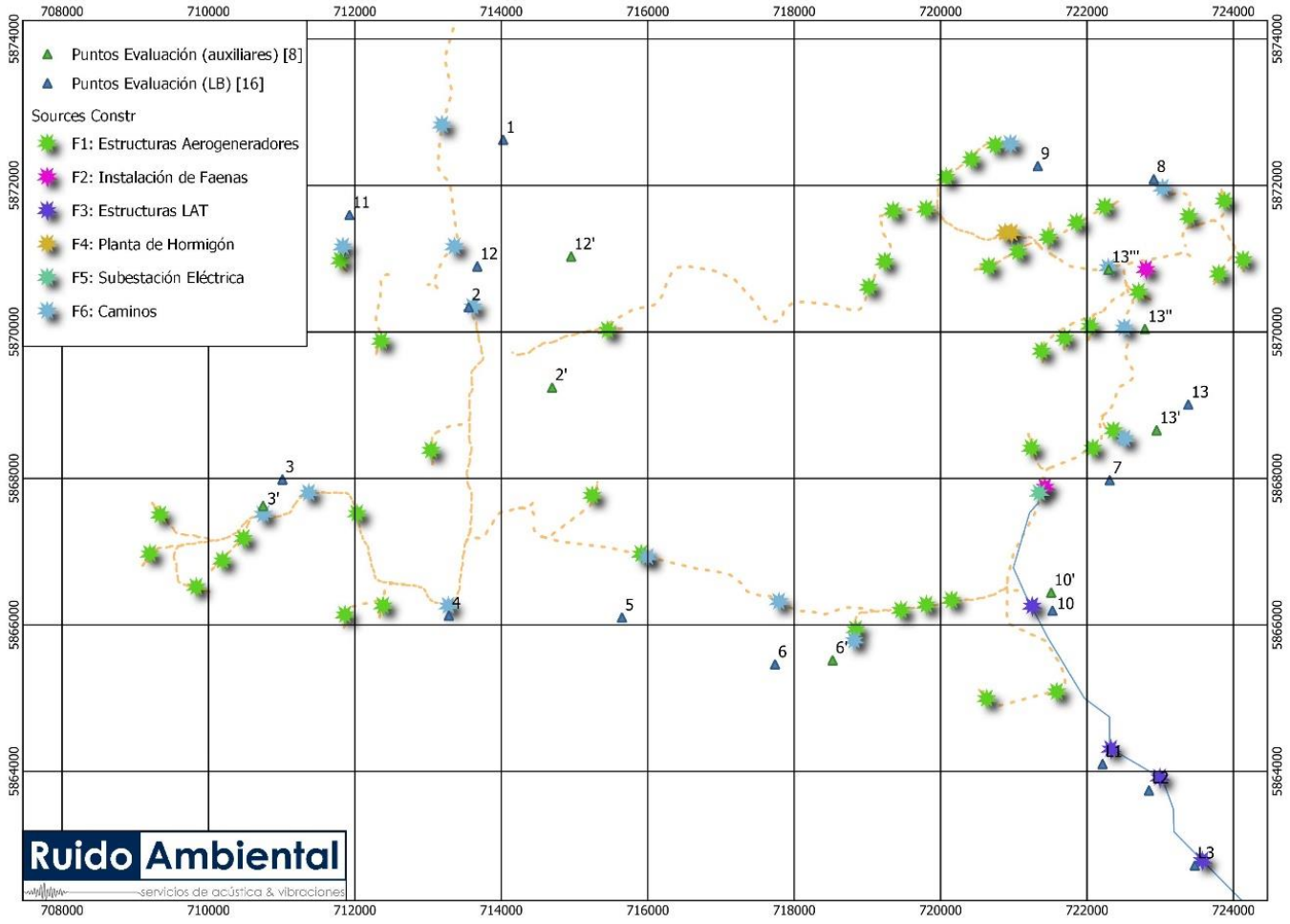
Todas estas actividades se efectuarán de manera exclusiva en horario diurno (7 a 21 horas). Sin embargo, existirán faenas puntuales y menores que se desarrollarán en la noche en las zonas de montaje de estructuras de los aerogeneradores correspondiente a desmontaje, traslado y montaje de grúas, las que se indican a continuación.

Tabla 16. Fuentes de ruido nocturnas por desmontaje, traslado y montaje de grúas

Fuente de ruido	Cantidad	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Desmontaje, traslado y montaje de grúas. Considera: • 2 grúas • 1 camión plano	1	90	89	93	91	90	88	80	72	96	Mediciones propias

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

La ubicación de frente de trabajo se indica en las figuras siguientes. La posición de cada una de ellas se determina enfrentando a los puntos de evaluación conformando un escenario de mayor impacto.

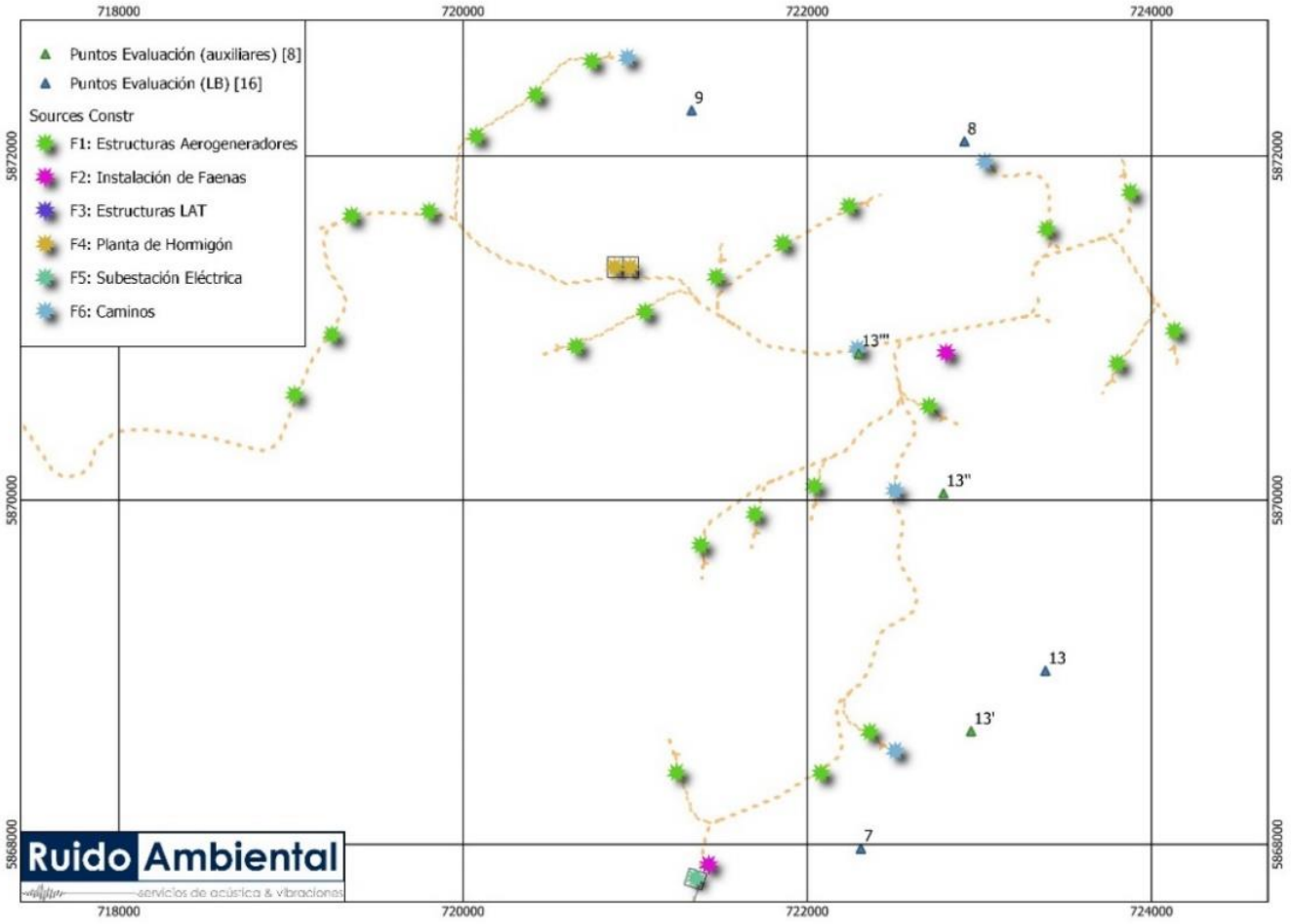


Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 4. Distribución general de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre.

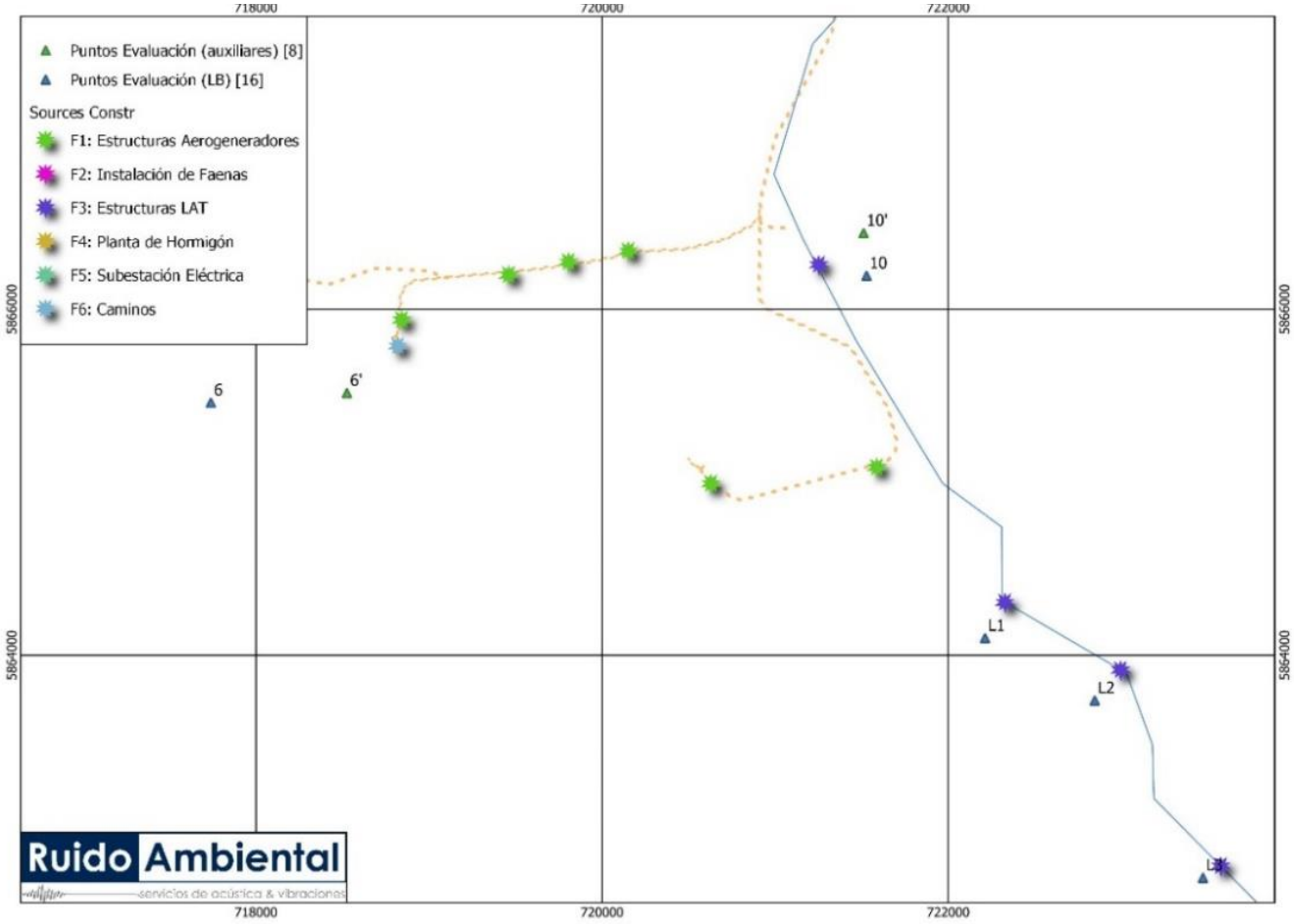
Se entrega una vista ampliada del sector norte, sur y poniente del parque para mayor claridad.

Esta configuración de frentes establece un escenario desfavorable ya que considera todos los frentes de trabajo al mismo tiempo, entendiendo que en la práctica esta condición no se dará y sólo busca asegurar cumplimiento normativo.



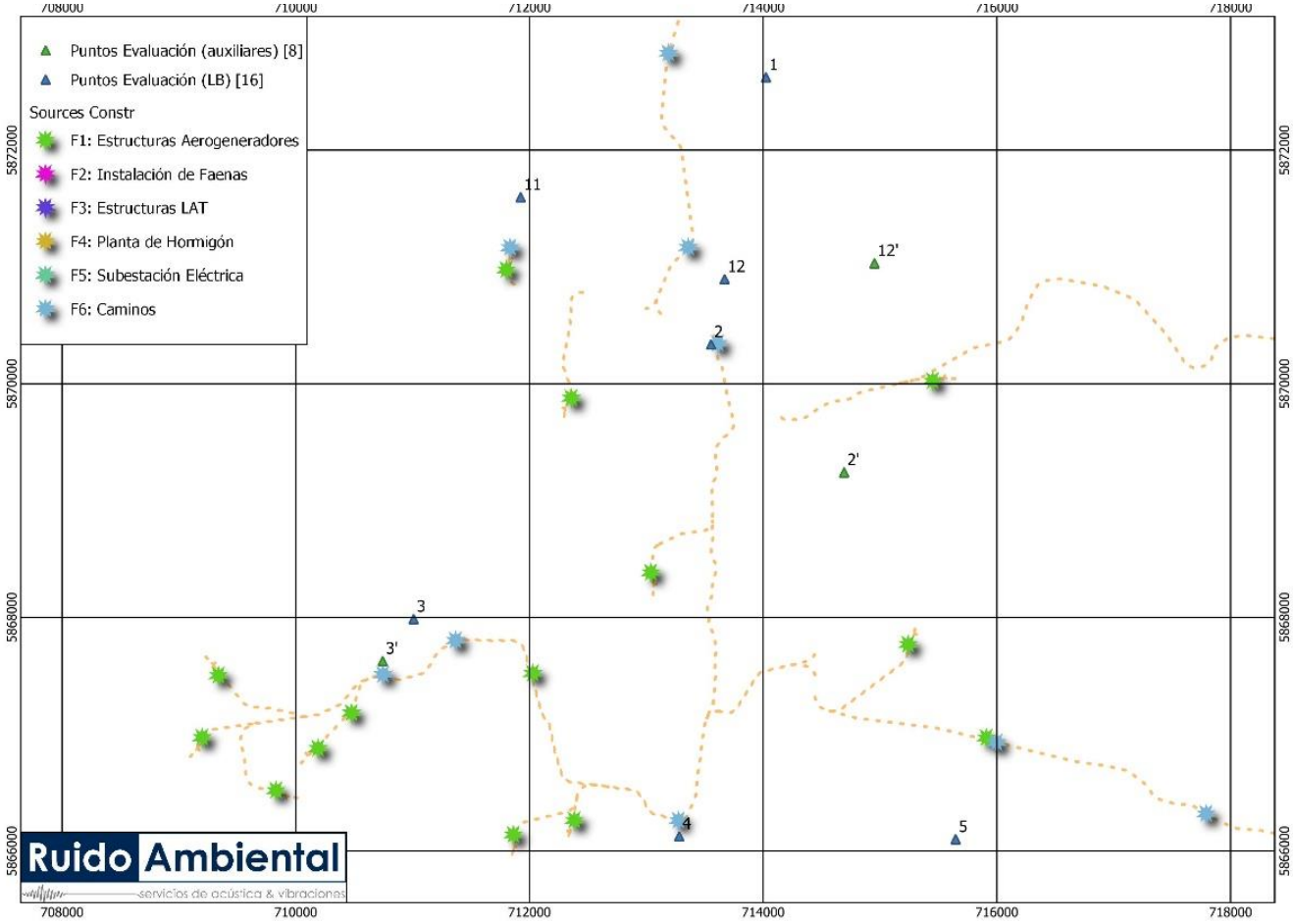
Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 5. Vista ampliada de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre del sector norte.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 6. Vista ampliada de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre del sector sur.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 7. Vista ampliada de las fuentes de ruido en las Fases de construcción y cierre del sector poniente.

C.6.2 Fase de operación

Parque Eólico

A continuación, se detallan los datos de entrada que se utilizaron en el modelo predictivo con relación a los aerogeneradores. En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los 43 aerogeneradores del Proyecto. La altura del buje, y en consecuencia la altura de la fuente es de 140 [m] de altura.

Tabla 17. Ubicación de aerogeneradores y potencia acústica asignada según rango de velocidad.

Aerogenerador	Coordenada UTM Datum WGS 84, Huso 18 H		STE*	Lw (dBA), según rango de viento		
	Este	Norte		6-8m/s	8-10m/s	10-12m/s
1	711.802	5.870.976	si	102,0	104,3	104,3
2	712.358	5.869.877	si	102,0	104,3	104,3
3	715.451	5.870.025	si	102,0	104,3	104,3
4	713.039	5.868.384	si	102,0	104,3	104,3
5	709.337	5.867.502	no	104,8	107,1	107,1
6	709.198	5.866.972	no	104,8	107,1	107,1
7	709.830	5.866.518	no	104,8	107,1	107,1
8	710.190	5.866.878	no	104,8	107,1	107,1
9	710.477	5.867.181	no	104,8	107,1	107,1
10	712.028	5.867.521	si	102,0	104,3	104,3
11	711.862	5.866.139	si	102,0	104,3	104,3
12	712.384	5.866.263	si	102,0	104,3	104,3
13	715.241	5.867.768	no	104,8	107,1	107,1
14	715.911	5.866.970	no	104,8	107,1	107,1
15	719.021	5.870.613	no	104,8	107,1	107,1
16	719.238	5.870.962	no	104,8	107,1	107,1
17	719.352	5.871.652	no	104,8	107,1	107,1
18	719.803	5.871.678	no	104,8	107,1	107,1
19	720.009	5.871.929	no	104,8	107,1	107,1
20	720.422	5.872.356	si	102,0	104,3	104,3
21	720.748	5.872.551	si	102,0	104,3	104,3
22	720.658	5.870.894	no	104,8	107,1	107,1
23	721.058	5.871.094	si	102,0	104,3	104,3
24	721.471	5.871.297	si	102,0	104,3	104,3
25	721.858	5.871.494	si	102,0	104,3	104,3
26	722.243	5.871.709	si	102,0	104,3	104,3
27	723.392	5.871.575	si	102,0	104,3	104,3
28	723.878	5.871.790	si	102,0	104,3	104,3
29	724.133	5.870.985	no	104,8	107,1	107,1
30	723.802	5.870.795	no	104,8	107,1	107,1
31	722.707	5.870.546	no	104,8	107,1	107,1

Aerogenerador	Coordenada UTM Datum WGS 84, Huso 18 H		STE*	Lw (dBA), según rango de viento		
	Este	Norte		6-8m/s	8-10m/s	10-12m/s
32	722.041	5.870.081	no	104,8	107,1	107,1
33	721.695	5.869.918	no	104,8	107,1	107,1
34	721.380	5.869.738	si	102,0	104,3	104,3
35	722.363	5.868.652	si	102,0	104,3	104,3
36	722.079	5.868.414	si	102,0	104,3	104,3
37	721.234	5.868.508	si	102,0	104,3	104,3
38	720.151	5.866.338	si	102,0	104,3	104,3
39	719.805	5.866.274	si	102,0	104,3	104,3
40	719.460	5.866.199	no	104,8	107,1	107,1
41	718.842	5.865.939	no	104,8	107,1	107,1
42	721.587	5.865.086	si	102,0	104,3	104,3
43	720.629	5.864.992	si	102,0	104,3	104,3

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

*STE (Blades with serrated trailing Edge)

El espectro en frecuencia de los datos ponderados de emisión, se indican en la tabla siguiente, diferenciando aquellos aerogeneradores con dientes serrados en sus palas - STE (Blades with serrated trailing Edge).

Las bandas de octava se ajustaron a la ficha técnica de referencia indicada en el **Apéndice III** y el valor global para cada rango de velocidad fue indicado por el titular.

Tabla 18. Nivel de Potencia Acústica en bandas de octavas para aerogeneradores con STE.

Rango vel. de viento [m/s]	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia									Lw dB(A)	Referencia
	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
6 a 8	72.2	82.9	90.6	95.4	97.1	96	91.9	84.8	74.7	102.0	Titular
8 a 10	74.3	85.1	92.8	97.7	99.5	98.3	94.2	87.1	77.0	104.3	Titular
10 a 12	75.3	85.7	93.1	97.6	99.4	98.3	94.2	87.5	77.8	104.3	Titular

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Tabla 19. Nivel de Potencia Acústica en bandas de octava para aerogeneradores sin STE.

Rango vel. de viento [m/s]	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia									Lw dB(A)	Referencia
	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
6 a 8	75	85.7	93.4	98.2	99.9	98.8	94.7	87.6	77.5	104.8	Titular

Rango vel. de viento [m/s]	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia									Lw dB(A)	Referencia
	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
8 a 10	77.1	87.9	95.6	100.5	102.3	101.1	97	89.9	79.8	107.1	Titular
10 a 12	78.1	88.5	95.9	100.4	102.2	101.1	97	90.3	80.6	107.1	Titular

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Condiciones meteorológicas[4]

La asignación de valores a los parámetros meteorológicos se realizó contemplando una condición desfavorable desde el punto de vista de la atenuación acústica durante la propagación sonora. La temperatura se fijó en 10° C y la humedad relativa en 80%, constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación de la propagación de la onda sonora, debido a estos efectos meteorológicos. Con respecto a la dirección del viento, se consideró la condición de "a favor del viento", es decir, la dirección proveniente desde la fuente al receptor, esta es la condición más desfavorable, puesto que el software considera en los cálculos la emisión desde la fuente hacia el punto para todos los casos.

Cabe mencionar que para los cálculos se consideró la velocidad del viento mayor de cada rango (parámetro u de las tablas siguientes), con el fin de estimar el escenario más desfavorable para cada caso.

Finalmente, se presenta una tabla resumen con las condiciones incorporadas al modelo, según lo indicado en la página 17 de la "Guía para la aplicación del D.S. N° 38/2011 del MMA, que establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, para proyectos de parques eólicos en el SEIA" (SEA 2020).

Tabla 20. Parámetros utilizados para la predicción de ruido de la operación del PE.

Método	Altura de Inmisión [m]	Humedad relativa [%]	Temperatura [°C]	Propagación del sonido	Tipo de Suelo
Concawe	4,0	80	10	Downwind	Categoría D*

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

*Se consideró una absorción media, es decir de 0.5, entendiendo la condición rural del sector

[4] Resolución Exenta N° 285/2018

Línea de Transmisión Eléctrica (LTE)

En relación al ruido generado por la LTE, este 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 Alemania[5], el cual puede aplicarse a líneas de transmisión que tengan igual o menos de 6 conductores por fase.

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

$$RA_i = 2E_i + 45\ \log(d) + 18\log(N) - 0.3 - 10\log(R_i) \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

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:

$$RA = 10log\sum_{i=1}^{n} 10^{RA_i/10} \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

Donde:

n : Número de fases.

La **Tabla 21** señala los datos asociados a la LTE y el nivel de ruido audible estimado inmediatamente bajo la línea, a 1.5 [m] sobre el suelo.

[5] Forschungsemeinschaft Für Hochspanmmge und Hochstromtechnik: E. V.

Tabla 21. Información LTE para estimación de ruido audible y nivel de ruido proyectado en la faja de seguridad.

Número de subconductores por fase ***N***	1
Gradiente de campo eléctrico E_i [Kv/cm]	15
Diámetro del conductor ***d*** [cm]	2.773
Número de fases ***n***[6]	3
Altura mínima catenaria [m]	8
Ancho franja de seguridad [m]	30
Altura de proyección [m]	1.5
Distancia al punto de proyección [m] (a 1.5 [m] de altura bajo el eje de la emisión)	22.2
RA [dB(A)] (altura 1.5 [m] bajo conductor)	40.9

*El nivel de RA se realiza considerando 3 fases en la LTA

Utilizando el nivel RA obtenido, el nivel de potencia acústica L_w de la LTE se obtuvo a través de la siguiente ecuación[7]:

$$L_w = NPS + 10 \cdot \log(r) + 8 \qquad \textbf{Ecuación 3}$$

Donde:

Lw : Nivel de potencia sonora LTE;

NPS : Nivel de presión sonora LTE (RA);

r : Distancia desde la LTE al punto de proyección. $r = 6.3[m]$.

A continuación, se detalla el nivel de potencia acústica por metro lineal calculado a partir del método FGH de Alemania.

Tabla 22. Nivel de potencia acústica de Línea de transmisión por metro lineal.

Fuente	**Lw [dB(A)] en bandas de octava de frecuencia [Hz]**								**Lw [dB(A)/ m]**	**Fuente**
	63	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8K**		
Ruido audible Línea de transmisión 220 [kV]	35.4	39.4	46.4	50.4	54.4	57.4	57.4	53.4	**62.4**	Método FGH de Alemania

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

A continuación, se presentan las coordenadas de las torres de la LTE.

[6] Dos circuitos de tres fases cada uno.

[7] Samir N. Y. Gerges, Ruido, Fundamentes y control, Primera edición en español, 1998. Ecuación 1.107.

Tabla 23. Ubicación de estructuras de LTE

Nº Estructura	Coordenadas UTM Datum WGS 84, Huso 18 H	
	Este	Norte
Pórtico	721.391	5.867.795
1	721.337	5.867.666
2	721.217	5.867.534
3	721.075	5.867.055
4	720.994	5.866.779
5	721.159	5.866.410
6	721.279	5.866.180
7	721.468	5.865.818
8	721.661	5.865.500
9	721.828	5.865.224
10	721.968	5.864.993
11	722.309	5.864.741
12	722.311	5.864.317
13	722.655	5.864.116
14	723.030	5.863.896
15	723.180	5.863.483
16	723.189	5.863.172
17	723.474	5.862.883
18	723.781	5.862.572
19	724.078	5.862.272
20	724.389	5.861.957
21	724.644	5.861.698

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

En la subestación eléctrica se consideran dos (2) transformadores de 160 MVA cada uno y un generador de respaldo de 100 [kVA].

A continuación, se presenta el nivel de potencia acústica para las fuentes de ruido consideradas en la SE.

Tabla 24. Nivel de potencia acústica para fuentes en SE. Fase de operación.

Fuente de ruido	Cant.	Lw en dB(A) en bandas de octava de frecuencia								Lw dB(A)	Referencia
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Generador 100 [kVA]	1	61.8	72.9	80.4	85.8	87.0	86.2	83.0	75.9	92.2	Bies & Hansen*
Transformadores	2	77.8	89.9	92.4	97.8	95.0	91.2	86.0	76.9	101.4	Crocker*

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

*Ver Apéndice 2

C.6.3 Fase de cierre

Para la fase de cierre se utilizará maquinaria similar a la utilizada en la fase de construcción, en igual o menor cantidad, por lo que no existirá una mayor emisión de ruido. Producto de lo anterior, sólo será necesario evaluar el caso más desfavorable, el cual está cubierto con la evaluación de la fase de construcción.

C.6.4 Impacto sinérgico

En la Guía para la Aplicación del D.S. N° 38/2011 del MMA, para proyectos de parques eólicos en el SEIA, en el acápite 4.4 "efecto sinérgico" se indica que *se deberá considerar una evaluación de ruido de parques eólicos aledaños al proyecto en evaluación, con el fin de identificar los niveles de ruido generados por todos los proyectos que podría estar afectando a los receptores involucrados*.

En base a lo anterior, se realizó una recopilación de antecedentes conducente a identificar los Proyectos aprobados, en proceso de evaluación o en operación, cercanos al emplazamiento que comprende el Proyecto y que pudiesen, a partir de su operación, aportar un nivel mayor al ya proporcionado por las Fases del Proyecto en estudio.

Los proyectos que eventualmente podrían producir un impacto acústico sinérgico se presentan en la **Tabla 25** y **Figura 8**. En virtud de las características de los proyectos en cuestión, se considera el ejercicio de asignarle a cada uno de ellos una potencia acústica específica, ya sea para aerogeneradores, LTE o parques fotovoltaicos. En este punto se consideró la información proporcionada por el titular para efectuar el presente estudio e información pública disponible en el sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA).

Tabla 25. Proyectos de energía para la evaluación de impacto acústico sinérgico.

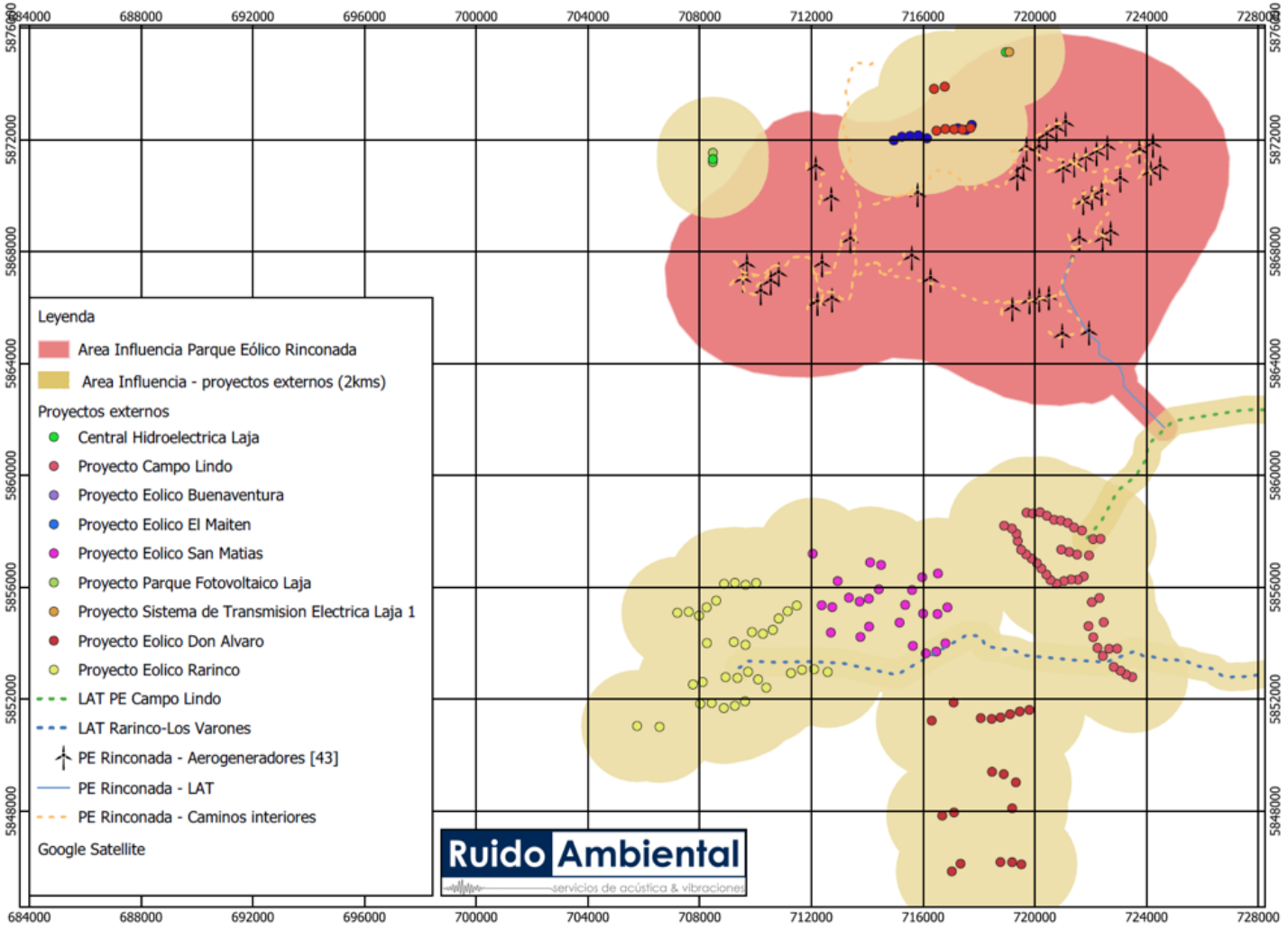
Proyecto	Fuente de ruido Fase de operación	Altura [m]	Lw [dB(A)]	Estado SEA
Parque Eólico Don Alvaro	19 Aerogeneradores	140	104,9 (1)	En calificación
Parque Eólico Rarinco	36 Aerogeneradores	164	108,4 (1)	En calificación
Línea de Transmisión 1 x 220 kV Rarinco - Los Varones	Línea transmisión eléctrica 30.5 [Km]	24	67.0 (3)	En calificación

Proyecto	Fuente de ruido Fase de operación	Altura [m]	Lw [dB(A)]	Estado SEA
Parque Eólico Buenaventura	8 Aerogeneradores	120	105.0 (1)	Aprobado
Parque Eólico El Maitén	7 Aerogeneradores*	112	107.5 (1)	Aprobado
Parque Eólico Campo Lindo	44 Aerogeneradores	117	107.0 (1)	Aprobado
Parque Eólico San Matías	25 Aerogeneradores	166	106.8 (1)	En calificación
Parque Fotovoltaico Laja	3 Centros de transformación	1.5	87.0 (2)	Aprobado
Sistema de Transmisión Eléctrica Laja 1	Línea transmisión eléctrica 17.1 [Km]	27	69.8 (3)	Aprobado
Central Hidroeléctrica Laja**	Central Hidroeléctrica	Según lo indicado en la declaración del proyecto "*El componente ruido está presente, en mayor medida, durante la fase de construcción. Dado el estado operativo del proyecto, se estima que este impacto, en todo caso, sea menor*"		Aprobado

(1) Lw correspondiente a cada aerogenerador.
(2) Lw correspondiente a cada centro de transformación.
(3) Calculado a partir del Ruido audible declarado en la DIA del proyecto[8]

* A la fecha se han construido 3 AG, los cuales se encuentran operando
**No será considerado en las modelaciones, debido a que según lo indicado el impacto de la fase de operación no es relevante, además se encuentra a 6 [km] del receptor más cercano del proyecto Rinconada.

[8] A continuación se presenta lo indicado en Capitulo 3 "Emisiones"
"…*de acuerdo con información de otros proyectos similares, las emisiones en un escenario* desfavorable son del orden de 38 dB(A) en el sector inmediatamente debajo de la línea de transmisión por lo que fuera de la franja de servidumbre este nivel es imperceptible"
https://www.e-seia.cl/archivos/250_Capitulo_3_Emisiones.pdf



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 8. Ubicación Parque Eólico Rinconada y otros proyectos cercanos.

La Guía para la aplicación del D.S.38/11 del MMA señala en el numeral 4.4, que para evaluar el efecto sinérgico, la regulación de Nueva Zelanda NZS 6808:2010 "Acoustics - Wind Farm Noise" establece que la operación simultánea de parques eólicos no es necesaria de evaluar cuando el nivel de presión sonora producido por un nuevo parque eólico, en un determinado receptor, está 10 dB(A) por debajo del nivel de presión sonora producido por los parques eólicos existentes, en el mismo receptor (Standards New Zealand 2010). Lo anterior permite establecer un criterio para la evaluación del efecto sinérgico producido por el ruido generado por proyectos de parques eólicos.

Si se considera que el nivel de ruido estimados por el proyecto alcanza 44 dBA en la comunidad (con un límite máximo permitido en la noche de hasta 50 dBA), y que el mayor nivel de emisión sonoro de los parques eólicos vecinos alcanza un Nivel de Potencia Sonoro (Lw) de 108,4 dBA (Parque Eólico Rarinco), es posible estimar la distancia a la que se obtiene un nivel sonoro de 34 dBA, estableciendo de esta forma el Área de Influencia para el análisis del efecto sinérgico.

Considerando sólo la atenuación por divergencia geométrica, el Nivel sonoro (Lp) a una distancia (r) se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$Lp = Lw - 20 \log (r) - 11 \text{ [dBA]}$$

Donde $r = 10^{[(Lw-Lp-11)/20]}$

Reemplazando los valores antes señalados, es posible establecer una distancia de corte de 1.480 m, el cual se aproxima a 2 km (buffer de seguridad mayor),

Por lo tanto, se considera en el análisis sólo los proyectos que se ubican a menos de 2 km para estimar el grado de interferencia y efecto acumulativo del ruido, siendo necesario evaluar esta condición de presentarse.

Los proyectos que cumplen con el criterio mencionado corresponden a los Parques Eólicos Buena Ventura y El Maitén, los que tendrían algún grado de efecto sinérgico, por lo tanto, para efectos de cuantificar este incremento, se realiza una modelación de ruido considerando ambos proyectos.

En las tablas siguientes se presentan las posiciones de las principales fuentes de ruido para cada proyecto.

Tabla 26. Ubicación de aerogeneradores. Proyecto Eólico Buenaventura.

Aerogenerador	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 18 H	
	Este	Norte
AG1	714.953	5.871.976
AG2	715.237	5.872.107
AG3	715.533	5.872.135
AG4	715.828	5.872.151
AG5	716.137	5.872.049
AG6	717.243	5.872.409
AG7	717.543	5.872.348
AG8	717.743	5.872.528

Tabla 27. Ubicación de aerogeneradores. Proyecto Eólico El Maitén.

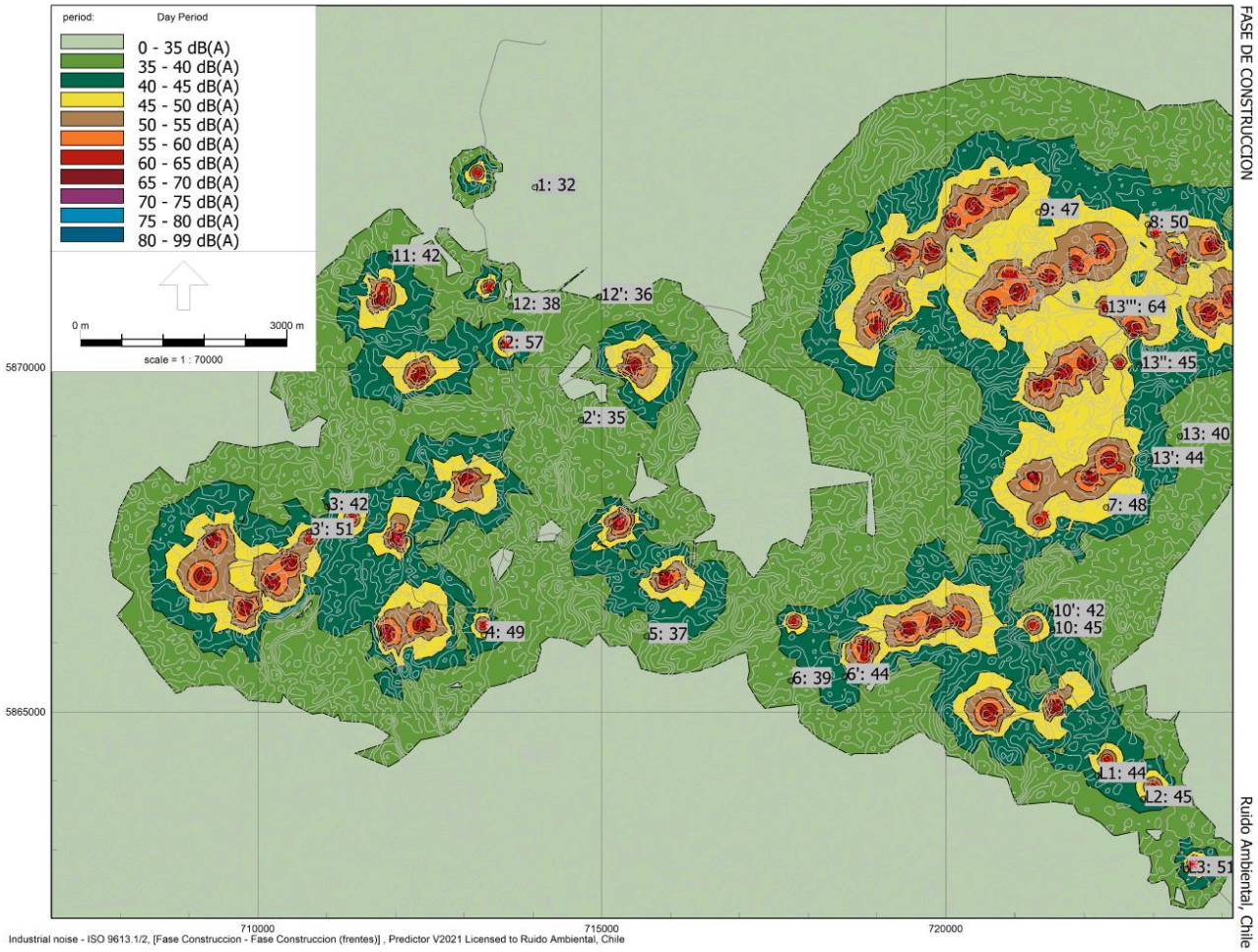
Aerogenerador	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 18 H	
	Este	Norte
AE-01	716.480	5.872.320
AE-02	716.389	5.873.817
AE-03	716.773	5.873.897
AE-04	716.795	5.872.382
AE-05	717.112	5.872.368
AE-06	717.408	5.872.360
AE-07	717.698	5.872.422

D. RESULTADOS

D.1. Fases de construcción y cierre

Se presentan a continuación, los resultados obtenidos a partir del modelo predictivo representativo de las fases de construcción y cierre del Proyecto, además de su evaluación según el D.S. N° 38/2011 del MMA. Los resultados se entregan mediante tablas de valores y mapas de propagación sonora cuya coloración está referida a una altura de 1,5 [m] del suelo.

A continuación, se presenta una vista general de la modelación de las fases de construcción y cierre, mientras que en el **Apéndice I** se presentan los detalles para cada zona.



Nota: Receptor, indica el valor proyectado en los puntos de evaluación.
Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 9. Mapa de propagación sonora Fases de construcción y cierre. Período diurno.

Tabla 28. Evaluación preliminar según D.S. N°38/2011 del MMA. Fases de construcción y cierre.

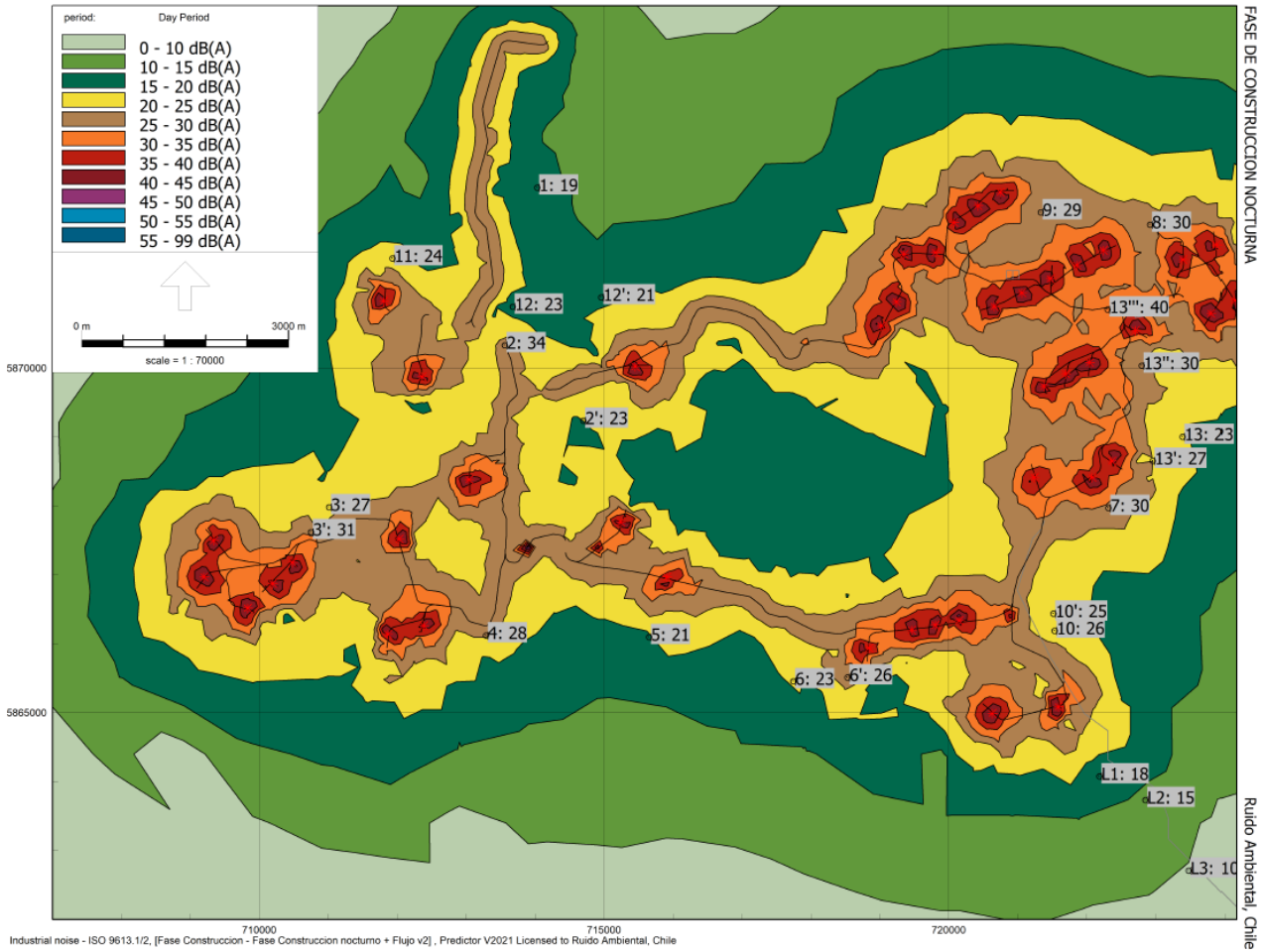
Punto	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA
1	32	45	Cumple
2	57	44	Supera en 13 dBA
2'	35	44	Cumple
3	42	57	Cumple
3'	51	57	Cumple
4	49	53	Cumple
5	37	45	Cumple
6	39	52	Cumple
6'	44	52	Cumple
7	48	45	Supera en 3
8	50	48	Supera en 2
9	47	50	Cumple
10	45	49	Cumple
10'	42	49	Cumple
11	42	39	Supera en 3
12	38	48	Cumple
12'	36	48	Cumple
13	40	44	Cumple
13'	44	44	Cumple
13''	45	44	Supera en 1
13'''	64	44	Supera en 20
L1	44	57	Cumple
L2	45	57	Cumple
L3	51	58	Cumple

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

* Valores aproximados al entero más cercano.

De acuerdo a la **Tabla 28**, se puede observar que los niveles proyectados en los receptores 2, 7, 8, 11, 13'' y 13''' superan los máximos permitidos entre 1 y 20 dBA, por tanto, en el apartado E se plantean las medidas de control de ruido necesarias para dar cumplimiento con la normativa de ruido. Para el resto de los puntos, se puede apreciar que no se superan los niveles de referencia.

Durante la noche existirán faenas menores y puntuales que tienen relación con montaje, desmontaje de grúas con los equipos y maquinarias que se indican en la **Tabla 16**. La siguiente figura presenta el mapa de ruido para este escenario de trabajo.



Nota: Receptor, indica el valor proyectado en los puntos de evaluación.
Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 10. Mapa de propagación sonora Fases de construcción nocturna. Desmontaje, traslado y montaje de grúas.

La tabla siguiente presenta los niveles de ruido asociados a las faenas nocturnas y su correspondiente evaluación normativa.

Tabla 29. Evaluación preliminar según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de construcción nocturna asociada al desmontaje, traslado y montaje de grúas.

Punto	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA
1	19	41	Cumple
2	34	34	Cumple
2'	23	34	Cumple
3	27	42	Cumple
3'	31	42	Cumple
4	28	35	Cumple
5	21	44	Cumple
6	23	40	Cumple
6'	26	40	Cumple
7	30	41	Cumple
8	30	41	Cumple
9	29	42	Cumple
10	26	38	Cumple
10'	25	38	Cumple
11	24	36	Cumple
12	23	34	Cumple
12'	21	34	Cumple
13	23	41	Cumple
13'	27	41	Cumple
13''	30	41	Cumple
13'''	40	41	Cumple
L1	18	50	Cumple
L2	15	50	Cumple
L3	10	50	Cumple

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

* Valores aproximados al entero más cercano.

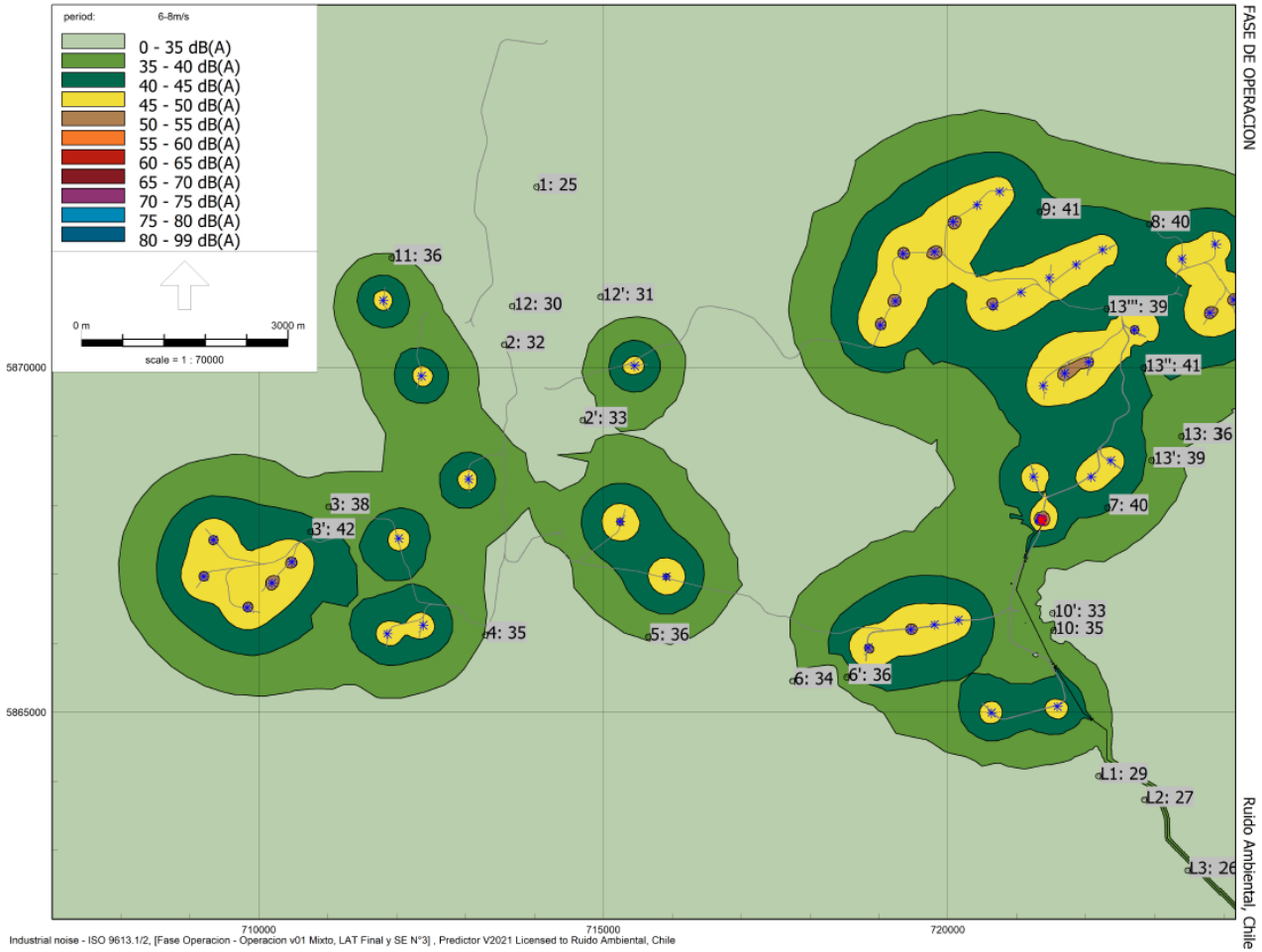
Es posible advertir que los niveles de ruido asociados a las faenas de desmontaje, traslado y montaje de grúas cumplen con el límite nocturno establecido por el D.S.38/11 del MMA.

D.2 Fase de operación

En el presente acápite se entregan los resultados obtenidos a partir del modelo predictivo representativo de la fase de operación del Proyecto. Según lo indicado anteriormente se presentan valores para los 3 rangos de velocidad de viento, según la configuración de operación definida.

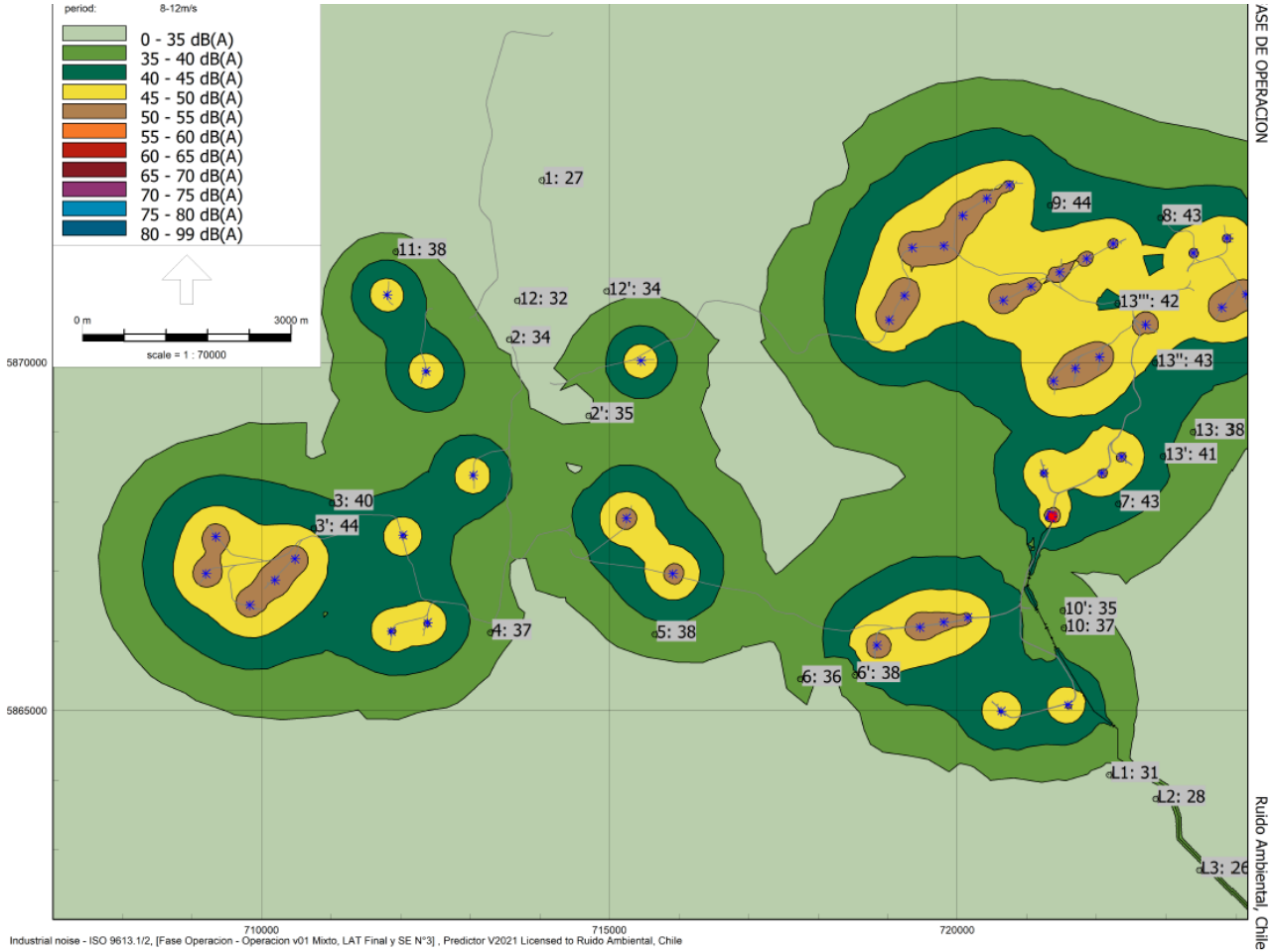
Los resultados se entregan mediante tablas de valores y mapas de propagación sonora cuya coloración está referida a una altura de 1,5 [m] del suelo.

A continuación, se presentan los mapas de ruido de la fase de operación para las distintas condiciones de viento. Para el caso de los niveles de ruido con velocidad de viento a la altura de buje entre 8 y 12 m/s el nivel de potencia acústica de los aerogeneradores es la misma, por ende, se presenta un solo mapa de ruido que representa dicha condición.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 11. Mapa de propagación sonora Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 6 y 8 [m/s].



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 12. Mapa de propagación sonora Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 8-10 [m/s] y 10-12 [m/s].

Tabla 30. Evaluación según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 6 y 8 [m/s].

Punto	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA	NPC máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA
1	25	45	Cumple	41	Cumple
2	32	44	Cumple	34	Cumple
2'	33	44	Cumple	34	Cumple
3	38	54	Cumple	42	Cumple
3'	42	54	Cumple	42	Cumple
4	35	46	Cumple	35	Cumple
5	36	52	Cumple	44	Cumple
6	34	46	Cumple	40	Cumple
6'	36	46	Cumple	40	Cumple
7	40	48	Cumple	41	Cumple
8	40	50	Cumple	41	Cumple
9	41	49	Cumple	42	Cumple
10	35	39	Cumple	38	Cumple
10'	33	39	Cumple	38	Cumple
11	36	48	Cumple	36	Cumple
12	30	44	Cumple	34	Cumple
12'	31	44	Cumple	34	Cumple
13	36	49	Cumple	41	Cumple
13'	39	49	Cumple	41	Cumple
13''	41	49	Cumple	41	Cumple
13'''	39	49	Cumple	41	Cumple
L1**	29	57	Cumple	50	Cumple
L2**	27	57	Cumple	50	Cumple
L3**	26	58	Cumple	50	Cumple

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

* Valores aproximados al entero más cercano.

** Corresponde a los receptores contiguos a la línea de transmisión más aporte marginal de aerogeneradores

Tabla 31. Evaluación según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 8 y 10 [m/s].

Punto	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA	NPC máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA
1	27	47	Cumple	42	Cumple
2	34	45	Cumple	35	Cumple

Punto	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación según D.S. Nº 38/2011 del MMA	NPC máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación según D.S. Nº 38/2011 del MMA
2'	35	45	Cumple	35	Cumple
3	40	53	Cumple	44	Cumple
3'	44	53	Cumple	44	Cumple
4	37	45	Cumple	37	Cumple
5	38	53	Cumple	45	Cumple
6	36	47	Cumple	41	Cumple
6'	38	47	Cumple	41	Cumple
7	43	49	Cumple	43	Cumple
8	43	51	Cumple	43	Cumple
9	44	49	Cumple	44	Cumple
10	37	41	Cumple	39	Cumple
10'	35	41	Cumple	39	Cumple
11	38	50	Cumple	39	Cumple
12	32	44	Cumple	36	Cumple
12'	34	44	Cumple	36	Cumple
13	38	50	Cumple	44	Cumple
13'	41	50	Cumple	44	Cumple
13''	43	50	Cumple	44	Cumple
13'''	42	50	Cumple	44	Cumple
L1**	31	57	Cumple	50	Cumple
L2**	28	57	Cumple	50	Cumple
L3**	26	58	Cumple	50	Cumple

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

* Valores aproximados al entero más cercano.

** Corresponde a los receptores contiguos a la línea de transmisión más aporte marginal de aerogeneradores

Tabla 32. Evaluación según D.S. N°38/2011 del MMA. Fase de operación. Rango de velocidad del viento entre 10 y 12 [m/s].

Punto	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación según D.S. Nº 38/2011 del MMA	NPC máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación según D.S. Nº 38/2011 del MMA
1	27	46	Cumple	43	Cumple
2	34	44	Cumple	40	Cumple
2'	35	44	Cumple	40	Cumple
3	40	54	Cumple	45	Cumple
3'	44	54	Cumple	45	Cumple
4	37	46	Cumple	40	Cumple
5	38	54	Cumple	48	Cumple
6	36	45	Cumple	42	Cumple

Punto	Nivel proyectado [dB(A)]*	NPC máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA	NPC máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 38/2011 del MMA
6'	38	45	Cumple	42	Cumple
7	43	50	Cumple	43	Cumple
8	43	53	Cumple	48	Cumple
9	44	50	Cumple	44	Cumple
10	37	41	Cumple	39	Cumple
10'	35	41	Cumple	39	Cumple
11	38	52	Cumple	45	Cumple
12	32	44	Cumple	36	Cumple
12'	34	44	Cumple	36	Cumple
13	38	49	Cumple	44	Cumple
13'	41	49	Cumple	44	Cumple
13''	43	49	Cumple	44	Cumple
13'''	42	49	Cumple	44	Cumple
L1**	31	57	Cumple	50	Cumple
L2**	28	57	Cumple	50	Cumple
L3**	26	58	Cumple	50	Cumple

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

* Valores aproximados al entero más cercano.

** Corresponde a los receptores contiguos a la línea de transmisión más aporte marginal de aerogeneradores

De acuerdo a los resultados presentados en las tablas anteriores, la operación del Proyecto no supera los máximos permitidos por el D.S. N° 38/2011 del MMA en todos los puntos y en los 3 rangos de velocidades de viento. Estos resultados son válidos para la configuración presentada en la **Tabla 17** "Ubicación de aerogeneradores y potencia acústica asignada según rango de velocidad".

E. MEDIDAS.

Debido a las superaciones preliminares indicadas en el capítulo anterior para la fase de construcción diurna, a continuación, se describen aquellas medidas de control de ruido que permitirán enmarcar la fase de construcción bajo los umbrales que define las normativas aplicadas. Las figuras siguientes indican las fuentes de ruido predominante en cada punto con incumplimiento normativo, con el objeto de priorizar las medidas de control en las actividades significativas.

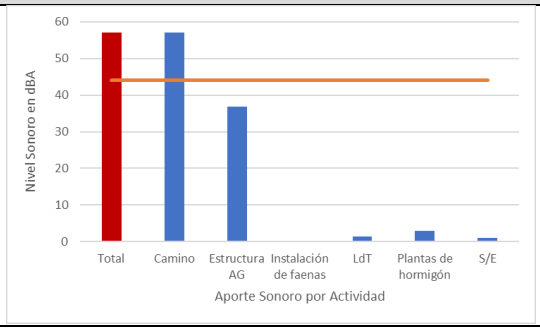
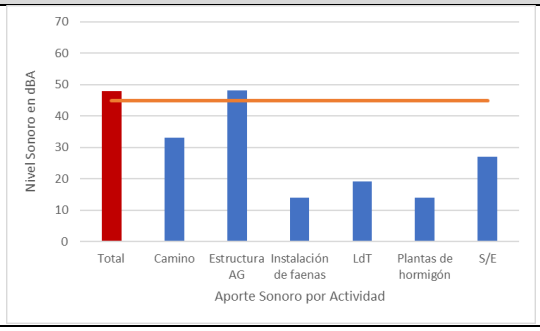
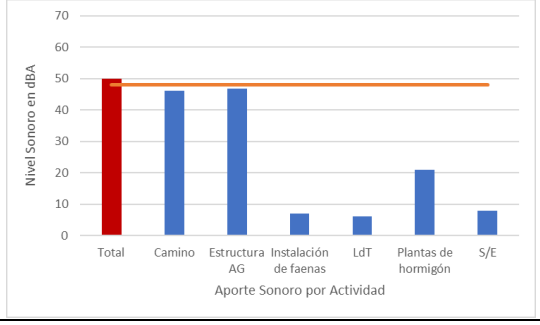
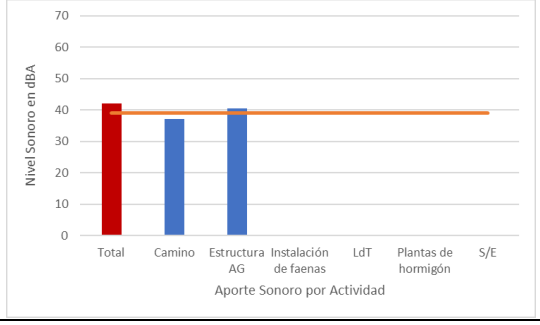
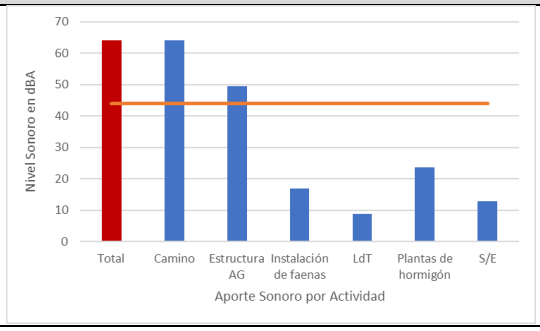
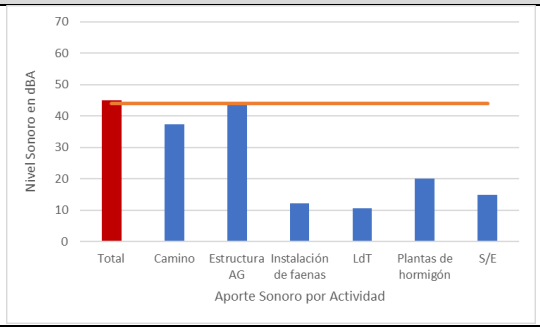
<table>
<tr><th>Punto 2</th><th>Punto 7</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Medidas: Barrera acustica en caminos y limitación de fuentes</td><td>Medidas: Barrera acustica en estructuras AG</td></tr>
<tr><th>Punto 8</th><th>Punto 11</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Medidas: Barrera acustica en caminos y estructuras AG</td><td>Medidas: Barrera acustica en caminos y estructuras AG</td></tr>
<tr><th>Punto 13'''</th><th>Punto 13''</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Medidas: Barrera acustica en caminos, estructuras AG y limitación de fuentes</td><td>Medidas: Barrera acustica en camino, estructuras AG y limitación de fuentes</td></tr>
</table>

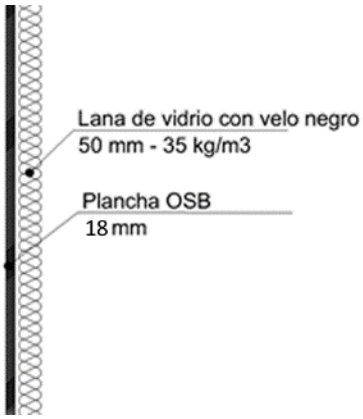
Figura 13. Aporte relativo, total y límite normativo para cada punto fuera de norma.

<u>Barreras acústicas modulares</u> (Medida 1)

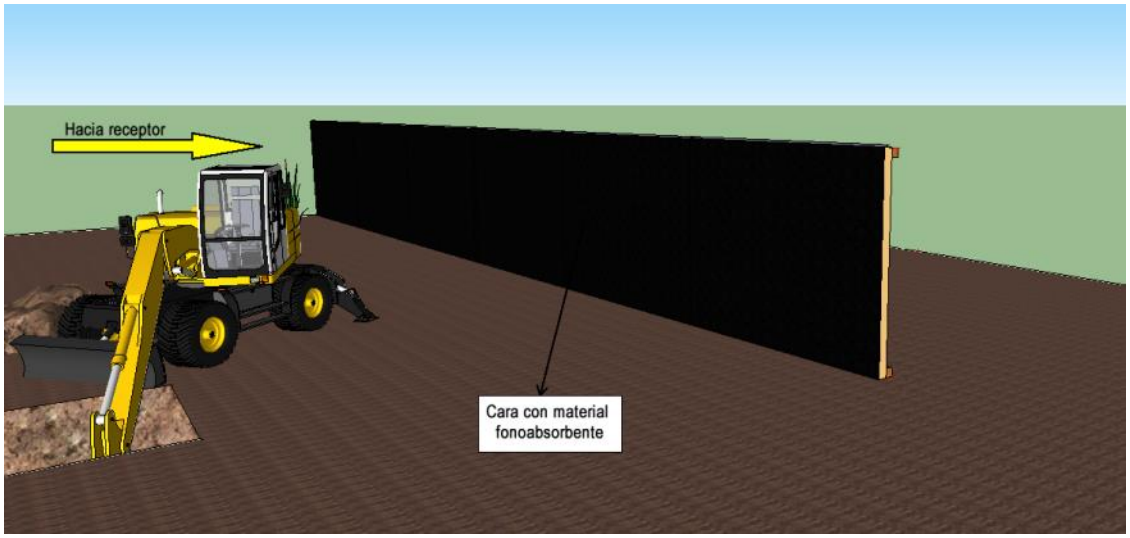
Esta solución consiste en la implementación de pantallas acústicas modulares móviles. Estos elementos deberán ser aplicados en forma local sobre las maquinarias utilizada durante las faenas de construcción del proyecto cercanas a los puntos de evaluación 2, 7, 8, 11, 13'' y 13'''.

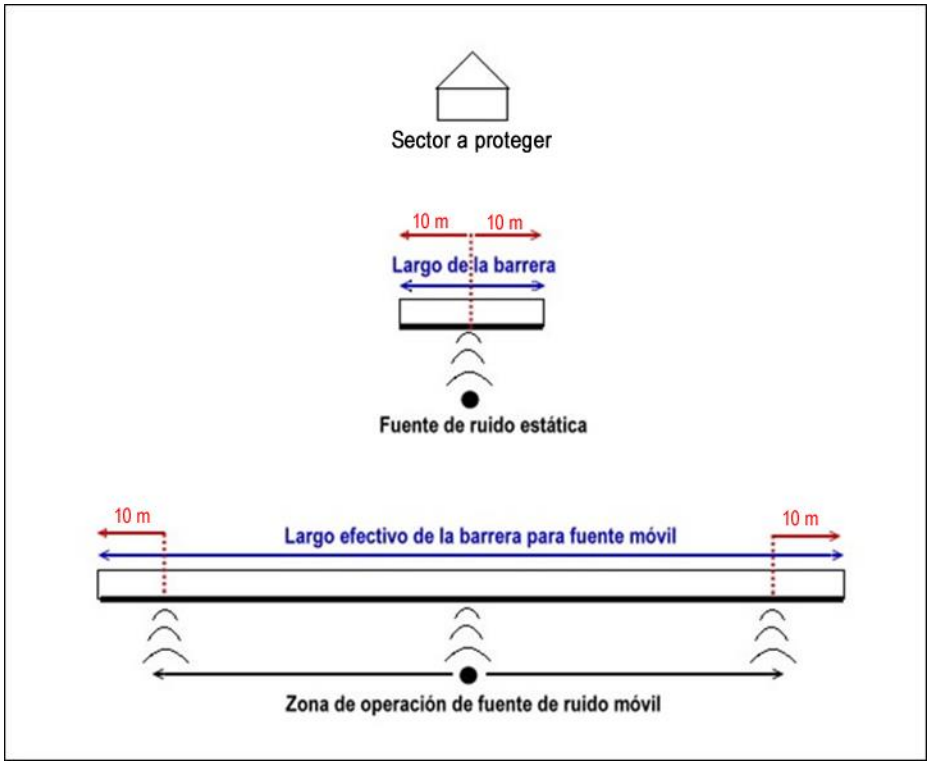
Las pantallas deberán estar fabricadas en base a las características detalladas en la siguiente ficha técnica (**Tabla 33**).

Tabla 33. Características barreras acústicas propuesta para la fase de construcción.

FICHA TÉCNICA BARRERA ACÚSTICA
CARACTERÍSTICAS
La materialidad de los paneles debe contar con una densidad superficial igual o superior a 10 [Kg/m^2], 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 barrera acústica, de acuerdo a lo establecido en la Norma ISO 9613–2.
 **Configuración barrera acústica**

UBICACIÓN, DIMENSIONES Y DISTANCIAS
La barrera acústica (conjunto de paneles) deberá ubicarse de manera tal que bloquee la radiación directa desde la fuente de ruido hacia los receptores identificados, lo más cerca posible de las fuentes de ruido sin entorpecer el funcionamiento de las mismas o perjudicar la seguridad de sus operarios. Su altura deberá ser de al menos 3,6 [m] y su extensión dependerá del tamaño de las fuentes, abarcando 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 barrera acústica

Según la norma ISO 9613–2, un objeto se considera como un obstáculo de apantallamiento (barrera o pantalla) si cumple con los siguientes requerimientos:

- Densidad superficial de al menos 10 [Kg/m^2].
- Tener una superficie cerrada sin fugas acústicas.

- Que la dimensión horizontal normal a la línea fuente-receptor sea más grande que la longitud de onda acústica de la frecuencia central de la banda de octava de interés.

La densidad superficial de las pantallas empleadas en el modelo contiene la especificación de la normativa ISO 9613–2 de forma intrínseca toda vez que se utiliza el método de cálculo ISO 9613–2 (según especifica el D.S. N° 38/2011 del MMA), según se presentó en la memoria de cálculo:

Parámetros de Cálculo

Orden de reflexiones	2	
Distancia máxima de reflexión al receptor		200 m
Distancia máxima de reflexión al foco		50 m
Radio de búsqueda	10000 m	
Ponderación:	dB(A)	
Tolerancia Permitida (por foco individual)		0.100 dB
Crear áreas de efecto del terreno a partir de superficies de carretera:		Sí

Métodos:
Industria: ISO 9613-2: 1996
Absorción del aire: ISO 9613-1
regular ground effect (chapter 7.3.1), for sources without a spectrum automatically alternative ground effect
Limitación de pérdida por apantallamiento:
único/múltiple 20.0 dB /25.0 dB
Side diffraction: Outdated method (side paths also around terrain)
Usar Eqn (Abar=Dz-Max(Agr,0)) en lugar de Eqn (12) (Abar=Dz-Agr) para pérdida por inserción
Entorno:
Presión atmosférica 1013.3 mbar
Humedad rel. 70.0 %
Temperatura 10.0 °C
Cor. meteo. C0(7-21h)[dB]=0.0; C0(21-7h)[dB]=0.0;
Ignore Cmet for Lmax industry calculation: No
Parámetros VDI para difracción: C2=20.0
Parámetros de disección:
Distancia al factor diámetro 8

Por otro lado, se debe indicar que la materialidad sugerida para las pantallas, esto es, paneles OSB (Oriented strand board) de espesor mínimo de 18 [mm], posee una densidad superficial de 10 [Kg/m^2], permitiendo cumplir con la densidad mínima para considerarse un obstáculo apantallador según la Norma ISO 9613–2. Esta estimación se realizó a partir de *Software* INSUL 7, como se indica a continuación:

Sound Insulation Prediction (v7.0.6)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2012

INSUL

- Key No. 1121

Margin of error is generally within Rw +/- 3 dB

Job Name:

Job No.: Page No.: Notes:

Date: 24 Sep 18 Initials:Usuario

File Name: insul.ixl

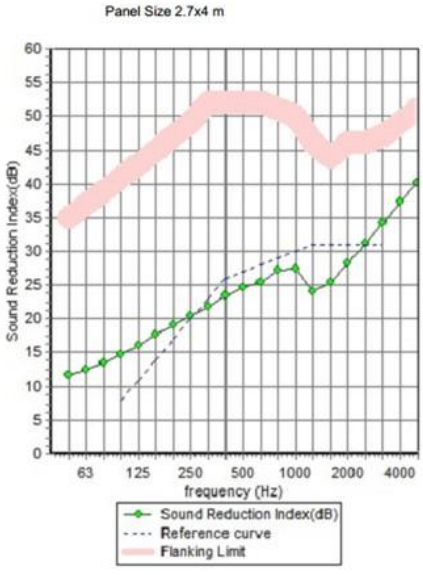


Rw 27 dB
C -1 dB
C_{tr} -3 dB

System description

Panel 1 Outer layer: 1 x 18.0 mm Madera OSB (Oriented Strand Board) D562- (m=10.1 kg/m2, fc=1384 Hz, Damping=0.03) Profile

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	12	
63	12	13
80	14	
100	15	
125	16	16
160	18	
200	19	
250	20	20
315	22	
400	23	
500	25	24
630	25	
800	27	
1000	27	26
1250	24	
1600	25	
2000	28	28
2500	31	
3150	34	
4000	37	37
5000	40	



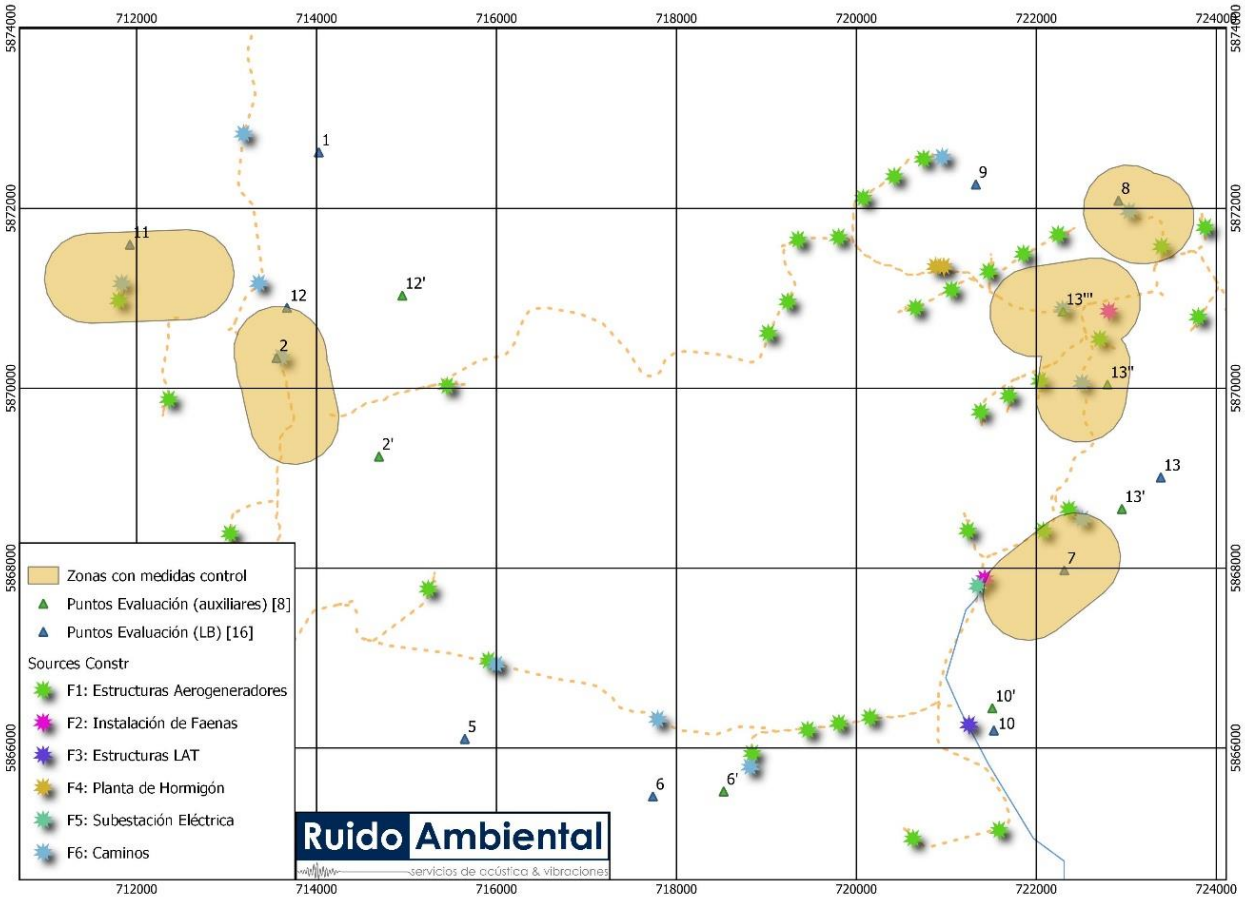
<u>Restricción de maquinaria pesada</u> (Medida 2)

Durante la fase de construcción, específicamente para el camino de acceso cercano al punto 2, 13'' y 13''', se deberá restringir la operación de las maquinarias para los frentes de trabajo que se requieran en dicho sector.

De este modo, y para modelar la condición más crítica de emisión de ruido bajo este escenario, para cada faena se considera la máquina de mayor nivel de potencia acústica individual, con Lw = 100,7 [dB(A)], correspondiente al rodillo compactador.

No obstante, lo anterior, se podrá utilizar más de una maquinaria o realizar faenas simultáneas siempre y cuando la suma energética de sus potencias acústicas no sea superior a un Lw de 100,7 [dB(A)] para las actividades constructivas del camino. Los puntos que requieren esta restricción corresponden al 2, 13'' y 13'''.

La **Figura 14** indica las zonas que requieren medidas de control, que incluye barreras acústicas modulares y restricción de maquinaria pesada.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 14. Zonas con medidas de control.

La siguiente tabla resume las medidas de control necesarias para asegurar cumplimiento normativo en los puntos 2, 7, 8, 11, 13'' y 13'''.

Tabla 34. Resumen de medidas de control de ruido para la fase de construcción/cierre.

Receptor	Medida 1			Medida 2		
	Barrera	Ubicación	Altura	Limitación fuentes	Ubicación	Lw máx, dBA
2	Si	Camino	3,6m	Si	Camino	100,7
7	Si	Estructuras AG36	3,6m	No	--	--
8	Si	Camino y estructura AG26	3,6m	No	--	--
11	Si	Camino y estructura AG1	3,6m	No	--	--
13''	Si	Camino y estructura AG31	3,6m	Si	Camino	100,7
13'''	Si	Camino y estructura AG31, AG32 y AG33	4,2m	Si	Camino	100,7

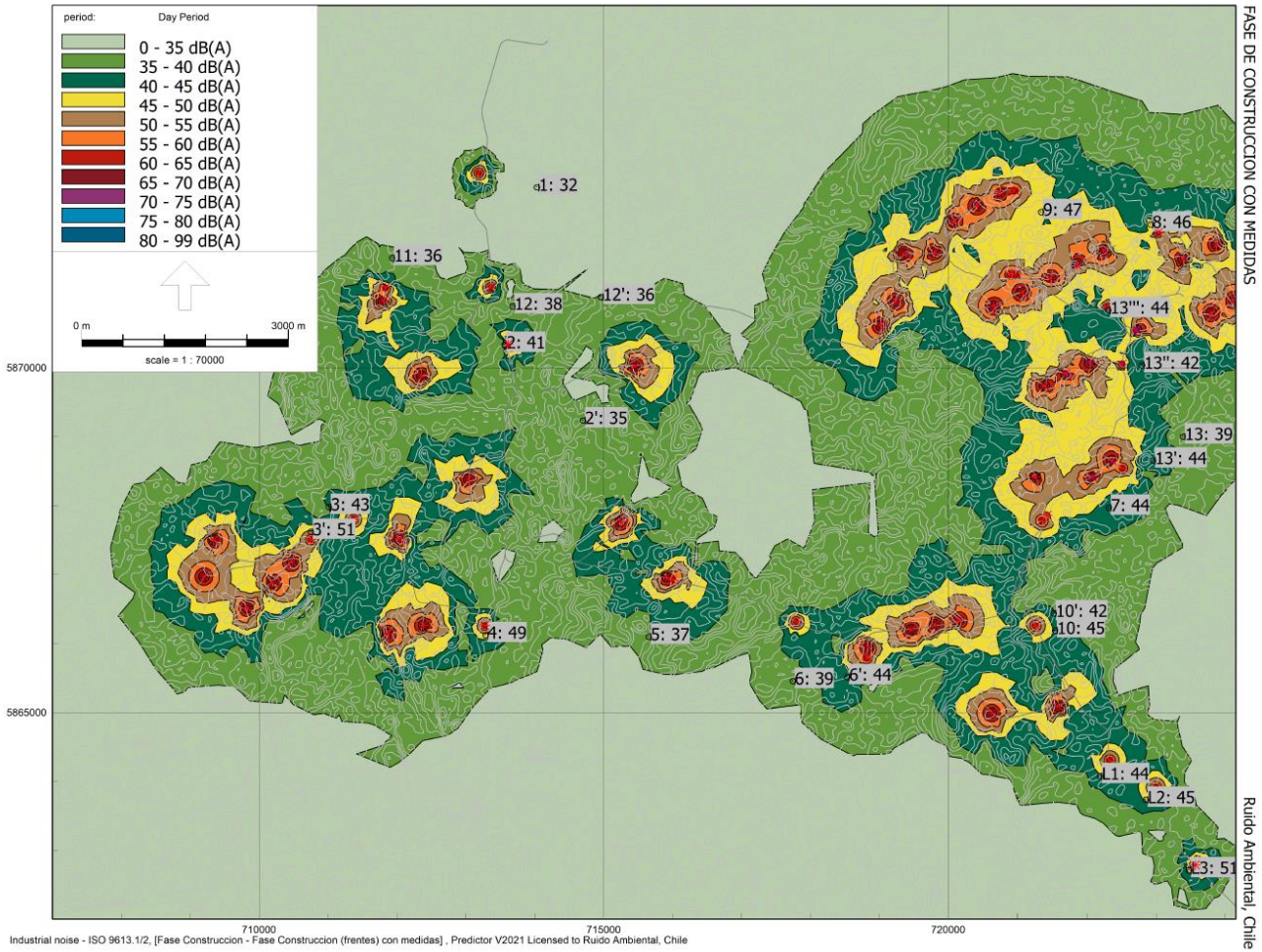
Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Para el caso de faenas en camino, se considera como zona de afectación y necesidad de uso de barrera, hasta una distancia de 500 m del receptor (ver **Figura 14**).

F. RESULTADOS Y EVALUACIÓN CON MEDIDAS DE CONTROL

Fases de construcción y cierre

A continuación, se presentan los niveles de inmisión acústica estimados para las fases de construcción y cierre en cada punto de evaluación, conjuntamente con la evaluación de cumplimiento normativo considerando la implementación de medidas de control de ruido indicadas en el apartado E.



Elaboración: Ruido Ambiental SpA.

Figura 15. Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)]. Fases de construcción y cierre– con medidas de control.

Tabla 35. Evaluación de cumplimiento D.S. N°38/11 del MMA. Fases de construcción y cierre, periodo diurno – con medidas de control.

Punto	NPS_{eq} proyectado, en [dB(A)]	Máximo permitido, en [dB(A)]	Evaluación
1	32	45	Cumple
2	41	44	Cumple
2'	35	44	Cumple
3	43	57	Cumple
3'	51	57	Cumple
4	49	53	Cumple
5	37	45	Cumple
6	39	52	Cumple
6'	44	52	Cumple
7	44	45	Cumple
8	46	48	Cumple
9	47	50	Cumple
10	45	49	Cumple
10'	42	49	Cumple
11	36	39	Cumple
12	38	48	Cumple
12'	36	48	Cumple
13	39	44	Cumple
13'	44	44	Cumple
13''	42	44	Cumple
13'''	44	44	Cumple
L1	44	57	Cumple
L2	45	57	Cumple
L3	51	58	Cumple

Nota: Valores aproximados al entero más cercano.
Fuente: Ruido Ambiental SpA.

De acuerdo con la **Figura 15** y **Tabla 35**, al aplicar la medida de control propuesta en el apartado 0, los niveles proyectados no superan los límites máximos permitidos.

G. EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO SINÉRGICO

Se presentan los resultados del efecto sinérgico en la fase de construcción/cierre y operación.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la evaluación de impacto acústico sinérgico producto de los niveles de ruido generados por la operación conjunta de los proyectos señalados. Estos valores se evalúan utilizando el criterio del Decreto Real 1367/2007 del Ministerio de la Presidencia de España, donde los receptores se encuentran en el área acústica tipo a) (residencial).

Cabe mencionar que la evaluación de la fase de construcción y cierre será solamente en el periodo diurno, salvo actividades puntuales de montaje, desmontaje y traslado de grúas que será en horario nocturno, las que son de baja emisión y de corta duración, por ende, se considera para efectos de análisis las faenas diurnas donde se concentran las faenas y se generan los mayores niveles de ruido. La fase de operación abarca el período diurno y nocturno.

Tabla 36. Nivel estimado y evaluación de impacto sinérgico según Decreto Real 1367/2007. Fase de construcción y cierre.

Punto de evaluación	Nivel Proyectado* [dB(A)]	Máximo permitido periodo diurno [dB(A)]	Evaluación Periodo diurno
1	38	65	Cumple
2	44	65	Cumple
2'	36	65	Cumple
3	44	65	Cumple
3'	54	65	Cumple
4	52	65	Cumple
5	37	65	Cumple
6	40	65	Cumple
6'	44	65	Cumple
7	44	65	Cumple
8	47	65	Cumple
9	47	65	Cumple
10	45	65	Cumple
10'	41	65	Cumple
11	38	65	Cumple
12	38	65	Cumple
12'	40	65	Cumple
13	40	65	Cumple
13'	44	65	Cumple

Punto de evaluación	Nivel Proyectado* [dB(A)]	Máximo permitido periodo diurno [dB(A)]	Evaluación Periodo diurno
13''	42	65	Cumple
13'''	44	65	Cumple
L1	43	65	Cumple
L2	45	65	Cumple
L3	50	65	Cumple

Fuente: Ruido Ambiental SpA.

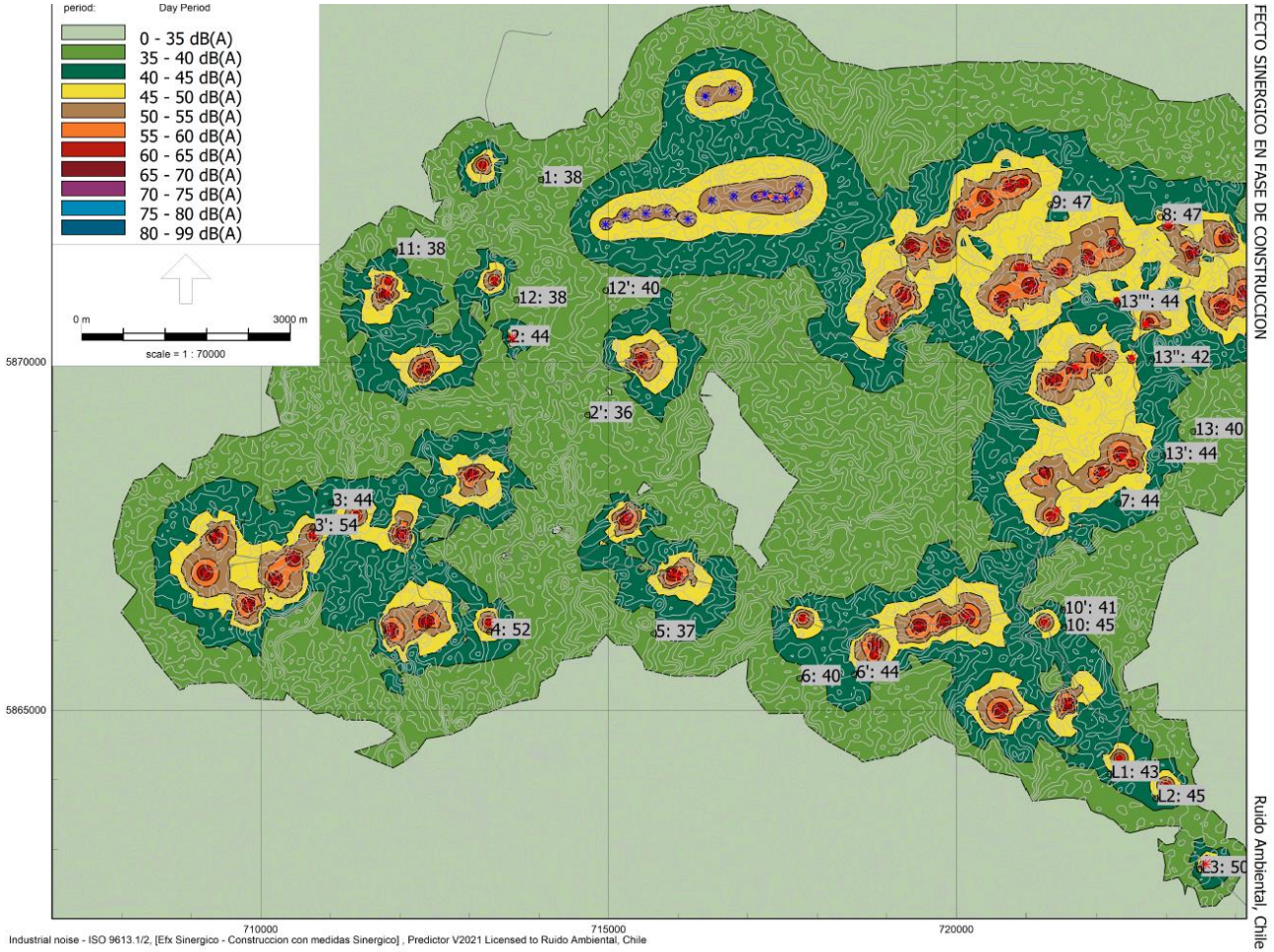
*Valores aproximados al entero más cercano.

Tabla 37. Nivel estimado y evaluación de impacto sinérgico según Decreto Real 1367/2007. Fase de operación.

Punto de evaluación	Nivel Proyectado* [dB(A)]	Máximo permitido periodo diurno [dB(A)]	Evaluación Periodo diurno	Máximo permitido periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación Periodo nocturno
1	38	65	Cumple	55	Cumple
2	36	65	Cumple	55	Cumple
2'	36	65	Cumple	55	Cumple
3	40	65	Cumple	55	Cumple
3'	44	65	Cumple	55	Cumple
4	37	65	Cumple	55	Cumple
5	38	65	Cumple	55	Cumple
6	36	65	Cumple	55	Cumple
6'	38	65	Cumple	55	Cumple
7	43	65	Cumple	55	Cumple
8	43	65	Cumple	55	Cumple
9	44	65	Cumple	55	Cumple
10	37	65	Cumple	55	Cumple
10'	36	65	Cumple	55	Cumple
11	38	65	Cumple	55	Cumple
12	36	65	Cumple	55	Cumple
12'	41	65	Cumple	55	Cumple
13	38	65	Cumple	55	Cumple
13'	41	65	Cumple	55	Cumple
13''	43	65	Cumple	55	Cumple
13'''	42	65	Cumple	55	Cumple
L1	31	65	Cumple	55	Cumple
L2	28	65	Cumple	55	Cumple
L3	27	65	Cumple	55	Cumple

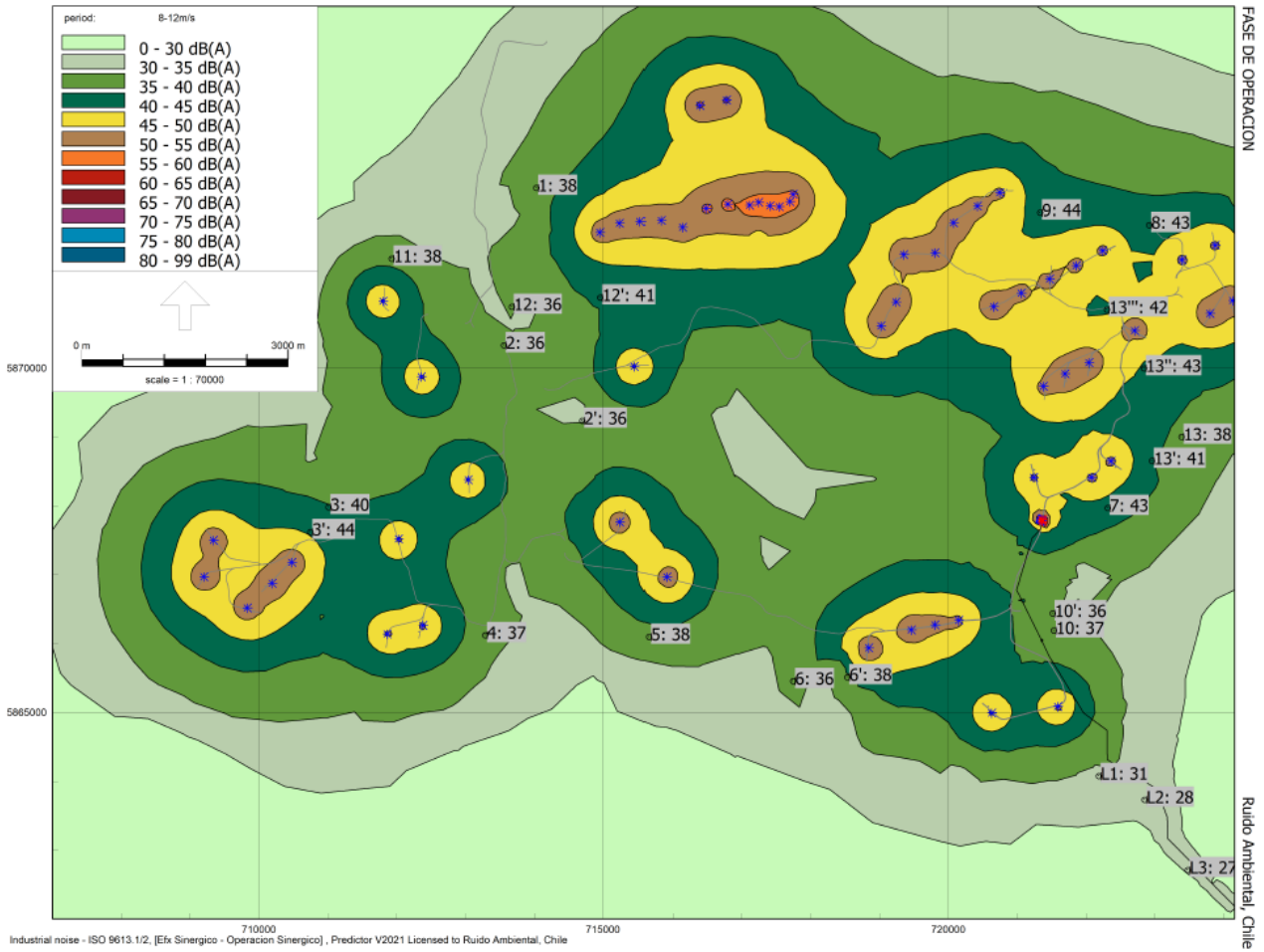
*Valores aproximados al entero más cercano.

Como se aprecia en las tablas anteriores, los valores estimados que incluyen el proyecto en sus distintas fases y los proyectos cercanos indicados en la **Tabla 24** no superan los criterios del Decreto Real 1367/2007 que aplican al análisis de impacto sinérgico.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 16. Mapa de propagación sonora evaluación de impacto acústico sinérgico. Fase de construcción y cierre.



Fuente: Ruido Ambiental SpA.

Figura 17. Mapa de propagación sonora evaluación de impacto acústico sinérgico. Fase de operación.

H. CONCLUSIONES

La metodología aplicada permitió evaluar el impacto acústico que podría generar el Proyecto "*Parque Eólico Rinconada*", ubicado en las comunas de Laja y Los Ángeles, Región del Biobío, bajo los criterios de análisis que establece el D.S. N° 38/2011 del MMA.

Se realizaron modelaciones de ruido para la fase de construcción/cierre y operación del Proyecto, las cuales consideraron situaciones altamente conservadoras en lo referido a la emisión de ruido.

La evaluación de las fases de construcción, operación y cierre se realizó mediante los límites máximos permitidos obtenidos a partir del ruido de fondo registrados según lo indicado en el D.S. N° 38/2011 del MMA, mientras que la evaluación de la operación del Proyecto en su totalidad se realizó para los 3 rangos de velocidad de viento (6-8, 8-10 y 10-12 [m/s]).

Los niveles de ruido estimados para la fase diurna de construcción y cierre del proyecto oscilan entre 32 y 64 dBA, con un nivel promedio de 44 dBA, mientras que durante las faenas nocturnas de desmontaje, traslado y montaje de grúas, los niveles previstos sobre la comunidad oscilarán entre 19 y 40 dBA, con un nivel promedio de 27 dBA. Durante la fase de operación varían entre 27 y 44 dBA, con un nivel promedio de 38 dBA (para la condición de mayor emisión de ruido y velocidad de viento a la altura de buje sobre 8 m/s).

Los niveles de ruido durante la fase de construcción y cierre del proyecto cumplen con los límites normativo del D.S.38/11 del MMA para el período diurno y nocturno, salvo en los receptores 2, 7, 8, 11, 13'' y 13'''. En estos puntos con incumplimiento se establecen medidas de control de ruido correspondientes a barreras acústicas y limitaciones de fuentes (restricción de maquinarias), asegurando de esta forma, cumplimiento de norma.

Los niveles de ruido para la fase de operación del proyecto cumplen con los límites normativos D.S.38/11 del MMA para el período diurno y nocturno, y considerando los distintos escenarios de velocidad de viento a la altura de buje (6-8 m/s, 8-10m/s y 10-12 m/s).

Respecto al análisis de impacto sinérgico, de los proyectos Parque Eólico Don Alvaro, Parque Eólico Rarinco, Línea de Transmisión 1 x 220 kV Rarinco - Los Varones, Parque Eólico Buenaventura, Parque Eólico El Maitén, Parque Eólico Campo Lindo, Parque Eólico San Matías, Parque Fotovoltaico Laja, Sistema de Transmisión Eléctrica Laja 1, Central Hidroeléctrica Laja, sólo los proyectos eólicos Buena Ventura y El Maitén tendrían algún grado de efecto sinérgico al situarse a menos de 2 km del parque eólico Rinconada. Una vez modelados los niveles de ruido de estos proyectos, es posible concluir los niveles de ruido cumplen con los criterios de del Decreto Real 1367/2007.

En virtud de todo lo anteriormente señalado, se establece que el Proyecto "*Parque Eólico Rinconada",* no genera un impacto acústico de carácter significativo en los receptores cercano al emplazamiento y trazado del Proyecto.

I. BIBLIOGRAFÍA

IEC 61672-1:2002, *Electroacoustic – Sound Level Meters – Part 1: Specifications*.

Decreto N° 38/2011 del MMA: *Establece Norma de Ruido generados para fuentes que indica*, elaborada a partir de la revisión del Decreto N° 146, de 1997, Ministerio Secretaria General de la República.

Software Predictor Lima V2021 - Softnoise

Software Engineering Noise Control ENC; Qiu & Hansen.

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

Concawe Noise Model. The propagation of noise from petroleum and petrochemical complexes to neighbouring communities

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

Decreto Real 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Ministerio de la Presidencia de España.

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

Guía para la aplicación del D.S. N° 38/2011 del MMA, que establece la norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, para proyectos de parques eólicos en el SEIA, 2020.

J. APÉNDICES

Apéndice 1: Mapas de propagación

Fases de construcción y cierre

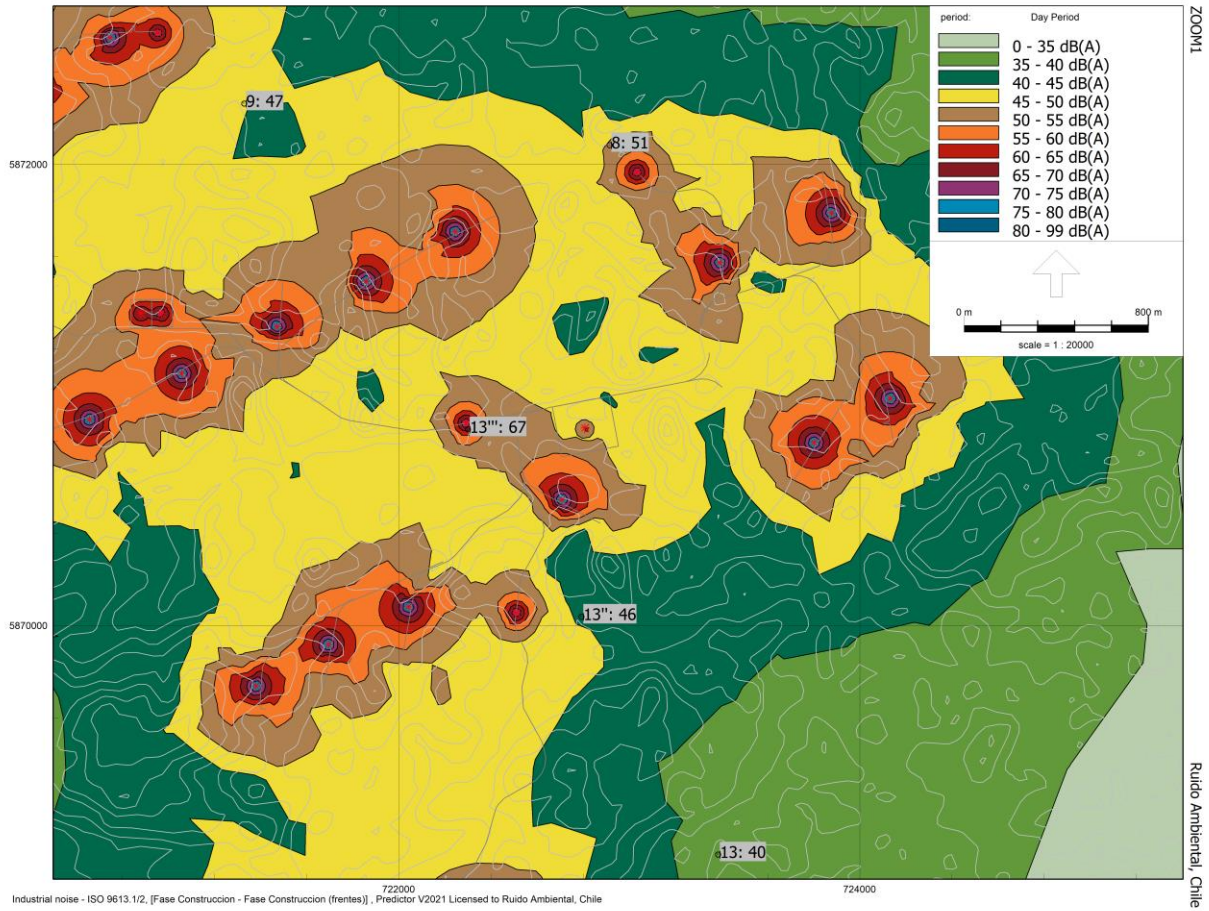


Figura 18. Mapa de propagación sonora Fases de construcción y cierre. Puntos 8, 9, 13, 13' y 13''.

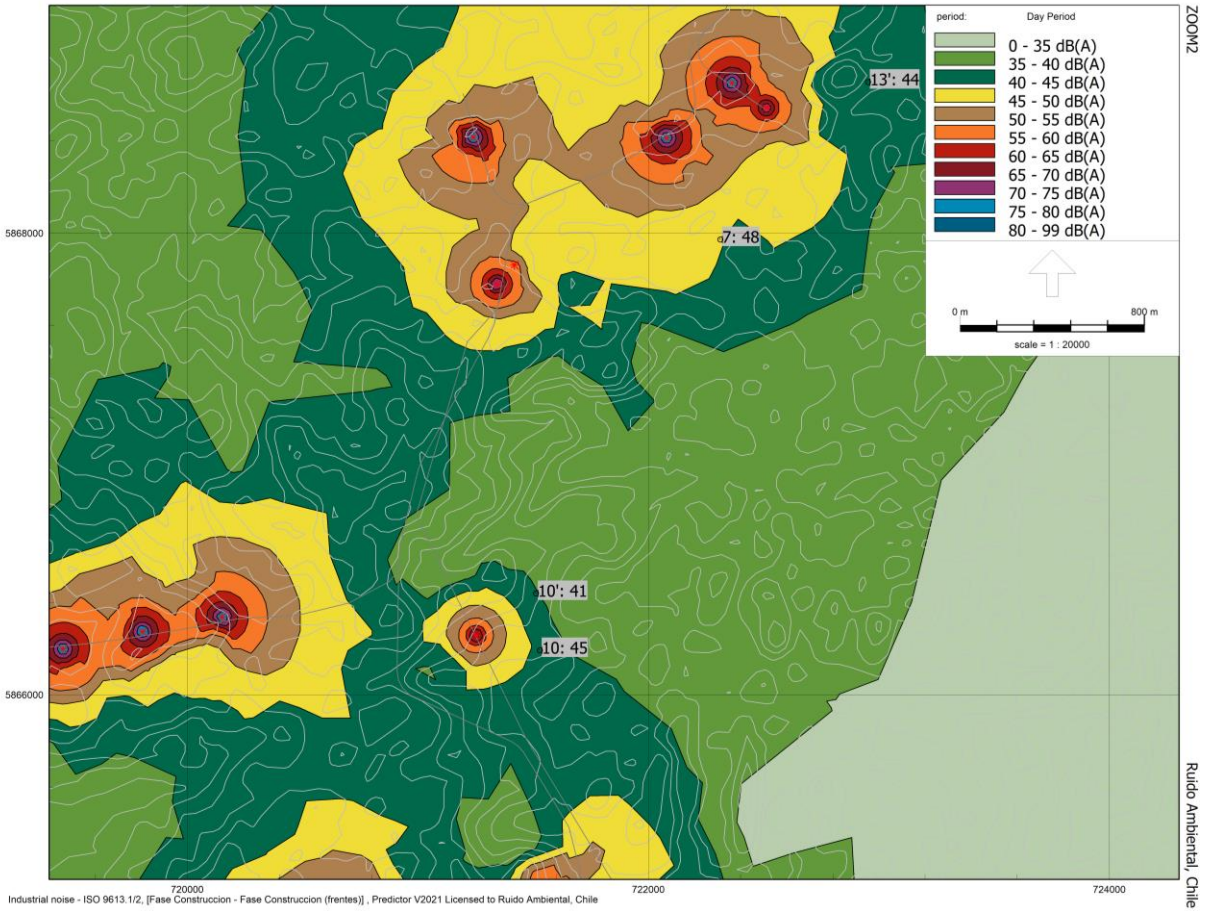


Figura 19. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 7, 13', 10 y 10'.

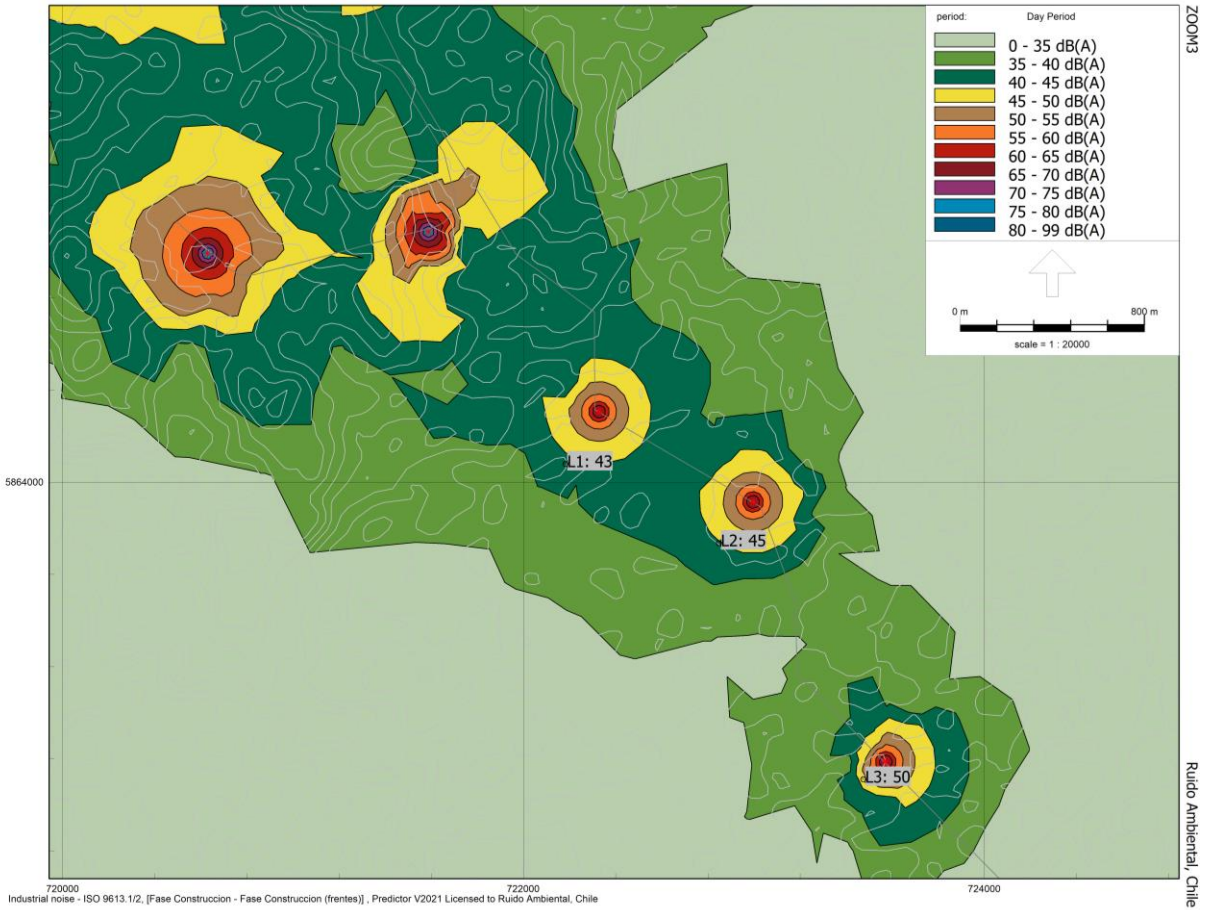


Figura 20. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos L1, L2 y L3.

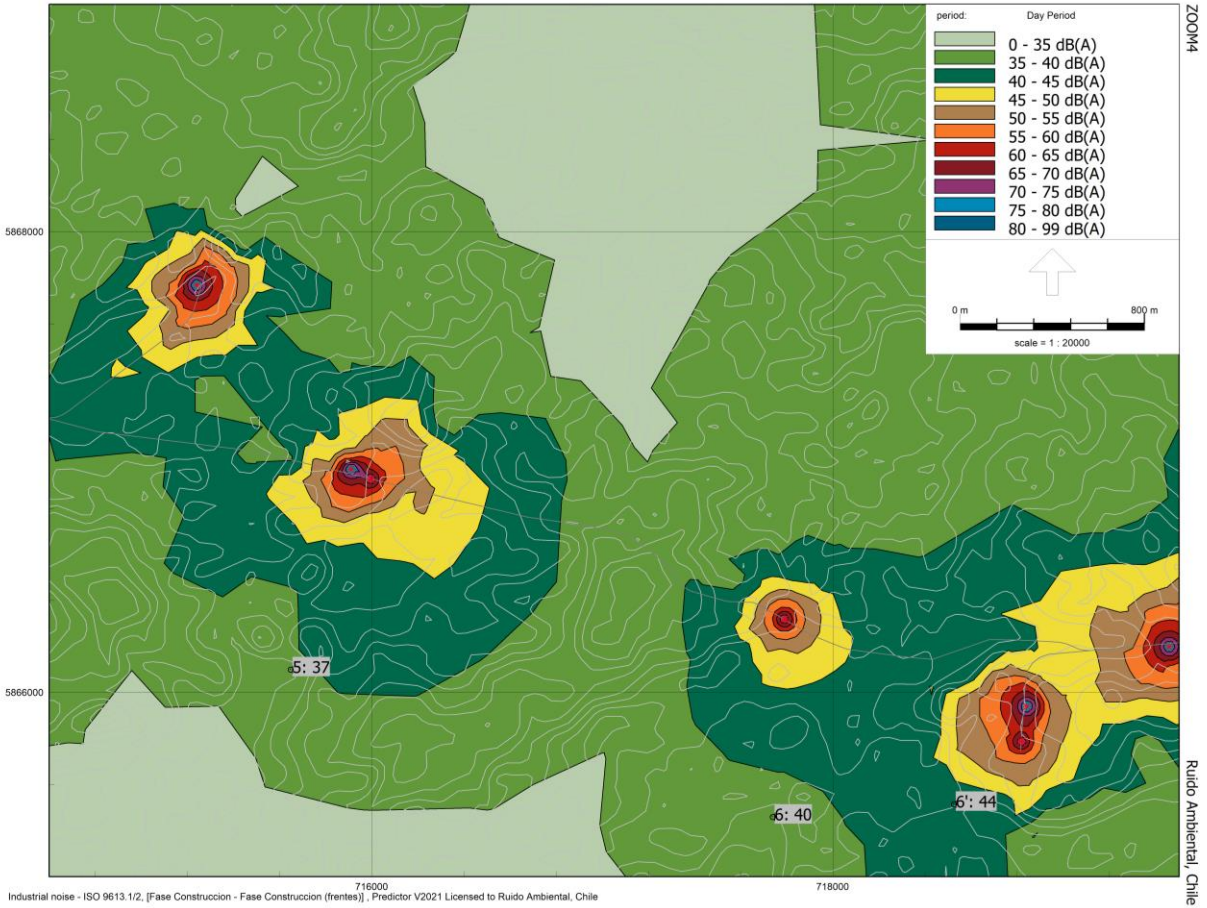


Figura 21. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 5, 6 y 6'.

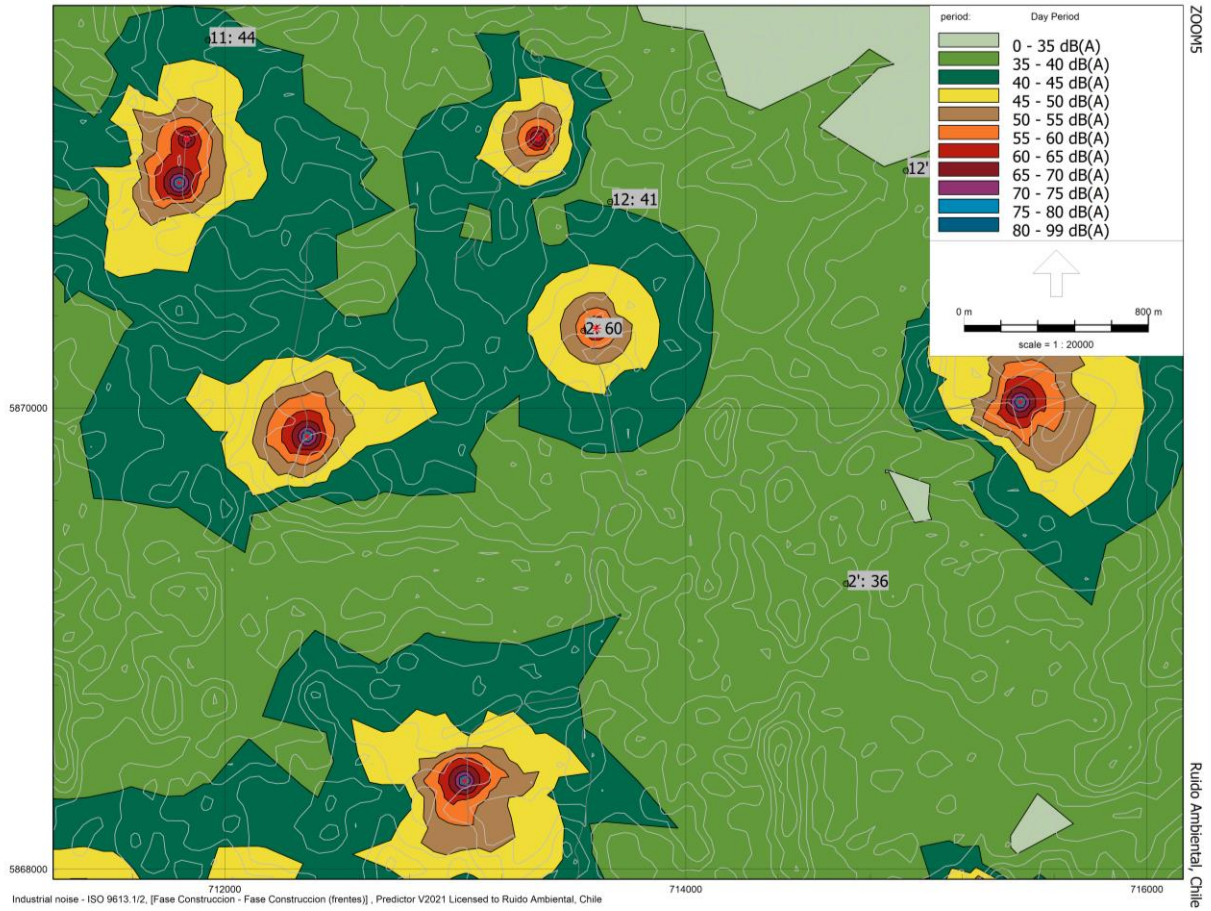


Figura 22. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 2', 11, 12 y 12'.

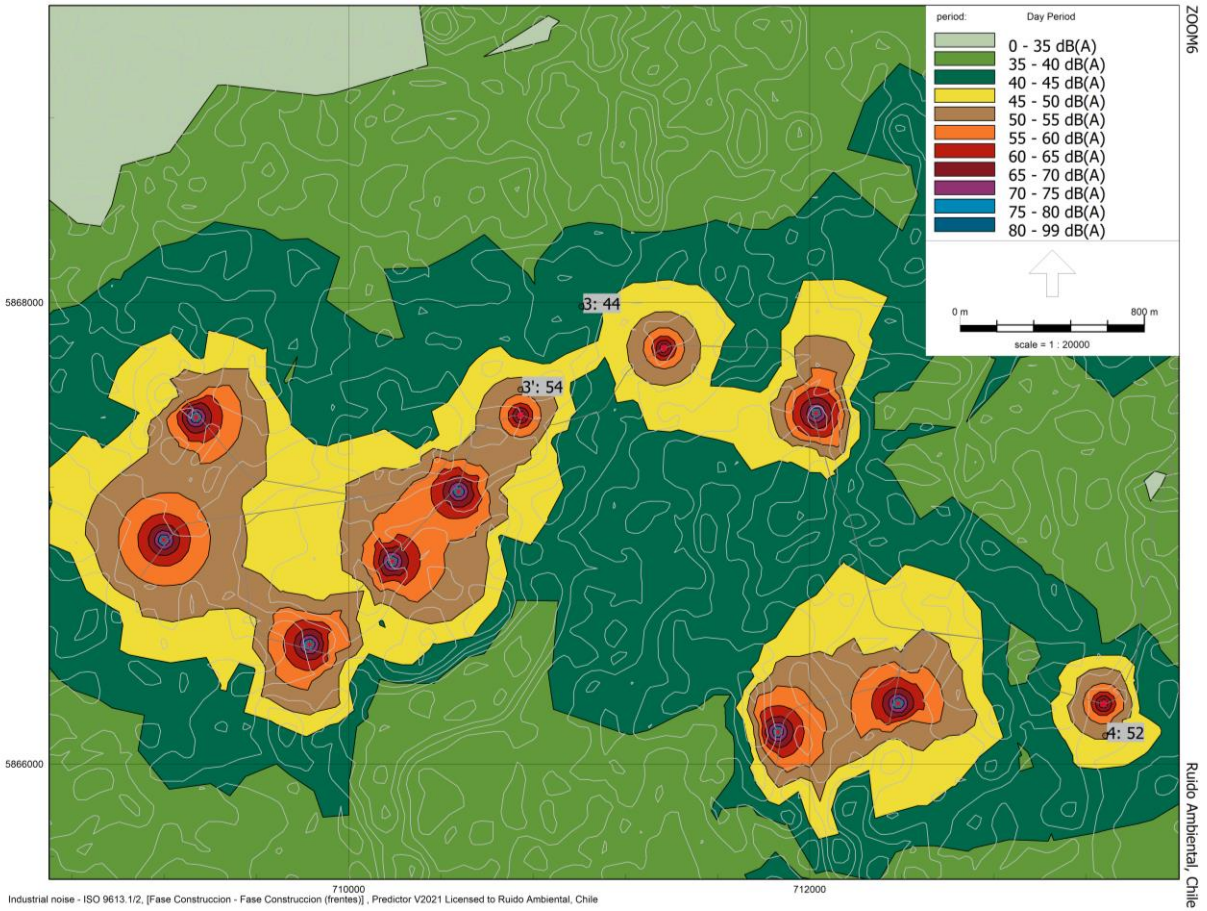


Figura 23. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 3, 3' y 4.

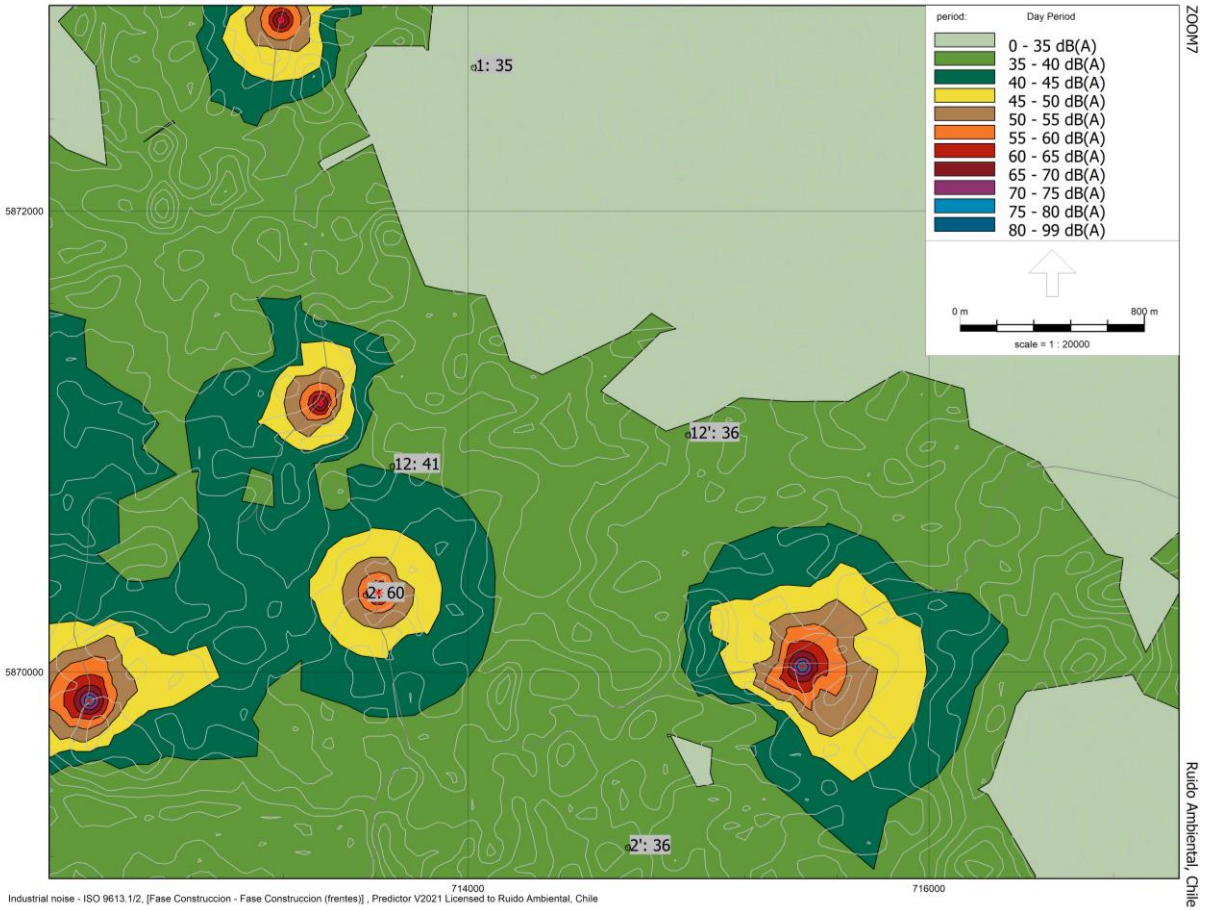


Figura 24. Mapa de propagación sonora fases de construcción y cierre. Puntos 1, 2, 2', 12 y 12'.

Fase de construcción Mitigada

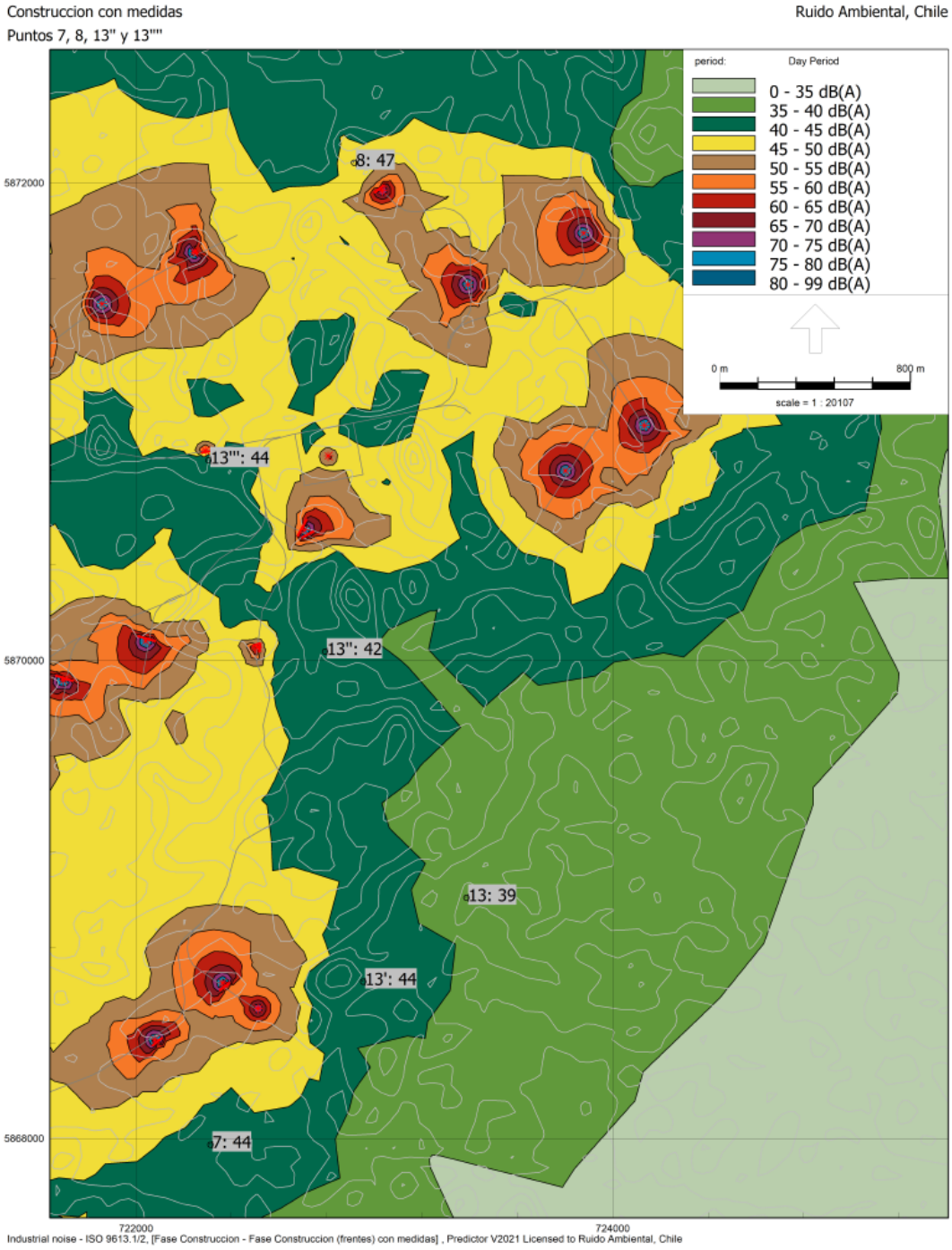


Figura 25. Mapa de propagación sonora fases de construcción mitigado. Puntos 7, 8, 13'' y 13'''.

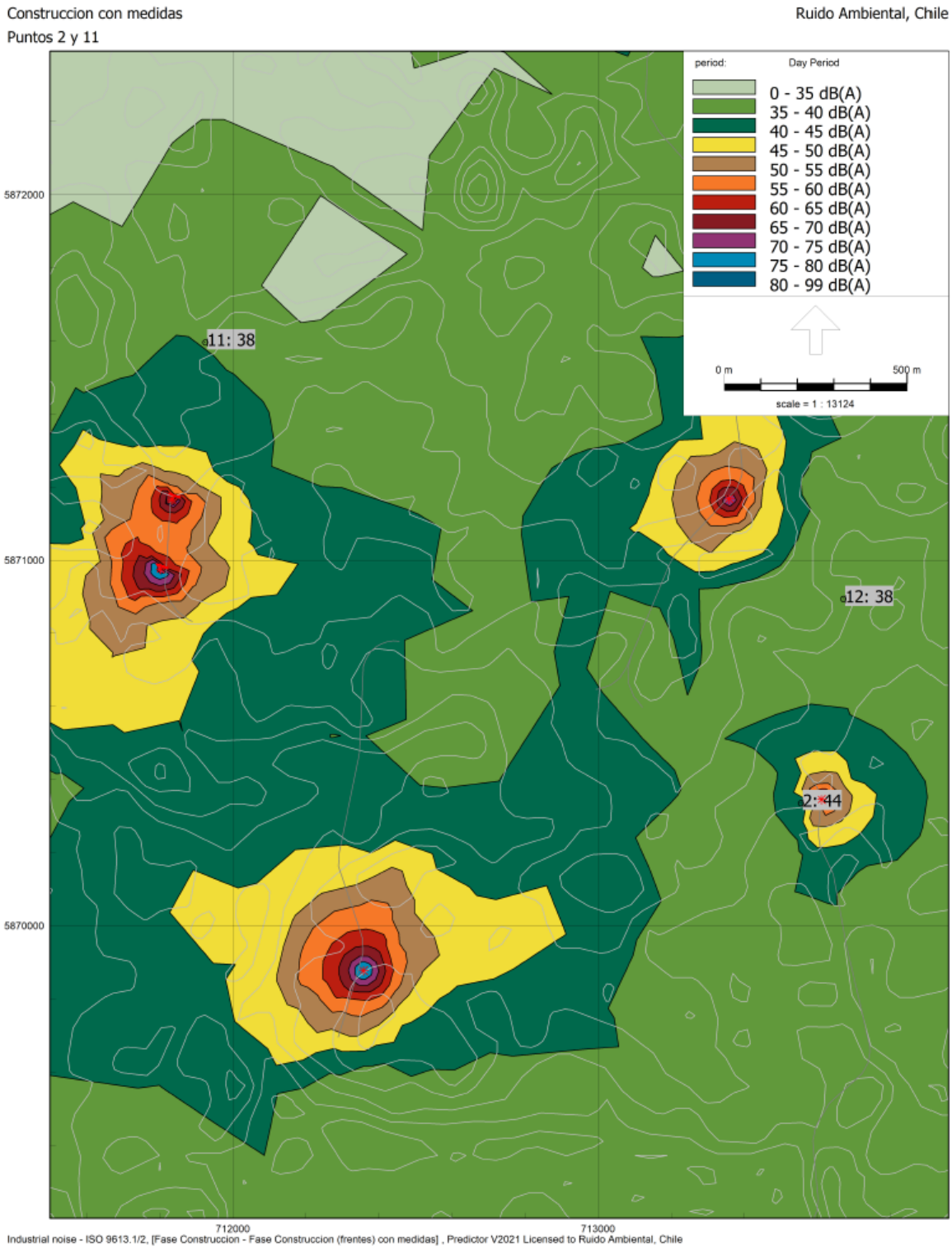


Figura 26. Mapa de propagación sonora fases de construcción mitigado. Puntos 2 y 11.

Apéndice 2: Referencia potencias acústicas

Motoniveladora:

Características fuente:	Marca: Volvo Modelo: G940
Condición operativa fuente:	Fija en aceleración.
Descriptor acústico:	NPSeq
Tiempo de medición:	3 minutos
Distancia Fuente-Sonómetro:	10 metros



Medición realizada en la parte trasera de la motoniveladora de manera de registrar el ruido del motor acelerado y el tubo de escape.

Niveles de presión sonora:

Frecuencia en Hz, niveles en dB								dB(A)
63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
78	81	73	65	66	62	55	50	71

Condiciones meteorológicas
Temperatura: 16C°
Velocidad del viento: 4km/h
Humedad: 54%

Fecha de medición: 23-06-2015

Equipo de medición: Larson Davis Lxt2, Tipo 2, año fabricación 2013.

Notas: medición normal, con motoniveladora acelerada sobre superficie de tierra. Fuente de ruido de características estables.

Ruido Ambiental
servicios de acústica & vibraciones

Bulldozer:

<table>
<tr><td>Características fuente:</td><td colspan="3">Paso Bulldozer</td></tr>
<tr><td>Condición operativa fuente:</td><td colspan="3">Operación normal</td></tr>
<tr><td>Descriptor acústico:</td><td colspan="3">NPSeq</td></tr>
<tr><td>Tiempo de medición:</td><td colspan="3">Muestras de 1 minuto.</td></tr>
<tr><td>Distancia Fuente-Sonómetro:</td><td colspan="3">5 metros</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Medición realizada durante Paso de camión

<u>Promedio Niveles de presión sonora:</u>
<table><tr><th colspan="8">Frecuencia en Hz, niveles en dB</th><th rowspan="2">dB(A)</th></tr><tr><th>63</th><th>125</th><th>250</th><th>500</th><th>1K</th><th>2K</th><th>4K</th><th>8K</th></tr><tr><td>72</td><td>75</td><td>75</td><td>74</td><td>75</td><td>71</td><td>66</td><td>59</td><td>78</td></tr></table></td></tr>
<tr><td><u>Condiciones meteorológicas</u>
Temperatura: 13C°
Velocidad del viento: 0.5km/h
Humedad: 94%</td><td>Fecha de medición:
26-03-2020</td><td colspan="2">Equipo de medición: Larson Davis 831, Clase 1</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Notas:</u></td><td colspan="2">Ruido Ambiental
servicios de acústica & vibraciones</td></tr>
</table>

Montaje y desmontaje de grúa





Niveles NPS medidos y estimación Potencia. Desmontaje grúa LG1750.

Punto medición NPS	Distancia [m]	NPS [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	[dB(A)]
1	8	79	74	68	70	68	63	61	62	**72**
2	12	73	68	65	62	60	57	53	52	**65**
3	10	71	65	65	63	58	53	50	51	**64**
4	10	78	74	70	70	66	62	60	59	**72**
Frecuencia [Hz]		**63**	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	**NWS [dB(A)]**
Nivel de potencia NWS		**103**	**98**	**95**	**94**	**91**	**87**	**84**	**84**	**96**

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA: winche en operación.

Características fuente:	Marca: TE.M.A Modelo:
Condición operativa fuente:	En operación.
Descriptor acústico:	NPSeq
Tiempo de medición:	3 minutos por punto.



Medición realizada en la parte frontal del winche para registrar el ruido del winche en operación.

Niveles de presión sonora:

125	250	500	1K	2K	4K	8K	dBA	d(m)
64	60	58	52	48	40	40	59	15



Medición realizada en la parte lateral del winche de manera de registrar el ruido asociado al despliegue del tendido.

Niveles de presión sonora:

125	250	500	1K	2K	4K	8K	dBA	d(m)
65	62	59	51	47	44	45	59	8



Medición realizada en la parte lateral de la camioneta de manera de registrar el ruido en general del funcionamiento del winche en operación.

Niveles de presión sonora:

125	250	500	1K	2K	4K	8K	dBA	d(m)
61	58	54	52	49	43	44	59	25

Condiciones meteorológicas **Temperatura:** 17 C° **Velocidad del viento:** 1.5m/s **Humedad:** 33%	**Fecha de medición:** 27-05-2015	**Equipo de medición:** Larson Davis 831, Tipo 1, año fabricación 2014.
Notas: medición normal, con el winche en operación sobre superficie de tierra. Fuente de ruido de características estables.		Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2891 0250

Camión aljibe

El nivel de potencia acústica se obtuvo del estudio "Environmental Noise Monitoring" realizado por Umwelt (Australia) Pty Limited para Mackas Sand. El nivel de potencia acústica se puede apreciar a continuación destacado con amarillo.

period up until November 2010 when the mobile power screen was commissioned at Lot 220.

Table 4.1 – Noise Impact Assessment Modelled Sound Power Levels of Quarrying Operations at Lot 220

Equipment Description	Number of Machines modelled	Modelled SWL dB(A)	Total SWL dB(A)
Volvo 180F front-end loader (FEL)	4	108	114
Vibrating screen	1	113	113
Volvo A40 six-wheel articulated hauler	1	92	92
33-tonne road truck	1	102	102
Water cart	1	100	100
Sand processing plant/processing area	1	102	102
Total Modelled Sound Power Level (SWL) of equipment at Lot 220			117

Table 4.2 – Measured Sound Power Levels of Quarrying Operations at Lot 220 on 18 January 2011

Equipment Description	Number of Machines	Measured SWL dB(A)	Total SWL dB(A)
Volvo A35D six-wheel articulated hauler	2	110	113
Excavator, 3000kg SWL	1	95	95
Turbo Chieftain Mobile Power Screen	1	111	111
Total Measured Sound Power Level (SWL) of equipment at Lot 220			115

4.2.2 Road Traffic Noise Monitoring Results

Noise measurements of product trucks travelling to pick up and transport sand were conducted along the access road to the Mackas Sand and Soil Supplies site. A total of six truck movements associated with Mackas Sand were observed over the space of one hour. At the time of the attended noise monitoring program Mackas Sand was complying with the road traffic noise assessment criteria outlined in **Table 2.2** with the $L_{Aeq,\ 1\ hour}$ from truck movements calculated to be 44 dB(A).

The EA indicated that during normal operations six laden trucks would typically leave the site per hour. Based on the monitoring of actual truck movements, 12 truck movements per hour (in plus out), **Table 4.3** indicates this would equate to an $L_{Aeq,\ 1\ hour}$ of 47 dB(A), well below the day and night time criteria road traffic noise assessment criteria outlined in **Table 2.2**.

Generadores eléctricos.

Para calcular los niveles de emisión de los generadores eléctricos de 100 y 50 [kVA], se utilizó la siguiente expresión matemática[9]:

$$L_w = 84 + 10\,log_{10}(MW) + 6.6\,log_{10}(RPM) \qquad (dB\ re\ 10^{-12}W)$$ Ecuación 4

Donde:

L_w : Nivel de Potencia Acústica estimado [dB(Z)],
MW : Potencia Eléctrica en [MW] (1kVA equivale a 0.8 kW), se consideró MW=0.08, y MW=0.04 respectivamente, y
RPM : Revoluciones Por Minuto (para este caso se consideró un RPM de 3000)
Para obtener los niveles por banda se debe sustraer los niveles indicados en la siguiente tabla.

Tabla 38. Factor de corrección para ecuación de cálculo para ruido de generadores en [dB(Z)][10].

Correcciones en bandas de octava de frecuencia [Hz]							
63	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8K**
8	7	7	7	9	11	14	19

A continuación, se presentan los niveles por banda en [dB(Z)].

Tabla 39. Nivel por bandas en [dB(Z)].

Fuente	Lw [dB(Z)] en bandas de octava de frecuencia [Hz]								Lw [dB(Z)] c/u	Fuente
	63	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8K**		
Generador 100 [kVA]	88.0	89.0	89.0	89.0	87.0	85.0	82.0	77.0	96.0	Bies, Hansen
Generador 50 [kVA]	85.0	86.0	86.0	86.0	84.0	82.0	79.0	74.0	93.0	Bies, Hansen

Finalmente, para obtener los valores en [dB(A)], se debe aplicar la corrección de la curva de ponderación A.

9 David A. Bies y Colin H. Hansen; Engineering Noise Control: Theory and Practice, 4ª Edición, 2009; Ecuación (11.94), Tabla. 11.27 y Tabla 11.29.
10 David A. Bies y Colin H. Hansen; Engineering Noise Control: Theory and Practice, 4ª Edición, 2009; Tabla. 11.26.

Tabla 40. Factor corrección curva A.

Correcciones en bandas de octava de frecuencia [Hz]							
63	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8K**
-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1

La siguiente tabla indica el L_w correspondiente para cada generador (100 y 50 [kVA]), los parámetros utilizados para los cálculos corresponden a MW=0.08, y MW=0.04 respectivamente, con RPM=3000 considerando un generador estándar.

Tabla 41. Nivel de potencia acústica de generadores a utilizar.

Fuente de ruido	Cant	Lw [dB(A)] en bandas de octava de frecuencia [Hz]								Lw dB(A) c/u	Referencia
		63	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**		
Generador 100 [kVA]	1	61.8	72.9	80.4	85.8	87.0	86.2	83.0	75.9	**92.2**	Bies & Hansen
Generador 50 [kVA]	6	58.8	69.9	77.4	82.8	84	83.2	80	72.9	**89.2**	Bies & Hansen

Transformadores

Para determinar el L_w del transformador, se utilizó la expresión propuesta por Crocker (2007)[11], dada para transformadores estándares o silenciosos (entre 20 y 450 [MVA]):

$$L_w = NEMA\ sound\ rating + 10\ log_{10}(S) \qquad [dB] \qquad \text{Ecuación 5}$$

Para transformador estándar

$$NEMA\ sound\ rating = 55 + 12log_{10}(W_e) \qquad \text{Ecuación 6}$$

Para transformador silencioso

$$NEMA\ sound\ rating = 45 + 12log_{10}(W_e) \qquad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

L_w : Nivel de Potencia Acústica estimado [dB]
W_e : Potencia Eléctrica [MVA]

[11] Handbook of Noise and Vibration Control, Malcolm J. Crocker, 2007; Capítulo 82, Ecuaciones 15, 16, 17 y 18, Tabla 1, pag. 1002, 1004

S : Superficie del transformador, la que puede ser estimada a partir de la siguiente equivalencia:

$$10\ log_{10}(S) = 14 + 2.5log_{10}(W_e)$$ Ecuación 8

Para efectos de cálculos, se consideró la ecuación dada para transformadores estándares como peor condición (Ecuación 6), para una potencia de 160 [MVA].

Entonces, reemplazando la Ecuación 6 y Ecuación 8 en la Ecuación 5, se tiene:

$$L_w = 55 + 12log_{10}(W_e) + 14 + 2.5log_{10}(W_e) \quad [dB]$$ Ecuación 9

Para obtener la potencia acústica en [dB] por bandas de frecuencia de octava [Hz], la siguiente tabla indica la corrección por bandas la cual se debe ser restada:

Tabla 42. Ajustes de nivel de potencia en bandas de octava para transformadores.

Correcciones en bandas de octava de frecuencia [Hz]							
63	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8K**
-3	-5	0	0	6	11	16	23

Para obtener los valores en [dB(A)], se aplicó la corrección de la curva de ponderación A indicada en la **Tabla 40**.

A continuación, la siguiente tabla indica el L_w correspondiente en [dB(A)]:

Tabla 43. Nivel de potencia acústica de transformadores a utilizar durante la fase de operación.

Fuente	**Cantidad**	**Lw [dB(A)] en bandas de octava de frecuencia [Hz]**								**Lw [dB(A)]**	**Fuente**
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8K		
Transformador 160 [MVA]	2	77.8	89.9	92.4	97.8	95.0	91.2	86.0	76.9	101.4	Crocker*

Ficha Aerogenerador

3.1 Results V162 5.6MW, Mode 0

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s
6.3 Hz	21.3	21.2	19.7	22.7	25.9	28.7	29.2	29.4	31.3	32.1	32.3	32.2	31.9	31.3	31.0	30.6	30.3	28.5
8 Hz	27.8	27.8	26.5	29.5	32.7	35.4	36.0	36.2	37.9	38.6	38.8	38.6	38.3	37.8	37.5	37.1	36.8	35.1
10 Hz	33.6	33.6	32.5	35.6	38.7	41.4	42.0	42.2	43.7	44.4	44.5	44.4	44.0	43.5	43.2	42.8	42.6	41.0
12.5 Hz	39.0	39.1	38.2	41.2	44.3	47.1	47.7	47.9	49.2	49.8	49.9	49.8	49.4	48.9	48.6	48.3	48.1	46.5
16 Hz	44.7	44.8	44.1	47.2	50.2	52.9	53.7	53.8	55.0	55.5	55.5	55.4	55.1	54.6	54.3	53.9	53.8	52.3
20 Hz	49.5	49.7	49.1	52.2	55.2	57.9	58.7	58.8	59.8	60.3	60.3	60.1	59.8	59.4	59.1	58.8	58.6	57.2
25 Hz	54.0	54.2	53.8	56.8	59.8	62.6	63.4	63.4	64.4	64.7	64.7	64.6	64.3	63.8	63.6	63.3	63.1	61.9
31.5 Hz	58.3	58.6	58.3	61.3	64.3	67.0	67.9	67.9	68.7	69.0	69.0	68.8	68.6	68.1	67.9	67.6	67.5	66.3
40 Hz	62.4	62.7	62.6	65.6	68.6	71.3	72.1	72.2	72.9	73.1	73.1	72.9	72.6	72.3	72.0	71.8	71.6	70.6
50 Hz	65.9	66.2	66.3	69.2	72.2	74.9	75.8	75.9	76.5	76.6	76.6	76.4	76.1	75.8	75.6	75.3	75.2	74.2
63 Hz	69.2	69.6	69.7	72.7	75.6	78.3	79.3	79.3	79.8	79.9	79.8	79.7	79.4	79.1	78.9	78.7	78.6	77.7
80 Hz	72.3	72.7	72.9	75.9	78.8	81.5	82.5	82.5	82.9	83.0	82.9	82.7	82.5	82.2	82.0	81.8	81.7	80.9
100 Hz	74.8	75.2	75.5	78.5	81.4	84.1	85.1	85.1	85.4	85.5	85.4	85.2	85.0	84.8	84.6	84.4	84.3	83.6
125 Hz	77.0	77.4	77.8	80.8	83.7	86.4	87.4	87.4	87.7	87.7	87.6	87.5	87.3	87.0	86.9	86.7	86.7	86.0
160 Hz	79.1	79.5	80.0	83.0	85.9	88.6	89.6	89.6	89.8	89.8	89.7	89.6	89.4	89.2	89.1	88.9	88.9	88.4
200 Hz	80.7	81.1	81.6	84.6	87.5	90.2	91.2	91.3	91.4	91.3	91.2	91.1	91.0	90.8	90.7	90.6	90.6	90.1
250 Hz	82.0	82.3	82.9	85.9	88.8	91.5	92.5	92.6	92.6	92.6	92.5	92.4	92.3	92.1	92.1	92.0	91.9	91.6
315 Hz	82.9	83.3	83.9	86.9	89.8	92.5	93.6	93.6	93.6	93.5	93.5	93.4	93.3	93.2	93.1	93.1	93.0	92.8
400 Hz	83.6	83.9	84.6	87.5	90.4	93.1	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1	94.1	94.0	93.9	93.9	93.8	93.8	93.7
500 Hz	83.9	84.2	84.8	87.8	90.7	93.4	94.5	94.5	94.5	94.4	94.4	94.4	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.2
630 Hz	83.9	84.1	84.8	87.8	90.6	93.3	94.5	94.5	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4
800 Hz	83.5	83.7	84.3	87.3	90.2	92.9	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0	94.1	94.1	94.1	94.2	94.2
1 kHz	82.8	82.9	83.6	86.6	89.5	92.2	93.3	93.3	93.2	93.2	93.3	93.4	93.4	93.5	93.6	93.6	93.6	93.8
1.25 kHz	81.8	81.9	82.5	85.5	88.4	91.1	92.3	92.2	92.2	92.2	92.3	92.4	92.5	92.6	92.7	92.8	92.8	93.1
1.6 kHz	80.4	80.3	80.9	83.9	86.9	89.6	90.7	90.7	90.7	90.7	90.8	91.0	91.1	91.3	91.4	91.5	91.5	91.9
2 kHz	78.7	78.6	79.1	82.2	85.1	87.8	89.0	89.0	88.9	89.0	89.2	89.4	89.6	89.8	89.9	90.0	90.1	90.5
2.5 kHz	76.8	76.6	77.0	80.1	83.0	85.8	86.9	86.9	86.9	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9	88.1	88.2	88.3	88.8
3.15 kHz	74.4	74.1	74.5	77.6	80.5	83.3	84.4	84.4	84.5	84.7	84.9	85.1	85.4	85.7	85.9	86.1	86.2	86.8
4 kHz	71.6	71.2	71.6	74.6	77.6	80.3	81.4	81.4	81.6	81.8	82.1	82.4	82.7	83.1	83.3	83.5	83.6	84.3
5 kHz	68.7	68.2	68.4	71.5	74.5	77.3	78.4	78.4	78.5	78.9	79.2	79.5	79.9	80.3	80.5	80.8	80.9	81.6
6.3 kHz	65.4	64.7	64.9	68.0	71.0	73.7	74.8	74.8	75.1	75.5	75.9	76.2	76.7	77.1	77.3	77.6	77.7	78.6
8 kHz	61.5	60.8	60.8	63.9	66.9	69.7	70.8	70.8	71.1	71.6	72.1	72.5	72.9	73.5	73.7	74.0	74.1	75.1
10 kHz	57.6	56.7	56.7	59.8	62.8	65.6	66.7	66.7	67.1	67.6	68.2	68.7	69.2	69.7	70.0	70.3	70.5	71.5
A-wgt	93.5	93.7	94.3	97.3	100.2	102.9	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0

Table 1: V162-5.6MW Mode 0, expected 1/3 octave band performance
(Blades with serrated trailing edges)

Apéndice 3: Decreto Real 1367/2007

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Ministerio de la Presidencia
«BOE» núm. 254, de 23 de octubre de 2007
Referencia: BOE-A-2007-18397

ÍNDICE

Preámbulo 4

CAPÍTULO I. Disposiciones generales 6

Artículo 1. Objeto y finalidad. 6

Artículo 2. Definiciones. 6

CAPÍTULO II. Índices Acústicos. 7

Artículo 3. Índices acústicos. 7

Artículo 4. Aplicación de los índices acústicos. 7

CAPÍTULO III. Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica 8

Sección 1.ª Zonificación acústica 8

Artículo 5. Delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas. 8

Artículo 6. Revisión de las áreas de acústicas. 8

Artículo 7. Servidumbre acústica. 9

Artículo 8. Delimitación de zonas de servidumbre acústica. 9

Artículo 9. Delimitación de las zonas de servidumbre acústica en los mapas de ruido. 10

Artículo 10. Delimitación de las zonas de servidumbre acústica en áreas urbanizadas existentes. 10

Artículo 11. Servidumbres acústicas y planeamiento territorial y urbanístico. 10

Artículo 12. Zonas de servidumbres acústicas. Plazo de vigencia. 10

Artículo 13. Zonificación acústica y planeamiento. 11

Sección 2.ª Objetivos de calidad acústica 11
Artículo 14. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas. 11
Artículo 15. Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas. . 11
Artículo 16. Objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior. 12
Artículo 17. Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior. 12
CAPÍTULO IV. Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión. 13
Artículo 18. Emisión de ruido de los vehículos de motor y ciclomotores. 13
Artículo 19. Emisión de ruido de los vehículos de motor destinados a servicios de urgencias.. 13
Artículo 20. Emisión de ruido de embarcaciones de recreo y motos náuticas. 13
Artículo 21. Emisión de ruido de las aeronaves subsónicas civiles. 13
Artículo 22. Emisión de ruido de las máquinas de uso al aire libre.. 14
Artículo 23. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.. 14
Artículo 24. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras portuarias y a nuevas actividades.. 14
Artículo 25. Cumplimiento de los valores límite de inmisión de ruido aplicables a los emisores acústicos. 15
Artículo 26. Valores límite de vibración aplicables a los emisores acústicos.. 15
CAPÍTULO V. Procedimientos y métodos de evaluación de la contaminación acústica 15
Artículo 27. Métodos de evaluación de los índices acústicos. 15
Artículo 28. Métodos de cálculo del Ld, Le y Ln. 15
Artículo 29. Métodos de evaluación de los efectos nocivos. 16
Artículo 30. Instrumentos de medida. 16
Artículo 31. Entidades que realizan la evaluación. 16
CAPÍTULO VI. Evaluación de la contaminación acústica. Mapas de ruido 16
Artículo 32. Elaboración de mapas de ruido.. 16
Artículo 33. Delimitación del ámbito territorial y contenido de los mapas de ruido no estratégicos. 16
Disposiciones adicionales 17
Disposición adicional primera. Determinación del nivel de emisión sonora a vehículo parado. 17
Disposición adicional segunda. Actividades e infraestructuras nuevas. 17
Disposición adicional tercera. Infraestructuras de competencia estatal. 17
Disposición adicional cuarta. Infraestructuras de competencia autonómica y local.. 18
Disposición adicional quinta. Prevención de riesgos laborales. 18

Disposiciones transitorias 18

Disposición transitoria primera. Zonas de servidumbre acústica. 18

Disposición transitoria segunda. Uso de instrumentos de medida del ruido del tipo 2/clase 2. 18

Disposiciones finales 19

Disposición final primera. Modificación del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. 19

Disposición final segunda. Titulo competencial. 20

Disposición final tercera. Financiación. 20

Disposición final cuarta. Habilitación para el desarrollo reglamentario. 20

Disposición final quinta. Entrada en vigor. 20

ANEXO I. A. Índices de ruido 20

ANEXO II. Objetivos de calidad acústica 23

ANEXO III. Emisores acústicos. Valores límite de inmisión 24

ANEXO IV. Métodos y procedimientos de evaluación para los índices acústicos. 25

ANEXO V. Criterios para determinar la inclusión de un sector del territorio en un tipo de área acústica 31

TEXTO CONSOLIDADO
Última modificación: 26 de julio de 2012

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental marca una nueva orientación respecto de la concepción de la contaminación acústica en la normativa de la Unión Europea. Con anterioridad, la reglamentación comunitaria se había centrado en las fuentes del ruido, pero la comprobación de que diariamente inciden sobre el ambiente múltiples focos de emisiones sonoras, ha hecho necesario un nuevo enfoque del ruido ambiental para considerarlo como un producto derivado de múltiples emisiones que contribuyen a generar niveles de contaminación acústica inadecuados desde el punto de vista ambiental y sanitario.

La Directiva 2002/49/CE define el ruido ambiental como «el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Directiva 96/71/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación».

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, que incorpora parcialmente al derecho interno las previsiones de la citada Directiva, regula la contaminación acústica con un alcance y un contenido más amplio que el de la propia Directiva, ya que, además de establecer los parámetros y las medidas para la evaluación y gestión del ruido ambiental, incluye el ruido y las vibraciones en el espacio interior de determinadas edificaciones. Asimismo, dota de mayor cohesión a la ordenación de la contaminación acústica a través del establecimiento de los instrumentos necesarios para la mejora de la calidad acústica de nuestro entorno.

Así, en la citada Ley, se define la contaminación acústica como «la presencia en el ambiente de ruido o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que implique molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, incluso cuando su efecto sea perturbar el disfrute de los sonidos de origen natural, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente».

Posteriormente, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, completó la transposición de la Directiva 2002/49/CE y precisó los conceptos de ruido ambiental y sus efectos sobre la población, junto a una serie de medidas necesarias para la consecución de los objetivos previstos, tales como la elaboración de los mapas estratégicos de ruido y los planes de acción o las obligaciones de suministro de información.

En consecuencia, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, ha supuesto un desarrollo parcial de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, ya que ésta abarca la contaminación acústica producida no sólo por el ruido ambiental, sino también por las vibraciones y sus implicaciones en la salud, bienes materiales y medio ambiente, en tanto que el citado real decreto, sólo comprende la contaminación acústica derivada del ruido ambiental y la prevención y corrección, en su caso, de sus efectos en la población.

Por ello el presente real decreto tiene como principal finalidad completar el desarrollo de la citada Ley. Así, se definen índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente; se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el artículo 10 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre; se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

En este sentido, el capítulo I, «Disposiciones generales», contiene los preceptos que establecen el objeto de esta norma y una serie de definiciones que permitan alcanzar un mayor grado de precisión y seguridad jurídica a la hora de aplicar esta disposición de carácter marcadamente técnico.

El capítulo II establece los índices para la evaluación del ruido y de las vibraciones, en los distintos periodos temporales de evaluación, de los objetivos de calidad acústica en

áreas acústicas o en el espacio interior de edificaciones y de los valores límite que deben cumplir los emisores acústicos. En el anexo I se incluye la definición de cada uno de ellos.

En el capítulo III se desarrolla, por una parte, la delimitación de las áreas acústicas atendiendo al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas y, por otra, la regulación de las servidumbres acústicas. Además se prevé que los instrumentos de planificación territorial y urbanística incluyan la zonificación acústica y se establecen objetivos de calidad acústica aplicables a las distintas áreas acústicas y al espacio interior habitable de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales. En el anexo II se fijan los valores de los índices acústicos que no deben superarse para el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica en áreas urbanizadas existentes.

El capítulo IV regula el control de las emisiones de los diferentes emisores acústicos, incluidos los vehículos a motor, para los que se prevé, además, un régimen específico de comprobación de sus emisiones acústicas a vehículo parado. Asimismo, se fijan en el anexo III los valores límite de inmisión de ruido aplicable a las infraestructuras nuevas viarias, ferroviarias y aeroportuarias, así como a las infraestructuras portuarias y a actividades. La disposición adicional segunda establece las actividades e infraestructuras que tienen la consideración de nuevas.

De este modo, se pondera de forma equilibrada el tratamiento de las infraestructuras preexistentes y nuevas, pues aun cuando las obligaciones establecidas en las declaraciones de impacto ambiental de las infraestructuras preexistentes han supuesto un nivel de protección acústica adecuado, el progreso del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico hace posible y razonable alcanzar un nivel más ambicioso de protección contra el ruido a la hora de proyectar y acometer la construcción de nuevas infraestructuras.

Asimismo, para atender los costes derivados de la aplicación de este Real Decreto a las infraestructuras de competencia estatal, en la disposición final tercera se prevé la adopción de las medidas presupuestarias necesarias para que los Ministerios responsables de su aplicación puedan afrontarlos sin menoscabo de la ejecución de los planes que tengan establecidos.

El capítulo V regula las condiciones de uso respecto de los objetivos de calidad acústica de los métodos de evaluación de la contaminación acústica, así como el régimen de uso de los equipos de medida y procedimientos que se empleen en dicha evaluación. El anexo IV fija los métodos de evaluación para los índices acústicos definidos en este real decreto.

Por último, la regulación de mapas de contaminación acústica se contiene en el capítulo VI, en aplicación de la habilitación prevista en el artículo 15.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

En la elaboración de este real decreto han sido consultados los agentes económicos y sociales interesados, las comunidades autónomas y el Consejo Asesor de Medio Ambiente.

Los títulos competenciales que amparan al Estado para regular la materia contenida en este real decreto son las reglas 16.ª y 23.ª del artículo 149.1. de la Constitución, en materia de bases y coordinación general de la sanidad y de legislación básica sobre protección del medio ambiente. Ello sin perjuicio de que la regulación de servidumbres acústicas de las infraestructuras estatales y el régimen especial de aeropuertos y equipamientos vinculados al sistema de navegación y transporte aéreo se dicte de conformidad con lo establecido en los párrafos 20.ª, 21.ª y 24.ª del apartado 1 del citado artículo 149.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente y de Sanidad y Consumo, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 19 de octubre de 2007,

DISPONGO:

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto y finalidad.*

Este real decreto tiene por objeto establecer las normas necesarias para el desarrollo y ejecución de la Ley 37/ 2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Artículo 2. *Definiciones.*

A efectos de lo establecido en este real decreto, además de lo dispuesto en el artículo 3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, y en el artículo 3 del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, se entenderá por:

a) Área urbanizada: superficie del territorio que reúna los requisitos establecidos en la legislación urbanística aplicable para ser clasificada como suelo urbano o urbanizado y siempre que se encuentre ya integrada, de manera legal y efectiva, en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población. Se entenderá que así ocurre cuando las parcelas, estando o no edificadas, cuenten con las dotaciones y los servicios requeridos por la legislación urbanística o puedan llegar a contar con ellos sin otras obras que las de conexión a las instalaciones en funcionamiento.

b) Área urbanizada existente: la superficie del territorio que sea área urbanizada antes de la entrada en vigor de este real decreto.

c) Ciclomotor: tienen la condición de ciclomotores los vehículos que se definen como tales en el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, por el que se aprobó el texto articulado de la Ley sobre el tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial.

d) Efectos nocivos: los efectos negativos sobre la salud humana o sobre el medio ambiente.

e) Índice de vibración: índice acústico para describir la vibración, que tiene relación con los efectos nocivos producidos por ésta.

f) $L_{Aeq,T}$: (Índice de ruido del periodo temporal T): el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, durante un periodo de tiempo T, que se describe en el anexo I.

g) L_{Amax} : (Índice de ruido máximo): el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, producidos por sucesos sonoros individuales, que se describe en el anexo I.

h) L_{aw} : (Índice de vibración): el índice de vibración asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, producidos por vibraciones, que se describe en el anexo I.

i) $L_{Keq,T}$: (Índice de ruido corregido del periodo temporal T): el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos por la presencia en el ruido de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, durante un periodo de tiempo T, que se describe en el anexo I.

j) $L_{K,x}$: (Índice de ruido corregido a largo plazo del periodo temporal de evaluación «x») : el índice de ruido corregido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación «x», que se describe en el anexo I.

k) Molestia: el grado de perturbación que provoca el ruido o las vibraciones a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.

l) Nuevo desarrollo urbanístico: superficie del territorio en situación de suelo rural para la que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística prevén o permiten su paso a la situación de suelo urbanizado, mediante las correspondientes actuaciones de urbanización, así como la de suelo ya urbanizado que esté sometido a actuaciones de reforma o renovación de la urbanización.

m) Valor límite: un valor de un índice acústico que no debe ser sobrepasado y que de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas tendentes a evitar tal superación. Los valores límite pueden variar en función del emisor acústico, (ruido del tráfico rodado, ferroviario o aéreo, ruido industrial, etc.), del entorno o de la distinta

vulnerabilidad a la contaminación acústica de los grupos de población; pueden ser distintos de una situación existente a una nueva situación (cuando cambia el emisor acústico, o el uso dado al entorno).

n) Vehículo de motor: vehículo provisto de motor para su propulsión definido en el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.

o) Vibración: perturbación producida por un emisor acústico que provoca la oscilación periódica de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.

p) Objetivo de calidad acústica: conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado, incluyendo los valores límite de inmisión o de emisión.

CAPÍTULO II

Índices Acústicos

Artículo 3. *Índices acústicos.*

1. A efectos del desarrollo del artículo 11 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, referente a la determinación de índices acústicos, se establecen:

a) Para la evaluación del ruido, además de los establecidos en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, los siguientes índices:

L_{Amax} para evaluar niveles sonoros máximos durante el periodo temporal de evaluación.

$L_{Aeq,\,T}$ para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal T.

$L_{Keq,\,T}$ para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal T, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo.

$L_{K,x}$ para evaluar la molestia y los niveles sonoros, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo, promediados a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación «x».

b) Para la evaluación de los niveles de vibración se aplicará el índice de vibración siguiente:

L_{aw} para evaluar la molestia y los niveles de vibración máximos, durante el periodo temporal de evaluación, en el espacio interior de edificios.

Artículo 4. *Aplicación de los índices acústicos.*

1. Se aplicarán los índices de ruido L_d, L_e y L_n tal como se definen en el anexo I, del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, evaluados de conformidad con lo establecido en el anexo IV, para la verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables a las áreas acústicas y al espacio interior de los edificios, así como, para la evaluación de los niveles sonoros producidos por las infraestructuras, a efectos de la delimitación de las servidumbres acústicas.

2. En la evaluación del ruido, para verificar el cumplimiento de los valores límite aplicables a los emisores acústicos, que se establecen en los artículos 23 y 24, se aplicarán los índices acústicos que figuran en las correspondientes tablas del anexo III, tal como se definen en el anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, y en el anexo I de este real decreto respectivamente, evaluados de conformidad con lo establecido en el anexo IV.

3. En la evaluación de las vibraciones para verificar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior de las edificaciones, y lo establecido en el artículo 26, se aplicará el índice acústico L_{aw}, tal como se define en el anexo I, evaluado de conformidad con lo establecido en el anexo IV.

CAPÍTULO III

Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica

Sección 1.ª Zonificación acústica

Artículo 5. *Delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas.*

1. A los efectos del desarrollo del artículo 7.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, en la planificación territorial y en los instrumentos de planeamiento urbanístico, tanto a nivel general como de desarrollo, se incluirá la zonificación acústica del territorio en áreas acústicas de acuerdo con las previstas en la citada Ley.

Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.

b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.

c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.

d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.

e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.

f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.

g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Al proceder a la zonificación acústica de un territorio, en áreas acústicas, se deberá tener en cuenta la existencia en el mismo de zonas de servidumbre acústica y de reservas de sonido de origen natural establecidas de acuerdo con las previsiones de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, y de este real decreto.

La delimitación territorial de las áreas acústicas y su clasificación se basará en los usos actuales o previstos del suelo. Por tanto, la zonificación acústica de un término municipal únicamente afectará, excepto en lo referente a las áreas acústicas de los tipos f) y g), a las áreas urbanizadas y a los nuevos desarrollos urbanísticos.

2. Para el establecimiento y delimitación de un sector del territorio como de un tipo de área acústica determinada, se tendrán en cuenta los criterios y directrices que se describen en el anexo V.

3. Ningún punto del territorio podrá pertenecer simultáneamente a dos tipos de área acústica diferentes.

4. La zonificación del territorio en áreas acústicas debe mantener la compatibilidad, a efectos de calidad acústica, entre las distintas áreas acústicas y entre estas y las zonas de servidumbre acústica y reservas de sonido de origen natural, debiendo adoptarse, en su caso, las acciones necesarias para lograr tal compatibilidad.

Si concurren, o son admisibles, dos o más usos del suelo para una determinada área acústica, se clasificará ésta con arreglo al uso predominante, determinándose este por aplicación de los criterios fijados en el apartado 1, del anexo V.

La delimitación de la extensión geográfica de un área acústica estará definida gráficamente por los límites geográficos marcados en un plano de la zona a escala mínima 1/5.000, o por las coordenadas geográficas o UTM de todos los vértices y se realizará en un formato geocodificado de intercambio válido.

5. Hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas acústicas vendrán delimitadas por el uso característico de la zona.

Artículo 6. *Revisión de las áreas de acústicas.*

La delimitación de las áreas acústicas queda sujeta a revisión periódica, que deberá realizarse, como máximo, cada diez años desde la fecha de su aprobación.

Artículo 7. *Servidumbre acústica.*

1. A los efectos de la aplicación de este real decreto se consideran servidumbres acústicas las destinadas a conseguir la compatibilidad del funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo y portuario, con los usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones implantadas, o que puedan implantarse, en la zona de afección por el ruido originado en dichas infraestructuras.

2. Podrán quedar gravados por servidumbres acústicas los sectores del territorio afectados al funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo, y portuario, así como los sectores de territorio situados en el entorno de tales infraestructuras, existentes o proyectadas.

3. En los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas las inmisiones podrán superar los objetivos de calidad acústica aplicables a las correspondientes áreas acústicas.

4. En los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas se podrán establecer limitaciones para determinados usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones, con la finalidad de, al menos, cumplir los valores límites de inmisión establecidos para aquéllos.

5. La delimitación de los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas y la determinación de las limitaciones aplicables en los mismos, estará orientada a compatibilizar, en lo posible, las actividades existentes o futuras en esos sectores del territorio con las propias de las infraestructuras, y tendrán en cuenta los objetivos de calidad acústica correspondientes a las zonas afectadas.

6. En relación con la delimitación de las zonas de servidumbre acústica de las infraestructuras nuevas de competencia estatal, se solicitará informe preceptivo de las administraciones afectadas, y se realizará en todo caso el trámite de información pública y se tomarán en consideración las sugerencias recibidas. Asimismo, se solicitará informe preceptivo de la administración afectada en relación con la determinación de las limitaciones de aplicación de tal zona, a que hace referencia el apartado 4.

Artículo 8. *Delimitación de zonas de servidumbre acústica.*

Las zonas de servidumbre acústica se delimitarán por la administración competente para la aprobación de mapas de ruido de infraestructuras, mediante la aplicación de los criterios técnicos siguientes:

a) Se elaborará y aprobará el mapa de ruido de la infraestructura de acuerdo con las especificaciones siguientes:

1.º Se evaluarán los niveles sonoros producidos por la infraestructura utilizando los índices de ruido L_d, L_e y L_n, tal como se definen en el anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

2.º Para la evaluación de los índices de ruido anteriores se aplicará el correspondiente método de evaluación tal como se describe en el anexo IV.

3.º El método de evaluación de los índices de ruido por medición solo podrá utilizarse cuando no se prevean cambios significativos de las condiciones de funcionamiento de la infraestructura, registradas en el momento en que se efectúe la delimitación, que modifiquen la zona de afección.

4.º Para el cálculo de la emisión acústica se considera la situación, actual o prevista a futuro, de funcionamiento de la infraestructura, que origine la mayor afección acústica en su entorno.

5.º Para cada uno de los índices de ruido se calcularán las curvas de nivel de ruido correspondientes a los valores límite que figuran en la tabla A1, del anexo III.

6.º Para el cálculo de las curvas de nivel de ruido se tendrá en cuenta la situación de los receptores más expuestos al ruido. El cálculo se referenciará con carácter general a 4 m de altura sobre el nivel del suelo.

7.º Representación gráfica de las curvas de nivel de ruido calculadas de acuerdo con el apartado anterior.

b) La zona de servidumbre acústica comprenderá el territorio incluido en el entorno de la infraestructura delimitado por la curva de nivel del índice acústico que, representando el nivel sonoro generado por esta, esté mas alejada de la infraestructura, correspondiente al valor limite del área acústica del tipo a), sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial, que figura en la tabla A1, del anexo III.

Artículo 9. *Delimitación de las zonas de servidumbre acústica en los mapas de ruido.*

Las zonas de servidumbre acústica, establecidas por aplicación de los criterios del artículo anterior se delimitarán en los mapas de ruido elaborados por las administraciones competentes en la elaboración de los mismos. Asimismo, estas zonas se incluirán en los instrumentos de planeamiento territorial o urbanístico de los nuevos desarrollos urbanísticos.

Artículo 10. *Delimitación de las zonas de servidumbre acústica en áreas urbanizadas existentes.*

1. Cuando se delimite una zona de servidumbre acústica en un área urbanizada existente, se elaborará simultáneamente el correspondiente plan de acción en materia de contaminación acústica.
2. El plan de acción en materia de contaminación acústica contendrá las medidas correctoras que deban aplicarse a los emisores acústicos vinculados al funcionamiento de la infraestructura, atendiendo a su grado de participación en el estado de la situación, y a las vías de propagación, así como los responsables de su adopción, la cuantificación económica de cada una de aquellas y, cuando sea posible, un proyecto de financiación.
3. Cuando dentro de una zona de servidumbre acústica delimitada como consecuencia de la instalación de una nueva infraestructura o equipamiento existan edificaciones preexistentes, en la declaración de impacto ambiental que se formule se especificarán las medidas que resulten económicamente proporcionadas, tomando en consideración las mejores técnicas disponibles tendentes a que se alcancen en el interior de tales edificaciones unos niveles de inmisión acústica compatibles con el uso característico de las mismas.

Artículo 11. *Servidumbres acústicas y planeamiento territorial y urbanístico.*

1. El planeamiento territorial y urbanístico incluirá entre sus determinaciones las que resulten necesarias para conseguir la efectividad de las servidumbres acústicas en los ámbitos territoriales de ordenación afectados por ellas. En caso de que dicho planeamiento incluya la adopción de medidas correctoras eficaces que disminuyan los niveles sonoros en el entorno de la infraestructura, la zona de servidumbre acústica podrá ser modificada por el órgano que la delimitó. Cuando estas medidas correctoras pierdan eficacia o desaparezcan, la zona de servidumbre se restituirá a su estado inicial.
2. Con el fin de conseguir la efectividad de las servidumbres acústicas, los instrumentos de planeamiento territorial y urbanístico que ordenen físicamente ámbitos afectados por las mismas deberán ser remitidos con anterioridad a su aprobación inicial revisión o modificación sustancial, al órgano sustantivo competente de la infraestructura, para que emita informe preceptivo. Esta regla será aplicable tanto a los nuevos instrumentos como a las modificaciones y revisiones de los ya existentes.
3. Los titulares de las infraestructuras para cuyo servicio se establecen las servidumbres acústicas podrán instar en la vía procedente su aplicación, sin perjuicio de que el incumplimiento sea imputable en cada caso al responsable del mismo.

Artículo 12. *Zonas de servidumbres acústicas. Plazo de vigencia.*

1. Las zonas de servidumbre acústica mantendrán su vigencia por tiempo indefinido.
2. Se deberá revisar la delimitación de las servidumbres acústicas cuando se produzcan modificaciones sustanciales en las infraestructuras, que originen variaciones significativas de los niveles sonoros en el entorno de las mismas.
3. En el proceso de revisión de las zonas de servidumbre acústica, en el que se podrán revisar las limitaciones asociadas a la misma, se aplicará el procedimiento establecido en los artículos anteriores.

Artículo 13. *Zonificación acústica y planeamiento.*

1. Todas las figuras de planeamiento incluirán de forma explicita la delimitación correspondiente a la zonificación acústica de la superficie de actuación. Cuando la delimitación en áreas acústicas esté incluida en el planeamiento general se utilizara esta delimitación.

2. Las sucesivas modificaciones, revisiones y adaptaciones del planeamiento general que contengan modificaciones en los usos del suelo conllevarán la necesidad de revisar la zonificación acústica en el correspondiente ámbito territorial.

3. Igualmente será necesario realizar la oportuna delimitación de las áreas acústicas cuando, con motivo de la tramitación de planes urbanísticos de desarrollo, se establezcan los usos pormenorizados del suelo.

4. La delimitación por tipo de área acústica de las distintas superficies del territorio, que aplicando los criterios del artículo 5, estén afectadas por la zonificación acústica, deberá estar terminada, con carácter general, antes de cinco años, a partir de la fecha de entrada en vigor de este real decreto, y en las aglomeraciones de mas de 250.000 habitantes antes del 1 de enero de 2008.

5. Las comunidades autónomas velaran por el cumplimiento de lo establecido en el párrafo anterior dentro de los plazos fijados, arbitrando las medidas necesarias para ello. La adecuación del planeamiento a lo establecido en este real decreto se realizará en la forma y con el procedimiento que disponga la normativa autonómica.

Sección 2.ª Objetivos de calidad acústica

Artículo 14. *Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas.*

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

En estas áreas acústicas las administraciones competentes deberán adoptar las medidas necesarias para la mejora acústica progresiva del medio ambiente hasta alcanzar el objetivo de calidad fijado, mediante la aplicación de planes zonales específicos a los que se refiere el artículo 25.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

b) En caso contrario, el objetivo de calidad acústica será la no superación del valor de la tabla A, del anexo II, que le sea de aplicación.

2. Para el resto de las áreas urbanizadas se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación a la tabla A del anexo II, disminuido en 5 decibelios.

3. Los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a los espacios naturales delimitados, de conformidad con lo establecido en el artículo 7.1 la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, como área acústica tipo g), por requerir una especial protección contra la contaminación acústica, se establecerán para cada caso en particular, atendiendo a aquellas necesidades específicas de los mismos que justifiquen su calificación.

4. Como objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto, se establece el mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, disminuido en 5 decibelios, tratando de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible.

Artículo 15. *Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas.*

Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 14, cuando, para cada uno de los índices de inmisión de ruido, L_d, L_e, o L_n, los

valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen, en el periodo de un año, que:

a) Ningún valor supera los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.

b) El 97 % de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.

Artículo 16. *Objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior.*

1. Sin perjuicio de lo establecido en el apartado 2, se establece como objetivos de calidad acústica para el ruido y para las vibraciones, la no superación en el espacio interior de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, de los correspondientes valores de los índices de inmisión de ruido y de vibraciones establecidos, respectivamente, en las tablas B y C, del anexo II. Estos valores tendrán la consideración de valores límite.

2. Cuando en el espacio interior de las edificaciones a que se refiere el apartado anterior, localizadas en áreas urbanizadas existentes, se superen los valores límite, se les aplicará como el objetivo de calidad acústica alcanzar los valores de los índices de inmisión de ruido y de vibraciones establecidos, respectivamente, en las tablas B y C, del anexo II.

Artículo 17. *Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior.*

1. Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 16, cuando:

a) Para cada uno de los índices de inmisión de ruido, L_d, L_e, o L_n, los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen, para el periodo de un año, que:

i) Ningún valor supera los valores fijados en la correspondiente tabla B, del anexo II.

ii) El 97 % de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla B, del anexo II.

b) Los valores del índice de vibraciones L_{aw}, evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen lo siguiente:

i) Vibraciones estacionarias:

Ningún valor del índice supera los valores fijados en la tabla C, del anexo II.

ii) Vibraciones transitorias.

Los valores fijados en la tabla C, del anexo II podrán superarse para un número de eventos determinado de conformidad con el procedimiento siguiente:

1.º Se consideran los dos periodos temporales de evaluación siguientes: periodo día, comprendido entre las 07:00-23:00 horas y período noche, comprendido entre las 23:00-07:00 horas.

2.º En el periodo nocturno no se permite ningún exceso.

3.º En ningún caso se permiten excesos superiores a 5 dB.

4.º El conjunto de superaciones no debe ser mayor de 9. A estos efectos cada evento cuyo exceso no supere los 3 dB será contabilizado como 1 y si los supera como 3.

2. Se considerará que, una edificación es conforme con las exigencias acústicas derivadas de la aplicación de objetivos de calidad acústica al espacio interior de las edificaciones, a que se refiere el artículo 20, y la disposición adicional quinta de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, cuando al aplicar el sistema de verificación acústica de las edificaciones, establecido conforme a la disposición adicional cuarta de dicha Ley, se cumplan las exigencias acústicas básicas impuestas por el Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

CAPÍTULO IV

Emisores acústicos. Valores límite de emisión e inmisión

Artículo 18. *Emisión de ruido de los vehículos de motor y ciclomotores.*

1. Los vehículos de motor y ciclomotores en circulación deberán corresponder a tipos previamente homologados en lo que se refiere a niveles sonoros de emisión admisibles, de acuerdo con la reglamentación vigente, por aplicación del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas comunitarias, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, y del Decreto 1439/1972, de 25 de mayo, de homologación de vehículos automóviles en lo que se refiere al ruido por ellos producido.

2. Sin perjuicio de lo establecido en la disposición adicional primera, el valor límite del nivel de emisión sonora de un vehículo de motor o ciclomotor en circulación se obtiene sumando 4 dB(A) al nivel de emisión sonora que figura en la ficha de homologación del vehículo, correspondiente al ensayo a vehículo parado, evaluado de conformidad con el método de medición establecido en el procedimiento de homologación aplicable al vehículo, de acuerdo con la reglamentación vigente.

3. Todos los conductores de vehículos de motor y ciclomotores quedan obligados a colaborar en las pruebas de control de emisiones sonoras que sean requeridas por la autoridad competente, para comprobar posibles incumplimientos de los límites de emisión sonora.

Artículo 19. *Emisión de ruido de los vehículos de motor destinados a servicios de urgencias.*

1. Los vehículos de motor destinados a servicios de urgencias deberán disponer de un mecanismo de regulación de la intensidad sonora de los dispositivos acústicos que la reduzca a unos niveles comprendidos entre 70 y 90 dB(A), medidos a tres metros de distancia y en la dirección de máxima emisión, durante el período nocturno, cuando circulen por zonas habitadas.

2. Los vehículos destinados a servicio de urgencias disponen de un año, a partir de la entrada en vigor de este real decreto, para instalar el mecanismo a que se refiere el apartado anterior.

Artículo 20. *Emisión de ruido de embarcaciones de recreo y motos náuticas.*

Las embarcaciones de recreo con motores intraborda o mixtos sin escape integrado, las motos náuticas, los motores fueraborda y los motores mixtos con escape integrado deberán diseñarse, construirse y montarse de manera que las emisiones sonoras no superen los valores límite de emisión sonora que se establecen en el Real Decreto 2127/2004, de 29 de octubre, por el que se regulan los requisitos de seguridad de las embarcaciones de recreo, de las motos náuticas, de sus componentes y de las emisiones de escape y sonoras de sus motores.

Artículo 21. *Emisión de ruido de las aeronaves subsónicas civiles.*

1. Los aviones de reacción subsónicos civiles cuya masa máxima al despegue sea igual o superior a 34.000 Kg. o cuya capacidad interior certificada para el tipo de avión de que se trate sea superior a 19 pasajeros, excluidos los asientos reservados a la tripulación, sólo podrán ser utilizados en los aeropuertos civiles españoles cuando previamente hayan obtenido una certificación acústica correspondiente a las normas enunciadas en el anexo 16 al Convenio de Aviación Civil Internacional, segunda edición (1988), volumen I, segunda parte, capítulo 3.

2. Se exceptúa del cumplimiento del apartado anterior las excepciones a que hace referencia el Real Decreto 1422/1992, de 27 de noviembre, sobre limitación del uso de los aviones de reacción subsónicos civiles.

Artículo 22. *Emisión de ruido de las máquinas de uso al aire libre.*

La maquinaria utilizada en actividades al aire libre en general, y en las obras públicas y en la construcción en particular, debe ajustarse a las prescripciones establecidas en la legislación vigente referente a emisiones sonoras de maquinaria de uso al aire libre, y en particular, cuando les sea de aplicación, a lo establecido en el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, y las normas complementarias.

Artículo 23. *Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.*

1. Las nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias o aeroportuarias deberán adoptar las medidas necesarias para que no transmitan al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas, niveles de ruido superiores a los valores límite de inmisión establecidos en la tabla A1, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.

2. Así mismo, las nuevas infraestructuras ferroviarias o aeroportuarias no podrán transmitir al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas niveles de ruido superiores a los establecidos como valores límite de inmisión máximos en la tabla A2, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.

3. De igual manera, las nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias o aeroportuarias deberán adoptar las medidas necesarias para evitar que, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente de su funcionamiento, se superen los objetivos de calidad acústica para ruido establecidos en los artículos 14 y 16.

4. Lo dispuesto en este artículo se aplicará únicamente fuera de las zonas de servidumbre acústica.

Artículo 24. *Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras portuarias y a nuevas actividades.*

1. Toda nueva instalación, establecimiento o actividad portuaria, industrial, comercial, de almacenamiento, deportivo-recreativa o de ocio deberá adoptar las medidas necesarias para que no transmita al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas niveles de ruido superiores a los establecidos como valores límite en la tabla B1, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV.

No obstante, serán de aplicación los valores límite previstos en el artículo 23 al tráfico portuario, así como al tráfico rodado y ferroviario que tenga lugar en las infraestructuras portuarias.

2. De igual manera, cuando por efectos aditivos derivados, directa o indirectamente, del funcionamiento o ejercicio de una instalación, establecimiento o actividad de las relacionadas en el apartado anterior, se superen los objetivos de calidad acústica para ruido establecidos en los artículos 14 y 16, esa actividad deberá adoptar las medidas necesarias para que tal superación no se produzca.

3. Ninguna instalación, establecimiento, actividad industrial, comercial, de almacenamiento, deportivo-recreativa o de ocio podrá transmitir a los locales colindantes en función del uso de éstos, niveles de ruido superiores a los establecidos en la tabla B2, del anexo III, evaluados de conformidad con los procedimientos del anexo IV. A estos efectos, se considerará que dos locales son colindantes, cuando en ningún momento se produce la transmisión de ruido entre el emisor y el receptor a través del medio ambiente exterior.

4. Los niveles de ruido anteriores se aplicarán, asimismo, a otros establecimientos abiertos al público no mencionados anteriormente, atendiendo a razones de analogía funcional o de equivalente necesidad de protección acústica.

5. En edificios de uso exclusivo comercial, oficinas o industrial, los límites exigibles de transmisión interior entre locales afectos a diferentes titulares, serán los establecidos en función del uso del edificio. A los usos que, en virtud de determinadas normas zonales, puedan ser compatibles en esos edificios, les serán de aplicación los límites de transmisión a interiores correspondientes al uso del edificio.

Artículo 25. *Cumplimiento de los valores límite de inmisión de ruido aplicables a los emisores acústicos.*

1. En el caso de mediciones o de la aplicación de otros procedimientos de evaluación apropiados, se considerará que se respetan los valores límite de inmisión de ruido establecidos en los artículos 23 y 24, cuando los valores de los índices acústicos evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplan, para el periodo de un año, que:

a) Infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, del artículo 23.

i) Ningún valor promedio del año supera los valores fijados en la tabla A1, del anexo III.
ii) Ningún valor diario supera en 3 dB los valores fijados en la tabla A1, del anexo III.
iii) El 97 % de todos los valores diarios no superan los valores fijados en la tabla A2, del anexo III.

b) Infraestructuras portuarias y actividades, del artículo 24.

i) Ningún valor promedio del año supera los valores fijados en la correspondiente tabla B1 o B2, del anexo III.
ii) Ningún valor diario supera en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla B1 o B2, del anexo III.
iii) Ningún valor medido del índice $L_{Keq,Ti}$ supera en 5 dB los valores fijados en la correspondiente tabla B1 o B2, del anexo III.

2. A los efectos de la inspección de actividades, a que se refiere el artículo 27 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, se considerará que una actividad, en funcionamiento, cumple los valores límite de inmisión de ruido establecidos en el artículo 24, cuando los valores de los índices acústicos evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplan lo especificado en los apartados b. ii) y b. iii), del párrafo 1.

Artículo 26. *Valores límite de vibración aplicables a los emisores acústicos.*

Los nuevos emisores acústicos, de los relacionados en el artículo 12.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, deberán adoptar las medidas necesarias para no transmitir al espacio interior de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, vibraciones que contribuyan a superar los objetivos de calidad acústica para vibraciones que les sean de aplicación de acuerdo con el artículo 16, evaluadas conforme al procedimiento establecido en el anexo IV.

CAPÍTULO V

Procedimientos y métodos de evaluación de la contaminación acústica

Artículo 27. *Métodos de evaluación de los índices acústicos.*

Los valores de los índices acústicos establecidos en este real decreto se determinarán de conformidad con los métodos de evaluación descritos en los apartados A y B, del anexo IV.

Artículo 28. *Métodos de cálculo del Ld, Le y Ln.*

1. Los valores de los índices de ruido L_d, L_e y L_n se podrán determinar aplicando los métodos de cálculo descritos en el punto 2, del apartado A, del anexo IV.
2. Hasta tanto se adopten métodos de cálculo homogéneos en el marco de la Unión Europea, se podrán utilizar métodos de evaluación distintos de los anteriores, adaptados de conformidad con el anexo IV. En este caso, se deberá demostrar que esos métodos dan resultados equivalentes a los que se obtienen con los métodos a que se refiere el punto 2, del apartado A, del anexo IV.

Artículo 29. *Métodos de evaluación de los efectos nocivos.*

Los efectos nocivos se podrán evaluar según las relaciones dosis-efecto a las que se hace referencia en el anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

Artículo 30. *Instrumentos de medida.*

1. Los instrumentos de medida y calibradores utilizados para la evaluación del ruido deberán cumplir las disposiciones establecidas en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.

2. En los trabajos de evaluación del ruido por medición, derivados de la aplicación de este real decreto, se deberán utilizar instrumentos de medida y calibradores que cumplan los requisitos establecidos en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, a que se refiere el apartado anterior, para los de tipo 1/clase 1.

3. Los instrumentos de medida utilizados para todas aquellas evaluaciones de ruido, en las que sea necesario el uso de filtros de banda de octava o 1/3 de octava, deberán cumplir lo exigido para el grado de precisión tipo1/clase1 en las normas UNE-EN 61260:1997 «Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava» y UNE-EN 61260/ A1:2002 «Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava».

4. En la evaluación de las vibraciones por medición se deberán emplear instrumentos de medida que cumplan las exigencias establecidas en la norma UNE-EN ISO 8041:2006. «Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida».

Artículo 31. *Entidades que realizan la evaluación.*

Con el fin de que los resultados obtenidos en los procesos de evaluación de la contaminación acústica sean homogéneos y comparables, las administraciones competentes velarán por que las entidades encargadas de la realización de tales evaluaciones tengan la capacidad técnica adecuada. Asimismo, velarán por la implantación de sistemas de control que aseguren la correcta aplicación de los métodos y procedimientos de evaluación establecidos en este real decreto, para la realización de evaluaciones acústicas.

CAPÍTULO VI

Evaluación de la contaminación acústica. Mapas de ruido

Artículo 32. *Elaboración de mapas de ruido.*

1. En desarrollo del artículo 15.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, se establecen los tipos de mapas de ruido siguientes:

a) Mapas estratégicos de ruido, que se elaborarán y aprobarán por las administraciones competentes para cada uno de los grandes ejes viarios, de los grandes ejes ferroviarios, de los grandes aeropuertos y de las aglomeraciones.

b) Mapas de ruido no estratégicos, que se elaborarán por las administraciones competentes, al menos, para las áreas acústicas en las que se compruebe el incumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

2. Los mapas estratégicos de ruido a que se refiere el apartado 1,a), se elaborarán de acuerdo con las especificaciones establecidas en este Real Decreto y en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

Artículo 33. *Delimitación del ámbito territorial y contenido de los mapas de ruido no estratégicos.*

1. Para la delimitación del ámbito territorial y contenido de los mapas de ruido no estratégicos que se elaboren en aplicación del apartado b), del artículo 14.1 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, que correspondan a áreas acústicas en las que se compruebe el incumplimiento de los objetivos de calidad acústica, se aplicarán los criterios que

establezca la administración competente para la elaboración y aprobación de estos tipos de mapas de ruido.

2. En el caso de que no se disponga de criterios específicos de delimitación del ámbito territorial para los mapas de ruido no estratégicos se aplicarán los establecidos en el artículo 9 del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

3. Sin perjuicio de normas más específicas que se pudieran establecer, los mapas de ruido no estratégicos cumplirán los requisitos mínimos establecidos en el anexo IV del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

Disposición adicional primera. *Determinación del nivel de emisión sonora a vehículo parado.*

En el caso de que la correspondiente ficha de características de un vehículo, debido a su antigüedad u otras razones, no indique el nivel de emisión sonora para el ensayo a vehículo parado, o que este valor, no haya sido fijado reglamentariamente por el Ministerio competente en la homologación y la Inspección Técnica de Vehículos, dicho nivel de emisión sonora se determinará, a efectos de la obtención del valor límite a que se refiere el artículo 18.2, de la forma siguiente:

a) Si se trata de un ciclomotor, el nivel de emisión sonora será de 87 dB(A).

b) Para los vehículos de motor, la inspección técnica deberá dictaminar que el vehículo se encuentra en perfecto estado de mantenimiento. En estas condiciones, se determinará el nivel de emisión sonora para el ensayo a vehículo parado siguiendo el procedimiento reglamentariamente establecido. El nivel de emisión sonoro así obtenido será, a partir de este momento, el que se considerará para determinar el valor límite de emisión aplicable al vehículo.

Disposición adicional segunda. *Actividades e infraestructuras nuevas.*

1. A los efectos de lo previsto en este Real Decreto tendrán la consideración de actividades nuevas aquéllas que inicien la tramitación de las actuaciones de intervención administrativa previstas en los párrafos a), b) y c) del art. 18.1 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, con posterioridad a la entrada en vigor de este Real Decreto.

2. Asimismo, lo dispuesto en este Real Decreto para las infraestructuras nuevas será de aplicación, teniendo en cuenta lo dispuesto en la disposición adicional tercera, a aquellas de competencia de la Administración General del Estado, cuya tramitación de la declaración de impacto ambiental se inicie con posterioridad a la entrada en vigor de este Real Decreto. A estos efectos, se entenderá como inicio de la tramitación la recepción por el órgano ambiental del documento inicial del proyecto, procedente del órgano sustantivo, conforme a lo dispuesto en la legislación en materia de evaluación de impacto ambiental.

3. Las actividades e infraestructuras nuevas se someterán a los valores límite de inmisión establecidos en el Anexo III, teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 10 en caso de tratarse de una zona de servidumbre acústica de una infraestructura.

Disposición adicional tercera. *Infraestructuras de competencia estatal.*

1. Las competencias que se atribuyen a la Administración General del Estado en el artículo 4.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en relación con las infraestructuras viarias, ferroviarias, portuarias y aeroportuarias de competencia estatal, corresponderán al Ministerio de Fomento.

2. A efectos de la Disposición adicional segunda de la Ley 37/2003, de 18 de noviembre, del ruido, y de este Real Decreto, tendrán la consideración de nuevas infraestructuras de competencia estatal:

a) La construcción de un nuevo trazado en el caso de las carreteras o ferrocarriles, que requiera declaración de impacto ambiental.

b) Las obras de modificación de una infraestructura preexistente sujetas a declaración de impacto ambiental, que supongan, al menos, la duplicación de la capacidad operativa de la infraestructura correspondiente, entendiéndose por tal:

– En el caso de un aeropuerto, cuando las obras de modificación del mismo permitan duplicar el número máximo de operaciones por hora de aeronaves;

– en el caso de una carretera, cuando las obras de modificación permitan la duplicación de la máxima intensidad de vehículos que pueden pasar por ese tramo de carretera. La intensidad se expresará en vehículos por hora;

– en el caso de un puerto, cuando se duplique la superficie del suelo destinada al tráfico portuario;

– en el caso de una infraestructura ferroviaria, cuando la obra de modificación permita duplicar la capacidad de adjudicación de la infraestructura preexistente.

3. A los efectos de la aplicación del art. 14.1.a) en relación con las infraestructuras de competencia estatal, los planes zonales específicos se referirán únicamente a los planes de acción previstos en el artículo 10 que elabore y apruebe la Administración General del Estado.

4. Los objetivos ambientales de los planes de acción a los que se refiere el apartado anterior aplicables a las infraestructuras estatales preexistentes, se alcanzarán antes del 31 de diciembre de 2020, en los términos y de acuerdo con los principios establecidos en el primer párrafo del apartado 3 de la disposición adicional segunda de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.

Disposición adicional cuarta. *Infraestructuras de competencia autonómica y local.*

En lo relativo a las infraestructuras de competencia autonómica o local, las Comunidades Autónomas determinarán los plazos y condiciones de aplicación de:

– Los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 14.1, en relación con el Anexo II, para las infraestructuras preexistentes.

– Los valores límite de inmisión establecidos en el artículo 23, en relación con el Anexo III, para las nuevas infraestructuras.

Disposición adicional quinta. *Prevención de riesgos laborales.*

En materia de protección de la salud y seguridad de los trabajadores, se estará a lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo y, específicamente, en el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, y en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, respecto a la protección de los trabajadores frente a los riesgos que en ellos se contemplan.

Disposición transitoria primera. *Zonas de servidumbre acústica.*

En tanto no se apruebe el mapa acústico o las servidumbres acústicas procedentes de cada una de las infraestructuras de competencia de la Administración General del Estado, se entenderá por zona de servidumbre acústica de las mismas a efectos de lo dispuesto en este Real Decreto y, especialmente, de sus artículos 10 y 23, el territorio incluido en el entorno de la infraestructura delimitado por los puntos del territorio, o curva isófona en los que se midan los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a las áreas acústicas correspondientes.

Disposición transitoria segunda. *Uso de instrumentos de medida del ruido del tipo 2/clase 2.*

1. Durante un periodo de siete años, a partir de la fecha de publicación de este real decreto, se podrán utilizar en los trabajos de evaluación del ruido por medición, derivados de la aplicación de este real decreto, instrumentos de medida que cumplan los requisitos establecidos en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos, para los de tipo 2/clase 2.

2. Se exceptúa de la aplicación del apartado anterior, a los trabajos de evaluación del ruido por medición que sirvan de base para la imposición de sanciones administrativas o en los procesos judiciales. En estos casos se utilizarán instrumentos de medida que cumplan los requisitos establecidos por la Orden citada en el apartado anterior, para los de tipo 1 / clase 1.

Disposición final primera. *Modificación del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.*

El Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, queda modificado como sigue:

Uno. El apartado b) del artículo 3, queda redactado del siguiente modo:

«b) Efectos nocivos: los efectos negativos sobre la salud humana o sobre el medio ambiente.»

Dos. El apartado j) del artículo 3 queda redactado del siguiente modo:

«j) Molestia: el grado de perturbación que provoca el ruido o las vibraciones a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.»

Tres. Se sustituye el Anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental por el siguiente:

«ANEXO III

Métodos de evaluación de los efectos nocivos

1. Las relaciones dosis-efecto se utilizarán para evaluar el efecto del ruido sobre la población.

2. Las relaciones dosis-efecto que se establezcan para la adaptación de este anexo a la normativa comunitaria se referirán en particular a lo siguiente:

– la relación entre las molestias y los valores de L_{den} por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales,

– La relación entre las alteraciones del sueño y los valores de L_n por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales.

3. En caso necesario, podrán presentarse relaciones dosis-efecto específicas para:

– Viviendas con aislamiento especial contra el ruido, según la definición del anexo VI,
– viviendas con fachada tranquila, según la definición del anexo VI,
– distintos climas o culturas,
– grupos de población vulnerables,
– ruido industrial tonal,
– ruido industrial impulsivo y otros casos especiales.

4. En tanto no se establezcan en la normativa comunitaria procedimientos comunes para determinar el grado de molestia, basados en las relaciones dosis-efectos del ruido sobre la población, se considerarán como valores admisibles de referencia en relación con las molestias y alteraciones del sueño, los que se determinen reglamentariamente.

Disposición final segunda. *Titulo competencial.*

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.16.ª y 23.ª de la Constitución, que atribuye al Estado la competencia exclusiva en materia de bases y coordinación general de la sanidad y de legislación básica sobre protección del medio ambiente. Ello sin perjuicio de que la regulación de servidumbres acústicas de las infraestructuras estatales y el régimen especial de aeropuertos y equipamientos vinculados al sistema de navegación y transporte aéreo se dicte de conformidad con lo establecido en los párrafos 20.ª, 21.ª y 24.ª del apartado 1 del citado artículo 149.

Disposición final tercera. *Financiación.*

Por los Ministerios competentes se adoptarán las medidas presupuestarias necesarias para la aplicación de este Real Decreto sobre las infraestructuras de competencia estatal.

Disposición final cuarta. *Habilitación para el desarrollo reglamentario.*

1. Se habilita a los titulares de los Ministerios de Sanidad y Consumo, de Medio Ambiente, de Fomento, de Vivienda y de Industria, Turismo y Comercio para dictar conjunta o separadamente, según las materias de que se trate, y en el ámbito de sus respectivas competencias, cuantas disposiciones sean necesarias para el desarrollo y aplicación de este real decreto.

2. Se faculta a los titulares de los Ministerios de Sanidad y Consumo y de Medio Ambiente para introducir en los anexos de este real decreto, cuantas modificaciones fuesen precisas para adaptarlos a lo dispuesto en la normativa comunitaria.

Disposición final quinta. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 19 de octubre de 2007.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno
y Ministra de la Presidencia,
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

ANEXO I

A. Índices de ruido

1. Periodos temporales de evaluación.

Se establecen los tres periodos temporales de evaluación diarios siguientes:

1º) Periodo día (d): al periodo día le corresponden 12 horas;
2º) Periodo tarde (e): al periodo tarde le corresponden 4 horas;
3º) Periodo noche (n): al periodo noche le corresponden 8 horas.

La administración competente puede optar por reducir el período tarde en una o dos horas y alargar los períodos día y/o noche en consecuencia, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes, y que facilite al Ministerio de Medio Ambiente información sobre la diferencia sistemática con respecto a la opción por defecto. En el caso de la modificación de los periodos temporales de evaluación, esta modificación debe reflejarse en la expresión que determina los índices de ruido.

b) Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos periodos temporales de evaluación son: periodo día de 7.00 a 19.00; periodo tarde de19.00 a 23.00 y periodo noche de 23.00 a 7.00, hora local.

La administración competente podrá modificar la hora de comienzo del periodo día y, por consiguiente, cuándo empiezan los periodos tarde y noche. La decisión de modificación deberá aplicarse a todas las fuentes de ruido.

c) A efectos de calcular los promedios a largo plazo, un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas.

2. Definición de los índices de ruido.

a) Índice de ruido continuo equivalente $L_{Aeq,T}$.

El índice de ruido $L_{Aeq,T}$, es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en decibelios, determinado sobre un intervalo temporal de T segundos, definido en la norma ISO 1996-1: 1987.

Donde:

– Si T = d, $L_{Aeq,d}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período día;
– Si T = e, $L_{Aeq,e}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período tarde;
– Si T = n, $L_{Aeq,n}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período noche;

b) Definición del Índice de ruido máximo L_{Amax} .

El índice de ruido L_{Amax} , es el mas alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast, L_{AFmax} , definido en la norma ISO 1996-1:2003, registrado en el periodo temporal de evaluación.

c) Definición del Índice de ruido continuo equivalente corregido $L_{Keq,T}$.

El índice de ruido $L_{Keq,T}$, es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, ($L_{Aeq,T}$), corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, de conformidad con la expresión siguiente:

$$L_{Keq,T} = L_{Aeq,T} + K_t + K_f + K_i$$

Donde:

– K_t es el parámetro de corrección asociado al índice $L_{Keq,T}$ para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes tonales emergentes, calculado por aplicación de la metodología descrita en el anexo IV;
– K_f es el parámetro de corrección asociado al índice $L_{Keq,T}$, para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes de baja frecuencia, calculado por aplicación de la metodología descrita en el anexo IV;
– K_i es el parámetro de corrección asociado al índice $L_{Keq,T}$, para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de ruido de carácter impulsivo, calculado por aplicación de la metodología descrita en el anexo IV;
– Si T = d, $L_{Keq,d}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período día;
– Si T = e, $L_{Keq,e}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período tarde;
– Si T = n, $L_{Keq,n}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período noche;

d) Definición del Índice de ruido continuo equivalente corregido promedio a largo plazo $L_{K\,x}$.

El índice de ruido $L_{K,x}$, es el nivel sonoro promedio a largo plazo, dado por la expresión que sigue, determinado a lo largo de todos los periodos temporales de evaluación “x” de un año.

$$L_{K,x} = 10\lg\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1(L_{Keq,x})_i}\right)$$

Donde:

n es el número de muestras del periodo temporal de evaluación “x”, en un año

$(L_{Keq,x})_i$ es el nivel sonoro corregido, determinado en el período temporal de evaluación “x” de la i-ésima muestra.

3. Altura del punto de evaluación de los índices de ruido.

a) Para la selección de la altura del punto de evaluación podrán elegirse distintas alturas, si bien éstas nunca deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, en aplicaciones, tales como:

1º la planificación acústica,
2º la determinación de zonas ruidosas,
3º la evaluación acústica en zonas rurales con casas de una planta,
4º la preparación de medidas locales para reducir el impacto sonoro en viviendas específicas y
5º la elaboración de un mapa de ruido detallado de una zona limitada, que ilustre la exposición al ruido de cada vivienda.

b) Cuando se efectúen mediciones en el interior de los edificios, las posiciones preferentes del punto de evaluación estarán al menos a 1 m de las paredes u otras superficies, a entre 1,2 m y 1,5 m sobre el piso, y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas. Cuando estas posiciones no sean posibles las mediciones se realizarán en el centro del recinto.

4. Evaluación del ruido en el ambiente exterior.

En la evaluación de los niveles sonoros en el ambiente exterior mediante índices de ruido, el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en el propio paramento vertical.

B. Índices de vibración

Definición del índice de vibración L_{aw} .

El índice de vibración, L_{aw} en decibelios (dB), se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{aw} = 20\lg\frac{a_w}{a_0}$$

Siendo:
– a_w : el máximo del valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación en frecuencia w_m , en el tiempo t, a_w (t), en m/s^2.
– a_0 : la aceleración de referencia ($a_0 = 10^{-6}$ m/s^2).

Donde:

– La ponderación en frecuencia se realiza según la curva de atenuación w_m definida en la norma ISO 2631-2:2003: Vibraciones mecánicas y choque – evaluación de la exposición de las personas a las vibraciones globales del cuerpo – Parte 2 Vibraciones en edificios 1 – 80 Hz.
– El valor eficaz a_w (t) se obtiene mediante promediado exponencial con constante de tiempo 1s (slow). Se considerará el valor máximo de la medición a_w. Este parámetro está

definido en la norma ISO 2631-1:1997 como MTVV (Maximum Transient Vibration Value), dentro del método de evaluación denominado “running RMS”.

ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla B. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales (1)

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

(1) Los valores de la tabla B, se refieren a los valores del índice de inmisión resultantes del conjunto de emisores acústicos que inciden en el interior del recinto (instalaciones del propio edificio, actividades que se desarrollan en el propio edificio o colindantes, ruido ambiental transmitido al interior).

Nota: Los objetivos de calidad aplicables en el espacio interior están referenciados a una altura de entre 1,2 m y 1,5 m.

Tabla C. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Educativo o cultural	72

A los efectos de lo establecido en el punto 4 del Anexo III del Real decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, se considerarán como valores admisibles de referencia, en relación con las molestias y alteraciones del sueño, los que se establecen en las tablas de este y el siguiente anexo.

ANEXO III

Emisores acústicos. Valores límite de inmisión

Tabla A1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70	70	60

Tabla A2. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias

Tipo de área acústica		Índice de ruido L_{Amax}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	80
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	85
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	88
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	90
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	90

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	65	65	55

Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
Residencial.	Zonas de estancias.	40	40	30
	Dormitorios.	35	35	25
Administrativo y de oficinas.	Despachos profesionales.	35	35	35
	Oficinas.	40	40	40

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
Sanitario.	Zonas de estancia.	40	40	30
	Dormitorios.	35	35	25
Educativo o cultural.	Aulas.	35	35	35
	Salas de lectura.	30	30	30

ANEXO IV

Métodos y procedimientos de evaluación para los índices acústicos

A. Métodos de evaluación para los índices de ruido

1. Introducción.

Los valores de los índices acústicos establecidos por este real decreto pueden determinarse bien mediante cálculos o mediante mediciones (en el punto de evaluación). Las predicciones sólo pueden obtenerse mediante cálculos.

A los efectos de la inspección de actividades por las administraciones públicas competentes, la valoración de los índices acústicos se determinara únicamente mediante mediciones.

2. Métodos de cálculo de los índices L_d , L_e y L_n .

Los métodos de cálculo recomendados para la evaluación de los índices de ruido L_d, L_e y L_n, son los establecidos en el apartado 2, del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

3. Métodos y procedimientos de medición de ruido.

3.1. Adaptación de los métodos de medida.

Las administraciones competentes que opten por la evaluación de los índices de ruido mediante la medición in situ deberán adaptar los métodos de medida utilizados a las definiciones de los índices de ruido del anexo I, y cumplir los principios, aplicables a las mediciones para evaluar niveles de ruido en determinados periodos temporales de evaluación y para promedios a largo plazo, según corresponda, expuestos en las normas ISO 1996-2: 1987 e ISO 1996-1: 1982.

3.2. Corrección por reflexiones.

Los niveles de ruido obtenidos en la medición frente a una fachada u otro elemento reflectante deberán corregirse para excluir el efecto reflectante del mismo.

3.3. Corrección por componentes tonales (K_t), impulsivas (K_i) y bajas frecuencias (K_f).

Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, o componentes de baja frecuencia, o sonidos de alto nivel de presión sonora y corta duración debidos a la presencia de componentes impulsivos, o de cualquier combinación de ellos, se procederá a realizar una la evaluación detallada del ruido introduciendo las correcciones adecuadas.

El valor máximo de la corrección resultante de la suma $K_t + K_f + K_i$ no será superior a 9 dB.

En la evaluación detallada del ruido, se tomarán como procedimientos de referencia los siguientes:

Presencia de componentes tonales emergentes:

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes tonales emergentes se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

a) Se realizara el análisis espectral del ruido en 1/3 de octava, sin filtro de ponderación.

b) Se calculará la diferencia:

$$Lt = Lf - Ls$$

Donde:

Lf, es el nivel de presión sonora de la banda f, que contiene el tono emergente.
Ls, es la media aritmética de los dos niveles siguientes, el de la banda situada inmediatamente por encima de f y el de la banda situada inmediatamente por debajo de f.

c) Se determinará la presencia o la ausencia de componentes tonales y el valor del parámetro de corrección K_t aplicando la tabla siguiente:

Banda de frecuencia 1/3 de octava	Lt en dB	Componente tonal K_t en dB
De 20 a 125 Hz	Si Lt < 8	0
	Si 8 <= Lt <= 12	3
	Si Lt > 12	6
De 160 a 400 Hz	Si Lt < 5	0
	Si 5 <= Lt <= 8	3
	Si Lt > 8	6
De 500 a 10000 Hz	Si Lt < 3	0
	Si 3 <= Lt <= 5	3
	Si Lt > 5	6

d) En el supuesto de la presencia de más de una componente tonal emergente se adoptará como valor del parámetro K_t, el mayor de los correspondientes a cada una de ellas.

Presencia de componentes de baja frecuencia:

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes de baja frecuencia se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

a) Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora con las ponderaciones frecuenciales A y C.
b) Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$Lf = L_{Ceq,Ti} - L_{Aeq,Ti}$$

c) Se determina la presencia o la ausencia de componentes de baja frecuencia y el valor del parámetro de corrección K_f aplicando la tabla siguiente:

Lf en dB	Componente de baja frecuencia K_f en dB
Si Lf <= 10	0
Si 10 >Lf <=15	3
Si Lf >15	6

Presencia de componentes impulsivos.

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes impulsivos se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

a) Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en una determinada fase de ruido de duración Ti segundos, en la cual se percibe el ruido impulsivo, $L_{Aeq,Ti}$, y con la constante temporal impulso (I) del equipo de medida, $L_{AIeq,Ti}$
b) Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$Li = L_{AIeq,Ti} — L_{Aeq,Ti}$$

c) Se determinará la presencia o la ausencia de componente impulsiva y el valor del parámetro de corrección K_i aplicando la tabla siguiente:

Li en dB	Componente impulsiva K_i en dB
Si Li <= 10	0
Si 10 >Li <=15	3
Si Li >15	6

3.4. Procedimientos de medición.

Los procedimientos de medición in situ utilizados para la evaluación de los índices de ruido que establece este real decreto se adecuarán a las prescripciones siguientes:

a) Las mediciones se pueden realizar en continuo durante el periodo temporal de evaluación completo, o aplicando métodos de muestreo del nivel de presión sonora en intervalos temporales de medida seleccionados dentro del periodo temporal de evaluación.

b) Cuando en la medición se apliquen métodos de muestreo del nivel de presión sonora, para cada periodo temporal de evaluación, día, tarde, noche, se seleccionarán, atendiendo a las características del ruido que se esté evaluando, el intervalo temporal de cada medida Ti, el número de medidas a realizar n y los intervalos temporales entre medidas, de forma que el resultado de la medida sea representativo de la valoración del índice que se esta evaluando en el periodo temporal de evaluación.

c) Para la determinación de los niveles sonoros promedios a largo plazo se deben obtener suficientes muestras independientes para obtener una estimación representativa del nivel sonoro promediado de largo plazo.

d) Las mediciones en el espacio interior de los edificios se realizarán con puertas y ventanas cerradas, y las posiciones preferentes del punto de evaluación cumplirán las especificaciones del apartado 3.b), del anexo I A, realizando como mínimo tres posiciones. Cuando estas posiciones no sean posibles las mediciones se realizarán en el centro del recinto.

e) Atendiendo a la finalidad, la evaluación por medición de los índices de ruido que se establecen en este real decreto se adecuará además de lo indicado en los apartados anteriores a las normas específicas de los apartados siguientes:

3.4.1. Evaluación de los índices de ruido referentes a objetivos de calidad acústica en áreas acústicas.

a) Se realizará una evaluación preliminar mediante mediciones en continuo durante al menos 24 horas, correspondientes a los episodios acústicamente más significativos, atendiendo a la fuente sonora que tenga mayor contribución en los ambientes sonoros del área acústica.

b) Se determinará el número de puntos necesarios para la caracterización acústica de la zona atendiendo a las dimensiones del área acústica, y a la variación espacial de los niveles sonoros.

c) El micrófono se situara preferentemente a 4 metros sobre el nivel del suelo, fijado a un elemento portante estable y separado al menos 1,20 metros de cualquier fachada o paramento que pueda introducir distorsiones por reflexiones en la medida. Para la medición se podrán escoger otras alturas, si bien éstas no deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, y los resultados deberán corregirse de conformidad con una altura equivalente de 4 m. En estos casos se justificaran técnicamente los criterios de corrección aplicados.

3.4.2. Evaluación de los índices de ruido referentes a los niveles sonoros producidos por los emisores acústicos.

a) Infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.

– Se deberán realizar al menos 3 series de mediciones del $L_{Aeq,Ti}$, con tres mediciones en cada serie, de una duración mínima de 5 minutos (Ti = 300 segundos), con intervalos temporales mínimos de 5 minutos, entre cada una de las series.

– La evaluación del nivel sonoro en el periodo temporal de evaluación se determinará a partir de los valores de los índices $L_{Aeq,Ti}$ de cada una de las medidas realizadas, aplicando la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}}\right)$$

Donde:

T, es el tiempo en segundos correspondiente al periodo temporal de evaluación considerado.

Ti, intervalo de tiempo de la medida i.

n, es el número de mediciones del conjunto de las series de mediciones realizadas en el periodo de tiempo de referencia T.

El valor del nivel sonoro resultante, se redondeará incrementándolo en 0,5 dB(A), tomando la parte entera como valor resultante.

b) Infraestructuras portuarias y actividades.

– Cuando la finalidad de las mediciones sea la inspección de actividades, los titulares o usuarios de aparatos generadores de ruidos, tanto al aire libre como en establecimientos o locales, facilitarán a los inspectores el acceso a sus instalaciones o focos de emisión de ruidos y dispondrán su funcionamiento a las distintas velocidades, cargas o marchas que les indiquen dichos inspectores, pudiendo presenciar aquellos todo el proceso operativo.

– La medición, tanto para los ruidos emitidos como para los transmitidos por los emisores acústicos, se llevará a cabo en el lugar en que su valor sea más alto.

– La medición, tanto de los ruidos emitidos al ambiente exterior de las áreas acústicas, como de los transmitidos al ambiente interior de las edificaciones por los emisores acústicos, se llevará a cabo en el punto de evaluación, en que su valor sea más alto.

– Cuando, por las características del emisor acústico, se comprueben variaciones significativas de sus niveles de emisión sonora durante el periodo temporal de evaluación, se dividirá éste, en intervalos de tiempo, Ti, o fases de ruido (i) en los cuales el nivel de presión sonora en el punto de evaluación se perciba de manera uniforme.

– En cada fase de ruido se realizarán al menos tres mediciones del $L_{Keq,Ti}$, de una duración mínima de 5 segundos, con intervalos de tiempo mínimos de 3 minutos, entre cada una de las medidas.

– Las medidas se considerarán válidas, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos, es menor o igual a 6 dBA.

– Si la diferencia fuese mayor, se deberá proceder a la obtención de una nueva serie de tres mediciones.

– De reproducirse un valor muy diferenciado del resto, se investigará su origen. Si se localiza, se deberá repetir hasta cinco veces las mediciones, de forma que el foco origen de dicho valor entre en funcionamiento durante los cinco segundos de duración de cada medida.

– Se tomará como resultado de la medición el valor más alto de los obtenidos.

– En la determinación del $L_{Keq,Ti}$ se tendrá en cuenta la corrección por ruido de fondo. Para la determinación del ruido de fondo, se procederá de forma análoga a la descrita en el punto anterior, con el emisor acústico que se está evaluando parado.

– Cuando se determinen fases de ruido, la evaluación del nivel sonoro en el periodo temporal de evaluación se determinará a partir de los valores de los índices $L_{Keq,Ti}$ de cada fase de ruido medida, aplicando la siguiente expresión:

$$L_{Keq\ ,T} = 10\ \lg\left(\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} Ti\ 10^{\ 0.1 L_{Keq\ ,Ti}}\right)$$

Donde:

T, es el tiempo en segundos correspondiente al periodo temporal de evaluación considerado (>=Ti).

Ti, es el intervalo de tiempo asociado a la fase de ruido i. La suma de los Ti =T.

n, es el número de fases de ruido en que se descompone el periodo temporal de referencia T.

El valor del nivel sonoro resultante, se redondeará incrementándolo en 0,5 dB(A), tomando la parte entera como valor resultante.

3.5. Condiciones de medición.

En la realización de las mediciones para la evaluación de los niveles sonoros, se deberán guardar las siguientes precauciones:

a) Las condiciones de humedad y temperatura deberán ser compatibles con las especificaciones del fabricante del equipo de medida.

b) En la evaluación del ruido transmitido por un determinado emisor acústico no serán válidas las mediciones realizadas en el exterior con lluvia, teniéndose en cuenta para las mediciones en el interior, la influencia de la misma a la hora de determinar su validez en función de la diferencia entre los niveles a medir y el ruido de fondo, incluido en éste, el generado por la lluvia.

c) Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación acústica de la cadena de medición mediante calibrador sonoro, que garantice un margen de desviación no superior a 0,3 dB respecto el valor de referencia inicial.

d) Las mediciones en el medio ambiente exterior se realizarán usando equipos de medida con pantalla antiviento. Asi mismo, cuando en el punto de evaluación la velocidad del viento sea superior a 5 metros por segundo se desistirá de la medición.

B. Métodos de evaluación para el índice de vibraciones

1. Métodos de medición de vibraciones.

Los métodos de medición recomendados para la evaluación del índice de vibración L_{aw} , son los siguientes:

a) Con instrumentos con la ponderación frecuencial w_m .

Este método se utilizará para evaluaciones de precisión y requiere de un instrumento que disponga de ponderación frecuencial w_m, de conformidad con la definición de la norma ISO 2631-2:2003.

Se medirá el valor eficaz máximo obtenido con un detector de media exponencial de constante de tiempo 1s (slow) durante la medición. Este valor corresponderá al parámetro a_w, Maximum Transient Vibration Value, (MTVV), según se recoge en la norma ISO 2631-1:1997.

b) Método numérico para la obtención del indicador L_{aw}

Cuando los instrumentos de medición no posean ponderación frecuencial y/o detector de media exponencial, o como alternativa a los procedimientos descritos en los apartados a) y c), se podrá recurrir a la grabación de la señal sin ponderación y posterior tratamiento de los datos de conformidad con las normas ISO descritas en el apartado a).

c) Calculando la ponderación frecuencial w_m.

Teniendo en cuenta que este procedimiento no es adecuado cuando se miden vibraciones transitorias (a causa de la respuesta lenta de los filtros de tercio octava de más baja frecuencia (108 s) respecto a la respuesta «slow») su uso queda limitado a vibraciones de tipo estacionario.

Cuando los instrumentos no dispongan de la ponderación frecuencial w_m se podrá realizar un análisis espectral, con resolución mínima de banda de tercio de octava de acuerdo con la metodología que se indica a continuación.

El análisis consiste en obtener la evolución temporal de los valores eficaces de la aceleración con un detector de media exponencial de constante de tiempo 1s (slow) para cada una de las bandas de tercio de octava especificadas en la norma ISO 2631-2:2003 (1 a 80 Hz) y con una periodicidad de cómo mínimo un segundo para toda la duración de la medición.

A continuación se multiplicará cada uno de los espectros obtenidos por el valor de la ponderación frecuencial w_m (ISO 2631-2:2003)

En la siguiente tabla se detallan los valores de la ponderación w_m (ISO 2631-2:2003) para las frecuencias centrales de las bandas de tercio de octava de 1 Hz a 80 Hz.

Frecuencia	w_m	
Hz	factor	dB
1	0,833	-1,59
1,25	0,907	-0,85
1,6	0,934	-0,59
2	0,932	-0,61
2,5	0,910	-0,82
3,15	0,872	-1,19
4	0,818	-1,74
5	0,750	-2,50
6,3	0,669	-3,49
8	0,582	-4,70
10	0,494	-6,12
12,5	0,411	-7,71
16	0,337	-9,44
20	0,274	-11,25
25	0,220	-13,14
31,5	0,176	-15,09
40	0,140	-17,10
50	0,109	-19,23
63	0,0834	-21,58
80	0,0604	-24,38

Seguidamente se obtendrán los valores de aceleración global ponderada para los distintos instantes de tiempo (para cada espectro) mediante la siguiente fórmula:

$$a_{w,i} = \sqrt{\sum_{j} \left(w_{m,j} a_{w,i,j} \right)^2}$$

Donde:

– $a_{w,i,j}$: el valor eficaz (RMS, slow) de la señal de aceleración expresado en m/s^2, para cada una de las bandas de tercio de octava (j) y para los distintos instantes de la medición (i).

– $w_{m,j}$: el valor de la ponderación frecuencial w_m para cada una de las bandas de tercio de octava (j).

– $a_{w,i}$: el valor eficaz (RMS, slow) de la señal de aceleración global ponderada para los distintos instantes de la medición.

Finalmente, para encontrar el valor de a_w (MTVV) debe escogerse el valor máximo de las distintas aceleraciones globales ponderadas, para los distintos instantes de medición

$$a_w = \max\{a_{w,i}\}_i$$

2. Procedimientos de medición de vibraciones.

Los procedimientos de medición in situ utilizados para la evaluación del índice de vibración que establece este real decreto se adecuarán a las prescripciones siguientes:

a) Previamente a la realización de las mediciones es preciso identificar los posibles focos de vibración, las direcciones dominantes y sus características temporales.

b) Las mediciones se realizarán sobre el suelo en el lugar y momento de mayor molestia y en la dirección dominante de la vibración si esta existe y es claramente identificable. Si la dirección dominante no está definida se medirá en tres direcciones ortogonales simultáneamente, obteniendo el valor eficaz $a_{w,i}(t)$ en cada una de ellas y el índice de evaluación como suma cuadrática, en el tiempo t, aplicando la expresión:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,x}^2(t) + a_{w,y}^2(t) + a_{w,z}^2(t)}$$

c) Para la medición de vibraciones generadas por actividades, se distinguirá entre vibraciones de tipo estacionario o transitorio.

i) Tipo estacionario: se deberá realizar la medición al menos en un minuto en el periodo de tiempo en el que se establezca el régimen de funcionamiento más desfavorable; si este no es identificable se medirá al menos un minuto para los distintos regímenes de funcionamiento.

ii) Tipo transitorio: se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (foco, intensidad, posición, etc.). A efectos de la aplicación de los criterios señalados en el artículo 17, apartado 1.b), en la medición se deberá distinguir entre los periodos diurno y nocturno, contabilizando el número de eventos máximo esperable.

d) En la medición de vibraciones generadas por las infraestructuras igualmente se deberá distinguir entre las de carácter estacionario y transitorio. A tal efecto el tráfico rodado en vías de elevada circulación puede considerarse estacionario.

i) Tipo estacionario: se deberá realizar la medición al menos en cinco minutos dentro del periodo de tiempo de mayor intensidad (principalmente de vehículos pesados) de circulación. En caso de desconocerse datos del tráfico de la vía se realizarán mediciones durante un día completo evaluando el valor eficaz a_w.

ii) Tipo transitorio: se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (p.e: en el caso de los trenes se tendrá en cuenta los diferentes tipos de vehículos por cada vía y su velocidad si la diferencia es apreciable). A efectos de la aplicación de los criterios señalados en el artículo 17, apartado 1.b), en la medición se deberá distinguir entre los periodos diurno y nocturno, contabilizando el número de eventos máximo esperable.

e) De tratarse de episodios reiterativos, se realizará la medición al menos tres veces, dándose como resultado el valor más alto de los obtenidos; si se repite la medición con seis o más eventos se permite caracterizar la vibración por el valor medio más una desviación típica.

f) En la medición de la vibración producida por un emisor acústico a efectos de comprobar el cumplimiento de lo estipulado en el artículo 26 se procederá a la corrección de la medida por la vibración de fondo (vibración con el emisor parado).

g) Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación de la cadena de medición con un calibrador de vibraciones, que garantice su buen funcionamiento.

ANEXO V

Criterios para determinar la inclusión de un sector del territorio en un tipo de área acústica

1. Asignación de áreas acústicas.

1. La asignación de un sector del territorio a uno de los tipos de área acústica previstos en el artículo 7 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, depende del uso predominante actual o previsto para el mismo en la planificación general territorial o el planeamiento urbanístico.

2. Cuando en una zona coexistan o vayan a coexistir varios usos que sean urbanísticamente compatibles, a los solos efectos de lo dispuesto en este real decreto se determinara el uso predominante con arreglo a los siguientes criterios:

a) Porcentaje de la superficie del suelo ocupada o a utilizar en usos diferenciados con carácter excluyente.

b) Cuando coexistan sobre el mismo suelo, bien por yuxtaposición en altura bien por la ocupación en planta en superficies muy mezcladas, se evaluara el porcentaje de superficie construida destinada a cada uso.

c) Si existe una duda razonable en cuanto a que no sea la superficie, sino el número de personas que lo utilizan, el que defina la utilización prioritaria podrá utilizarse este criterio en sustitución del criterio de superficie establecido en el apartado b).

d) Si el criterio de asignación no esta claro se tendrá en cuenta el principio de protección a los receptores más sensibles

e) En un área acústica determinada se podrán admitir usos que requieran mayor exigencia de protección acústica, cuando se garantice en los receptores el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica previstos para ellos, en este real decreto.

f) La asignación de una zona a un tipo determinado de área acústica no podrá en ningún caso venir determinada por el establecimiento de la correspondencia entre los niveles de ruido que existan o se prevean en la zona y los aplicables al tipo de área acústica.

2. Directrices para la delimitación de las áreas acústicas.

Para la delimitación de las áreas acústicas se seguirán las directrices generales siguientes:

a) Los limites que delimiten las áreas acústicas deberán ser fácilmente identificables sobre el terreno tanto si constituyen objetos construidos artificialmente, calles, carreteras, vías ferroviarias, etc. como si se trata de líneas naturales tales como cauces de ríos, costas marinas o lacustre o límites de los términos municipales.

b) El contenido del área delimitada deberá ser homogéneo estableciendo las adecuadas fracciones en la relimitación para impedir que el concepto “uso preferente” se aplique de forma que falsee la realidad a través del contenido global.

c) Las áreas definidas no deben ser excesivamente pequeñas para tratar de evitar, en lo posible, la fragmentación excesiva del territorio con el consiguiente incremento del número de transiciones.

d) Se estudiará la transición entre áreas acústicas colindantes cuando la diferencia entre los objetivos de calidad aplicables a cada una de ellas superen los 5 dB(A).

3. Criterios para determinar los principales usos asociados a áreas acústicas.

A los efectos de determinar los principales usos asociados a las correspondientes áreas acústicas se aplicarán los criterios siguientes:

Áreas acústicas de tipo a). Sectores del territorio de uso residencial:

Se incluirán tanto los sectores del territorio que se destinan de forma prioritaria a este tipo de uso, espacios edificados y zonas privadas ajardinadas, como las que son complemento de su habitabilidad tales como parques urbanos, jardines, zonas verdes destinadas a estancia, áreas para la practica de deportes individuales, etc..

Las zonas verdes que se dispongan para obtener distancia entre las fuentes sonoras y las áreas residenciales propiamente dichas no se asignaran a esta categoría acústica, se considerarán como zonas de transición y no podrán considerarse de estancia.

Áreas acústicas de tipo b). Sectores de territorio de uso industrial:

Se incluirán todos los sectores del territorio destinados o susceptibles de ser utilizados para los usos relacionados con las actividades industrial y portuaria incluyendo; los procesos

de producción, los parques de acopio de materiales, los almacenes y las actividades de tipo logístico, estén o no afectas a una explotación en concreto, los espacios auxiliares de la actividad industrial como subestaciones de transformación eléctrica etc.

Áreas acústicas de tipo c). Sectores del territorio con predominio de uso recreativo y de espectáculos:

Se incluirán los espacios destinados a recintos feriales con atracciones temporales o permanentes, parques temáticos o de atracciones así como los lugares de reunión al aire libre, salas de concierto en auditorios abiertos, espectáculos y exhibiciones de todo tipo con especial mención de las actividades deportivas de competición con asistencia de público, etc.

Áreas acústicas de tipo d). Actividades terciarias no incluidas en el epígrafe c):

Se incluirán los espacios destinados preferentemente a actividades comerciales y de oficinas, tanto publicas como privadas, espacios destinados a la hostelería, alojamiento, restauración y otros, parques tecnológicos con exclusión de las actividades masivamente productivas, incluyendo las áreas de estacionamiento de automóviles que les son propias etc.

Áreas acústicas de tipo e). Zonas del territorio destinadas a usos sanitario, docente y cultural que requieran especial protección contra la contaminación acústica.

Se incluirán las zonas del territorio destinadas a usos sanitario, docente y cultural que requieran, en el exterior, una especial protección contra la contaminación acústica, tales como las zonas residenciales de reposo o geriatría, las grandes zonas hospitalarias con pacientes ingresados, las zonas docentes tales como “campus” universitarios, zonas de estudio y bibliotecas, centros de investigación, museos al aire libre, zonas museísticas y de manifestación cultural etc.

Áreas acústicas de tipo f). Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte y otros equipamientos públicos que los reclamen.

Se incluirán en este apartado las zonas del territorio de dominio público en el que se ubican los sistemas generales de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario y aeroportuario.

Áreas acústicas de tipo g). Espacios naturales que requieran protección especial.

Se incluirán los espacios naturales que requieran protección especial contra la contaminación acústica. En estos espacios naturales deberá existir una condición que aconseje su protección bien sea la existencia de zonas de cría de la fauna o de la existencia de especies cuyo hábitat se pretende proteger.

Asimismo, se incluirán las zonas tranquilas en campo abierto que se pretenda mantener silenciosas por motivos turísticos o de preservación del medio.

Este texto consolidado no tiene valor jurídico.