

Monitoreo de Ruido Ambiental de Línea Base Física

**Estudio de Impacto Ambiental Categoría III –
Proyecto Eólico Tramontana**

**Ubicación: Fortuna, Corregimiento Hornito, Distrito de
Gualaca, Provincia de Chiriquí.**



Octubre, 2020

Prologo

Este documento el informe de ruido ambiental realizado como parte de la línea base física desarrollada para el Estudio de Impacto Ambiental Categoría III, del Proyecto Eólico Tramontana, ubicado en Fortuna, Corregimiento de Hornito, Distrito de Gualaca Provincia de Chiriquí.

Las mediciones de ruido fueron realizadas dentro del marco legal contenido en el Decreto ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004 del Ministerio de Salud, por el cual se determina los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales. También toma en cuenta las disposiciones del Decreto ejecutivo No.306 del 4 de septiembre de 2002 del Ministerio de Salud, por el adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambiente laborales.

El monitoreo de ruido fue realizado en seis puntos diferentes dentro del área de influencia directa del proyecto durante los días 12 al 16 de octubre 2020.



CONTROL DE VERSIONES DE DOCUMENTOS

La siguiente guía de control de versiones de documentos ha sido implementada para la elaboración del Informe de Monitoreo de Ruido Ambiental de Línea Base del Proyecto Eólico Tramontana:

Versión Preliminar – V01: Aplicada durante la redacción inicial del informe antes de la revisión del Gerente del Proyecto. La revisión normalmente incluye revisión de la tabla de contenidos y del borrador.

Versión Preliminar – V02: Aplicada después de la revisión por el Gerente del Proyecto, listo para entrega al cliente.

Versión Preliminar – V03: Aplicada después de la revisión y aprobación del cliente.

Versión Final – VF: Versión final del documento

Por ejemplo, la versión inicial preparada por el autor es versión 1.0. Cada número de versión empieza a '0' y se aumenta por '1' después de cada adaptación. Un cambio de estado (es decir, desde la versión 1 a 2) restablece el número de la versión a '0'.

Este informe corresponde a la Versión VF

CLIENTE: Diseño, Construcción, Energía y Ambiente

Proyecto Eólico Tramontana de 160 MW

REVISADO POR: Annethe Castillo 2020-10-26

APROBADO POR: Elías Dawson 2020-10-30

Código de Detalles de la revisión

edición No. Prep. por Fecha

RR 01 Elías Dawson 2020-11-02 Remitido para revisión y comentarios

Códigos de edición: RC = Remitido para la construcción, RD = Remitido para el diseño, RF = Remitido para la fabricación, RI = Remitido para la información, RP = Remitido para la compra, RQ = Remitido para cotización, RR = Remitido para revisión y comentarios



Contenido

1. Resumen	6
2. Introducción	7
3. Alcance.....	7
4. Objetivos.....	8
5. Marco Teórico.....	8
6. Metodología y evaluación de ruido ambiental.....	12
6.1. Especificaciones técnicas.....	13
7. Resultados.....	13
8. Conclusiones	22
9. ANEXOS.....	25

Cuadros

Cuadro 1: Principales fuentes generadoras de ruido.....	9
Cuadro 2: Características de la medición	14
Cuadro 3: Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo	14
Cuadro 4: Puntos de muestreo.....	15
Cuadro 5: Periodos y parámetros atmosféricos durante las mediciones	20
Cuadro 6: Resultados del monitoreo de ruido ambiental	21

Gráficos

Gráfico 1: Resultados del monitoreo diurno.....	21
Gráfico 2: Monitoreo diurno – Supermercado Valle La Mina	31
Gráfico 3: Monitoreo diurno – Escuela Poblado de Fortuna	32
Gráfico 4: Monitoreo diurno – Centro Visitantes Hidroeléctrica Fortuna	33
Gráfico 5: Monitoreo diurno – Poblado Los Planes	34
Gráfico 6: Monitoreo diurno – Poblado Peñas Blancas	35

Figuras

Figura 5-1: Niveles típicos de ruido	10
Figura 7-1: Ubicación de estaciones de muestreo de ruido ambiental	15
Figura 8-1: Características del ruido emitido por un aerogenerador.....	22
Figura 8-2: Distancia de lugares poblados y aerogeneradores – Zona 1.	23
Figura 8-3: Distancia de lugares poblados y aerogeneradores – Zona 2	23
Figura 8-4: Distancia de lugares poblados y aerogeneradores – Zona 3	24



1. Resumen

Se realizó un monitoreo de ruido ambiental en puntos situados fuera del sitio del proyecto. Las mediciones fueron ejecutadas en un horario diurno. El monitoreo de ruido se llevó a cabo para identificar las condiciones existentes y el efecto del ruido sobre los receptores sensibles.

Los monitoreos se realizaron, utilizando el sonómetro HD600 debidamente calibrado, con filtro para el viento. Cabe mencionar, que para cada punto de monitoreo se verificaron las condiciones ambientales de velocidad de viento, temperatura y humedad relativa.

2. Introducción

Este documento presenta el informe de monitoreo de ruido ambiental de línea base física para el estudio de impacto ambiental categoría III, del proyecto Eólico Tramontana.

Como parte del estudio de impacto ambiental que la firma Diseño, Construcción, Energía y Ambiente está desarrollando para el proyecto eólico Tramontana de 160 MW, ubicado Fortuna, Corregimiento Hornito, Distrito de Gualaca Provincia Chiriquí, Dawcas Ideas Renovables S.A., realizó la evaluación de ruido ambiental entre los días 12 al 16 de octubre, en horario diurno.

El monitoreo de ruido busca identificar las áreas sensibles (habitadas o colindantes a fuentes de ruido) en el área de influencia del proyecto eólico Tramontana, a fin de caracterizar los niveles de presión sonora ambiental actuales de acuerdo con el Decreto ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004 del Ministerio de Salud, por el cual se determina los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales. También toma en cuenta las disposiciones del Decreto ejecutivo No.306 del 4 de septiembre de 2002 del Ministerio de Salud, por el adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambiente laborales.

Se desarrolló un plan de trabajo que consistió en establecer seis (6) puntos de medición, en horario diurno, períodos en los que se tomaron lecturas para caracterizar los niveles de ruido ambiental. Lo anterior, con el fin de determinar los niveles de ruido ambiental en la zona de estudio.

En el presente informe se encuentran los objetivos del estudio, la normatividad ambiental aplicable, la metodología del estudio, los resultados con su respectivo análisis y las conclusiones; como anexo se presentan el registro fotográfico, los reportes del sonómetro, y certificados de calibración.

3. Alcance

El alcance de los monitoreos de ruido ambiental fue el de ejecutar mediciones de ruido en periodo diurno tal y como se estipula en el Decreto 1 de 2004:

- Diurno: 60 dBA (6:00 A.M. a 9:59 P.M.)

Además de establecer el cumplimiento del artículo 9 del decreto ejecutivo 36 que estipula:



Según D.E. No.306:

Artículo 9: Cuando el ruido de fondo o ambiental en las fábricas, industrias, talleres, almacenes, o cualquier otro establecimiento o actividad permanente que genere ruido, supere los niveles sonoros mínimos de este reglamento se evaluara de la siguiente manera:

- Para áreas residenciales o vecinas a estas, no se podrá elevar el ruido de fondo o ambiental de la zona;
- Para áreas industriales y comerciales, sin perjuicio de residencias, se permitirá solo un aumento de 3 dB en la escala A sobre el ruido de fondo o ambiental; y
- Para áreas públicas, sin perjuicio de residencias, se permitirá un incremento de 5 dB, en escala A sobre el ruido de fondo o ambiental.

4. Objetivos

Desarrollar el monitoreo de ruido ambiental, con el fin de evaluar los niveles de presión sonora en el marco del estudio de impacto ambiental para el proyecto eólico Tramontana de 160 MW.

4.1. Objetivos específicos

1. Monitorear los niveles de ruido ambiental en diferentes puntos localizados en el área de influencia directa del proyecto eólico Tramontana; y
2. Analizar los resultados de las mediciones con el límite máximo permisible.

5. Marco Teórico

5.1. Fundamentos de ruido

Un nivel de sonido expresado en dBs es la relación logarítmica de dos cantidades de presión similares, siendo una cantidad de presión, una presión de sonido de referencia. Para la presión sonora en el aire, la cantidad de referencia estándar generalmente se considera de 20 micropascales, que corresponde directamente al umbral de audición humana. El uso de la escala de dB es una forma conveniente de manejar el rango de presiones de sonido de un millón de veces al que el oído humano es sensible. A dB es logarítmico; por lo tanto, no sigue los métodos algebraicos normales y no se puede agregar directamente. Por ejemplo, una fuente de sonido de 65 dB, como un camión, unida por otra fuente de 65 dB da como resultado una amplitud de sonido de 68 dB, no de 130 dB (es decir, duplicar la fuerza de la fuente aumenta la presión de sonido en 3 dB). Un aumento del nivel de sonido de 10 dB corresponde a 10



veces la energía acústica y un aumento de 20 dB equivale a un aumento de 100 veces la energía acústica.

El volumen del sonido conservado por el oído humano depende principalmente del nivel de presión sonora general y del contenido de frecuencia de la fuente de sonido. El oído humano no es igualmente sensible al volumen en todas las frecuencias del espectro audible. Para relacionar mejor los niveles de sonido y el volumen general con la percepción humana, se desarrollaron redes de ponderación dependientes de la frecuencia.

En el cuadro 1 se presenta una clasificación de fuentes generadoras de ruido, las cuales pueden ser de origen antropogénico o natural. Adicionalmente, de acuerdo con las características del ruido, éste puede clasificarse en continuo, intermitente, impulsivo, tonal y de baja frecuencia.

Cuadro 1: Principales fuentes generadoras de ruido

Fuente generadora	Tipo de fuente
Natural	Viento, sonido del mar, murmullo del agua, cascadas, entre otras.
Antropogénica	Tráfico vehicular: pitos, alarmas, sirenas.
	Transporte: Aviones, trenes, barcos.
	Industria.
	Actividades domésticas.
	Discotecas, bares, espectáculos públicos y locales de esparcimiento.
	Actividades militares.

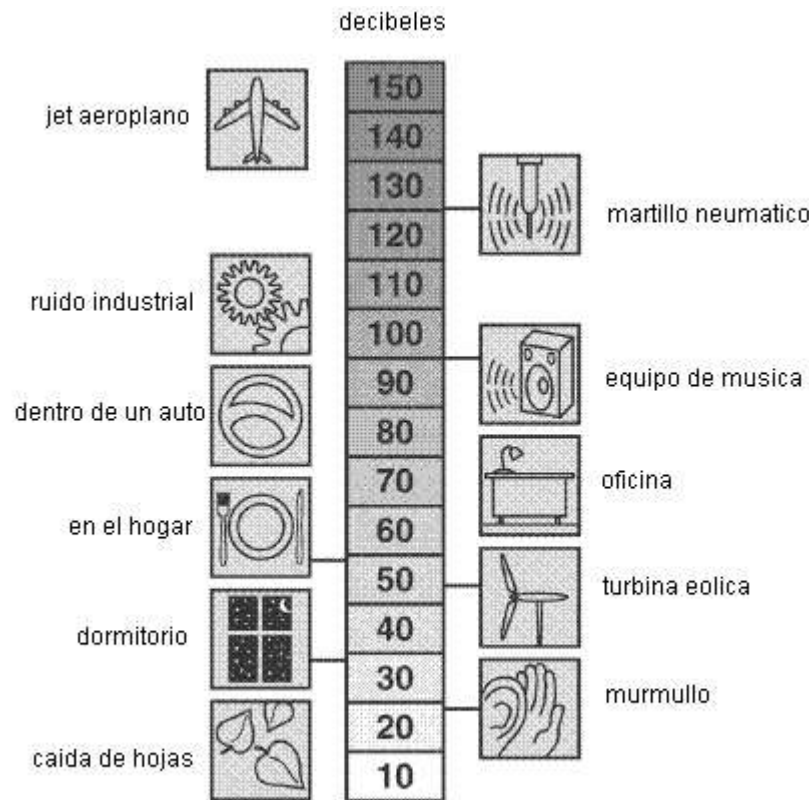
Fuente: Efectos del ruido sobre la salud. Ferran Tolosa Cabani

Existe una fuerte correlación entre la forma en que los humanos perciben el sonido y los niveles de sonido con ponderación A (dBA). Por esta razón, el dBA se puede utilizar para predecir la respuesta de la comunidad al ruido ambiental y del transporte. contrario.

El ruido puede ser generado por una serie de fuentes móviles (transporte, como automóviles, camiones y aviones) y fuentes estacionarias (no transporte, como sitios de construcción, maquinaria y operaciones comerciales e industriales). A medida que la energía acústica se propaga a través de la atmósfera desde la fuente al receptor, los niveles de ruido se atenúan (reducen), dependiendo de las características de absorción del suelo, las condiciones atmosféricas y la presencia de barreras físicas (por ejemplo, muros, fachadas de edificios, bermas). El ruido generado por fuentes móviles generalmente se atenúa en una tasa de 3 dB

(típica para superficies duras, como el asfalto) a 4,5 dB (típica para superficies blandas, como praderas) por duplicación de la distancia, dependiendo del tipo de terreno intermedio. Las fuentes de ruido estacionarias se propagan con patrones de dispersión más esféricos que se atenúan a una velocidad de 6 a 7,5 dB por duplicación de la distancia.

Figura 5-1: Niveles típicos de ruido



Fuente: www.awea.org, 2020. Asociación Americana de Energía Eólica.

Las condiciones atmosféricas como la velocidad del viento, las turbulencias, los gradientes de temperatura y la humedad también pueden alterar la propagación del ruido y afectar los niveles en un receptor; sin embargo, estas variables son difíciles de predecir y generalmente no se tienen en cuenta en las predicciones de ruido futuras. Además, la presencia de un objeto grande (por ejemplo, una barrera) entre la fuente y el receptor puede proporcionar una atenuación sustancial de los niveles de ruido en el receptor. La cantidad de reducción del nivel de ruido o "blindaje" proporcionado por una barrera depende principalmente del tamaño de la barrera, la ubicación de la barrera en relación con la fuente y los receptores, y los espectros de frecuencia del ruido. Las barreras naturales, como bermas, colinas o bosques densos, y las características

creadas por el hombre, como edificios y paredes, pueden usarse como barreras contra el ruido.

5.1.1. Descriptores del sonido

La selección de un descriptor de ruido adecuado para una fuente específica depende de la distribución espacial y temporal, la duración y la fluctuación del ruido. Los descriptores de ruido que se utilizan con más frecuencia cuando se trata de ruido ambiental se definen de la siguiente manera:

- **Ruido Ambiental:** El ruido es aquel sonido indeseado para un determinado receptor y que inclusive puede llegar a ser perjudicial para su salud, puede llegar a estar compuesto por una serie de sonidos derivados de las actividades humanas tales como: el tránsito vehicular, aéreo o ferroviario, obras públicas, industrias y otras actividades como las de esparcimiento y diversión que suelen implicar música a altos niveles. El conjunto de todos estos sonidos genera el llamado ruido ambiental.
- **Ruido Continuo:** Es aquel cuyos niveles de presión sonora no presenta oscilaciones y se mantiene relativamente constante a través del tiempo, se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción, por ejemplo, ventiladores, bombas y equipos de procesos industriales.
- **Ruido Intermitente:** Es aquel en el cual se presentan fluctuaciones bruscas y repentinas de la intensidad sonora en forma periódica, por ejemplo, una maquinaria que opera en ciclos, vehículos aislados o aviones.
- **Ruido Impulsivo:** Es aquel en el que se presentan variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto, por ejemplo, troqueladoras, pistolas, entre otras.
- **Ruido Tonal** Es aquél que manifiesta la presencia de componentes tonales, es decir, que mediante un análisis espectral de la señal en 1/3 (un tercio) de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dBA que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos.



- **Ruido de Baja Frecuencia:** Es aquel que posee una energía acústica significativa en el intervalo de frecuencias de 8 a 100 Hz. Este tipo de ruido es típico en grandes motores diésel de trenes, barcos y plantas de energía y, puesto que este ruido es difícil de amortiguar, se extiende fácilmente en todas direcciones y puede ser oído a muchos kilómetros.
- **Nivel continuo equivalente (Leq):** Es un nivel sonoro supuesto que representa el promedio de un sonido en un determinado periodo de tiempo.
- **Nivel máximo (Lmax):** Es el máximo nivel de presión sonora encontrado en el total del tiempo que conlleva una medición acústica.
- **Nivel mínimo (Lmin):** Es el mínimo nivel de presión sonora encontrado en el total del tiempo que conlleva una medición acústica

6. Metodología y evaluación de ruido ambiental

Las mediciones de ruido fueron realizadas dentro del marco legal contenido en el Decreto ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004 del Ministerio de Salud, por el cual se determina los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales. También toma en cuenta las disposiciones del Decreto ejecutivo No.306 del 4 de septiembre de 2002 del Ministerio de Salud, por el adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambiente laborales.

Inicialmente se realiza una descripción gráfica de la zona de influencia, donde se delimita el área de estudio mediante la herramienta Google Earth, con el fin de referenciar todo el sector evaluado, el número de puntos evaluados, el recorrido y los tiempos de medición para la realización del monitoreo. Luego se alistan y se verifican los equipos de medición y de apoyo, con el fin de obtener todos los parámetros en el sitio evaluado, como sonómetro, calibrador, trípode, anemómetros, y GPS, entre otros.

Luego de esta etapa se realiza el desplazamiento a los puntos de medición, antes de proceder con la medición se debe realizar la calibración del equipo, esta actividad se debe hacer antes y después de una jornada de monitoreo. La calibración se realiza mediante el ensamble del sonómetro con el calibrador, siguiendo las indicaciones del fabricante, y registrando fecha y hora.



Antes de realizar la medición de ruido ambiental se deben determinar las condiciones meteorológicas del lugar como ausencias de lluvia, suelo seco, luego se protege el micrófono con una pantalla anti-viento especial, si la velocidad del viento es superior a 3 m/s, acto seguido se revisa la configuración del sonómetro siguiendo los siguientes lineamientos, el medidor uno debe estar en nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq y ponderado lento (S).

Para cada punto se debe tener en cuenta, el objeto de estudio, los obstáculos cercanos, actividades o fuentes de ruido, de esta forma se sitúa el micrófono a una altura de 1.50 metros desde el suelo y en dirección a la fuente de ruido.

Además, en cada punto se tomaron los datos de fecha, hora de inicio y fin de medición, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, altura sobre el nivel del mar y georreferenciación.

6.1. Especificaciones técnicas

El monitoreo de ruido ambiental realizado en el área de influencia del proyecto se llevó a cabo, utilizando los siguientes equipos:

- Sonómetro: Sonómetro integrador marca Extech HD 600, serie Z311946. Ponderación temporal slow, y fast, ponderación frecuencial A y C.
- Calibrador: Pistófono marca Extech referencia 407766: 94/114dB. Nivel de presión generado 114 dB. Estabilidad de $\pm 0.5\text{dB}$ (94dB), $\pm 1\text{dB}$ (114dB).
- Estación meteorológica: Estación meteorológica Lutron AM 4202, con sensores de temperatura, velocidad del viento y barómetro.
- Software de descarga de datos: Extech HD 600, versión 3.7.1.

7. Resultados

En cuadro siguiente se muestra la información general concerniente a la evaluación de ruido ambiental.



Cuadro 2: Características de la medición.

Equipo empleado	Sonómetro
Marca	Extech Instruments
Modelo	HD600
Serie	Z311946
Fecha de Calibración	19 de junio del 2020
Horario de medición	Diurno
Fecha de medición	12 al 17 de octubre de 2020.
Intercambio	3 dB
Escala	A
Respuesta	Lenta
Tiempo de integración	1 hora por punto
Descriptor de ruido utilizado en las mediciones	Leq= Nivel sonoro equivalente para la evaluación del cumplimiento legal (calculado por el instrumento en escala lineal y ajustado a escala A).
Nombre de los Técnicos	Elias Dawson

Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.

7.1. Localización de los puntos de medición

A continuación, se presentan la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental.

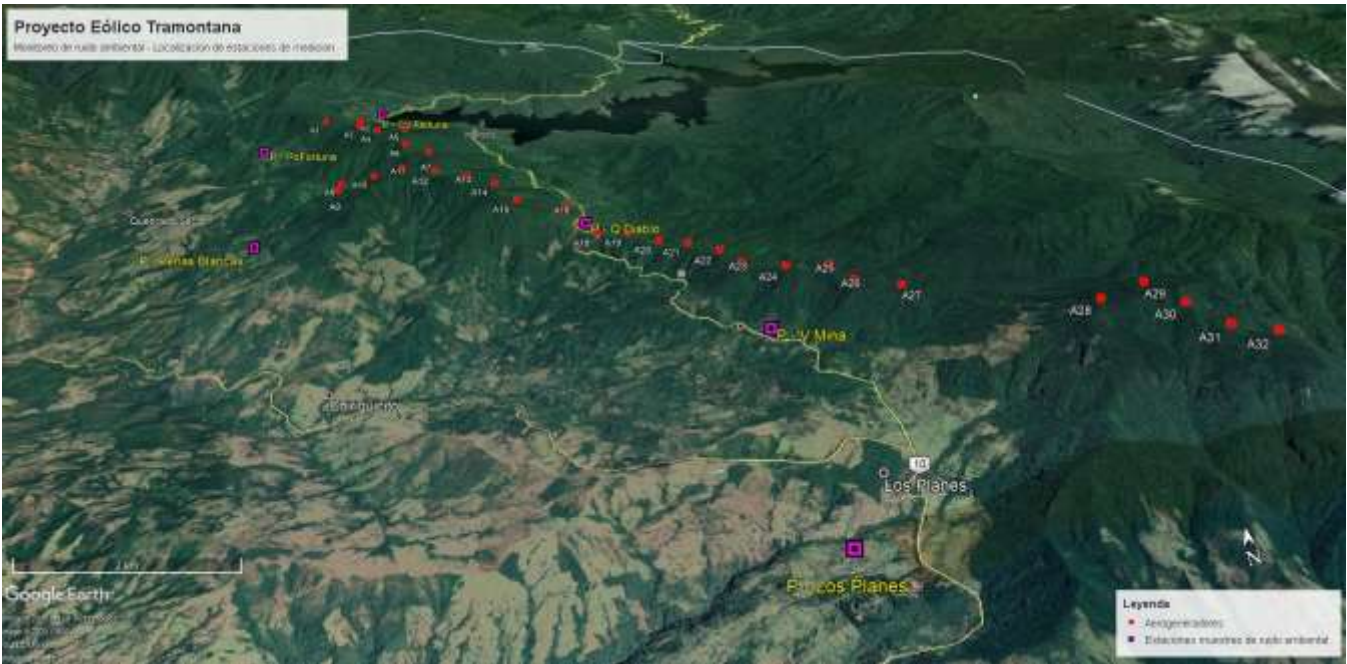
Cuadro 3: Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo

No estación	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Norte	Este
P1	Quijada del Diablo (centro de polígono del proyecto)	364831	960819
P2	Supermercado Valle de la Mina	366317	957906
P3	Escuela de Fortuna	360705	964962
P4	Centro de Visitantes Fortuna	362432	966379
P5	Frente a Iglesia de Los Planes	365933	954399
P6	Vivienda en Peñas Blancas	360781	961789

Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.

La siguiente figura muestra la ubicación espacial de cada estación de muestreo, tomando en consideración el posible emplazamiento del proyecto eólico Tramontana y sus 32 aerogeneradores:


Figura 7-1: Ubicación de estaciones de muestreo de ruido ambiental



Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.



A continuación, se presenta la descripción de los puntos estudiados durante el monitoreo de ruido ambiental.

Cuadro 4: Puntos de muestreo


Punto		Fotografía
Número	1	
Ubicación	Quijada del Diablo (centro de polígono del proyecto)	
Coordenadas	N 364831	
	E 960819	
Descripción: Ubicado en el sector de Quijada del Diablo, a un costado de la Carretera hacia Bocas del Toro, a aproximadamente 0.30 kilómetros de distancia del aerogenerador A-18.		

Punto		Fotografía
<p>Muestreo diurno: Los ruidos perceptibles provienen del ruido ambiental proveniente de los alrededores, principalmente viento fuerte y de ruido proveniente de tránsito vehicular por la carretera.</p> <p>El sitio de muestreo se caracteriza por estar en campo abierto y rodeado de formaciones montañosas.</p> <p>Las condiciones climáticas durante la medición fueron de nubladas con una temperatura de 26.4°C y humedad relativa del 60%</p>		
Punto		Fotografía
Número	2	
Ubicación	Supermercado Valle La Mina	
Coordenadas	N 366317	
	E 9577906	
<p>Descripción: Ubicado en la entrada al Supermercado Villa La Mina, a unos 0.92 kilómetros del aerogenerador A-24.</p> <p>Muestreo diurno: ruidos perceptibles provienen del tránsito constante de vehículos pesados de carga, buses y vehículos livianos sobre la carretera hacia Bocas del Toro.</p> <p>Las condiciones climáticas durante la medición fueron de parcialmente nubladas con una temperatura de 27.4°C y humedad relativa del 64.4%</p>		

Punto		Fotografía
		
Número	3	 
Ubicación	Escuela de la Comunidad de Fortuna.	
Coordenadas	N 360705	
	E 964962	
<p>Descripción: Escuela de la Comunidad de Fortuna ubicada a aproximadamente a 1.03 kilómetros del aerogenerador A-1.</p> <p>Muestreo diurno: Los ruidos perceptibles provienen del ruido poblacional proveniente de los alrededores, principalmente equipos de sonido de conversaciones y de ruido ambiental definido principalmente por sonidos naturales, como el susurro del viento, el follaje, los insectos y los pájaros.</p> <p>Las condiciones climáticas durante la medición fueron de parcialmente nubladas con una temperatura de 25°C y humedad relativa del 60%</p>		

Punto		Fotografía
Número	4	 
Ubicación	Centro de Visitantes de Fortuna	
Coordenadas	N 362432	
	E 966379	
<p>Descripción: Ubicado en el Centro de Visitantes de la Hidroeléctrica de Fortuna a aproximadamente 1.32 kilómetros del aerogenerador A-2.</p> <p>Muestreo diurno: Los ruidos perceptibles provienen del tránsito constante de vehículos pesados de carga, buses y vehículos livianos sobre la carretera hacia Bocas del Toro y de caída de agua en cascada sin nombre situada frente al sitio de medición.</p> <p>Las condiciones climáticas durante la medición fueron nubladas con una temperatura de 27.°C y humedad relativa del 61%</p>		
Punto		Fotografía
Número	5	
Ubicación	Comunidad de los Planes, frente a la Iglesia.	
Coordenadas	N 365933	
	E 954399	

Punto		Fotografía
<p>Descripción: Escuela de la Comunidad de Fortuna ubicada a aproximadamente a 3.98 kilómetros del aerogenerador A-28.</p> <p>Muestreo diurno: Los ruidos perceptibles provienen del ruido poblacional proveniente de los alrededores, principalmente equipos de sonido de conversaciones y de ruido ambiental definido principalmente por sonidos naturales, como el susurro del viento, el follaje, los insectos y los pájaros.</p> <p>Las condiciones climáticas durante la medición fueron de parcialmente nubladas con una temperatura de 25.2°C y humedad relativa del 60%</p>		
Punto		Fotografía
Número	6	
Ubicación	Comunidad de Peñas Blancas (vivienda)	
Coordenadas	N 360781	
	E 961789	
<p>Descripción: Comunidad de Peñas Blancas vivienda ubicada a aproximadamente a 2.16 kilómetros del aerogenerador A-10.</p> <p>Muestreo diurno: Los ruidos perceptibles provienen de ruido ambiental definido</p>		

Punto	Fotografía
<p>principalmente por sonidos naturales, como el susurro del viento, el follaje, los insectos y los pájaros.</p> <p>Las condiciones climáticas durante la medición fueron de parcialmente nubladas con una temperatura de 26.1°C y humedad relativa del 69%</p>	

Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020

7.2. Resultados del monitoreo

A continuación, se detallan los resultados de las mediciones de ruido ambiental realizadas en seis puntos del área de influencia directa del proyecto. Eólico Tramontana.

Cuadro 5: Periodos y parámetros atmosféricos durante las mediciones

Sitios de Monitoreo		Muestreo Diurno				
		Periodo medición inicio	de final	Temp (°C)	Viento (m/s)	H. Relativa (%)
1	Quijada del Diablo (centro de polígono del proyecto)	11:08	12:09	26.4	4	60
2	Supermercado Valle de la Mina	12:34	13:36	27.4	0.89	64.4
3	Escuela de Fortuna	10:00	11:05	25	2.8	60
4	Centro de Visitantes Fortuna	12:57	14:00	27.8	3.3	61
5	Frente a Iglesia de Los Planes	14:27	15:29	25.2	1.4	60
6	Vivienda en Peñas Blancas	11:13	12:18	26.1	0.98	69

Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020

Las condiciones durante el monitoreo diurno para todos los puntos fueron de nublado y parcialmente nublado con ráfagas de viento esporádicas.

Los niveles de sonido expresados en dB en esta sección son niveles de sonido con ponderación A, a menos que se indique lo contrario. A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de ruido ambiental realizadas.

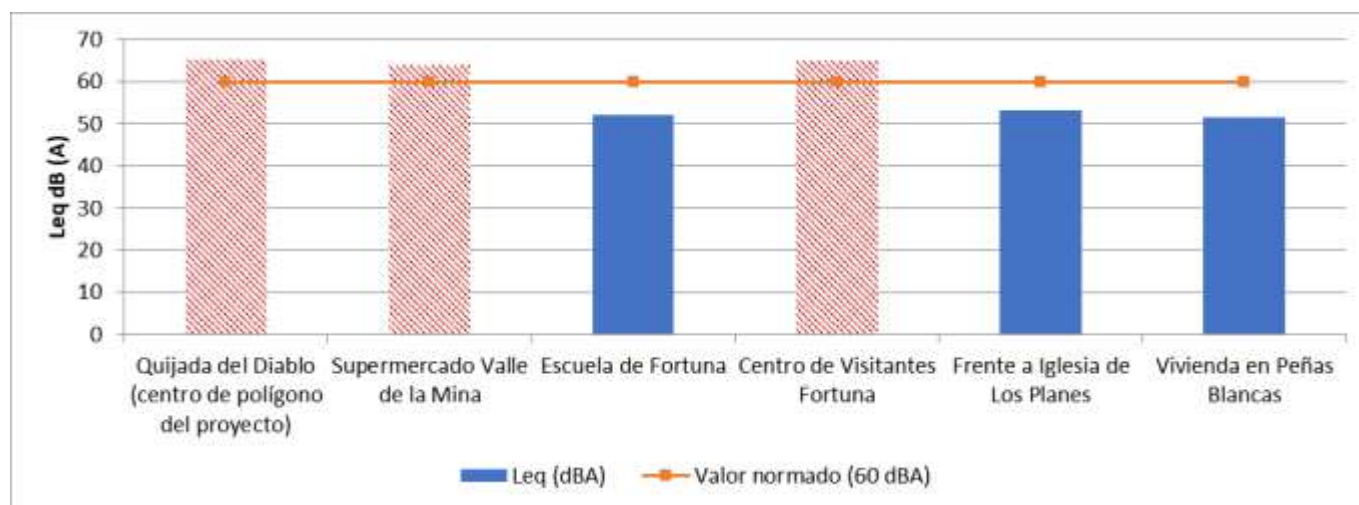
Cuadro 6: Resultados del monitoreo de ruido ambiental

Sitios de Monitoreo		Muestreo Diurno			Valor Normado dB (A)
		Valor sonoro		dB (A)	
		Lmáx	Lmín	Leq	
1	Quijada del Diablo (centro de polígono del proyecto)	81.80	48.30	65.19	60.0
2	Supermercado Valle de la Mina	87.80	50.70	63.93	
3	Escuela de Fortuna	82.00	41.30	52.00	
4	Centro de Visitantes Fortuna	87.40	59.10	65.07	
5	Frente a Iglesia de Los Planes	71.20	48.40	53.29	
6	Vivienda en Peñas Blancas	76.10	46.70	51.57	

Decreto Ejecutivo N° 306 de 4 de septiembre de 2002. El valor normado establece que los ruidos provenientes de industrias o comercios serán de 55-65 dB(A) en horario diurno y 55 decibeles en horario nocturno Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.

A partir de los resultados obtenidos del monitoreo diurno de ruido ambiental, se concluye que el nivel de ruido equivalente existente se encuentra entre los límites máximos permisibles del Decreto Ejecutivo N° 306 de 4 septiembre de 2002 en:

- Escuela del Poblado de Fortuna;
- Poblado de los Planes; y
- Poblado de Peñas Blancas.

Gráfico 1: Resultados del monitoreo diurno

Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.

En estos sitios muestreados, no se han identificado fuentes de ruido predominantes que no sean el proveniente de las actividades humanas cotidianas, y por el proveniente de sonidos naturales, como el susurro del viento, el follaje, los insectos y los pájaros. Estos tres sitios se

caracterizan por ser poblados rurales, en donde las fuentes de ruido se caracterizan por la ausencia de fuentes fijas contaminantes y muy pocas fuentes móviles.

Los puntos ubicados sobre la carretera hacia Bocas del Toro exceden el límite máximo permisible dentro del horario diurno, debido al ruido excesivo proveniente del tráfico vehicular tractores y camiones circulados por la vía. Cabe destacar que, durante el periodo de medición, se desarrollaban actividades constructivas de mantenimiento vial en la vía.

8. Conclusiones

Las locaciones ubicadas sobre la carretera hacia Bocas del Toro influenciadas por el tráfico vehicular y las actividades de mantenimiento vial presentan el mayor nivel de presión sonora en horario diurno, por lo cual la principal fuente de ruido se encuentra asociada al tránsito constante de todo tipo de vehículos.

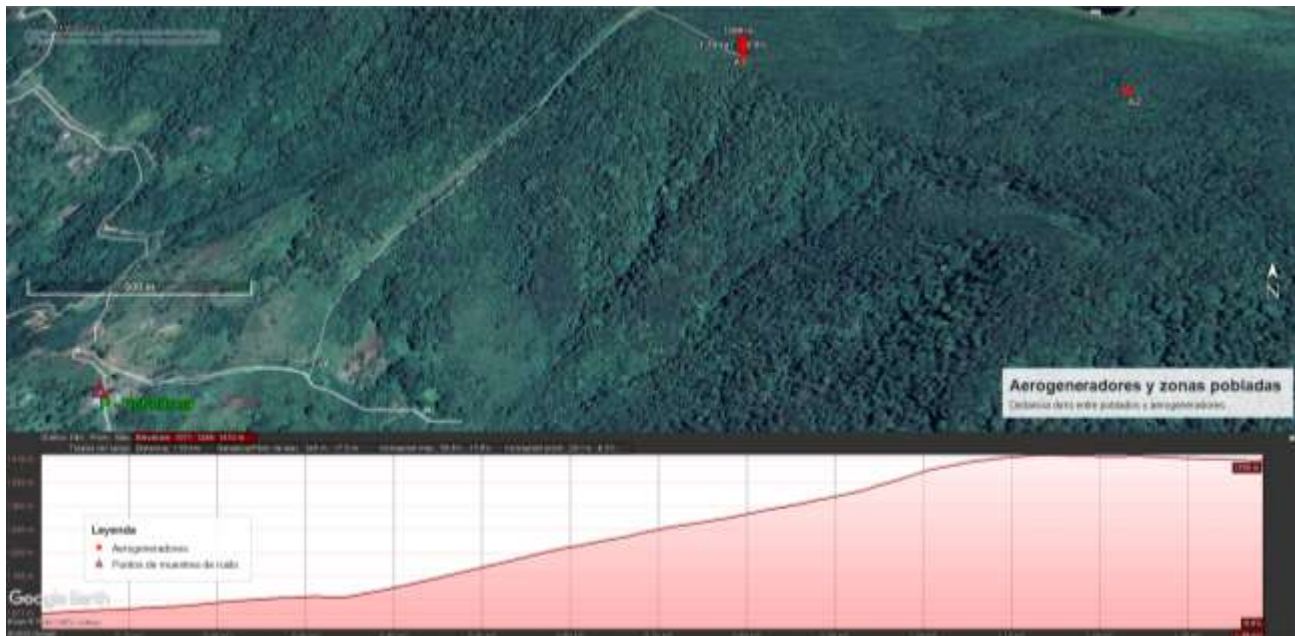
Lo más cerca que se coloca una turbina eólica de una casa es de 300 metros o más. A esa distancia, una turbina tendrá un nivel de presión sonora de 43 decibeles. En contexto, el aire acondicionado promedio puede alcanzar 50 decibeles de ruido, y la mayoría de los refrigeradores funcionan a alrededor de 40 decibelios.

Figura 8-1: Características del ruido emitido por un aerogenerador.



Fuente: www.awea.org, 2020. Asociación Americana de Energía Eólica

Figura 8-2: Distancia de lugares poblados y aerogeneradores – Zona 1.



Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.

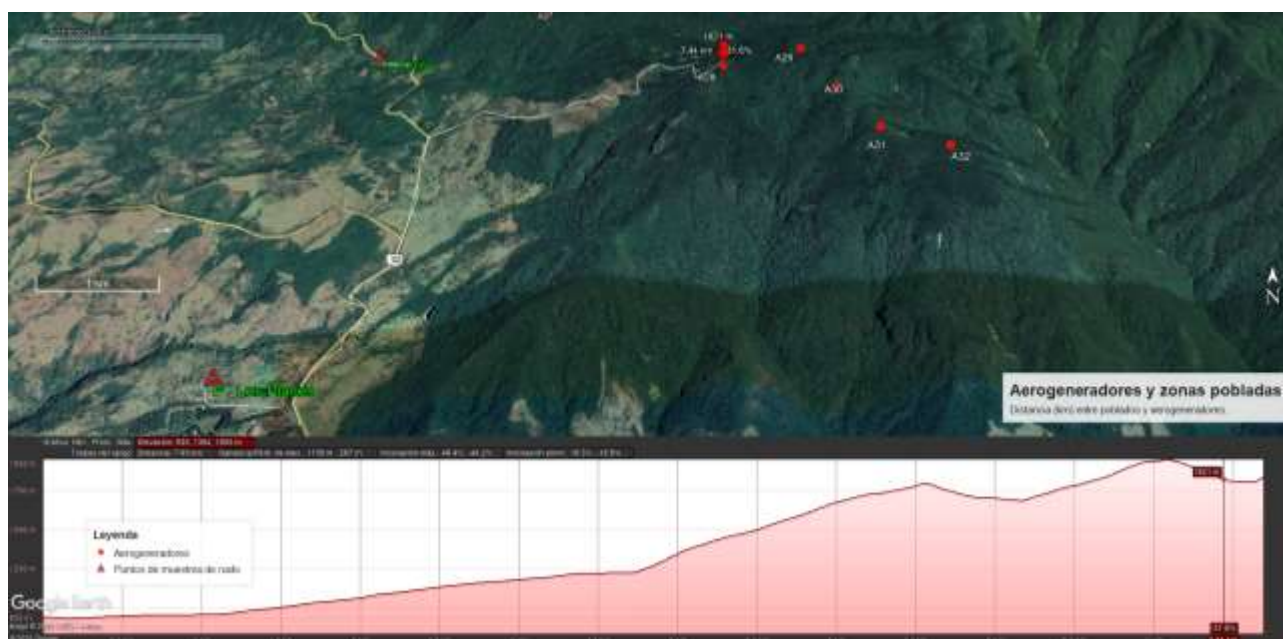
El proyecto, se divide en tres zonas. En la primera zona, se ubican los aerogeneradores A1 hasta A7. En la segunda zona se ubican los aerogeneradores A8 hasta A 17.

Figura 8-3: Distancia de lugares poblados y aerogeneradores – Zona 2



Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.

En la tercera zona se localizan los aerogeneradores A18 hasta A 32.

Figura 8-4: Distancia de lugares poblados y aerogeneradores – Zona 3

Fuente: Dawcas Ideas Renovables S.A., 2020.

En cada una de las zonas mencionadas, los aerogeneradores se encuentran sobre la parte alta de las montañas, por encima de los 1000 msnm y a más de un kilómetro de los lugares poblados existentes y cercanos a cada una de estas zonas.

A 500 metros de distancia, el nivel de presión sonora de un aerogenerador disminuye a 38 decibeles. En la mayoría de los lugares, el ruido de fondo varía entre 40 y 45 decibeles, lo que significa que el ruido de una turbina se perdería entre ellos. Para las zonas más tranquilas y rurales, el ruido de fondo es de 30 decibeles. A ese nivel, una turbina ubicada a un kilómetro de distancia no se escucharía.

Por lo tanto, es poco probable que, los aerogeneradores del proyecto eólico Tramontana causen problemas relacionados con ruido a las personas de los lugares poblados cercanos al proyecto.

9. ANEXOS

Anexo No. 1: Evidencias Fotográficas



Sonómetro Extech, HD 600 utilizado para las mediciones.



Registro de las condiciones ambientales durante las mediciones de ruido ambiental.



Tráfico de vehículos en Carretera hacia Bocas del Toro.



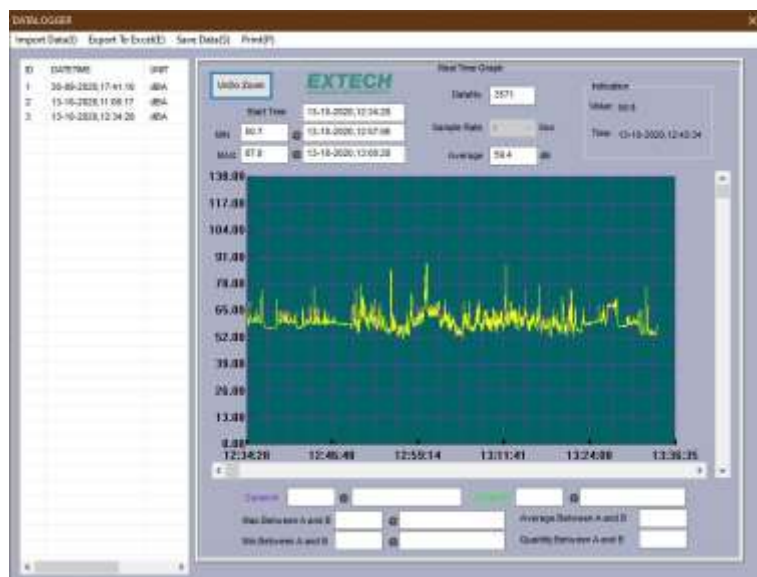
Mediciones en viviendas cercanas al Proyecto.



Equipo utilizado para medir velocidad de viento y temperatura.



GPS utilizado para registrar la ubicación de los puntos muestreados.



Data generada por el programa del equipo

ANEXO 3.

Gráficos monitoreo diurno



Gráfico 1: Monitoreo diurno – Quijada del Diablo

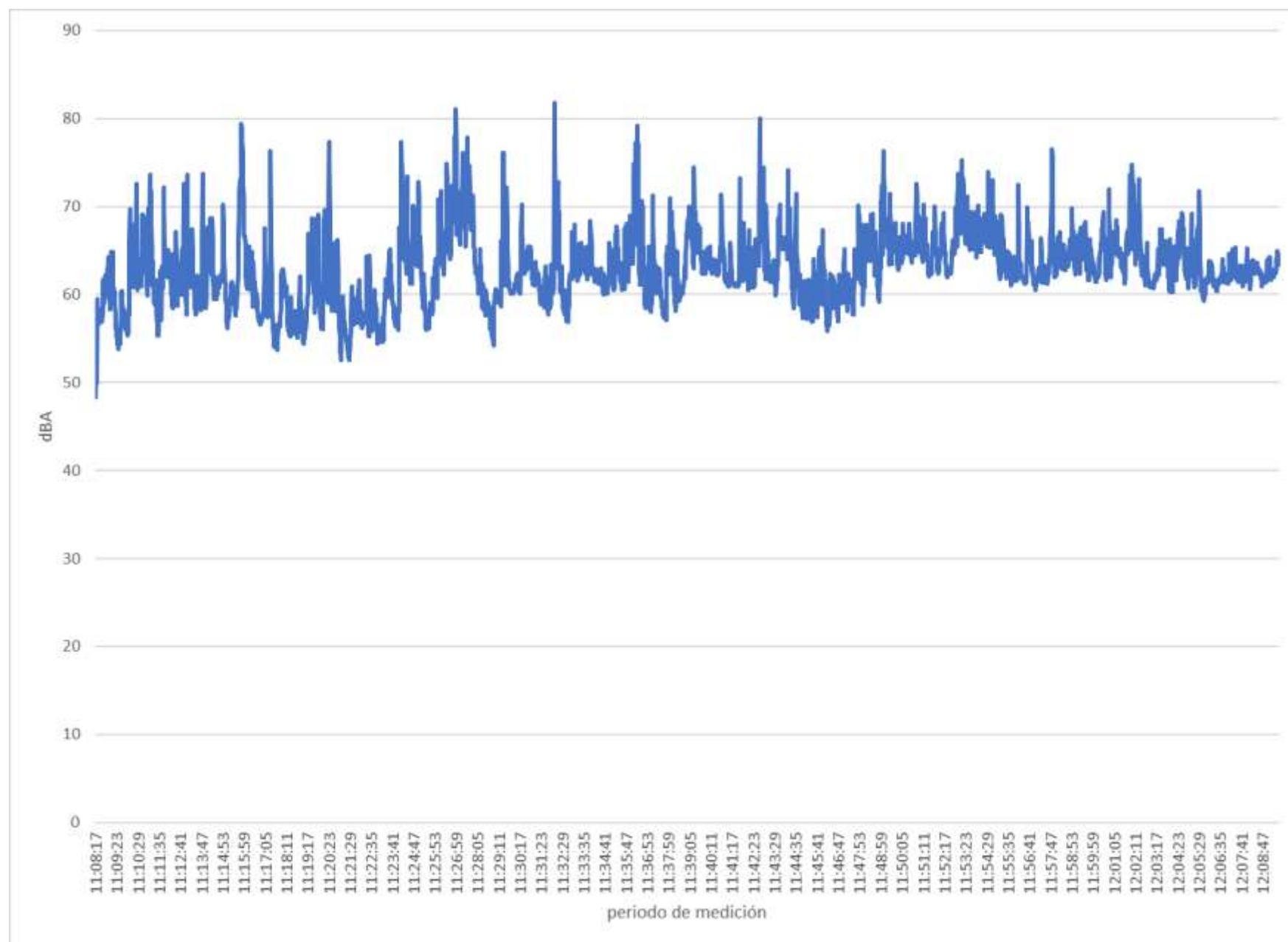


Gráfico 2: Monitoreo diurno – Supermercado Valle La Mina

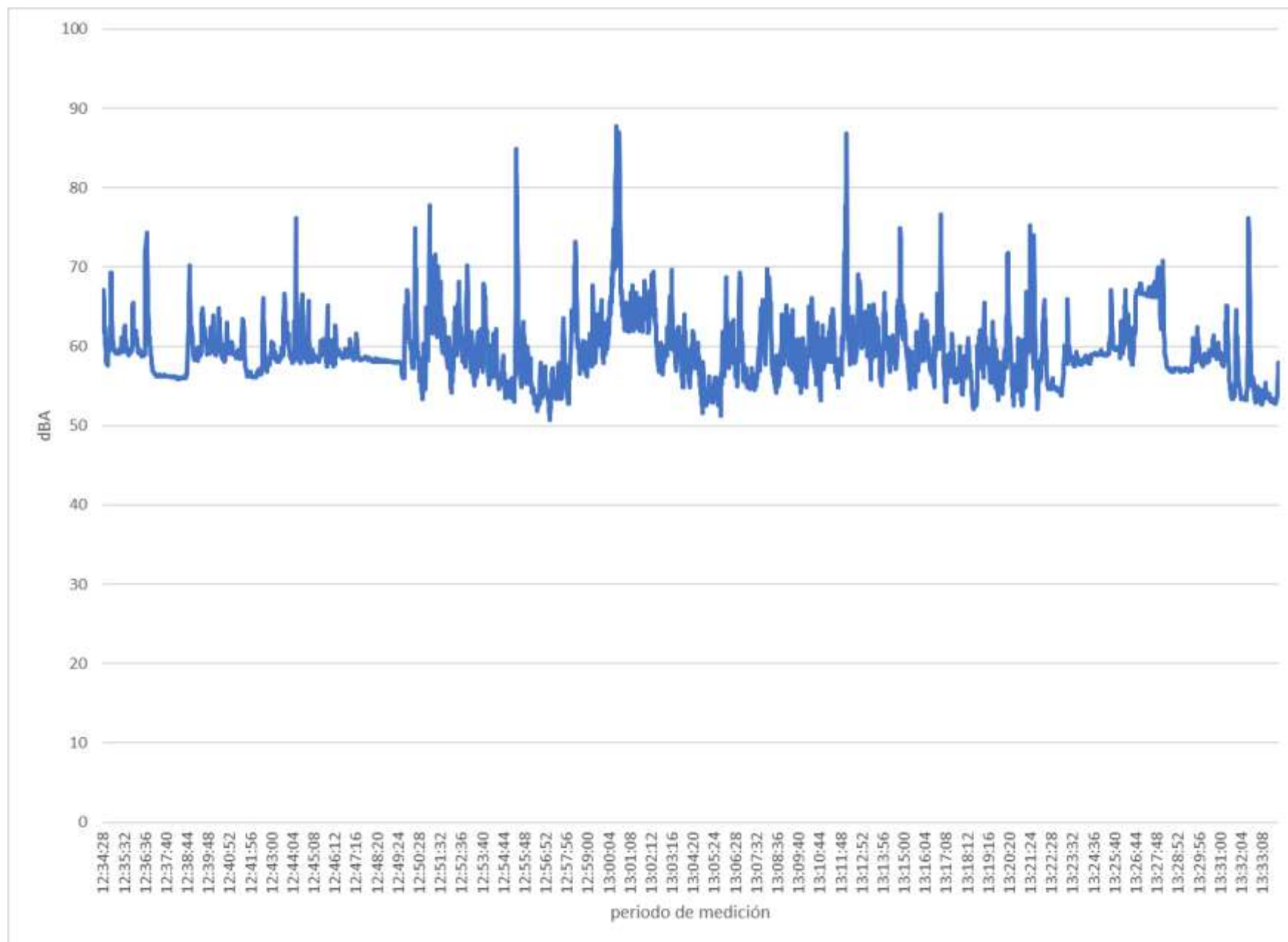


Gráfico 3: Monitoreo diurno – Escuela Poblado de Fortuna

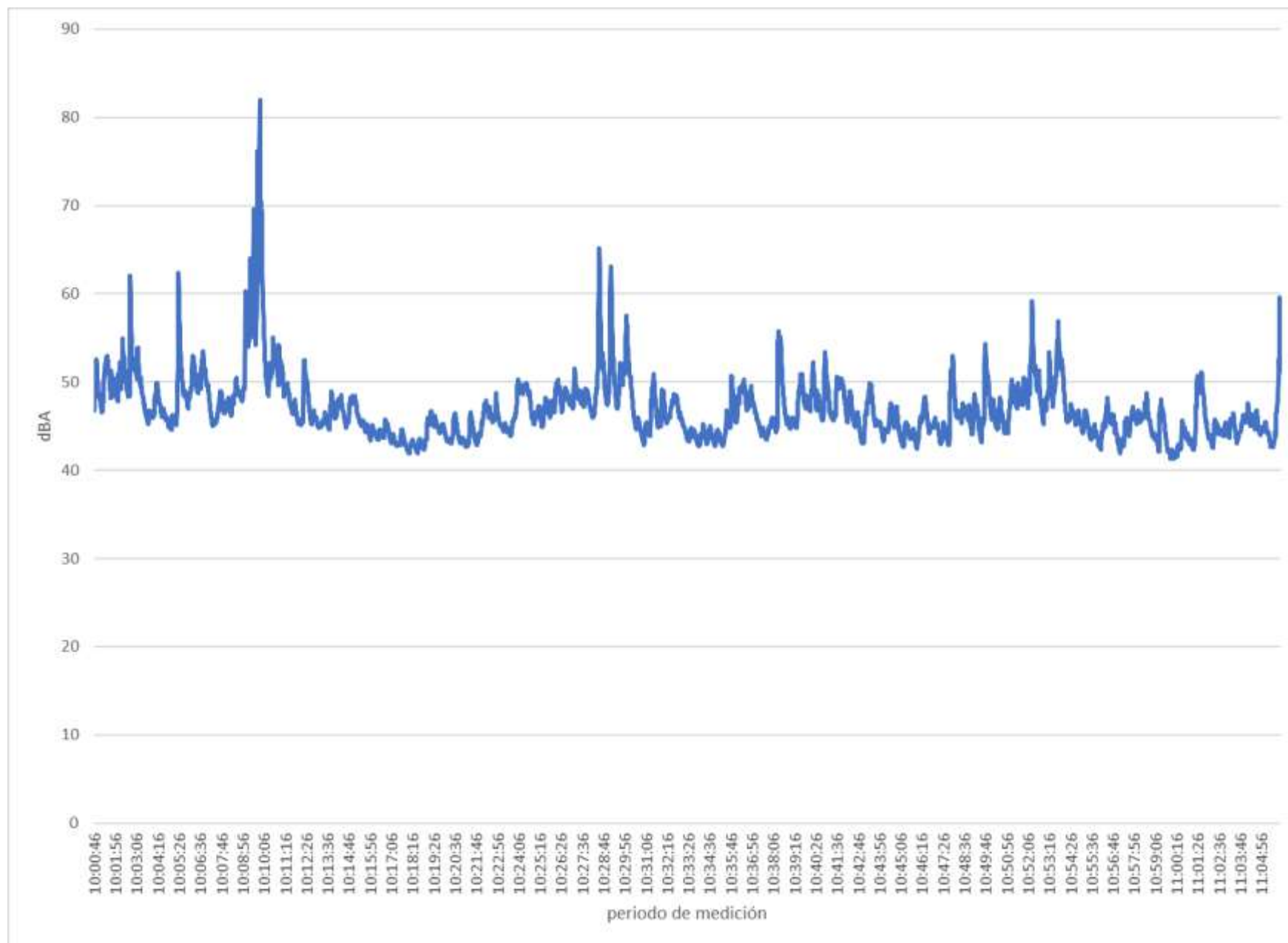


Gráfico 4:Monitoreo diurno – Centro Visitantes Hidroeléctrica Fortuna

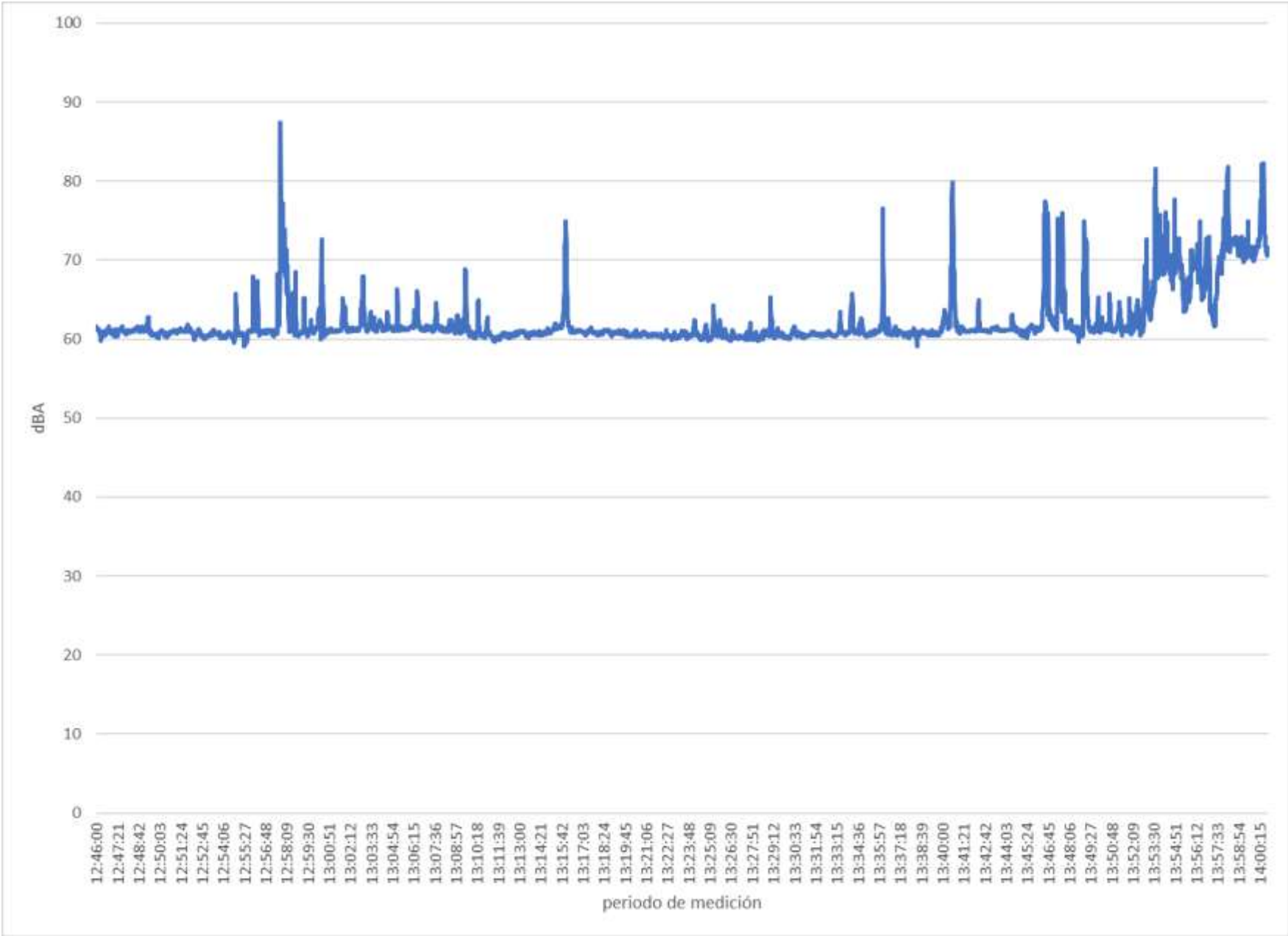


Gráfico 5: Monitoreo diurno – Poblado Los Planes

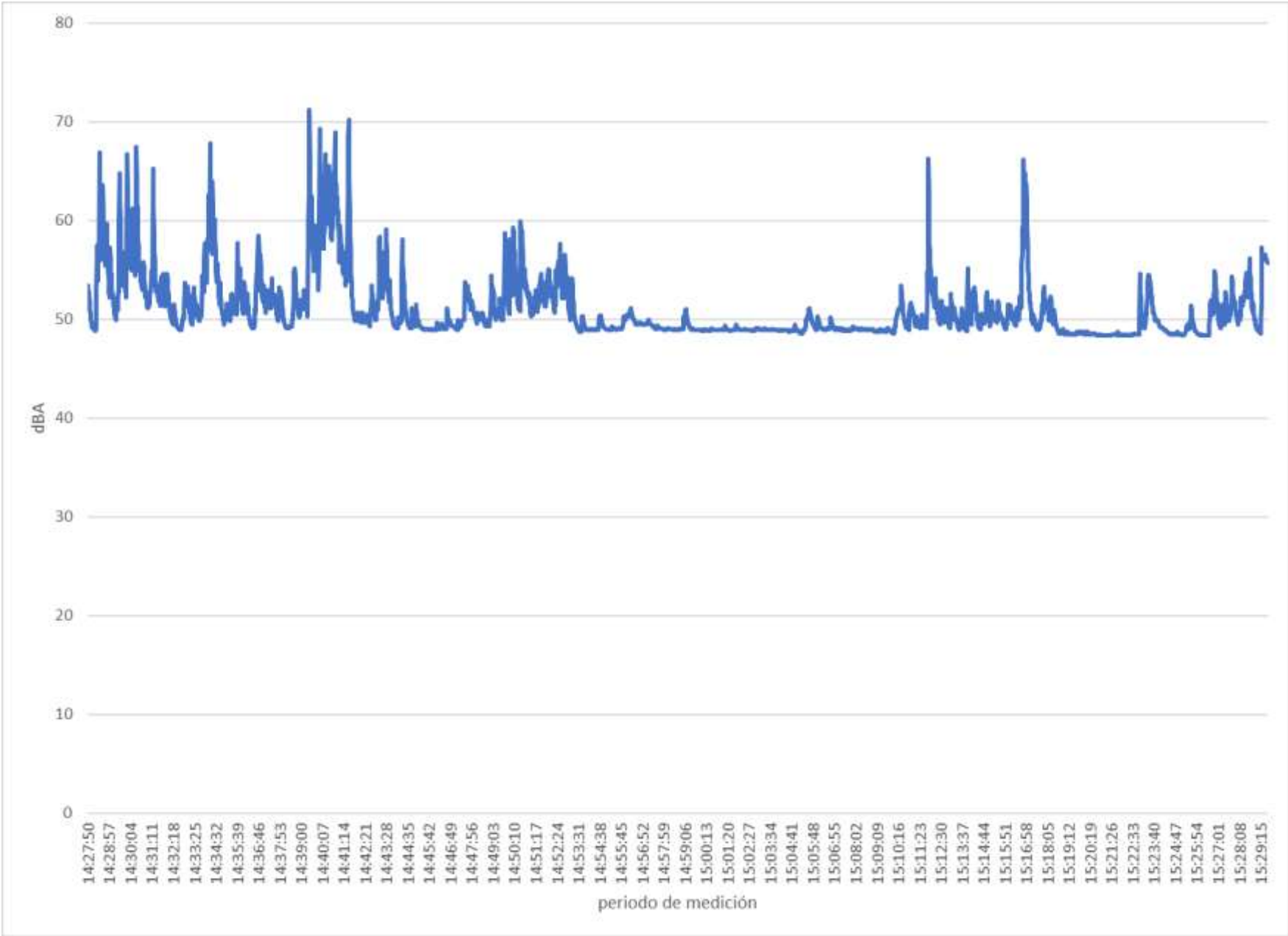
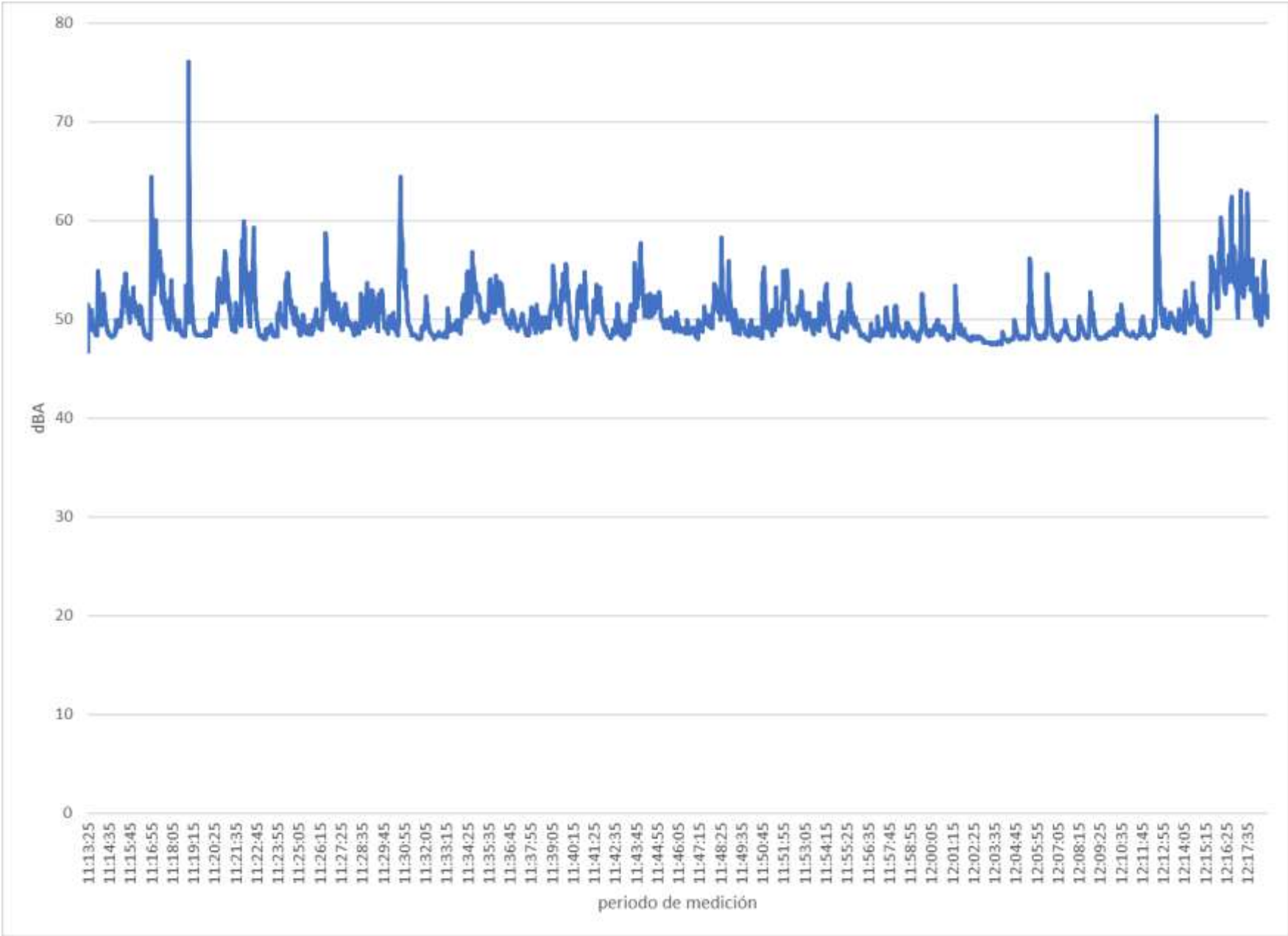


Gráfico 6: Monitoreo diario – Poblado Peñas Blancas



ANEXO 2.

Certificado de calibración



CERTICADO DE CALIBRACION

No. 689

Fecha de revisión: **19 DE JUNIO DE 2020**

cliente: DAWCAS IDEAS RENOVABLES S.A.

Marca de equipo: **Extech Instruments**

Observaciones y/o trabajos a realizar:

2. Configuración general.
3. Calibración de Sonometro a 94 db / 1 Khz.

type: EXTECH INSTRUMENTS
Digital Sound Sonometer

Serial N°: Z311946

Model: HD600

Calibration Tech. Note:

Extech Manual - 407750 Page-8

Calibration Instrument: EXTECH - Sound Level Calibrator, model 407744

Frecuency: 94db / 1Khz, Calibrated-NIST Traceable

Serial Number Z311946

Last Calibration: 19 DE JUNIO DE 2020

	<u>Test</u>
Results:	ok
Resolution/Acuracy:	$\pm 1.5\text{dB} / 0.1\text{dB}$
Level Calibrator:	94db / 1Khz
Exposure Reading:	94.0db
Band measure:	31.5 Hz - 8 kHz
Scale:	30 - 130 dB
Final Reading:	94.0dB


Departamento Serv. Tecnico
FELIPE MOLINA

Salud, Seguridad, Protección y Medio Ambiente

- Es nuestra responsabilidad proteger a todas las personas que entran en contacto con nuestra organización.

Ética y Cumplimiento

- Estamos comprometidos a tomar decisiones éticas

Orientación al Cliente

- El objetivo de nuestra existencia es servir a nuestros clientes y generar beneficios a largo plazo para sus empresas.
- Somos innovadores, colaboradores, competentes y visionarios.



www.dawcas.com



info@dawcas.com



+507-385-9958

+507-6983-9864



Paitilla, PH RBS, Piso 10,
Oficina 1008