



# Informe de Inspección de Ruido Ambiental

## Proyecto “Expansión Subestación Calzada Larga”

**Preparado para:  
Elektra Noreste, S.A.**



**Febrero, 2020**

IRA-007-20

## Informe de Inspección de Ruido Ambiental

Proyecto “Expansión Subestación Calzada Larga”

Preparado para:  
Elektra Noreste, S.A.

Elaborado por:



Febrero, 2020

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Director Técnico
Idoneidad DIVEDA-AA-003- 2012/ Act. 2018	Jhoana De Alba C.T. N° 866	Roy Quintero C.T. N° 867	Jorge Ortega C.T. N° 599

## Índice

4.1. Introducción.....	4
4.2. Objetivo general .....	5
4.2.1. Objetivos específicos.....	5
4.3. Metodología.....	5
4.3.1. Coordinación con la empresa promotora.....	5
4.3.2. Metodología para la medición de ruido ambiental .....	5
4.3.2.1 Metodología para la medición de ruido ambiental en área residencial (ISO 1996-2: 2007)	
.....	6
4.4. Especificaciones técnicas del equipo y datos sobre la medición.....	7
4.5. Estimación de la incertidumbre de la medición.....	8
4.6. Resultados.....	8
4.7. Declaración de conformidad.....	10
4.8. Recomendaciones .....	10
4.9. Bibliografía.....	11
4.10. Anexos .....	12
Anexo 4.1. Registro de imágenes .....	13
Anexo 4.2. Extracto de la Norma para ruido ambiental en Panamá.....	15
Anexo 4.3. Estimación de la incertidumbre de medición.....	17
Anexo 4.4. Data generada por el equipo de medición.....	20
Anexo 4.5. Certificado de calibración del equipo de medición.....	26
Anexo 4.6. Hojas de campo.....	30

#### 4.1. Introducción

El ruido es el conjunto de fenómenos vibracionales aéreos, percibidos e integrados por el sistema auditivo, que provocan en el receptor una reacción de rechazo (Flores 2007).

El ruido fondo o ambiental se define como los sonidos medidos o percibidos sin distinguir la fuente de ruido, motivo del estudio o a medir (MINSA 2002).

En el año 1972 se celebró el Congreso Mundial del Medio Ambiente de Estocolmo, organizado por las Naciones Unidas, desde entonces el ruido fue declarado como contaminante. Según las definiciones generales del momento, un contaminante es aquel agente que puede afectar adversamente a la salud y el bienestar de las personas; al pleno uso y disfrute de la propiedad. Es un agente contaminante fácil de producir.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el término salud hace referencia al “estado de completo bienestar físico, mental y social”. En base a esa definición y de acuerdo a lo referenciado anteriormente, el ruido ambiental puede producir efectos adversos a la salud; entre éstos se encuentran la interferencia en la comunicación, disturbios en el descanso y en el sueño; efectos en el sistema cardiovascular, efectos psicológicos y fisiológicos; deterioro en el desempeño de tareas y cambios en el comportamiento social. En algunos casos, se llega incluso, al deterioro irreversible del sistema auditivo.

En Panamá, el Ministerio de Salud (MINSA), promulgó el Decreto Ejecutivo N° 306 del 4 de septiembre del 2002, por el cual se adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales. Este Decreto se modificó mediante el Decreto Ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004, específicamente en su artículo 7 y la palabra exclusivamente del artículo 11.

El presente informe comprende el análisis de los resultados de la inspección de ruido ambiental, realizada en el Proyecto “Expansión Subestación Calzada Larga”, en base al Decreto Ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004.

## 4.2. Objetivo general

Evaluar el nivel de ruido ambiental en el área del Proyecto “Expansión Subestación Calzada Larga”.

### 4.2.1. Objetivos específicos

- Identificar las posibles fuentes de ruido.
- Medir los niveles de ruido ambiental en la residencia más cercana al área del Proyecto.
- Analizar el resultado de la medición y compararlo con el valor que establece el Decreto Ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004.

## 4.3. Metodología

Para el desarrollo de la inspección de ruido ambiental se realizaron las siguientes actividades de forma sucesiva:

- Coordinación con la empresa promotora.
- Desarrollo de la metodología para las mediciones de ruido ambiental (ISO 1996-2: 2007).

### 4.3.1. Coordinación con la empresa promotora

Para lograr las mediciones y la toma de datos, se efectuaron las coordinaciones con la Ing. Katherine Timpson, de la Vicepresidencia de Ingeniería de la empresa promotora.

### 4.3.2. Metodología para la medición de ruido ambiental

A continuación, se describe la metodología utilizada para las mediciones de ruido ambiental realizadas en el área del Proyecto “Expansión Subestación Calzada Larga”.

#### 4.3.2.1 Metodología para la medición de ruido ambiental en área residencial (ISO 1996-2: 2007)

La secuencia metodológica para el desarrollo de esta medición fue:

- Inspección general del área del Proyecto.
- Identificación de las principales áreas del Proyecto que son influenciadas por las fuentes emisoras de ruido.
- Selección del sitio de medición.
- Ubicación geográfica de la medición (coordenadas UTM).
- Calibración del sonómetro (instrumento cuantitativo que mide niveles de ruido).
- Medición de los niveles de ruido, a través de un sonómetro calibrado.
- Identificación de las fuentes de ruido durante el desarrollo de las mediciones.
- Cuantificación del paso de vehículos (livianos y pesados).
- Registro de imágenes fotográficas.
- Descarga de datos.
- Estimación de la incertidumbre de la medición (ver anexo 4.3).

El sonómetro se colocó sobre un trípode, a una altura de 1.5 m, y un ángulo de 45° en dirección a la fuente emisora de ruido (ISO 1996-2: 2007). Los parámetros obtenidos en la medición fueron: L equivalente (LAeq)<sup>1</sup> y LAF90<sup>2</sup>.

El día 21 de febrero de 2020, se realizó una (1) medición para determinar los niveles de ruido ambiental en el área de influencia del Proyecto. La medición se hizo en la Parrillada Julitza, ubicada a aproximadamente 20 metros del área donde se desarrollará el Proyecto.

En el punto de medición se realizaron cinco (5) tomas de datos durante un período de 10 minutos (horario diurno) cada toma, en un intervalo de 50 minutos para cinco (5) mediciones de ruido, en un horario desde las 9:56 a.m. a las 10:53 a.m.

---

<sup>1</sup> Nivel de presión sonora continua equivalente.

<sup>2</sup> El nivel de ruido con ponderación ‘A’ excedido por un 90% de la medición, calculado por análisis estadístico desde muestras del nivel de ruido con ponderación temporal Lenta o ‘S’.

#### 4.4. Especificaciones técnicas del equipo y datos sobre la medición

En la tabla 4.1 se presentan las especificaciones técnicas del equipo que se utilizó y los datos generados por la medición, incluyendo la normativa panameña aplicable.

Tabla 4.1. Especificaciones técnicas del equipo y datos sobre la medición

Equipo empleado	Sonómetro
<b>Fabricante</b>	Casella
<b>Modelo</b>	CEL-63X
<b>Serie</b>	1021944
<b>Fecha de la última calibración</b>	30 de noviembre de 2018
<b>Escala</b>	A
<b>Respuesta</b>	Lenta
<b>Metodología</b>	ISO 1996-2:2007
<b>Normativa aplicable</b>	Decreto Ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004
<b>Fecha de la medición:</b>	21 de febrero de 2020
<b>Turno (horario diurno)</b>	M1: 50 minutos de medición (efectuado en un horario de 9:56 a.m. a las 10:53 a.m.) en intervalos de 10 minutos – Período diurno
<b>Ubicación</b>	Parrillada Julitza, Calzada Larga Coordenadas: 1013587 N/ 660372 E
<b>Inspector</b>	Jhoana De Alba
Persona de contacto	
<b>Nombre</b>	Javier Solís
<b>Teléfono</b>	6550-8757
<b>Correo electrónico</b>	jasolis@ensa.com.pa
<b>Fecha de emisión</b>	16 de marzo de 2020

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo. CODESA, 2020. Ver las normas nacionales para ruido ambiental y el certificado de calibración, en los Anexos 4.2 y 4.5 respectivamente.

#### **4.5. Estimación de la incertidumbre de la medición**

La incertidumbre en la medida se expresa como una incertidumbre expandida basada en una combinación de incertidumbres estándar multiplicada por un factor de cobertura de 2, proporcionando una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95% (Norma ISO 1996-2:2007).

##### **a) Incertidumbre debida a la instrumentación**

Representa la influencia que ejercen los distintos operadores y equipos en el mismo lugar bajo unas condiciones cortantes.

##### **b) Incertidumbre debida a las condiciones de operación**

Constituye las variaciones en las condiciones de tráfico rodado que ejercen influencia en los resultados.

##### **c) Incertidumbre debida al clima y al suelo**

Depende de la distancia de medición y de las condiciones meteorológicas, tomando en cuenta el radio de curvatura R.

##### **d) Incertidumbre debida al sonido residual**

La incertidumbre varía dependiendo de la diferencia entre los valores totales medidos y el sonido residual (ver anexo 4.3).

#### **4.6. Resultados**

Los resultados obtenidos en las mediciones efectuadas en el punto denominado P1 (Parrillada Julitza, Calzada Larga), se presentan en la tabla 4.2, y en la gráfica 4.1.

Las fuentes de ruido identificadas en los alrededores del punto de medición fueron el paso constante de vehículos y trabajos varios realizados en la Planta CEMEX.

Tabla 4.2. Resultados de las mediciones de ruido ambiental en la Parrillada Julitza, Calzada Larga

Sitio de Inspección	Horario de Medición	Leq. dB(A)	L90 dB(A)	Promedio Leq dB(A)
Parrillada Julitza, Calzada Larga	9:56 a.m. a 10:06 a.m.	69.9	60.5	<b>69.8</b>
	10:08 a.m. a 10:18 a.m.	70.7	61.0	
	10:19 a.m. a 10:29 a.m.	68.0	60.5	
	10:30 a.m. a 10:40 a.m.	69.9	61.5	
	10:43 a.m. a 10:53 a.m.	69.9	61.0	

Fuente: Datos de campo. CODESA, 2020.

La tabla 4.3 presenta el valor promedio de las mediciones de ruido ambiental y la incertidumbre expandida aplicada a este resultado.

Tabla 4.3. Valor promedio de ruido ambiental y valor de incertidumbre expandida

Sitio de Inspección	Horario de Medición	Leq. dB(A)	Promedio Leq dB(A)	<sup>3</sup> Incertidumbre (k = 95%)	Valor Normado dB(A)
Parrillada Julitza, Calzada Larga	9:56 a.m. a 10:06 a.m.	69.9	69.8	$\pm 4.0$	<b>60.0<sup>4</sup></b>
	10:08 a.m. a 10:18 a.m.	70.7			
	10:19 a.m. a 10:29 a.m.	68.0			
	10:30 a.m. a 10:40 a.m.	69.9			
	10:43 a.m. a 10:53 a.m.	69.9			

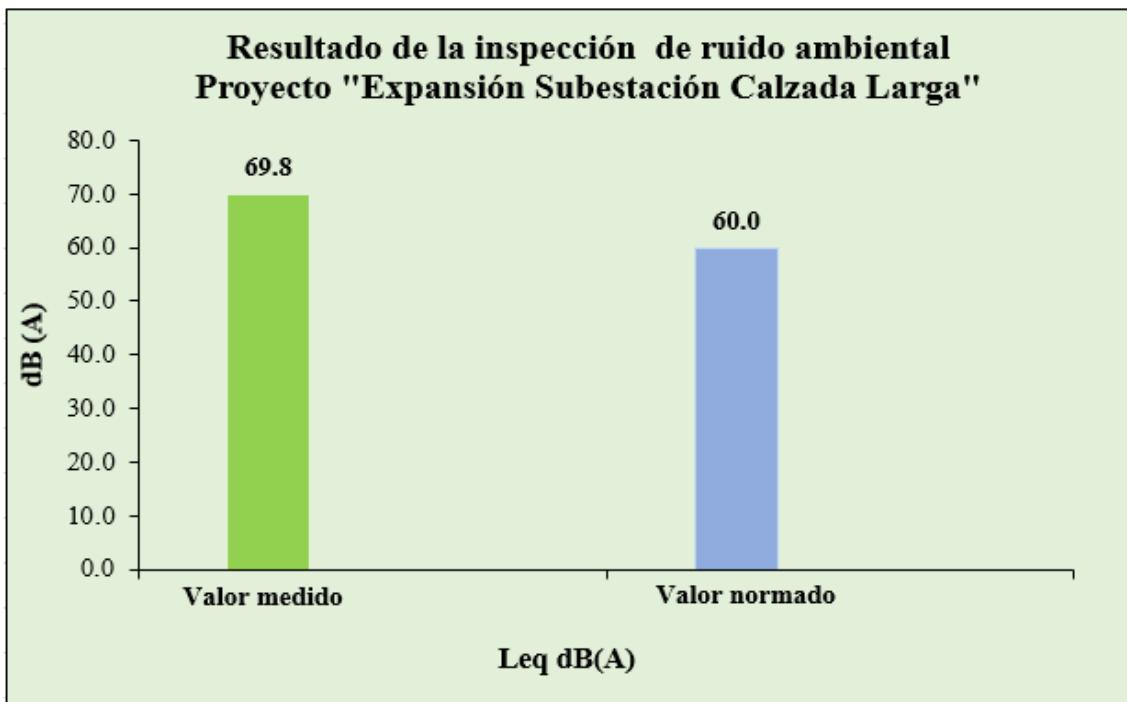
Fuente: Datos de campo CODESA, 2020.

<sup>3</sup> Estimación de la incertidumbre sugerida por la Norma ISO 1996-2:2007 Acústica - Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental - Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

<sup>4</sup> Valor normado para niveles máximos de ruido en áreas residenciales e industriales (60 dB(A) en horario diurno). Decreto Ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004.

En la gráfica 4.1, se presenta el resultado de la inspección de ruido ambiental realizada comparado con el valor normado de referencia.

Gráfica 4.1. Resultado de la inspección de Ruido Ambiental



Fuente: Datos de campo CODESA, 2020. Decreto Ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004. Valor normado para niveles máximos de ruido en áreas residenciales e industriales.

#### 4.7. Declaración de conformidad

El valor resultante de la medición de ruido ambiental realizada en el punto denominado Parrillada Julitza, Calzada Larga, se encuentra por encima del límite máximo permisible establecido en el Decreto Ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004 para horario diurno.

#### 4.8. Recomendaciones

Se recomienda que, durante los trabajos de construcción y operación del Proyecto, se realicen las siguientes actividades:

- Mantenimiento periódico a los equipos y maquinarias del Proyecto.

- Realizar inspecciones de ruido ambiental en el lugar habitado más cercano al Proyecto, para evaluar el aporte de ruido ocasionado por las actividades de construcción y operación, que pudiesen afectar a la población colindante.

#### **4.9. Bibliografía**

- ANAM (Autoridad Nacional de Ambiente). 1998. Ley 41 de 1 de julio de 1998. Ley General de Ambiente. Artículo 4. República de Panamá.
- Flores, E. 2007. El ruido y su percepción en la ciudad de Panamá. Departamento de Física. Universidad de Panamá. República de Panamá.
- MINSA (Ministerio de Salud). 2004. Decreto Ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004. Niveles de ruido para áreas residenciales e industriales. Artículo 1. República de Panamá.
- Norma Internacional ISO 1996-2:2007. 2007. Acústica - Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental - Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2001. Disponible en: [http://www.who.int/features/factfiles/mental\\_health/es/index.html](http://www.who.int/features/factfiles/mental_health/es/index.html).
- P., Aparicio. 2010. Método y Evaluación de la Incertidumbre en Acústica Ambiental (Caso Práctico). Universidad Politécnica de Valencia. España.

#### **4.10. Anexos**

**Anexo 4.1. Registro de imágenes**



Imágenes 4.1 y 4.2. Equipo de medición de ruido ambiental colocado en la Parrillada  
Julitza, Calzada Larga



Imágenes 4.3 y 4.4. Fuentes de ruido identificadas durante la ejecución de la medición  
(paso de vehículos, operación de la Planta CEMEX)

**Anexo 4.2. Extracto de la Norma para ruido ambiental en Panamá**

**MINISTERIO DE SALUD  
DECRETO EJECUTIVO N° 1  
(De 15 de enero de 2004)**

**Que determina los niveles de ruido para las áreas residenciales e industriales**

**LA PRESIDENTA DE LA REPÚBLICA,  
en uso de sus facultades constitucionales y legales,**

**CONSIDERANDO:**

Que el Decreto Ejecutivo 306 de 4 de septiembre de 2002, adoptó para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales.

Que en sentencia de 26 de junio de 2003, la Corte Suprema de Justicia declaró inconstitucional el artículo 7 y la palabra "exclusivamente" contenida en el artículo 11 del Decreto Ejecutivo 306 de 2002,

**Nº 24,970**

**Gaceta Oficial, martes 20 de enero de 2004**

**29**

debido a que establece una desigualdad o desproporción entre los residentes de una y otra área, ya que los ruidos que se produzcan en exceso perturban por igual a la salud, tranquilidad y reposo de los residentes de una comunidad, al producirles perjuicios médica y psicológicamente comprobados, ya sean materiales o psicológicos.

Que se utilizaron estudios preexistentes para determinar los niveles únicos de ruidos, basados en evaluaciones y análisis, así como se realizaron reuniones para establecer los niveles máximos sonoros, para todo el territorio nacional.

**DECRETA:**

**Artículo 1.** Se determinan los siguientes niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales, así:

Horario	Nivel sonoro máximo
De 6:00 a.m. a 9:59 p.m.	60 decibeles (en escala A)
De 10:00 p.m. a 5:59 a.m.	50 decibeles (en escala A)

Parágrafo. La medición del ruido para determinar las infracciones a esta norma, se hará desde las residencias de los afectados.

**Artículo 2.** Este Decreto empezará a regir desde su promulgación.

**COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.**

**MIREYA MOSCOSO  
Presidenta de la República**

**FERNANDO GRACIA  
Ministro de Salud**

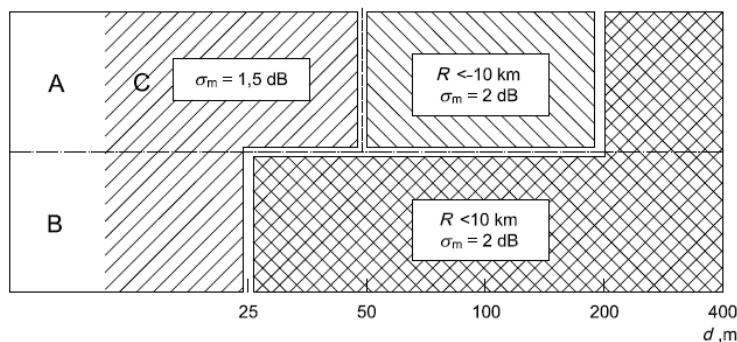
**Anexo 4.3. Estimación de la incertidumbre de medición**

Tabla 4.4. Resumen de la incertidumbre de medición para LAeq

Incertidumbre típica				Incertidumbre típica combinada (dB)	Incertidumbre de medición expandida (dB)
Debido a la instrumentación <sup>a</sup> (dB)	Debido a las condiciones de funcionamiento <sup>b</sup> (dB)	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno <sup>c</sup> (dB)	Debido al sonido residual <sup>d</sup> (dB)	$\sigma_t$	$\pm 2.0 \sigma_t$
1.0	X	Y	Z	$\sqrt{1^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$	

Fuente: Norma Internacional ISO 1996-2:2007.

Figura 1. Radio de la trayectoria de sonido de curvatura R



Siendo,

A: Alto

B: Bajo

C: Sin restricción

**a) Incertidumbre debida a la instrumentación**

$$\text{Incertidumbre del instrumento} = 0.7 \text{ dB}$$

**b) Incertidumbre debida a las condiciones de operación**

En la tabla 4.5 se presenta el tráfico rodado y el total de vehículos.

Tabla 4.5. Tráfico rodado y promedio total de vehículos

Sitio de Inspección	Vehículos livianos	Vehículos pesados
Parrillada Julitza	70	70

Fuente: Datos de campo. CODESA, 2020.

$$X = 1.8 \text{ dB}$$

**c) Incertidumbre debida al clima y al suelo**

$$Y = 0.5 \text{ dB}$$

**d) Incertidumbre debida al sonido residual**

$$Z = 0.1 \text{ dB}$$

### 5.1 Cálculo de incertidumbre total combinada y expandida

A continuación, se presenta el cálculo de la incertidumbre típica combinada, que incluye los valores de incertidumbre debido a la instrumentación, a las condiciones de funcionamiento, condiciones meteorológicas y del terreno y debido al sonido residual.

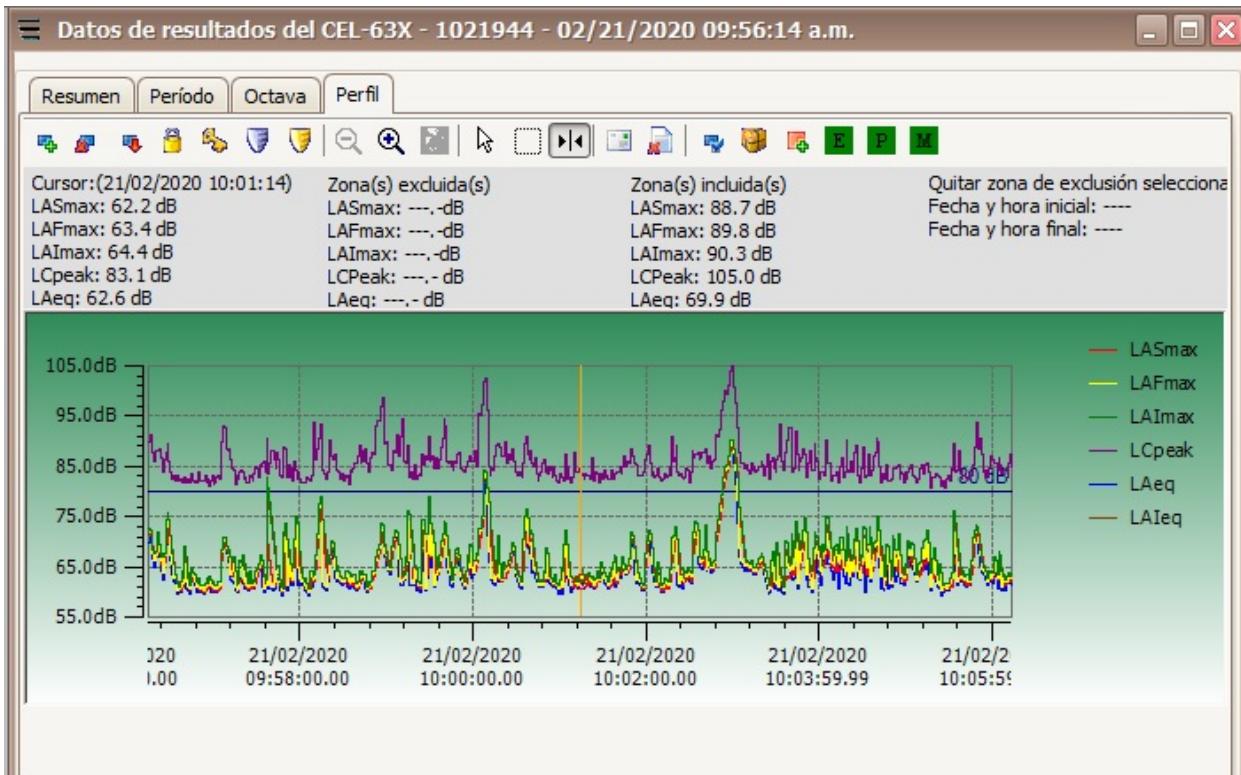
$$\sigma_t = \sqrt{0.7^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

P1
$\sigma_t \approx 2.0$
$\sigma_{ex} = \pm 4.0$

**Anexo 4.4. Data generada por el equipo de medición**

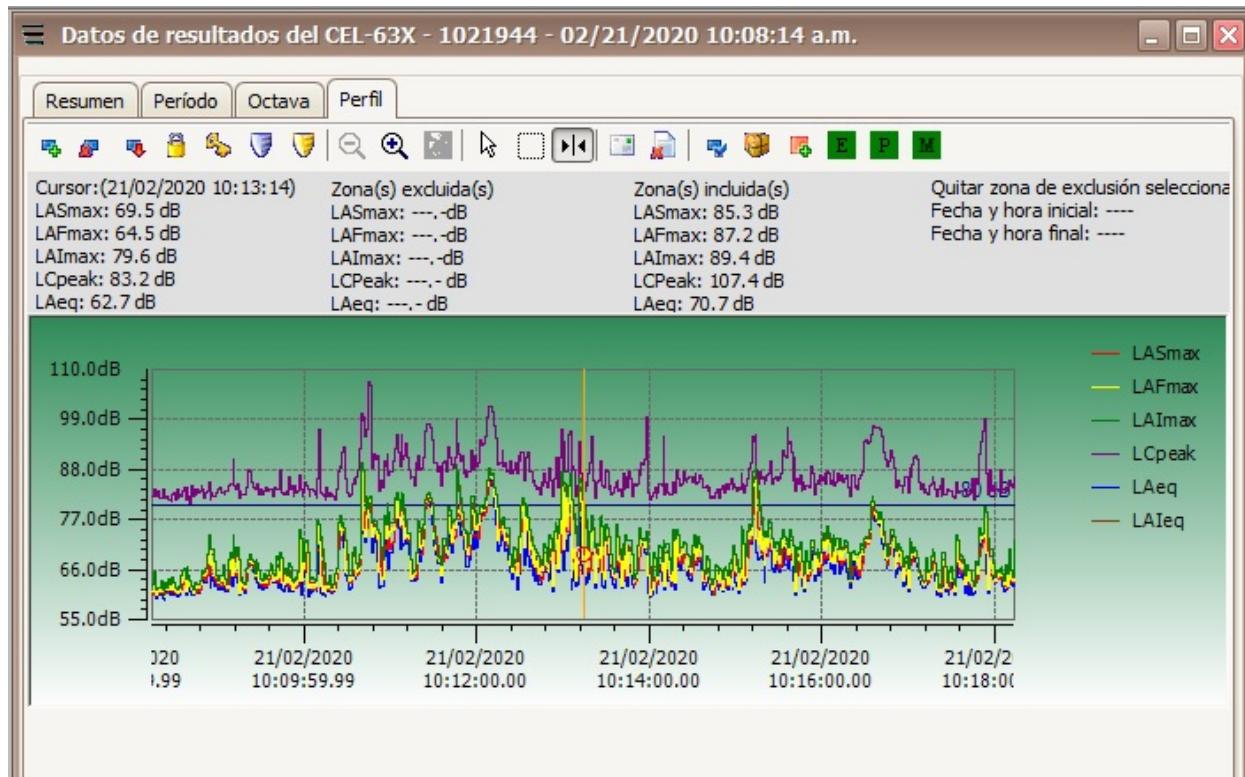
Datos generados por el equipo de medición en el Punto 1 (réplica 1)

Resumen	Período	Octava	Perfil
Número serie			1021944
Fecha y hora inicial			02/21/2020 09:56:14 a.m.
Duración HH:MM:SS			00:10:00
Notas			
LAEq	69.9 dB		
LCpeak con hora	105.0 dB (02/21/2020 10:03:00 a.m.)		
Lepd (Proy.)	69.9 dB		
Lex8h (Proy.)	69.9 dB		
LAFmax con hora	89.8 dB (02/21/2020 10:03:00 a.m.)		
LAImax con hora	90.3 dB (02/21/2020 10:03:00 a.m.)		
LAFmin con hora	58.3 dB (02/21/2020 10:03:35 a.m.)		
LAImin con hora	58.9 dB (02/21/2020 09:57:49 a.m.)		
LZeq	81.8 dB		
LCeq	77.6 dB		
LCeq - LAeq	7.7 dB		
LAeq	71.5 dB		
LAE	97.7 dB		
Respuesta	Campo libre		
Fecha y hora final	02/21/2020 10:06:14 a.m.		



Datos generados por el equipo de medición en el Punto 1 (réplica 2)

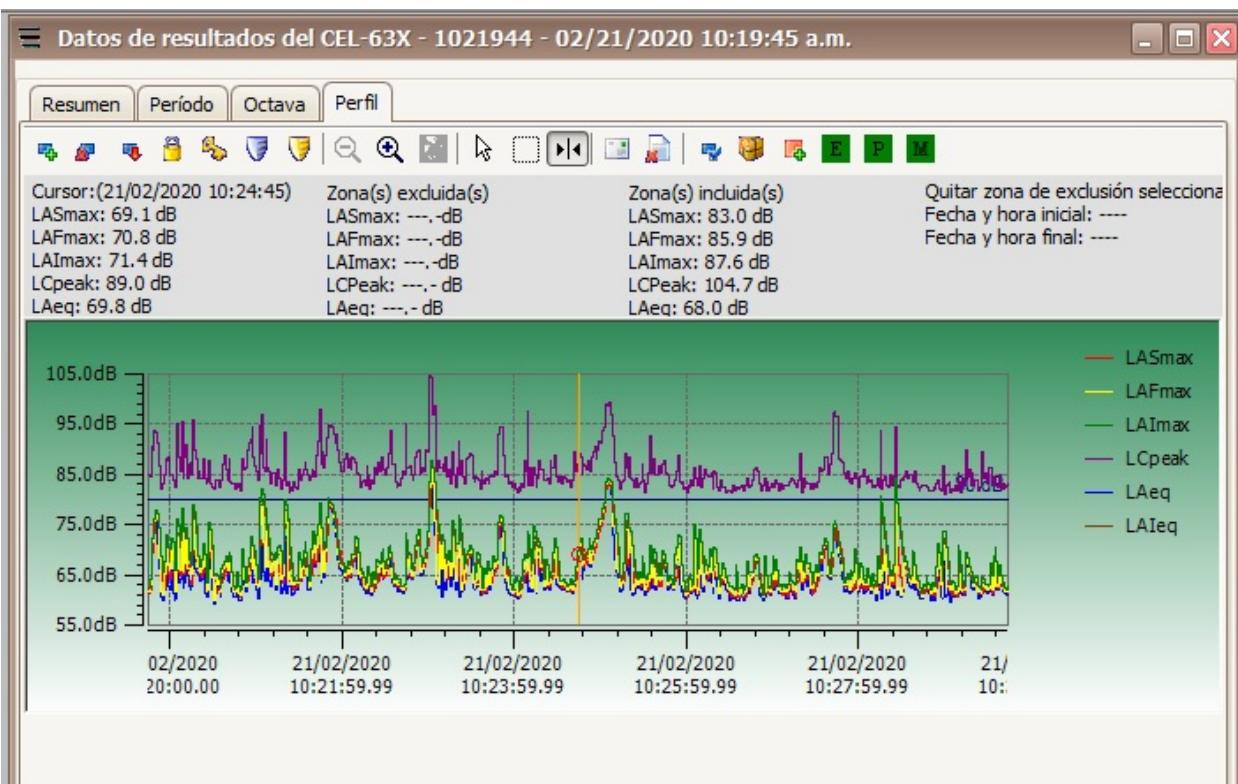
Resumen	Período	Octava	Perfil
Número serie			1021944
Fecha y hora inicial			02/21/2020 10:08:14 a.m.
Duración HH:MM:SS			00:10:00
Notas			
LAeq			70.7 dB
LCpeak con hora			107.4 dB (02/21/2020 10:10:45 a.m.)
Lepd (Proy.)			70.7 dB
Lex8h (Proy.)			70.7 dB
LAFmax con hora			87.2 dB (02/21/2020 10:10:40 a.m.)
LAImax con hora			89.4 dB (02/21/2020 10:10:40 a.m.)
LAFmin con hora			58.7 dB (02/21/2020 10:08:23 a.m.)
LAImin con hora			59.4 dB (02/21/2020 10:08:22 a.m.)
LZeq			81.3 dB
LCeq			78.3 dB
LCeq - LAeq			7.6 dB
LAIeq			74.6 dB
LAE			98.5 dB
Respuesta			Campo libre
Fecha y hora final			02/21/2020 10:18:14 a.m.



Datos generados por el equipo de medición en el Punto 1 (réplica 3)

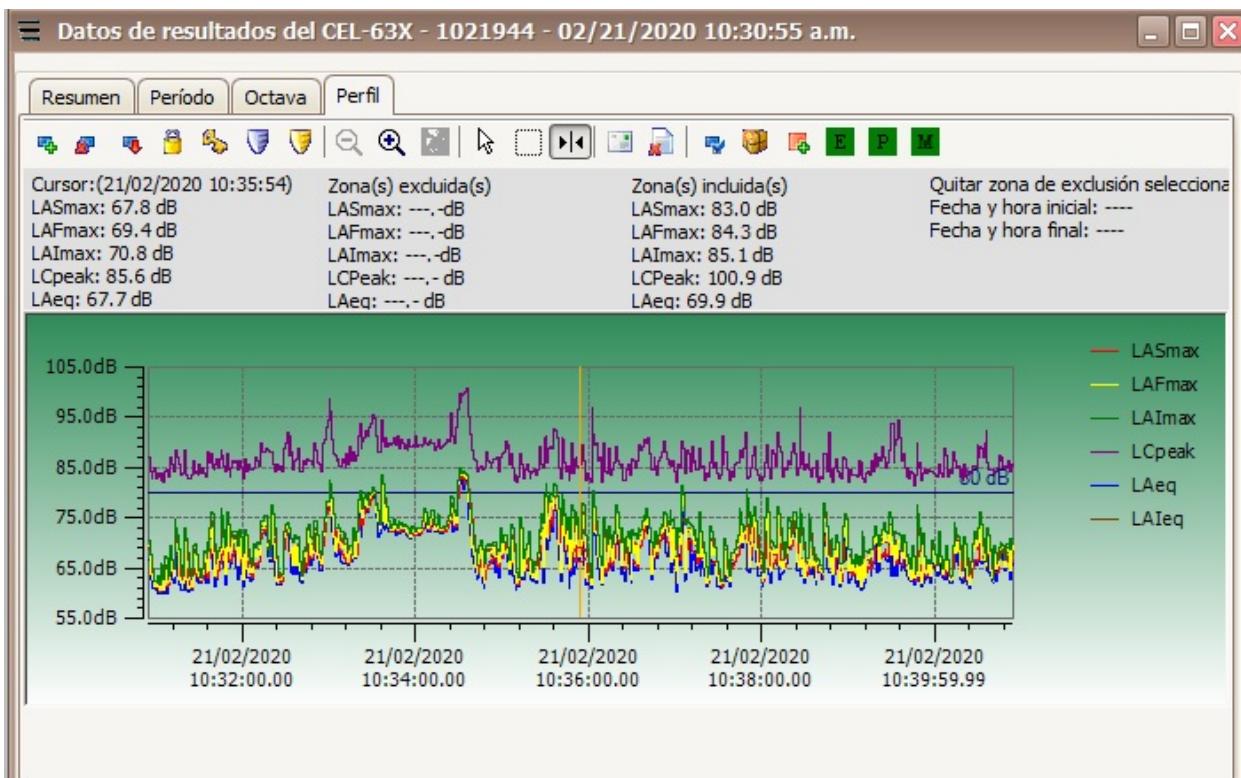
**Datos de resultados del CEL-63X - 1021944 - 02/21/2020 10:19:45 a.m.**

Resumen	Período	Octava	Perfil
Número serie	1021944		
Fecha y hora inicial	02/21/2020 10:19:45 a.m.		
Duración HH:MM:SS	00:10:00		
Notas			
LAeq	68.0 dB		
LCpeak con hora	104.7 dB (02/21/2020 10:23:01 a.m.)		
Lepd (Proy.)	68.0 dB		
Lex8h (Proy.)	68.0 dB		
LAFmax con hora	85.9 dB (02/21/2020 10:23:02 a.m.)		
LAImax con hora	87.6 dB (02/21/2020 10:23:02 a.m.)		
LAFmin con hora	58.4 dB (02/21/2020 10:20:30 a.m.)		
LAImin con hora	59.5 dB (02/21/2020 10:27:10 a.m.)		
LZeq	80.6 dB		
LCeq	76.2 dB		
LCeq - LAeq	8.2 dB		
LAIEq	70.8 dB		
LAE	95.8 dB		
Respuesta	Campo libre		
Fecha y hora final	02/21/2020 10:29:45 a.m.		



Datos generados por el equipo de medición en el Punto 1 (réplica 4)

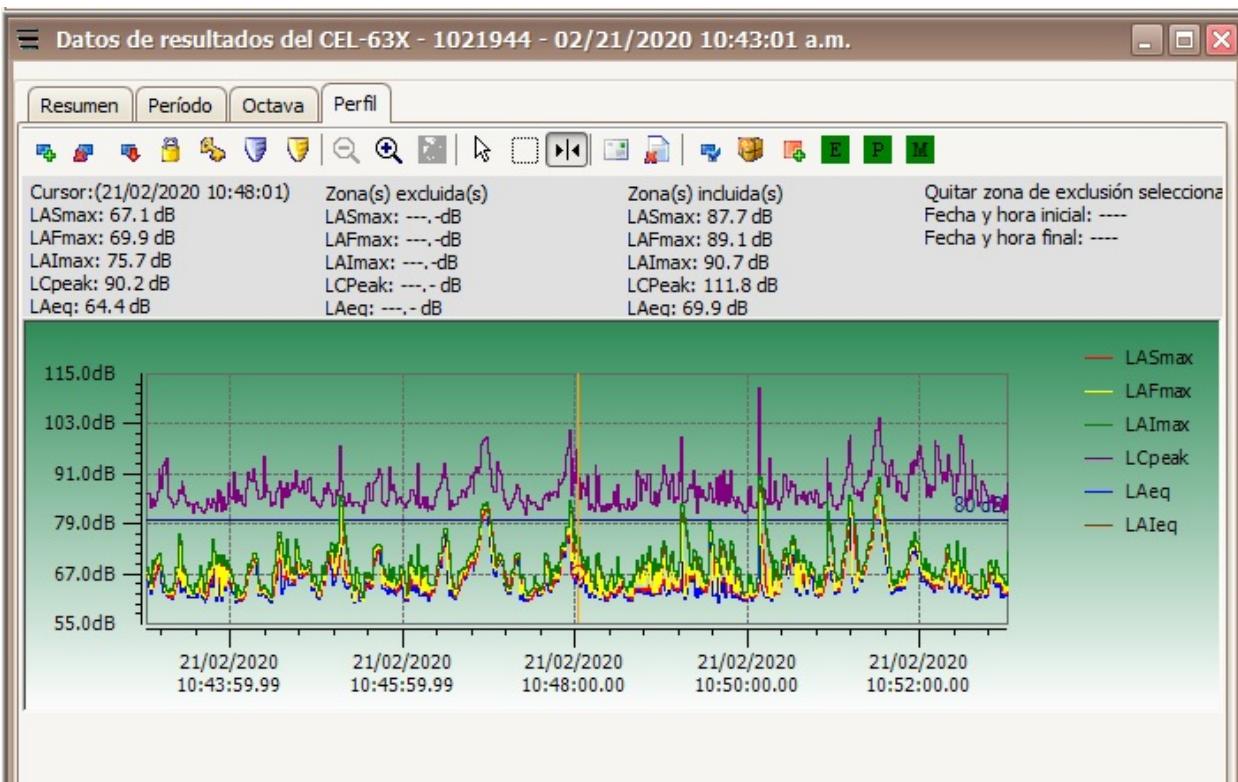
Resumen		Período	Octava	Perfil
Número serie	1021944			
Fecha y hora inicial	02/21/2020 10:30:55 a.m.			
Duración HH:MM:SS	00:10:00			
Notas				
LAeq	69.9 dB			
LCpeak con hora	100.9 dB (02/21/2020 10:34:35 a.m.)			
Lepd (Proy.)	69.9 dB			
Lex8h (Proy.)	69.9 dB			
LAFmax con hora	84.3 dB (02/21/2020 10:34:31 a.m.)			
LAImax con hora	85.1 dB (02/21/2020 10:34:30 a.m.)			
LAFmin con hora	59.1 dB (02/21/2020 10:31:02 a.m.)			
LAImin con hora	59.7 dB (02/21/2020 10:31:06 a.m.)			
LZeq	81.1 dB			
LCeq	76.3 dB			
LCeq - LAeq	6.4 dB			
LAeq	72.5 dB			
LAE	97.7 dB			
Respuesta	Campo libre			
Fecha y hora final	02/21/2020 10:40:55 a.m.			



Datos generados por el equipo de medición en el Punto 1 (réplica 5)

**Datos de resultados del CEL-63X - 1021944 - 02/21/2020 10:43:01 a.m.**

Resumen	Período	Octava	Perfil
Número serie	1021944		
Fecha y hora inicial	02/21/2020 10:43:01 a.m.		
Duración HH:MM:SS	00:10:00		
Notas			
LAeq	69.9 dB		
LCpeak con hora	111.8 dB (02/21/2020 10:50:08 a.m.)		
Lepd (Proy.)	69.9 dB		
Lex8h (Proy.)	69.9 dB		
LAFmax con hora	89.1 dB (02/21/2020 10:51:31 a.m.)		
LAImax con hora	90.7 dB (02/21/2020 10:50:08 a.m.)		
LAFmin con hora	59.0 dB (02/21/2020 10:43:54 a.m.)		
LAImin con hora	59.8 dB (02/21/2020 10:43:42 a.m.)		
LZeq	83.9 dB		
LCeq	77.4 dB		
LCeq - LAeq	7.5 dB		
LAIeq	73.2 dB		
LAE	97.7 dB		
Respuesta	Campo libre		
Fecha y hora final	02/21/2020 10:53:01 a.m.		



**Anexo 4.5. Certificado de calibración del equipo de medición**



## Certificado de Calibración

### CERTIFICATE OF CALIBRATION

**Certificado No.:** SN-1021944-OSC7507  
*Certificate number*

**Cliente:** CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A. (CODESA)  
*Customer*

**Dirección:** Plaza Aventura, oficina M-23, Vía Ricardo J. Alfaro, El Dorado, Panamá  
*Address*

**Instrumento:** SONOMETRO  
*Instrument*

**Fabricante:** CASELLA  
*Manufacturer*

**Modelo:** CEL-63X  
*Model*

**Número de serie:** 1021944  
*Serial number*

**Registro único entrada:** RC7507  
*RUE*

**Fecha de recepción:** 2018-11-29  
*Date of receipt*

**Condición de ingreso:** Sin anomalías visuales.  
*Entry condition*

**Fecha de calibración:** 2018-11-30  
*Calibration date*

**Número de páginas del certificado incluyendo anexos:** 3  
*Number of pages of this certificate and documents attached*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate must not be partially reproduced, except with prior written permission of the issuing laboratory.

El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.  
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropriated intervals.

**Aprobó:**  
*Approved by*



ALVARO ANDRES HERNANDEZ MARTINEZ  
 Director Técnico Laboratorio de calibración

**Fecha de emisión:**  
*Issue Date*

2018-11-30

**Sello:**  
*Seal*

Calibró: FAM

CA-FT-019 V4 / 2017-05-19

Página 1 de 3



ISO/IEC 17025:2005  
11-LAC-027

**Certificado No.** SN-1021944-OSC7507

**Método utilizado:**

El ítem descrito anteriormente fue calibrado por el método de comparación directa, de acuerdo a la norma CEI/IEC 61672-3 Edición 2,0 2013-09, realizando las pruebas de: Indicación del nivel de presión sonora y frecuencia, Prueba acústica de ponderación en frecuencia, Prueba eléctrica de ponderación en frecuencia y Ponderación frecuencial y temporal a 1 kHz; también descritas en el procedimiento interno CA-PR-003.

**Condiciones Ambientales:**

Temperatura Máxima: 21,7 °C  
Temperatura Mínima: 21,3 °C

Humedad Relativa Máxima: 59,5 % HR  
Humedad Relativa Mínima: 56,8 % HR

Presión atmosférica: 752,4 mbar  
Δ Presión atmosférica: 0,0 mbar

**Resultados de la calibración:**

1. Indicación del nivel de presión sonora y frecuencia

Frecuencia (Hz)	Valor esperado (dB)	Lectura Inicial (dB)	Lectura Final (dB)	Incertidumbre (dB)
1 000	94,0	93,9	94,0	0,21
1 000	104,0	103,9	104,0	0,21
1 000	114,0	113,8	114,0	0,21

2. Prueba acústica de ponderación en frecuencia

Ponderación frecuencial: C  
Nivel de referencia: 114 dB

Frecuencia (Hz)	Valor esperado, (dB)	Promedio de las Lecturas (dB)	Error (dB)	Incertidumbre (dB)
125	113,8	113,8	0,0	0,21
1 000	114,0	114,0	0,0	0,21
4 000	113,2	112,6	-0,6	0,21

3. Prueba eléctrica de ponderación en frecuencia

Nivel de referencia: 114 dB

Frecuencia (Hz)	Ponderación A				Ponderación C				Ponderación Z			
	Valor esperado (dB)	Promedio de las Lecturas (dB)	Error (dB)	Incertidumbre (dB)	Valor esperado (dB)	Promedio de las Lecturas (dB)	Error (dB)	Incertidumbre (dB)	Valor esperado (dB)	Promedio de las Lecturas (dB)	Error (dB)	Incertidumbre (dB)
63	87,8	87,7	-0,1	0,21	113,2	113,2	0,0	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21
125	97,9	97,8	-0,1	0,21	113,8	113,8	0,0	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21
250	105,4	105,3	-0,1	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21
500	110,8	110,7	-0,1	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21
1 000	114,0	114,0	0,0	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21
2 000	115,2	115,2	0,0	0,21	113,8	113,8	0,0	0,21	114,0	114,0	0,0	0,21
4 000	115,0	114,8	-0,2	0,21	113,2	113,1	-0,1	0,21	114,0	113,9	-0,1	0,21
8 000	112,9	112,5	-0,4	0,21	111,0	110,6	-0,4	0,21	114,0	113,9	-0,1	0,21



ISO/IEC 17025:2005  
11-LAC-027

**Certificado No.** SN-1021944-OSC7507

4. Ponderación frecuencial y temporal a 1 kHz

Ponderación temporal Fast

Nivel de referencia: 114 dB

Ponderación Frecuencial (Hz)	Valor esperado (dB)	Promedio de las Lecturas (dB)	Error (dB)	Incertidumbre (dB)
A	114,0	114,0	0,0	0,21
C	114,0	114,0	0,0	0,21
Z	114,0	114,0	0,0	0,21

Ponderación temporal Slow

Nivel de referencia: 114 dB

Ponderación Frecuencial (Hz)	Valor esperado (dB)	Promedio de las Lecturas (dB)	Error (dB)	Incertidumbre (dB)
A	114,0	114,0	0,0	0,21

#### Incertidumbre:

Los valores de incertidumbre expandida reportados se estimaron con un nivel de confianza de 95,45% con un factor de cobertura igual a 2 siguiendo las recomendaciones de la Guía para la expresión de la incertidumbre de la medición (GUM), incluidos sus documentos complementarios.

#### Trazabilidad:

El Laboratorio LAB&SERVICE ELECTRÓNICA ESPECIALIZADA Ltda., asegura el mantenimiento de la trazabilidad al amper (A), metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s), unidad base del SI, mediante los patrones utilizados en estas mediciones.

Patrón utilizado	Identificación	Certificado No.	Calibrado por:
CALIBRADOR ACUSTICO	AC-009	CAS-324078-Q6K0F2-901	Brüel & Kjær
GENERADOR DE FUNCIONES	AC-001	CMK-GELEC-17145 CMK-TFQ-17021	COLMETRIK

#### Observaciones:

Los valores e incertidumbres asignadas corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad a largo plazo del instrumento, y únicamente son válidos para el instrumento cuyos datos aparecen en la primera página. El Laboratorio LAB&SERVICE Electrónica Especializada Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

Este instrumento cuenta con micrófono serie 02248 y preamplificador serie 001367.

Otras Identificaciones: 45

FIN DEL CERTIFICADO

#### **Anexo 4.6. Hojas de campo**



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE RUIDO AMBIENTAL							RE-29
<b>Datos generales</b>							
Nombre del proyecto	Expansión Subestación Calzada Jauja						
Ubicación	Panillada Jultza, Calzada Jauja			Fecha y hora	21/3/2000 11:56		
Promotor	ENSA		Persona de Contacto	Katherine Thompson			
Teléfono	340-4776		Firma	Kthompson@ensa.com.pe			
<b>Datos del Inspector</b>							
Nombre	JHOANA DE ALBA	Cédula	3-713-4856	Firma	Jhoana Alba		
<b>Condiciones climáticas y datos del equipo de medición</b>							
Humedad relativa	62%	Soleado	<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo de suelo	Blando	<input type="checkbox"/>	Duro <input checked="" type="checkbox"/>
Dirección del viento	NE	Nublado	<input type="checkbox"/>	Época	Seca	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluviosa <input type="checkbox"/>
Velocidad del viento	5.5 km/h	Equipo de medición	Carenza 63x 1081944			Verificación (94.0 114) dB	0
Temperatura	30.4°C	Coordenadas	660372 E 1013587 N				0.1
<b>Características generales de la medición</b>							
Hora	Fuentes de ruido	Distancia a la fuente de ruido (m)	# Vehículos		Leq (dB)	L90 (dB)	
			Livianos	Pesados			
9:56 a.m a 10:06 am.	Pasos de autos	5 m	14	14	69.0	60.5	
	Planta Cemex	150 m					
<b>Observaciones</b>							

autos: finales III IIII IIII  
pasados III IIII IIII



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE RUIDO AMBIENTAL							RE-29
<b>Datos generales</b>							
Nombre del proyecto	Expansión Subestación Calzada Larga						
Ubicación	Parroquia Julita, Calzada Larga			Fecha y hora	8/1/20 10:08 am.		
Promotor	ENSA		Persona de Contacto	Katherine Thompson			
Teléfono	340-4776		Firma				
<b>Datos del inspector</b>							
Nombre	JOAQUÍN DE ACUÑA		Cédula	3-713-456	Firma	Joaquín De Acuña	
<b>Condiciones climáticas y datos del equipo de medición</b>							
Humedad relativa	65.2%	Soleado	✓	Tipo de suelo	Blando	✓	Duro
Dirección del viento	NE	Nublado		Época	Seca	✓	Lluviosa
Velocidad del viento	3.0 mph	Equipo de medición	Casette Cel 63x 1081944			Verificación (94 o 114) dB	0.1
Temperatura	30.1°C	Coordenadas	6603728 1013587N				0.1
<b>Características generales de la medición</b>							
Hora	Fuentes de ruido	Distancia a la fuente de ruido (m)	# Vehículos		Leq (dB)	L90 (dB)	
			Livianos	Pesados			
10:08 a.m. a 10:14 a.m.	Ruido de autos	5m	12	13	70.7	61.0	
	Planta CEMEX	150 m					
<b>Observaciones</b>							
<u>autos</u> : Jirianos III III II Residuos III III III							



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE RUIDO AMBIENTAL							RE-29	
<b>Datos generales</b>								
Nombre del proyecto	Expansión Subestación Calzada Larga.							
Ubicación	Parvillada Tultzán, Calzada Larga			Fecha y hora	21/01/2020 10:19 am.			
Promotor	ENSA		Persona de Contacto	Katherine Thompson				
Teléfono	340-4776		Firma					
<b>Datos del Inspector</b>								
Nombre	Elena de Alba	Cédula	3-713-456	Firma	Alba			
<b>Condiciones climáticas y datos del equipo de medición</b>								
Humedad relativa	65,1%	Soleado	<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo de suelo	Blando	<input type="checkbox"/>	Duro	<input checked="" type="checkbox"/>
Dirección del viento	NE	Nublado	<input type="checkbox"/>	Época	Seca	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluviosa	<input type="checkbox"/>
Velocidad del viento	5,5 kmph	Equipo de medición	casilla del 63x 1071944			Verificación (94 o 114) dB	0.1	
Temperatura	30,1°C	Coordenadas	6603928 1012407N				0	
<b>Características generales de la medición</b>								
Hora	Fuentes de ruido	Distancia a la fuente de ruido (m)	# Vehículos		Leq (dB)	L90 (dB)		
			Livianos	Pesados				
10:19 am a 10:29 am	Paso de autos Planta Cemex	5m 150m	15	12	68.0	60.5		
<b>Observaciones</b>								

autos: finijanos IIIIII IIIII  
Pesados IIIII IIII II

(4)



N° SC-CER133957

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE RUIDO AMBIENTAL							RE-29
<b>Datos generales</b>							
Nombre del proyecto	Expansión Subestación Calzada Larga						
Ubicación	Parroquia Jolitzca, Calzada Larga			Fecha y hora	21/8/20 10:30 a.m.		
Promotor	ENSA	Persona de Contacto			Katherine Thompson		
Teléfono	340-4776	Firma					
<b>Datos del Inspector</b>							
Nombre	JHOANA DE ALBA	Cédula	3-213 456	Firma	Jhoana Alba		
<b>Condiciones climáticas y datos del equipo de medición</b>							
Humedad relativa	61,6%	Soleado	✓	Tipo de suelo	Blando		Duro
Dirección del viento	NE	Nublado		Época	Seca	✓	Lluviosa
Velocidad del viento	5,4 km/h	Equipo de medición	Casella Cel 631 1021944			Verificación (94 o 114) dB	0
Temperatura	30,8°C	Coordinadas	600370E 1013587N				0
<b>Características generales de la medición</b>							
Hora	Fuentes de ruido	Distancia a la fuente de ruido (m)	# Vehículos		Leq (dB)	L90 (dB)	
			Livianos	Pesados			
10:30 a.m a 10:40a.m	Llave de autos Planta Cemex	5m 150m	14	13	69,9	61,5	
<b>Observaciones</b>							
<p><u>Autos:</u> Llave de autos IIIII IIIII IIIII</p> <p><u>Pesados:</u> IIIII IIIII IIII</p>							



(5)

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE RUIDO AMBIENTAL					RE-29	
<b>Datos generales</b>						
Nombre del proyecto	Expansión Subestación Calzada Larga					
Ubicación	Panillaba Julitza, Calzada Larga			Fecha y hora	21/2/20 10:43	
Promotor	ENSA	Personas de Contacto		Katherine Simpson		
Teléfono	340-4476	Firma				
<b>Datos del Inspector</b>						
Nombre	Cédula	Firma		Alvaro Alba		
<b>Condiciones climáticas y datos del equipo de medición</b>						
Humedad relativa	62%	Soleado	<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo de suelo	Blando	Duro
Dirección del viento	NE	Nublado	<input checked="" type="checkbox"/>	Época	Seca	Lluviosa
Velocidad del viento	3.8 km/h	Equipo de medición	Catalina 63x 1021944		Verificación (94 o 114) dB	0
Temperatura	29.7°C	Coordenadas	660372E 1013587N			0
<b>Características generales de la medición</b>						
Hora	Fuentes de ruido	Distancia a la fuente de ruido (m)	# Vehículos		Leq (dB)	L90 (dB)
			Livianos	Pesados		
10:43 am a 10:53 am	Paso de autos	5m	15	18	69.9	61.0
	Planta PEMEX	150 m				
<b>Observaciones</b>						
<p>autos: <u>lineales</u> III III III</p> <p>Pesados: III III III II</p>						