



**CORPORACIÓN CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL
SECTOR ELÉCTRICO - CIDET**

**CONGEMA
MONITOREO DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA**

**PROYECTO:
CT-20-C-15 - MEDICIÓN DE RUIDO SUBESTACIÓN COMPARTIR**

Ing. Victoria Mercado Fernández

INFORMACIÓN CONFIDENCIAL – Este documento pertenece a la Corporación Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico - CIDET y sus investigadores asociados y fue desarrollado para uso discrecional por parte de las instituciones involucradas en el proyecto. No se puede utilizar para fines distintos a las de seguimiento del proyecto sin consentimiento escrito del CIDET. No podrá ser usado de cualquier manera en detrimento de los intereses del CIDET.

Medellín, julio 2020

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo General	5
2.2 Objetivos Específicos	5
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 Fundamentos teóricos para valoración de niveles de presión sonora	6
3.1.1 Nivel de presión sonora según su banda	6
3.1.2 Nivel de emisión de ruido según su ponderado y tiempo de respuesta	7
3.1.3 Nivel sonoro continuo equivalente Leq	7
3.1.4 Nivel Sonoro LN	8
3.2 Posibles implicaciones para la salud de la exposición al ruido	8
4. MARCO LEGAL	8
5. METODOLOGÍA	10
5.1 Equipos de medición	10
5.2 Procedimiento de medición de emisión de ruido	12
5.3 Ajustes por componentes emisión	13
6. TIPO Y CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO	15
6.1 Información meteorológica durante las mediciones	15
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	16
7.1 Fuentes de emisión de ruido	16
7.2 Resultado de medidas de emisión de ruido	18
7.3 Ajustes de los resultados de las medidas de emisión de ruido	19
8. CONCLUSIONES	21
9. BIBLIOGRAFIA	21
ANEXO	22

Tablas

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido, dB (A)	9
Tabla 2. Características de los equipos utilizados	10
Tabla 3. Equipos implementados en las mediciones	12
Tabla 4. Puntos de Monitoreo de Ruido	15
Tabla 5. Puntos de medición en la Subestación Compartir	18
Tabla 6. Niveles de presión sonora a fuentes de emisión de ruido	18
Tabla 7. Niveles de presión sonora L90	19



Tabla 8. Ajuste de mediciones diurna y nocturna.....20

Tabla 9. Resumen de resultados obtenidos.20

Imágenes

Imagen 1. Sonómetro Svantek.....11

Imagen 2. Termohigrómetro digital UNI-T.....11

Imagen 3. Anemómetro UNI-T12

Imagen 4. Calibrador acústico 3M.....12

Imagen 5. Imagen Satelital Punto de Monitoreo.....15

Figuras

Figura 1. Área de audición humana clasificada por lesión acústica y pérdida de audición
potenciales.6

Figura 2. Banda de Tercios de Octava.6

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, según la Constitución Política prescribe que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, la normativa regula estándares de ruido y un mínimo de confort acústico para la convivencia entre el hombre y el desarrollo industrial, especificando los límites acústicos, con el fin de evitar los efectos nocivos que alteren la salud de la población, la paz pública o el derecho fundamental de las personas a disfrutar de un ambiente sano.

Teniendo esto presente CONGEMA desarrolla a través del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico CIDET el presente estudio, donde se relaciona la medición y análisis de emisión de ruido, con respecto a los equipos ubicados en patio de la Subestación Compartir. Ubicada en la Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal, Soacha - Cundinamarca. El monitoreo se realizó entre los días 28 y 29 de mayo de 2020.

Con el fin de conocer el comportamiento de los niveles de presión sonora durante la operación de la subestación, los resultados obtenidos se comparan con los estándares máximos permisibles establecidos en la Resolución 627 de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), para emisión de ruido.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar el monitoreo de medidas, cálculo y análisis de los niveles de emisión de ruido de la Subestación Compartir, ubicada en la Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal, Soacha - Cundinamarca, de acuerdo con los procedimientos establecidos en CIDET y con los parámetros de la Resolución 627 de 2006 expedida por el MAVDT, tomando registros en horario diurno y nocturno.

2.2 Objetivos Específicos

Medir los niveles de presión sonora generados por los equipos eléctricos de patio de la Subestación Compartir de la empresa ENEL CODENSA S.A. ESP ubicada en la Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal en Soacha – Cundinamarca.

Identificar los puntos donde se presenta mayor emisión de ruido, aplicar los ajustes y fórmulas correspondientes para así poder compararlos con los niveles permisibles de emisión de ruido establecidos en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, para el SECTOR C, (subsector: Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos).

3. MARCO TEÓRICO

El ruido se define como sonido u otra alteración desagradable o no deseada; sonido con naturaleza general aleatoria, cuyo espectro no exhibe componentes de frecuencia claramente definidos (*Harris, 1995*).

El área de sensación auditiva limita, a niveles bajos de emisión de ruido, con el umbral de la audición (*nivel de emisión mínimo capaz de evocar una sensación auditiva*), y a niveles muy altos, con el umbral de malestar, “sensación de tacto”, dolor y cosquilleo el oyente medio experimenta malestar significativo en un campo libre a niveles de emisión de ruido por encima de 120 dB.

Existe una interacción de fundamental importancia entre el nivel de emisión de ruido y la duración del sonido estimulador en la producción de desplazamientos temporales del umbral. Debido a esta interacción en el análisis de la exposición se deben tener en cuenta el nivel sonoro y la duración, considerándolos conjuntamente al describir los efectos del ruido sobre la audición.

Experimentos sobre la exposición de sujetos humanos a niveles de ruido entre 80 y 95 dB, durante tiempos por encima de 8 horas, han mostrado que el desplazamiento temporal del umbral aumenta a medida que aumenta la duración de la exposición hasta cierto límite temporal y luego se estabiliza. Aunque existen diferencias individuales, esta condición se logra después de 8 a 12 horas de exposición.

El área de audición puede dividirse en cuatro zonas de acuerdo con su potencial para que se produzcan pérdidas auditivas. (Ver Figura 1).

Zona I: Los sonidos en esta zona son inaudibles.

Zona II: Los sonidos en esta zona no plantean riesgo.

Zona III: Los sonidos en esta zona plantean un riesgo cualificado.

Zona IV: Los sonidos en esta zona plantean un riesgo elevado.

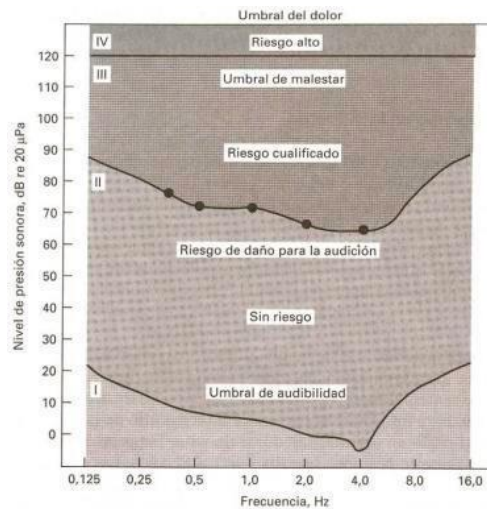


Figura 1. Área de audición humana clasificada por lesión acústica y pérdida de audición potenciales.

FUENTE: J.H. Mills, *Seminars on hearing*, vol. 9, 1988, p.260.

3.1 Fundamentos teóricos para valoración de niveles de presión sonora

3.1.1 Nivel de presión sonora según su banda.

- ✓ **Banda:** Un segmento del espectro de frecuencias.
- ✓ **Banda ancha:** Intervalo de frecuencias suficientemente amplio que cubre las zonas de frecuencias bajas, medias y altas.
- ✓ **Banda de octava:** Un espectro que tiene una octava de ancho. Es un conjunto continuo de frecuencias en torno a una frecuencia central. Las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75. La percepción del oído humano contiene aproximadamente 10 bandas de octava.
- ✓ **Banda de tercios de octava:** Tercera parte de una banda de octava.

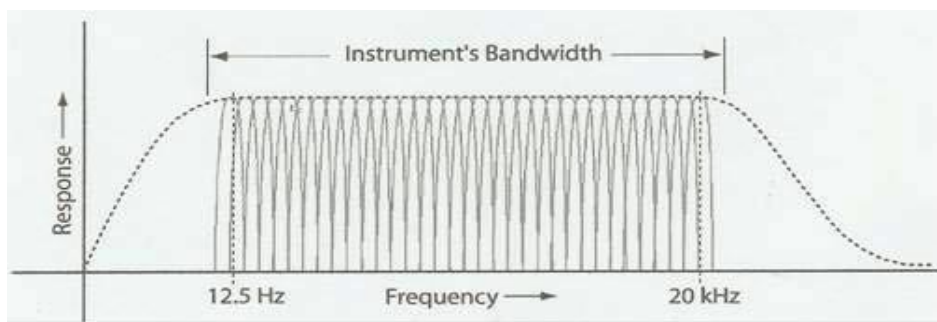


Figura 2. Banda de Tercios de Octava.

FUENTE: www.pce-iberica.es

- ✓ **Filtro de tercios de octava:** Dispositivo que permite efectuar el análisis de una señal acústica según sus componentes en bandas de tercios de octava.

3.1.2 Nivel de emisión de ruido según su ponderado y tiempo de respuesta.

- ✓ **Ponderación o respuesta temporal:** Se refiere al tiempo promedio con que un sonómetro procesa la señal que recibe. La elección de la ponderación de tiempo exponencial, para usarla en una medición concreta, depende de la variabilidad de la señal del sonido y de los requisitos de la norma de medición aplicable.
- ✓ **Ponderación A:** Es la ponderación de frecuencia que corresponde aproximadamente a la curva de igual nivel de sonoridad de 40dB, es decir, que coincide con la respuesta del oído humano a los niveles sonoros medios y bajos. Este filtro atenúa las frecuencias por debajo de 1000 Hz, amplifica las comprendidas entre 1000 Hz y 5000 Hz, y atenúa las que superan los 5000 Hz, aunque no de la misma manera que lo hace en las bajas frecuencias.
- ✓ **Ponderación C:** sigue aproximadamente a la isofónica de 100 dB, que coincide con la respuesta del oído humano a los niveles sonoros relativamente altos. Se utiliza principalmente al evaluar el ruido de baja frecuencia o los valores de pico cuando los niveles de presión acústica son elevados. La ponderación C es bastante uniforme entre 50 y 5000 Hz.
- ✓ **Ponderación Z:** Ponderación plana o lineal, cuya característica de respuesta es que es en esencia independiente de la frecuencia. Está definida por 0 dB entre 10 Hz y 20000 Hz. Trata todas las frecuencias con validez igual.
- ✓ **Respuesta temporal rápida:** Promedio temporal con ponderación rápida. Tiene una constante nominal de tiempo de 0.125 segundos (125 ms). Se denota por F (del inglés fast).
- ✓ **Respuesta temporal lenta:** Promedio temporal con ponderación lenta. Tiene una constante nominal de tiempo de 1 segundo (1000 ms). Se denota por S (del inglés slow).
- ✓ **Respuesta temporal por impulsos:** Tiene una constante nominal de tiempo de 0,035s (35 ms) para señales de intensidad creciente y de 1.5s, para señales de intensidad decreciente. Se denota por I (del inglés impulse).
- ✓ **Frecuencia:** Es el número de ciclos por unidad de tiempo de una función periódica en el tiempo ($f = c/s$). La frecuencia es el inverso del período. Se denota por f . La unidad es el hercio (HZ).

3.1.3 Nivel sonoro continuo equivalente Leq.

Nivel de un sonido de intensidad constante que, en un periodo de tiempo establecido y en una localización determinada, tiene la misma energía sonora que el sonido que varía con el tiempo, se puede considerar como el nivel de presión sonora constante que tendría la misma energía acústica que el ruido fluctuante o variable medido en el mismo periodo de tiempo. El nivel de presión sonora continuo equivalente viene entonces expresado por la ecuación:

$$L_{eq,T} = 10 \log \left[\frac{\sum T_i \left(\frac{L_{eq,Ti}}{10} \right)}{\sum T_i} \right]$$

En la cual:

T_i = Son los intervalos unitarios de tiempo de medición.

- ✓ **Nivel equivalente día:** Se simboliza como $LA_{eq,d}$ y consiste en el valor LA_{eq} medido durante las horas del día.
- ✓ **Nivel equivalente noche:** Se simboliza como $LA_{eq,n}$ y consiste en el valor LA_{eq} medido durante las horas de la noche.

3.1.4 Nivel Sonoro L_N .

Es un índice que se calcula mediante un análisis estadístico del ruido, siendo el nivel de ruido en dB(A), que se ha sobrepasado durante el N% del tiempo de medida.

- ✓ L_{10} : es el nivel de emisión de ruido en dB(A) que se sobrepasa durante el 10% del tiempo de observación (se usa para señalar niveles de pico).
- ✓ L_{50} : es el nivel de emisión de ruido en dB(A) que se sobrepasa durante el 50% del tiempo de observación.
- ✓ L_{90} : es el nivel de emisión de ruido en dB(A) que se sobrepasa durante el 90% del tiempo de observación. Se suele utilizar para indicar lo que se conoce como ruido de fondo, ya que es el nivel de presión sonora de base, que está presente casi todo el tiempo. Se denota por L_{90} .

3.2 Posibles implicaciones para la salud de la exposición al ruido

Los resultados obtenidos en varios estudios apoyan la hipótesis que el ruido ha de ser considerado como un factor de riesgo para la salud, conduciendo a la aparición de ciertos trastornos, tales como hipertensión, enfermedades coronarias y cambios bioquímicos. En un modelo de múltiples factores de riesgo, hay que diferenciar los factores de riesgos primarios y secundarios. Los factores primarios son somáticos (fisiológicamente descriptibles). Los factores secundarios, que incluyen los procesos del entorno social humano, influyen e incluso causan los factores primarios a través de los procesos emocionales reflejados en el sistema nervioso.

Investigaciones específicas demuestran efectos fisiológicos del ruido sobre la actividad muscular (p.ej. tensión muscular, sobresalto), reflejos respiratorios (después de pulsaciones cortas – 2 segundos – de tonos con una frecuencia de 1000 Hz, a niveles de emisión sonora de 70, 90 y 120 dB, se producen movimientos respiratorios mayores y más lentos), corazón y circulación (p.ej. cambios de la tasa cardiaca, vasoconstricción en la piel), pupila ocular (un ruido de banda ancha con un nivel de emisión sonora de 75 dB aprox., es el nivel más bajo en el que se observa dilatación de la pupila), equilibrio (alterado por el ruido banda ancha con niveles de emisión de ruido por encima de 100 dB).

A veces se considera al estrés como la causa de los efectos fisiológicos del ruido. La tendencia a lograr la estabilidad, dentro de unos límites, de los distintos parámetros fisiológicos internos frente a las influencias, incluido el ambiente exterior, tendente a la producción de cambios de denominación *homeostasis*, relacionada con el grado de estrés generado a partir del ruido.

4. MARCO LEGAL

La Resolución 627 del 07 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, reglamenta el componente ruido en el ámbito nacional y en él se establecen las “normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruido”, dicha norma puntualiza para efectos de

aplicación, los siguientes horarios para todo el territorio nacional, diurno desde las 7:01 hasta las 21:00 horas y nocturno de las 21:01 a las 7:00 horas.

Según lo establecido en el Artículo 7 de la norma en mención, los resultados obtenidos en las mediciones de emisión de ruido deben ser utilizados para la verificación de los niveles de emisión ruido por parte de las fuentes. Los resultados obtenidos se representan mediante mapas de ruido los cuales permiten visualizar la realidad en lo que concierne a la emisión de ruido, identificar zonas críticas y posibles contaminantes por emisión de ruido.

Los niveles de emisión de ruido (expresados en decibeles dBA) producidos por una o varias fuentes, deben registrar niveles coherentes dependiendo del uso del suelo en que se esté realizando el estudio (ver Tabla 1); en virtud de ello, la resolución 627 del 2006 especifica en el Artículo 9 los estándares máximos permisibles de emisión de ruido, para diferentes sectores dependiendo del tipo de actividad ejecutada en los mismos.

Con base en lo anterior los valores de niveles de emisión de ruido registrados en los equipos de la Subestación Compartir, ubicada en la Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal, Soacha - Cundinamarca, se comparan con la normatividad ambiental establecida en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT para el SECTOR C, subsector: Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos; dicho sector se selecciona de acuerdo a los usos del suelo que posee el lugar en donde se realiza la medida.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido, dB (A).

FUENTE: MAVDT. Resolución 627 de 2006.

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, el resultado final de las mediciones para emisión de ruido se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Leq \text{ emisión} = 10 \log (10^{LRAeq \text{ 1h}/10} - 10^{LRAeq \text{ 1h residual}/10})$$

En la cual:

L_{Aeq}, 1h: Nivel de Presión continuo equivalente ponderado A.

L_{RAeq}, 1h: Nivel de Emisión Total.

L_{RAeq}, 1h residual: Nivel de Emisión, ruido residual.

5. METODOLOGÍA

5.1 Equipos de medición

En el muestreo se disponían de los equipos necesarios para realizar las medidas de emisión de ruido. Se utilizó un sonómetro de marca SVANTEK (ver Imagen 1), equipo diseñado bajo los requerimientos y regulaciones de la norma IEC 61672-1:2002, un calibrador acústico de marca 3M (ver imagen 2) y un anemómetro marca UNI-T (ver Imagen 3) y un termohigrómetro de marcas UNI-T (ver Imagen 4).

En la Tabla 2, se relacionan los equipos utilizados con su respectivo certificado de calibración.

Tabla 2. Características de los equipos utilizados.

Equipo	Marca	Modelo	Serial	Número de certificado	Laboratorio de calibración	Fecha de calibración
Sonómetro	SVANTEK	Svan 971	80290	SN-80290-OSC6389	Lab&service Ltda	13 de septiembre 2019
Pistófono (Calibrador acústico)	3M	AC-300	AC300010498	CA-AC300010498-OSC6388	Lab&service Ltda	17 de abril 2018
Anemómetro	UNI-T	UT-362	C172894199	HX-CC-AN-8765	Higielectronix Ltda	24 de febrero 2020
Termohigrómetro	UNI-T	UT-332	C172894860	CC 105074	CELSIUS	9 de febrero 2018



Imagen 1. Sonómetro Svanetek.



Imagen 2. Termohigrómetro digital UNI-T

 <i>Imagen 3. Anemómetro UNI-T</i>	 <i>Imagen 4. Calibrador acústico 3M.</i>
--	---

Tabla 3. Equipos implementados en las mediciones.

En el ANEXO se puede evidenciar en detalle los certificados de calibración correspondientes a cada equipo de medida. Cada uno de estos se encuentra calibrado bajo acreditación de ONAC, bajo norma ISO/IEC 17025:2005.

5.2 Procedimiento de medición de emisión de ruido

- ✓ **Aplicabilidad:** Medición de niveles de presión sonora (NPS) provenientes de diversas fuentes de emisión internas en el área de estudio, obtenidos en los puntos que se hayan identificado como sensibles al funcionamiento del transformador eléctrico.
- ✓ **Parámetros de medición (Configuración del sonómetro):** El principal parámetro para emisión es: nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A, LAeq, T en respuesta lenta (S) y de impulso (I).
- ✓ **Consideraciones al momento de realizar la medición, no se debe desarrollar mediciones en:**
 - Condiciones de lluvia y/o de pavimentos húmedos.
 - Velocidad del viento superior a 3 m/s.
 - El monitoreo quedará aplazado hasta que se presenten las condiciones óptimas para su desarrollo.
- ✓ **Verificación de los implementos requeridos, verificar que se cuenta con todos los equipos necesarios para el monitoreo:**
 - Sonómetro
 - Calibrador
 - Termohigrómetro
 - Anemómetro
 - Trípode

- ✓ **Calibración del Sonómetro:** Se debe calibrar el sonómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante, utilizando el calibrador o pistófono antes de iniciar las actividades y una vez terminadas las mismas.
- ✓ **Establecer horario diurno y nocturno:** Para efectos de medición en el horario diurno y nocturno, se debe regir por lo estipulado en la normatividad vigente (Resolución 627 de 2006), en donde se establece para todo el territorio nacional los siguientes horarios: de las 7:01 horas a las 21:00 horas como horario diurno y desde las 21:01 horas hasta las 7:00 horas como horario nocturno.
- ✓ **Definición de hora crítica:** Para la realización del monitoreo se elegirá la hora de mayor incidencia sonora, teniendo en cuenta las actividades del lugar de estudio, el monitoreo se debe realizar a la hora en que más ruido registre.
- ✓ **Medición velocidad del viento:** Se debe medir la velocidad del viento con el anemómetro, a una distancia de 0,5 metros del sonómetro. Si la velocidad del viento es mayor a 3 m/s, no se realiza la medición.
- ✓ **Ubicación Áreas de Medición:** Se debe identificar la fuente fija de emisión que, para este caso, corresponde a los equipos de patio de la Subestación Compartir. Se tomaron los puntos concernientes a los laterales norte, sur este y oeste de la subestación y el punto entre las barras de transformación, perteneciente a la empresa ENEL CODENSA S.A. ESP, ubicada en la Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal, Soacha – Cundinamarca
- ✓ **Determinación del Nivel de Presión Sonora:** Una vez ubicado el punto de muestreo en el área de estudio, se realizarán mediciones de 15 minutos de manera continua, orientando el sensor del equipo hacia la fuente principal de emisión.
- ✓ **Verificar la calibración de los equipos de medición al final de la medición:** Se debe ajustar el sonómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante utilizando el calibrador o pistófono después de efectuar las mediciones.

5.3 Ajustes por componentes emisión

Para poder presentar unos resultados con valores que se ajusten más a la realidad y de esta forma trabajar con información mucho más inequívoca, a cada nivel equivalente se le efectúa el correspondiente ajuste.

Este proceso se fundamenta en lo expresado en el artículo 6 de la Resolución 627 del 2006 en donde se expone que existe cuatro (4) tipos de ajustes, a saber: ajuste por impulsos (KI), ajustes por tono (KT), ajuste por horario (KR) y ajuste por ruido proveniente de unidades o equipos de ventilación o climatización (KS). En el anexo 2 de dicha norma se establece la metodología para determinar los valores de ajuste para cada K. De igual forma, el artículo 6 estipula que “*el nivel de presión sonora equivalente solo se corrige por un solo factor K, que es el de mayor valor en dB(A)*” que presentaron los ajustes Ks, Kt, Ki y Kr, el factor K calculado se adiciona a los valores tomados en campo, para obtener los valores ajustados y utilizarlos en la ecuación “Cálculo de la emisión o aporte de ruido” que permite hallar el Nivel de emisión.

- ✓ **Ks (Instalaciones de Ventilación):** La corrección de nivel Ks es un ajuste (positivo o

negativo) que se aplica de la siguiente manera: Si el ruido proviene de las instalaciones de ventilación y climatización produce bajas frecuencias se ajusta de la con 5 dB(A) en período diurno y 8 dB(A) en período nocturno.

- ✓ **Ki (Componente impulsivo):** Se pueden presentar tres situaciones al momento de determinar el ajuste por componente impulsivo; que este sea Fuerte, Neto o Nulo. A continuación, se explica la diferencia existente entre cada componente.

Fuerte (+ 6 dB a cada lectura parcial): Presenta alta incidencia por impulsos de ruido (picos en niveles de presión sonora emitidos en una duración similar de tiempo).

Neto (+ 3 dB a cada lectura parcial): Se presentó incidencia media por ruidos impulsivos.

Nulo (no se efectúa ajuste): Indica que durante el monitoreo no se presentaron variaciones por impulsos de ruido.

- ✓ **KR (Ajuste por horario):** Este ajuste se utiliza en condiciones de ruido con variaciones constantes, caso en el cual deberían adicionarse 10 dBA al horario nocturno, considerando la posible mayor afectación a la comunidad. En los casos que las condiciones de emisión de ruido son relativamente homogéneas el ajuste por horario es nulo.

- ✓ **KT (Componente tonal):** Se tomaron en consideración los componentes tonales del ruido en el lugar de las mediciones, realizando un análisis con resolución de 1/3 de octava (medición de los niveles de ruido para 32 frecuencias), se determina la ausencia o presencia de componentes tonales en el ancho de banda que abarca el escucha humano (12,5 Hz a 20 KHz). Dependiendo el ancho de banda que se esté analizado se pueden encontrar componentes tonales Fuertes, netos y nulos que se ajustan de la siguiente manera:

Por percepción nula de componentes tonales: 0 dB(A).

Por percepción neta de componentes tonales: 3 dB(A).

Por percepción fuerte de componentes tonales: 6 dB(A).

- ✓ **Interpretación de resultados:** Para la medición de los niveles de emisión de presión sonora, como se describe en el capítulo I del Anexo 3 de la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el resultado final de las mediciones se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Leq_{(emisión)} = 10 \log(10^{LRAeq,1h/10} - 10^{LRAeq,1h,residual/10})$$

En donde:

Leq (emisión): Nivel de emisión sonora o aporte de la(s) fuente(s) sonora(s), ponderado A.

LRAeq, 1h: Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en una hora.

LRAeq, 1h, residual: Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, Residual, medido en una hora o el L90 si las maquinas no se apagaron.

6. TIPO Y CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO

En la Tabla 4 se muestra de manera general la ubicación del sitio de monitoreo.

Monitoreo	Descripción del punto	Dirección	Sector	Subsector
Fuentes fijas. Emisión de Ruido.	Subestación Compartir	Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal Soacha-Cundinamarca	Sector C	Zona con usos permitidos comerciales

Tabla 4. Puntos de Monitoreo de Ruido.

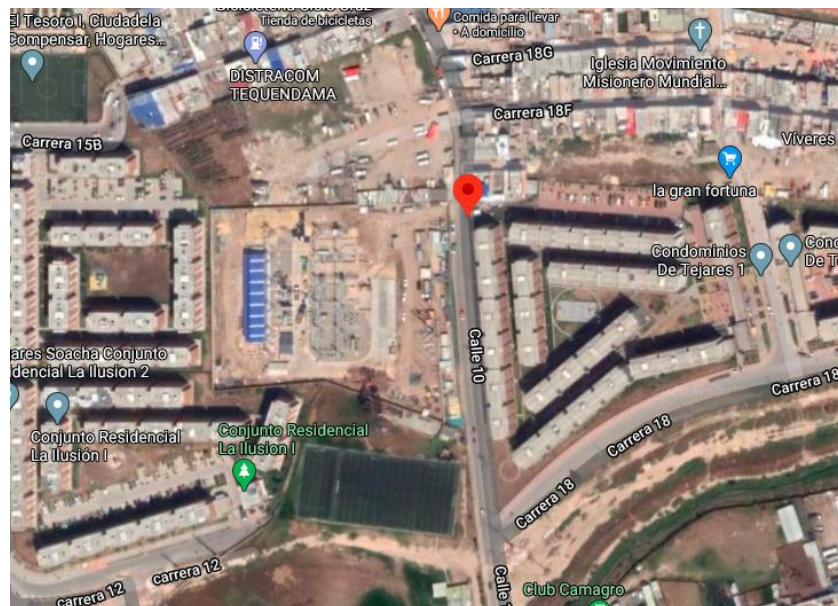


Imagen 5. Imagen Satelital Punto de Monitoreo.

FUENTE: Google Maps. (junio del 2020)

6.1 Información meteorológica durante las mediciones

En los monitores de niveles de presión sonora las condiciones climáticas representan un factor importante para la ejecución del proceso, durante el monitoreo de equipos a la Subestación Compartir que se encuentra en Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal en Soacha – Cundinamarca, las condiciones fueron aptas para realizar las medidas correspondientes ya que no se presentaron lluvias.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según lo expuesto en la Resolución 627 de 2006, en el Anexo 1 y el Artículo 7: “La emisión de ruido es la presión sonora que, generada en cualquier condición, trasciende al medio ambiente o al espacio público, entendiendo el espacio público como el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación, a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por tanto, los estándares de los intereses individuales de los habitantes.”

Según lo establecido en la Resolución 627 de 2006 expedida por el ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial el ruido residual “corresponde al ruido total cuando los ruidos específicos en consideración son suspendidos. El ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico”. Debido a lo anterior no es posible realizar la medición del ruido residual en campo dado que sería necesario detener el funcionamiento de equipos eléctricos de patio perteneciente a la empresa ENEL CODENSA S.A. ESP, ya que se requiere que los ruidos específicos sean suspendidos.

Por lo tanto, para la estimación del ruido residual se adoptó lo dispuesto en el párrafo del Artículo 4 de la Resolución en mención: “Si por alguna razón no es posible medir el ruido residual, se toma como valor el correspondiente al nivel percentil L_{90} ”. Debido a lo anterior la determinación del nivel equivalente de ruido corresponde a la lectura equivalente (L_{eq}) ajustada matemáticamente según lo establecido en la normatividad con el ruido de la zona que en este caso es el L_{90} .

7.1 Fuentes de emisión de ruido

En la subestación Compartir, se realizó la muestra de medidas en 5 puntos específicos, que corresponden a los laterales de la subestación y entre las barras de transformación. El micrófono del equipo se direccionó hacia los equipos de patio para detectar el aporte de estos.

PUNTOS DE MEDICIÓN	
	
PUNTO 1. SUR	MEDICIÓN PUNTO 1



PUNTO 2. OESTE



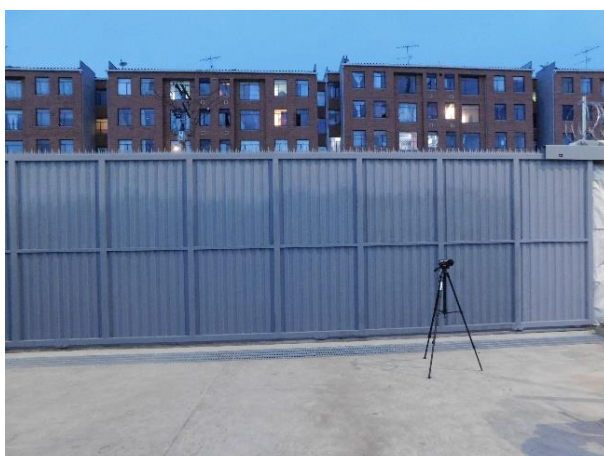
MEDICIÓN PUNTO 2



PUNTO 3. NORTE



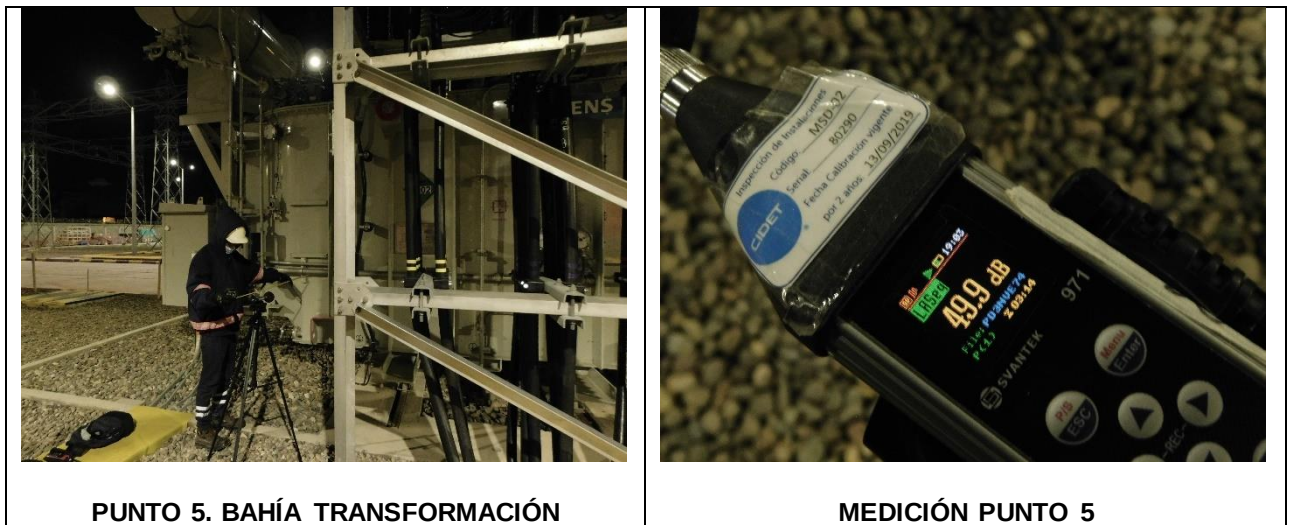
MEDICIÓN PUNTO 3



PUNTO 4. ESTE



MEDICIÓN PUNTO 4



PUNTO 5. BAHÍA TRANSFORMACIÓN

MEDICIÓN PUNTO 5

Tabla 5. Puntos de medición en la Subestación Compartir

7.2 Resultado de medidas de emisión de ruido.

Para la realización de las medidas se utilizó un sonómetro marca SVANTEK, que fue calibrado y configurado en ponderación A con tiempo de respuesta S según lo indicado en la resolución.

Se realizaron 5 mediciones distribuidas en 15 minutos por cada punto, a una distancia horizontal de 1,5m y a 1,2m de altura de la fuente de emisión de ruido, dichas mediciones se llevaron a cabo entre las 16:30 y 5:10 (horarios diurno y nocturno en la franja establecida según la normatividad); los datos de la medición se reportan en la tabla 6.

Fuente de Emisión	Dirección	Horario de operación	Hora	Tiempo de medición promedio	Lectura	Medición Tomada en Campo – LASeq (dB)
Subestación Compartir	Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal	24h	14:57	15 min	Punto 1	59,37
			17:24		Punto 2	45,40
			17:55		Punto 3	54,60
			18:20		Punto 4	56,21
			18:44		Punto 5	49,31

Tabla 6. Niveles de presión sonora a fuentes de emisión de ruido.

Teniendo en cuenta que la fuente de emisión de ruido es una subestación de energía que está en funcionamiento de forma permanente, no se puede suspender para tomar la medición y el valor del ruido residual; por tanto, este valor será tomado como el valor correspondiente al nivel percentil L90, que es el nivel sonoro en dB que sobrepasa durante el 90% del tiempo de observación (según lo establecido en la normatividad). Los datos de la medición se reportan en la tabla 7.

Fuente de Emisión	Dirección	Horario de operación	Hora	Tiempo de medición promedio	Lectura	Valor de Ruido Residual - L90(dB)
Subestación Compartir	Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal	24h	02:13	15 min	Punto 1	35,5
			02:48		Punto 2	31,1
			03:10		Punto 3	35,3
			03:30		Punto 4	41,1
			04:00		Punto 5	48,5

Tabla 7. Niveles de presión sonora L90.

7.3 Ajustes de los resultados de las medidas de emisión de ruido.

Teniendo en cuenta el artículo 6 de la resolución 627 de 2006, las medidas de ser necesario deben ser ajustadas bajo cuatro parámetros (K_S – K_R – K_i – K_T) que se explicaron en el numeral 5.3 del presente documento.

A continuación, se relaciona la justificación del ajuste que se realizó a los resultados obtenidos:

- ✓ **K_S (Instalaciones de Ventilación):** En ninguno de los puntos monitoreados fue necesario calcular los ajustes por K_S , ya que en el área bajo análisis no hay presencia de instalaciones de equipos de ventilación y/o climatización que produzcan bajas frecuencias.
- ✓ **K_R (Ajuste por horario):** El ajuste por horario no se aplicó debido a que este ajuste se utiliza en condiciones de un ruido con variaciones constantes, caso en el cual deberían adicionarse 10 dBA al horario nocturno, considerando la posible mayor afectación a la comunidad, cosa que no se evidencia en la medición.
- ✓ **K_i (Componente impulsivo):** Durante las medidas no se presentaron variaciones por impulsos de ruido, en la hora de las mediciones no se perturbó el ambiente con sonidos externos, por esta razón el componente impulsivo es nulo.
- ✓ **K_T (Componente tonal):** El ajuste por componentes tonales (K_T) registró una clasificación **Neta (+3 dB)** debido a que al menos uno de los tonos registrados es mayor en 5dB a los datos adyacentes de la medida, esto es un índice claro de que el transformador tiene tonos audibles que deben ser tenidos en cuenta en el ajuste.

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos en la medición con el factor de ajuste de 3dB para Kt.

Fuente de Emisión	Lectura	Medición LRAeq en Campo	AJUSTE (dB)				Medición LRAeq Ajustada	Valor de Ruido Residual - L90(dB)	AJUSTE (dB)				Valor L90(dB) Ajustado
			KS	KR	KI	KT			KS	KR	KI	KT	
Subestación Compartir	PUNTO 1	59,37	-	-	-	-	59,37	35,5	-	-	-	3	38,5
	PUNTO 2	45,4	-	-	-	-	45,4	31,1	-	-	-	3	34,1
	PUNTE 3	54,6	-	-	-	-	54,6	35,3	-	-	-	3	38,3
	PUNTO 4	56,21	-	-	-	3	59,21	41,1	-	-	-	3	44,1
	PUNTO 5	49,31	-	-	-	3	52,31	48,5	-	-	-	-	48,5

Tabla 8. Ajuste de mediciones diurna y nocturna

A partir de los ajustes realizados por los componentes se obtiene el resultado del Leq de emisión con la siguiente formula:

$$Leq_{(emisión)} = 10 \log(10^{LRAeq,1h/10} - 10^{LRAeq,1h,residual/10})$$

Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 9 que se presenta a continuación:

Fuente de Emisión	Lectura	Medición LRAeq Ajustada	Valor L90(dB) Ajustado	Leq Emisión	Emisión Equivalente	Estándar Máximo Permisible según Resolución 627 de 2006	Sector y Subsector (Resolución 627 de 2006)
Subestación Compartir	PUNTO 1	59,37	38,5	59,33	56,19	60	SECTOR C. Subsector: Zona con usos permitidos comerciales
	PUNTO 2	45,4	34,1	45,07			
	PUNTE 3	54,6	38,3	54,50			
	PUNTO 4	59,21	44,1	59,07			
	PUNTO 5	52,31	48,5	49,97			

Tabla 9. Resumen de resultados obtenidos.

Para este caso el dato de emisión equivalente que se obtuvo después del análisis de datos fue de 56,19 dBA, comparando este resultado con el límite máximo permisible en la noche de 60 dBA, establecido en la Resolución 627 de 2006 para el SECTOR C, subsector: Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos. Se puede evidenciar que los decibeles producidos se encuentran por debajo de dicho límite.

8. CONCLUSIONES

Con relación a los resultados obtenidos el día 28 y 29 de mayo del 2020, durante las mediciones de los niveles de presión sonora en los horarios establecidos en la Resolución 627 del 07 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el horario nocturno, de las 21:01 a las 7:00 horas efectuadas en la Subestación Compartir, la cual se encuentra ubicada en la Calle 10 sur N°13-75 Barrio Tabacal Soacha-Cundinamarca, es posible concluir lo siguiente:

- ✓ De acuerdo con lo anterior, es posible decir que la emisión de ruido obtenida durante el estudio en los horarios diurno y nocturno, se encuentran por debajo del nivel permisible en los 5 puntos evaluados de la subestación, relacionado al límite máximo establecido en la Resolución 627 de 2006 para el tipo de zona residencial Sector C, el cual es de 60 dBA en horario nocturno.
- ✓ Con relación a las fuentes de emisión de ruido (*equipos de patio de la subestación*), se evidencia según los resultados que dichos equipos reportaron niveles de presión sonora moderados, que no poseen riesgo de tipo cualificado en el sistema auditivo.

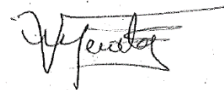
9. BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.
Resolución 0627 de 2006.

Responsable de la
medición:

VICTORIA MERCADO FERNÁNDEZ

Firma:



Matrícula
profesional:

AN205 - 101835

ANEXO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



Certificado de Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificado No.: SN-80290-OSC9156
Certificate number

Cliente: CORPORACION CENTRO DE INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SECTOR ELÉCTRICO - CIDET
Customer

Dirección: Carrera 46 N° 56 - 11, Medellín - Antioquia
Address

Instrumento: SONÓMETRO
Instrument

Fabricante: SVANTEK
Manufacturer

Modelo: SVAN 971
Model

Número de serie: 80290
Serial number

Registro único entrada: RC9156
RUE

Fecha de recepción: 2019-09-13
Date of receipt

Condición de ingreso: Sin anomalías visuales.
Entry condition

Fecha de calibración: 2019-09-13
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


 DIANA LORENA HIGUERA MORANTES
 Director Técnico Laboratorio de calibración

Fecha de emisión:
Issue Date

2019-09-13

Sello
Seal

Revisó: DHM

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

Página 1 de 3

Carrera 67 No. 167-61 Oficina 209 • Centro Empresarial Colina Office Park
 Bogotá Colombia • Teléfonos: 674 1061 - 674 1065
 info@labserviceltida.com • www.labserviceltida.com



Certificado No. SN-80290-OSC9156

Método utilizado:

El ítem descrito anteriormente fue calibrado por el método de comparación directa, de acuerdo a la norma CEMEC 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: 21,9 °C
Temperatura Mínima: 21,1 °C

Humedad Relativa Máxima: 53,1 % HR
Humedad Relativa Mínima: 47,2 % HR

Presión atmosférica: 749,7 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	94,20	94,00	0,19
1 000	104,0	104,20	104,00	0,19
1 000	114,0	114,20	114,00	0,19

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	113,80	0,00	0,19
1 000	114,0	114,00	0,00	0,19
4 000	113,2	112,70	-0,50	0,19

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	87,90	0,10	0,21	113,2	113,20	0,00	0,21	114,0	114,10	0,10	0,21
125	97,9	97,90	0,00	0,21	113,8	113,86	0,06	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21
250	105,4	105,33	-0,07	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21
500	110,6	110,80	0,00	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21
1 000	114,0	114,00	0,00	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21
2 000	115,2	115,20	0,00	0,21	113,8	113,80	0,00	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21
4 000	115,0	115,04	0,04	0,21	113,2	113,20	0,00	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21
8 000	112,9	113,00	0,10	0,21	111,0	111,10	0,10	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21
16 000	107,4	107,10	-0,30	0,21	105,5	105,17	-0,33	0,21	114,0	114,00	0,00	0,21

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

Página 2 de 3



Certificado No. SN-80290-OSC9155

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	114,00	0,00	0,21
C	114,0	114,00	0,00	0,21
Z	114,0	114,00	0,00	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	114,00	0,00	0,21

Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" igual a 2 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Trazabilidad:

El Laboratorio LAB&SERVICE ELECTRONICA 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-19195 CMK-TFQ-19023	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 68213 y preamplificador serie 71406.

Otras identificaciones: MSD-02

FIN DEL CERTIFICADO

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

Página 3 de 3



ISO/IEC 17025:2005

15-LAC-047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory

DATOS DEL CLIENTE - Information Customer

NUMERO DE CERTIFICADO - Certificate number: HX-CC-AN-15582
 NUMERO ORDEN SERVICIO - Service Order Number: HX-L-11205
 NOMBRE - Name: CIDET - CENTRO DE INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SECTOR ELÉCTRICO
 DIRECCION - Address: CARRERA 46 # 50-11 PISO 16 MEDELLÍN ANTIOQUIA

DATOS DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR - Information Instrument to calibrate

TIPO DE INSTRUMENTO - Type of Instrument: ANEMOMETRO DE VELETA
 FABRICANTE - Manufacturer: UNIT-T
 NUMERO DE SERIE - Serial Number: CL7284199
 MODELO - Model: UT-362
 INVENTARIO/CÓDIGO - Inventory/Code: MAD-02
 RESOLUCIÓN - Resolution: 0,01 m/s

CONDICIONES AMBIENTALES - Environmental conditions

Las condiciones ambientales se refieren al sitio y al momento de la calibración del instrumento.

temperatura en °C	22,70
Humedad Relativa en %	57,20
presión barométrica en hPa	750,35

FECHA DE RECEPCIÓN - Date of Receipt: 2020-02-14
 FECHA DE CALIBRACIÓN - Calibration Date: 2020-02-24
 LUGAR DE CALIBRACIÓN - place of Calibration: LABORATORIO HIGIELECTRONIX SAS CALLE 25 SUR N° 69C-61 BOGOTÁ D.C.

PROCEDIMIENTO / METODO UTILIZADO - procedure / Method Used

Para llevar a cabo la calibración del instrumento, se utilizó un túnel de viento con un medidor de presión diferencial, según lo estipulado en el procedimiento interno P-GL04 para la calibración de anemómetros de veleta e hilo caliente.
 mediante la comparación directa se realizó 4 lecturas consecutivas creciente y decreciente para cada punto de calibración.

PATRONES UTILIZADOS - Standard Used

Para la operación de calibración se utilizó Túnel de Viento y un medidor de presión diferencial calibrado por Instituto Nacional De metrología según certificado de calibración N° 2255
 Las mediciones relacionadas son trazables al sistema internacional de unidades según se evidencia en el certificado de calibración anteriormente mencionado.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN - Uncertainty of Measurement.

La incertidumbre combinada que se reporta es una función del valor a medir según documento GIC-51:1997 Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones y para ello se ha tenido en cuenta factores como la incertidumbre del patrón, incertidumbre del Temperatura, Presión diferencial, Presión Atmosférica, Desviación estándar prueba, División de escala prueba, La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized Signatures

Calibró:

Calibrated by

ING. MELBA BENJUMEA

METROLOGO

Aprobó:

Approved by:

Ing. DIANA SANTAMARIA

COORDINADORA DE CALIDAD Y LABORATORIO

Fecha de Emisión - date issued 2020-02-26

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita del laboratorio que lo emite, los resultados, consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones, el laboratorio no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos calibrados o de este certificado.

This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the issuing laboratory; the result of this certificate is for the object of calibration, at the condition in which the measurements were made; the laboratory does not take responsibility for the inadequate use of the calibrated objects or this certificate.

P-0126-08
Version 2

"Somos su mejor aliado al momento de exigir calidad de servicio"
 Calle 25 Sur No. 69C - 61 - Barrio Carvajal - Bogotá, D.C. - PBX: (57 - 1) 745 02 75 - 77
 www.higielectronix.com



ISO/IEC 17025:2005

15-LAC-047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

HX-CC-AN-15582

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory

Página 2 de 2

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN. - Results of the calibration

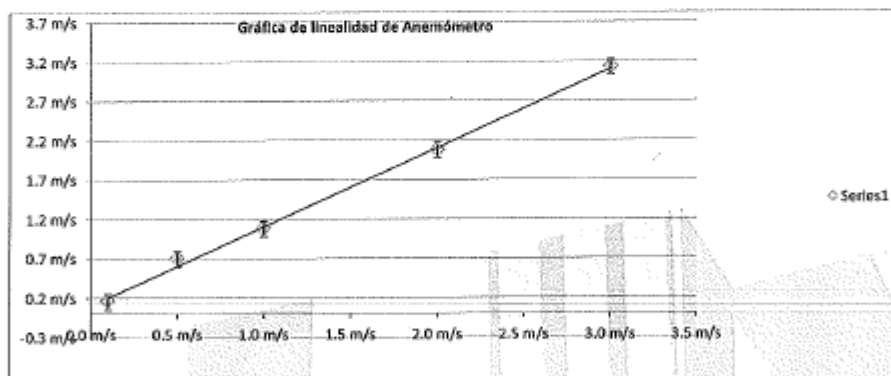
VERIFICACIÓN INICIAL

En la siguiente se expresa los datos del instrumento antes de la calibración

	PATRÓN	PRUEBA	ERROR
INDICACIÓN	1	1,54	0,54
	30	31,26	1,26

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la calibración del instrumento.

Valor de referencia(m/s)	Lectura 1 (m/s)	Lectura 2 (m/s)	Lectura 3 (m/s)	Lectura 4 (m/s)	Promedio (m/s)	Error (m/s)	Incertidumbre U
1	1,52	1,55	1,53	1,57	1,54	0,54	0,60 m/s
5	6,92	6,96	6,92	6,97	6,94	1,94	0,59 m/s
10	10,73	10,77	10,71	10,75	10,74	0,74	0,60 m/s
20	20,70	20,72	20,69	20,72	20,71	0,71	0,70 m/s
30	31,21	31,29	31,27	31,25	31,26	1,26	0,71 m/s



Pendiente (b)	1,001766402	Intersección del punto E	1,01418349
r Correlación	0,998828283	Incertidumbre de la Recta	0,05604594

OBSERVACIONES - Comments

- 1- El usuario, con base en el historial del equipo, es el que debe definir el programa de calibración. El presente certificado solo ampara las mediciones reportadas en el momento, condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta calibración. La validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del elemento certificado como de las prácticas de su manejo y uso.
2. El certificado sin las firmas autorizadas no tiene validez.

F.006-04
Versión 2

-Fin del Certificado-



"Somos su mejor aliado al momento de exigir calidad de servicio"

Calle 25 Sur No. 69C - 61 - Barrio Carvajal - Bogotá, D.C. - PBX: (57 - 1) 745 02 75 - 77

www.higelectronix.com



Certificado de Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificado No.: CA-AC300010498-OSC6388
Certificate number

Cliente: CIDET
Customer

Dirección: Carrera 56 No. 56 - 11 (Av. Oriental) Piso 13, Medellín - Antioquia
Address

Instrumento: CALIBRADOR ACUSTICO
Instrument

Fabricante: 3M
Manufacturer

Modelo: AC-300
Model

Número de serie: AC300010498
Serial number

Registro único entrada: RC6388
RUE

Fecha de recepción: 2018-04-12
Date of receipt

Condición de ingreso: Sin anomalías visuales.
Entry condition

Fecha de calibración: 2018-04-17
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 HERNÁNDEZ MARTÍNEZ
Director Técnico Laboratorio de calibración

Calibró: FAM

Fecha de emisión:
Issue Date

2018-04-17

Sello
Seal

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

Página 1 de 3



Certificado No. CA-AC300010498-OSC6388

Método utilizado:

El instrumento descrito anteriormente fue calibrado por el método de comparación directa, de acuerdo a las normas CEI IEC 60942-2003, realizando las pruebas de Nivel de presión acústica y Linealidad en frecuencia, también descritas en el procedimiento interno CA-PR-006.

Condiciones Ambientales:

Temperatura: 22,1 °C
Δ Temperatura: 0,4 °C

Humedad Relativa: 54,0 % HR
Δ Humedad Relativa: 2,1 % HR

Presión atmosférica: 750,1 mbar
Δ Presión atmosférica: 0,1 mbar

Resultados de la calibración:

1. Prueba de nivel de presión acústica

Presión acústica (dB)	Nivel de frecuencia: 1 000 Hz	
	Error (dB)	Incertidumbre U _{expandida} (dB)
114	0,5	0,21

Presión acústica (dB)	Nivel de frecuencia: 250 Hz	
	Error (dB)	Incertidumbre U _{expandida} (dB)
114	0,5	0,21

2. Prueba de linealidad de frecuencia

Frecuencia generada en el calibrador (Hz)	Nivel de presión acústica referencia: 114 dB		
	Error (Hz)	Error porcentual (% Hz)	Incertidumbre U _{expandida} (Hz)
250	1,2	0,48	0,0044
1 000	0,0	0,00	0,0044

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.



Certificado No. CA-AC300010498-OSC6388

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:
SONOMETRO	AC-003	39069	SCANTEK, INC
MULTIMETRO DIGITAL	AC-010	CMK-ELEC-16503	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.

Ninguna observación adicional.

FIN DEL CERTIFICADO