

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Certificado No.:** CAF-14422-251741-TER

### Datos del cliente

**Razón social:** K2 INGENIERIA S.A.S

**Dirección y Ciudad:** Carrera 36 N° 36 - 26 Barrio el Prado, Bucaramanga - Santander

### Datos del Instrumento

**Instrumento:** ANALIZADOR DE FRECUENCIAS - FILTROS DE TERCIOS DE OCTAVAS

**Fabricante:** ACOEM

**Modelo:** CUBE

**Número de serie:** 14422

### Datos del proceso de calibración

**Registro único entrada:** 251741

**Fecha de recepción:** 2025-09-30

**Fecha de calibración:** 2025-10-04

**Fecha de emisión:** 2025-10-09

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en este certificado, excepto cuando la información ha sido suministrada por el cliente durante cualquier etapa de la prestación del servicio, así mismo, de los puntos de calibración solicitados si es aplicable.

El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

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.

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 esta página. El Laboratorio Lab & Service Electrónica Especializada Ltda., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

Revisó: KEC

Aprobó:

Directora Técnica Laboratorio de Calibración

Certificado No.: CAF-14422-251741-TER

#### Método Utilizado:

El ítem descrito anteriormente fue calibrado por el método de comparación directa con las recomendaciones técnicas de la norma internacional IEC 61260 -3 (1 Ed. 2016): Analizador de Frecuencias - Pruebas periódicas y también descritas en el procedimiento interno CA-PR-007.

#### Condiciones Ambientales:

Temperatura Máxima: 22,1 °C

Humedad Relativa Máxima: 51,1 %hr

P. Atmosférica: 751,9 hPa

Temperatura Mínima: 21,5 °C

Humedad Relativa Mínima: 47,7 %hr

Δ P. Atmosférica: 0,3 hPa

#### Incertidumbre de medida:

La incertidumbre de medición expandida notificada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k, de modo que la probabilidad de cobertura corresponda a aproximadamente el 95 %.

#### Trazabilidad metrológica:

El Laboratorio Lab & Service Electrónica Especializada Ltda., asegura la trazabilidad al amper (A), metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s), unidad base del Sistema Internacional de Unidades (SI), mediante los patrones utilizados en estas mediciones, calibrados por laboratorios acreditados, los cuales se relacionan a continuación:

**Tabla 1: Patrones metrológicos utilizados en la calibración**

Patrón utilizado	Código interno	Certificado No.	Calibrado por
GENERADOR DE FUNCIONES	AC-015	CMK-TFQ-24002/CMK-GELEC-24006	COLMETRIK

#### Abreviaturas:

Límite de aceptación negativo: Valor mínimo de atenuación definido por la Tabla 1 de la norma.

Límite de aceptación positivo: Valor máximo de atenuación definido por la Tabla 1 de la norma.

Nivel mínimo: Nivel mínimo que puede ser indicado por el filtro para la prueba en cuestión.

Nivel máximo: Nivel máximo que puede ser indicado por el filtro para la prueba en cuestión

U: Incertidumbre expandida de medición en dB.

U<sub>max</sub>: Máxima Incertidumbre de medición permitida en dB.

f<sub>m</sub>: Frecuencia central exacta de la banda pasante en Hz.

f<sub>1</sub>...f<sub>15</sub>: Frecuencias de comprobación de atenuación de banda.

#### Cálculo de las frecuencias centrales exactas:

La frecuencia central exacta de cada banda de paso se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación, donde "n" es un valor entero, que puede ser negativo para frecuencias por debajo de 1000 Hz y positivo para frecuencias mayor que 1000 Hz. Para la banda de referencia de 1000 Hz, "n" es cero.

$$f_m = 1000 \times G^{n/3}$$

$$\text{siendo } G = 10^{3/10} = 1,995262$$

Por ejemplo, para a banda de:

Banda de 20 Hz, n = -4

$$f_m = 1000 * 1,995262^{-4/3}$$

Banda de 1000 Hz, n = 0

$$f_m = 1000 * 1,995262^0$$

Banda de 50, n = 13

$$f_m = 1000 * 1,995262^{13/3}$$

$$f_m = 398,11 \text{ Hz}$$

$$f_m = 1000 \text{ Hz}$$

$$f_m = 19952,61 \text{ Hz}$$

Certificado No.: CAF-14422-251741-TER

#### Resultados de la calibración:

##### Indicación del Nivel de presión sonora y frecuencia

Indicación del nivel de presión sonora y frecuencia			
Frecuencia (Hz)	Valor Esperado (dB)	Medición inicial (dB)	Medición Final (dB)
1000	94,00	94,10	94,00

\*La medición inicial corresponde al valor obtenido antes de cualquier ajuste; la medición final refleja el valor posterior, aun si no se realizó ajuste.

Esta prueba es de carácter informativo.

#### Atenuación relativa del ancho de banda

Esta prueba se lleva a cabo de acuerdo con el ítem 13 de IEC 61260 - 3 (1 Ed. 2016). Se generan señales sinusoidales de la misma amplitud en las 15 frecuencias para comprobar la atenuación relativa para tres bandas de paso. Las 15 frecuencias de verificación y las atenuaciones mínimas y máximas correspondientes se definen en la Tabla 1 de IEC 61260 - 3 (1 Ed. 2016).

Las tres bandas de control se eligen de la siguiente manera:

- 1) Menor banda de octava disponible en el rango de 31,5 Hz a 125 Hz;
- 2) Banda de referencia de 1 kHz;
- 3) Banda de octava más alta disponible en el rango de 8 kHz a 16 kHz.

Tabla 2: Atenuación relativa en banda de fm = 31 Hz

Frecuencia Exacta (Hz)	Nivel Medido (dB)	Atenuación (dB)	Nivel Mínimo (dB)	Nivel Máximo (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
10,15	51,70	84,30	-∞	76,00	2,00	0,17	Conforme
16,47	73,70	62,30	-∞	95,50	2,00	0,17	Conforme
23,95	101,70	34,30	-∞	119,40	2,00	0,17	Conforme
29,36	135,60	0,40	135,30	136,40	2,00	0,17	Conforme
30,19	135,90	0,10	135,50	136,40	2,00	0,17	Conforme
<b>31,00</b>	135,90	0,10	135,60	136,40	2,00	0,17	Conforme
31,83	135,80	0,20	135,50	136,40	2,00	0,17	Conforme
32,73	135,80	0,20	135,30	136,40	2,00	0,17	Conforme
33,71	135,80	0,20	134,60	136,40	2,00	0,17	Conforme
40,13	106,40	29,60	-∞	119,40	2,00	0,17	Conforme
58,33	65,70	70,30	-∞	95,50	2,00	0,17	Conforme
94,66	9,60	126,40	-∞	76,00	2,00	0,17	Conforme
167,15	8,00	128,00	-∞	66,00	2,00	0,17	Conforme

Tabla 3: Atenuación relativa en banda de fm = 1000 Hz

Frecuencia Exacta (Hz)	Nivel Medido (dB)	Atenuación (dB)	Nivel Mínimo (dB)	Nivel Máximo (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
185,46	37,30	98,70	-∞	66,00	2,00	0,17	Conforme
327,48	51,80	84,20	-∞	76,00	2,00	0,17	Conforme
531,43	75,60	60,40	-∞	95,50	2,00	0,17	Conforme
772,58	107,50	28,50	-∞	119,40	2,00	0,17	Conforme
919,57	135,50	0,50	134,60	136,40	2,00	0,17	Conforme
947,19	135,90	0,10	135,30	136,40	2,00	0,17	Conforme
974,02	135,90	0,10	135,50	136,40	2,00	0,17	Conforme
<b>1.000,00</b>	136,00	0,00	135,60	136,40	2,00	0,17	Conforme
1.026,67	136,00	0,00	135,50	136,40	2,00	0,17	Conforme

Certificado No.: CAF-14422-251741-TER

Frecuencia Exacta (Hz)	Nivel Medido (dB)	Atenuación (dB)	Nivel Mínimo (dB)	Nivel Máximo (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
1.055,75	135,90	0,10	135,30	136,40	2,00	0,17	Conforme
1.087,46	135,50	0,50	134,60	136,40	2,00	0,17	Conforme
1.294,37	104,70	31,30	-∞	119,40	2,00	0,17	Conforme
1.881,73	64,60	71,40	-∞	95,50	2,00	0,17	Conforme
3.053,65	21,80	114,20	-∞	76,00	2,00	0,17	Conforme
5.391,95	19,80	116,20	-∞	66,00	2,00	0,17	Conforme

Tabla 4: Atenuación relativa en banda de fm = 15848 Hz

Frecuencia Exacta (Hz)	Nivel Medido (dB)	Atenuación (dB)	Nivel Mínimo (dB)	Nivel Máximo (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
2.939,17	40,30	95,70	-∞	66,00	2,00	0,17	Conforme
5.189,90	60,40	75,60	-∞	76,00	2,00	0,17	Conforme
8.422,10	82,30	53,70	-∞	95,50	2,00	0,17	Conforme
12.243,85	110,30	25,70	-∞	119,40	2,00	0,17	Conforme
14.573,35	134,80	1,20	134,60	136,40	2,00	0,17	Conforme
15.011,07	135,80	0,20	135,30	136,40	2,00	0,17	Conforme
15.436,27	135,90	0,10	135,50	136,40	2,00	0,17	Conforme
<b>15.848,00</b>	<b>135,90</b>	<b>0,10</b>	<b>135,60</b>	<b>136,40</b>	<b>2,00</b>	<b>0,17</b>	<b>Conforme</b>
16.270,67	135,90	0,10	135,50	136,40	2,00	0,17	Conforme
16.731,53	136,00	0,00	135,30	136,40	2,00	0,17	Conforme
17.234,07	136,00	0,00	134,60	136,40	2,00	0,17	Conforme
20.513,18	97,80	38,20	-∞	119,40	2,00	0,17	Conforme

#### Atenuación de Frecuencia central de cada banda

Esta prueba se lleva a cabo de acuerdo con el ítem 10 de la norma IEC 61260 - 3 (1 Ed. 2016). Las señales sinusoidales se generan con amplitud equivalente al nivel de sonido de referencia del sonómetro / filtro generado en las frecuencias centrales exactas de cada banda de paso disponible en el conjunto de filtros.

Tabla 5: Atenuación relativa en las frecuencias centrales de las bandas pasantes

Frecuencia Nominal (Hz)	Frecuencia Exacta (Hz)	Nivel Medido (dB)	Error de medida (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
20	19,00	93,80	-0,20	2,00	0,17	Conforme
25	25,00	93,80	-0,20	2,00	0,17	Conforme
31,5	31,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
40	39,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
50	50,00	93,80	-0,20	2,00	0,17	Conforme
63	63,00	93,80	-0,20	2,00	0,17	Conforme
80	79,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
100	100,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
125	125,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
160	158,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
200	199,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
250	251,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
315	316,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
400	398,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme

Certificado No.: CAF-14422-251741-TER

Frecuencia Nominal (Hz)	Frecuencia Exacta (Hz)	Nivel Medido (dB)	Error de medida (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
500	501,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
630	630,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
800	794,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
1000	1.000,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
1250	1.258,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
1600	1.584,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
2000	1.995,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
2500	2.511,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
3150	3.162,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
4000	3.981,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
5000	5.011,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
6300	6.309,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
8000	7.943,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
10000	10.000,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
12500	12.589,00	93,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
16000	15.848,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme

#### Ruido autogenerado en cada banda

Esta prueba se lleva a cabo de acuerdo con el ítem 12 de IEC 61260 - 3 (1 Ed. 2016). El nivel indicado en todas las bandas disponibles con cortocircuito se mide en la entrada del preamplificador del sonómetro / filtro. Esta prueba se realiza en el rango de niveles de referencia y en el rango más bajo de niveles, si el equipo tiene más de un rango de medición.

**Tabla 6: Ruido autogenerado en las bandas del rango de referencia (22dB - 137dB).**

Frecuencia Nominal (Hz)	Nivel Medido (dB)	Nivel Máximo (dB)
20,00	0,00	22,00
25,00	0,00	22,00
31,50	0,00	22,00
40,00	0,00	22,00
50,00	0,00	22,00
63,00	0,00	22,00
80,00	0,00	22,00
100,00	0,00	22,00
125,00	0,00	22,00
160,00	0,00	22,00
200,00	0,00	22,00
250,00	0,00	22,00
315,00	0,00	22,00
400,00	0,00	22,00
500,00	0,00	22,00
630,00	0,00	22,00
800,00	0,00	22,00
1000,00	0,00	22,00
1250,00	0,00	22,00
1600,00	0,00	22,00
2000,00	0,00	22,00

Certificado No.: CAF-14422-251741-TER

Frecuencia Nominal (Hz)	Nivel Medido (dB)	Nivel Máximo (dB)
2500,00	0,00	22,00
3150,00	0,00	22,00
4000,00	0,00	22,00
5000,00	0,00	22,00
6300,00	0,60	22,00
8000,00	1,90	22,00
10000,00	2,50	22,00
12500,00	4,50	22,00
16000,00	5,20	22,00

Nota: La prueba de ruido autogenerado es de carácter informativo, es un servicio no acreditado.

#### Linealidad de nivel en el rango de referencia

Esta prueba se lleva a cabo de acuerdo con el ítem 11 de IEC 61260 - 3 (1 Ed. 2016). Las señales sinusoidales con amplitud variable se generan en pasos de 5 dB y 1 dB en la frecuencia central exacta de la banda que se está probando.

Tabla 8: Linealidad del nivel para la banda de 31,62 Hz

Nivel Nominal (dB)	Nivel Medido (dB)	Error de medida (dB)	Factor de cobertura (k)	Incercidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
137,00	136,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
136,00	135,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
135,00	134,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
134,00	133,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
133,00	132,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
129,00	128,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
124,00	123,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
119,00	118,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
114,00	113,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
109,00	108,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
104,00	104,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
99,00	99,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
94,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
89,00	89,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
84,00	84,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
79,00	79,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
74,00	74,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
69,00	69,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
64,00	64,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
59,00	59,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
54,00	54,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
49,00	49,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
44,00	44,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
39,00	38,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
34,00	33,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
29,00	28,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
26,00	26,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
25,00	24,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
24,00	23,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
23,00	22,80	-0,20	2,00	0,17	Conforme
22,00	21,70	-0,30	2,00	0,17	Conforme

Certificado No.: CAF-14422-251741-TER

Tabla 9: Linealidad de nivel para la banda de 1000,00 Hz

Nivel Nominal (dB)	Nivel Medido (dB)	Error de medida (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
137,00	136,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
136,00	135,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
135,00	134,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
134,00	133,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
133,00	132,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
129,00	128,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
124,00	123,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
119,00	118,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
114,00	113,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
109,00	108,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
104,00	104,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
99,00	99,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
94,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
89,00	89,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
84,00	84,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
79,00	79,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
74,00	74,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
69,00	69,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
64,00	64,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
59,00	59,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
54,00	54,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
49,00	49,10	0,10	2,00	0,17	Conforme
44,00	44,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
39,00	39,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
34,00	34,10	0,10	2,00	0,17	Conforme
29,00	29,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
26,00	26,10	0,10	2,00	0,17	Conforme
25,00	25,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
24,00	24,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
23,00	23,10	0,10	2,00	0,17	Conforme
22,00	22,00	0,00	2,00	0,17	Conforme

Tabla 10: Linealidad de nivel para la banda de 15848,93 Hz

Nivel Nominal (dB)	Nivel Medido (dB)	Error de medida (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
137,00	136,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
136,00	135,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
135,00	134,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
134,00	133,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
133,00	132,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
129,00	128,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
124,00	123,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
119,00	118,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
114,00	113,90	-0,10	2,00	0,17	Conforme
109,00	109,00	0,00	2,00	0,17	Conforme

Certificado No.: CAF-14422-251741-TER

Nivel Nominal (dB)	Nivel Medido (dB)	Error de medida (dB)	Factor de cobertura (k)	Incertidumbre expandida (dB)	Declaración de conformidad
104,00	104,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
99,00	99,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
94,00	94,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
89,00	89,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
84,00	84,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
79,00	79,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
74,00	74,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
69,00	69,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
64,00	64,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
59,00	59,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
54,00	54,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
49,00	49,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
44,00	44,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
39,00	39,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
34,00	34,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
29,00	29,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
26,00	26,10	0,10	2,00	0,17	Conforme
25,00	25,00	0,00	2,00	0,17	Conforme
24,00	24,10	0,10	2,00	0,17	Conforme
23,00	23,10	0,10	2,00	0,17	Conforme
22,00	22,10	0,10	2,00	0,17	Conforme

#### Linealidad de nivel incluido el control de rango

Esta prueba se lleva a cabo de acuerdo con el ítem 11.9 de la norma IEC 61260 - 3 (1 Ed. 2016). Las señales sinusoidales se generan en la Frecuencia Exacta central de la banda y con amplitud que corresponde al nivel que es 30 dB menor que el límite superior de linealidad de cada banda de medida.

Esta prueba no fue realizada por que el sonómetro posee solo un rango de medición.

#### Observaciones:

La calibración ha sido realizada en las instalaciones de Lab & Service Electrónica Especializada Ltda., ubicado en la carrera 67 No. 167 – 61 Oficina 209, en el área de acústica.

A solicitud del usuario, la calibración se efectuó empleando la configuración con micrófono USER y filtro pasa-altas de 0,3 Hz.

La declaración de conformidad que acompaña a este certificado se establece a solicitud del usuario con base en las especificaciones del documento normativo IEC 61260-1:2014, aplicables a las pruebas de atenuación relativa del ancho de banda, atenuación de la frecuencia central de cada banda y linealidad de nivel en el rango de referencia. Para esta evaluación se han considerado los valores medidos junto con su incertidumbre de medición, verificando que no se superan las tolerancias definidas en la norma. La decisión de conformidad se ha realizado aplicando una regla de decisión binaria de aceptación simple, con una zona de seguridad que tiene una dimensión igual a cero ( $w = 0$ ).

FIN DEL CERTIFICADO