

Posibilidad de uso del calibrador 4231 del sonómetro Brüel & Kjaer en el sonómetro CIRRUS, Cuba Salud 2022

Angel Gabriel Infante Pineda¹
William Infante Pineda²
Yodalmis Sánchez Céspedes³
Yailin Diaz Vicet⁴
Osmaris Garbey Mustelier⁵

¹ Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología/Dirección, Santiago de Cuba, Cuba, angelgabriel@infomed.sld.cu

² Facultad Tecnología de la Salud "Juan Manuel Inchausti"/Fiscalización, Santiago de Cuba, Cuba, willian.infante@infomed.sld.cu

³ Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología/ Fiscalización, Santiago de Cuba, Cuba, yodisc80@gmail.com

⁴ Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología/ Fiscalización, Santiago de Cuba, Cuba, yailinvicet@gmail.com

⁵ Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología/ Fiscalización, Santiago de Cuba, Cuba, ogarbey@infomed.sld.cu

Resumen: Cualquier daño que el sonómetro sufra puede afectar su funcionamiento, por lo que usar un calibrador acústico antes de cualquier medición ayuda a comprobar que el instrumento medirá correctamente. Se realizó una investigación descriptiva transversal de corte exploratoria y observacional el día 19 de abril del 2022 en el departamento de fiscalización del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Se utilizaron medidas de dispersión tales como el rango, la varianza, la desviación estándar y la covarianza así como medidas de tendencia central como la media aritmética, la mediana y la moda para comparar cada sonómetro antes y después de la calibración. El sonómetro más exacto antes y después de la calibración fue el sonómetro 2250 L Brüel & Kjaer como era de esperarse por el fabricante aproximándose más la media aritmética de las mediciones al valor esperado (94 dB) no obstante se observa una mayor exactitud en el sonómetro CIRRUS después de calibrado. El sonómetro más preciso antes y después de la calibración fue el sonómetro 2250 L Brüel & Kjaer como era de esperarse por el fabricante concentrándose la mayor cantidad de mediciones muy próximas a la media sin embargo, el sonómetro CIRRUS mejoró notablemente su precisión después de calibrado. A pesar que el calibrador utilizado no es el recomendado por el fabricante se logró estabilizar la presión sonora en el sonómetro CIRRUS demostrándose que puede usarse a discreción este calibrador en este sonómetro en periodos no muy extensos.

Palabras clave: sonómetro, calibración, calibrador.

INTRODUCCIÓN

El sonómetro es un instrumento de medición que sirve para conocer el nivel de presión sonora (de los que depende la amplitud, la intensidad acústica y su percepción, sonoridad). La unidad de medida con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

Cualquier daño que el sonómetro sufra puede afectar su funcionamiento y no darnos cuenta de que esto ocurre, por lo que usar un calibrador acústico antes de cualquier medición ayuda a comprobar que el instrumento medirá correctamente. (1)

Existen dos tipos de calibración: la calibración de campo que es la que se realizaría antes y después de cada medición utilizando una fuente acústica de referencia como un calibrador acústico y la recalibración o verificación periódica, que es el proceso al que se someterá su equipo cuando se devuelva a un laboratorio secundario de calibración.

Una calibración de campo, es una comprobación simple del instrumento, en donde se compara con un nivel conocido (normalmente 94 dB o 114 dB) a una frecuencia conocida (normalmente 1 kHz) utilizando un calibrador acústico. (1)

Las limitaciones que tiene una calibración de campo, es que sólo se verifica el rendimiento del equipo en un solo nivel y frecuencia, mientras que cuando realizamos una medición real, el instrumento registrará una amplia gama de frecuencias y niveles que se combinan para proporcionar los parámetros de ruido que necesitamos.

Por lo tanto, una calibración de campo es simplemente una forma de confirmar que el instrumento está funcionando en ese punto de referencia específico. La única información registrada es la hora, fecha, nivel y cualquier desviación de la calibración anterior, nada más. (1)

Más allá de los requisitos formales, los resultados de calibración se usan para corregir las lecturas de los instrumentos y para estimar la incertidumbre de medida con ellos realizada. Además, para garantizar el cumplimiento de tolerancias y especificaciones, debe tenerse en cuenta el efecto de la incertidumbre de medida. (1)

Existe una clasificación internacional para los sonómetros en función de su grado de precisión (norma CEI 60651), donde se establecen 4 tipos en función de su grado de precisión. De más a menos:

- Sonómetro de clase 0: Se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Sonómetro de clase 1: Permite la calibración de campo con precisión.

- Sonómetro de clase 2: Permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.
- Sonómetro de clase 3: Es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos. (1)

Se han diseñado calibradores (2) para un tipo específico de sonómetro más allá de las fronteras cubanas pero la ausencia de recursos primarios en el país y en nuestro Centro nos impide acogernos a esta opción.

El calibrador del sonómetro CIRRUS de tipo 2 tuvo un derramamiento de ácido de su batería y dejó de ser técnicamente operante y sin embargo el volumen de mediciones sobre ruido pendientes se incrementaba mensualmente llegando a un pico de 31 estudios. Solo se contaba con el calibrador 4231 de la marca Brüel & Kjaer que se utilizaba en el sonómetro tipo 1 de la misma marca. Solo existían dos especialistas en riesgos físicos y no daba a vasto con los estudios pendientes por lo que se necesitaba mantener funcionando el sonómetro CIRRUS.

Por tanto se trazó como objetivo general evaluar la posibilidad de uso del calibrador 4231 del sonómetro Brüel & Kjaer en el sonómetro CIRRUS.

II. MÉTODO

Se realizó una investigación descriptiva transversal de corte exploratoria y observacional el día 19 de abril del 2022 en el departamento de fiscalización del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología.

Se utilizaron medidas de dispersión tales como el rango, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación o covarianza así como medidas de tendencia central como la media aritmética, la mediana y la moda para comparar cada sonómetro antes y después de la calibración.

Para medir la exactitud se utilizó el error determinado relativo (Edet) (3):

$$E_{det} = \frac{\bar{X} - \mu}{\mu}$$

Donde \bar{X} es la media aritmética y μ es el valor aceptado.

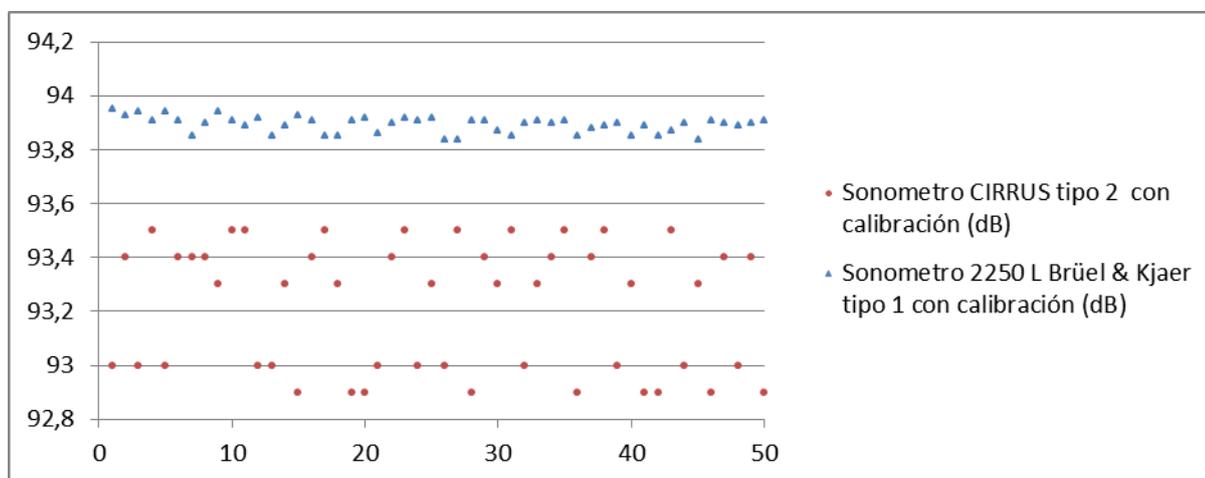
Para medir la precisión de las mediciones se utilizó el coeficiente de variación o covarianza (CV) (4):

$$CV = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde Xi son las i-ésimas mediciones y la 1 es la media aritmética.

III. RESULTADOS

Gráfico 1. Resultado de la calibración de ambos sonómetros con el calibrador 4231 del sonómetro 2250 L BRÜEL & KJAER.



Se puede observar en el **Gráfico 1** una mayor dispersión de las mediciones en el sonómetro CIRRUS debido como es lógico a utilizar un calibrador que no es el recomendado por el fabricante a pesar de emitir a la misma frecuencia (1 kHz).

Tabla 1. Medidas de tendencia central y dispersión del sonómetro CIRRUS calculadas antes y después de la calibración.

Medidas	Cirrus antes calibración	Cirrus después calibración
Media	92.8	93.22
Mediana	92.8	93.3
Moda	92.5	93
Desviación estándar	0.3949	0.2345
Varianza	0.1559	0.0549
Rango	1.9	0.6
Mínimo	91.5	92.9
Máximo	93.4	93.5

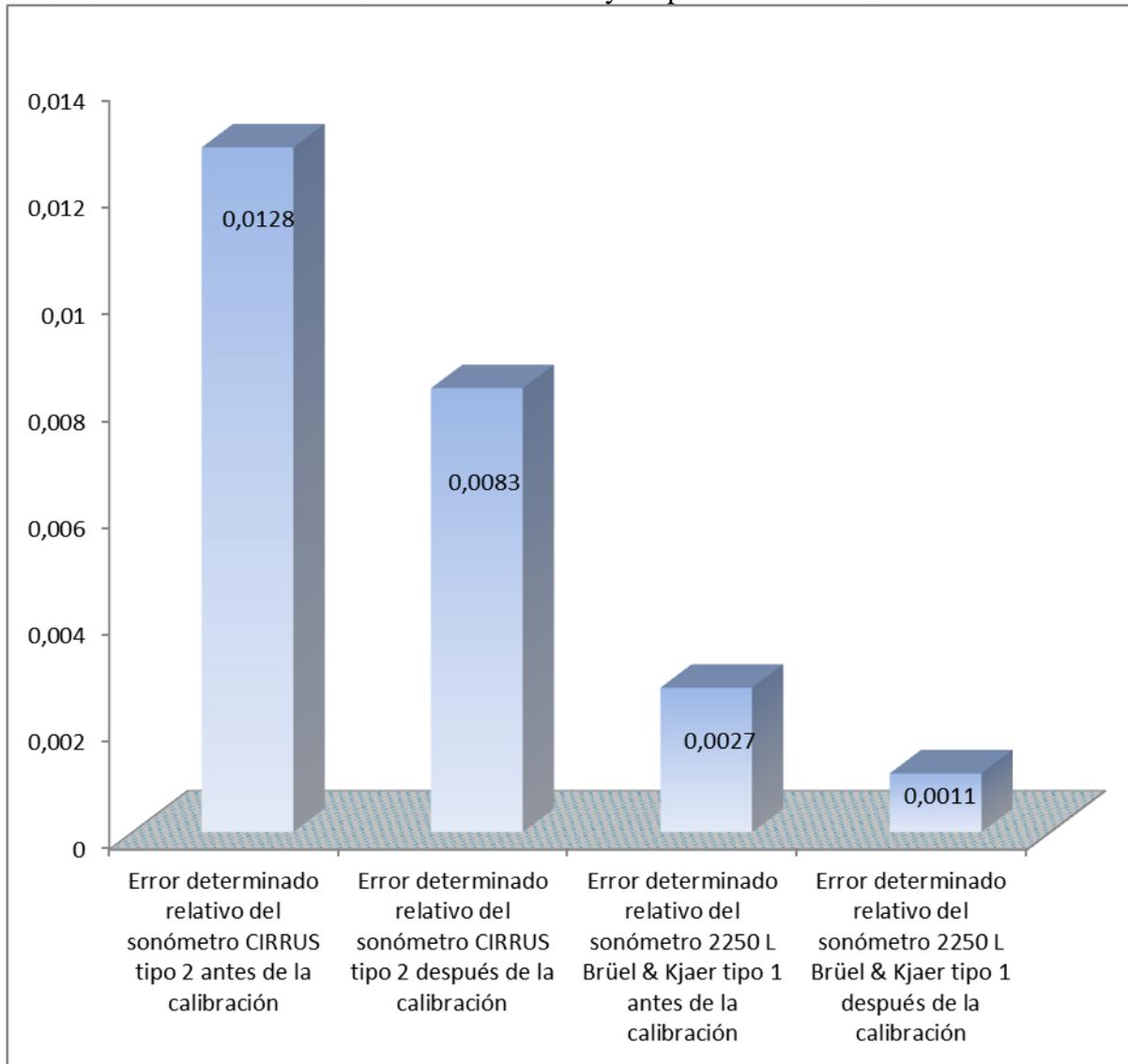
Con respecto a la desviación estándar y a la varianza, se observa una disminución de la variación de las mediciones respecto a la media después de la calibración en el sonómetro CIRRUS contrastando con la media, mediana, moda cuyos valores fueron superiores en relación a aquellos obtenidos antes de la calibración. El rango sufrió un descenso después de la calibración indicando menos dispersión. (**Tabla 1**)

Tabla 2. Medidas de tendencia central y dispersión del sonómetro 2250 L Brüel & Kjaer calculadas antes y después de la calibración.

Medidas	2250 L Brüel & Kjaer antes calibración	2250 L Brüel & Kjaer después calibración
Media	93.75	93.89
Mediana	93.75	93.9
Moda	93.75	93.91
Desviación estándar	0.0454	0.0303
Varianza	0.0021	0.0009
Rango	0.16	0.11
Mínimo	93.65	93.84
Máximo	93.81	93.95

Los valores de desviación estándar, la varianza y el rango disminuyeron indicando menos variación de las mediciones en relación a la media después de la calibración en el sonómetro Brüel & Kjaer. Sin embargo, los valores de la media, de la mediana y de la moda aumentaron respecto a aquellos obtenidos antes de la calibración. (**Tabla 2**)

Gráfico 2. Exactitud de ambos sonómetros antes y después de la calibración.



Como se muestra en el **Gráfico 2**, el sonómetro más exacto antes y después de la calibración fue el sonómetro 2250 L Brüel & Kjaer como era de esperarse por el fabricante aproximándose más la media aritmética de las mediciones al valor esperado (94 dB) no obstante, se observa que la exactitud en el sonómetro CIRRUS fue mayor después de calibrado.

Tabla 3. Precisión de la calibración de ambos sonómetros con el calibrador 4231 de la marca Brüel & Kjaer.

Coefficiente de variación del sonómetro CIRRUS tipo 2 antes de la calibración	Coefficiente de variación del sonómetro CIRRUS tipo 2 después de la calibración	Coefficiente de variación del sonómetro 2250 L Brüel & Kjaer tipo 1 antes de la calibración	Coefficiente de variación del sonómetro 2250 L Brüel & Kjaer tipo 1 después de la calibración
0,0043	0,0025	0,0005	0,0003

Como se puede apreciar en la **Tabla 3**, el sonómetro más preciso antes y después de la calibración fue el sonómetro 2250 L Brüel & Kjaer como era de esperarse por el fabricante concentrándose la mayor cantidad de mediciones muy próximas a la media sin embargo, el sonómetro CIRRUS mejoró notablemente su precisión después de calibrado.

IV. CONCLUSIONES

A pesar que el calibrador utilizado no es el recomendado por el fabricante se logró estabilizar la presión sonora en el sonómetro CIRRUS demostrándose que puede usarse a discreción este calibrador en este sonómetro en periodos no muy extensos.

REFERENCIAS

1. Instituto de Salud Pública de Chile. GUÍA PARA LA CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN ACÚSTICA UTILIZADA EN LA MEDICIÓN DE RUIDO. [Online].; 2018 [citado 2022 03 10]. Disponible en: " <http://www.ispch.cl/oirs/>".
2. Desarrollo de un procedimiento de mantenimiento y calibración para el equipo de referencia sonómetro Larson Davis 831c del laboratorio Auditek SAS. Barrantes Guerrero, Angie Vianey, DABSHFMC. Universidad ECCI. Bogotá-Colombia. [Online].; 2020[citado 2022 05 17].
3. Personal de wikiHow. 4 formas de calcular la precisión. [Online].; 2019 [citado 2022 01 13]. Disponible en: "<https://es.wikihow.com/calcular-la-precision>".
4. Cruz SJH. Coeficiente de variación. México; 2020 [citado 2022 02 17].