

Guía de buenas prácticas en las evaluaciones del ruido laboral en Cuba. Requisitos mínimos

Guide of best practices in work's noise evaluations in Cuba. Minimal requirements

Raúl Baqués Merino^{1,2} <https://orcid.org/0000-0002-3336-0251>

Ibis Avila Roque^{1,2*} <https://orcid.org/0000-0003-3342-2675>

Lerán Ronni Fernández Serrano^{1,2} <https://orcid.org/0000-0003-3035-2616>

Wilmer Sáez Larrondo^{1,2} <https://orcid.org/0000-0003-0073-1172>

¹Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Cuba.

* Autor para la correspondencia: ibis.avila@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: En Cuba se dispone de un sistema de normas cubanas de seguridad y salud en el trabajo como instrumentos que estandarizan los métodos de medición y los criterios de evaluación del ruido en los puestos y áreas de trabajo, pero carece de una guía de buenas prácticas que permita el empleo de los resultados de las evaluaciones como potenciales pruebas para la investigación científica del factor de riesgo.

Objetivo: Proponer los requisitos mínimos para una guía de buenas prácticas en el estudio del factor de riesgo ruido laboral.

Métodos: Se desarrolla un proceso de búsqueda de consenso entre expertos, a través de la técnica de los cuatro procesos de resolución de problemas para proponer los requisitos mínimos que se deben considerar en las evaluaciones de ruido laboral.

Resultados: Se establecieron los requisitos mínimos necesarios en los estudios de ruido respetando las normativas nacionales, lo que se estructuró en los siguientes elementos: glosario de términos, métodos de medición por el objetivo que se persigue, criterios de evaluación del ruido, métodos de medición por el tipo de puesto de trabajo (puestos de trabajos fijos, variables y aleatorios), finalidad de las evaluaciones, requisitos medibles, utilidad del mapa de ruido y requisitos informativos.

Conclusiones: La guía elaborada propone mejoras metodológicas dentro de la investigación experimental del ruido laboral, ella no obliga sino solo recomienda una estrategia investigativa, da espacio a las



interpretaciones personales y referencias elaboradas como verdades hipotéticas consensuadas, las que a futuro pueden incidir en nuevas propuestas metodológicas y normativas.

Palabras clave: ruido; higiene del trabajo; evaluación de ruido; ambiente laboral; normas de ruido; guía de buenas prácticas; seguridad y salud en el trabajo

ABSTRACT

Introduction: In Cuba it exists a system of Cuban norms of security and health in the work like instruments that standardize the mensuration methods and the approaches of evaluation of the noise in the positions and work areas, but it lacks a guide of good practical that allows the employment of the results of the evaluations like potentials tests for the scientific investigation of the factor of risk.

Objective: To propose the minimum requirements for a guide of good practical in the study of the factor of risk labor noise.

Methods: A process of consent search is developed among experts, through the technique of the four processes of resolution of problems to propose the minimum requirements that should be considered in the evaluations of labor noise.

Results: The necessary minimum requirements settled down in the studies of noise respecting the normative ones national, what was structured in the following elements: glossary of terms, mensuration methods for the objective that is pursued, approaches of evaluation of the noise, mensuration methods for the type of work position (positions of fixed works, variables and aleatory), purpose of the evaluations, requirements metrological, utility of the map of noise and informative requirements.

Conclusions: The elaborated guide proposes methodological improvements inside the experimental investigation of the labor noise, she doesn't force but alone it recommends an investigative strategy, it gives space to the personal interpretations and references elaborated as truths hypothetical, those that can impact in new methodological and normative proposals to future.

Keywords: noise; hygiene of the work; evaluation of noise; set labor; norms of noise; good practical guides; safety and health at work

Recibido: 15 de febrero de 2024

Aceptado: 7 de julio de 2024

Editor a cargo: MSc. Belkis Lidia Fernández Lafargue



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Introducción

El ruido tiene una connotación especial para la Higiene, la Epidemiología y la Medicina del Trabajo en atención al gran número de trabajadores y población general que están expuestos a sus efectos nocivos. La literatura especializada refiere como resultado de numerosas investigaciones la acción que el ruido puede ocasionar sobre la salud del individuo expuesto. Los efectos nocivos pueden agruparse en daños sobre la audición en particular, daños fisiológicos sobre el aparato auditivo y efectos nocivos extra auditivos o extraurales (o sea, daños en otros órganos del cuerpo humano donde el ruido penetra como vibración).⁽¹⁾

El efecto nocivo más estudiado del ruido es el producido sobre el aparato auditivo. En este órgano se pueden producir daños mecánicos en la membrana timpánica, efectos otoescleróticos en la cadena de huesecillos del oído medio y daños irreversibles en las células ciliadas del Órgano de Corti (en el oído interno), produciendo este último como efecto en el trabajador expuesto una enfermedad irreversible la hipoacusia neurosensorial, la cual se suele denominar, en el lenguaje popular, sordera profesional.^(1,2)

El Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT) realiza de modo sistemático diferentes tipos de estudios de evaluación del ambiente laboral a solicitud de las empresas y organismos interesados. En estos estudios se contrastan las evaluaciones empíricas con el apoyo de la medición de las magnitudes recomendadas por la legislación vigente en el país para la evaluación de los factores de riesgo del ambiente laboral, en particular, se busca confirmar el cumplimiento de las normas vigentes de higiene del trabajo en los puestos y en las áreas de trabajo.

Los estudios son por lo general incorporados a las investigaciones científicas de la institución, lo que se realiza con la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos donde se busca la verificación de los mismos y de los datos con algún tipo de variante del llamado método científico.

Pero, no siempre en las investigaciones las valoraciones descansan en modelos de generalización establecidos por normas o estudios precedentes, sino que a veces se realizan inferencias novedosas y se aplican métodos de ensayo - error y de síntesis basada en evidencias.^(3,4) Las modificaciones que aparecen como conclusiones de la investigación requieren entonces, de metodologías estandarizadas que sirvan de referencias y de modelos derivativos de la lógica formalizados “*a priori*”.

Hoy se reconoce la práctica basada en evidencias (PBE) como un modelo o paradigma útil para la investigación científica en sus disímiles ramas o secciones. Lo que tiene su origen en la llamada medicina basada en hechos o en la evidencia.^(5,6) Lo que hace referencia a la ventaja del uso consciente, juicioso y razonable, de la mejor evidencia resultante de la investigación empírica de la realidad, para la intervención eficaz y la toma de decisiones con el menor riesgo posible.

Este enfoque, es posible extenderlo a la actuación en múltiples disciplinas, como es el caso de la Higiene del trabajo o Higiene ocupacional, la que se encarga de la prevención de los riesgos y enfermedades



profesionales relacionadas con los ambientes de trabajo.⁽⁷⁾ Pues, favorece otorgar cierto nivel o grado de verosimilitud en las pruebas o conclusiones fácticas que se obtienen en los estudios de terreno o en las investigaciones protocolizadas, no como la mera comparación de datos resultantes, sino como una estrategia investigativa que incorpora las interpretaciones personales y consensuadas lo que le otorga credibilidad si se permite correlacionar los datos medidos con los modelos matemáticos predictivos (validez convergente).

Así, diseñar una investigación desde una hipótesis *ad hoc* (o desde un razonamiento abductivo) adquiere coherencia lógica siempre que se selecciona como “teoría de la medida” un test estandarizado que garantice validez predictiva y convergente, y requiere de la estandarización de las evidencias.^(8,9,10) Por lo cual, es indiscutible que se necesita de validar nuestros resultados experimentales estandarizando los criterios metodológicos que se van a emplear, por eso de alguna manera se justifica éticamente que se regulen los criterios de verisimilitud en la investigación científica.

La credibilidad de los hechos (evidencias) resultantes de nuestras investigaciones científicas y de los estudios preventivos ambientales realizados al factor de riesgo ruido en el ambiente laboral en los últimos años por el INSAT descansa en los criterios:^(11,12,13)

- Las evidencias provienen de estudios descriptivos no experimentales bien diseñados, como los estudios comparativos, estudios de correlación o estudios de casos y controles.
- Las evidencias provienen de documentos u opiniones de comités de expertos o experiencias de autoridades de prestigio o de los estudios de series de casos.

En el presente artículo se proponen los requisitos mínimos que se deben de considerar para elaborar una guía de buenas prácticas para el estudio del factor de riesgo ruido laboral. Se incluyeron lo que los autores consideran ineludibles para la evaluación ambiental del ruido en las áreas y puestos de trabajo de Cuba, y para la prevención de los efectos nocivos que este factor introduce de manera general en todos los ambientes laborales.

Métodos

Los proyectos de investigación que se realizarán en el laboratorio de ruido del INSAT en los próximos años es muy probable que queden protocolizados con arreglo de los razonamientos basados en casos (RBC) y se realicen modificaciones a los test estandarizados asumiendo métodos lógicos basados en comparaciones analógicas.⁽¹⁴⁾ Favoreciendo así, resolver problemas nuevos a través de la búsqueda de problemas viejos documentados dentro de una base de datos o base de casos.

Para garantizar la verisimilitud en los criterios de expertos del panel que participó en la elaboración de los requisitos mínimos para una guía de buenas prácticas para la investigación experimental del ruido que aquí



damos a conocer, se requirió que los autores de esta propuesta tuvieran acumulada una experiencia práctica de evaluación del ruido de más de diez años.

La propuesta contiene, entonces, la pragmática que se desarrolló con el aprendizaje y con la experiencia. En el proceso de consenso los autores pudieron seguir la técnica de los cuatro procesos de resolución de problemas (4 Rs):⁽¹⁵⁾

- Recordar los casos similares al que se está analizando.
- Reutilizar la información y el conocimiento que se tiene en este caso para resolver el problema.
- Revisar la solución propuesta.
- Retener las partes de esta experiencia que puedan ser útiles para la resolución de futuros problemas.

La idea básica del RBC consiste en organizar todos aquellos casos que comparten un conjunto de propiedades bajo una estructura más general, llamada episodio generalizado. Un episodio generalizado (EG) contiene tres tipos diferentes de constructos: normas, casos e índices.⁽¹⁰⁾

Toda la base de conocimiento de la investigación de terreno consistió, entonces, en conformar con los casos estudiados una red y, dentro de ella, ir discriminando los diferentes casos, creando nodos donde cada nodo permite interpretar un fenómeno con ayuda de un grafo, o sea, el grafo es quien entrega una generalización del episodio, y lo convierte una vez verificado en una prueba.

Los requisitos mínimos esbozados se elaboraron de manera que conecten metodológicamente los tres constructos definidos como objetos típicos de un episodio generalizado.

Resultados

Los requisitos mínimos para una guía de buenas prácticas en las evaluaciones del ruido laboral se organizaron de manera lógica en diez elementos fundamentales: glosario de términos a emplear, métodos de medición por el objetivo que se persigue, criterios de evaluación del ruido, métodos de medición por el tipo de puesto de trabajo (puestos de trabajos fijos, variables y aleatorios), finalidad de las evaluaciones, requisitos metrológicos generales, utilidad del mapa de ruido y requisitos informativos.

En el cuadro 1 se refleja un glosario de términos, considerados como los mínimos a emplear en las evaluaciones de casos.^(16,17,18,19)

Cuadro 1. Glosario de términos. Factor de riesgo ruido

Término	Descripción
Ruido constante	Ruido cuyo nivel de presión sonora no fluctúa



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

	significativamente durante la sesión de medición. Los niveles determinados según la respuesta lenta (<i>SLOW</i>) del sonómetro no varían en un intervalo mayor a 5 dB y el resultado es extrapolable para toda la jornada laboral
Ruido no constante	Ruido cuyo nivel de presión sonora fluctúa significativamente durante la sesión de medición. Los niveles determinados según la respuesta lenta (<i>SLOW</i>) del sonómetro varían en más de 5 dB y el resultado es extrapolable para toda la jornada laboral
Ruido fluctuante	Ruido no constante cuyo nivel cambia continuamente en el tiempo durante la jornada laboral y las variaciones de los niveles son aleatorias en cualquier intervalo de tiempo en que se midan
Ruido de impulso	Ruido no constante que varía entre los valores máximos y mínimos de su intensidad con una razón mayor o igual a 6 dB en un intervalo de tiempo menor que 1 segundo
Pico	Valor de la intensidad de sonido en un ruido no constante que se sostiene como máximo en un intervalo de tiempo menor que 50 μ s
Ruido de fondo	Ruido que está presente en un ambiente y que no es generado por las fuentes sonoras susceptibles de ser evaluadas
Bandas de octava	Sistema de intervalos de frecuencias normalizados internacionalmente en la banda de frecuencias audibles según las Normas Internacionales (<i>IEC</i> , por sus siglas en inglés) citadas en las referencias normativas
Punto de medición	Espacio localizado geoméricamente en un ambiente laboral donde se colocan los sensores de los medios de medición
Puesto de trabajo	Entorno inmediato del trabajador cuando realiza su actividad laboral
Puesto de trabajo fijo	Puesto de trabajo donde la localización del entorno del trabajador no varía espacialmente durante toda la jornada laboral

Puesto de trabajo variable no aleatorio	Puesto de trabajo donde el trabajador permanece con regularidad en varios puestos de trabajos fijos o se mueve entre los mismos durante la jornada laboral
Puesto de trabajo variable aleatorio	Puesto de trabajo donde el trabajador no permanece en un mismo lugar en un mismo intervalo de tiempo de la jornada laboral
Área de trabajo	Espacio localizado geoméricamente en un ambiente donde se realiza al menos una actividad laboral

Fuente: Elaborado a partir de criterios nacionales e internacionales.^(16,17,18,19)

Métodos de medición por el objetivo que se persigue

Los métodos de medición del tipo de orientación se utilizarán para la obtención de información primaria sobre el ruido en los puestos y áreas de trabajo. Las mediciones se realizan en un conjunto de puestos de trabajo seleccionados empíricamente o semi-empíricamente como potencialmente afectados por ruido.

Los métodos de medición del tipo de control se utilizarán para la obtención de una mayor información que la anterior sobre la exposición real de cada trabajador al ruido. En los ruidos no constantes se pueden incluir: la dosimetría, la medición de los niveles medios, la medición de niveles equivalentes, la medición de los niveles picos y en los ruidos tonales los análisis frecuenciales.

Los métodos de medición del tipo especiales se utilizarán en los casos específicos de determinación de las características complementarias del ruido. Se medirán niveles de presión sonora en intervalos de frecuencias infrasonoras o ultra sonoras. Se pueden hacer valoraciones de la intensidad y frecuencia en los ruidos de impulso. Se pueden evaluar las relaciones de la potencia sonora que se emite o que se absorbe por las estructuras y maquinarias o por los trabajadores.^(17,18)

Criterios de Evaluación del Ruido

En todos los estudios de ruido realizados en el periodo comprendido entre el 2013 y el 2023 en el laboratorio de ruido del INSAT fueron aplicados de manera obligatoria en todos los puestos y áreas de trabajo los siguientes cuatro criterios de evaluación del ruido normados, y quedó evidenciado que cubren todos los riesgos potenciales presentes en las áreas donde el ambiente acústico pueda ser caracterizado como ruido laboral.

Se proponen cuatro criterios integrales de evaluación cuantitativa del ruido que deben aparecer en todas las metodologías de evaluación del factor de riesgo que se realicen en la República de Cuba para respetar los métodos normados en la NC 871:2011⁽¹⁹⁾ y resumidos como:



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- El Criterio del Nivel de Presión Sonora Ponderado A, (L_p (A), por sus siglas en inglés): Se aplica en los ruidos constantes. Su objetivo es prevenir la sordera profesional por daño irreversible del órgano de *Corti*, con la aplicación del mismo se trata de evitar las exposiciones no protegidas de las personas a valores umbrales de intensidad sonora (TLV , por sus siglas en inglés) de 85 dB(A) o más, en jornadas laborales de 8 horas de exposición continua. Este límite se le denomina a veces nivel máximo admisible ante una exposición al ruido laboral ($TLV-TWA$, por sus siglas en inglés).⁽¹⁹⁾
- El Criterio del Nivel Sonoro Equivalente Continuo, (Leq (A), por sus siglas en inglés): Se aplica en los ruidos no constantes. Su objetivo es prevenir la sordera profesional por daño irreversible del órgano de *Corti*, con la aplicación del mismo se trata de evitar las exposiciones no protegidas de las personas a umbrales de intensidad sonora con un valor de la media integrada de 85 dB(A) o más, en jornadas laborales de 8 horas de exposición continua. Este límite se le denomina a veces nivel máximo admisible ante una exposición al ruido laboral ($TLV-TWA$, por sus siglas en inglés).⁽¹⁹⁾
- El Criterio del Nivel de Pico, (L_{pico} (dB), por sus siglas en inglés): Se aplica en los ruidos impulsivos (proveniente de los impactos y de los escapes de gases). Su objetivo es prevenir la ruptura de la membrana timpánica con pérdida inmediata de la audición, que ocasionan los valores extremos que se alcanzan en cortos intervalos de tiempo, y que son provocados por impactos (martillazos, golpes metálicos estridentes, etc.) o escapes de gases (explosiones). También trata de prevenir otros accidentes otacústicos violentos en el oído medio que puedan provocar la pérdida parcial o total de la audición por daños mecánicos en el sistema de transmisión del oído del individuo afectado. La prevención se realiza controlando la exposición a valores de pico que alcancen intensidades de 110 dB o más, para jornadas laborales de 8 horas de exposición continua y toma en cuenta el número de impactos que aparecen durante la jornada para fijar el valor del TLV . Este límite se le denomina a veces valor umbral techo (TLV *Ceiling*, por sus siglas en inglés) porque nadie debe exponerse a estos valores sin protección auditiva en ningún momento, o sea, todo intervalo temporal de exposición representa una condición de “peligro” para la salud auditiva.
- El Criterio del percentil 90, L_{90} (A): Se aplica en los ruidos no constantes. Su objetivo es prevenir la sordera profesional por daño irreversible del órgano de *Corti*, con la aplicación del mismo se trata de evitar las exposiciones no protegidas de las personas a niveles de intensidad media (TLV) de 85 dB(A) o más, en jornadas laborales de 8 horas de exposición continua. Este límite se le denomina a veces $TLV-TWA$.⁽¹⁹⁾

Este es el único criterio que previene la molestia psicológica que provoca el ruido y nos informa del nivel de pérdida de la percepción del riesgo que ha desarrollado el trabajador expuesto al ruido evaluado. En las áreas donde se requiere realizar trabajo con requerimiento intelectual permite establecer los límites para garantizar una calidad acústica mínima necesaria en este tipo de área para actividades laborales que requieren una

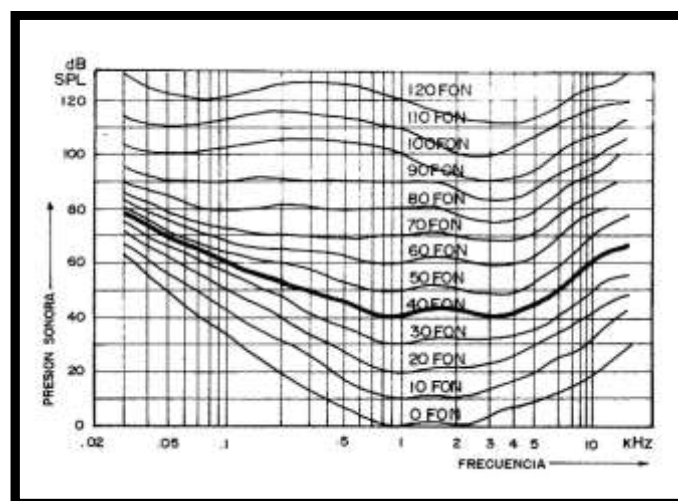


concentración mental especial, por ejemplo, es el más idóneo para evaluar las oficinas, los laboratorios, las aulas, los consultorios médicos, o las pizarras de control eléctrico. Generalmente este criterio se reglamenta para que en las áreas mencionadas no trabaje con un valor que supere los 60 dB(A).

Se propone un criterio espectral de evaluación cuantitativa del ruido que deben aparecer en todas las metodologías de evaluación del factor de riesgo que se realicen en la República de Cuba para respetar los métodos normados en la NC 871:2011.⁽¹⁹⁾

- El Criterio NR (así designado técnicamente en la norma cubana, por ser la abreviatura más usada del *Noise Rate Criteria*, estandarizado en los *EEUU*): Se aplica en los ruidos tonales (constantes y no constantes). Su objetivo es prevenir la sordera profesional por daño irreversible del órgano de *Corti*, pero previene el efecto fisiológicamente nocivo de los ruidos que tienen frecuencias particularmente dañinas, en particular el ruido que incorpora chirridos, pitos agudos, escapes de gases, y sonidos de altas intensidades sonoras concentradas en las altas frecuencias.

El criterio utiliza como fundamento teórico la isosonoridad propuesta por el modelo de *Fletcher y Munson* (Ver figura 1) del cual fue tomado como basamento experimental del análisis espectral del ruido presente en el ambiente laboral en Bandas de frecuencias de octava. El criterio requiere que los valores medidos en cada banda de octava (con una integración de 1 segundo, denominada técnicamente ponderación *SLOW*) se transforman con una tabla de conversión que está normada en nuestro país en la NC 871 (utilizando en ella valores equivalentes a los normados por *ISO 226*).^(19,20) Los valores convertidos con el empleo de la mencionada tabla permiten conocer cuáles son las frecuencias donde en el oído interno se alcanza o sobrepasa para la presión sonora una intensidad de 80 dB, umbral que se propone como *VTLV-TWA* en todas las frecuencias medidas para jornadas laborales de 8 horas de exposición continua. Este criterio, además, permite mejorar la selección de los medios de protección individual (MPI) y diseñar técnicamente los métodos de control más adecuados sobre el medio o sobre la fuente de ruido.^(17,19,20,21)



Nota: Las líneas isosónicas permiten la construcción de los filtros de ponderación y de los audiómetros.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Fuente: Curvas isofónicas (*Fletcher-Munson*). Instituto de Sonido *ORION*.^(20,21)

Fig. 1. Curvas de *Fletcher* y *Munson*. Diagrama frecuencial de la fisiología del aparato auditivo del ser humano.

Métodos de medición por el tipo de puesto de trabajo

Métodos de medición para puestos de trabajos fijos:⁽¹⁸⁾

- Para determinar los niveles de presión sonora en los puestos de trabajos fijos, las mediciones se realizarán en puntos de medición situados en el lugar donde el trabajador desarrolla su actividad laboral.
- Cuando existe más de una fuente de emisión de sonido en el área próxima del puesto fijo de trabajo las mediciones se realizarán en el área donde los trabajadores estén operando en su régimen normal y con al menos las dos terceras partes de los equipos funcionando.
- Cuando se evalúa higiénicamente un puesto de trabajo fijo para conocer la exposición del trabajador al ruido en una actividad específica, si la fuente de sonido no está aislada en un área o local, la medición debe llevarse a cabo en el puesto de trabajo fijo o en la zona de trabajo, manteniendo el resto de las instalaciones tecnológicas sin funcionar dentro del área.
- Cuando la actividad laboral se realiza de pie la medición con el sonómetro se realizará con el micrófono colocado a la altura de 1,5 m sobre el nivel del piso. En el caso en que el trabajo se realice sentado o en otra posición, la medición se realizará a la altura del oído del trabajador. En ambos casos el micrófono estará situado en dirección y sentido de la fuente de mayor emisión de sonido y separado a una distancia entre 0,3 y 1,0 m del trabajador.
- El operador del sonómetro se colocará en una posición que no interfiera la actividad laboral y la calidad de la medición, tratando de ser posible de mantenerse a una distancia no menor de 0,5 m. del trabajador. No deberá permanecer ninguna persona ajena a la medición en el entorno del instrumento.
- El sonómetro debe colocarse en un ángulo de 45° respecto a la línea normal gravitatoria (Ver figura 2).



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Fuente: Materiales de la investigación realizados por los autores.

Fig. 2. Posición de sonómetro y del observador respecto a una fuente de ruido.

- Para garantizar la precisión de las mediciones se debe colocar el sonómetro en un trípode, siempre que sea posible.
- Para la evaluación de las características de la señal sonora se seleccionarán los accesorios que se correspondan con las distintas especificaciones de la fuente y del área donde esté situado el puesto fijo de trabajo y se determinarán.^(18,19)
 - a) Criterios de evaluación (con lo que se definen las variables que se deben medir).
 - b) Tipos de campos sonoro (campo libre, campo reverberante o difuso, campo semi-reverberante o semi-difuso), (con lo que se determinan los tipos de micrófonos que se deben seleccionar).
 - c) Tipos de muestreos (tiempo de medición, número de mediciones), (con lo que se determinan: la frecuencia, la duración de las mediciones y los lugares específicos donde se realizarán).
- Para la medición de la intensidad sonora:
 - a) Se selecciona un intervalo de tiempo dentro de la misma que se corresponda con la emisión de la mayor intensidad de sonido o con características tonales especiales en el mismo.
 - b) En ruidos impulsivos se selecciona el momento de los impactos de mayor intensidad como representativos de toda la jornada laboral.
 - c) En ruidos tonales por métodos analíticos se selecciona el intervalo de tiempo de la jornada laboral donde el espectro del ruido difiera significativamente del de ruido de fondo, como representativo de toda la jornada.

Métodos de medición para puestos de trabajos variables:⁽¹⁸⁾

Cuando se trate de un puesto de trabajo variable, la medición se realizará en los puestos fijos del área en la cual el trabajador desarrolla alguna actividad la mayor parte de la jornada laboral siempre que él permanezca

en dicha área un tiempo significativo para la medición. Se aplicará el criterio del nivel sonoro medio con el objetivo de lograr por medio del nivel de la media aritmética de la presión sonora un resultado representativo de la exposición al ruido, asumiendo un intervalo de tiempo representativo de la jornada laboral.

Asumiendo algún método de muestreo estadístico, en cada posición donde el trabajador permanezca un tiempo significativo de la jornada laboral, la medición se realizará cumplimentando lo establecido en las normas cubanas referenciadas más adelante.

Métodos de medición para puestos de trabajos aleatorios:⁽¹⁸⁾

Cuando se trate de un puesto de trabajo aleatorio la medición se realiza colocando un instrumento de dosimetría sobre el trabajador y retirándolo cuando haya pasado un intervalo de tiempo representativo de la jornada laboral.

Para la selección de un intervalo de tiempo representativo de la jornada laboral y no se permiten extrapolaciones cuando el régimen de trabajo no es normal o la jornada laboral difiere significativamente de la normal de 8 h.

Finalidad de las evaluaciones de ruido

Los criterios de evaluación antes descritos se aplicarán siempre con, al menos, uno de los fines siguientes:

- a) Verificar el cumplimiento de las normas cubanas de salud y seguridad del trabajo vigente.
- b) Implementar medidas destinadas a la reducción de la exposición de los trabajadores al ruido.
- c) Comprobar la calidad de las medidas de control aplicadas.⁽¹⁹⁾

Requisitos metrológicos generales

Los niveles de ruido en las áreas o puestos de trabajo se medirán en decibeles (dB), físicos y/o ponderados (A,B,C,D), según el tipo de ruido y la finalidad de la evaluación.

Las características metrológicas de los sonómetros que incluyen la clase, los tipos, los rangos de frecuencia e intensidad y las ponderaciones temporales con las respuestas *SLOW* (valor eficaz =1 s), *FAST* (valor eficaz = 125 ms) y *PEAK* (valor eficaz = 50 μ s) del sonómetro deberán cumplir con las *IEC 61672-1* y *60651*.^(18,21)

Las mediciones de los valores no constantes serán promediadas según el criterio de evaluación que se seleccione entre los establecidos en la *NC 871:2011*.⁽¹⁹⁾

Los análisis de frecuencias en las áreas y puestos de trabajo se realizarán con ayuda de un analizador de frecuencias en bandas de octava, el cual debe cumplir con lo establecido en *IEC 61260*.⁽²³⁾

Para la medición de las magnitudes asociadas al sonido dependiendo del criterio de evaluación se utilizarán los instrumentos de medición y accesorios requeridos, tomando en cuenta lo establecido por los fabricantes del instrumento y la *NC 871:2011*.⁽¹⁹⁾



El nivel sonoro equivalente continuo se medirá por las expresiones de la NC 871:2011 o con un sonómetro (integrador) que incorpore la expresión del acápite 3,19 de dicha norma.⁽¹⁹⁾

Para las mediciones del ruido en áreas y puestos de trabajo se utilizarán medios de medición de niveles de presión sonora con error máximo permisible igual o menor a ± 2 dB (Clase 1 ó 2).⁽¹⁸⁾

Se debe considerar que un intervalo de medición dentro de una jornada o sesión laboral, será representativo de las mismas cuando las variaciones (error relativo de la medición) del valor medio aritmético no superen el valor de ± 2 dB.

La importancia del mapa de ruido.

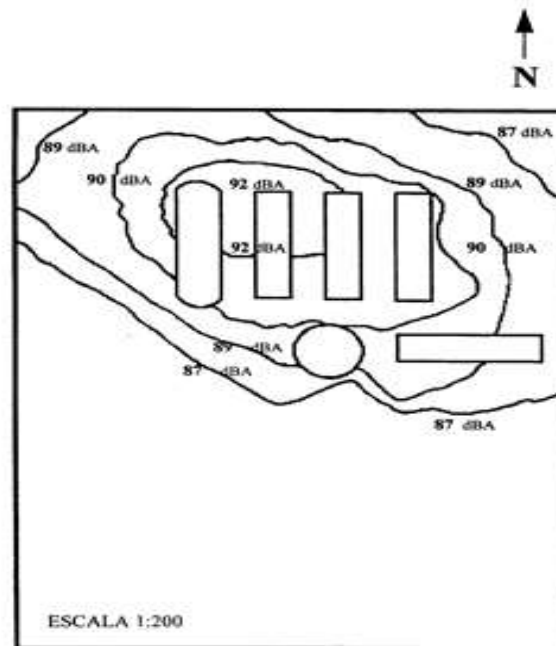
Una práctica aun poco común en nuestro país es la elaboración de mapas de ruido, pero son documentos técnicos que generalmente demuestran mucha utilidad (Ver figura 3) sobre todo cuando se establecen programas de reducción del ruido presente en el ambiente laboral o cuando se busca el control del ruido en la fuente que se ha sido identificada como el emisor responsable de niveles sonoros que sobrepasan los *TLV* normados.⁽²²⁾

La reducción del ruido puede comprender investigaciones que no solo protegen al trabajador de los daños mecánicos que pudiera producir la intensidad del fenómeno físico en el aparato auditivo, sino que puede llevar a tomar medidas para crear puestos de trabajo acústicamente ergonómicos. La ergonomía acústica del ambiente laboral requiere de una investigación más completa de la sonoridad y la percepción del trabajador expuesto.⁽²³⁾

El mapa es un instrumento de planificación de las fuentes y de las barreras y puede ser una representación física de diferentes magnitudes que caracterizan la percepción. En forma general la ingeniería civil considerará como mapa de ruido todo croquis elaborado a escala donde se haya ubicado correctamente la posición de las máquinas fijas respetando las proporciones de sus dimensiones coplanares respecto a las distancias que las separan.

Los mapas suelen ser cortes transversales (horizontales) que muestran la situación de los objetos en una determinada área, y las áreas de tránsito o de trabajo fijo entre las maquinarias. En interiores suelen ser “mapas analíticos” donde las relaciones de posición se comparan visualmente con el trazado de curvas de isosonoridad, en la mayoría de los estudios de ruido.^(20,21,22)





Fuente: Elaboración propia.

Fig. 3. Mapa de ruido analítico, coplanar. Monocromático, con representación de isolíneas de intensidad sonora.

No obstante, pueden realizarse también mapas cartográficos de cortes verticales en lugares bajo condiciones especiales de trabajo como son las minas, y en los estudios que se realizan en exteriores se pueden respetar las estructuras de los mapas topográficos y sobre las curvas de nivel de la cartografía tradicional de un terreno se pueden trazar las líneas de isosonoridad.

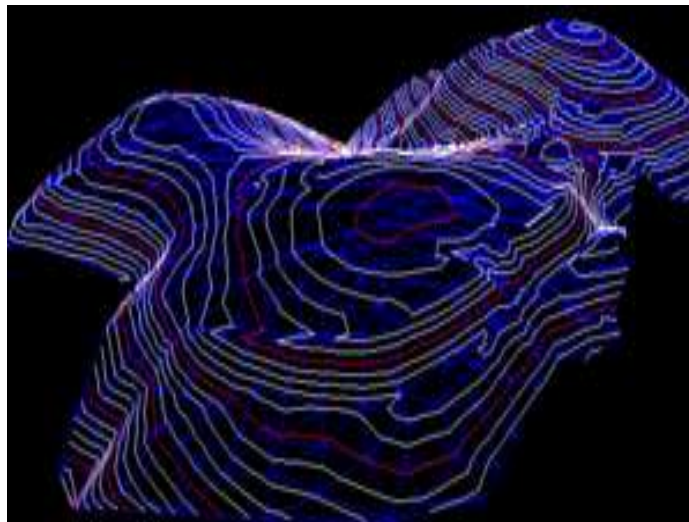
Los mapas analíticos pueden ser monocromáticos o policromáticos si se pretende, por ejemplo, destacar áreas peligrosas resaltándolas con determinado color. Pueden ser sinópticos si se requiere comparar los niveles de ruido con otras características ambientales de la zona bajo estudio, por ejemplo, si se compara la coexistencia del ruido y el calor en determinadas áreas de trabajo para mostrar la presencia potencial de un peligro multifactorial en alguna actividad laboral específica, como, por ejemplo, son mapas útiles para delimitar la peligrosidad espacial en las áreas de movimiento frente a los altos hornos de una fundición.

El empleo de mapas de ruido sigue siendo opcional en las evaluaciones del ruido, tal como lo establecen las normas vigentes, pero la complejidad del factor de riesgo lo puede convertir en imprescindible en algunos estudios. Para establecer en nuestro país, una guía de buenas prácticas de las evaluaciones del ruido es importante definir bajo qué circunstancias es imprescindible la elaboración de un mapa de ruido, así como los diferentes mapas temáticos que se requieren en los diferentes tipos de evaluaciones o estudios que se necesiten realizar en un centro de trabajo.^(22,23)

El mapa temático de isolíneas (o isopletas)

El mapa de ruido más utilizado en la salud y la seguridad del trabajo es el “temático”. Suele ser un croquis monocromático de isolíneas (o isopletas) de la intensidad sonora medida puntualmente. La figura 3 nos muestra este tipo de mapas que son los más usados en las evaluaciones y en la investigación de características especiales donde se requiere aplicar el denominado “método geográfico”.

La figura 4 nos muestra el empleo de una tecnología de mapeo computadorizado en 3D muy moderna que permite elaborar un mapa temático policromado de ruido en un ambiente exterior, muy útil, por ejemplo, en la minería a cielo abierto.^(22,23,24)



Fuente: Material docente del INSAT.

Fig. 4. Mapa de ruido analítico en 3D. Policromático con presentación de posibles isolíneas de intensidad sonora y curvas de nivel topográfico.

Requisitos informativos generales.

El informe de las evaluaciones de la exposición del nivel de ruido existente en los puestos y áreas de trabajo de una entidad laboral incluirá siempre un registro o informe de la evaluación realizada que debe incluir los siguientes aspectos:⁽¹⁸⁾

- Nombre y dirección del centro de trabajo
- Fecha de realización de las evaluaciones.
- Horario de realización de las evaluaciones.
- Puestos de trabajo y áreas de realización de las evaluaciones.
- Nombre de los especialistas participantes.
- Fecha de elaboración del informe.
- Finalidad de la evaluación.

- Criterios de evaluación aplicados
- Instrumentos de medición utilizados (marca, tipo y accesorios).
- Croquis del lugar (opcional).
- Métodos estadísticos utilizados.
- Métodos de medición utilizados.
- Análisis de los resultados (Inducciones, deducciones y abducciones aplicadas según los criterios escogidos para las evaluaciones en las áreas y puestos seleccionados.
- Conclusiones.
- Recomendaciones (opcionales).
- Tablas que se consideren necesarias para el análisis de los resultados.

Discusión

Planteaba Alice H. Suter en un artículo para la Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, en 2012, que: *“En materia de ruido en el trabajo, los términos reglamentación, norma y legislación se utilizan a menudo de manera indistinta, aunque técnicamente pueden tener significados ligeramente diferentes. Una norma es un conjunto de reglas o directrices codificadas, muy similar a una reglamentación (léase “guía”), pero que puede elaborarse bajo los auspicios de un grupo de consenso, como la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés)). Una legislación consta de leyes prescritas por autoridades legislativas o gobiernos locales.”*⁽²⁵⁾

El problema terminológico se ha vuelto más complicado hoy de lo que nos describía Suter en su artículo por varios motivos, primero porque cuando nos informaba de que la norma es un documento elaborado bajo el consenso de un grupo de especialistas que debieran estar coordinados por una “organización legalmente reconocida como institución de ciencia y tecnología”, solo estaba definiendo lo que hoy se conoce en materia de derecho internacional como “los estándares de *iure*” (o *jure*), pero legalmente existen además, hoy en todas las sociedades civilizadas otros estándares: los estándares de *facto*, los estándares consuetudinarios y algo de lo que no suelen hablar los especialistas en los documentos legales estandarizados: los estándares elaborados bajo “consensos manufacturados” y los elaborados como “directrices”⁽²⁵⁾

Este trabajo busca el consenso técnico de la comunidad nacional que realiza estudios de ruido en el ambiente laboral, porque las normas de evaluación del ruido bajo criterios deónticos existen ya en Cuba, y son de obligatorio cumplimiento por “decreto ministerial”, pero sin el consenso de los especialistas sería muy difícil perfeccionarlas en un futuro.



La presente guía puede ser un primer paso para que los estudios comparados le permitan a la comunidad dedicada al tema de evaluación y control del ruido laboral consensuar los intereses científicos por encima de las implicaciones económicas que pudiera tener el control del factor de riesgo. O sea, fabricar, con el establecimiento de guías técnicas, estados de opinión, para el beneficio de todos. La existencia de la norma NC 1057⁽¹⁸⁾ reduce la confiabilidad que los estudios de ruido pueden arrojar cuando la finalidad de los mismos es investigativa, porque es evidentemente una “directriz” y se coloca por encima de cualquier diseño inteligente de investigación de terreno. Pero, como la investigación basada en hechos no es solo la mera comparación de datos cuantitativos se necesita el consenso metodológico que hoy en Cuba todavía no se observa en algunos informes de investigación en las comunidades que intervienen en la evaluación de ruido.

Conclusiones

Esta guía pensamos que permite proponer cambios o mejoras metodológicas dentro de la investigación experimental del ruido laboral, ella no obliga sino solo recomienda una estrategia investigativa y es amplia respecto a incorporar en las investigaciones interpretaciones personales y referencias elaboradas como verdades hipotéticas consensuadas. Así se le otorga, a priori, verosimilitud a todo estudio que emplee los métodos aquí sugeridos sobre cualquier otro tipo de modelo de investigación.

Sobre las metodologías propuestas se pueden diseñar los modelos matemáticos predictivos (de validez convergente), y realizar los estudios comparados.

La experticia recogida en los estudios que en un futuro respeten los requisitos propuestos en el presente artículo debe servir a un panel de expertos del INSAT, para elaborar la próxima guía estandarizada metodológica para la evaluación cuantitativa del ruido.

La guía debe también permitir una inducción más creíble de los patrones de riesgo identificados técnicamente al intercomparar los datos medidos en las investigaciones de terreno y en los análisis de riesgo realizados en regiones distantes por especialistas que no se conocen personalmente.

Referencias bibliográficas

1. Hernández Peña O, Hernández Montero G, López Rodríguez E. Ruido y salud. Rev Cub Med Mil. 2019 [acceso 30/01/2024];48(4):e431. Disponible en: <http://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/431>
2. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en los lugares de trabajo. Madrid:



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- INSST, septiembre 2022 [acceso 30/01/2024]. Disponible en:
<https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-técnicos/guia-tecnica-para-la-evaluación-y-prevención-de-los-riesgos-relacionados-con-la-exposición-al-ruido-en-los-lugares-de-trabajo-ano-2022>
3. Silva L. Deficiencias en la formulación de problemas de investigación en ciencias de la salud. Metas de Enferm. 2004 [acceso 30/01/2024];7(2):51-5. Disponible en:
http://lcsilva.sbhac.net/Articulos/23.Deficiencias_en_la_formulacion_de_problemas_de_investigacion.pdf
 4. Amezcua M. El Trabajo de Campo Etnográfico en Salud. Una aproximación a la observación participante. Index de Enfermería. Año IX. 2000 [acceso 30/01/2024];(30). Disponible en:
<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/50643/2000-ied-observacion.pdf>
 5. Sánchez Mendiola MV. La medicina basada en evidencias y la escuela de medicina. Gaceta médica de México. 2004 [acceso 30/01/2024];140(3):314-6. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132004000300011&Ing=es
 6. Arceo Díaz JL, Omelas Aguirre JM, Domínguez Salcido S. Manual de medicina basada en evidencias. México: Editorial El Manual Moderno. 2010 [acceso 30/01/2024]. Disponible en:
<https://aprendeonline.manualmoderno.com/home/product-details/273327;seoMode=true>
 7. de Vicente Abad MA, Díaz Aramburu C. Síntesis de la evidencia científica relativa a los riesgos laborales en trabajadoras embarazadas (período 2000-2010). España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NIPO 792-11-102. 2011 [acceso 30/01/2024]. Disponible en:
https://www.insst.es/documents/94886/514312/Sintesis_evidencia_cientifica_trab_embarazadas.pdf/0fdb941e-1e99-4f47-99b0-d523497a890e
 8. Monje Álvarez CA. Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa. Guía Didáctica. Colombia: Universidad Sur Colombiana, NEIVA. 2011 [acceso 30/01/2024]. Disponible en:
<https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=23967>
 9. Artiles Visbal L, Otero Iglesias J, Barrios Osuna I. Metodología de la investigación para las ciencias de la salud. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 2008 [acceso 30/01/2024]. Disponible en:
www.ecimed.sld.cu/2008/01/26/11727
 10. Colectivo de autores. Folleto de Metodología de la Investigación para licenciados en Tecnología de la Salud. La Habana: Facultad de Tecnología de la Salud (FATESA); 2011. (material impreso)
 11. Gérard Leclerc. La credibilidad del enunciado científico contemporáneo: ¿última figura de la autoridad? Ciencias Sociales y Educación. 2017 [acceso 30/01/2024];6(11):313-26. Disponible en:
https://revistas.udem.edu.co/index.php/Ciencias_Sociales/article/download/2328/1965/



12. Baixinho CL, Presado H, Ferreira Ó, Costa AP. Qualitative research and knowledge transfer: from project to decision-making? Rev Bras Enferm. 2019;72(1):1-2. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167.20197201>. PMid:3091626
13. Baixinho CL, Costa AP. Credibilidad y transferencia del conocimiento. Esc Anna Nery 2020 [acceso 30/01/2024];24(3):e20200008. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ean/a/TBstP8Bc5gkvVJGTmb98NFRq/?format=pdf&lang=es>
14. Cruz Ac JM, González Fajardo JA, Zaragoza Grifé JN. Un sistema de razonamiento basado en casos para apoyar la toma de decisiones en la industria de la construcción. Ingeniería. 2013 [acceso 30/01/2024];17(2):111-5. Disponible en: www.redalyc.org/articulo.oa?id=46730913003
15. García Vidal G, Zayas Miranda E. El proceso de solución de problemas. Universidad Tecnológica de EL Salvador (UTEC). Disponible en: http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55764.pdf
16. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (OSHA-EU). El ruido en el trabajo. MAGAZINE. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2005. (material impreso)
17. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Temas específicos del Proceso Selectivo para ingreso en la Escala de Titulados Superiores del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.A., M.P. (INSST). Parte 3: “Higiene industrial”. Tema 9. Ruido (insst.es). Madrid. marzo 2024. (archivo digital)
18. Norma Cubana 1057. Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Métodos de Medición en los Puestos y Áreas de Trabajo. La Habana. 2014 [acceso 30/01/2024]. Disponible en: <http://www.nonline.cubaindustria.cu/Manual/Normas-vigentes-Octubre2021.rar>
19. Norma Cubana 871. Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos higiénicos sanitarios generales. La Habana. 2014 [acceso 30/01/2024]. Disponible en: <http://www.nonline.cubaindustria.cu/Manual/Normas-vigentes-Octubre2021.rar>
20. Rabinovich P. Apunte: Curvas isofónicas (Fletcher Munson). Instituto de Sonido ORION. (sin fecha) [acceso 30/01/2024]. Disponible en: https://irp-cdn.multiscreensite.com/13e09fb5/files/uploaded/fletcher_munson.pdf
21. Miyara F. Paradigmas para la investigación de las molestias por ruido. Buenos Aires: 1as Jornadas Sobre el Ruido y sus consecuencias en la Salud de la Población; 2001 [acceso 30/01/2024]. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/paradigm.pdf>
22. Arana Burgui M. Metodologías para la elaboración de Mapas de Ruido y su evaluación. Aplicación a la Comunidad Foral de Navarra. UNED Tudela, Aula Universitaria de Milagro; 2016 [acceso 30/01/2024]. Disponible en: https://www.unedtudela.es/archivos_publicos/qweb_paginas/4652/extraordinario1011articulo1.pdf



23. Romero Duque GA, Acero Calderón J, Jaimes Becerra M. Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura. Tecnura. 2016 [acceso 30/01/2024];20(49):152-66. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257047577011>
24. González Lozano R, Rodríguez Hernández SV. Revisión al estado del arte de la modelación geoespacial del ruido por tráfico de carreteras. Revista Cubana de Transformación Digital. 2022 [acceso 30/01/2024];3(2): e169. Disponible en: <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/169>
25. Suter A. Ruido. En: Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo OIT. Organización Internacional del Trabajo. 1998 [acceso 30/01/2024]:47.2-47.16. Disponible en: <https://higieneysseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2009/09/47-ruido1.pdf>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Raúl Baqués Merino.

Curación de datos: Raúl Baqués Merino, Wilmer Sáez Larrondo, Ibis Avila Roque, Lerán Ronni Fernández Serrano.

Análisis formal: Raúl Baqués Merino, Wilmer Sáez Larrondo, Ibis Avila Roque.

Investigación: Raúl Baqués Merino, Wilmer Sáez Larrondo, Ibis Avila Roque, Lerán Ronni Fernández Serrano.

Metodología: Raúl Baqués Merino, Wilmer Sáez Larrondo, Ibis Avila Roque, Lerán Ronni Fernández Serrano.

Supervisión: Raúl Baqués Merino.

Visualización: Raúl Baqués Merino, Wilmer Sáez Larrondo, Ibis Avila Roque.

Redacción del borrador original: Raúl Baqués Merino.

Redacción revisión y edición: Raúl Baqués Merino, Ibis Avila Roque.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)