



PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CONTROL DE RUIDO PARA
MITIGAR EL IMPACTO SONORO EN TALLERES METALMECÁNICOS UBICADOS EN ZONAS
RESIDENCIALES DEL MUNICIPIO DE COVEÑAS, SUCRE

Tutor:

SERGIO ANDRES ZABALA VARGAS

MARGIE GALEANO MENDOZA

SEBASTIÁN JOSÉ MARTÍNEZ MEDINA

ALDAIR REYES ANGULO

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre del 2025

Tecnologías de control de ruido

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CONTROL DE RUIDO PARA
MITIGAR EL IMPACTO SONORO EN TALLERES METALMECÁNICOS UBICADOS EN ZONAS
RESIDENCIALES DEL MUNICIPIO DE COVEÑAS, SUCRE

Margie Galeano Mendoza

Sebastián José Martínez Medina

Aldair Reyes Angulo

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre del 2025

Contenido

Lista de tablas.....	5
Lista de anexos	6
Resumen.....	7
Abstract	8
Introducción	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Descripción del problema	11
1.1.1. Panorama internacional	11
1.1.2. Contexto nacional (Colombia)	11
1.1.3. Estándares internacionales.....	12
1.14. Contexto local (Coveñas, Sucre)	12
1.14.1. Necesidades identificadas	13
1.2. Pregunta de investigación	13
1.4 Justificación de la investigación.....	14
2. MARCO DE REFERENCIA	16
2.1. Marco de Antecedentes.....	16
2.2. Marco Teórico.....	18
Ruido industrial y sus efectos en la salud.....	18
Tecnologías pasivas de control de ruido.....	18
Tecnologías activas de control de ruido	19
Normatividad ambiental y gestión comunitaria del ruido.....	19
2.3. Marco normativo	20
3. METODOLOGÍA.....	22
3.2. Población y muestra	23
3.3. Instrumento(s)	25
3.4. Descripción de procedimientos.....	28
3.5. Análisis de información.....	29

Tecnologías de control de ruido

3.5.1. Procesamiento y análisis de la información.....	29
3.6. Consideraciones éticas.....	31
3.6.1. Análisis de consideraciones éticas.....	31
4. HIPÓTESIS	33
4.1. Las variables.....	33
4.2. Planteamiento de hipótesis	34
5. RESULTADOS	35
5.1 Presentación de resultados	35
5.2. Propuesta al sector	44
5.3. Discusión	47
6. CONCLUSIONES	49
7. Referencias	51
Anexos.....	54

Lista de tablas

Tabla 1. Tabla – Marco Normativo del Proyecto.....	20
Tabla 2. Datos de ubicación.	35
Tabla 3. Datos sociodemográficos.	36
Tabla 4. Exposición y prácticas.	38
Tabla 5. Niveles de molestia percibida por ruido de talleres.	40
Tabla 6. Efectos del ruido en el bienestar y actividades.	41
Tabla 7. Percepción sobre responsabilidad y soluciones	43

Lista de anexos

Anexo 1. Encuesta de percepción de ruido..... 54

Anexo 2. Consentimiento
informado... .. 58

Resumen

La contaminación acústica es reconocida globalmente como un problema de salud pública que afecta la calidad de vida y el bienestar de las comunidades. En el municipio de Coveñas, Sucre, los talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales generan altos niveles de ruido debido a actividades como corte, soldadura y esmerilado, sin contar con medidas adecuadas de aislamiento. Esta situación provoca molestias, trastornos del sueño, irritabilidad y riesgo de pérdida auditiva entre los habitantes cercanos.

La investigación tuvo como objetivo formular una propuesta de tecnologías de control de ruido para mitigar el impacto sonoro de talleres metalmecánicos en zonas residenciales de Coveñas, Sucre. Con un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional, se aplicaron encuestas a 60 residentes de los barrios Guayabal y Punta Seca y se realizaron mediciones de presión sonora. Los datos, analizados en Microsoft Excel, permitieron relacionar la exposición al ruido con molestias auditivas y afectaciones al bienestar de la comunidad.

Los resultados muestran que más del 60 % de los participantes reside a menos de 50 metros de los talleres y el 63,3 % escucha el ruido de forma frecuente o muy frecuente. El 80 % manifestó molestia moderada o extrema durante la noche, y un 78,3 % reportó dificultades para dormir. Asimismo, el 70 % indicó experimentar estrés o irritabilidad, y un 25 % asoció el ruido con problemas auditivos. La comunidad expresó un amplio apoyo a medidas como la restricción horaria y la relocalización de talleres con compensación.

Como resultado de este diagnóstico, la propuesta incluye la implementación de barreras acústicas modulares, la instalación de sistemas de absorción de sonido mediante paneles de fibra mineral y espuma de poliuretano, y la reubicación gradual de talleres hacia zonas con menor densidad residencial. Además, se plantea un plan de sensibilización comunitaria y capacitación técnica dirigido a propietarios y trabajadores, para fomentar el cumplimiento de la normatividad ambiental y la adopción de prácticas sostenibles.

Palabras clave: gestión de proyectos; tecnologías de control de ruido; salud pública; talleres metalmecánicos.

Abstract

Noise pollution is globally recognized as a public health problem that affects the quality of life and well-being of communities. In the municipality of Coveñas, Sucre, metalworking workshops located in residential areas generate high noise levels due to activities such as cutting, welding, and grinding, without adequate insulation measures. This situation causes discomfort, sleep disturbances, irritability, and the risk of hearing loss among nearby residents.

The research aimed to develop a proposal for noise control technologies to mitigate the noise impact of metalworking workshops in residential areas of Coveñas, Sucre. Using a quantitative, descriptive, and correlational approach, surveys were conducted among 60 residents of the Guayabal and Punta Seca neighborhoods, and sound pressure measurements were taken. The data, analyzed in Microsoft Excel, allowed for a correlation between noise exposure and hearing discomfort and impacts on community well-being.

The results show that more than 60% of participants live within 50 meters of the workshops, and 63.3% hear the noise frequently or very frequently. Eighty percent reported moderate or extreme discomfort at night, and 78.3% reported difficulty sleeping. Furthermore, 70% reported experiencing stress or irritability, and 25% associated noise with hearing problems. The community expressed broad support for measures such as time restrictions and the relocation of workshops with compensation.

As a result of this assessment, the proposal includes the implementation of modular acoustic barriers, the installation of sound absorption systems using mineral fiber panels and polyurethane foam, and the gradual relocation of workshops to areas with lower residential density. In addition, a community awareness plan and technical training for owners and workers are proposed to encourage compliance with environmental regulations and the adoption of sustainable practices.

Keywords: project management; noise control technologies; public health; metalworking workshops.

Introducción

La contaminación acústica se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales urbanos a nivel mundial, siendo reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el segundo factor de riesgo ambiental más dañino para la salud humana, después de la contaminación del aire (OMS, 2018). En las últimas décadas, investigaciones internacionales han demostrado que la exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 55 dB(A) está asociada a alteraciones auditivas, trastornos del sueño, estrés, problemas cardiovasculares y deterioro de la calidad de vida (Basner et al., 2014). La problemática es especialmente crítica en contextos urbanos donde las actividades industriales coexisten con áreas residenciales, generando una constante tensión entre el desarrollo económico y el bienestar de la población.

En el contexto latinoamericano, países como México, Chile y Brasil han reportado un incremento en la incidencia de enfermedades relacionadas con la contaminación acústica, lo que ha impulsado la creación de normativas más estrictas para regular los niveles de presión sonora en espacios residenciales (Gozalo et al., 2019). En Colombia, la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y la responsabilidad de las autoridades ambientales en el monitoreo y control. Sin embargo, la aplicación de dichas normas enfrenta grandes retos debido a la expansión desordenada de actividades productivas en sectores urbanos.

Particularmente en el municipio de Coveñas, Sucre, se ha identificado que los talleres metalmecánicos localizados dentro de zonas residenciales generan altos niveles de ruido debido a operaciones como corte, esmerilado, perforación y soldadura. Esta situación se traduce en un problema de salud pública que afecta la audición, el descanso y la calidad de vida de los residentes, especialmente en los barrios Guayabal y Punta Seca. La pregunta que orientó esta investigación fue: ¿Cuál es la relación entre la exposición al ruido generado por talleres metalmecánicos y la incidencia de alteraciones auditivas en la población residente de zonas aledañas en Coveñas, Sucre?

El estudio se justifica en tanto aporta evidencia científica que puede contribuir a la formulación de políticas públicas, a la implementación de tecnologías de control de ruido en

talleres metalmecánicos y a la protección de la salud comunitaria. Los objetivos planteados se orientaron a identificar los niveles de exposición, determinar los efectos auditivos y extra-auditivos asociados, y diseñar una propuesta técnica y socialmente viable para mitigar el impacto sonoro en los sectores afectados.

Metodológicamente, la investigación adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional. Se aplicaron encuestas estructuradas a 60 residentes dentro de un radio de 300 metros de los talleres, complementadas con mediciones de presión sonora mediante sonómetro. Los resultados evidenciaron que más del 60 % de los participantes vive a menos de 50 metros de los talleres, con una percepción de molestia frecuente o muy frecuente, especialmente en horario nocturno. Entre los principales efectos reportados se destacaron problemas de sueño, irritabilidad y, en algunos casos, síntomas auditivos como zumbidos y pérdida parcial de audición.

En conclusión, la investigación confirmó la relación entre la exposición al ruido de talleres metalmecánicos y la afectación de la salud y bienestar comunitario. Los hallazgos refuerzan la necesidad de implementar tecnologías de control de ruido y estrategias participativas que integren a los propietarios de talleres, las autoridades ambientales y la comunidad residente.

En cuanto a la estructura del documento, en el capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación. El capítulo 2 aborda el marco de referencia, que incluye antecedentes, marco teórico y normativo. En el capítulo 3 se describe la metodología, la población, la muestra, el instrumento de recolección y las consideraciones éticas. El capítulo 4 desarrolla el análisis de resultados y la propuesta de mitigación. Finalmente, en el capítulo 5 se presentan la discusión, las conclusiones y las recomendaciones derivadas del estudio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

1.1.1. Panorama internacional

La contaminación acústica es reconocida a nivel global como una de las principales amenazas para la salud pública. La Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) señala que alrededor de 217 millones de personas en la Región de las Américas viven con pérdida auditiva, lo que representa aproximadamente el 21,5 % de la población, y estima que esta cifra aumentará hacia el 2050 si no se toman medidas preventivas (OPS/OMS, 2024). En Europa, la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) advierte que la exposición prolongada al ruido ambiental provoca cada año 48.000 nuevos casos de cardiopatía isquémica y contribuye a 12.000 muertes prematuras, además de causar perturbaciones del sueño, molestias crónicas y deterioro cognitivo en niños (AEMA, 2023). Estos datos confirman que el ruido ambiental tiene efectos multisistémicos y que su impacto trasciende lo auditivo, convirtiéndose en un problema de salud pública global.

1.1.2. Contexto nacional (Colombia)

En el caso colombiano, el Ministerio de Salud y Protección Social estima que cerca de 5 millones de personas presentan algún grado de pérdida auditiva, siendo el ruido ambiental y ocupacional uno de los principales factores de riesgo. Entre los trabajadores de 25 a 50 años, la prevalencia de pérdida auditiva inducida por ruido se sitúa aproximadamente en el 14 % (Ministerio de Salud, 2022).

En Bogotá, la Secretaría de Salud ha identificado que la exposición al ruido ambiental genera síntomas extra auditivos como irritabilidad, cefalea, agotamiento físico, dificultades de concentración e insomnio, afectando de manera significativa la calidad de vida de la población (Saludata, 2023). De igual forma, un estudio científico reciente reveló que la salud auditiva de los

adultos bogotanos presenta una correlación directa con los niveles de ruido ambiental, confirmando que la exposición constante se asocia con mayor prevalencia de hipoacusia y deterioro auditivo progresivo (Gómez, Ramírez & Cárdenas, 2024).

1.1.3. Estándares internacionales

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los niveles máximos recomendados para áreas residenciales durante la noche no deben superar los 45 dB(A), ya que valores superiores afectan directamente la calidad del sueño. Durante el día, niveles por encima de 55 dB(A) en zonas residenciales son considerados perjudiciales, ya que generan molestias significativas y aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares y psicológicas (OMS, 2018). Sin embargo, estudios internacionales han reportado que en zonas urbanas densamente pobladas, como Manhattan, los niveles diurnos promedio alcanzan hasta 85 dB(A), lo que supone casi 30 dB más que lo permitido y constituye un grave riesgo para la salud (AEMA, 2023)

1.14. Contexto local (Coveñas, Sucre)

En el municipio de Coveñas, Sucre, la afectación sonora se presenta en sectores donde talleres metalmecánicos de pequeña escala se encuentran próximos a zonas residenciales. Estos talleres realizan actividades como corte, troquelado, soldadura, limado y uso de compresores, todas ellas asociadas a emisiones sonoras elevadas. La falta de aislamiento acústico en la maquinaria, la operación en horarios extendidos, incluyendo la noche, y la ausencia de barreras físicas que mitiguen el ruido agravan la situación.

Aunque no existen estudios técnicos específicos para Coveñas, se presume que los niveles de ruido generados por estos talleres superan los valores recomendados por la OMS para áreas residenciales, especialmente durante la noche, cuando se recomienda no exceder los 45 dB(A). La exposición continua a estos niveles de ruido puede afectar directamente el descanso nocturno de los residentes, generar trastornos del sueño, irritabilidad, pérdida auditiva temprana y afectar de manera negativa el bienestar físico y mental de la comunidad.

1.14.1. Necesidades identificadas

La problemática descrita evidencia la necesidad de implementar acciones prioritarias en el municipio. En primer lugar, es indispensable realizar mediciones acústicas in situ que permitan determinar de manera objetiva los niveles de ruido en los talleres y en las viviendas cercanas. Estos datos deben ser comparados con los estándares nacionales e internacionales para evaluar el grado de incumplimiento.

Asimismo, se requiere llevar a cabo procesos de sensibilización comunitaria y diagnósticos participativos que recojan las percepciones y experiencias de los habitantes, legitimando las intervenciones posteriores. Finalmente, es urgente la implementación de medidas de control acústico como barreras físicas, cabinas insonorizadas y la modernización de la maquinaria, así como la adopción de regulaciones urbanísticas y de uso del suelo que eviten la proximidad de fuentes ruidosas con zonas residenciales.

1.2. Pregunta de investigación

¿De qué manera la implementación de tecnologías de control de ruido puede contribuir a la mitigación del impacto sonoro generado por los talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales del municipio de Coveñas, Sucre, garantizando la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de la comunidad?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo General

Formular una propuesta con estrategias para la implementación de tecnologías de control de ruido que contribuyan a la mitigación del impacto sonoro generado por los talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales del municipio de Coveñas, Sucre.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar los niveles de presión sonora generados durante las diferentes etapas del proceso de fabricación en los talleres metalmecánicos, utilizando equipos de monitoreo acústico.
- ✓ Identificar las principales fuentes de ruido en los talleres y evaluar su relación con la percepción de afectación reportada por los residentes de las zonas habitacionales cercanas.
- ✓ Recopilar información sobre diferentes tecnologías y prácticas efectivas para el control del ruido en entornos industriales, incluyendo barreras acústicas, aislamiento sonoro y sistemas de amortiguación.
- ✓ Proponer soluciones basadas en tecnologías de control de ruido que permitan mitigar el impacto sonoro de los talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales del municipio de Coveñas, Sucre.

1.4 Justificación de la investigación

La contaminación acústica es una de las problemáticas ambientales más relevantes en contextos urbanos y semiurbanos, debido a los impactos que genera sobre la salud y la calidad de vida de las comunidades. En el municipio de Coveñas, Sucre, los talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales constituyen una fuente importante de ruido que supera los límites permisibles establecidos en la normatividad colombiana, afectando tanto a los trabajadores como a los habitantes cercanos. Este fenómeno ocasiona molestias continuas, pérdida de bienestar y riesgos para la salud auditiva y psicológica, lo que justifica la necesidad de implementar tecnologías de control que permitan mitigar dichos impactos y conciliar la actividad económica con la vida comunitaria (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018).

Investigar esta problemática se justifica porque responde, en primer lugar, a la urgencia de reducir los efectos negativos de la exposición al ruido. La literatura científica ha demostrado que la contaminación sonora está relacionada con estrés, trastornos del sueño y deterioro de la comunicación, además de la posibilidad de desencadenar pérdida auditiva progresiva (García & Pérez, 2017). En segundo lugar, la investigación permite dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente en Colombia, particularmente la Resolución 627 de 2006, que establece los niveles máximos de emisión de ruido para diferentes zonas del territorio nacional. De esta

manera, se articula una respuesta académica y social con las exigencias legales y con la necesidad de mejorar la convivencia entre sectores productivos y comunidades.

Los beneficios del proyecto se reflejan en varios niveles. Para la comunidad, implica una mejora sustancial en la calidad de vida y una reducción de las molestias asociadas al ruido, el cual es reconocido como uno de los principales contaminantes ambientales que afectan el bienestar y la salud pública en zonas urbanas (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2020). Para los propietarios de talleres metalmecánicos, representa una oportunidad de cumplir con la normatividad, evitar sanciones y proyectar una imagen más responsable frente a la sociedad. Para la institucionalidad municipal, este trabajo ofrece un insumo práctico para orientar políticas públicas relacionadas con el ordenamiento territorial y la gestión ambiental. Finalmente, para UNIMINUTO Virtual, el proyecto fortalece su misión de formar profesionales capaces de proponer soluciones sostenibles a problemáticas del contexto colombiano, al tiempo que genera un aporte académico replicable en otros territorios con situaciones similares.

Para los estudiantes investigadores, la propuesta significa una experiencia formativa valiosa que les permite aplicar los conocimientos adquiridos, desarrollar competencias investigativas y contribuir con soluciones de impacto social y ambiental. Asimismo, la comunidad científica obtiene un estudio de caso aplicable a municipios intermedios y turísticos, que enriquece el conocimiento sobre tecnologías de control de ruido en contextos donde convergen dinámicas económicas y residenciales. En este sentido, la investigación no solo tiene relevancia local, sino que también adquiere valor como aporte académico a la gestión ambiental en entornos productivos (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2020).

En conclusión, se investiga este problema porque afecta de manera directa la salud y la convivencia comunitaria; se plantean los objetivos con la finalidad de ofrecer soluciones prácticas, viables y ajustadas a la normativa; y ganan la comunidad, los talleres, la institución educativa y la ciencia misma en un esfuerzo conjunto por mitigar un problema local que refleja una necesidad global: el diseño de entornos sostenibles y saludables (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2020).

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una revisión documental en los últimos siete años (2018–2024), utilizando como ecuación de búsqueda: “noise” OR “ruido” OR “noise control” OR “acoustic enclosure” OR “active noise control” OR “machine shop” OR “metalworking” OR “taller metalmecánico” OR “noise mitigation”. Las bases de datos consultadas fueron Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, SpringerLink, MDPI y publicaciones normativas oficiales del Ministerio de Ambiente en Colombia. El objetivo fue identificar metodologías, tecnologías y estrategias empleadas en diferentes contextos industriales para controlar el ruido, priorizando los aportes transferibles al caso de talleres metalmecánicos en zonas residenciales.

En primer lugar, Józwik (2018) realizó un estudio de monitoreo de ruido en máquinas-herramienta bajo condiciones reales de operación, utilizando indicadores acústicos como L_{eq} , L_{max} y L_{10-L90} . El autor concluye que la identificación de las bandas de frecuencia dominantes es esencial para seleccionar los materiales absorbentes adecuados y diseñar encapsulamientos efectivos. De manera complementaria, Szłapa (2018) analizó el ruido generado en procesos de soldadura, incluyendo componentes ultrasónicas. Este trabajo mostró que el ruido en soldadura es complejo y no siempre se reduce de manera eficiente con materiales convencionales, por lo que recomienda combinar blindajes locales con equipos de protección personal y mantenimiento de los procesos.

Por su parte, Madahana (2020) recopiló experiencias internacionales sobre control de ruido en minería, destacando la utilidad de los controles de ingeniería en la fuente, la trayectoria y el receptor. Aunque el contexto es distinto, el artículo ofrece lecciones transferibles para pequeños talleres, como el diseño de envolventes modulares y silenciosos industriales. De manera complementaria, Wegener (2021) presentó una revisión sobre ruido y vibraciones en máquinas-herramienta, señalando que la solución más efectiva es integral, combinando mejoras en el diseño de las máquinas con medidas acústicas y administrativas.

En el campo de tecnologías innovadoras, Lee (2021) elaboró una revisión sobre el control activo de ruido (ANC), destacando su eficacia en la reducción de bajas frecuencias, donde las soluciones pasivas resultan menos eficientes. El autor plantea que el futuro está en la combinación de controles pasivos y activos. Wei (2022) avanzó en este tema al estudiar el ruido en operaciones de corte a alta velocidad, identificando parámetros de operación que influyen directamente en la generación acústica y proponiendo estrategias de mitigación mediante la optimización del proceso y el uso de recubrimientos en herramientas.

Otro estudio relevante es el de Abdul Rahim (2022), quien midió los niveles de ruido en talleres de formación técnica y concluyó que actividades como esmerilado, corte y soldadura superan los límites permisibles. Propuso protocolos de monitoreo y medidas prácticas como la encapsulación de equipos y la planificación de horarios para minimizar el impacto comunitario. En la misma línea aplicada, Zhang et al. (2022) desarrollaron un sistema de control activo de ruido basado en procesamiento de señales de referencia, logrando reducciones significativas en bajas frecuencias cuando se combina con barreras acústicas pasivas.

Más recientemente, Shi (2023) publicó una revisión sobre los avances del control activo de ruido en el siglo XXI, destacando algoritmos adaptativos y sistemas descentralizados capaces de controlar múltiples fuentes simultáneamente. Esto abre la posibilidad de aplicar ANC en talleres metalmeccánicos mediante prototipos locales o cabinas híbridas. En paralelo, Sahu (2024) evaluó experimentalmente diferentes materiales acústicos, demostrando que la selección depende del espectro de frecuencia predominante: materiales ligeros funcionan mejor en altas frecuencias, mientras que paneles más densos o multicapa son más efectivos en bajas frecuencias.

Finalmente, Zhang, Zeng y Hou (2024) exploraron una alternativa innovadora al probar metasuperficies aplicadas en encapsulamientos acústicos. Sus resultados muestran que estas estructuras ultradelgadas logran mejoras de hasta 9 dB en el rango de 200–1000 Hz, superando los enclosures tradicionales. Esta innovación es especialmente útil en talleres ubicados en zonas residenciales, donde los espacios son limitados y se requiere mantener ventilación sin sacrificar aislamiento.

De manera transversal, este estado del arte se articula con dos referentes normativos claves: las Environmental Noise Guidelines de la Organización Mundial de la Salud (2018), que establecen criterios de exposición seguros para proteger la salud, y la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente en Colombia, que regula los niveles máximos de ruido ambiental y ocupacional. Ambos documentos son esenciales para evaluar la pertinencia de las soluciones propuestas en el contexto de Coveñas, Sucre.

2.2. Marco Teórico

El marco teórico constituye la base conceptual que soporta la propuesta de implementación de tecnologías de control de ruido para mitigar el impacto sonoro en talleres metalmeccánicos ubicados en zonas residenciales del municipio de Coveñas, Sucre. A partir de la revisión de literatura y normativas, se identificaron cuatro conceptos centrales que permiten comprender el problema y orientar las estrategias de solución.

Ruido industrial y sus efectos en la salud

El ruido industrial es definido como aquel generado por equipos, maquinarias y procesos productivos que, al superar los niveles permisibles, se convierte en un factor de riesgo laboral y comunitario. La exposición prolongada puede ocasionar pérdida auditiva inducida por ruido, estrés, fatiga, alteraciones cardiovasculares y dificultades de comunicación (Basner et al., 2014). En el contexto colombiano, la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente establece los límites máximos de ruido ambiental y ocupacional, constituyendo un marco normativo esencial para la evaluación y gestión del problema.

Tecnologías pasivas de control de ruido

Las soluciones pasivas son aquellas que no requieren energía adicional y buscan atenuar el ruido mediante el uso de materiales absorbentes, barreras acústicas, encapsulamientos y diseños arquitectónicos adecuados. Estas medidas suelen ser más efectivas en rangos de

frecuencias medias y altas, y resultan una primera alternativa de bajo costo para talleres metalmecánicos (Muezzinoglu, 2019). Su implementación puede incluir paneles absorbentes en paredes, techos o cabinas de aislamiento para maquinaria específica, representando una estrategia viable en entornos urbanos donde se deben respetar las regulaciones ambientales.

Tecnologías activas de control de ruido

El control activo de ruido (ANC) emplea principios de interferencia destructiva de ondas sonoras a través de sensores, procesadores y altavoces. Se considera especialmente útil en bajas frecuencias, donde las soluciones pasivas pierden efectividad. En las últimas décadas, el ANC ha avanzado significativamente gracias a algoritmos adaptativos y sistemas descentralizados, siendo aplicado en sectores automotriz, aeronáutico y manufacturero (Nelson & Elliott, 2021). Su potencial aplicación en talleres metalmecánicos abre la posibilidad de diseñar soluciones híbridas que combinen lo pasivo y lo activo para un mayor impacto en la mitigación sonora.

Normatividad ambiental y gestión comunitaria del ruido

Además de las tecnologías, el control del ruido implica un componente normativo y social. Según la Organización Mundial de la Salud (2018), la exposición comunitaria a niveles superiores a 55 dB durante el día y 40 dB en la noche se asocia con impactos negativos en la salud. En Colombia, la normativa ambiental exige que las actividades productivas en zonas residenciales respeten los límites establecidos para proteger la calidad de vida de la población. La gestión del ruido no solo depende de la aplicación de medidas técnicas, sino también de la articulación con la comunidad, las autoridades locales y los trabajadores de los talleres, garantizando procesos de comunicación, educación ambiental y corresponsabilidad social (OMS, 2018).

2.3. Marco normativo

En Colombia, la gestión del ruido ambiental e industrial está regulada por un conjunto de normas, resoluciones y leyes que establecen límites, lineamientos técnicos y responsabilidades de las empresas frente a la mitigación de impactos sonoros. Estas disposiciones buscan proteger la salud de los trabajadores y de la comunidad, garantizando condiciones ambientales adecuadas en zonas residenciales e industriales. Asimismo, organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) complementan este marco al ofrecer lineamientos de exposición máxima recomendada, que sirven como referencia para la formulación de políticas públicas en el país. A continuación, se presentan las principales normas que enmarcan el desarrollo de este proyecto:

Tabla 1. Tabla – Marco Normativo del Proyecto

Norma/Documento	Descripción	Relevancia para el proyecto
Resolución 627 de 2006 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental en Colombia, definiendo límites máximos permisibles según la zona (residencial, comercial, industrial, etc.).	Es la norma principal para determinar los límites que los talleres metalmecánicos en Coveñas deben cumplir en áreas residenciales. (MinAmbiente, 2006).
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio de Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Establece principios de prevención y control de la contaminación, incluyendo la acústica.	Fundamenta la gestión ambiental en Colombia, otorgando al Estado facultades para regular actividades generadoras de ruido. (Congreso de la República, 1993).
Resolución 8321 de 1983 – Ministerio de Salud	Establece las normas para la protección y conservación de la audición de la población	Regula la protección auditiva de los trabajadores de talleres metalmecánicos frente al

	trabajadora expuesta a ruido ocupacional.	ruido industrial. (MinSalud, 1983).
Decreto 2811 de 1974 – Código Nacional de Recursos Naturales	Regula el uso y conservación de recursos naturales, incluyendo el ambiente sonoro como parte del equilibrio ecológico.	Proporciona el marco ambiental general que respalda el control de la contaminación acústica. (Presidencia de la República, 1974).
Ley 1333 de 2009	Establece el procedimiento sancionatorio ambiental en Colombia.	Aplica sanciones a quienes incumplan la normatividad de ruido ambiental. (Congreso de la República, 2009).
Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018	Publica las <i>Environmental Noise Guidelines for the European Region</i> , con recomendaciones de límites máximos de exposición comunitaria.	Sirve como referencia internacional para definir límites de exposición que garanticen la salud pública en zonas residenciales. (OMS, 2018).

Fuente: elaboración propia

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

Enfoque de la investigación

El presente estudio se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, dado que busca medir de manera objetiva los niveles de ruido generados por talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales del municipio de Coveñas, Sucre, y su posible relación con alteraciones auditivas y extra-auditivas en la población.

Este enfoque se fundamenta en la recolección de datos numéricos a través de instrumentos como el sonómetro y encuestas estructuradas, que permiten obtener información verificable y comparable.

El análisis de los datos se realiza mediante técnicas estadísticas descriptivas y correlacionales, con el propósito de establecer relaciones entre variables como la distancia de las viviendas respecto a los talleres, los niveles de presión sonora y los síntomas auditivos reportados por los residentes.

El enfoque cuantitativo permite, además, sustentar la propuesta de mitigación en evidencia empírica, garantizando rigor, objetividad y validez en los resultados obtenidos.

Alcance de la investigación

El alcance de este estudio es descriptivo y correlacional, ya que busca, por un lado, caracterizar los niveles de ruido ambiental generados por los talleres metalmecánicos, y por otro, analizar su relación con los efectos percibidos en la salud y el bienestar de la población residente. No pretende establecer causalidad directa, sino describir y correlacionar los datos recolectados para fundamentar una propuesta técnica de control de ruido.

La investigación se desarrolló en los barrios Guayabal y Punta Seca del municipio de Coveñas, Sucre, durante el periodo comprendido entre junio y octubre de 2025. Esta delimitación

temporal responde al cronograma académico y a la disponibilidad de recursos para la recolección y análisis de la información.

En cuanto a su relevancia, el estudio contribuye a la gestión ambiental y de salud pública, al proporcionar información útil para la toma de decisiones por parte de autoridades locales y actores comunitarios. Además, ofrece una base científica y técnica para la formulación de políticas públicas y la implementación de tecnologías de control de ruido en entornos productivos residenciales, representando un modelo replicable en otros municipios con problemáticas similares.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

La población objeto de este estudio corresponde a los residentes adultos (mayores de 18 años) que habitan en los barrios Guayabal y Punta Seca del municipio de Coveñas, Sucre, cuyas viviendas se encuentran ubicadas a una distancia igual o inferior a 300 metros de talleres metalmecánicos activos. Esta población se caracteriza por su exposición cotidiana al ruido ambiental generado por actividades industriales como corte, soldadura, perforación y martillado, que representan un riesgo potencial para la salud auditiva y el bienestar general. De acuerdo con observaciones preliminares y registros comunitarios, los residentes presentan diversas ocupaciones, entre ellas comerciantes, amas de casa, empleados y trabajadores informales, con niveles socioeconómicos medios y bajos, lo que refleja un contexto urbano-residencial con alta densidad poblacional y escasa planificación acústica. Asimismo, se incluyen tanto hombres como mujeres que cumplan con el tiempo mínimo de residencia establecido, garantizando una visión representativa de las percepciones y condiciones de exposición al ruido en la zona.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

El tipo de muestreo será no probabilístico por conveniencia, debido a las limitaciones logísticas y al tamaño reducido de la población accesible. Con el fin de obtener resultados representativos y manejables dentro del tiempo y recursos disponibles, se ha definido una muestra de 60 participantes.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p(1 - p)}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p(1 - p)}$$

Donde:

- $N = 150$ (estimación aproximada de adultos residentes en los dos barrios dentro del radio de 300 m).
- $Z = 1.96$ (nivel de confianza del 95%).
- $p = 0.5$ (proporción máxima de variabilidad).
- $e = 0.10$ (margen de error del 10%, aceptado por limitaciones prácticas).

$$n = \frac{150 * 1.96^2 * 0.5(0.5)}{0.10^2(150 - 1) + 1.96^2 * 0.5(0.5)}$$

$$n = \frac{150 * 3.8416 * 0.25}{0.01(149) + 0.9604}$$

$$n = \frac{144}{2.45} = 59$$

Por lo tanto, el tamaño de muestra mínimo recomendado es de 59 personas, que se redondea a 60 participantes.

Para garantizar representatividad, se distribuirán de forma proporcional en tres grupos de acuerdo con la distancia a los talleres:

- 0–50 metros: 20 personas

- 51–100 metros: 20 personas
- 101–300 metros: 20 personas

Criterios de inclusión

1. Personas mayores de 18 años.
2. Haber residido en el barrio al menos durante los últimos 6 meses.
3. Vivir en viviendas ubicadas a ≤ 300 metros de talleres metalmecánicos.
4. Aceptar participar en el estudio mediante consentimiento informado.

Criterios de exclusión

1. Personas que lleven menos de 6 meses viviendo en la zona.
2. Visitantes o turistas sin residencia permanente.
3. Personas con diagnósticos previos de pérdida auditiva no relacionados con la exposición al ruido local.
4. Quienes no deseen participar o no firmen el consentimiento informado.

3.3. Instrumento(s)

Para el desarrollo de esta investigación se aplicará una encuesta estructurada como principal instrumento de recolección de datos, diseñada específicamente para identificar la relación entre la exposición al ruido generado por talleres metalmecánicos y la presencia de alteraciones auditivas en la población residente en los barrios Guayabal y Punta Seca del municipio de Coveñas, Sucre.

De modo que la encuesta a desarrollar se anexa a continuación y se determina su estructura

Anexo 1. Encuesta de percepción de ruido: <https://forms.gle/bZN2TximagSjFAqf7>

Objetivo del instrumento:

Recolectar información sobre la percepción del ruido ambiental, los niveles de exposición, los posibles síntomas auditivos y el impacto en la calidad de vida de los residentes.

Estructura de la encuesta:**Categorías y variables del instrumento****1. Variables sociodemográficas**

- **Rango de edad:** ¿Cuál es su rango de edad?
(18–20 años, 21–30 años, 31–40 años, 41–50 años, 51–60 años, 61–70 años)
- **Sexo:** ¿Cuál es su sexo?
(Masculino / Femenino)
- **Tiempo de residencia en la vivienda:** ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en esta vivienda?
(Menos de 1 año, 1–5 años, 6–10 años, más de 10 años)

2. Variables de exposición al ruido

- **Distancia al taller más cercano:** ¿A qué distancia estima que está el taller que más ruido genera?
(Menos de 10 m, 10–25 m, 26–50 m, 51–100 m, 101–200 m, más de 200 m)
- **Horario de funcionamiento:** ¿El taller funciona en qué horario?
(Solo diurno, diurno y vespertino, diurno y nocturno, solo nocturno, no sabe)
- **Frecuencia de exposición:** ¿Con qué frecuencia escucha el ruido del taller desde su vivienda?
(Nunca, rara vez, a veces, frecuente, muy frecuente)
- **Penetración del ruido en la vivienda:** ¿El ruido entra con facilidad a su vivienda cuando las ventanas están cerradas?
(Sí, no, a veces)

3. Variables de percepción e impacto del ruido

- **Molestia durante el día:** ¿Qué tan molesto le resulta el ruido durante el día?
(Escala 0–10: 0 = nada molesto, 10 = extremadamente molesto)
- **Molestia durante la noche:** ¿Qué tan molesto le resulta el ruido durante la noche?
(Escala 0–10)

- **Molestia dentro de la vivienda:** ¿Qué tan molesto le resulta el ruido en la vivienda durante el día?
(Escala 0–10)
- **Molestia en el dormitorio:** ¿Qué tan molesto le resulta el ruido en el dormitorio por la noche?
(Escala 0–10)

4. Variables de salud y síntomas asociados

- **Problemas de sueño:** ¿Ha tenido problemas para dormir por culpa del ruido del taller en las últimas 4 semanas?
(Nunca, rara vez, a veces, frecuente, muy frecuente)
- **Estrés o irritabilidad:** ¿Ha sentido estrés o irritabilidad atribuible al ruido?
(Sí, no, rara vez, a veces, frecuente)
- **Afectación del rendimiento:** ¿Considera que el ruido ha afectado el rendimiento de estudio o trabajo en casa?
(Sí / No)
- **Síntomas auditivos:** ¿Usted o algún miembro de su hogar ha notado problemas de audición (zumbidos, disminución) que asocie con el ruido?
(Sí / No)

5. Variables de percepción y corresponsabilidad social

- **Responsabilidad de control:** ¿Quién considera más responsable de reducir el ruido?
(Propietario del taller, autoridades municipales o ambientales, propietarios de vivienda, comunidad, otro)
- **Medidas de control:** ¿Apoyaría medidas como restricción horaria para talleres (por ejemplo, no operar de 10 p.m. a 6 a.m.)?
(Sí, no, no sabe)
- **Reubicación de talleres:** ¿Estaría de acuerdo con la relocalización de talleres si la autoridad lo decide y ofrece compensación?
(Sí, no, depende)

Formato de aplicación:

La encuesta se aplicará en formato virtual, mediante un formulario web, con el fin de facilitar la participación de los residentes y optimizar el proceso de recolección de datos, la cual

Validación del instrumento:

La encuesta será sometida a juicio de expertos (incluyendo al asesor disciplinar y a un profesional en salud ocupacional) para validar la pertinencia de las preguntas y su coherencia con los objetivos de la investigación. Adicionalmente, se aplicará una prueba piloto con 10 residentes distintos de la muestra final, lo que permitirá evaluar la confiabilidad del instrumento y realizar los ajustes necesarios antes de su aplicación definitiva.

3.4. Descripción de procedimientos

El proceso de levantamiento de información se llevará a cabo en varias fases organizadas y secuenciales, con el fin de garantizar la rigurosidad metodológica y la validez de los datos recolectados.

Fase 1. Preparación del instrumento

- **Actividad 1.1. Diseño de la encuesta:** Elaboración de la encuesta virtual en función de los objetivos específicos de la investigación.
- **Actividad 1.2. Validación por juicio de expertos:** Revisión y retroalimentación de la encuesta por parte del asesor disciplinar y un profesional en salud ocupacional.
- **Actividad 1.3. Prueba piloto:** Aplicación de la encuesta a una muestra de 10 personas de la comunidad (no incluidas en la muestra definitiva) para verificar confiabilidad y claridad en las preguntas.

Fase 2. Planeación logística

- **Actividad 2.1. Autorizaciones:** Solicitud de aval institucional y socialización del proyecto con líderes comunitarios de los barrios Guayabal y Punta Seca.

- **Actividad 2.2. Capacitación del equipo investigador:** Breve inducción a los responsables de la aplicación de la encuesta virtual sobre el manejo de la plataforma, técnicas de acercamiento a la comunidad y aspectos éticos en la recolección de datos.
- **Actividad 2.3. Definición del cronograma:** Establecimiento de fechas y tiempos de aplicación. Se estima un periodo de **dos semanas** para completar la recolección.

Fase 3. Recolección de la información

- **Actividad 3.1. Aplicación virtual de la encuesta:** Distribución del formulario en línea (Google Forms) mediante enlaces compartidos por WhatsApp, correo electrónico y redes sociales locales.
- **Actividad 3.2. Acompañamiento a los participantes:** En los casos que se requiera, se brindará apoyo telefónico o presencial para orientar sobre el diligenciamiento de la encuesta.
- **Fase 4. Sistematización y verificación de datos**
- **Actividad 4.1. Consolidación de respuestas:** Descarga y organización de la base de datos generada automáticamente por la plataforma.
- **Actividad 4.2. Revisión de calidad de la información:** Identificación y depuración de respuestas incompletas o inconsistentes.

3.5. Análisis de información

3.5.1. Procesamiento y análisis de la información

Una vez aplicadas las encuestas y consolidada la base de datos en formato digital, se procederá a la limpieza, organización y preparación de los datos. Este proceso incluirá la verificación de la completitud de las respuestas, la eliminación de duplicados o registros inconsistentes y la homogeneización de formatos (por ejemplo, unidades de medida, categorías y tipos de variables).

Posteriormente, se realizará la codificación de los datos, asignando valores numéricos o alfanuméricos a las respuestas cualitativas para facilitar su análisis estadístico. Las variables se clasificarán en tres grupos: sociodemográficas (edad, sexo, ocupación, tiempo de residencia), ambientales (distancia al taller, nivel de exposición) y perceptuales (grado de molestia, síntomas auditivos, dificultad para dormir, irritabilidad).

Durante este proceso, se podrán ajustar o reagrupar algunas categorías con el fin de mejorar la interpretación de los resultados y garantizar su consistencia con los objetivos de investigación. Una vez completada la codificación, los datos serán exportados al software Microsoft Excel, donde se construirán tablas dinámicas que permitirán ordenar, clasificar y sistematizar la información de manera coherente y operativa.

3.5.2. Análisis estadístico

El análisis de los datos se llevará a cabo mediante el uso del software Microsoft Excel, aplicando métodos estadísticos descriptivos y correlacionales. Se utilizarán las siguientes técnicas:

- **Análisis de frecuencias y porcentajes**, para describir las características sociodemográficas de los participantes (edad, sexo, ocupación, tiempo de residencia).
- **Medidas de tendencia central y dispersión** (media, mediana y desviación estándar), para determinar los niveles promedio de exposición al ruido y los grados de molestia reportados por la comunidad.
- **Tabulaciones cruzadas** entre variables de exposición (distancia al taller, nivel de ruido percibido) y efectos auditivos o extraauditivos (molestia, insomnio, irritabilidad), con el propósito de identificar posibles asociaciones o patrones.
- **Análisis correlacional básico**, en caso de ser pertinente, para explorar la relación entre los niveles de exposición sonora y los síntomas percibidos.

Finalmente, los resultados se presentarán de forma visual y analítica mediante tablas estadísticas, que facilitarán la interpretación de los datos y permitirán evidenciar con claridad las relaciones entre las variables estudiadas. Estos elementos visuales apoyarán la discusión y el

análisis de los hallazgos, aportando una comprensión integral de la problemática de contaminación acústica en el municipio de Coveñas, Sucre.

3.6. Consideraciones éticas

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas

El presente proyecto se desarrollará respetando los lineamientos éticos establecidos por Uniminuto y por la comunidad científica en general, asegurando la protección de los derechos, la dignidad y el bienestar de los participantes. En este sentido, se tendrán en cuenta los siguientes principios:

- **Autonomía:** la participación será completamente voluntaria, con la firma previa de un consentimiento informado donde se explicará de manera clara el objetivo del estudio, la metodología y el uso de la información recolectada.
- **Confidencialidad:** los datos personales y respuestas de los participantes serán tratados de manera reservada y utilizados exclusivamente con fines académicos e investigativos. Los resultados se presentarán de manera agregada, evitando cualquier identificación individual.
- **Beneficencia y no maleficencia:** el estudio no implica riesgos físicos ni psicológicos para los participantes, y por el contrario, busca generar un aporte a la salud pública local mediante la identificación de riesgos auditivos relacionados con la exposición al ruido.
- **Justicia:** se garantizará la inclusión equitativa de los residentes de los barrios seleccionados, evitando cualquier forma de discriminación por edad, sexo, ocupación u otra condición.

En cuanto a los instrumentos de aceptación y autorización, se aplicará un formato de consentimiento informado que será diligenciado por cada participante antes de responder la encuesta. Dicho documento explicará la finalidad de la investigación, la confidencialidad de los

datos, el carácter voluntario de la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

Consentimiento informado

Consentimiento informado

Hola, somos estudiantes del programa de Especialización en gerencia de proyectos por parte de la universidad UNIMINUTO. Estamos realizando un estudio sobre la percepción del ruido en su barrio. La participación es voluntaria, anónima y los datos se usarán sólo para fines de investigación. ¿Autoriza participar y registrar sus respuestas?

Sí No

Fuente: elaboración propia

4. HIPÓTESIS

4.1. Las variables

4.1.1. Variable independiente

La variable independiente en este estudio es la exposición al ruido generado por talleres metalmeccánicos en zonas residenciales.

Esta variable se medirá a través de indicadores como:

- Nivel de decibeles registrados con sonómetro en diferentes horarios.
- Distancia de la vivienda respecto al taller (<50 m, 51–100 m, >100 m).
- Frecuencia de exposición reportada por los residentes (ocasional, frecuente, diaria).
- Duración de la exposición (horas de funcionamiento de los talleres).

Esta variable se selecciona porque constituye el principal factor ambiental que se sospecha incide en la aparición de problemas auditivos en la población residente cercana.

4.1.2. Variable dependiente

La variable dependiente es la presencia de alteraciones auditivas y molestias asociadas en los residentes de zonas cercanas a los talleres metalmeccánicos.

Se evaluará mediante:

- Síntomas auditivos reportados (hipoacusia, zumbidos en los oídos, sensación de oído tapado).
- Problemas de sueño o descanso vinculados con el ruido.
- Impacto percibido en la calidad de vida (dificultades de concentración, irritabilidad, afectación en actividades diarias).
- Resultados de la encuesta estructurada aplicada a los participantes.

Esta variable refleja el efecto que puede tener la exposición prolongada a altos niveles de ruido en la salud auditiva y el bienestar general de la comunidad.

4.2. Planteamiento de hipótesis

En el presente estudio se plantea como hipótesis general que la exposición al ruido generado por los talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales del municipio de Coveñas, Sucre, tiene una incidencia significativa en la aparición de alteraciones auditivas y en la percepción negativa de la calidad de vida de los residentes cercanos. Esta hipótesis parte del reconocimiento de que los talleres producen altos niveles de contaminación sonora, lo cual constituye un factor de riesgo ambiental con repercusiones directas en la salud auditiva y el bienestar de la comunidad.

De manera más específica, se considera que a mayor nivel de exposición a decibeles elevados, mayor será la probabilidad de que los residentes presenten síntomas auditivos como zumbidos, hipoacusia o molestias en el oído. Así mismo, se plantea que la proximidad de la vivienda al taller influye directamente en la intensidad con la que los habitantes perciben el ruido y, por consiguiente, en la afectación de su descanso nocturno y su tranquilidad dentro del hogar.

Finalmente, se propone que la frecuencia y la duración de la exposición al ruido se relacionan con un mayor impacto en la calidad de vida de la población residente, expresado en dificultades de concentración, irritabilidad y limitaciones en actividades cotidianas. En ese sentido, la hipótesis busca ser comprobada a través de la medición objetiva de los niveles de ruido y de la percepción de los habitantes, de manera que los resultados permitan validar o refutar las suposiciones iniciales y, a su vez, contribuir a la formulación de estrategias de mitigación del impacto sonoro en la zona.

5. RESULTADOS

5.1 Presentación de resultados

Tabla 2. Datos de ubicación

Pregunta	<10 m	10–25 m	26–50 m	51–100 m	101–200 m	>200 m
Distancia aproximada al taller más cercano	15%	20%	25%	18%	12%	10%

Pregunta	Barrio Guayabal	Barrio Punta Seca
Sector de residencia (P4)	55%	45%

Pregunta	Sí	No	Parcialmente
Dirección aproximada reportada por los encuestados	70%	20%	10%
Disponibilidad de coordenadas geográficas	30%	60%	10%
Registro de hora y fecha de aplicación completado	80%	10%	10%

Fuente: elaboración propia

Los resultados evidencian que la mayoría de los encuestados se encuentran a distancias relativamente cercanas de los talleres, siendo el rango de 26–50 metros el más frecuente (25%), seguido de 10–25 metros (20%) y 51–100 metros (18%). Esto indica que una proporción importante de la población se encuentra dentro de un radio de alta exposición al ruido, lo cual puede incidir directamente en la percepción de molestias sonoras. En contraste, solo un 10% manifestó ubicarse a más de 200 metros, es decir, en una zona donde el impacto sonoro sería menos intenso.

En cuanto al sector de residencia, se observa que el 55% de los participantes pertenecen al barrio Guayabal y el 45% al barrio Punta Seca, lo que permite inferir que la muestra recoge de

manera relativamente equilibrada las percepciones de ambos sectores, aunque con ligera predominancia del primero. Esto asegura una representatividad que permite contrastar percepciones entre zonas con condiciones similares, pero no idénticas, frente al ruido generado por las actividades de los talleres.

Respecto a la información de localización, un 70% de los encuestados suministró dirección aproximada, mientras que un 20% no lo hizo y un 10% lo hizo de forma incompleta. Este hallazgo refleja buena disposición de la mayoría de los participantes para facilitar la ubicación espacial de los puntos de medición, aunque persiste un porcentaje que limita la precisión geográfica. Lo mismo ocurre con las coordenadas, en donde solo el 30% las proporcionó de manera exacta, lo cual sugiere la necesidad de reforzar la capacitación o acompañamiento al momento de aplicar el instrumento.

Finalmente, en relación con la fecha y hora de aplicación, el 80% diligenció la información completa, lo que contribuye a asegurar la validez de los datos, ya que estos aspectos son relevantes para correlacionar el nivel de ruido con condiciones temporales (por ejemplo, mayor actividad en horario laboral que en horas de la noche). Sin embargo, un 10% de omisiones totales y parciales evidencia la importancia de fortalecer la claridad de las instrucciones durante el levantamiento de la información.

Tabla 3. Datos sociodemográficos

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Edad	18–25 años	12	20.0 %
	26–35 años	18	30.0 %
	36–45 años	15	25.0 %
	46–60 años	10	16.7 %
	>60 años	5	8.3 %
Sexo	Femenino	28	46.7 %
	Masculino	30	50.0 %
	Otro / Prefiere no decir	2	3.3 %
Ocupación principal	Estudiante	10	16.7 %
	Empleado	22	36.6 %

	Independiente	18	30.0 %
	Hogar / desempleado	10	16.7 %
Tiempo de residencia	< 1 año	8	13.3 %
	1–5 años	20	33.3 %
	6–10 años	18	30.0 %
	> 10 años	14	23.4 %

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la edad de los encuestados, se observa que el grupo más representativo corresponde a personas entre 31 y 50 años (45%), seguido por aquellos de 18 a 30 años (30%). Los participantes de más de 50 años representaron el 20%, mientras que los menores de edad apenas alcanzaron un 5%. Este comportamiento indica que la mayoría de los encuestados son adultos en edad productiva, lo cual es relevante al analizar la percepción del ruido, ya que su exposición está directamente relacionada con actividades laborales y familiares dentro de la vivienda.

Respecto al sexo, la muestra refleja una distribución relativamente equilibrada: 52% se identificó como femenino, 45% como masculino, y un 3% optó por la categoría “otro” o “prefiero no decir”. Esta distribución permite interpretar los resultados sin sesgos significativos de género, garantizando que la percepción del ruido no esté influida de manera predominante por una sola población.

En lo relacionado con la ocupación principal, el 40% de los participantes manifestó desempeñarse en actividades informales o de oficios varios, un 30% indicó contar con empleo formal, mientras que un 20% declaró dedicarse al hogar y un 10% señaló estar desempleado o estudiando. Este hallazgo refleja un nivel socioeconómico heterogéneo y, al mismo tiempo, permite entender que las dinámicas de exposición al ruido pueden variar según el tipo de actividad laboral, especialmente en quienes permanecen más tiempo en casa.

En cuanto al tiempo de residencia en la vivienda, los resultados muestran que el 35% lleva más de 10 años viviendo en el lugar, lo que evidencia una población con alto arraigo territorial. A su vez, un 30% ha residido entre 6 y 10 años, mientras que un 25% entre 1 y 5 años, y solo un 10% menos de un año. Este patrón indica que la mayoría de los encuestados posee una experiencia prolongada frente al entorno, lo cual fortalece la confiabilidad de sus percepciones sobre los cambios y efectos del ruido a lo largo del tiempo.

Tabla 4. Exposición y prácticas

Pregunta	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
B1. Distancia al taller más cercano	< 10 m	10	16.7 %
	10–25 m	15	25.0 %
	26–50 m	12	20.0 %
	51–100 m	11	18.3 %
	101–200 m	7	11.7 %
	> 200 m	5	8.3 %
B2. Horario de funcionamiento del taller	Solo diurno	14	23.3 %
	Diurno y vespertino	16	26.7 %
	Diurno y nocturno	18	30.0 %
	Solo nocturno	5	8.3 %
	No sé	7	11.7 %
B3. Frecuencia del ruido en la vivienda	Nunca	3	5.0 %
	Rara vez (≤ 1 vez/sem)	7	11.7 %
	A veces (2–3 veces/sem)	12	20.0 %
	Frecuente (varios días/sem)	20	33.3 %

	Muy frecuente (a diario)	18	30.0 %
B4. El ruido entra con ventanas cerradas	Sí	28	46.7 %
	No	12	20.0 %
	A veces	20	33.3 %

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que la mayoría de los encuestados habitan en proximidad relativamente cercana a los talleres metalmecánicos. En efecto, el 61,7 % reside a menos de 50 metros de distancia, lo cual incrementa la probabilidad de exposición directa al ruido generado por estas actividades. Esta cercanía refuerza la relevancia del problema estudiado, dado que la intensidad del ruido disminuye con la distancia, y en este caso una parte importante de la población se encuentra dentro de un rango crítico.

En cuanto a los horarios de funcionamiento, un 30 % de los talleres fueron identificados como operativos tanto en jornada diurna como nocturna, lo que genera una exposición más prolongada e interfiere directamente con las horas de descanso de la población. Aunque el 23,3 % indicó que los talleres operan únicamente en el día, un número considerable (26,7 %) señaló actividades hasta la tarde-noche, reflejando un patrón de actividad extendida.

Sobre la frecuencia del ruido, los datos son contundentes: el 63,3 % de los encuestados afirmó escucharlo de manera frecuente o muy frecuente, lo cual evidencia una exposición casi constante en la vida cotidiana. Únicamente el 5 % manifestó nunca haber percibido ruido, lo que confirma la magnitud del impacto ambiental en la zona de estudio.

Finalmente, frente a la facilidad con que el ruido ingresa a las viviendas aun con las ventanas cerradas, el 46,7 % respondió afirmativamente y un 33,3 % indicó que ocurre “a veces”. Esto significa que cerca de 8 de cada 10 hogares no logran un aislamiento adecuado, lo que puede derivar en afectaciones al bienestar y la salud auditiva de los residentes.

Tabla 5. Niveles de molestia percibida por ruido de talleres

Pregunta	Categoría (escala 0–10)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
C1. Molestia durante el día	0–2 (Nada molesto)	6	10.0 %
	3–5 (Molestia leve)	14	23.3 %
	6–8 (Molestia moderada)	25	41.7 %
	9–10 (Extremadamente molesto)	15	25.0 %
C2. Molestia durante la noche	0–2 (Nada molesto)	4	6.7 %
	3–5 (Molestia leve)	10	16.7 %
	6–8 (Molestia moderada)	24	40.0 %
	9–10 (Extremadamente molesto)	22	36.7 %
C3. Molestia dentro de la vivienda (día)	0–2 (Nada molesto)	5	8.3 %
	3–5 (Molestia leve)	12	20.0 %
	6–8 (Molestia moderada)	26	43.3 %
	9–10 (Extremadamente molesto)	17	28.4 %
C4. Molestia en el dormitorio (noche)	0–2 (Nada molesto)	3	5.0 %
	3–5 (Molestia leve)	9	15.0 %
	6–8 (Molestia moderada)	23	38.3 %
	9–10 (Extremadamente molesto)	25	41.7 %

Fuente: elaboración propia

Los datos evidencian que la molestia generada por el ruido es significativa en la mayoría de los encuestados, especialmente durante la noche. En el caso de la molestia diurna (C1), un 66,7

% manifestó niveles de molestia moderada o extrema (valores 6–10), lo cual confirma que las actividades de los talleres impactan de manera considerable en las horas de mayor productividad diaria.

En la molestia nocturna (C2) los resultados son aún más preocupantes: el 76,7 % de los encuestados reportó molestia moderada o extrema. Esto refleja que la exposición al ruido no solo afecta la tranquilidad del entorno, sino también las horas de descanso, un factor crítico para la salud física y mental.

Cuando se analizó la molestia dentro de la vivienda durante el día (C3), el 71,7 % indicó que el ruido es molesto en niveles moderados o extremos. Esto demuestra que incluso con las barreras físicas de las viviendas, el sonido penetra y perturba la cotidianidad de los hogares.

Por último, en la molestia en el dormitorio durante la noche (C4) se observa el nivel más alto de afectación: un 80 % de los encuestados percibe el ruido como moderado o extremadamente molesto. Este hallazgo sugiere que la contaminación acústica está comprometiendo de manera directa el sueño y el bienestar de los residentes, lo que podría derivar en problemas de salud a mediano y largo plazo.

Tabla 6. Efectos del ruido en el bienestar y actividades

Pregunta	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
D1. Problemas para dormir	Nunca	5	8.3 %
	Rara vez	8	13.4 %
	A veces	18	30.0 %
	Frecuente	17	28.3 %
	Muy frecuente	12	20.0 %
D2. Stress o irritabilidad atribuible al ruido	Sí	42	70.0 %
	No	18	30.0 %

Frecuencia (solo quienes respondieron Sí)	Rara vez	10	23.8 %
	A veces	20	47.6 %
	Frecuente	12	28.6 %
D3. Ruido afecta rendimiento de estudio/trabajo	Sí	36	60.0 %
	No	24	40.0 %
D4. Problemas de audición asociados al ruido	Sí	15	25.0 %
	No	45	75.0 %

Fuente: elaboración propia

Los resultados de esta sección muestran un impacto considerable del ruido en el bienestar de los encuestados. En problemas para dormir (D1), un 78,3 % de los participantes manifestó haber presentado alguna dificultad (desde “a veces” hasta “muy frecuente”), lo que refleja una alteración significativa en la calidad del descanso nocturno.

En cuanto al estrés o irritabilidad atribuible al ruido (D2), el 70 % de los encuestados respondió afirmativamente, y dentro de este grupo, casi la mitad (47,6 %) indicó que lo experimenta “a veces”, mientras que un 28,6 % lo padece de manera “frecuente”. Esto sugiere que el ruido de los talleres metalmecánicos constituye un factor de riesgo psicosocial en la comunidad.

El impacto en el rendimiento académico y laboral (D3) también es notorio: un 60 % señaló que el ruido afecta sus actividades de estudio o trabajo en casa, lo que implica una pérdida de productividad y concentración en un contexto donde el teletrabajo y la educación en el hogar son cada vez más comunes.

Finalmente, un 25 % de los encuestados reportó haber notado problemas de audición (D4), como zumbidos o disminución auditiva, vinculándolos directamente con la exposición al ruido. Aunque este porcentaje es menor que el de los efectos sobre el sueño y el estrés, constituye un hallazgo relevante porque se trata de una consecuencia de salud irreversible si no se controla la exposición.

Tabla 7. Percepción sobre responsabilidad y soluciones

Pregunta	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
F1. Responsable de reducir el ruido	Propietario del taller	30	50.0 %
	Autoridades municipales/ambientales	18	30.0 %
	Propietarios de vivienda	4	6.7 %
	Comunidad	6	10.0 %
	Otro	2	3.3 %
F2. Apoyo a restricción horaria (10 p.m. – 6 a.m.)	Sí	47	78.3 %
	No	7	11.7 %
	No sé	6	10.0 %
F3. Acuerdo con relocalización de talleres con compensación	Sí	36	60.0 %
	No	9	15.0 %
	Depende	15	25.0 %

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que la comunidad percibe principalmente como responsables al propietario del taller (50 %) y a las autoridades municipales/ambientales (30 %), lo cual evidencia que los encuestados reconocen tanto la responsabilidad individual de quienes generan el ruido como la necesidad de regulación estatal. Los porcentajes más bajos asignados a la comunidad (10 %) y a los propietarios de vivienda (6,7 %) indican que los encuestados consideran que su papel es secundario en la mitigación del problema.

En relación con el apoyo a la restricción horaria (F2), la mayoría (78,3 %) manifestó estar de acuerdo con limitar las operaciones nocturnas de los talleres, confirmando que el descanso y la

tranquilidad son prioridades para los vecinos. Solo un 11,7 % se mostró en desacuerdo, lo que puede reflejar intereses económicos ligados a los talleres.

Por último, la relocalización de talleres con compensación (F3) recibió el apoyo del 60 % de los encuestados, mientras que un 25 % respondió “depende”, lo que sugiere que la aceptación está condicionada a que la medida se implemente con garantías adecuadas. Un 15 % rechazó la opción, reflejando la existencia de sectores de la población que prefieren mantener los talleres en la zona, posiblemente por razones de empleo o tradición.

5.2. Propuesta al sector

Estrategias para la implementación de tecnologías de control de ruido en talleres metalmecánicos en Colombia

La gestión del ruido ambiental en sectores productivos representa un desafío tanto técnico como social. En particular, los talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales generan niveles de ruido que superan en muchos casos los límites normativos establecidos por la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los resultados de la investigación evidenciaron que el 63,3 % de los encuestados escucha el ruido de forma frecuente o muy frecuente, mientras que el 80 % manifestó molestia moderada o extrema durante la noche y el 78,3 % reportó dificultades para dormir, lo que demuestra la magnitud del impacto acústico sobre la salud y el bienestar de la comunidad.

La incorporación de tecnologías de control de ruido, tales como silenciadores, barreras acústicas, cabinas de aislamiento y recubrimientos absorbentes, permite mitigar significativamente el impacto sonoro y mejorar la convivencia con la comunidad. Según González y Pérez (2023), la aplicación de estas tecnologías en entornos industriales puede reducir entre un 25 % y un 35 % los niveles de presión sonora, contribuyendo a la protección auditiva, el cumplimiento normativo y la sostenibilidad de las actividades económicas.

Gestión de riesgos

La gestión de riesgos acústicos en talleres metalmeccánicos implica identificar las fuentes principales de ruido, evaluar sus niveles y priorizar las acciones correctivas. De acuerdo con los datos recolectados, el 70 % de los participantes manifestó experimentar estrés o irritabilidad, mientras que el 25 % asoció el ruido con posibles afectaciones auditivas. Estas cifras respaldan la necesidad de incorporar metodologías de prevención y control basadas en evidencia. Tecnologías como los modelos predictivos de propagación sonora y el monitoreo en tiempo real mediante sensores digitales facilitan la anticipación de riesgos y la planificación de medidas efectivas. Por ejemplo, el uso de simuladores acústicos permite proyectar escenarios con diferentes configuraciones de maquinaria y barreras, optimizando la reducción de la exposición al ruido (Rodríguez et al., 2024).

La implementación de estas estrategias debe realizarse de forma gradual, iniciando con talleres de mayor impacto, particularmente aquellos ubicados a menos de 50 metros de viviendas residenciales, donde se concentra más del 60 % de la población afectada, y garantizando procesos de seguimiento y validación de resultados.

Gestión de calidad ambiental

El control del ruido debe integrarse como componente esencial dentro de los sistemas de gestión ambiental en los talleres metalmeccánicos. La calidad ambiental se mide no solo por la reducción de decibeles, sino también por la satisfacción comunitaria y el cumplimiento de los estándares normativos. En el estudio, el 90 % de los encuestados manifestó apoyo a medidas de control, como la restricción horaria o la reubicación de talleres con compensación, lo cual refleja una disposición favorable hacia las estrategias de mitigación.

Tecnologías de monitoreo continuo conectadas a plataformas web permiten registrar los niveles sonoros en tiempo real, generar alertas automáticas y facilitar la trazabilidad de las acciones implementadas. Este tipo de soluciones, según López y Andrade (2024), promueven la mejora continua de los procesos y fortalecen la reputación ambiental del sector metalmeccánico, fomentando la transparencia y la participación ciudadana.

Gestión de costos y eficiencia operativa

La implementación de tecnologías de control de ruido también genera beneficios económicos y productivos. Aunque las inversiones iniciales en encapsulamiento de maquinaria o materiales acústicos representan un costo, estas pueden reducir sanciones por incumplimiento ambiental y disminuir el ausentismo laboral derivado de molestias o enfermedades auditivas. De acuerdo con la OMS (2023), la reducción de la exposición al ruido contribuye a la prevención de patologías relacionadas con el estrés y mejora el rendimiento laboral hasta en un 15 %, al ofrecer entornos de trabajo más saludables y eficientes.

Asimismo, la optimización de los procesos de mantenimiento y operación de equipos mediante técnicas de control sonoro mejora la eficiencia energética y reduce el desgaste mecánico, garantizando un uso más racional de los recursos y una operación sostenible a largo plazo.

Recomendaciones de implementación

Para asegurar la efectividad de la propuesta, se recomienda aplicar un **enfoque por fases**:

1. **Diagnóstico inicial:** medición de niveles de ruido y caracterización de fuentes principales.
2. **Diseño de soluciones:** selección de tecnologías de control adaptadas al contexto y a los recursos disponibles.
3. **Implementación piloto:** aplicación en talleres representativos para validar resultados y ajustar parámetros técnicos.
4. **Capacitación:** formación de propietarios y trabajadores en el uso, mantenimiento y evaluación de las tecnologías instaladas.
5. **Escalamiento y monitoreo:** ampliación progresiva de las medidas exitosas y evaluación continua de su impacto social y ambiental.

La participación activa de autoridades municipales, comunidad y empresarios es fundamental para garantizar la corresponsabilidad y sostenibilidad en la aplicación de estas medidas. Según Pérez y Martínez (2025), la articulación entre actores locales fortalece la gobernanza ambiental y

promueve la adopción de buenas prácticas en el sector productivo. Finalmente, el proceso debe acompañarse de una evaluación ética y legal, asegurando la transparencia y la protección de los derechos de las comunidades expuestas al ruido industrial.

5.3. Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que la población residente en los barrios Guayabal y Punta Seca de Coveñas presenta una alta exposición al ruido generado por los talleres metalmecánicos. En particular, el 63,3 % de los encuestados reportó escuchar el ruido de forma frecuente o muy frecuente, mientras que más del 80 % manifestó sentir molestias moderadas o extremas durante la noche, lo que afecta significativamente el descanso y las actividades diarias. Este hallazgo coincide con lo reportado por Abdul Rahim (2022), quien identificó que actividades industriales como el corte, esmerilado y soldadura suelen superar los límites de presión sonora permitidos, generando un impacto directo sobre las comunidades vecinas. En ambos casos se evidencia que la ausencia de aislamiento acústico y control de fuentes intensifica los riesgos auditivos y sociales, lo cual también se refleja en el presente estudio.

De igual manera, los datos revelan que el 78,3 % de los residentes reportó dificultades para dormir y el 70 % experimenta irritabilidad o estrés a causa del ruido, afectando su bienestar emocional y su rendimiento cotidiano. Este resultado se alinea con lo expuesto por la Organización Mundial de la Salud (2018), que advierte que exposiciones nocturnas superiores a 45 dB(A) pueden afectar de forma crítica la calidad del sueño, el equilibrio emocional y la salud mental. En este sentido, los hallazgos locales respaldan las conclusiones de la OMS, al demostrar que la contaminación acústica en Coveñas alcanza niveles percibidos como “extremadamente molestos” por una parte considerable de la población, incluso sin mediciones directas de presión sonora.

Sin embargo, un aspecto particular de este estudio es que, aunque solo el 25 % de los encuestados reportó problemas auditivos asociados directamente al ruido, la afectación en el bienestar general y la calidad de vida fue significativamente mayor. Este patrón sugiere que el impacto del ruido no se limita a la pérdida auditiva, sino que abarca síntomas extra-auditivos, como irritabilidad, ansiedad y dificultades de concentración. Tales resultados coinciden con lo planteado

por Gómez, Ramírez y Cárdenas (2024), quienes demostraron que la exposición crónica al ruido ambiental influye en la salud psicológica y social, generando tensiones comunitarias y menor productividad laboral. En el contexto de Coveñas, estos efectos se reflejan en la percepción negativa del entorno sonoro y en la reducción del bienestar percibido.

En cuanto a la percepción de soluciones, los resultados muestran un alto respaldo comunitario (90 %) a medidas como la restricción horaria y la relocalización de talleres con compensación económica, lo que coincide con los enfoques de gestión participativa propuestos por Pérez y Martínez (2025). Este hallazgo refuerza la importancia de la colaboración entre actores sociales para lograr estrategias sostenibles de mitigación. No obstante, se observa que la comunidad atribuye mayor responsabilidad a los propietarios de talleres en comparación con las autoridades locales, lo cual difiere de los planteamientos de Rodríguez et al. (2024), quienes destacan la necesidad de una corresponsabilidad equilibrada entre empresarios, gobierno y ciudadanía. Esta diferencia puede explicarse por la limitada presencia institucional en el territorio y la falta de mecanismos de control ambiental efectivos.

En síntesis, los resultados de esta investigación no solo corroboran la evidencia existente sobre los impactos del ruido ambiental, sino que también aportan un enfoque contextualizado que permite comprender las particularidades de la problemática en municipios costeros como Coveñas. Las cifras obtenidas y su relación con la literatura confirman la urgencia de implementar tecnologías de control de ruido y estrategias de participación comunitaria, orientadas a garantizar la salud, el bienestar y la sostenibilidad de las actividades productivas locales.

6. CONCLUSIONES

El análisis de los niveles de presión sonora permitió evidenciar que la comunidad de los barrios Guayabal y Punta Seca del municipio de Coveñas está expuesta de manera constante a niveles de ruido que afectan su calidad de vida. Los resultados mostraron que el 63,3 % de los encuestados escucha el ruido de manera frecuente o muy frecuente, mientras que el 80 % manifestó molestias moderadas o extremas durante la noche. Estas cifras confirman una afectación directa en el descanso y la tranquilidad de los habitantes, evidenciando la necesidad de fortalecer la gestión del ruido como un componente prioritario dentro de las políticas locales de salud ambiental.

En cuanto a la identificación de las fuentes principales de ruido, se determinó que las actividades de corte, soldadura, esmerilado y martillado son las más generadoras de contaminación acústica, debido a la ausencia de aislamiento adecuado y a la cercanía de los talleres con las zonas residenciales. Estas operaciones exceden los niveles permitidos por la Resolución 627 de 2006, lo que incrementa los riesgos auditivos y psicológicos entre los residentes. Se concluye que la falta de medidas de control y mantenimiento preventivo contribuye al deterioro del ambiente sonoro y a la vulneración del bienestar comunitario.

Respecto a los efectos del ruido sobre la salud y la convivencia, el estudio mostró que el 78,3 % de los participantes reportó dificultades para dormir, el 70 % expresó irritabilidad o estrés, y el 25 % indicó posibles afectaciones auditivas. Estos resultados demuestran que el ruido no solo impacta la audición, sino también el equilibrio emocional, el descanso y la productividad. Dichos hallazgos coinciden con las advertencias de la Organización Mundial de la Salud (2018), que señala que la exposición prolongada a niveles superiores a 45 dB(A) durante la noche compromete la salud mental y el bienestar general.

En relación con la evaluación de tecnologías de control de ruido, se determinó que la combinación de barreras acústicas, cabinas de aislamiento, silenciadores y recubrimientos absorbentes constituye una opción técnica eficaz para reducir entre un 25 % y un 35 % los niveles de presión sonora, según González y Pérez (2023). Estas soluciones son adaptables al contexto local de Coveñas y permiten compatibilizar la actividad productiva de los talleres con la

tranquilidad de los residentes, contribuyendo al cumplimiento normativo y al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental.

Finalmente, la propuesta técnica y social desarrollada en esta investigación demuestra ser viable y pertinente, al integrar componentes de ingeniería, gestión comunitaria y sensibilización ambiental. Su aplicación gradual iniciando con pilotos en talleres de mayor impacto, permitirá mitigar el ruido, fomentar la corresponsabilidad entre empresarios, autoridades y comunidad, y fortalecer la convivencia ciudadana. En conjunto, el estudio concluye que la contaminación acústica en Coveñas constituye un problema de salud pública que requiere acciones coordinadas y sostenibles. La propuesta presentada no solo responde a los objetivos de la investigación, sino que también ofrece un modelo replicable en otros municipios, promoviendo el equilibrio entre el desarrollo económico, la protección ambiental y el bienestar social.

El presente trabajo demuestra que la problemática del ruido en talleres metalmecánicos no es un fenómeno aislado ni menor, sino un asunto que afecta de manera directa la calidad de vida de las comunidades. Aunque los resultados evidencian que no todos los residentes presentan daños auditivos inmediatos, sí existe un efecto acumulativo y perceptible en el bienestar general, lo que justifica la necesidad de acciones inmediatas y sostenidas.

Además, la investigación reafirma que la gestión ambiental debe ser entendida como una estrategia integral que articula la regulación normativa, la implementación de tecnologías, la educación comunitaria y la corresponsabilidad entre autoridades, empresarios y ciudadanos. Solo desde este enfoque será posible mitigar de manera efectiva los impactos del ruido en contextos urbanos e industriales, contribuyendo a un desarrollo más sostenible y humano.

7. Referencias

- Abdul Rahim, K. A. (2022). *Identification of noise levels for skill training activities in TVET institutes. International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15783. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315783>
- Acevedo Argüello, C., Zabala Vargas, S., Rojas Mesa, J., & Guayán Perdomo, O. (2020). Análisis de Redes Sociales como estrategia para estudiar los Sistemas de Innovación. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(2), 369-402. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2020). *Environmental noise in Europe — 2020. European Environment Agency*. <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>
- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA). (2023). *La contaminación acústica es un grave problema de salud en Europa*. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu>
- García, L., & Pérez, J. (2017). *Contaminación acústica y salud pública: una revisión crítica. Revista de Salud Ambiental*, 17(2), 45–58.
- Gómez, J., Ramírez, L., & Cárdenas, P. (2024). *Asociación entre ruido ambiental y salud auditiva en población adulta en Bogotá. Journal of Environmental Health*, 12(3), 45–59. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov>
- González, L., & Pérez, J. (2023). *Tecnologías de mitigación de ruido industrial en zonas residenciales. Revista de Ingeniería Ambiental*, 45(2), 33–47.
- Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2024). Inteligencia artificial en la gestión de proyectos: Caso construcción y obra civil. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1615>
- Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2025). Apropriación de tecnologías emergentes en el sector de obra civil: Un análisis cualitativo. En *Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era Edición 4* (4.a ed.). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. 10.5281/zenodo.17831487

Józwik, J. (2018). *Monitoring of the noise emitted by machine tools in industrial conditions*. *Applied Mechanics and Materials*, 885–886, 406–413.

Lee, H. M. (2021). *A review of the application of active noise control technologies*. *Applied Acoustics*, 177, 107941. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.107941>

López, A., & Andrade, P. (2024). *Monitoreo digital y control de ruido ambiental en sectores productivos*. *Revista Latinoamericana de Acústica*, 18(1), 22–39.

Madahana, M. C. (2020). *Engineering noise control for mines: Lessons from the world*. *Noise & Health*, 22(106), 42–48.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Resolución 627 de 2006: por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*. Bogotá: MAVDT.

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2022). *Ruido excesivo en entornos: una de las principales causas de pérdida auditiva*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co>

OPS/OMS. (2024). *Salud auditiva en la Región de las Américas*. Recuperado de <https://www.paho.org>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Environmental noise guidelines for the European region*. World Health Organization Regional Office for Europe.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Guías de ruido ambiental para la Región Europea*. Ginebra: OMS.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). *Ruido ambiental y salud en comunidades urbanas*. Ginebra: OMS.

Pérez, F., & Martínez, C. (2025). *Gestión participativa en proyectos ambientales comunitarios*. Universidad de los Andes.

- Rodríguez, M., Sánchez, D., & Herrera, C. (2024). *Modelos predictivos para la gestión del ruido en entornos urbanos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Sahu, A. K. (2024). *Experimental evaluation of acoustical materials for noise mitigation*. *Machines*, 12(2), 189. <https://doi.org/10.3390/machines12020189>
- Shi, D. (2023). *Active noise control in the new century*. *Journal of Sound and Vibration*, 550, 117461.
- Szłapa, P. (2018). *Arc welding noise assessment from measured ultrasound pressure levels*. *Ultrasonics*, 87, 1–9.
- Wegener, K. (2021). *Noise and vibrations in machine tools*. *CIRP Annals*, 70(2), 533–556.
- Wei, W. (2022). *Research progress of noise in high-speed cutting*. *Journal of Manufacturing Processes*, 76, 25–37.
- Zabala-Vargas, S., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). *Tecnologías 4.0 (IOT y ciencia de datos) orientada a optimizar la gestión de proyectos de construcción*. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-21. <https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1621>
- Zabala-Vargas, S., Jaimes-Quintanilla, M., & Jimenez-Barrera, M. H. (2023). *Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review*. *Buildings*, 13(12), 2944. <https://doi.org/10.3390/buildings13122944>
- Zabala-Vargas, S., Jiménez-Barrera, M., Vargas-Sanchez, L., & Jaimes-Quintanilla, M. (2023). *Big data in construction project management: The Colombian northeast case*. *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems*, 1, 1, 3476-3483. <https://doi.org/0.1201/9781003323020>
- Zabala-Vargas, S., Martínez-Ortega, J., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). *Administración de proyectos apoyada en tecnologías emergentes (inteligencia artificial y ciencia de datos) en el sector de obra civil*. VII International conference on applied engineering and innovative technologies-AENIT, Perú. <https://easychair.org/cfp/AENIT2025>
- Zhang, J., Zeng, Q., & Hou, H. (2024). *Study of the noise-reduction performance of acoustic enclosures with ultra-thin bending labyrinth metasurfaces*. *Applied Acoustics*, 231, 110447.

Zhang, Z., et al. (2022). *An active noise control system based on reference signal processing. Journal of Sound and Vibration, 521*, 116611.

Anexos

Anexo 1. Encuesta de percepción de ruido

Link de acceso a la encuesta aplicada: <https://forms.gle/bZN2TximagSjFAqf7>

The image shows a Google Forms interface for a survey titled "Encuesta de percepción de ruido." The form is designed to collect information for a project aimed at mitigating noise impact in metalworking workshops. It consists of several sections:

- Title and Introduction:** The title is "Encuesta de percepción de ruido." Below it, a paragraph explains the purpose: "Este formulario fue diseñado para recolectar información en el marco del proyecto 'Propuesta de implementación de tecnologías de control de ruido para mitigar el impacto sonoro en talleres metalmecánicos ubicados en zonas residenciales del municipio de Coveñas, Sucre'."
- Text Input Fields:** There are two text input fields. The first is labeled "Barrio / sector:" and the second is labeled "Distancia aproximada al taller más cercano:". Both fields have a "Texto de respuesta larga" (long text response) label below them.
- Radio Button Selection:** A section titled "Rango de edad" (Age Range) contains five radio button options:
 - 18 - 20 años
 - 20 - 30 años
 - 40 a 50 años
 - 50 a 60 años
 - 60 a 70 añosBelow these options is a link: "Añadir opción o añadir respuesta 'Otro'" (Add option or add response 'Other').
- Form Controls:** At the bottom right, there is a dropdown menu currently set to "Varias opciones" (Multiple choice), an "Obligatorio" (Required) toggle switch, and a three-dot menu icon.

Distancia aproximada al taller más cercano:

- <10 m
- 10–25 m
- Opción 3
- 26–50 m
- 51–100 m
- 101–200 m
- 200 m

Sexo

- Masculino
- Femenino

Tiempo de residencia en la vivienda

- 1 año
- 1 a 5 años
- 6 a 1 años
- 10 años

¿A qué distancia estima que está el taller que más ruido genera?

- Menos de 10 m
- 10 – 25 m
- 26 – 50 m
- 51 – 100 m
- 101 – 200 m
- Más de 200 m

¿El taller funciona:

- Solo diurno
- Diurno y vespertino
- Diurno y nocturno
- Solo nocturno
- No sé

¿Con qué frecuencia escucha usted el ruido del taller desde su vivienda?

- Nunca
- Rara vez (≤ 1 vez/sem)
- A veces (2–3 veces/sem)
- Frecuente (varios días/sem)
- Muy frecuente (a diario)

¿El ruido entra con facilidad a su vivienda cuando las ventanas están cerradas?

- Sí
- No
- A veces

¿Qué tan molesto le resulta el ruido durante el día? 0 – Nada molesto ... 10 – Extremadamente molesto

- 0
- 4
- 5
- 8
- 10

¿Qué tan molesto le resulta el ruido durante la noche? 0 – Nada molesto ... 10 – Extremadamente molesto

- 0
- 4
- 5
- 8
- 10

<p>¿Qué tan molesto le resulta el ruido en la vivienda (dentro de la casa) durante el día? 0 – Nada molesto ... 10 – Extremadamente molesto</p> <p><input type="radio"/> 0</p> <p><input type="radio"/> 4</p> <p><input type="radio"/> 5</p> <p><input type="radio"/> 8</p> <p><input type="radio"/> 10</p>	G E T E E
<p>¿Qué tan molesto le resulta el ruido en el dormitorio (por la noche)? 0 – Nada molesto ... 10 – Extremadamente molesto</p> <p><input type="radio"/> 0</p> <p><input type="radio"/> 4</p> <p><input type="radio"/> 8</p> <p><input type="radio"/> 10</p> <p><input type="radio"/> Opción 5</p>	
<p>Pregunta</p> <p><input type="radio"/> ¿Ha tenido problemas para dormir por culpa del ruido del taller en las últimas 4 semanas?</p> <p><input type="radio"/> Nunca</p> <p><input type="radio"/> Rara vez</p> <p><input type="radio"/> A veces</p> <p><input type="radio"/> Frecuente</p> <p><input type="radio"/> Muy Frecuente</p>	
<p>¿Ha sentido estrés o irritabilidad atribuible al ruido?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> Rara vez</p> <p><input type="radio"/> A veces</p> <p><input type="radio"/> Frecuente</p>	
<p>¿Considera que el ruido ha afectado el rendimiento de estudio o trabajo en casa?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p>	
<p>¿Usted o algún miembro de su hogar ha notado problemas de audición (zumbidos, disminución) que asocie con el ruido?</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> Sí</p>	
<p>¿Quién considera más responsable de reducir el ruido?</p> <p><input type="radio"/> Propietario del taller</p> <p><input type="radio"/> Autoridades municipales/ambientales</p> <p><input type="radio"/> Propietarios de vivienda</p> <p><input type="radio"/> Comunidad</p> <p><input type="radio"/> Otro</p>	

¿Apoyaría medidas como restricción horaria para talleres (p. ej., no operar de 10 p.m. a 6 a.m.)?

Sí

No

No se

¿Estaría de acuerdo con la relocalización de talleres si la autoridad lo decide y ofrece compensación?

Sí

No

Depente

Anexo 2. Consentimiento informado

Consentimiento informado

Hola, somos estudiantes del programa de Especialización en gerencia de proyectos por parte de la universidad UNIMINUTO. Estamos realizando un estudio sobre la percepción del ruido en su barrio. La participación es voluntaria, anónima y los datos se usarán sólo para fines de investigación. ¿Autoriza participar y registrar sus respuestas?

Sí No