

Evaluación de la contaminación acústica por fuentes fijas y móviles en el área urbana del Cantón Pichincha, Manabí (Ecuador)

Assessment of acoustic pollution from fixed and mobile sources in the urban area of Pichincha Canton, Manabí (Ecuador)

Avaliação da poluição sonora por fontes fixas e móveis na área urbana do Cantão Pichincha, Manabí (Equador)

Recibido: 08/08/2025 | Revisado: 22/08/2025 | Aceptado: 23/08/2025 | Publicado: 24/08/2025

Anthony Narcilo Meza-Briones

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9958-6867>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix, Ecuador

E-mail: anthony.meza@espam.edu.ec

Alexis Elian Vargas-Choez

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1541-0797>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix, Ecuador

E-mail: alexis.vargas@espam.edu.ec

José Miguel Giler-Molina

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7338-1559>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix, Ecuador

E-mail: jose.giler@espam.edu.ec

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la contaminación acústica generada por fuentes fijas y móviles en el casco urbano del cantón Pichincha, provincia de Manabí. Se realizaron mediciones in situ de presión sonora en diferentes zonas urbanas, complementadas con georreferenciación y análisis comparativo con la normativa ambiental vigente. Además, se analizó la dinámica vehicular para comprender su relación con la contaminación acústica. Los registros indican que las zonas hospitalarias y educativas presentan niveles promedio de 72 dB(A), superando el límite de 45 dB(A), lo que representa un riesgo para la población. En las áreas comerciales y comerciales mixtas, los valores oscilaron entre 72 dB(A) y 76 dB(A), mientras que la zona residencial mixta alcanzó 66 dB(A), todos por encima de los límites normativos. Se evidenció un incremento del tráfico vehicular durante los fines de semana, contribuyendo significativamente al ruido ambiental. Se recomienda la implementación de zonas de silencio en áreas sensibles, regulación del tráfico, instalación de barreras acústicas y campañas de concienciación ciudadana. Estas estrategias contribuirían a reducir la contaminación acústica y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Palabras clave: Contaminación Acústica; Normativas Ambientales; Tráfico Vehicular; Mitigación del Ruido; Calidad de Vida; Sostenibilidad Urbana.

Abstract

This study aimed to evaluate noise pollution generated by fixed and mobile sources in the urban area of the Pichincha canton, Manabí province. In situ sound pressure measurements were taken in different urban areas, complemented with georeferencing and comparative analysis with current environmental regulations. In addition, vehicle dynamics were analyzed to understand their relationship with noise pollution. The records indicate that hospital and educational areas have average levels of 72 dB(A), exceeding the limit of 45 dB(A), which represents a risk to the population. In the commercial and mixed commercial areas, values ranged between 72 dB(A) and 76 dB(A), while the mixed residential area reached 66 dB(A), all above the regulatory limits. There was an increase in vehicular traffic on weekends, contributing significantly to ambient noise. The implementation of quiet zones in sensitive areas, traffic regulation, installation of noise barriers, and public awareness campaigns are recommended. These strategies would help reduce noise pollution and improve the quality of life of the inhabitants.

Keywords: Noise Pollution; Environmental Regulations; Vehicular Traffic; Noise Mitigation; Quality of Life; Urban Sustainability.

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a poluição sonora gerada por fontes fixas e móveis na área urbana do cantão de Pichincha, província de Manabí. Foram realizadas medições in situ da pressão sonora em diferentes zonas urbanas,

complementadas com georreferenciamento e análise comparativa com a normativa ambiental vigente. Além disso, foi analisada a dinâmica veicular para compreender sua relação com a poluição sonora. Os registros indicam que as zonas hospitalares e educacionais apresentam níveis médios de 72 dB(A), superando o limite de 45 dB(A), o que representa um risco para a população. Nas áreas comerciais e comerciais mistas, os valores oscilaram entre 72 dB(A) e 76 dB(A), enquanto a zona residencial mista atingiu 66 dB(A), todos acima dos limites normativos. Foi evidenciado um aumento do tráfego veicular durante os finais de semana, contribuindo significativamente para o ruído ambiental. Recomenda-se a implementação de zonas de silêncio em áreas sensíveis, regulamentação do tráfego, instalação de barreiras acústicas e campanhas de conscientização cidadã. Essas estratégias contribuiriam para reduzir a poluição sonora e melhorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Palavras-chave: Poluição Sonora; Regulamentações Ambientais; Tráfego Veicular; Mitigação do Ruído; Qualidade de Vida; Sustentabilidade Urbana.

1. Introducción

La contaminación acústica se ha convertido en un problema ambiental significativo en muchas áreas urbanas del mundo, y el cantón Pichincha, ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador, no es la excepción. La rápida urbanización, el crecimiento del parque vehicular y la proliferación de actividades industriales y comerciales han contribuido al incremento de los niveles de ruido. Este fenómeno, generado tanto por fuentes fijas como móviles, afecta la calidad de vida de los habitantes y su salud, siendo su evaluación importante para la gestión ambiental y la salud pública (Uquillas, 2022; Ibarra, 2019).

La contaminación acústica se caracteriza, de acuerdo con Tuarez (2024), como la generación de un sonido no deseado, produciendo una sensación auditiva incómoda o desagradable. La medida del ruido se basa en su intensidad y potencia, utilizando el decibelio (dB) como unidad estándar. Los niveles varían entre 0 dBA (umbral mínimo de audición) y 140 a 160 dBA (umbral máximo tolerable por el oído humano). Además, se identifican tres elementos del ruido que se pueden resumir como: la fuente generadora, la transmisión de vibraciones como perturbación ambiental y las reacciones psicológicas o fisiológicas al escucharlo (Ávila, 2024).

El ruido ambiental es un factor de estrés que puede tener efectos adversos en la salud humana, incluyendo problemas auditivos, trastornos del sueño, enfermedades cardiovasculares y estrés crónico (Miranda et al., 2022; Peris, 2020). En medianas ciudades, fuentes de ruido móviles que incluyen el tráfico vehicular, y fuentes fijas como actividades industriales y comerciales, y eventos sociales, la combinación de estas fuentes genera un ambiente acústico que excede frecuentemente los niveles (Aguirre, 2015; Villamar, 2023).

Además de los efectos físicos, el ruido ambiental también tiene repercusiones psicológicas y sociales significativas (Mamani & Valenzuela, 2022; Cáceres, 2021). La exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede llevar a problemas de concentración, irritabilidad y una reducción en la calidad de vida (Oleas, 2022; Murillo, 2020). También puede afectar la fauna urbana, alterando los patrones de comportamiento de diversas especies animales (Flores, 2023).

La lucha contra la contaminación acústica está alineada con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas. En particular, el ODS 3, que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, y el ODS 11, que se enfoca en lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, son directamente relevantes (Naciones Unidas, 2018).

En Ecuador, la legislación ambiental contempla normativas específicas para el control de la contaminación acústica. Sin embargo, la implementación y el cumplimiento de estas normativas enfrentan desafíos significativos, incluyendo la falta de recursos técnicos y financieros, así como la necesidad de una mayor sensibilización y educación ambiental entre la población y los actores económicos. La colaboración entre el gobierno, las instituciones académicas y la sociedad civil es esencial para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y control del ruido.

En el cantón Pichincha es relevante el análisis de la contaminación acústica debido a su denso casco urbano, donde la actividad humana y el tráfico vehicular generan niveles elevados de ruido. Este problema afecta la calidad de vida de los

habitantes, poniendo en riesgo su salud y bienestar, abordar esta situación requiere un enfoque multidisciplinario y la cooperación entre distintos sectores de la sociedad para desarrollar políticas públicas efectivas y acciones concretas que mitiguen los efectos del ruido y promuevan un entorno urbano más sostenible y habitable (Marquínez y Zambrano, 2023).

Por tales motivos la presente investigación tiene como objetivo evaluar la contaminación acústica generada por fuentes fijas y móviles en el casco urbano del cantón Pichincha, provincia de Manabí.

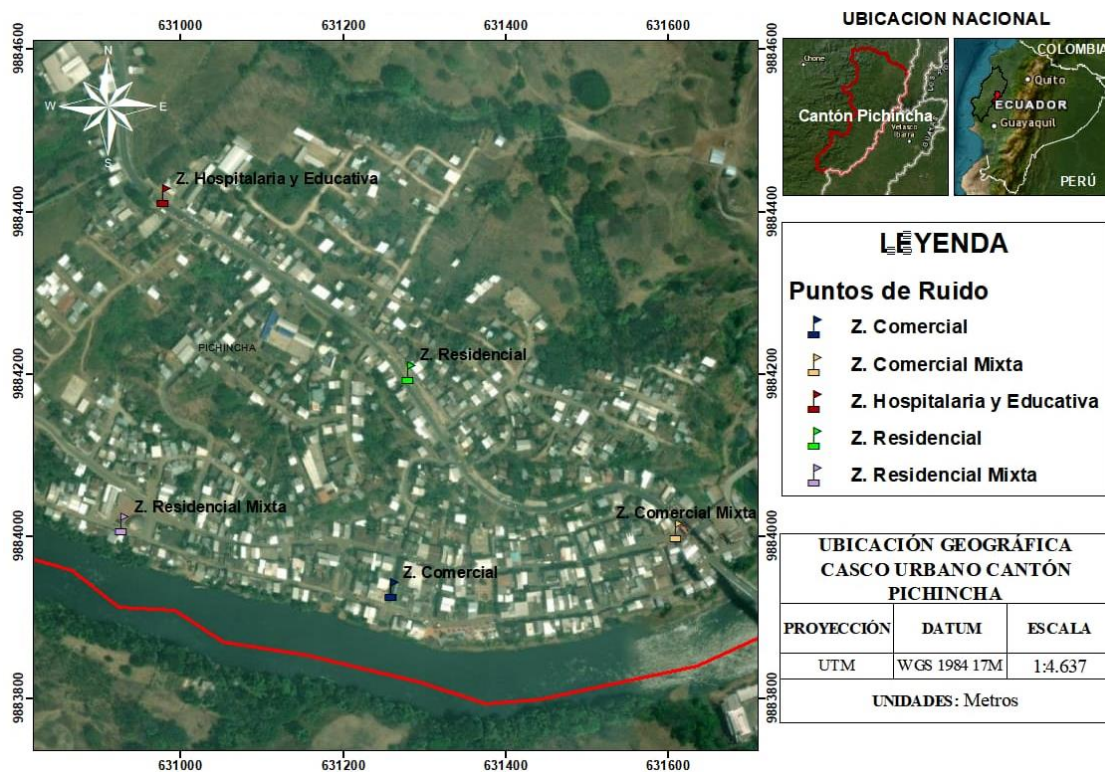
2. Metodología

2.1 Ubicación

El cantón Pichincha, ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador, limita al norte con los cantones Chone y El Carmen; al sur y al este con la provincia del Guayas; y al oeste con los cantones Bolívar, Santa Ana y Portoviejo. Tiene una superficie aproximada de 1,075.26 km², conformado por una parroquia urbana, Pichincha, y dos parroquias rurales, San Sebastián y Barraganete. Según el censo del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), la población total del cantón es de 30,380 habitantes, de los cuales aproximadamente el 12% reside en el área urbana. El casco urbano de Pichincha, cabecera cantonal y principal área de estudio, concentra las actividades comerciales, residenciales e industriales más relevantes del cantón, convirtiéndolo en un punto estratégico para el análisis de la contaminación acústica generada por fuentes fijas y móviles (INEC, 2022).

La Figura 1 muestra la zona de estudio que comprende el centro del cantón de Pichincha. De manera específica, la zona hospitalaria y educativa, zona residencial, zona comercial mixta, zona comercial y zona residencial mixta.

Figura 1 - Ubicación geográfica de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

2.2 Tipo de investigación

Se llevó a cabo una investigación de campo con enfoque cuantitativo (Pereira et al., 2018), en la que se emplearon técnicas de estadística descriptiva apoyadas en gráficos, valores de frecuencia absoluta y frecuencia relativa porcentual (Calderón et al., 2025). El estudio se enmarcó en un diseño no experimental, con un alcance descriptivo y exploratorio, orientado a la identificación de los niveles de contaminación acústica generados por fuentes fijas y móviles. Posteriormente, dichos niveles fueron contrastados con los parámetros establecidos en la normativa vigente.

2.3 Métodos

2.3.1 Método deductivo

El método deductivo se basa en una forma concreta de pensamiento o razonamiento, delimitando conclusiones lógicas y válidas a partir de un conjunto dado de premisas o proposiciones (Reyes, 2020). Mediante la aplicación de este método se investigó las causas que generan la contaminación acústica en el casco urbano del Cantón Pichincha, logrando establecer las conclusiones particulares de esta investigación.

2.3.2 Método cualitativo/cuantitativo

Los métodos cuantitativos en el estudio de la contaminación acústica permitieron medir y analizar objetivamente los niveles de ruido, facilitando la identificación de áreas críticas y la formulación de políticas de mitigación (Alarcón et al., 2019; Mejía & Rodríguez, 2024). Mientras que los métodos cualitativos son esenciales para entender las experiencias y percepciones humanas relacionadas con la contaminación acústica, proporcionando una perspectiva enriquecida sobre el impacto social y psicológico del ruido (Creswell & Creswell, 2017; Chili-Pei & Chang, 2017).

2.4 Técnicas

2.4.1 Medición de niveles de presión sonora

Esta técnica se empleó para tomar las mediciones de presión sonora mediante el uso del sonómetro, el cual registró los decibeles generados por las fuentes fijas y móviles en los puntos de muestreo, estos datos fueron almacenados en la memoria del instrumento de medición para ser procesados.

2.4.2 Georreferenciación

La georreferenciación es un proceso que permite establecer la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espaciales diferente al punto en que se encuentra (Ulpo et al., 2020). Luego, los puntos de monitoreo fueron usados para la elaboración de los mapas de intensidad de ruido, de tipo aglomeración, que se mediante un Software de georreferenciación para determinar los niveles de ruido en zonas específicas.

2.5 Procedimiento

2.5.1 Fase 1. Identificación de las fuentes fijas y móviles de generación de ruido en el casco urbano del cantón Pichincha, como información base para el estudio.

Actividad 1. Identificación de las fuentes fijas que generan ruido en la zona de estudio.

Para la identificación de las fuentes fijas de la zona de estudio se consideró la ubicación de los puntos de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, aplicada por Castro (2020), donde menciona que en sitios y momentos donde la fuente fija de ruido (FFR) emite los NPS más altos son puntos críticos para este tipo de fuente. Se tomó en cuenta una encuesta que se aplicó en cada una de las zonas de estudio, y con la ayuda de un sonómetro se determinaron los puntos críticos de fuentes que generan ruido.

Actividad 2. Conteo de las fuentes móviles que generan ruido en la zona de estudio.

Para el conteo de las fuentes móviles de la zona de estudio se tomaron en consideración la metodología implementada dentro de las NTE INEN-ISO 1996-2 2014, aplicada por Buenaño y Robles (2022), donde se contó el número de vehículos (pesados, livianos y motos) en las zonas mencionadas. Las zonas evaluadas se analizaron varios factores como el tráfico vehicular y actividades antropogénicas. El conteo de los vehículos se realizó mediante grabación de video y el tiempo empleado para la medición del tráfico fue de 15 minutos, dos veces al día, durante 1 semanas en los horarios de 8:00 a 8:30 y de 13:00 a 13:30. Esto permitió proyectar el número total de vehículos para los 60 minutos de medición.

2.5.2 Fase 2. Determinación de los niveles de presión sonora, para el diseño de mapas de ruido.

Actividad 3. Establecer los puntos de muestreo.

Para el establecimiento de los puntos de muestreo se tomó como referencia la metodología contemplada en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en el Libro VI, Anexo V, aplicada por Looz (2021), para los Niveles Máximos de Emisión de Ruido. Se identificaron cinco zonas estratégicas para el muestreo: zona hospitalaria y educativa, zona residencial y residencial mixta, y zona comercial y comercial mixta. Estas zonas fueron seleccionadas utilizando el Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS) o el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDyOT), ya que en ellas se ven involucrados factores críticos como el tráfico vehicular y las actividades comerciales.

Actividad 4. Medición de los niveles de presión sonora (NPS).

Para la medición de los niveles de presión sonora se aplicó la metodología propuesta por Saquisilí (2015), mediante el uso de un sonómetro (Sound Level Meter) previamente calibrado. Las muestras se tomaron los días lunes, miércoles, viernes, sábado y domingo en horas pico de 7:00 a 7:30, 12:30 a 13:00, y 17:00 a 17:30, y los sábados y domingos en los horarios de 9:00 a 9:30 y de 12:00 a 12:30, con intervalos de 10 minutos, durante dos semanas, con la finalidad de obtener mayor eficacia en la medición de los NPS como se detalla en la Tabla 1.

De acuerdo con el Anexo V del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2017), se colocó el sonómetro sobre un trípode a una altura igual o superior a 1,5 m desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados sobre su plano horizontal. Durante la medición se mantuvo una distancia de al menos 1 m.

Tabla 1 - Medición de los niveles de presión sonora (dB).

Tipo de zona de medición	Días de muestreo	Horario de muestreo
Zona hospitalaria y educativa	Lunes	7:00-7:30
		12:30-13:00
		17:00-17:30
Zona residencial	Miércoles	7:00-7:30
		12:30-13:00
		17:00-17:30
Zona residencial mixta	Viernes	7:00-7:30
		12:30-13:00
		17:00-17:30
Zona comercial	Sábado	9:00-9:30
		12:00-12:30
		17:00-17:30
Zona comercial mixta	Domingo	9:00-9:30
		12:00-12:30

Fuente: Datos de la investigación (2025).

Actividad 5. Comparación de los niveles de presión sonora con la normativa vigente.

La comparación de los NPS se utilizó la metodología propuesta por Buenaño y Robles (2022), los resultados obtenidos de las mediciones se exportaron hacia una hoja de cálculo, lo que permitió generar gráficos de los mismos con el objetivo de compararlos con el Acuerdo Ministerial 097–A al Anexo V del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) detallado en la Tabla 2, tomando de referencia la metodología de Romero et al. (2024) los cuales comparan los niveles máximos permisibles mediante un diagrama de cajas (Box–Plot).

Tabla 2 - Niveles de presión sonora establecidos por el TULSMA por zona de medición,

Nivel de presión sonora equivalente NPSeq [dB(A)]	
Tipo de zona de medición	Datos establecidos por el TULSMA
Zona hospitalaria y educativa	45
Zona Residencial	50
Zona Residencial mixta	55
Zona comercial	60
Zona Comercial mixta	65

Fuente: TULSMA (2017).

Actividad 6. Elaboración de los mapas de ruido.

Para la elaboración de esta actividad se aplicó la metodología establecida por Olarte (2019), en la que se establece que, una vez comparados los NPS con la Normativa Ambiental Vigente, se exportan los datos utilizando un software de información geográfica, generando un archivo en formato de imágenes con etiquetas (TIFF), ideal para aplicaciones de edición y formato de datos RÁSTER.

2.5.3 Fase 3. Formulación de una propuesta de mitigación y prevención de los niveles de presión sonora en el casco urbano del cantón pichincha.

Actividad 7. Propuesta de mitigación y prevención de la contaminación acústica.

Para la formulación de la propuesta de mitigación se tomó de referencia la metodología aplicada por Barberán y Cedeño (2023), desarrollando una propuesta de mitigación que busca abordar los altos niveles de ruido la cual se enfocó en la creación de un Plan de Acción, estableciendo los apartados de objetivos, medidas de prevención y mitigación y partes interesadas en el plan de mitigación y prevención.

3. Resultados y Discusión

3.1 Identificación de las fuentes fijas que generan ruido en la zona de estudio

Conforme a la deducción realizada para identificar las fuentes fijas que generan ruido en la zona de estudio se puntualizaron las siguientes:

- Zona hospitalaria y educativa
 - Unidad Educativa Pichincha
 - Subcentro de salud
- Zona Residencial
 - Hotel sol y luna

- Despensas
- Residencias
- Zona Comercial mixta
 - Parada de buses
 - Comercios mixtos
 - Residencias
- Zona Comercial
 - Mercado Municipal
 - Comercios
- Zona Residencial Mixta
 - BanEcuador
 - Residencias
 - Residencias comerciales

3.2 Conteo de las fuentes móviles que generan ruido en la zona de estudio

El análisis del conteo de fuentes móviles se realizó durante una semana, considerando dos franjas horarias representativas: de 8:00 a 8:30 y de 13:00 a 13:30. Los datos tabulados corresponden a la sumatoria total de vehículos contabilizados en todas las zonas evaluadas del casco urbano del cantón Pichincha (Tabla 3).

Tabla 3 - Conteo de fuentes móviles.

Días	Horario	Cantidad
Lunes	8:00-8:30	713
	13:00-13:30	854
Martes	8:00-8:30	665
	13:00-13:30	860
Miércoles	8:00-8:30	668
	13:00-13:30	836
Jueves	8:00-8:30	662
	13:00-13:30	852
Viernes	8:00-8:30	679
	13:00-13:30	851
Sábado	8:00-8:30	916
	13:00-13:30	1062
Domingo	8:00-8:30	1007
	13:00-13:30	1128

Fuente: Datos de la investigación (2025).

Se observó que los valores más altos en ambos horarios ocurrieron durante el fin de semana. El domingo presentó el máximo registro en la franja de la tarde (13:00-13:30) con 1,128 vehículos, mientras que el sábado destacó en la franja de la mañana (8:00-8:30) con 1,062 vehículos.

En contraste, los días laborables (de lunes a viernes) presentaron una menor densidad vehicular en comparación con los fines de semana. El registro más bajo se observó el martes por la mañana, con un flujo de 665 vehículos, mientras que el

jueves por la tarde se reportó una intensidad moderada de 852 vehículos.

Balmaceda et al. (2024) señalan que la congestión vehicular puede tener repercusiones negativas en la salud de la población, provocando síntomas como dolores de cabeza y disminución del desempeño cognitivo, así como dificultades en la concentración.

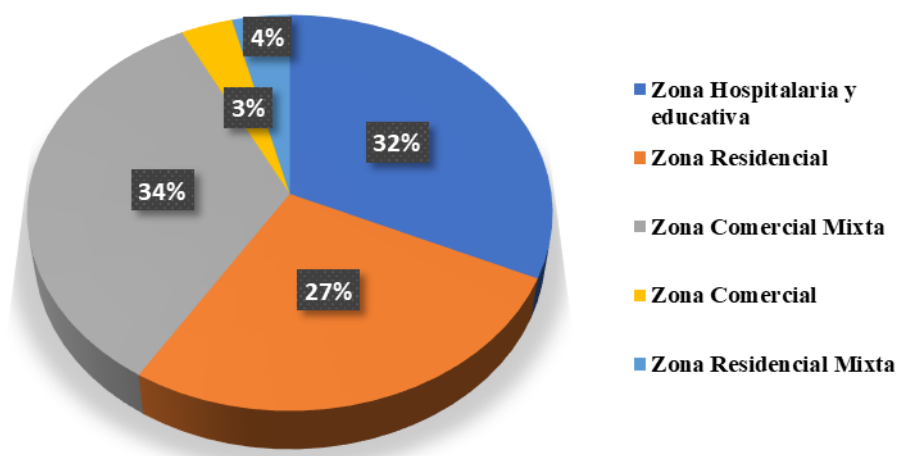
Esta distribución evidencia patrones específicos de movilidad en el cantón, con un aumento significativo durante los fines de semana, posiblemente asociado a actividades recreativas o comerciales. Estos resultados son esenciales para comprender la relación entre la dinámica vehicular y la contaminación acústica generada por fuentes móviles.

3.2.1 Distribución porcentual de fuentes móviles por zona

En la Figura 2 muestra la distribución porcentual de fuentes móviles según las diferentes zonas del casco urbano del cantón Pichincha. Las zonas evaluadas incluyen: Zona hospitalaria y educativa, Zona residencial, Zona comercial mixta, Zona comercial y Zona residencial mixta.

Figura 2 - Porcentaje de fuentes móviles por zona.

Porcentaje de fuentes móviles por zona



Fuente: Datos de la investigación (2025).

La zona comercial mixta destacó con el mayor porcentaje de fuentes móviles, representando el 34% del total. Le sigue la zona hospitalaria y educativa, que comprende un 32% del tráfico vehicular, y la zona residencial con un 27%. Por otro lado, las zonas con menor presencia de fuentes móviles fueron la zona comercial, con un 4%, y la zona residencial mixta, que representa únicamente el 3%.

Estos resultados reflejan un patrón asociado a la funcionalidad de las zonas urbanas, donde las áreas con actividades económicas mixtas presentan mayor tránsito vehicular, mientras que las zonas predominantemente residenciales y comerciales tienen una densidad menor. Este análisis es crucial para identificar los sectores donde la contaminación acústica por fuentes móviles puede ser más significativa, contribuyendo al diseño de estrategias de mitigación.

3.3 Puntos de muestreo según el uso de suelo

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Pichincha, provincia de Manabí, se enfatiza la importancia de una gestión ambiental eficiente para mitigar los impactos de la contaminación, incluida la acústica, en las zonas urbanas. El monitoreo realizado en esta investigación contempló las zonas hospitalarias y educativas,

residenciales, comerciales mixtas, comerciales y residenciales mixtas, las cuales corresponden a sectores estratégicos definidos por el PDOT debido a su relevancia en la dinámica urbana del cantón.

Los resultados obtenidos evidencian niveles significativos de ruido en las zonas de actividad comercial y hospitalaria, lo que contrasta con las menores emisiones acústicas en las zonas residenciales mixtas. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de aplicar políticas del PDOT enfocadas en la regulación del tránsito, la promoción de movilidad sostenible y la delimitación de zonas de silencio, particularmente en áreas de alta sensibilidad como las zonas hospitalarias y educativas, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes.

3.4 Medición de los niveles de presión sonora (dB)

La Tabla 4 presentada en el estudio muestra los niveles promedio de ruido ambiental registrados en cinco tipos de zonas urbanas del casco urbano del cantón Pichincha, considerando dos semanas de muestreo y tres horarios por día. Las zonas evaluadas fueron: hospitalaria y educativa, residencial, comercial mixta, comercial y residencial mixta.

Tabla 4 - Niveles de presión sonora.

Tipo de zona de medición	Días de muestreo	Horario de muestreo	Datos obtenidos
Zona hospitalaria y educativa	Lunes	7:00-7:30	78,7
	Miércoles	12:30-13:00	67,1
	Viernes	17:00-17:30	73,6
	Sábado	9:00-9:30	71,9
	Domingo	12:00-12:30	67,2
Zona Residencial	Lunes	7:00-7:30	74,5
	Miércoles	12:30-13:00	71,6
	Viernes	17:00-17:31	72,6
	Sábado	9:00-9:30	68,1
	Domingo	12:00-12:31	71,7
Zona comercial mixta	Lunes	7:00-7:30	78,0
	Miércoles	12:30-13:00	75,3
	Viernes	17:00-17:32	75,9
	Sábado	9:00-9:30	75,7
	Domingo	12:00-12:32	76,1
Zona comercial	Lunes	7:00-7:30	71,6
	Miércoles	12:30-13:00	70,0
	Viernes	17:00-17:33	70,0
	Sábado	9:00-9:30	74,6
	Domingo	12:00-12:33	73,8
Zona residencial mixta	Lunes	7:00-7:30	66,2
	Miércoles	12:30-13:00	64,5
	Viernes	17:00-17:34	68,0
	Sábado	9:00-9:30	65,4
	Domingo	12:00-12:34	65,1

Fuente: Datos de la investigación (2025).

Los resultados indican que la Zona Hospitalaria y Educativa presentó los niveles más altos de ruido en comparación con las demás zonas, con un promedio máximo de 78.7 dB registrado los lunes en el horario de 7:00-7:30. Por otro lado, los niveles más bajos se observaron en la Zona Residencial Mixta, con un promedio mínimo de 64.5 dB registrado los miércoles entre las 12:30 y 13:00.

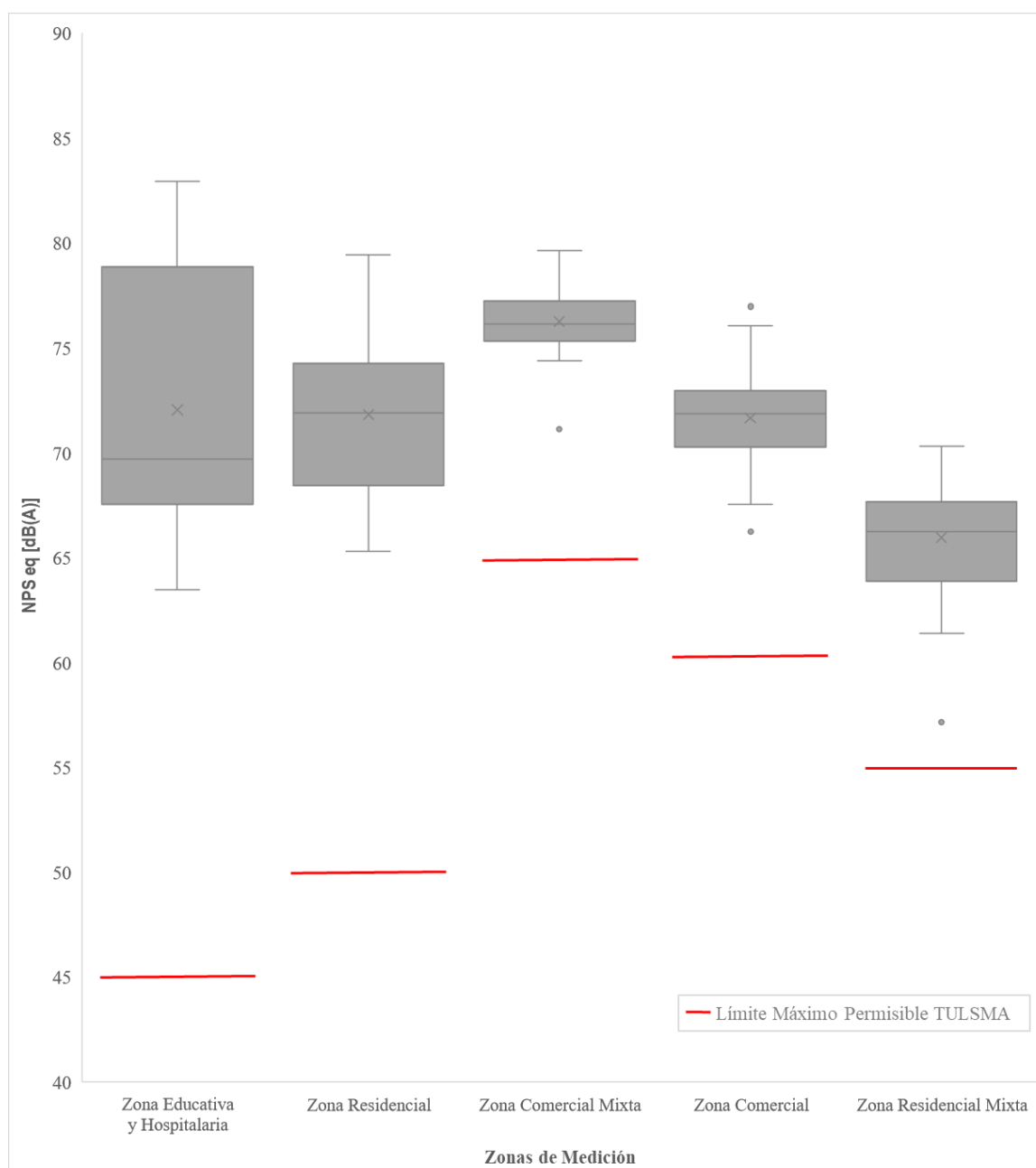
En la Zona Residencial, los niveles oscilaron entre 68.1 dB (sábado por la mañana) y 74.5 dB (lunes por la mañana). La Zona Comercial Mixta mostró valores relativamente altos, con un máximo de 75.9 dB registrado los viernes en la tarde. Por su parte, la Zona Comercial presentó una menor variación en los promedios, con valores entre 70.0 dB y 73.8 dB.

Estos resultados evidencian una variabilidad significativa en los niveles de ruido ambiental dependiendo del tipo de zona y el horario de muestreo, siendo las zonas con actividades hospitalarias, educativas y mixtas las más afectadas. Este análisis es fundamental para priorizar estrategias de mitigación de la contaminación acústica, especialmente en las zonas más sensibles como las hospitalarias y residenciales.

3.5 Comparativa con la normativa ambiental

Al comparar los niveles promedios de presión sonora obtenidos en los puntos de monitoreo del casco urbano del cantón Pichincha con los límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), se evidencia que en todas las zonas evaluadas se superan los valores permisibles como se visualiza la Figura 3.

Figura 3 - Comparativa con la normativa ambiental.



Fuente: Datos de la investigación (2025).

Como se visualiza en la Figura 3, en la zona hospitalaria y educativa, el nivel promedio alcanzó los 72 dB(A), excediendo el límite de 45 dB(A) estipulado para esta categoría, lo que implica un riesgo significativo para la población debido a la naturaleza sensible de estas áreas (TULSMA, 2015).

El monitoreo acústico realizado en la zona residencial registró un nivel promedio de 72 dB(A), superando en 22 dB(A) el límite permisible de 50 dB(A). Estos resultados son particularmente preocupantes, dado que la exposición prolongada a niveles elevados de ruido en entornos residenciales puede generar efectos adversos en la salud, incluyendo alteraciones del sueño y trastornos cardiovasculares (Cárdenas, 2024; Sánchez et al., 2024).

En cuanto a las zonas comerciales y comerciales mixtas, los niveles promedio registrados fueron de 72 dB(A) y 76 dB(A), respectivamente, rebasando los límites establecidos de 60 dB(A) y 65 dB(A). Estos valores sugieren una actividad vehicular y comercial intensa, cuya gestión ineficaz podría estar contribuyendo al incremento de la contaminación acústica. Por otro lado, la zona residencial mixta, si bien presentó el menor nivel registrado (66 dB(A)), también superó el umbral permitido de 55 dB(A), lo que evidencia la generalizada afectación acústica en distintas áreas urbanas.

Astudillo et al. (2023) destacan que la exposición a niveles de ruido iguales o superiores a 80 dB(A) obliga a las personas a elevar significativamente la voz para comunicarse, mientras que niveles superiores a 95 dB(A) pueden generar una interferencia severa en el habla y afectar la inteligibilidad del diálogo. Por su parte, Vera y Troya (2024), en un estudio realizado en el Hospital Básico del IESS en Esmeraldas, identificaron al tráfico vehicular como la principal fuente de contaminación acústica. Los autores señalan que la pérdida auditiva inducida por el ruido puede manifestarse de manera inmediata o desarrollarse progresivamente, dependiendo de la intensidad y la duración de la exposición.

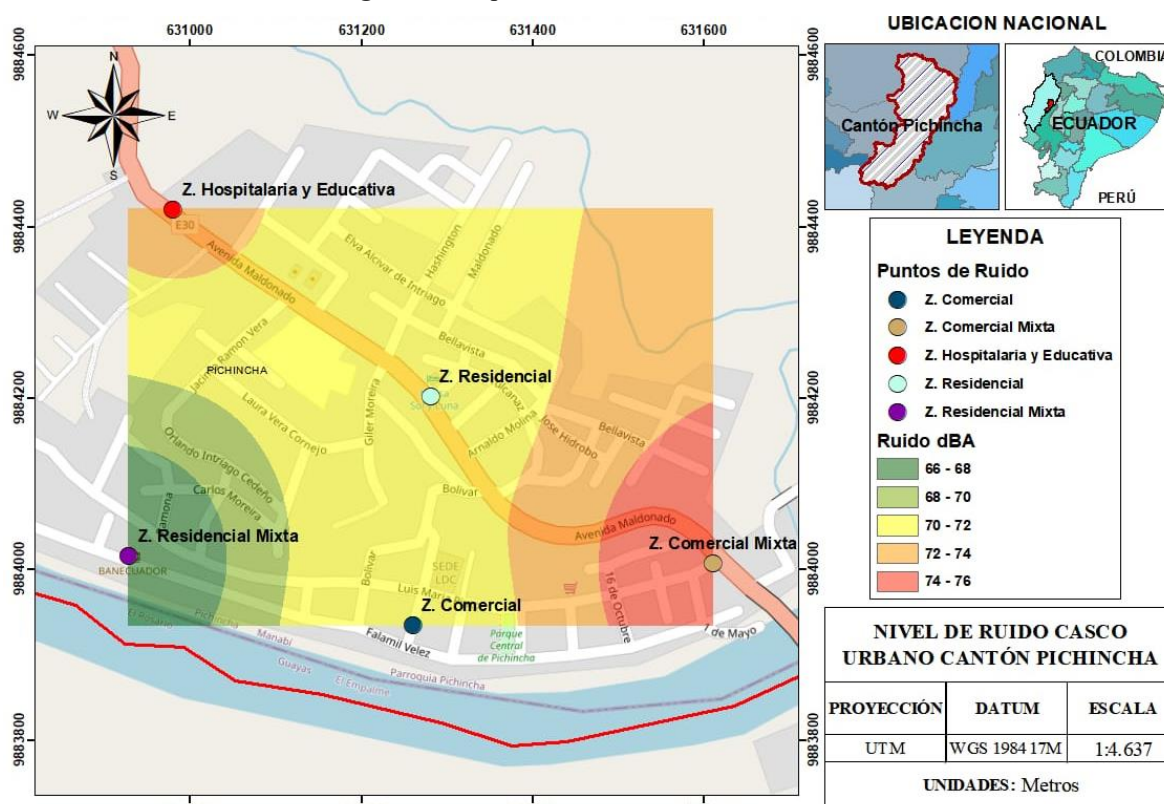
Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer la aplicación de las normativas del TULSMA mediante estrategias de control de ruido, especialmente en áreas sensibles como las zonas hospitalarias y residenciales. La implementación de medidas como la regulación del tráfico vehicular, el establecimiento de barreras acústicas y campañas de concienciación ciudadana son fundamentales para mitigar los niveles actuales de contaminación sonora en el cantón Pichincha.

3.6 Mapa de ruido

La elaboración del mapa de ruido ambiental del casco urbano del cantón Pichincha se realizó a partir del Sistema de Información Geográfica (ArcGIS), el cual integró la información recolectada en los puntos de muestreo distribuidos en las diferentes zonas de estudio: hospitalaria y educativa, residencial, comercial, comercial mixta y residencial mixta. La triangulación de datos permitió visualizar gráficamente los niveles de ruido registrados, identificando las áreas con mayor incidencia sonora (Figura 4). Los resultados evidenciaron que todas las zonas monitoreadas superan los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMA.

El mapa generado representa una herramienta fundamental para evaluar de manera espacial el impacto acústico, facilitando la identificación de sectores críticos donde es necesario implementar estrategias de mitigación. Esto es especialmente relevante en áreas de alta sensibilidad, como la zona hospitalaria y educativa, donde el exceso de ruido puede afectar la salud y el bienestar de la población. Se espera que los hallazgos generen acciones correctivas por parte de las autoridades ambientales para garantizar un entorno acústicamente saludable.

Figura 4 - Mapa de ruido de la zona de estudio.



Fuente: Datos de la investigación (2025).

3.7 Propuesta de mitigación y prevención de la contaminación acústica

Para mitigar y prevenir la contaminación acústica en el casco urbano del cantón Pichincha, se propone la implementación de zonas de silencio en áreas hospitalarias y educativas mediante señalización clara y restricciones al tránsito vehicular pesado, así como la revisión del tráfico urbano con reubicación de rutas de transporte pesado y sincronización de semáforos para evitar congestiones sonoras. Adicionalmente, se recomienda la instalación de barreras acústicas vegetales o físicas en zonas comerciales y residenciales con altos niveles de ruido, junto con campañas de concientización ciudadana sobre los efectos del ruido y buenas prácticas en su reducción. Es fundamental fortalecer la aplicación del TULSMA mediante inspecciones regulares y sanciones a actividades que incumplan los límites permitidos, así como establecer un sistema de monitoreo constante de los niveles sonoros, apoyado en herramientas SIG, para evaluar la evolución de la contaminación acústica y medir la efectividad de las medidas implementadas, garantizando un entorno urbano más saludable y en armonía con la normativa ambiental vigente.

4. Conclusiones

El análisis de la dinámica vehicular evidenció un incremento significativo del tráfico durante los fines de semana, con picos máximos registrados el sábado en la mañana y el domingo en la tarde. En contraste, los días laborales presentaron una menor densidad vehicular, con valores mínimos observados el martes en la mañana. Estos patrones sugieren una correlación entre la movilidad y las actividades recreativas y comerciales, lo que refuerza la necesidad de optimizar la gestión del tráfico para mitigar su impacto en la contaminación acústica urbana.

Los niveles de ruido registrados en distintas zonas del cantón Pichincha superaron ampliamente los límites

permisibles establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), con valores críticos en áreas hospitalarias, educativas, comerciales y residenciales. La exposición prolongada a estos niveles de contaminación acústica representa un riesgo significativo para la salud pública, afectando la calidad de vida de los habitantes. En este contexto, se hace imperativo fortalecer la aplicación de normativas mediante estrategias de control del ruido, como la regulación del tránsito vehicular, la instalación de barreras acústicas y la implementación de sistemas de monitoreo continuo, con el fin de garantizar un entorno urbano sostenible y alineado con la normativa vigente.

Referencias

- Aguirre López, F. A. (2015). Análisis de la estructura del ruido de tráfico vehicular en las principales vías de Quito (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2015). Disponible: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4181>
- Alarcón-Rojo, A. D., Carrillo-Lopez, L. M., Reyes-Villagrana, R., Huerta-Jiménez, M., & Garcia-Galicia, I. A. (2019). Ultrasound and meat quality: A review. *Ultrasonics sonochemistry*, 55, 369-382. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.09.016>
- Astudillo-Martínez, W. J., Andrade-Bravo, A. G., García-Valdez, J.-D., & Almenaba-Guerrero, Y. F. (2023). Un Análisis Científico del Ruido Ambiental y Laboral en Sectores Urbanos. Editorial Grupo AEA. Retrieved Disponible: <https://www.editorialgrupo-aea.com/index.php/EditorialGrupoAEA/catalog/book/50>
- Ávila, Babbie, Veliz, Silva y Meza. (2020). Métodos de investigación por encuesta. Biblioteca Virtual em Saúde. Retrieved Junio 4, 2024, from <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-138959>
- Balmaceda Flores, C.A., Almanza Quispe, W.S., & Guardia Paniura, C.H. (2024). Evaluación del ruido y percepción en las principales vías de tráfico vehicular en la ciudad de Ilo, Perú. *INGENIERÍA INVESTIGA*. DOI: <https://doi.org/10.47796/ing.v5i0.825>
- Barberán Vega, D. A., & Cedeño Lectong, S. J. (2023). Evaluación de la contaminación acústica generada por fuentes fijas y móviles en el casco urbano del Cantón Chone, Provincia de Manabí (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL). <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2132>
- Bueñaño, & Robles. (2022). Elaboración de un mapa de ruidos para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el centro histórico del distrito de Yanahuara. Repositorio UCSM. Retrieved Junio 4, 2024, from <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/ef9b6cce-7569-48b3-9d1f-e84ed3216303>
- Caceres Barrientos, M. C. (2021). Efectos de la contaminación acústica en la salud de los habitantes de la Av. Prolongación Bolivia de Lurigancho-Chosica. Disponible https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_3700a7738a90997ca7a3aebb4f47111a
- Calderón, M. B., Guartazaca, B. G., Naranjo, A. C., Gutiérrez, J. C., Romero, E. C., Morocho, Y. R., & Cardenas, A. Z. (2025). Uso de software de gestión odontológica para mejorar la eficiencia administrativa en clínicas de la ciudad de Cuenca. *Research, Society and Development*, 14(7), e3714749173-e3714749173.
- Cárdenas Tambo, T. A. (2024). Impacto de la contaminación acústica en el estrés laboral según el modelo de carga alostática . Wani, (81). <https://doi.org/10.5377/wani.v1i81.19206>
- Castro. (2020). Contaminación sonora producida por fuentes estáticas y móviles en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Scielo. Retrieved Junio 4, 2024, from <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2057>
- Chih-Pei, H. U., & Chang, Y. Y. (2017). John W. Creswell, research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. <https://doi.org/10.1453/jsas.v4i2.1313>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage publications.
- Dávila. (2012). Georreferenciación. Scielo. Retrieved Junio 4, 2024, from http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?pid=S1997-40442012000200010&script=sci_arttext&tlng=es
- Flores Sempertigue, Y. K. (2023). Influencia del parque automotor en la contaminación acústica en el refugio de vida silvestre los pantanos de Villa-Lima, 2022.
- Ibarra, S. R. (2019). Contaminación acústica: problema ambiental que vulnera el derecho humano a una vivienda digna y decorosa en la Ciudad de México. *Diké: Revista de Investigación en Derecho, Criminología y Consultoría Jurídica*, (26), 173-208. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7885018>
- Mamani Apaza, W., & Valenzuela Sosa, J. (2022). Análisis y consecuencias de la salud por contaminación sonora, que afecta derechos fundamentales de la población del Cusco, 2021. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97552>
- Marquín Bazaruto, L. Á., & Zambrano Párraga, K. S. (2023). La calidad de aire como medio de sostenibilidad urbana. Estudio de caso: Estación de peaje "Cerro Guayabal". <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/3415>
- Mejía Berrios, W., & Rodríguez Leyton, B. N. (2024). Mejoramiento de las condiciones de confort acústico para vivienda mediante paneles fabricados a partir de residuo textil. Disponible: <https://hdl.handle.net/11396/8186>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec/tulsma>

Miranda, Y. A., Carmona, A. C., Blanco, S. M. D., Gerona, Y. G., & Miranda, Y. A. (2022). Caracterización clínico epidemiológica y atención integral de los efectos de la contaminación sonora sobre la salud. Empresa de Lácteos Sandino. Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias, 1, 261-261. DOI: <https://doi.org/10.56294/sctconf2022261>

Murillo Caicedo, K. K. (2020). Prevención de enfermedades por ruido laboral en el área de producción de la empresa Guritbalsa flex. Cia. Ltda. Disponible: <http://uprepositorio.upacifico.edu.ec/handle/123456789/538>

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

Olarte. (2019). Evaluación de la contaminación sonora y por olores en la Estación Terminal Norte - Naranjal del Metropolitano. Revistas de investigación UNMSM. Retrieved June 4, 2024, from <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14395>

Oleas Oleas, B. E. (2022). Evaluación de la contaminación acústica derivada de la actividad minera en la cantera de Áridos y pétreos “Flores” de la cabecera Parroquial de San Luis, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Disponible: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17595>

Pereira, Y. A. M. (2019). La Reforestación como Estrategia Ambiental para la Conservación de ríos y quebradas. Revista Científica, 4(13), 182-199. <http://www.redalyc.org/journal/5636/563659492010/563659492010.pdf>

Peris, E. (2020). La contaminación acústica es un problema importante, tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Boletín de la AEMA, 1-5. Disponible: <https://www.eea.europa.eu/es/articles/la-contaminacion-acustica-es-un>

Reyes. (2020). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. Scielo. Retrieved Junio 4, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-14722017000200056&script=sci_arttext

Romero-Villacrés, M. F., Rivera-Velásquez, M. F., Cisneros-Vaca, C. R., & Naranjo-Polo, Á. A. (2024). Determinación y monitoreo de puntos críticos de ruido urbano considerando múltiples factores in situ. Revista Digital Novasinergia, 7(1), 67-87. DOI: <https://doi.org/10.37135/ns.01.13.04>

Sánchez-Vivas, W. M. J. P., Rojas-Lujan, V. W., & Tello-Yance, F. (2024). La contaminación acústica y concientización de los derechos ambientales en los ciudadanos de Piura, Perú. Cienciamatria. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología, 10(19), 126-143. DOI: <https://doi.org/10.35381/cm.v10i19.1355>

Ulpo, H. O. U., Reyes, Q. A. F., Ovalle, C. H. & Ramos, M. B. (2020). Análisis de los sistemas de georreferenciación para los emprendimientos. Universidad Ciencia y Tecnología, 24(99), 24-31.

Uquillas Amador, M. V. (2022). Evaluación de la contaminación acústica generado en los Mercados de la ciudad de Tena provincia de Napo. Disponible: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17674>

Vera Jaime, M.Y., & Troya Zamora, G.A. (2024). Cumplimiento de los niveles de ruido por tráfico vehicular alrededor del hospital básico del Iess de Esmeraldas. Revista Social Fronteriza. DOI: [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)441](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)441)

Villamar Criollo, O. (2023). Evaluación de la contaminación sonora y su potencial efecto en la salud de los habitantes del sector de la Cdla San Miguel-Milagro. Disponible: <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/villamar%20criollo%20odalis%20melissa.pdf>