



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD EN LOS
POBLADORES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO - SAN MARTÍN

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Ambiental

Autor

Miranda Alfaro, Victor Arturo

Asesor

Bolívar Jiménez, José Luis

ORCID: 0000-0002-9744-2715

Jurado

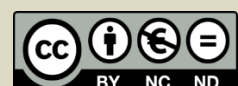
Coveñas Lalupú, José

Defilippi Shinzato, Teresa Milagros

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

Lima - Perú









2024



Document Information

Analyzed document	1A_MIRANDA_ALFARO_VICTOR_ARTURO_DOCTORADO_2022.docx (D134353758)
Submitted	2022-04-22 18:45:00 UTC+02:00
Submitted by	Johnny
Submitter email	jastete@unfv.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	jastete.unfv@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Federico Villarreal / 1A_GIL_CHACALTANA_HAROLD_TITULO_PROFESIONAL_2019.docx Document 1A_GIL_CHACALTANA_HAROLD_TITULO_PROFESIONAL_2019.docx (D53952035) Submitted by: repositorio.vrin@unfv.edu.pe Receiver: repositorio.vrin.unfv@analysis.arkund.com		3
W	URL: https://1library.co/document/yd91k3lz-contaminacion-sonora-deterioro-auditivo-pacientes-policlinico-municipal-lurigancho.html Fetched: 2022-04-22 18:45:26		4
SA	Universidad Nacional Federico Villarreal / 1A_HUAMAN_BERNALES_JUAN_JOSE_TITULO_PROFESIONAL_2019.docx Document 1A_HUAMAN_BERNALES_JUAN_JOSE_TITULO_PROFESIONAL_2019.docx (D55266408) Submitted by: repositorio.vrin@unfv.edu.pe Receiver: repositorio.vrin.unfv@analysis.arkund.com		3
SA	Katherin Julissa Inga Cruz y Thalia Deisy Peña Cordova-IFT-IFA.pdf Document Katherin Julissa Inga Cruz y Thalia Deisy Peña Cordova-IFT-IFA.pdf (D130509373)		1
SA	PLAN DE TESIS(ARNOLD Y. COLCA QUISPE).docx Document PLAN DE TESIS(ARNOLD Y. COLCA QUISPE).docx (D53700049)		1
W	URL: https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/5729/1/Tesis%2011686.pdf Fetched: 2021-11-18 05:57:09		7
SA	Marquez Matías.docx Document Marquez Matías.docx (D106957481)		2
SA	Universidad Nacional Federico Villarreal / 1A_VELIZ_GARAGATTI_MARIA_HERLINDA_DOCTORADO_2021.docx Document 1A_VELIZ_GARAGATTI_MARIA_HERLINDA_DOCTORADO_2021.docx (D113824079) Submitted by: jastete@unfv.edu.pe Receiver: jastete.unfv@analysis.arkund.com		2



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD
EN LOS POBLADORES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO – SAN
MARTÍN**

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Ambiental

Autor:

Miranda Alfaro, Victor Arturo

Asesor:

Bolívar Jiménez, José Luis

ORCID: 0000-0002-9744-2715

Jurado

Coveñas Lalupú, José

Defilippi Shinzato, Teresa Milagros

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

Lima – Perú

2024

DEDICATORIA

En memoria de mi amada madre, Doris.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi querida familia (Leddy, Jimenita, Fatimita y Victitor) por su inquebrantable paciencia y apoyo incondicional durante todos estos años de arduo trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	6
1.2 Descripción del problema	8
1.3 Formulación del Problema	10
1.3.1 Problema General	10
1.3.2 Problema Específico	10
1.4 Antecedentes	11
1.5 Justificación de la investigación	17
1.6 Alcances y limitaciones de la investigación	18
1.7 Objetivos	18
1.7.1 Objetivo General	18
1.7.2 Objetivos específicos	19
1.8 Hipótesis	19
1.8.1 Hipótesis general	19
1.8.2 Hipótesis específicos	19
II. Marco Teórico	20
2.1 Marco conceptual	20
2.1.1 Conceptos sobre contaminación acústica	20
2.1.2 Monitoreo de ruido ambiental	22
2.1.3 Ubicación de los puntos de monitoreo	23
2.1.4 Período de monitoreo	24
2.1.5 Metodología de monitoreo	24
2.1.6 Ruido ambiental	24
2.1.7 Clasificación del ruido según niveles	25
2.1.8 Acústica	26
2.1.9 Nivel de potencia acústica	26
2.1.10 Viento	26
2.1.11 Temperatura	27
2.1.12 Efectos del terreno	28

2.1.13 Presión atmosférica	29
2.1.14 Humedad	29
2.1.15 Contaminación acústica	30
2.1.16 Efectos en la Salud de acuerdo a la intensidad del sonido en Db (A)	30
2.1.17 Ruido y efectos en la salud	31
2.1.18 La pérdida de la sensibilidad auditiva	31
2.1.19 Espectros sonoros que afectan la salud	31
2.1.20 Fisiología del oído	32
2.1.21 Efectos auditivos	33
2.2 Base teórica	34
2.2.1 El decibel “A”	35
2.2.2 Efectos del ruido sobre la salud	35
2.2.3 Definición de términos	40
III. MÉTODO	42
3.1 Tipo investigación	42
3.2 Diseño de la Investigación	42
3.3 Ubicación del área de estudio	42
3.4 Población y Muestra	43
3.5 Operacionalización de variables	45
3.6 Instrumentos	47
3.7 Procedimientos	60
3.8 Análisis de datos	60
IV. RESULTADOS	68
4.1 Contrastación de Hipótesis	68
4.2 Análisis e interpretación	68
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	76
VI. CONCLUSIONES	83
VII. RECOMENDACIONES	85

VIII. REFERENCIAS

87

IX. ANEXOS

93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los Estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido	3
Tabla 2: Los Estándares de calidad ambiental para ruido en la provincia de San Martín	3
Tabla 3: Asociaciones agrupadas de moto taxis en la ciudad de Tarapoto	6
Tabla 4: Escala del impacto producido por el ruido	22
Tabla 5: Intervalos de exposición como resultado del nivel de presión acústica	32
Tabla 6: Estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido por área de aplicación	34
Tabla 7: Niveles de ruido y sus efectos en las personas	39
Tabla 8: Proceso de análisis de impacto sonoro mediante visión artificial	54
Tabla 9: Grado de depresión para medir el puntaje en la escala de Zung	70
Tabla 10: Casos de pérdida de audición en los hospitales de la CT años 2,018, 2,019 y 2020	71
Tabla 11: Condición del parque vehicular en la ciudad de Tarapoto	77
Tabla 12: Valores del nivel sonoro equivalente (Leq)	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Curvas de ponderación A,B y C	23
Figura 2:	Influencia del viento sobre el sonido	27
Figura 3:	Influencia de la temperatura sobre el sonido	28
Figura 4:	Influencia del suelo sobre el sonido.	29
Figura 5:	Fisiología del oído	33
Figura 6:	Representación del nivel de presión sonora (NPS) en una vía	35
Figura 7:	Mapeo de intervenciones en la gestión del ruido urbano en la CT	41
Figura 8:	Mapa de ubicación de la CT	43
Figura 9:	Representatividad del área de estudio	51
Figura 10:	Representación de la ley del inverso del cuadrado (LIC)	52
Figura 11:	Algoritmo de predicción sobre el nivel de ruido	56
Figura 12:	Mapa de Impacto Acústico de la Ciudad de Tarapoto – Cuadrante I	57
Figura 13:	Mapa de Impacto Acústico de la Ciudad de Tarapoto – Cuadrante II	58
Figura 14:	Mapa de Impacto Sonoro de la Ciudad de Tarapoto – Cuadrante IV	59
Figura 15:	¿Cuáles son las causas del ruido ambiental en su vivienda?	61
Figura 16:	Interferencia del ruido ambiental en las actividades diarias de la población	61
Figura 17:	Hora del día que la interferencia del ruido ambiental le causa una molestia	62
Figura 18:	Acciones que deben tomar para prevenir el ruido ambiental en Tarapoto	62
Figura 19:	¿Cambiarías de ciudad a causa del impacto sonoro existente en la CT?	63
Figura 20:	¿Qué tiempo de permanencia tienes en la CT)?	63
Figura 21:	¿Cuál es la capacidad auditiva de los encuestados?	64
Figura 22:	Ruido producido por motocicletas y motocar son perjudiciales para la salud	64
Figura 23:	¿Cuál es la molestia o perturbación del tráfico vehicular?	65
Figura 24:	¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 0800 - 1300 hrs?	65
Figura 25:	¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 17:00 y 23:00 hrs?	66
Figura 26:	Aspectos de la escala Zung en la depresión y su prioridad en mi vida diaria	66
Figura 27:	Género, edad y residencia de la población encuestada y su exposición	69
Figura 28:	El Estrés ocasionado por los impactos acústicos	73
Figura 29:	Percepción del ruido debido al tráfico vehicular en la ciudad de Tarapoto	74
Figura 30:	Personas mayores de 15 años con presión arterial – San Martín	75
Figura 31:	Mapa acústico de concentración focalizada del cuadrante IV de la CT	81

RESÚMEN

El estudio tuvo como propósito evaluar los efectos de la contaminación acústica en la salud de los habitantes de Tarapoto (CT) entre 2019 y 2024, empleando un diseño no experimental de tipo transversal y el método de "encuesta acústica". Se llevaron a cabo mediciones continuas con sonómetros instalados en puntos estratégicos del área evaluada, cubriendo 24 horas al día, tanto en días hábiles como fines de semana, para obtener una representación precisa de los niveles de ruido ambiental. Los resultados indicaron que, en ciertas zonas de la ciudad, los niveles acústicos exceden de manera constante los 70 dB en horas pico, con máximos de hasta 90 dB, principalmente debido al tráfico caótico de mototaxis y motocicletas sin regulación adecuada. Esta exposición prolongada no solo provoca daños auditivos, sino que también incrementa la prevalencia de trastornos como la ansiedad y otros problemas de salud mental, afectando particularmente a personas entre 40 y 59 años. A través de mapas de contaminación sonora, se identificaron zonas críticas con niveles que oscilan entre 86 y 100 dB. Las conclusiones subrayan la urgente necesidad de implementar un sistema más efectivo de mitigación del ruido, y las estaciones de monitoreo, junto con campañas de concienciación, han logrado reducir en un 30% los niveles en las áreas más afectadas; sin embargo, el éxito de estas medidas depende de una regulación rigurosa y vigilancia continua por parte de la Municipalidad Provincial de San Martín (MPSM). Por último, se recomienda formular políticas públicas integrales que incluyan la regulación vehicular, el desarrollo de zonas de baja contaminación acústica y programas de educación ciudadana para concienciar a la población, con el fin de mejorar la calidad de vida de los residentes.

Palabras clave: *Contaminación acústica, mapa sonoro, monitoreo, salud, regulaciones*

ABSTRACT

The study aimed to assess the effects of noise pollution on the health of Tarapoto (CT) residents between 2019 and 2024, using a non-experimental cross-sectional design and the "acoustic survey" method. Continuous measurements were taken with sound level meters placed at strategic points within the study area, covering 24 hours a day, including both weekdays and weekends, to capture an accurate representation of ambient noise levels. The findings revealed that in certain areas of the city, acoustic levels consistently exceed 70 dB during peak hours, with maximums reaching up to 90 dB, primarily due to disorganized traffic from mototaxis and unregulated motorcycles. This prolonged exposure not only causes auditory damage but also increases the prevalence of disorders such as anxiety and other mental health issues; particularly affecting individuals aged 40 to 59. Through sound pollution maps, critical areas with noise levels ranging between 86 and 100 dB were identified. The conclusions highlight the urgent need to implement a more effective noise mitigation system, and monitoring stations, along with awareness campaigns, have achieved a 30% reduction in noise levels in the most affected areas; however, the success of these actions depends on strict regulation and continuous oversight by the Provincial Municipality of San Martín (MPSM). Finally, it is recommended to develop comprehensive public policies that include traffic regulation, the creation of low-noise zones, and educational programs to raise public awareness, with the goal of improving residents' quality of life.

Keywords: *Noise pollution, sound map, monitoring, health, regulations.*

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, a pesar de los avances en la reducción de la mortalidad infantil y la lucha contra el sida, las desigualdades en el acceso a la atención médica persisten, agravadas por la pandemia de COVID-19. Estas brechas obstaculizan el cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible 3 (ODS 3), que busca lograr la cobertura sanitaria universal y eliminar las enfermedades transmisibles para 2030. Ante esta situación, para la organización de naciones unidas (ONU), resulta esencial fortalecer el sistema de salud nacional y enfrentar los factores que afectan a las poblaciones más vulnerables (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2023).

Para 2050, se estima que el 70% de la población mundial residirá en áreas urbanas, lo que incrementará las desigualdades y la proliferación de barrios marginales, afectando a 1,100 millones de personas. Este crecimiento desmedido plantea retos críticos, no solo en la provisión de servicios esenciales, sino también en la reducción del impacto acústico, un problema cada vez más frecuente en ciudades densamente pobladas. Es urgente implementar políticas urbanas inclusivas y resilientes que aborden tanto la falta de infraestructura como los efectos negativos del ruido en la calidad de vida urbana (ONU, 2023).

La contaminación acústica se refiere al exceso de sonidos o ruidos no deseados en el entorno, como los originados por el tráfico, las industrias, las construcciones o eventos. Este ruido puede tener efectos perjudiciales en la salud física y mental, provocando estrés, insomnio, problemas de concentración y daños auditivos, además de afectar la fauna y los ecosistemas naturales. Es fundamental adoptar medidas para reducir este tipo de contaminación y fomentar ambientes más tranquilos y saludables, ya que el ruido constante puede derivar en enfermedades del sistema nervioso y cardiovascular (Fonseca, 2010).

En las últimas décadas, la demanda de mototaxis en Tarapoto ha crecido de manera considerable. La falta de regulaciones formales y políticas efectivas genera preocupación

debido al impacto acústico que su circulación provoca en la salud pública. Sin embargo, la ausencia de datos precisos desde la perspectiva de los usuarios complica la formulación de medidas adecuadas. El transporte, la construcción, la industria y actividades recreativas son algunas de las fuentes de ruido excesivo en la ciudad, donde el aumento del número de vehículos, especialmente mototaxis, ha sido notable. La ciudad, originalmente diseñada para una población pequeña, no está preparada para soportar este incremento, con calles angostas y aceras inadecuadas, lo que intensifica los efectos negativos sobre la población.

La exposición continua a altos niveles de ruido genera contaminación acústica, lo que puede afectar gravemente la salud auditiva de la población, causando lesiones físicas en el oído, trauma acústico, degeneración prematura del sistema auditivo y pérdida auditiva progresiva. Pastor (2019) estudió este fenómeno en Trujillo, Perú, donde más de 40 personas estuvieron expuestas durante más de diez años a niveles constantes de ruido, con un 7.5% de los casos mostrando deterioro auditivo moderado y un 5% desgaste auditivo severo.

Estudios realizados National Institute on Deafness and other Communication Disorders (NIDCD), expuso a noventa personas a diferentes niveles de ruido sin protección auditiva, revelando que aquellos expuestos a hasta 60 dB no presentaron daño auditivo, mientras que un 12.5% de los participantes sometidos a niveles entre 60 y 90 dB desarrollaron trauma acústico. En el grupo expuesto a más de 90 dB, el porcentaje ascendió a 46.6%. Este estudio demostró una correlación directa entre la intensidad del ruido y el deterioro severo de la audición, siendo la pérdida auditiva inducida irreversible debido al daño permanente en las células ciliadas del oído interno. Es importante señalar que las lesiones auditivas no ocurren de forma inmediata, sino que tienden a ser acumulativas, por lo que es esencial controlar tanto la intensidad del volumen como el tiempo de exposición para preservar la audición (NIDCD, 2024).

La normativa vigente en el país establece los estándares nacionales de calidad de ruidos (ENCAR), como el principal instrumento para gestionar el ruido. Estos estándares son fundamentales para alertar, planificar y controlar las fuentes de ruido, con el fin de elevar la calidad de vida de la población y fomentar un desarrollo sostenible, tabla.

Tabla 1

Clasificación de los ENCAR

ZONA DE ESTUDIO	EN EL DÍA	EN LA NOCHE
Zona de resguardo especial	50 dB	40 dB
Zona e resguardo residencial	60 dB	50 dB
Zona d resguardo comercial	70 dB	60 dB
Zona de resguardo industrial	80 dB	70 dB

Nota: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM - Aprueban los ENCAR.

La MPSM, en relación con su política de gestión ambiental, estableció la ordenanza municipal N° 006 con el fin de regular el control y a su vez ejercer la acción sancionadora a los que ocasionen, generen, perturben la tranquilidad y salud de los pobladores, mediante el ruido ambiental, generando ruidos mayores a los máximos permitidos, sin embargo, la mencionada norma no se cumple en su control ni implementación, considerando el tráfico en la ciudad se estableció la zonificación empleando diferentes parámetros de control, de acuerdo a lo especificado en tabla 2:

Tabla 2

Los ENCAR en la provincia de San Martín

ZONIFICACIÓN	RANGO DE NIVELES SEGÚN ZONAS	
	DÍA dB	NOCHE dB
Área de resguardo residencial	60	50
Área de resguardo comercial	70	60
Área de resguardo industrial	80	70
Área de resguardo especial	50	40
Área de resguardo mixta (residencial – comercial)	60	50
Área de resguardo mixta (comercial – industrial))	70	60
Área de resguardo mixta (industrial – residencial)	60	50
Área de resguardo Residencial – comercial - industrial	60	50

Nota: Ordenanza Municipal N° 006 “Reglamento de Protección sobre ruidos y vibraciones, establecido en la Ordenanza Municipal N° 006.

La ciudad de Tarapoto presenta una topografía variada y se encuentra en la confluencia de tres ríos: el Cumbaza en la dirección noroeste-sureste, el Shilcayo de noreste a suroeste y el Ahuashiyacu de este a suroeste. La ciudad de Tarapoto se divide en tres áreas territoriales, y se encuentra ubicada geográficamente en terreno elevado con una extensión plana ligeramente inclinada, rodeada por pendientes o acantilados, y la carretera longitudinal Fernando Belaunde Terry, la cual atraviesa la ciudad por el lado oriental, conectando los distritos de Morales al noroeste y La Banda de Shilcayo al este. Esto permite una interacción geográfica dinámica entre las tres áreas. Los distritos de Morales y La Banda de Shilcayo tienen más espacio territorial disponible para una posible expansión en el futuro. Los diferentes barrios que circundan la ciudad se caracterizan por su configuración y ubicación, basándose en su geomorfología existente.

Los caminos de ingreso a la CT se localizan en planos de menor elevación para facilitar la evacuación de agua de lluvia, debido a que la ciudad experimenta precipitaciones constantes. En el núcleo urbano, la infraestructura está conformada por edificaciones modernas rodeadas de viviendas y establecimientos comerciales de más de dos niveles. En los distritos aledaños, como Morales y La Banda, también es posible encontrar viviendas y locales comerciales de varios pisos, estos disponen de infraestructura incipiente con edificaciones mayores a dos pisos¹.

Según el Plan de Desarrollo Urbano (PDU, 2019-2029). La ciudad de Tarapoto presenta una configuración ortogonal y abarca una superficie de 1,083.46 hectáreas. Su estructura se organiza alrededor de una zona central que incluye la Plaza Mayor y las áreas de influencia denominados barrio (Cercado, Suchiche, Partido Alto, La Hoyada, Circunvalación, Tarapotillo, Sachapuquio, Comercio, 9 de abril, Huayco y Atumpampa). A medida que las vías

¹ Plan de desarrollo urbano de Tarapoto (Morales – Tarapoto – La Banda de Shilcayo) 2017

urbanas se alejan del centro, se vinculan con caminos sin pavimentar que carecen de aceras y solo algunas cuentan con cunetas informales. El distrito se destaca por su actividad comercial. Desde una perspectiva geográfica, está conformado por 698 manzanas (PDU, 2019-2029)

De acuerdo a lo expresado por Ágreda (2000), en los años noventa, las políticas económicas implementadas por el gobierno provocaron un desmedido y masivo despido de trabajadores públicos en diversas instituciones estatales, lo que generó incertidumbre y motivó a estas personas desempleadas a buscar nuevas oportunidades de negocio. Observaron en el transporte local una opción para obtener ingresos, lo que originó un acelerado incremento en la cantidad de vehículos automóviles de segunda mano y vehículos menores, como los mototaxis. Como consecuencia, esta actividad contribuyó a la creciente problemática de la contaminación acústica en Tarapoto, donde los conductores utilizan inadecuadamente el claxon, sirenas y otros medios para generar ruido. Esta situación fue identificada y priorizada por las autoridades locales como un problema siendo incluida dentro del plan estratégico de desarrollo ambiental 1998, el cual contempla directivas para prevenir, suprimir y limitar el ruido, lamentablemente no tuvieron continuidad en las posteriores gestiones municipales.

La movilidad en el sector de mototaxis se destaca su papel como transporte principal y su contribución a la economía local. Sin embargo, resalta la informalidad predominante en el sector, con numerosos vehículos no registrados y falta de normativas de seguridad. Esta informalidad agrava problemas como la congestión, la inseguridad vial y la falta de infraestructura adecuada, afectando la accesibilidad y la inclusión social y los impactos sonoros en la salud. (Chan et al., 2020)

Durante el año 2016, el departamento de transporte de la MPSM, registró un total de 14,265 mototaxis o motocars, los cuales se encuentran agrupados en asociaciones en los distritos de Morales y La Banda de Shilcayo, y todos ellos figuran en el registro oficial. Se

observó que el 85% de los vehículos menores habían retirado los silenciadores del tubo de escape, con la creencia errónea de que esto mejoraría su rendimiento y potencia, según detalle en la tabla 3:

Tabla 3

Asociaciones agrupadas de moto taxis en la ciudad de Tarapoto

N°	ASOCIACIONES Y EMPRESAS DE MOTOTAXIS - 2019
01	Apromot
02	Santísima Cruz de Motilones
03	Amopal – Las Palmas
04	Banda de Shilcayo
05	Amosn
06	Agrumot
07	Mut
08	Amistad
09	Santa Rosa
10	Asociación de motocarros Tingada Juan Guerra
11	Bello Horizonte
12	Amosapam
13	Manco Capac – SAC
14	Amosan. SAC

Nota: Asociaciones de mototaxis formales registradas en la Sub Gerencia de Transito MPSM

La falta de educación ambiental, así como el incumplimiento de la reglamentación en el empleo de dispositivos de reducción de ruido en los tubos de escape por las autoridades encargadas de la MPSM y de los usuarios, vienen ocasionando problemas no considerados como importantes, sin embargo, la población afectada por este impacto negativo, viene presentando problemas de salud auditiva y mental.

1.1 Planteamiento del Problema

El ruido ambiental se ha convertido en un problema creciente a nivel global. El acelerado desarrollo urbano e industrial ha sido un factor clave en el aumento de los niveles sonoros, lo que ha provocado efectos negativos en la salud y el bienestar de las personas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera el ruido una de las principales amenazas ambientales, vinculándolo directamente con pérdidas auditivas, alteraciones del sueño y afecciones cardiovasculares.

En América Latina, la situación es particularmente grave. La expansión desordenada de las ciudades, la falta de una adecuada planificación urbana y el aumento del tráfico vehicular y las actividades industriales han intensificado la contaminación acústica, afectando gravemente a las comunidades urbanas más densas.

En Perú, la situación no es diferente. Tarapoto, como muchas otras ciudades, enfrenta serios retos en la gestión del ruido urbano. Mediciones recientes indican que, en diversas áreas de la ciudad, los parámetros del ruido superan de forma continua los límites máximos permitidos en los ENCAR. La expansión urbana sin control y la mala gestión del tránsito han agravado el problema, afectando tanto a zonas residenciales como comerciales. Esta situación no solo infringe las normativas ambientales, sino que también pone en riesgo la salud de la comunidad quienes están más expuestos al incremento de los decibelios. A pesar de algunas iniciativas para disminuir la contaminación acústica, los esfuerzos han resultado insuficientes, lo que subraya la necesidad de una intervención más estricta y eficaz.

De acuerdo a las investigaciones de Chan et al. (2020), la exposición continua a niveles elevados de ruido puede causar daños auditivos permanentes y elevar el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, hipertensión y trastornos psicológicos. En Tarapoto, donde el ruido es una constante en la vida cotidiana, la falta de conciencia sobre estos peligros empeora el panorama. Es fundamental implementar acciones que resguarden la salud de la población, optimicen la calidad de vida y aseguren el cumplimiento de las regulaciones ambientales, promoviendo un entorno más saludable para todos.

La contaminación acústica en Tarapoto tiene múltiples causas, como la ausencia de una planificación territorial adecuada, la falta de políticas estrictas para controlar el ruido y la limitada conciencia pública sobre sus efectos nocivos. Estas deficiencias han permitido que el ruido siga siendo un problema persistente en la ciudad (Ágreda, 2000).

Las consecuencias de esta problemática son considerables, impactando tanto en la salud pública como en el bienestar social. La exposición prolongada a niveles elevados de ruido no solo provoca daño auditivo, sino que también se vincula con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, alteraciones del sueño y afecciones psicológicas, como el estrés y la ansiedad. Asimismo, el ruido deteriora el ambiente urbano, afectando negativamente la calidad de vida y disminuyendo la habitabilidad en la ciudad (D'Azevedo, 2018).

Para abordar este problema, es esencial desarrollar e implementar políticas más efectivas y sostenibles para la gestión del ruido en Tarapoto. Es urgente realizar estudios más detallados sobre el impacto acústico en la salud de la población y diseñar políticas y programas de concientización que enfrenten el problema de manera integral. También se requiere establecer sistemas de control del ruido y educar a la población sobre los riesgos asociados a la contaminación acústica. Solo a través de medidas preventivas y correctivas será posible minimizar el impacto sonoro en la calidad de vida de los pobladores de la CT (MPSM, 2019).

1.2. Descripción del problema

En diversas ciudades del mundo, no se observa una relación proporcional entre la cantidad de vehículos y el tamaño de la población. Desde 1972, la OMS ha advertido sobre los efectos nocivos del ruido en la salud humana, clasificándolo como una forma de contaminación ambiental. En respuesta, los países de la Comunidad Económica Europea (CEE) implementaron regulaciones para controlar la "contaminación acústica". Para 1990, informes en España indicaban que el país tenía el segundo nivel más alto de ruido a nivel mundial, solo superado por Japón, con un 74% de su población expuesta a niveles sonoros que excedían los límites legales (Herrera et al., 2023).

La contaminación acústica es un desafío que afecta tanto a naciones desarrolladas como en vías de desarrollo. Uno de sus principales causantes es el ruido generado por el tráfico

vehicular denso, lo que refleja deficiencias en la planificación y gestión del tránsito. En áreas con un alto volumen de vehículos, estudios han registrado niveles de ruido constantes entre 75 y 80 dB(A) durante todo el día (Ramírez, 2023).

El área de estudio abarca la zona urbana de la CT, capital de la región San Martín, situada a 250 metros sobre el nivel del mar, cerca de los ríos Shilcayo y Cumbaza, con coordenadas geográficas 6°28'60"S y 76°22'0"O. La ciudad se extiende a lo largo de varias calles y avenidas, que suman 120 cuadras, todas registradas en el catastro provincial y consideradas en esta investigación de acuerdo con su zonificación geográfica.

El ruido generado por la gran cantidad de vehículos menores, como motocicletas lineales y mototaxis, representa un serio problema. Los niveles de ruido ocasionados por estos vehículos oscilan entre los 125 y 140 dB(A), excediendo significativamente los límites establecidos por las normativas nacionales (DS 0085-2003-PCM - Anexo N° 1). Estos niveles superan los valores máximos permitidos (Lmp), lo que compromete la salud pública en la comunidad de Tarapoto, diferenciándose de otras ciudades del país.

Las fuentes de ruido que impactan a los habitantes de la CT, pueden atribuirse a diversas causas, entre las que destacan: (a) Un ineficiente reordenamiento vial del parque automotor, derivado de una planificación deficiente en la distribución de las vías, que no considera la necesidad de soportar un tráfico intenso en áreas residenciales, de salud y educativas. Es necesario identificar rutas alternas para el tránsito pesado que reúnan ciertas condiciones, como estar alejadas del centro urbano y de zonas residenciales. (b) Una inadecuada planificación para regular, ejecutar y controlar las características del parque automotor en Tarapoto. No existe un control adecuado sobre los sistemas de aceleración y escape de los vehículos, lo que ocasiona un impacto enorme en la salud de los habitantes y contribuye al deterioro ambiental. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2016)

1.3 Formulación del Problema

En la CT, los diversos tipos de ruido han pasado a formar parte del paisaje sonoro cotidiano de sus habitantes, quienes, acostumbrados a esta realidad, lo perciben como algo normal. Sin embargo, detrás de esta aparente normalidad se esconde un impacto acústico que puede ocasionar serias lesiones físicas no perceptibles de inmediato. Este impacto negativo repercute en la salud y el bienestar de los residentes, especialmente debido al creciente parque automotor que genera un incremento del ruido ambiental.

La desatención a los diversos factores que influyen en la relación entre el ruido y la ansiedad puede agravar la duración, la exposición y la intensidad del ruido percibido, lo que, a su vez, incrementa los niveles de ansiedad en la población, especialmente entre aquellos que han residido por más tiempo en zonas con alto tráfico sonoro. La implementación de programas de sensibilización en Tarapoto es fundamental para reducir los efectos nocivos del ruido y minimizar los riesgos de salud relacionados. Esta estrategia es especialmente pertinente, ya que se espera que el impacto del ruido en la salud sea menos grave si se llevan a cabo acciones preventivas y educativas efectivas. Por esta razón se formula la siguiente interrogación: ¿De qué manera, incide la implementación de un programa para mitigar la contaminación acústica y sus efectos sobre la salud en los pobladores de la CT – San Martín?

1.3.1 Problema General

¿De qué manera, incide la implementación de un programa para mitigar la contaminación acústica y sus efectos sobre la salud en los pobladores de la CT – San Martín?

1.3.2 Problemas Específicos

1.3.2.1 ¿Cuáles son las fuentes que producen la contaminación acústica en la ciudad de Tarapoto?

1.3.2.2 ¿De qué manera podría establecer un sistema de control que minimice los altos niveles de contaminación acústica en la CT?

1.3.2.3 ¿De qué manera la contaminación acústica incide en la salud de los pobladores de la CT?

1.4 Antecedentes

Huffman (2024) explican que, aunque no se conservan escritos directos de Pitágoras (579-495 a.C.), su filosofía y enseñanzas han sido transmitidas por sus discípulos y filósofos posteriores. Pitágoras enseñaba que el universo está estructurado de acuerdo con principios matemáticos y armónicos, influyendo en la música, las matemáticas y la filosofía natural. Su enfoque proponía que el universo está regido por principios matemáticos y armónicos y que el ruido y la discordancia son perturbaciones de esa armonía natural. Esta visión revela una preocupación por el equilibrio del medio ambiente y el impacto negativo del ruido, considerando que la disonancia afecta no solo la música, sino también el orden y la serenidad del cosmos.

Graver (2023) menciona que el pensador romano Séneca (4 a.C. - 65 d.C.) escribió extensamente sobre la importancia de la tranquilidad y la serenidad del espíritu. En sus “Cartas a Lucilio”, Séneca aborda cómo el ruido de la vida urbana, como el bullicio de las calles, los gritos de los vendedores ambulantes y los sonidos de las construcciones, puede perturbar la paz interior. Esta preocupación temprana resalta que el ruido constante puede causar distracción, irritación y estrés, afectando la capacidad de mantener la calma y la claridad mental.

Asscher y Widger (2023) expresa en la traducción del libro “On the Origin of Species”, que, Darwin observó cómo los organismos se adaptan a sus entornos a través de la selección natural. Sus estudios pueden inspirar reflexiones sobre cómo los cambios ambientales, incluidos los causados por la actividad humana como la contaminación acústica, afectan a los

seres vivos. Darwin propuso que las transformaciones en el ambiente pueden influir de manera considerable en el comportamiento y la supervivencia de las especies. En este contexto, la contaminación acústica, como un factor ambiental contemporáneo, puede influir en la comunicación, los patrones de reproducción y la capacidad de encontrar alimento en muchas especies, demostrando cómo el ruido artificial se convierte en un agente de presión selectiva que puede modificar los hábitos y la evolución de los organismos.

Medina (2021) clasifica al ruido por su origen, ubicación, duración y efectos. Puede ser generado por la naturaleza o actividades humanas y percibido como molesto. El ruido ambiental es no deseado o nocivo y proviene de actividades humanas como el tráfico o emplazamientos industriales. Su duración puede ser continua, fluctuante o transitoria, con efectos subjetivos y psíquicos. En tal sentido, el ruido se clasifica según origen, ubicación, duración y efectos.

Zhang et al. (2023) destaca que las afecciones respiratorias crónicas (ERC) se encuentran entre las principales causas de mortalidad en la población. Aunque la conexión entre el ruido ambiental, un elemento de riesgo susceptible de modificación, y la mortalidad por ERC no está completamente clara, este estudio investigó su asociación longitudinal. Analizando datos de 41.222 participantes con ERC del Biobanco del Reino Unido durante 12 años, se encontraron 3.618 muertes, con una densidad de mortalidad de 7,16 por 1.000 personas-año. La exposición a niveles elevados de ruido se relacionó con un incremento del 22% en la mortalidad total, un 71% en la mortalidad por enfermedades respiratorias y un 84% en la mortalidad por EPOC. Además, se detectaron conexiones entre la contaminación del aire y el ruido, mostrando que la combinación de ambos factores incrementa el riesgo de mortalidad por enfermedades respiratorias en un 101%. Por lo tanto, es crucial reducir la exposición al ruido para disminuir la mortalidad en personas con ERC.

Zamorano et al. (2019) utiliza 536 puntos de control aleatorios para medir todas las variables presentes en las ciudades las cuales contribuyeron a la contaminación acústica y el ruido en Madrid. El objetivo del estudio pretendía lo siguiente: (a) Establecer el impacto del ruido ambiental que se genera en la comunidad de Madrid, considerado como ejemplo de una mega ciudad, (b) Realizar mediante diferentes métricas las variables existentes para la medición en las diferentes calles y avenidas, (c). Estudiar las diferentes condiciones e influencia de las variables y el impacto acústico que generan, así como la valoración para promover un planeamiento con un ordenamiento territorial y urbanístico.

El estudio aplicó un análisis discriminante, dividiendo las calles en grupos o cuadrantes, según lo especificado por la variable dependiente Leq. El objetivo de este análisis es modelar y pronosticar, a partir de las peculiaridades de una calle o avenida motivando las variables, teniendo en consideración los parámetros a la cual pertenecen.

Ramírez (2023) expresa que existe de parte del Estado con el problema del ruido vehicular, gestionando de una manera profunda y prolija el cual permite determinar las principales causas y efectos, así como determinar las posibles soluciones teniendo en consideración las características que tiene todo país que se encuentra en proceso de desarrollo. La importancia del estudio, se muestra en la diversidad de modelos con el empleo de variadas métricas, incluyendo estadísticas relacionadas sobre el concepto reciente denominado “redes neuronales”.

Alfie y Salinas (2017) se refiere al impacto negativo de la contaminación auditiva, destacando que es un tema poco difundido y, por tanto, carece de estudios que consideren la sinergia entre la comunidad y el medio ambiente. Existe una combinación entre el uso excesivo de vehículos y el sonido constante, junto con políticas públicas deficientes, lo que lleva a una gestión ambiental que no da importancia a esta problemática. Se propone

implementar un modelo que rehabilite áreas verdes en espacios públicos urbanos, minimizando el uso del transporte motorizado y destacando la implementación de ciclo vías híbridas y vías peatonales, componentes que podrían reducir la contaminación acústica y otros impactos negativos a corto plazo. Fomentar el empleo de medios de transporte sostenibles como la bicicleta o caminar es esencial para mantener una vida saludable y mantener una adecuada calidad de vida en la comunidad. Este modelo busca disminuir el uso del automóvil, variar el uso del suelo y las actividades, reducir rutas de acceso y movilidad, y aprovechar los espacios públicos y áreas verdes para impactar positivamente en la contaminación visual, paisajística y auditiva.

Massa et al. (2022) determinan que la población de Cercado de Ica percibe el nivel de ruido ambiental como alto, coincidiendo con las mediciones que exceden los límites permitidos para zonas residenciales según la normatividad vigente. En particular, la población anciana muestra una mayor percepción del ruido, aunque la juvenil es la que siente mayores molestias. Respecto a las medidas de mitigación, los adultos recurren a soluciones como la instalación de cristales insonorizantes y el empleo de dispositivos de sonido a alto volumen, aunque la tendencia general a adoptar estas medidas es baja. Además, los habitantes con menor nivel académico y aquellos que residen en la zona durante más de cinco años manifiestan mayores molestias. Se aconseja implementar políticas de mitigación del ruido enfocadas en reducir el tráfico vehicular y se recomienda un enfoque cualitativo en futuras investigaciones para una descripción más profunda del fenómeno de la contaminación sónica en Ica.

Espíritu (2018), el tráfico de los vehículos en la capital de la república presenta una problemática significativa, caracterizada por el desorden y el caos en las vías urbanas. Esta situación tiene diversos efectos en la salud emocional y físico de los pobladores, debido al estrés y al tiempo prolongado dedicado al transporte. Estas dificultades han impactado aspectos esenciales de la vida diaria, como el sueño y los horarios de alimentación, y han

ocasionado gastos adicionales en movilidad. Además, se han identificado problemas como el acoso a niñas y jóvenes en el transporte público. Lamentablemente, estos desafíos no han sido abordados en las políticas de transporte público, lo que ha impedido que se logren los objetivos del Estado en términos de bienestar y calidad de vida para los habitantes (Espíritu, 2018).

Ekow et al. (2022) destacan que la contaminación acústica en entornos como iglesias, restaurantes, centros de entretenimiento y espacios laborales, donde las personas están expuestas a altos niveles de ruido durante largos periodos, constituye un grave problema de salud pública. Los efectos adversos del ruido están determinados tanto por la duración de la exposición como por la intensidad del sonido. Para medir esta exposición, se realizaron mediciones de Leq en campo y se utilizó un nomógrafo para calcular tanto los niveles de exposición como las dosis de ruido en estos entornos. La evidencia científica respalda que una exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede desencadenar diversos problemas de salud en la población, como enfermedades cardiovasculares, hipertensión, trastornos auditivos y alteraciones del sueño. Estudios epidemiológicos han confirmado que niveles de ruido superiores a los límites recomendados pueden ocasionar pérdida auditiva, hipertensión y problemas cardíacos.

El objetivo del estudio fue examinar las emisiones acústicas de los vehículos que transitan por la zona histórica de Trujillo y determinar los niveles de ruido en las intersecciones de las principales avenidas y calles del centro. También se evaluó la audición de los residentes de distintas edades que no habían estado expuestos a ruido laboral significativo ni padecían enfermedades metabólicas o infecciosas. Los resultados mostraron que varios de estos residentes presentaban alteraciones auditivas, como hipoacusia neurosensorial. Se concluyó que la exposición a niveles superiores a 80 dB(A) afecta negativamente la capacidad auditiva (Pastor, 2019).

Sygna et al. (2019) llevaron a cabo un estudio en Oslo, Noruega, donde se analizó la relación entre el ruido del tráfico, la calidad del sueño y la salud mental. Los resultados mostraron una conexión positiva, aunque no significativa desde el punto de vista estadístico, entre la exposición al ruido y el malestar psicológico en aquellos participantes que presentaban baja calidad del sueño. Sin embargo, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el ruido vehicular y los síntomas de trastornos mentales en este mismo grupo. Por el contrario, no se halló ninguna relación entre el ruido del tráfico y la salud mental de aquellos con buena o moderada calidad del sueño. En conjunto, estos hallazgos sugieren que el ruido del tráfico afecta más a la salud mental de las personas que tienen dificultades para dormir, mostrándose más vulnerables a los efectos negativos del ruido en comparación con quienes disfrutan de un descanso más reparador.

Weijun et al. (2020) evaluaron mapas de ruido en el distrito de Chancheng, China, y descubrieron que el tráfico genera contaminación acústica. Aunque el nivel promedio de presión sonora en toda la zona indica una baja contaminación acústica, hay áreas que requieren tranquilidad y que experimentan niveles elevados de ruido constante cerca de las viviendas ubicadas junto a las calles.

Alimo et al. (2020) señalaron que la demanda de mototaxis en Ghana ha aumentado en la última década, a pesar de la existencia de una prohibición no aplicada. Un estudio basado en la perspectiva de los usuarios identificó factores clave que podrían orientar las políticas para la regulación de los mototaxis en el país. El 78% de los encuestados apoya una regulación formal descentralizada a las autoridades locales, y el 70% confirmó su intención de seguir utilizando este medio de transporte. Además, se identificaron nueve factores clave asociados con las intenciones de uso continuo.

Paraskevi et al. (2020) realizaron un estudio en Salónica, Grecia, durante 15 años para analizar el impacto del ruido vehicular en la salud y el bienestar de los habitantes. Los resultados indicaron que el ruido del tráfico tiene un efecto perjudicial significativo, contribuyendo a unos 2,000 casos anuales de problemas de salud. Además, las mediciones continuas de ruido durante tres años consecutivos revelaron que los niveles superaban los umbrales recomendados por la OMS, tanto en autopistas de alto tráfico como en zonas residenciales

1.5 Justificación de la investigación

Esta investigación se propone abordar el problema social ocasionado por el uso excesivo e indiscriminado de vehículos en la CT, que ha generado niveles de ruido superiores a los límites permitidos, representando una seria amenaza para la salud pública. Las áreas aledañas a las principales avenidas están expuestas a niveles de ruido extremadamente altos, lo que agrava la situación en comparación con otras ciudades similares del país.

Los distritos más afectados, como Morales, Tarapoto y La Banda de Shilcayo, padecen las mayores consecuencias. Sin embargo, Los alcaldes de los distritos de la PSM no han implementado un plan efectivo que eduque y sensibilice a los pobladores sobre la necesidad de proteger el ambiente y reducir los efectos del ruido. La falta de acción podría tener graves consecuencias para el bienestar físico y psicológico de los residentes.

Es importante destacar que las iniciativas actuales no están alineadas con los planes estratégicos de los programas nacionales de sensibilización, prevención y salud integral a nivel subnacionales. Esta desconexión dificulta una respuesta coordinada y efectiva frente a este problema creciente.

1.6 Alcances y Limitaciones

1.6.1 Alcances

Este estudio se centra en el ámbito ambiental, específicamente en la contaminación acústica provocada por el sistema de transporte. Las empresas del sector y las autoridades subnacionales, como el GORESM y los municipios de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo, son responsables de asegurar que se respeten los estándares mínimos de calidad vinculados a la contaminación acústica., dado que son las principales fuentes de esta problemática. La investigación proporcionará a estas entidades públicas una herramienta útil para facilitar decisiones más informadas sobre la gestión del ruido. Los habitantes de la RSM se beneficiarán de los hallazgos de este estudio, ya que una adecuada administración del ruido ayudará a mejorar su calidad de vida, alineando las prácticas locales con las normativas nacionales e internacionales.

1.6.2 Limitaciones

La investigación no tuvo obstáculos por parte de las instituciones públicas para su ejecución. Además, la teoría existente fue suficiente para desarrollar el estudio sin restricciones conceptuales. Aunque en la región hubo ciertas limitaciones en cuanto a la disponibilidad de algunos equipos, se dispuso con los recursos suficientes para desarrollar la investigación. La metodología propuesta permitió la realización del trabajo de campo y el estudio sin inconvenientes.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Implementar un programa para mitigar la contaminación acústica y sus efectos sobre la salud en los pobladores de la CT – San Martín

1.7.2 Objetivos Específicos

Determinar los elementos que provocan la contaminación acústica en la CT.

Establecer un sistema de monitoreo y control para minimizar los altos niveles de contaminación acústica en la CT.

Establecer indicadores de afectación a la salud en los pobladores de la CT.

1.8 Hipótesis

1.8.1 Hipótesis general

La implementación de un programa integral de mitigación de la contaminación acústica permitió minimizar en un 60% los impactos adversos en la salud de los habitantes de la CT, San Martín.

1.8.2 Hipótesis específicos

La identificación y valoración de los elementos que generan contaminación acústica en la CT, contribuyó en el diseño de estrategias efectivas de control y mitigación.

La implementación de un sistema de control de ruido redujo significativamente los niveles de contaminación acústica ambiental en la CT.

El establecimiento y monitoreo de indicadores específicos de ruido contribuyo en una gestión eficiente de la salud de los habitantes de Tarapoto, optimizando las acciones del programa integral de reducción de contaminación acústica.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Conceptos sobre contaminación acústica

Martínez & Peters (2015) señalan que los impactos acústicos negativos en el entorno pueden causar molestias significativas y representar riesgos considerables para la salud y el bienestar. La exposición a niveles de ruido que exceden los límites establecidos puede acarrear serias repercusiones tanto en el entorno como en la salud de las personas. Este problema afecta de manera crítica a la población, provocando alteraciones neurológicas como estrés, mareos, insomnio, dificultades para hablar y pérdida de la audición. Estos efectos son especialmente perjudiciales en los niños, ya que reducen su capacidad de aprendizaje.

Alfie y Salinas (2017) destaca la importancia de diferenciar entre sonido y ruido. Toda actividad genera un impacto acústico de mayor o menor intensidad, pero la distinción radica en el contexto. Mientras que el sonido se caracteriza por ser armónico, transmitir un mensaje y tener una duración específica, el ruido carece de estas cualidades.

Según la OMS, aunque el sonido no afecta directamente al ambiente, sí influye en el sistema fisiológico del oído humano. Esto puede dañar la audición debido a las oscilaciones del aire, afectando negativamente la comunicación, el aprendizaje y el desarrollo del lenguaje (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022).

Sminkey (2015), los efectos ocasionados por el ruido podrían ser evaluados desde una perspectiva fisiológica, psicológica y lingüística, tales como la disminución de escucha, irritabilidad y los trastornos de lenguaje, donde la exposición al ruido continuo exceda a los 85 decibelios (dB) durante períodos mayores a las siete horas o mayor a los 100dB mayores a los 15 minutos, de acuerdo a parámetros determinados por la OMS

Filippo (2012) analiza tendencias y problemas en la mitigación del ruido del tráfico mediante el uso de aceras silenciosas. Se enumeraron y analizaron las aceras tranquilas, y se destaca la importancia de compartir experiencias y realizar más investigaciones en el campo de las propiedades de textura versus volumen y su efecto en la generación de ruido. Los resultados beneficiarán a profesionales e investigadores interesados en la mitigación del ruido del tráfico. En resumen, el artículo destaca la necesidad de seguir investigando y compartiendo experiencias para mejorar la eficacia de las aceras silenciosas en la mitigación del ruido del tráfico.

Las actividades frecuentes ocasionan impactos acústicos, son originados por factores que predominan en el medio ambiente, pudiendo perturbar la común armonía de la población. Las entidades nacionales e internacionales buscan mitigar los impactos sonoros y la protección de todos los habitantes que se encuentran expuestos, es por eso que las diferentes universidades dentro de su programas vienen formando profesionales especialistas en la seguridad en el trabajo, salud e higiene en la industria, medicina en el trabajo y otras especialidades análogas, los cuales vienen realizando estudios donde evalúan todos los factores intrínsecos que distorsionan la capacidad auditiva de las personas, evaluando las intensidades y riesgos (Londoño et al., 2017)

A pesar de la gran importancia global de la problemática del ruido y de los trastornos que causa a los habitantes, los gobiernos nacionales y subnacionales del país han prestado poca atención a este tema en su agenda. Aunque se han hecho esfuerzos para dar a conocer esta problemática a través de plataformas donde se recopilan las quejas ciudadanas. El ruido impacta negativamente en la salud, especialmente en los niños, ya que puede generar problemas cognitivos que afectan la atención, concentración y memoria. Esto dificulta el proceso de aprendizaje y aumenta los niveles de ansiedad.

Investigaciones llevadas a cabo por la OMS indican que la contaminación acústica es la segunda causa de enfermedades ambientales, después de la contaminación del aire. Esto subraya la importancia de la participación activa de entidades y autoridades gubernamentales en la formulación de políticas públicas que protejan la salud humana, centrándose especialmente en la mitigación de los efectos nocivos del ruido.

La evaluación estándar de los niveles de ruido se basa en su intensidad y potencia acústica. El sonido tiene como unidad de medida el decibelio, la cual es sensible a la capacidad que tiene el oído humano de absorber las diferentes variaciones de intensidad acústica; teniendo en consideración que el valor de 0 dB equivale a la parte inicial de la audición de todo ser humano, pudiendo variar la sensibilidad entre cada persona, determinándose el valor mínimo de audición. La escala del impacto producido por el ruido es representada en decibelios. Tabla 4

Tabla 4

Escala del impacto producido por el ruido

0	Umbral de audición mínimo
10 -30	Nivel de ruido bajo similar a una conversación tranquila
30 - 50	Nivel de ruido bajo similar a una conversación normal
55	Nivel de confort acústico
65	Límite máximo permitido de tolerancia establecido por la OMS
65 - 75	Ruido molesto similar al de una calle con tráfico excesivo
75 - 100	Comienzo de daños en el oído que causan sensaciones de molestia y nerviosismo.
100 - 120	Mayor riesgo de pérdida auditiva
120	Límite de dolor acústico
140	El nivel máximo que puede tolerar el oído humano.

Nota: Cuadro de decibeles que afectan la salud de las personas Elaborada de acuerdo a la información de OEFA.

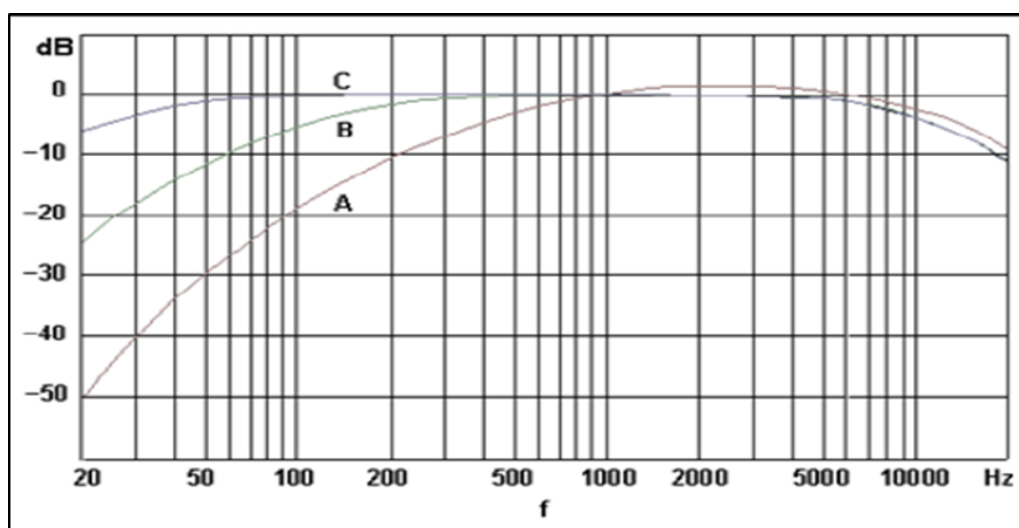
2.1.2 Monitoreo de ruido ambiental

La estimación y monitoreo del ruido producido en el ambiente es determinado por la presión sonora generada por diferentes elementos, teniendo en consideración su función y tiempo, pudiendo clasificarse como oscilantes, intermitentes e impulsivos en una determinada área. Según la clasificación de ponderación de frecuencia, se distinguen tres niveles de sonido:

bajo, medio y alto, comenzando a partir de 40 dB, con un punto intermedio en 70 dB y un nivel alto en 100 dB. Estos niveles se denominan A, B y C. La ponderación A se aplica a sonidos de nivel bajo, la ponderación B a sonidos de nivel medio y la ponderación C a sonidos de nivel alto. Las mediciones se expresan en decibeles A (dBA o dB(A)), utilizando la ponderación A, (PNMRA, 2014). Figura 1.

Figura 1

Curvas de ponderación A, B y C



Nota: El cuadro presenta las curvas de ponderación de frecuencias A, B y C en decibelios (dB) frente a la frecuencia (Hz). La curva A atenúa más las bajas frecuencias, la B tiene una atenuación intermedia y la C es casi plana en altas frecuencias. Estas curvas son esenciales para medir la percepción humana del sonido según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (PNMRA, 2014).

2.1.3 Ubicación de los puntos de monitoreo

Para establecer los puntos de monitoreo, se identificaron las áreas con mayor incidencia de ruido, siguiendo la zonificación estipulada por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el ruido. En la selección de las zonas de evaluación, se tuvo en cuenta la dirección del viento, ya que este elemento afecta la propagación del sonido y, por ende, la precisión de las mediciones. Se eligieron sectores representativos considerando la ubicación de las principales fuentes de ruido en el entorno. Los puntos de medición se definieron con coordenadas precisas para garantizar mayor exactitud. Durante las evaluaciones, se llevaron a cabo trabajos de campo

que fueron documentados en formatos detallados, incluidos en el Anexo "C", donde se registraron las variaciones acústicas observadas. Estos datos serán analizados posteriormente en el gabinete.

2.1.4 Período de monitoreo

Durante el período de monitoreo, se realizaron mediciones que cubrieron las oscilaciones significativas en las diferentes fuentes generadoras o de inicio. Durante este período, se consideró un mínimo de tres oscilaciones o variaciones. Sin embargo, si no se cubren los intervalos seleccionados, estos deben ser específicos y considerar como base los parámetros del intervalo, los cuales facilitaron la lectura en un ciclo representativo donde la frecuencia de medición coincidió con el periodo de inicio o reproducción del ruido (PNMRA, 2014).

2.1.5 Metodología de monitoreo

Se siguieron procedimientos y directrices generales siguientes: El empleo del equipo es muy importante, para ello el sonómetro elemento fundamental estuvo alejada una distancia prolongada de la fuente que produce el ruido, como las superficies reflejantes tales como los muros, cielos rasos, superficie, elementos portantes, etc. La persona encargada del empleo del equipo de medición se estuvo alejado a una distancia donde no podía interferir las actividades de monitoreo y obtención de muestras, manteniendo una distancia razonable y no pueda distorsionar la medición realizada por el sonómetro. Se presentaron situaciones donde las condiciones climatológicas eran adversas como lluvia o excesivo calor, donde se desistió realizar la medición a fin de no emitir datos incorrectos.

2.1.6 Ruido ambiental

Las actividades humanas generan diversos impactos ambientales, y entre las principales fuentes de contaminación acústica destacan el tráfico vehicular, las industrias y los

establecimientos de entretenimiento, como los casinos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), más del 80% de la población urbana está expuesta a niveles sonoros que superan los límites recomendados. El ruido, como contaminante ambiental, afecta la salud de manera progresiva y silenciosa, lo que dificulta la implementación de medidas preventivas, ya que muchas personas no toman precauciones debido a su carácter imperceptible en las etapas iniciales. Los daños auditivos derivados de la exposición prolongada a altos niveles de ruido son irreversibles y no dependen de la edad, sino de la exposición sostenida a elevados decibeles. Incluso la exposición constante a niveles moderados de ruido puede generar lesiones auditivas significativas con el tiempo, aunque sus efectos no sean evidentes de inmediato (Brüel & Kjær, 2000)

2.1.7 Clasificación del ruido según niveles

La norma técnica ISO 1996-1 clasifica el ruido según su duración en cuatro tipos. El ruido constante es generado por una fuente que no presenta fluctuaciones mayores a 5 dB durante más de 60 segundos, como ocurre en fábricas o discotecas sin variaciones perceptibles. En contraste, el ruido fluctuante exhibe variaciones superiores a 5 dB en un intervalo de 60 segundos, como sucede en discotecas con cambios en el nivel de sonido. Por otro lado, el ruido intermitente se caracteriza por ciclos específicos con pausas de más de 5 segundos, un ejemplo típico es el de un compresor de aire. Finalmente, el ruido impulsivo se distingue por picos de presión sonora breves, generalmente inferiores a un segundo, aunque pueden prolongarse en ciertos casos (PNMRA, 2014).

Según la actividad, el ruido puede ser originado por: (a) el tránsito vehicular en calles y autopistas, (b) el movimiento de trenes y otros medios de transporte ferroviario, (c) el sobrevuelo de aeronaves en zonas específicas, y (d) actividades industriales, de construcción, servicios o recreación (Op cit)

2.1.8 Acústica:

La acústica trata sobre el estudio del ruido o sonido, el cual se origina en determinados escenarios ya sean estos gaseoso, líquido o sólido, irradiándose en el ambiente emitiendo una presión acústica en las partículas una alteración que ocasiona intermitencias en la presión de las partículas de la biósfera, esta difusión es detectada por herramientas de alta sensibilidad acústica y por el nervio auditivo. El oído de las personas al ser muy sensibles es capaz de percibir los niveles de presión acústica desde los 20 μPa (Micro pascal), a esta minúscula presión acústica se considera como el “umbral de audición” y los que oscilan hasta los 20 Pa (Pascal), como Umbral del dolor.

2.1.9 Nivel de potencia acústica

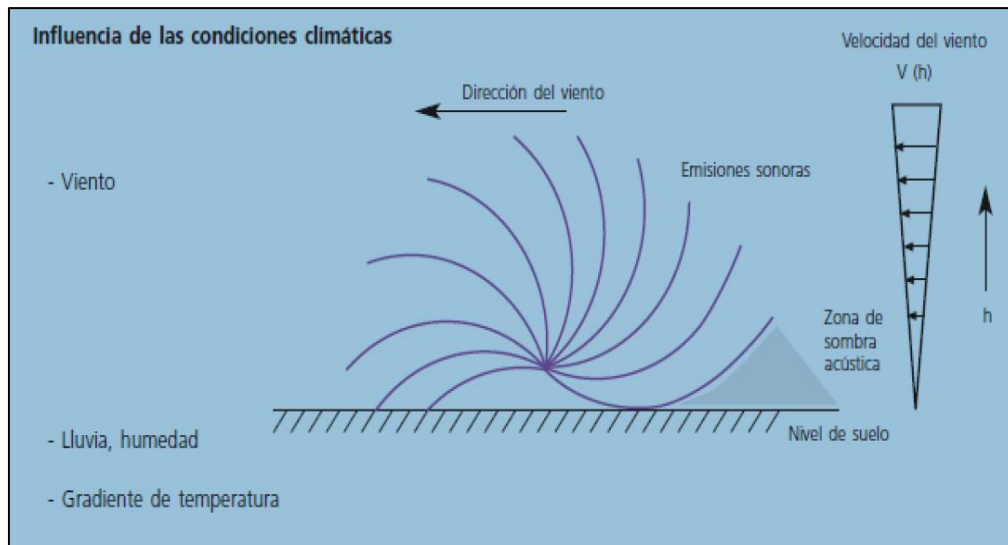
La medición del ruido emitido se realiza mediante el nivel de potencia sonora, mientras que el nivel de presión sonora se refiere a la magnitud del sonido en un punto específico, expresada en decibelios. Este último puede fluctuar dependiendo de múltiples variables, como la distancia entre el dispositivo de medición y la fuente de ruido, la trayectoria de propagación del sonido, la existencia de barreras físicas y la interferencia de otros sonidos presentes en el ambiente, comúnmente denominados ruido ambiental o de fondo.

2.1.10 Viento

De acuerdo a lo expresado por Kogan (2004). El viento ocasiona variaciones pudiendo oscilar en el orden de los 5 dB entre las distintas situaciones. Estas oscilaciones ocasionadas por el viento propician que el sonido se irradie en forma de líneas curvas de una manera óptima, así mismo los rayos sonoros soportan una de curvatura irradiando hacia el ras del suelo. Cuando la dirección o recorrido que sigue el sonido no está a favor del viento irradia se una manera imperfecta, ocasionando que los rayos sonoros formen una curvatura hacia arriba, ocasionando que, a partir de una distancia superior a los 200 metros medida desde el origen de la fuente, se forma un área denominada “sombra acústica”. Figura 2.

Figura 2

Influencia del viento sobre el sonido.



Nota: El cuadro expresa como el viento, afectan la propagación del sonido, creando una zona de sombra acústica donde el sonido no llega debido a la dirección y velocidad del viento. También menciona la influencia de la lluvia, la humedad y el gradiente de temperatura en la propagación sonora (Kogan, 2004)

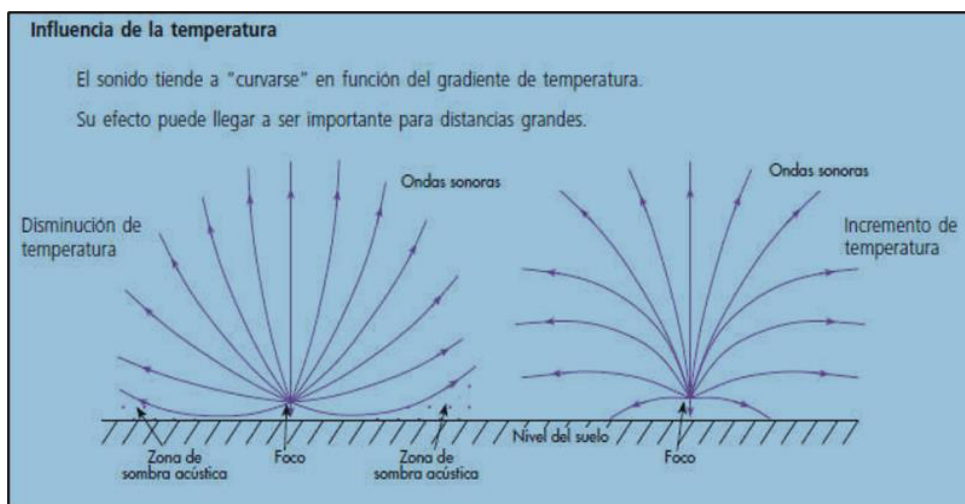
En relación a distancias pequeñas, consideres hasta los 50 m, el viento tiene un área (hasta 50 m), de efectividad en relación al nivel de sonido medido. Por consiguiente, podemos deducir que, a mayor distancia, el efecto del viento se incrementa considerablemente.

2.1.11 Temperatura.

La fluctuación térmica puede generar efectos comparables a los causados por el viento, ya que los cambios de temperatura se propagan de manera homogénea en todas las direcciones desde el punto de origen. En un día caluroso y sin viento, la temperatura disminuye a medida que se asciende en altitud, provocando un fenómeno de "sombra acústica". Por el contrario, durante una noche despejada, el aumento de la temperatura con la altitud produce una curvatura descendente del sonido hacia el suelo. (Kogan, 2004). Figura 3:

Figura 3

Influencia de la temperatura sobre el sonido.



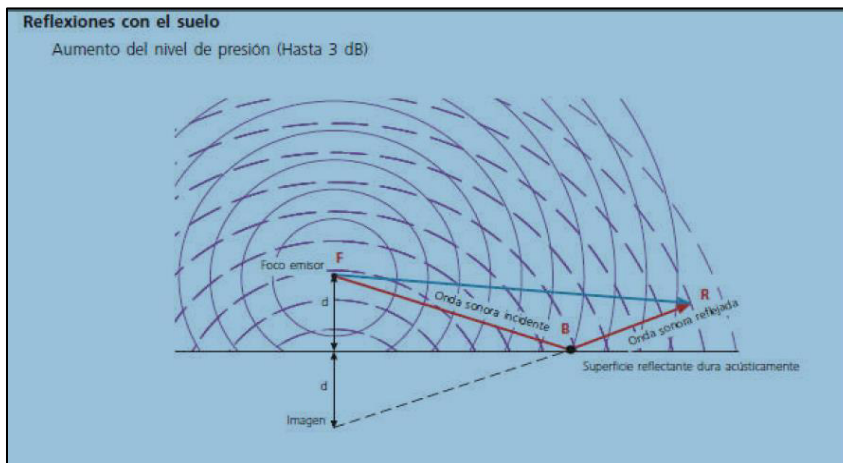
Nota: El cuadro muestra cómo la temperatura afecta la propagación del sonido: cuando la temperatura disminuye con la altura, el sonido se curva hacia arriba, creando zonas de sombra acústica cerca del suelo; cuando la temperatura aumenta con la altura, el sonido se curva hacia abajo, mejorando la propagación a nivel del suelo. Pablo Kogan, ERSH.

2.1.12 Efectos del Terreno.

La intensidad de la reflexión acústica está relacionada a las características del tipo de área o superficie indicada, por ejemplo, los suelos duros tales como el hormigón pretensado, asfalto, arcillas y otros originan un aumento en la reflexión, así mismo en los suelos blandos, tales como el suelo natural, reducen la reflexión, debido a tierra sin ningún tipo de hierba o con hierba), debido al reparto espacial de la energía acústica, un suelo húmedo, o cualquier pequeño charco de agua, incrementan la reflexión, Figura 4.

Figura 4

Influencia del suelo sobre el sonido.



Nota: El cuadro muestra cómo una onda sonora emitida por un foco emisor se refleja en una superficie acústicamente dura, creando una imagen virtual y aumentando el nivel de presión hasta 3 dB debido a la interferencia entre la onda entrante y la devuelta. Fuente: Pablo Kogan, ERSH.

2.1.13 Presión Atmosférica: La presión atmosférica influye de manera indirecta en la contaminación acústica. Aunque no afecta directamente la propagación del sonido, las fluctuaciones en esta pueden modificar las condiciones meteorológicas. Un ejemplo de este fenómeno es la aparición de capas de inversión térmica, donde en lugar de disminuir con la altitud, la temperatura del aire aumenta. Esto provoca que una capa de aire cálido se superponga a una capa de aire más frío, lo que atrapa las ondas sonoras cerca del suelo y amplifica los niveles de ruido en las zonas urbanas. En comparación con otras variables como la temperatura y la humedad, la influencia de la presión atmosférica en la propagación del sonido y el ruido ambiental resulta menos significativa (Rossing y Fletcher, 1995).

2.1.14 Humedad: La humedad del aire influye notablemente en la absorción del sonido. A mayor humedad, el aire absorbe menos sonido, permitiendo que los ruidos viajen más lejos. En condiciones de baja humedad, el sonido se atenúa más rápidamente. Por lo tanto, la humedad es un factor importante en la propagación del ruido, especialmente en entornos

urbanos, donde puede afectar la percepción del ruido y la eficacia de las barreras acústicas. (Beranek y Mellow 2019)

2.1.15 Contaminación acústica

Los contaminantes auditivos poseen tipologías propias respecto de otros tipos de polución. El ruido podría catalogarse como una característica subjetiva en relación con otros impactos contaminantes, sería en la emisión de sonidos debido a los impactos acústicos tales como la música producida por la acción de un concierto en una calle o avenida, la cual satisfaga a los oyentes que circundan dichas calles, indirectamente este impacto negativo afecta a todos los vecinos que se encuentran en el área impactada (Kogan, 2004)

2.1.16 Efectos en la Salud de acuerdo a la intensidad del sonido en dB(A)

Este impacto negativo se relaciona con cinco factores clave: el primero es el nivel de intensidad sonora, medido en decibelios (dB), donde el límite máximo permitido es de 85 dB(A); sin embargo, cuando se excede esta cifra, es necesario implementar medidas de protección personal. El segundo factor es el tiempo de exposición, que se evalúa en términos de horas por día o semana, y describe el periodo durante el cual un trabajador está expuesto a un determinado nivel de ruido en su entorno laboral. En tercer lugar, la frecuencia sonora es determinante, ya que el oído humano detecta frecuencias entre 20 Hz y 20,000 Hz, siendo los sonidos de alta frecuencia los más perjudiciales. El cuarto factor es el intervalo entre exposiciones, es decir, los ciclos de tiempo en los que una persona queda expuesta a una fuente de ruido. Por último, el sujeto pasivo receptor es aquel individuo que no percibe los efectos del ruido hasta que estos se manifiestan, a través de síntomas evidentes. (Corzo, 2009).

2.1.17 Ruido y efectos en la salud

La exposición auditiva estimula réplicas en todo el cuerpo, perturbando fisiológicamente la vista, presión sanguínea, la dureza muscular ocasionando dificultad en la actividad física y cerebral.

2.1.18 La pérdida de la sensibilidad auditiva.

La pérdida auditiva se produce cuando un factor específico interrumpe la correcta transmisión del sonido hacia el cerebro, afectando de manera directa alguna de las tres partes del oído: la externa, la media o la interna. Este trastorno puede comprometer la capacidad de las estructuras auditivas para captar y procesar el sonido, generando una alteración en la audición que varía según la localización y la gravedad de la afección. Sin embargo, cuando la transmisión del oído se propaga uniformemente traería como resultado una hipoacusia conductiva. Estos desordenes se conocen como desórdenes retro cocleares, estos son muy diferentes a los denominados como hipoacusia sensorial neural de origen coclear (Stach y Ramachandra, 2022).

2.1.19 Espectros sonoros que afectan la salud.

Las frecuencias que podemos percibir o escuchar están comprendidas entre 20 Hz y 20 kHz. Este rango incluye sonidos que el oído humano puede detectar con facilidad, aunque la capacidad de percepción puede variar entre diferentes individuos. Por lo tanto, la sensibilidad auditiva a estas frecuencias no es uniforme en todas las personas, lo que significa que algunos pueden experimentar diferencias en la audición dentro de este espectro., sin embargo, existen dos tipos de frecuencias las cuales no es fácil de escuchar por el oído de las personas tales como aquellas las que se encuentran por debajo de los 20 Hz, denominados infrasonido, así mismo los que se encuentran sobre los 20KHz son considerados como ultrasonido. La exposición del sonido ocasiona efectos adversos a la salud ya sean con efecto inmediato, a mediano o largo plazo, estos efectos disponen de valores los cuales no necesariamente deben ser considerados

cuantitativamente, en razón de que los efectos son variables debido a diversas condiciones ya sean estas endógenas o exógenas, en la tabla 5 se menciona (Kogan, 2004).

Tabla 5

Intervalos de exposición como resultado del nivel de presión acústica²

Nº	Secuela	Variaciones causantes	Intensidad de la presión Acústica	Horario de muestra	Diversos intervalos causantes	Referencias
1	Trastornos o afecciones del sistema auditivo.	2 a 50 Hz 50 a 8000 Hz 50 a 8000 Hz	140 dB dolor 110 dB molestia 140 dB dolor	segundos	Si	(Berglund – Lindvall, 1995) (Kryter, 1985)
2	Reducción o bajada en el rendimiento	Sonidos agudos con una banda de frecuencia estrecha 2 a 2000 Hz 7 Hz	140 dB	minutos	SI	(Griefahn, 1982) (Recuero, 1994) (Johnson, 1982)
3	Efectos o implicaciones en el sistema cardiovascular	Desc. < 500 Hz (VAD)	Leq > 65 dBA 90 dB	24 h años	Muy probable	(Berglund et al., 1999) (Castelo Branco et al., 1999)
4	Respiración Artificial	0,5 Hz a 8 Hz	172 dB	Desc.	Difícil	(Johnson, 1982)
5	Efectos o resultados que afectan al sistema nervioso	Desconocido	Desconocido	Mili segundos.	Desconocido	(Recuero, 2002)
6	Fatiga extrema en el cuerpo	Sonidos de frecuencia baja	>120 dB	Horas	No	(Kryter, 1985) (Recuero, 1994)
7	Problemas relacionados con el calor y la piel	Frecuencia alta y ultrasonidos	140 a 150 dB	Desc.	Difícilmente	(Harris, 1995)
8	Sonrojo de la parte facial	Tonos puros de 100 Hz	153 dB	1 a 2 seg.	Si	(Kryter, 1985)
9	Impactos en la visión	4 a 800 Hz Tonos puros de 43 a 73 Hz	110 dB 150 dB	1 a 2 seg.	Probablemente	(Recuero, 1994) (Recuero, 2002) (Kryter, 1985)
10	Estrés	Sonidos de frecuencia alta Sonidos de frecuencia baja.	105 dB	Mili segundos a horas	Si	(Berglund – Lindvall, 1995) (Harris, 1995)
11	Cambios en el patrón de sueño	Desconocido	LMAX= 45 dB(A) Leq >30 dB(A)	10 – 15 Veces/noc he	Si	(Berglund et al., 1999)

Nota: El cuadro expresa las diversas secuelas detallando las causas e intensidad de presión acústica y tiempo de exposición

Pablo Kogan, ERSH.

2.1.20 Fisiología del oído

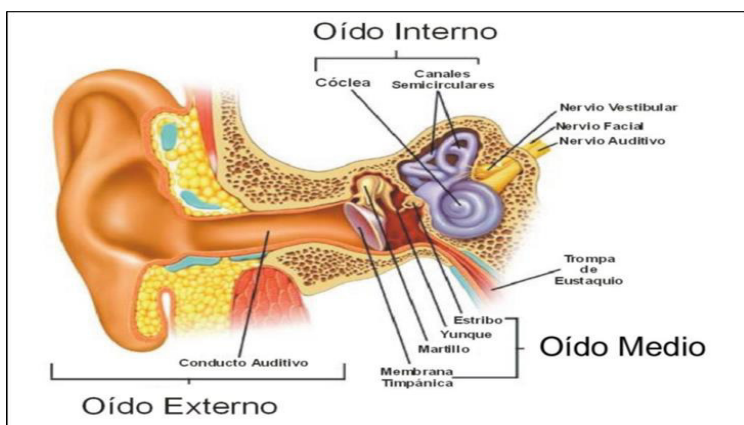
Tortora y Derrickson (2018) definen a la audición como la capacidad de percibir los sonidos. La estructura fisiológica del oído es una obra sumamente compleja, en la que el aparato receptor transduce las oscilaciones acústicas, convirtiéndolas en señales eléctricas a

² Op cit

una velocidad hasta mil veces mayor que la de los fotorreceptores lumínicos. Este sistema auditivo no solo cumple con la función de percibir sonidos, sino que también desempeña un papel crucial en el equilibrio sensorial, manteniendo el balance y determinando la ubicación espacial. Las partes del oído están determinadas por tres áreas bien definidas, de acuerdo al detalle siguiente: figura 5

Figura 5

Fisiología del Oído



Nota: El diagrama ilustra la configuración del oído humano, de la parte externa, interna y medio, y sus componentes clave. Fuente: Principios de anatomía y fisiología (Tortora y Derrickson 2018)

El oído externo, recibe las ondas sonoras y las deriva hacia la parte interna, el oído medio canaliza todas las oscilaciones acústicas hacia la parte denominada ventana oval del oído, así mismo el oído interno dispone los aparatos receptores para determinar el equilibrio y audición.

Los métodos no lineales se encargan de modificar las ondas sonoras a través de ondas electroquímicas, lo que implica la necesidad de caracterizar y modelar todas las características perceptuales asociadas a este proceso mecánico.

2.1.21. Efectos auditivos

Tortora y Derrickson (2018) para comprender la fisiología de la audición, es preciso aprender algo sobre su ingreso en el cuerpo, las ondas de sonido son áreas que ocasionan

oscilaciones donde expresan las subidas y bajadas de la presión los cuales transitan a través de una sola dirección y escenario determinado, en este caso podría considerarse al aire. Cuanto más fuerte sea la periodicidad u oscilación de oscilación, mayor será el volumen, sin embargo, los sonidos agudos que pueden ser percibidos por los oídos de las personas son aquellos que se originan en fuentes con oscilaciones cuya frecuencia oscila entre 500 y 5000 hertzios (Hz: 1Hz= 1 ciclo por segundo)

2.2 Base teórica

La contaminación acústica se expresa cuando las personas se encuentran expuestas del ruido quienes exceden los estándares mínimos, ocasionando efectos nocivos sobre un grupo de personas y la salud comunitaria. La contaminación acústica, si no es controlada perturbará las diversas actividades comunitarias, creando estados de agotamiento y tensión que podrían causar malestares de características nervio cardiovasculares. La contaminación acústica en el entorno genera oscilaciones de ruido que ocasionan malestar, afectando el bienestar y la calidad de vida de las personas y los efectos significativos sobre el ambiente. Tabla 6

Tabla 6

ENCAR por área de aplicación

ÁREA DE INFLUENCIA	VALORES EXPRESADOS	
	DURANTE EL DÍA (07:01 A 22:00)	DURANTE LA NOCHE (22:01 A 07:00)
Zona con protección especial	50 dB	40dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80dB	70dB

Nota: El Reglamento de ENCAR (DS N° 085-2003-PCM) define el "Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ponderado A (LAeqT)" como el nivel constante, en decibelios A, que refleja la misma energía total que el sonido registrado en un período de tiempo específico.

El Ministerio del Ambiente (MINAM) define la metodología para el monitoreo y control acústico, en coordinación con los programas regionales y locales (PNMRA, 2014).

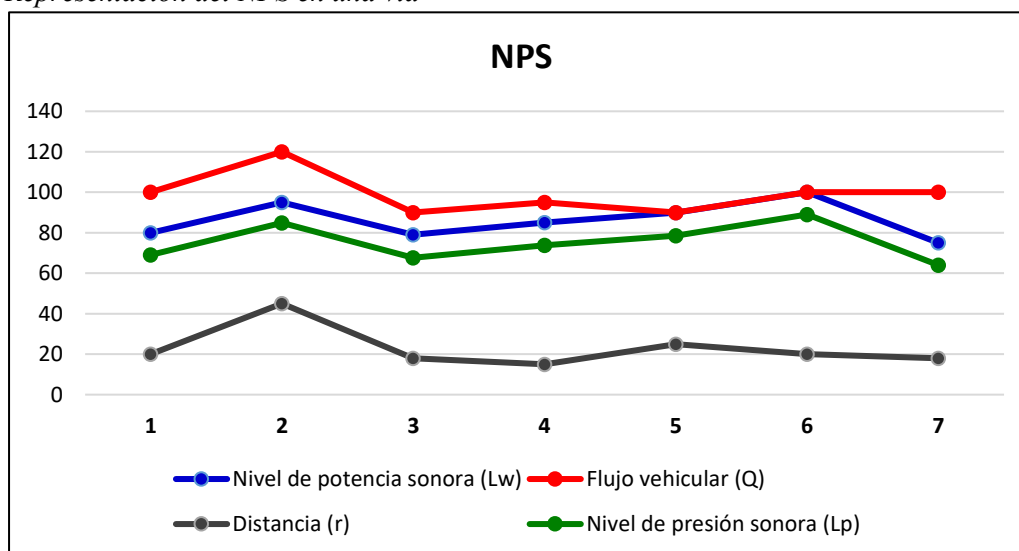
Como parte de esta estrategia, el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es la encargada de aprobar las normatividad para todos los dispositivos de medición de ruido y se encarga de la calibración y evaluación de los equipos especializados utilizados para medir el sonido.

2.2.1 El decibel “A” (dB A)

El nivel de presión sonora (NPS), se expresa en decibeles, utilizando la escala ponderada A (dB(A)), que ajusta la medición según la respuesta del oído humano bajo ciertas condiciones. El parámetro clave para obtener una evaluación precisa como el nivel de ruido continuo equivalente (LAeq, T), que representa el sonido fluctuante a lo largo de un período de tiempo determinado (T).

Figura 6

Representación del NPS en una vía



Nota: Se evidencia cómo el NPS varía según la potencia acústica de la fuente, el volumen de tráfico y la distancia respecto a esta, mostrando la correlación entre la emisión de ruido vehicular y su impacto en el entorno sonoro de una zona urbana. Elaboración propia.

2.2.2 Efectos del ruido sobre la salud

2.2.2.1 Enfermedades Cardiovasculares, Malestar

El malestar también podría ser originada por la interrupción a consecuencia de una actividad en curso o debido al reposo ocasionado por otras sensaciones, con menor definición,

en algunas circunstancias más intensas. Aquellas personas afectadas por lo general exteriorizan síntomas de impaciencia, nerviosidad, preocupación o ira.

Münzel et al. (2023) señalan que el ruido genera molestias, reflejando el estrés mental de quienes están expuestos a diversas fuentes acústicas. Existe creciente evidencia de que el ruido afecta el sueño, provocando inflamación cerebral, estrés oxidativo, alteraciones vasculares, disfunción de las células nerviosas y afectaciones en el sistema inmunológico, lo que puede contribuir al desarrollo de demencia y enfermedad de Alzheimer. Durante el día, las molestias suelen experimentarse a partir de los 50 dB(A), mientras que los niveles de ruido más elevados inician alrededor de los 55 dB(A). En horas nocturnas, estos valores disminuyen entre 5 y 10 dB(A). El estudio destaca el impacto del ruido generado por el transporte, especialmente durante la noche, en la aparición de enfermedades cardiovasculares (ECV). La exposición prolongada a altos niveles de ruido se vincula con enfermedades cardíacas isquémicas, tanto en sus fases agudas como crónicas, como consecuencia de la alteración del sueño y el aumento del estrés. Estos factores contribuyen a la producción de especies reactivas de oxígeno, lo que puede llevar a disfunción endotelial e hipertensión. Además, el ruido puede facilitar la aparición de insuficiencia cardíaca y arritmias, al activar el sistema nervioso simpático y elevar las hormonas relacionadas con el estrés, lo que aumenta el riesgo de desarrollar ECV. También se ha observado un mayor riesgo de accidentes cerebrovasculares en personas expuestas a altos niveles de ruido, posiblemente debido a la inflamación vascular y el aumento de la presión arterial inducidos por dicha exposición.

Aunque no se trata de un ECV directo, los autores también señalan la relación entre el ruido y la diabetes mellitus tipo 2, vinculada al estrés crónico y las alteraciones del sueño, que pueden impactar la regulación de la insulina y aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares. En conjunto, estos efectos se relacionan a través de mecanismos fisiopatológicos compartidos, como la inflamación persistente, el estrés oxidativo y la

disfunción endotelial. metabólica, subrayando la relevancia de considerar el ruido del transporte como un factor de riesgo (McNeer et al., 2017).

2.2.2.2 Interferencia con la Comunicación

Una conversación moderada entre personas a un metro de distancia produce una presión sonora de aproximadamente 50-55 dB(A), pero si se eleva el tono de voz y se grita, puede alcanzar los 75-80 dB(A). Para que un mensaje verbal sea comprendido en un 80%, el nivel de sonido debe superar al menos en 12 dBA el ruido de fondo presente. Los sonidos que exceden los 40 dB(A) dificultan la comunicación hablada, y cuando alcanzan los 65 dB(A), se vuelve extremadamente difícil para las personas comunicarse entre sí.

En aquellas Instituciones Educativas cercanas a vías con un tránsito alto y constante de vehículos, aeropuertos con excesivo ruido o parques industriales, podría existir un retraso en el aprendizaje en los procesos de lecto escritura. En un aula de alumnos la interacción entre el maestro y alumno, donde el ruido no debe sobrepasar los 55 dB(A); sin embargo, existen instituciones educativas expuestas entre 60 dB(A) y 70 dB(A), dificultando la comprensión, concentración y el bajo rendimiento de los alumnos, algunos síntomas que se podrían exponer se relacionan con el estrés, la excitación, reducción de la concentración y la debilidad de los docentes (Lacoste, 2022).

2.2.2.3 Pérdida de Capacidad Auditiva

La pérdida auditiva provocada por el ruido puede generar consecuencias graves para la salud, como la sordera y la obstrucción del oído, como resultado de la exposición continua a niveles sonoros excesivamente elevados.

El sonido excesivo producido en las discotecas podría considerarse como una amenaza a la capacidad auditiva. Después de horas de estar expuesto a sonidos altos podría ser común experimentar la sobreexposición durante toda la noche a sonidos fuertes en una discoteca,

normalmente se suele sentir un silbido en el oído u otros problemas relacionados, por consiguiente, estas personas experimentan la disminución y deterioro de su capacidad auditiva (Lay y Peng, 2000).

2.2.2.4 El ruido constante del tráfico aumenta el riesgo de padecer obesidad.

La relevancia de la salud pública y la interpretación biológica de los resultados sugieren que la exposición prolongada al ruido del tráfico vehicular puede ser más perjudicial que el ruido ferroviario, incrementando el riesgo de sobrepeso. No obstante, los efectos negativos del ruido vehicular están más ligados a indicadores directos de grasa abdominal, como el perímetro de la cintura, la obesidad central y el porcentaje de grasa corporal, los cuales son predictores más precisos de enfermedades que el índice de masa corporal (IMC). Tanto el sobrepeso como la obesidad elevan considerablemente el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer, además de haber empeorado la gravedad del COVID-19 durante la pandemia (Münzel et al., 2023)

2.2.2.5. Efectos Sociales y de comportamiento El Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades de México (CEVECEM, 2010), indica que la relación entre la exposición al sonido y el malestar generalizado es más fuerte cuando se encuentra en grupo que cuando se está solo. Todo ruido mayor a los 80 dB(A) podría incrementar una actitud agresiva hacia las personas, así mismo la exposición frecuente a ruidos altos incrementan los problemas auditivos en niños menores y escolares. Algunas consecuencias en la exposición a ruidos excesivos podríamos clasificarlos en: Psicopatológicas mayores a 60 dBs, tales como:

- 1) Ensanchamiento de la pupila y pestañeo aligerado.
- 2) Problemas respiratorios, incremento del palpitación y aceleraciones.
- 3) Incremento en la presión circulatoria y migraña constantes.

4) Deficiencia en el riego sanguíneo y frecuente dolor muscular especialmente en la parte lumbar.

5) Contracción del sistema gástrico.

6) Incremento de problemas cardiovasculares debido al exceso de colesterol y triglicéridos que sobrepasan los límites máximos permitidos.

Los pacientes con diversas patologías cardiovasculares, arteriosclerosis y que se encuentran expuestos a ruidos fuertes y súbitos podrían ser afectados por un infarto. Incremento de la glucosa, teniendo particular atención a los enfermos de diabetes los cuales podrían tener complicaciones médicas a largo plazo. Todo podría ser ocasionado debido a los excesivos niveles de ruido. Tabla 7

Tabla 7

Niveles de Ruido y sus efectos a las personas

Cambios en la Intensidad (KPa)	Ejemplo de efectos del ruido	DB
1	Umbral de detección de sonido	0
10	NPS muy bajo	10
100	Murmullo	20
1,000	Sonido de baja intensidad	30
10,000	Cámara anecoica	40
100.000	Hablar en voz baja	50
1,000.000	Unidad de aire acondicionado	60
10.000,000	Espacio comercial o de trabajo	70
100,000,000	Lavadora, calle con tráfico intenso	80
1,000,000,000	Amoladora angular	90
10,000,000,000	Se utiliza un martillo neumático en la industria e la construcción.	100
100,000,000,000	Uso de una pistola remachadora en un concierto de rock	110
1,000,000,000,000	Pistola remachadora, concierto de rock	120
10,000,000,000,000	Fuegos artificiales	130

Nota: El cuadro ilustra los efectos del ruido en diferentes niveles de presión sonora (KPa), correlacionándolos con decibelios (dB) específicos. Desde el umbral de detección de sonido hasta los ruidos extremos, como los fuegos artificiales, se muestra cómo la intensidad del sonido impacta nuestra percepción auditiva. (CEVECEM, 2010).

2.2.3 Definición de términos

a) Acústica: Es la energía transformada como representación de un ruido, vibración, alteración de los sonidos y ultrasonidos. (Minam, 2012)

b) Contaminación Sonora: La exposición a niveles anómalos de ruido, tanto en ambientes exteriores como interiores de una edificación, puede ocasionar diversas afecciones a la salud y la calidad de vida de las personas (Op. Cit.)

c) Emisión: Medida de la presión acústica efectiva en una determinada área, iniciado por una fuente generadora de ruidos, la cual está ubicada en una determinada zona. (Op. Cit.)

d) Horario diurno: Ciclo que inicia a las 07:01 am hasta las 22:00 hrs. (Op. Cit.)

e) Horario nocturno: Ciclo empieza a partir de las 22:01 hrs hasta las 07:00 am del día siguiente. (Op. Cit.)

f) Monitoreo: Operación de valorar, evaluar calcular para determinar una determinada acción métrica de determinados parámetros que indican la incidencia o alteración la calidad del entorno sujeto a la medición. (Op. Cit.)

g) Áreas de alta contaminación acústica o zonas críticas de ruido: áreas determinadas geográficamente que están sobre el nivel de presión acústica continua de 80 dBA, determinado por los límites máximos permitidos. (Op. Cit.)

h) Sonómetros: Instrumento de precisión diseñado para medir la contaminación ambiental negativa en determinada zona y horario específico, mediante la presión acústica, siendo la unidad de medida el decibelio. (Op. Cit.)

III. MÉTODO

3.1 Tipo de Investigación

La investigación se clasifica como aplicada y descriptiva, enfocándose en los estudios previos y la terminología relacionada con los efectos del ruido en la salud de la población de Tarapoto, San Martín. Para la recolección de datos, se empleó el método de inspección conocido como "encuesta de ruido" (consiste en medir los niveles sonoros en una planta o sección específica para identificar áreas ruidosas), utilizando un sonómetro convencional para cuantificar los niveles de presión acústica. Se seleccionarán puntos específicos en áreas determinadas para realizar un monitoreo continuo de la presión acústica las 24 horas del día.

3.2 Diseño de la Investigación

Se encuentra sujeta a un modelo, no experimental – transversal. El diseño no experimental está determinado en efectuar una operación para después observar los resultados.

De acuerdo a lo expresado por Hernández (2010), los estudios de investigación transversal obtienen información en un solo instante. Su finalidad es detallar las propiedades de las variables y evaluar cómo se vinculan entre ellas en ese momento particular.

La actual investigación, siguió el procedimiento siguiente:

- Determinación de población y muestra
- Identificación de las fuentes
- Estaciones de muestreo
- Mediciones de niveles de ruidos en las fuentes identificadas
- Comparación con el marco normativo
- Tratamiento estadístico y análisis de datos

3.3 Ubicación del área de estudio

Dimensión temporal: 2019-2024

La delimitación de la zona del estudio se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas Latitud $06^{\circ}30'05''S$, Longitud $76^{\circ}21'56''W$, correspondiente a la Zona Horaria UT-5:00 (Figura 1). Este sector urbano abarca avenidas, calles y jirones, conforme a la información detallada en el plano catastral proporcionado por la MPSM, desempeñando un rol esencial en todas las fases metodológicas de la investigación.

Ubicación del Área de Estudio

Figura 8

Mapa de ubicación de la CT



Fuente: Mapa Político de la Región San Martín

3.4 Población y muestra

La población del estudio estuvo constituida por los residentes de la CT, abarcando tanto hombres como mujeres con edades comprendidas entre los 18 y 70 años. Estos individuos residen y trabajan habitualmente en las diversas calles y avenidas del CT, sumando un total de 1500 personas. Se seleccionaron específicamente aquellos residentes que han permanecido en el área durante más de dos años y que, adicionalmente, presentaban problemas de salud

asociados tanto a la audición como prevalencias vasculares. Este enfoque permitió centrarse en una población que no solo comparte características demográficas específicas, sino también una exposición prolongada a los impactos sonoros, especialmente durante las horas de mayor exposición.

La muestra estuvo conformada por 385 personas, seleccionadas específicamente por aquellos que residen habitualmente dentro del área de la CT y tener edades entre los 35 y 70 años, localizados en seis (06) intersecciones estratégicas de las principales vías dentro de de la CT, durante las horas de mayor congestión sonora. Se ha dado un enfoque particular a los periodos de tráfico vehicular más intenso, abarcando las franjas matutina, vespertina y nocturna. Este criterio temporal riguroso se ha implementado para recopilar datos que reflejen de manera precisa cómo estos impactos afectan la salud de la población. La finalidad es desarrollar estrategias efectivas para mitigar estos efectos adversos, estableciendo así una conexión directa entre la recolección de datos y la formulación de acciones preventivas. El muestreo utilizado fue intencional, priorizando a individuos que, debido a su ubicación y rutina diaria, están potencialmente más expuestos a la contaminación acústica

1. Se realizaron entrevistas semiestructuradas con dos expertos, quienes coincidieron en que la medición a través de mapas sonoros y entrevistas a residentes son métodos óptimos para obtener información precisa y fidedigna.

2. Se ejecutaron encuestas en la zona de estudio, formulando cincuenta (50) preguntas a los residentes de los cuadrantes de la CT. Los datos recopilados fueron procesados en gabinete mediante el empleo de herramientas estadísticas como SPSS y Excel, reflejando y compilando diversas situaciones que inciden en la determinación de la salud de los residentes de la CT.

3. Se empleó la observación directa con fichas de trabajo de campo para evaluar la sensibilidad al ruido. Estas fichas, apoyadas por un sonómetro, registraron y organizaron

mediciones en puntos clave con alta incidencia sonora. Incluyen datos como ubicación, fecha, hora, lecturas del sonómetro y observaciones relevantes, enriqueciendo la metodología.

4. Para el análisis de gabinete, se recopiló información mediante el sonómetro digital PCE-432, clasificado como Clase 1 de alta precisión, de acuerdo a normas internacionales de evaluación y análisis de ruido. Este dispositivo, con rango de medición de 22 dB a 136 dB y precisión de ± 0.5 dB, incluye receptor GPS para mediciones específicas. En el procesamiento de datos, se utilizaron herramientas como Microsoft Excel para análisis y gráficos, y ArcGIS para georreferenciación, mejorando la metodología con enfoques técnicos y análisis espacial

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Definición de Variables

3.5.1.1 Variable dependiente (Y) = Efectos en la salud de las personas.

Descripción: Los efectos en la salud se evidencian en los trastornos que sufren los habitantes de la CT, debido al excesivo número de vehículos motorizados.

3.5.1.2 Variable Independiente (X) = Programa integral de ralentización de la contaminación acústica.

Descripción: Los programas se deben realizar de una manera multisectorial coordinada entre el gobierno local, gobierno regional y los ministerios de salud, ambiente y el órgano de fiscalización OEFA.

3.5.2 Variables e indicadores de la investigación

3.5.2.1 Variables

Variable dependiente (Y) = Efectos en la salud de la población.

Variable independiente (X) = Programa integral de reducción de la contaminación acústica.

X₁: Identificar las fuentes que generan los impactos acústicos y establecer los niveles de emisión.

X₂: Elaborar un mapa acústico con los diferentes tipos de ruido, a fin de establecer un área acústica que facilite valorar los tipos en función del empleo del área: origen, causa y proyección.

X₃: Proponer programas de manejo ambiental a fin de reducir los efectos nocivos ocasionados por la contaminación acústica, formulando una línea base a fin de implementar un sistema de gestión ambiental considerando los diferentes tipos de ruido en el parque automotor.

3.5.2.2 Indicadores:

Variable dependiente

Y: Efectos en la salud de la población.

Indicadores:

Los efectos en la salud se hacen evidentes en los trastornos ocasionados a las personas de la CT, por el excesivo número de vehículos motorizados.

Variable independiente

X = Programa integral de reducción de la contaminación acústica.

Indicadores:

X₁: Identificar las fuentes de generación de impactos acústicos y establecer los niveles de emisión.

X₂: Elaborar un mapa acústico con los diferentes tipos de ruido, a fin de establecer un área acústica que facilite valorar los tipos en función del empleo del área: origen, causa y proyección.

X₃: Se sugiere implementar programas de gestión ambiental para mitigar los efectos adversos provocados por la contaminación acústica, estableciendo una línea base que permita

desarrollar un sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los diversos tipos de ruido generados por el parque automotor.

3.6 Instrumentos

3.6.1 Obtención de datos

Para evaluar la contaminación acústica, se recopilaron datos hidrometeorológicos detallados a través del portal en tiempo real del SENAMHI. Estos datos se analizaron utilizando el software Climate Predictability Tool, desarrollado por el International Research Institute for Climate and Society de la Universidad de Columbia. Este método estadístico avanzado permitió estimar variables locales clave, como precipitaciones, temperatura, humedad y vientos, esenciales para estudiar el impacto de la contaminación acústica en la salud de los habitantes de la CT. La investigación de campo se organizó en dos fases, que se describen a continuación.:

Fase Inicial: Esta fase del estudio comenzó con una detallada inspección del área de interés, seguida de la compilación de datos relevantes y la realización de las primeras mediciones de niveles de sonido, empleando el sonómetro digital PCE-432. Para capturar una muestra representativa de la contaminación acústica, las mediciones se efectuaron de forma aleatoria en diversas intersecciones estratégicas de calles y avenidas de la CT. Inicialmente se seleccionaron períodos del día donde probablemente se suponía existían alta densidad de tráfico, tales como: de 07:00 a 08:30, de 12:30 a 13:30, y de 17:00 a 18:00 y de 21:00 y 23:00 horas. El área seleccionada para la investigación abarcó sectores al norte y al oeste de la plaza principal en el distrito de Suchiche, así como al oeste en La Banda Shilcayo, al este cerca del Fuerte Mariscal Cáceres en Morales y al sur a lo largo de la avenida de circunvalación en Morales.

Durante el período establecido de octubre 2019 a marzo 2020, posteriormente, aprovechando la relajación de las restricciones vehiculares durante la pandemia, en diciembre de 2021 y febrero de 2022, el proyecto se enfocó en la recolección preliminar de datos e información sobre la zona. Se identificaron cuidadosamente 15 intersecciones críticas, caracterizadas por un flujo vehicular intenso. Posteriormente, la atención se centró en los intervalos de mayor congestión vehicular: de 07:00 a 08:30, de 12:30 a 14:30, y de 18:00 a 20:30 horas, con algunas observaciones adicionales entre las 21:00 y 23:00 horas. Esta programación permitió precisar las áreas y horarios a considerar para la medición en la siguiente fase. Durante los periodos seleccionados, se notó una notable variabilidad en los niveles de ruido, lo que justificó realizar diversas mediciones en áreas con alto volumen de tráfico y ruido ambiental

Segunda fase: En esta fase, se amplió el alcance del estudio a todas las vías, calles y jirones delimitados en la etapa inicial del CHCT, abarcando una extensión de 2,200 m², que equivalen a aproximadamente quince (15) cuadras. Se fundamentó en los horarios previamente identificados como los de mayor impacto sonoro durante la primera etapa, coincidentes con los períodos de mayor flujo vehicular. Se generaron tres mapas de impacto sonoro con el fin de identificar las áreas con una mayor contaminación acústica en momentos específicos del día, considerando un período definitivo para la toma de muestras de acuerdo al siguiente horario: de 07:00 a 08:00 en la mañana, de 12:00 a 14:00 al mediodía y de 18:00 a 20:00 en la noche.

En esta fase, se identificaron los efectos adversos más significativos para la salud asociados con la contaminación acústica, determinando las áreas críticas. Para ello, se aplicaron encuestas a cincuenta (50) residentes y transeúntes de las zonas evaluadas. Estas encuestas, elaboradas con criterios de claridad, se centraron en evaluar el impacto en la salud causado por la exposición continua al ruido ambiental, especialmente el generado por vehículos ligeros.

Las cincuenta (50) personas encuestadas se clasificaron según la intensidad del ruido en sus áreas de residencia o tránsito, distribuyéndose de la siguiente manera: veinticinco (25) en zonas de alto ruido, quince (15) en zonas de ruido medio, cinco (5) en zonas de bajo ruido y cinco (5) en zonas sin ruido. El estudio examinó la correlación entre el nivel de ruido ambiental, la edad de los participantes, el tiempo de exposición y la duración de su permanencia en las áreas afectadas. Esta investigación consideró la relación entre estos factores, utilizando una encuesta compuesta por quince preguntas (ver Anexo 4).

3.6.2 Estaciones de monitoreo

Para evaluar la contaminación acústica, se realizaron mediciones de campo y análisis en laboratorio empleando instrumentos especializados, como el sonómetro digital de alta precisión PCE-432, clase 1. Este equipo cumple con los estándares internacionales para la medición y análisis de ruido ambiental y está equipado con un receptor GPS que facilita la georreferenciación exacta de las mediciones. Su rango de detección abarca desde 22 dB hasta 136 dB, con una precisión de ± 0.5 dB, lo que lo convierte en una herramienta recomendada para esta investigación.

El propósito del muestreo de ruido ambiental es identificar las zonas con mayor nivel sonoro, con el fin de mitigar los efectos nocivos en la salud de los residentes de la CT. Las figuras 13, 14 y 15 presentan un análisis detallado de estas áreas, mostrando la hora de medición y los niveles de decibeles registrados, comparados con los límites normativos permitidos. Las mediciones se realizaron entre octubre de 2019 y marzo de 2020, y luego se retomaron en diciembre de 2021 y febrero de 2022, tras la reactivación parcial del tránsito vehicular post-pandemia.

Los Mapas de Ruido (MR) son herramientas fundamentales para evaluar la contaminación acústica derivada del tráfico vehicular, permitiendo una representación visual

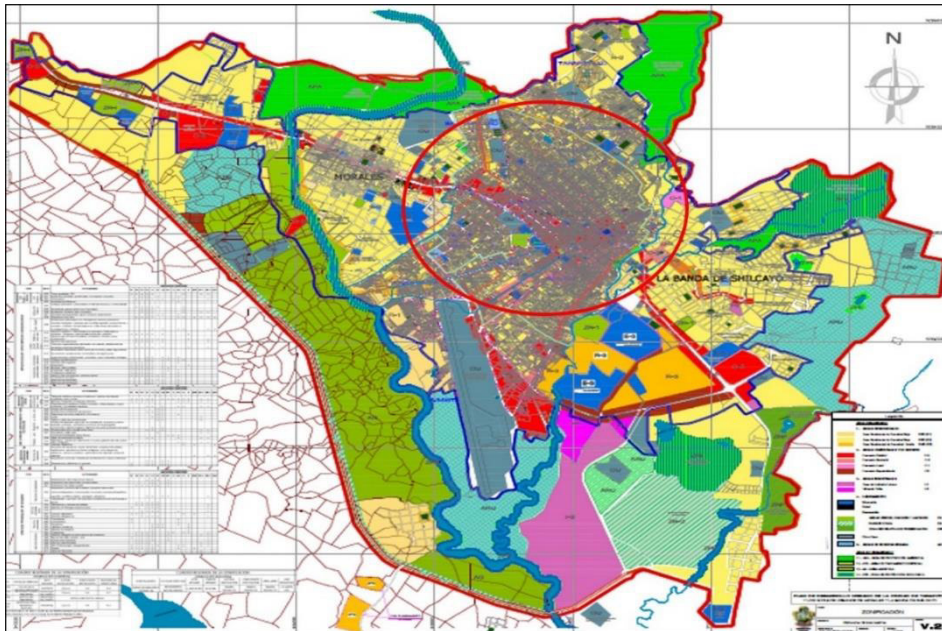
de la distribución del ruido. Estos mapas se elaboran a partir de la interpolación de datos obtenidos de estaciones de monitoreo o mediciones manuales, y analizan la presión sonora equivalente en diferentes momentos del día. Como lo demuestra la investigación de Murphy & King (2014), el uso de estos mapas ha mejorado significativamente la evaluación de la contaminación acústica, al incluir tres mapas que muestran diferentes franjas horarias y clasificar el área de estudio en secciones, lo que permite un análisis más preciso.

Este estudio evidenció que las evaluaciones actuales del ruido del tráfico presentan limitaciones en términos de temporalidad y resolución espacial, ya que se suelen utilizar promedios horarios o se selecciona una hora representativa, lo cual no refleja adecuadamente las fluctuaciones del ruido vehicular. El objetivo principal de esta investigación es realizar una evaluación más precisa de la contaminación acústica en un área extensa, empleando mapas de ruido horarios para determinar con mayor exactitud su impacto en la salud de la población.

Los datos de flujo vehicular fueron incorporados en los MR, teniendo en cuenta el nivel de ruido en cada segmento de calles y avenidas, lo que se refleja en los mapas generados. El sonómetro se posicionó estratégicamente en zonas de alto tráfico, caracterizadas por niveles de ruido constantes y elevados, aunque no se incluyeron áreas periurbanas. Debido a la disposición de las principales vías y el tráfico intenso en la CT, se constató que la densidad del flujo vehicular y los niveles de ruido no son homogéneos a lo largo de estas vías y sus zonas adyacentes.

Figura 9

Representatividad del área de estudio



Nota: La figura muestra el área de influencia del monitoreo, mapa proporcionado por la MPSM.

Los datos del flujo vehicular se incorporaron en los mapas acústicos, considerando los niveles de ruido generados en cada tramo de las vías. Estos mapas señalan la ubicación de los equipos de monitoreo sonoro, como se especifica en los Anexos C y D. El sonómetro fue instalado en calles y avenidas caracterizadas por un ruido constante y elevado, excluyendo zonas periurbanas. Dada la disposición de las principales arterias y la alta densidad vehicular en la CT, se concluyó que tanto el flujo de tráfico como el nivel de ruido en las vías principales y áreas circundantes son comparables.

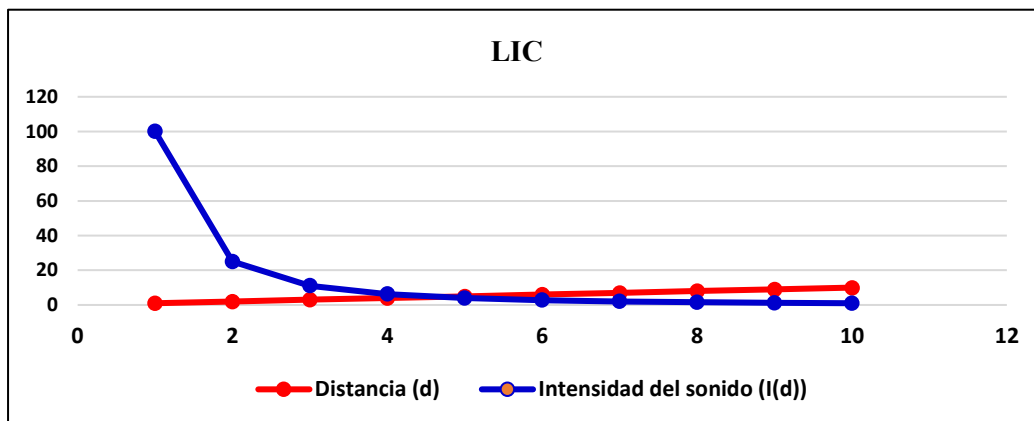
Beranek y Mellow (2019) señalan que el sonómetro, equipado con un micrófono que transforma las ondas sonoras en impulsos eléctricos, permite medir el ruido en decibelios. Para el análisis del espectro sonoro, se consideran factores como la presión sonora, la frecuencia y la ponderación frecuencial (filtros A, C y Z). Aspectos como el tiempo de integración y la calibración del equipo garantizan la precisión y fiabilidad de las mediciones, fundamentales para el monitoreo y gestión del ruido ambiental.

En este estudio, los datos se recopilaron en diferentes intervalos temporales, con una interrupción de casi dos años debido a la pandemia de COVID-19. Las mediciones se llevaron a cabo durante toda la semana, en tres momentos clave de un día representativo, y dichos datos fueron utilizados para construir los mapas acústicos. Para modelar la atenuación del sonido, se empleó una fórmula dependiente del medio de propagación, teniendo en cuenta las características de las calles y avenidas analizadas.

En la investigación se aplicó la “Ley del Inverso del Cuadrado” (LIC) para simular la disminución de la intensidad sonora. Esta ley física establece que la intensidad del sonido disminuye de manera inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde su fuente, lo que permite describir cómo se reduce la energía sonora al aumentar la distancia. La fórmula para calcular dicha atenuación se detalla a continuación.

Figura 10

Representación de la LIC



Nota: A medida que la distancia aumenta, la intensidad del sonido disminuye, significa que las áreas más cercanas a la fuente del sonido experimentarán una intensidad mucho mayor que las áreas más alejadas.
Elaboración propia.

En las zonas comerciales, varios factores pueden haber contribuido a la reducción del ruido. Entre los factores más relevantes están la separación entre la fuente del ruido y el oyente, la disposición de las calles y la distribución de los edificios, los materiales utilizados en la edificación y en las barreras acústicas, junto con la altura y el diseño de estas estructuras.

Además, el tipo y la intensidad del tráfico, junto con factores climáticos como la velocidad del viento y la presencia de vegetación u otros elementos naturales que absorben el sonido, también juegan un papel importante. Todos estos elementos fueron considerados en esta investigación para analizar y calcular el nivel de reducción del ruido en una vía comercial.

Siguiendo el enfoque analítico de Steele (2001) este estudio analizó meticulosamente varios factores, incluyendo distancia fuente-receptor, geometría de la vía, materiales de infraestructura, barreras acústicas y dinámica del tráfico, para calcular la atenuación del sonido en vías comerciales. Se utilizó un enfoque detallado para lograr resultados precisos sobre cómo se reduce el sonido en estos entornos. El estudio estimó el nivel de ruido del tráfico utilizando la fórmula del ruido equivalente continuo (L_{eq}), considerando factores como flujo vehicular, velocidad promedio, tipo de pavimento y distancia a los receptores.

De acuerdo a lo especificado en la tabla 8, para configurar un sistema de análisis de impacto sonoro mediante visión artificial inicialmente en todas las intersecciones de calles y avenidas de la CT e integrar la información en Python, se deben seguir varios pasos clave. Primero, se instalan cámaras de visión artificial en ubicaciones estratégicas para capturar imágenes y videos de los vehículos en tiempo real. Luego, estos datos se procesan utilizando algoritmos de detección, clasificación y estimación de velocidad de vehículos, además de contar el tráfico vehicular. Simultáneamente, se instalan sensores acústicos para cuantificar los niveles de ruido en decibelios en las mismas intersecciones. Toda la información recopilada se integra y correlaciona utilizando Python para la manipulación y análisis de datos. Finalmente, se generan mapas geoespaciales interactivos y se automatiza la creación de informes detallados sobre el impacto sonoro en la zona estudiada, utilizando herramientas como Folium y Jupyter Notebooks. Todo esto se vinculará en tiempo real al Centro de Comando y Control de la MPSM, pudiendo intervenir en zonas donde existe un mayor grado de impactos acústicos en determinada área.

Tabla 8*Proceso de Análisis de Impacto Sonoro mediante Visión Artificial*

PASOS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Captura de Imágenes y Videos	Cámaras de visión artificial colocadas en ubicaciones estratégicas. Algoritmos de detección y clasificación de vehículos.
2	Procesamiento de Imágenes	Estimación de velocidad de los vehículos. Conteo del tráfico vehicular.
3	Medición del Ruido	Sensores acústicos miden los niveles de ruido en dB.
4	Correlación y Análisis de Datos	Integración de datos de visión artificial y acústicos. Análisis de la relación entre el tipo de vehículo, velocidad y niveles de ruido.
5	Generación de Informes y Mapas de Ruido	Visualización de datos en mapas geoespaciales. Generación de informes detallados sobre el impacto sonoro.

Nota: El proceso de análisis de impacto sonoro mediante visión artificial comienza con la captura de imágenes y videos utilizando cámaras estratégicamente ubicadas. Estas imágenes son procesadas para identificar, clasificar y medir la velocidad de los vehículos, además de contar el tráfico. Simultáneamente, los niveles de ruido son registrados por sensores acústicos, y los datos obtenidos se correlacionan y analizan para generar mapas de ruido e informes detallados sobre el impacto sonoro en la zona estudiada.

Wencheng et al. (2024) destacan que, en el ámbito de la prevención y control del ruido ambiental, se priorizan los instrumentos de regulación directa sobre los incentivos económicos, generando un desequilibrio estructural. Asimismo, la implementación de las políticas no recibe la atención adecuada, lo que subraya la necesidad de reforzar la coherencia en esta etapa crítica. En relación con los enfoques regulatorios, se subestima la eficacia de las medidas para mitigar el ruido y el tráfico, lo que pone de manifiesto la importancia de mejorar su adaptabilidad y operatividad.

La figura 10 se muestra cómo la integración de algoritmos de aprendizaje automático, como el regresor de Bosques Aleatorios, con sistemas de visión artificial en la CT resulta efectiva para gestionar la contaminación acústica. Estos modelos permiten predecir los niveles de ruido en función de variables como la hora del día, la fuente sonora y las condiciones ambientales. La combinación de datos visuales y sonoros optimiza las intervenciones en áreas con altos niveles de ruido. Además, la validación cruzada y la optimización de hiperparámetros

garantizan la precisión y eficiencia del sistema, permitiendo decisiones en tiempo real. Esta sinergia tecnológica facilita la reducción del impacto del ruido, promoviendo un entorno urbano más saludable y habitable para los residentes de la CT.

Figura 11

Algoritmo de predicción sobre el nivel de ruido

```
python
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split, GridSearchCV, cross_val_score
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error, r2_score
from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder
from sklearn.compose import ColumnTransformer
from sklearn.pipeline import Pipeline

# Cargar datos
data = pd.read_csv('data.csv')

# Preprocesamiento de datos
# Convertir variables categóricas a numéricas
categorical_features = ['TipoFuenteRuido', 'CondicionAmbiental']
one_hot = OneHotEncoder()
transformer = ColumnTransformer([("one_hot", one_hot, categorical_features)])

# Dividir el conjunto de datos para entrenamiento y prueba
X = data[['Hora', 'TipoFuenteRuido', 'CondicionAmbiental']]
y = data['NivelRuido']

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Crear y entrenar el modelo
model = Pipeline(steps=[('transformer', transformer),
                        ('model', RandomForestRegressor(random_state=42))])

# Optimización de hiperparámetros (Ejemplo básico)
parameters = {
    'model__n_estimators': [100, 200],
    'model__max_depth': [None, 10, 20],
}

grid_search = GridSearchCV(model, parameters, cv=5)
grid_search.fit(X_train, y_train)

# Mejor modelo
best_model = grid_search.best_estimator_

# Evaluación con validación cruzada
cv_scores = cross_val_score(best_model, X_train, y_train, cv=5)
print(f"CV Mean Score: {np.mean(cv_scores)}")

# Hacer predicciones y evaluar el modelo
predicciones = best_model.predict(X_test)
print(f"MSE: {mean_squared_error(y_test, predicciones)}")
print(f"MAE: {mean_absolute_error(y_test, predicciones)}")
print(f"R^2: {r2_score(y_test, predicciones)}")
```

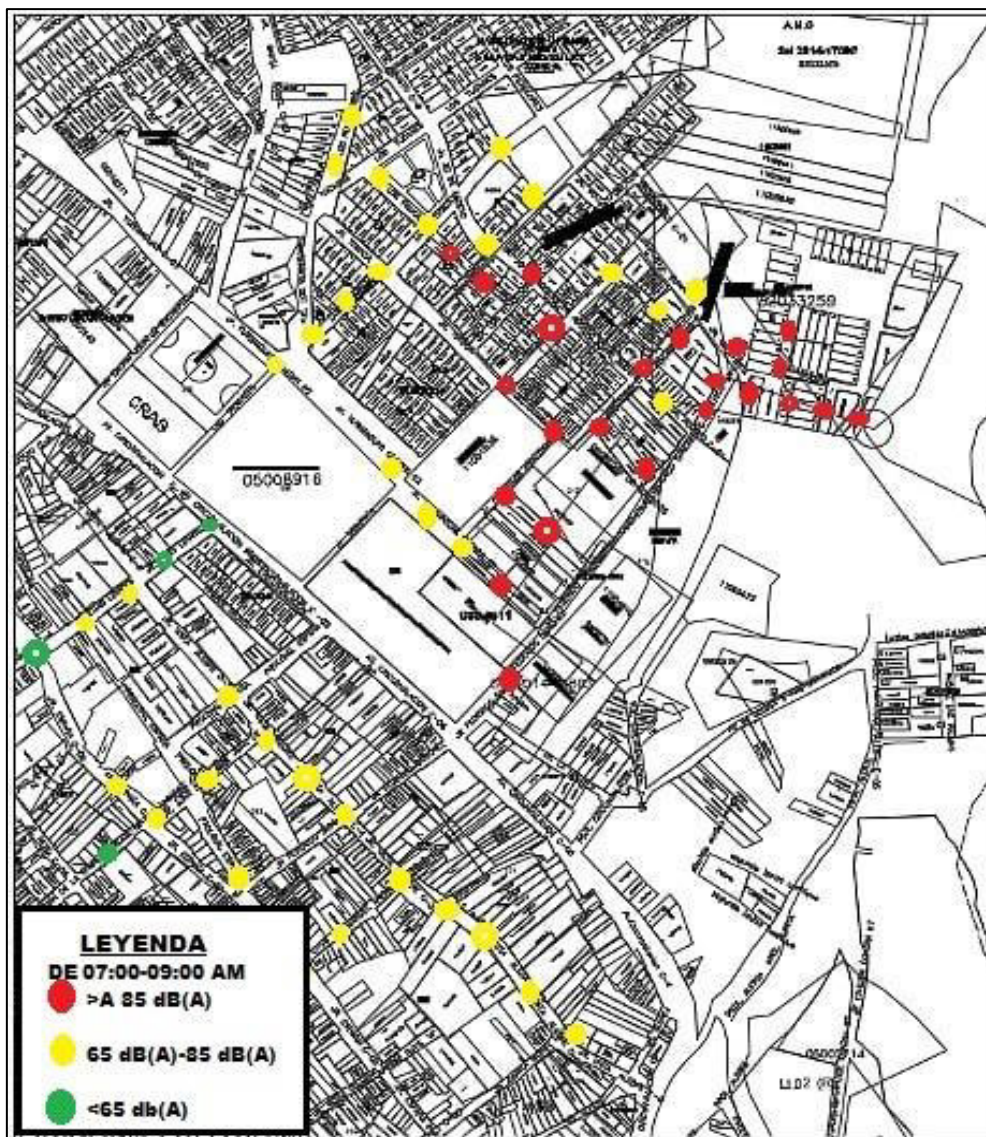
Nota: Este algoritmo utiliza datos sobre el tipo de fuente de ruido y las condiciones ambientales para predecir cuán ruidoso es un lugar, ayudando a identificar y mitigar áreas con niveles de ruido potencialmente perjudiciales para las personas, basado en Nolasco (2018). Elaboración propia utilizando Python.

En los mapas de impacto sonoro (Figuras 12, 13, 14), se representa de una manera secuencial lo que nos permite identificar los puntos críticos, considerando en la nomenclatura el triángulo de riesgo, para ello se considera el color rojo, esto quiere decir que se encuentran

expuestos los impactos sonoros entre los rangos de 86 dB y 100 dB, tomando como línea base cinco horas de medición permanente. Las calles y avenidas que están detalladas dentro del triángulo de riesgo sonoro, en los mencionados mapas de impacto sonoro.

Figura 12

Mapa de Impacto Sonoro de la Ciudad de Tarapoto – Cuadrante I

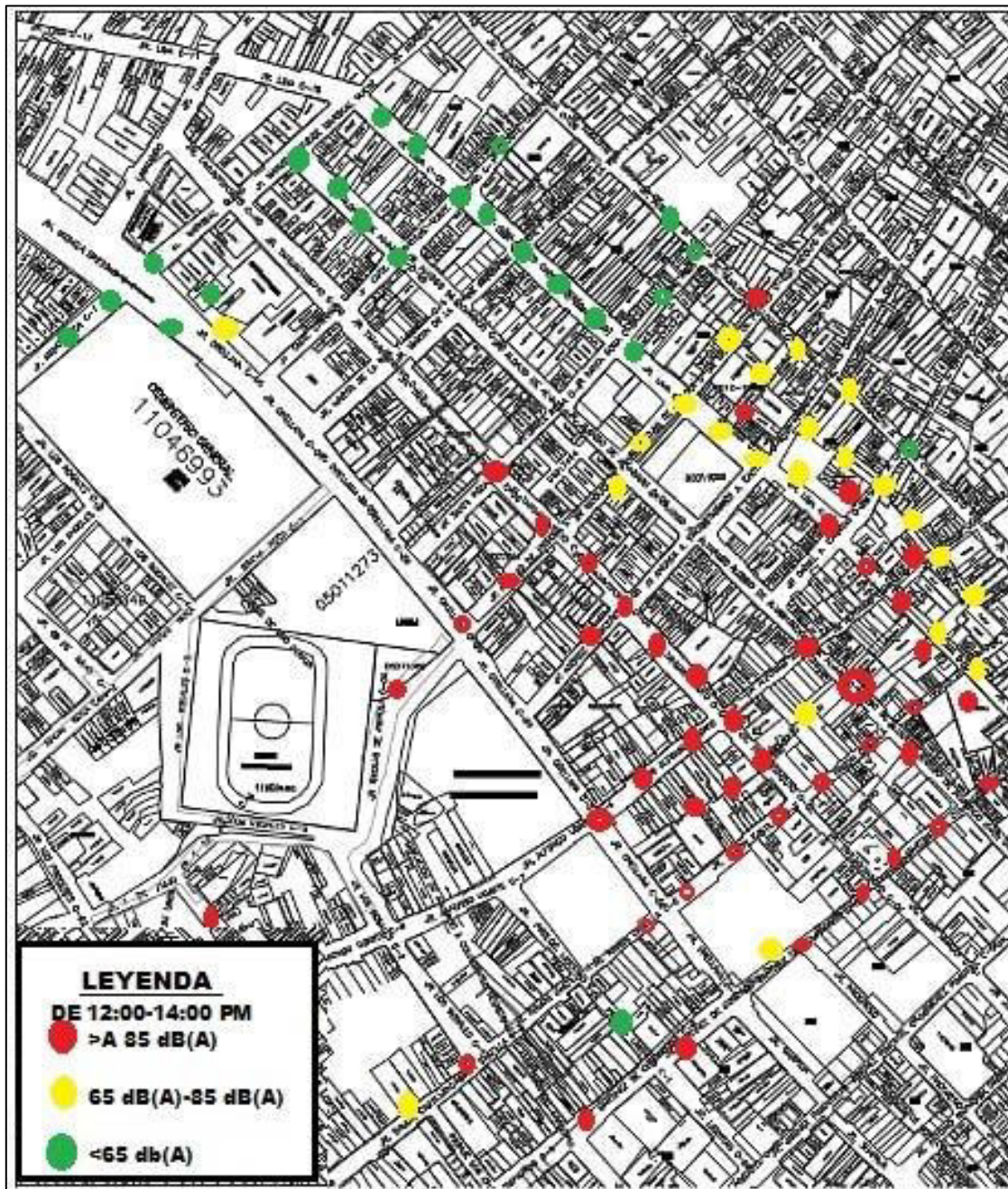


Nota: El siguiente cuadro muestra la ubicación de los puntos críticos en el primer cuadrante de la ciudad, categorizados por el nivel de impacto sonoro. Los puntos en color amarillo indican un incremento en el impacto sonoro, los puntos en color verde indican niveles de ruido y los puntos en color rojo señalan áreas donde el impacto acústico excede los LMP.

Fuente: Propia

Figura 13

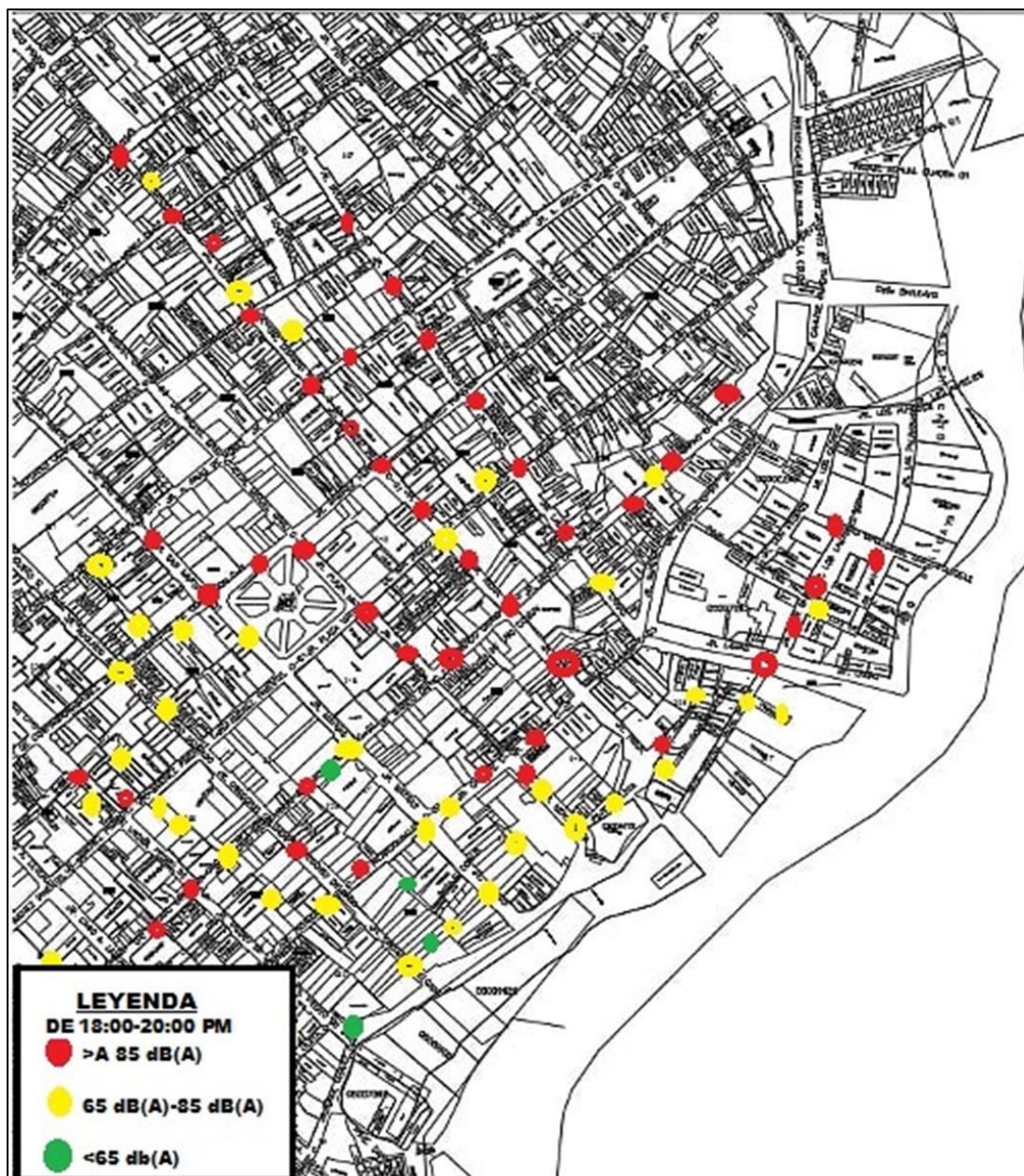
Mapa de Impacto Sonoro de la Ciudad de Tarapoto – Cuadrante II



Nota: El siguiente cuadro muestra la ubicación de los puntos críticos en el segundo cuadrante de la ciudad, categorizados por el nivel de impacto sonoro. Los puntos en color amarillo indican un incremento en el impacto sonoro, los puntos en color verde indican niveles de ruido dentro de los límites permitidos, y los puntos en color rojo señalan áreas donde el impacto acústico excede los LMP. Fuente: Propia

Figura 14

Mapa de Impacto Sonoro de la Ciudad de Tarapoto – Cuadrante IV



Nota: Se muestra la ubicación de los puntos críticos en el cuarto cuadrante de la ciudad, categorizados por el nivel de impacto sonoro. Los puntos en color rojo señalan áreas donde el impacto acústico excede los LMP. Fuente: Propia

El método basado en puntos de interés (POI) y mapas de ruido, descrito por Wang et al. (2018), se desarrolla en varias etapas. Primero, se regionaliza el área empleando las redes viales y se realiza un análisis de conglomerados para clasificar las regiones según las características de los puntos de interés. A continuación, se definen las regiones funcionales de

ruido ambiental (NFR) en el área urbana. Luego, se utilizan los puntos de interés cercanos para deducir el tipo de edificaciones presentes. Finalmente, se analiza la atracción que ejercen los distintos tipos de edificios y se estima la población total en cada región.

3.7 Procedimientos

Se emplearon técnicas estadísticas, como la correlación de Pearson, estadística descriptiva y gráficos de normalidad, para analizar los datos recopilados. Se compararon las fluctuaciones acústicas en los puntos de control establecidos en los mapas de ruido. Los análisis se realizaron empleando los softwares SPSS 21 y JAMOVI. Los resultados muestran una correlación directa entre el nivel de ruido y los efectos en la salud de los residentes en el área de influencia de Tarapoto.

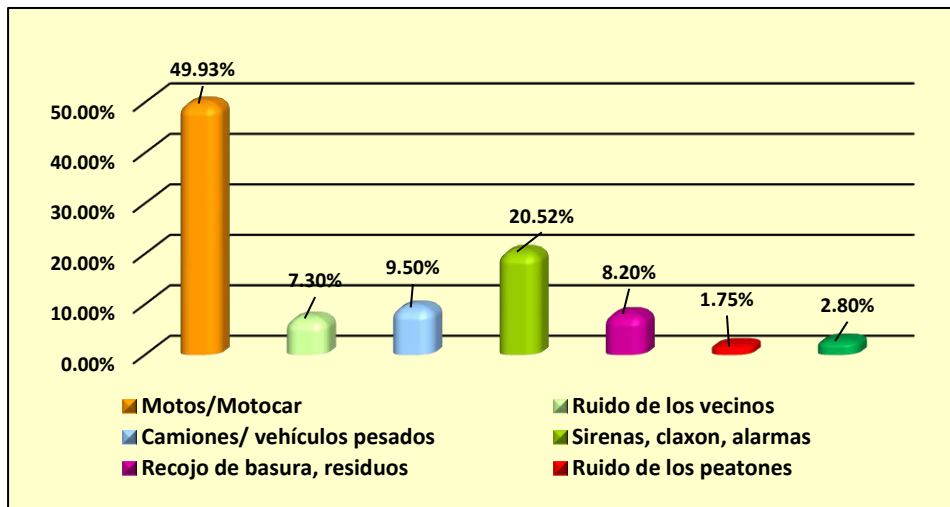
3.8 Análisis de datos

La contaminación sonora en ciudades como Tarapoto representa un desafío en aumento que perjudica la salud de los habitantes. Este estudio de datos tiene como objetivo evaluar sus efectos y ofrecer información crucial para aplicar acciones preventivas y correctivas, enfocadas en salvaguardar el bienestar de la población en un contexto de rápido crecimiento urbano.

¿Cuáles son las causas del ruido ambiental en su vivienda?, en cuanto a las fuentes que originan los mencionados ruidos, la principal es la generada por el tráfico rodado de motocicletas y motocar (49.93%), seguido del ruido de las emitidas por las sirena, claxon y alarmas (20.52%) y las ocasionadas por el ruido generado por los vehículos pesados (9.50%)

Figura 15

¿Cuáles son las causas del ruido ambiental en su vivienda?

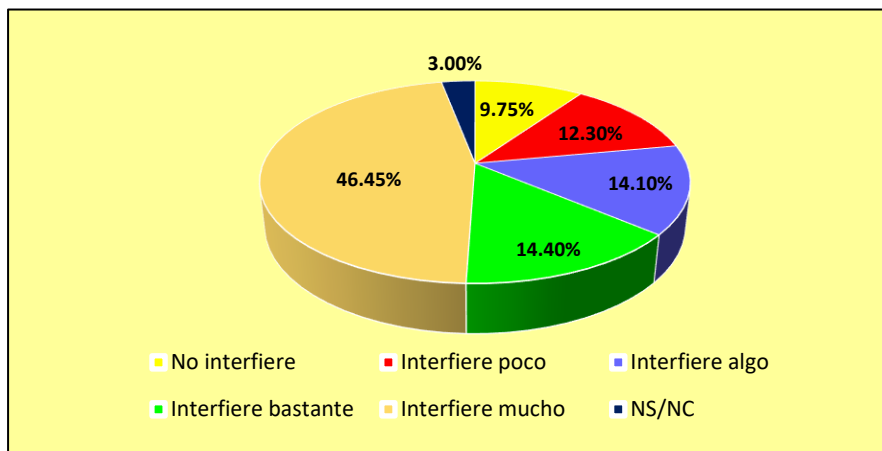


Fuente: Propia

¿Cuál es la interferencia entre el ruido ambiental en las actividades diarias de la población?, para el 46.45% de los entrevistados interfiere mucho el ruido ambiental en la actividad diaria, para el 14% interfiere mucho, las edades de los entrevistados en esta entrevista están comprendidas entre los 40 a más años, sin embargo, se puede apreciar que los jóvenes se encuentran comprendidos entre los grupos de NS/NC, No, Poco, Algo interfiere es decir a los que menos les molesta.

Figura 16

¿Cuál es la interferencia entre el ruido ambiental en las actividades diarias de la población?

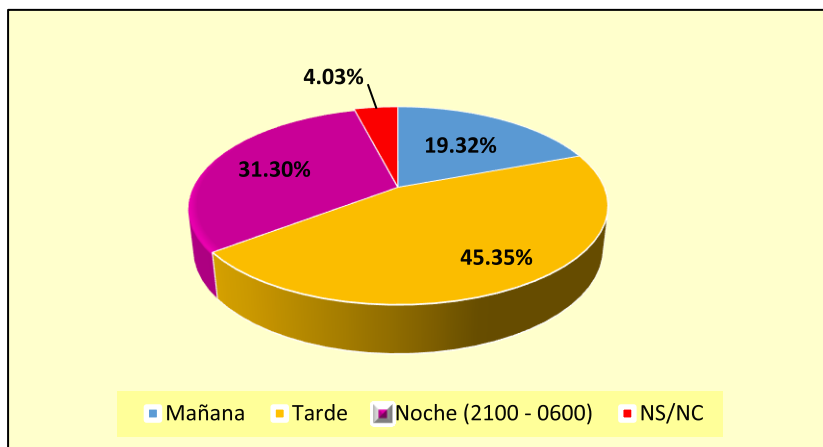


Fuente: Propia

¿Cuál es la hora del día en el que la interferencia del ruido ambiental le causa una molestia?, el 45.35% de los entrevistados manifiesta que en las tardes es el momento en donde el ruido se hace muy molesto para los pobladores, seguido del producido en las noches con un 31.30%.

Figura 17

¿Cuál es la hora del día en el que la interferencia del ruido ambiental le causa una molestia?

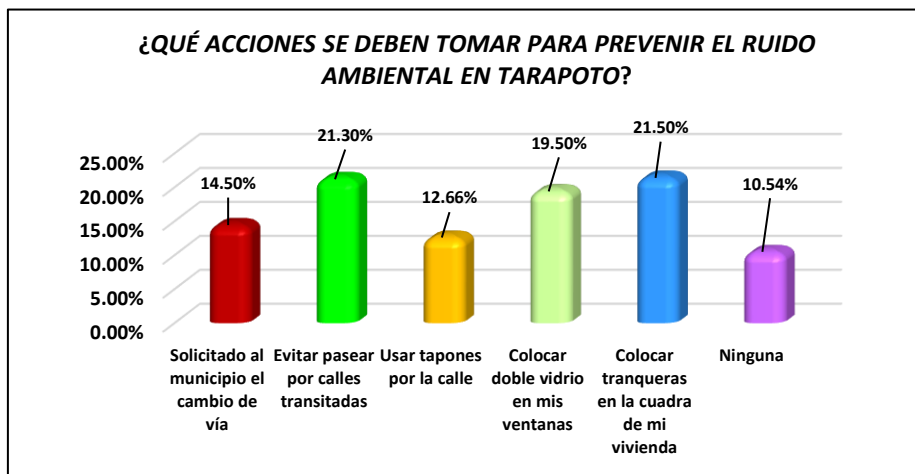


Fuente: Propia

¿Qué acciones se deben tomar para prevenir el ruido ambiental en Tarapoto?, de acuerdo a lo especificado por los entrevistados la medida más drástica que tomarían los vecinos es la colocar tranqueras en la cuadra de su vivienda con un 21.50%, evitar pasear por las calles transitadas en un 21.30% y colocar doble vidrio en las ventanas de sus viviendas en un 19.50%.

Figura 18

¿Qué acciones se deben tomar para prevenir el ruido ambiental en Tarapoto?

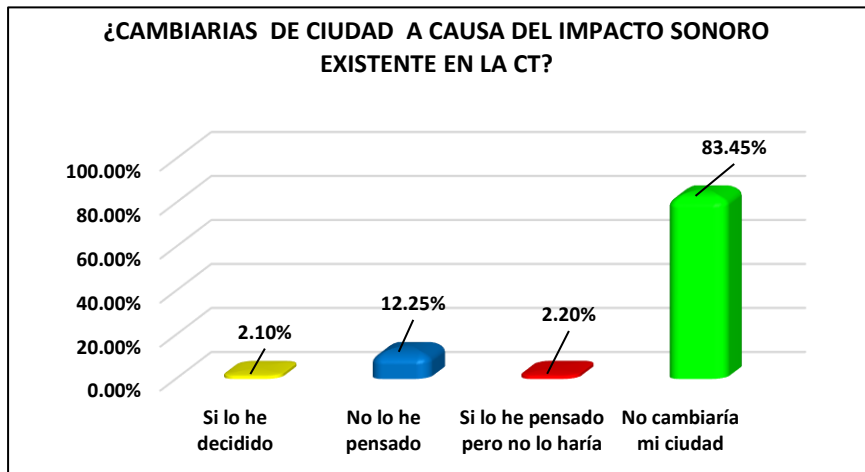


Fuente: Propia

¿Cambiarías de ciudad a causa del impacto sonoro que existe en la ciudad de Tarapoto?, los entrevistados pese a en anterior pregunta tienen dificultades con el ruido producido, sin embargo, el 83.45% no cambiaría su ciudad y solo el 2.10% si decido cambiarse de ciudad.

Figura 19

¿Cambiarías de ciudad a causa del impacto sonoro existente en la ciudad de Tarapoto (CT)?

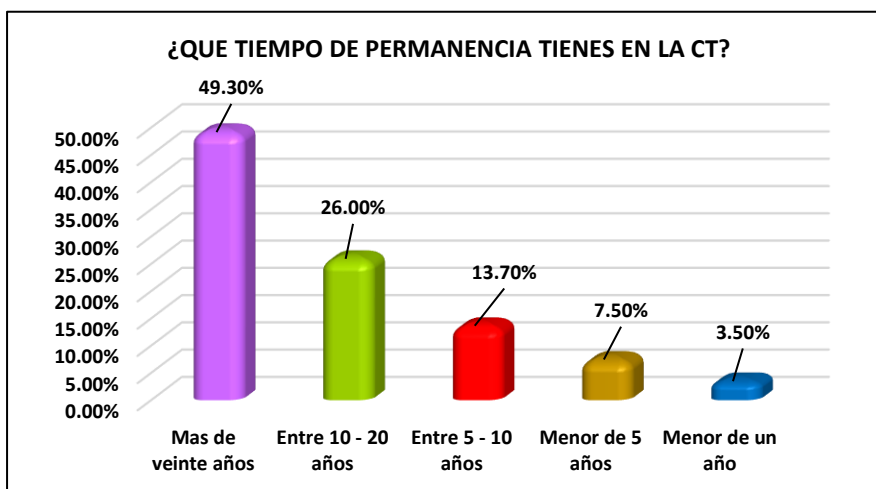


Fuente: Propia

¿Qué tiempo de permanencia tienes en la ciudad de Tarapoto?, de los entrevistados el 49.30% tiene una permanencia mayor a los veinte años, así mismo el 26.00% aproximadamente, el 10% a 20% de la población de Tarapoto tiene entre 10 y 20 años.

Figura 20

¿Qué tiempo de permanencia tienes en la Ciudad de Tarapoto (CT)?

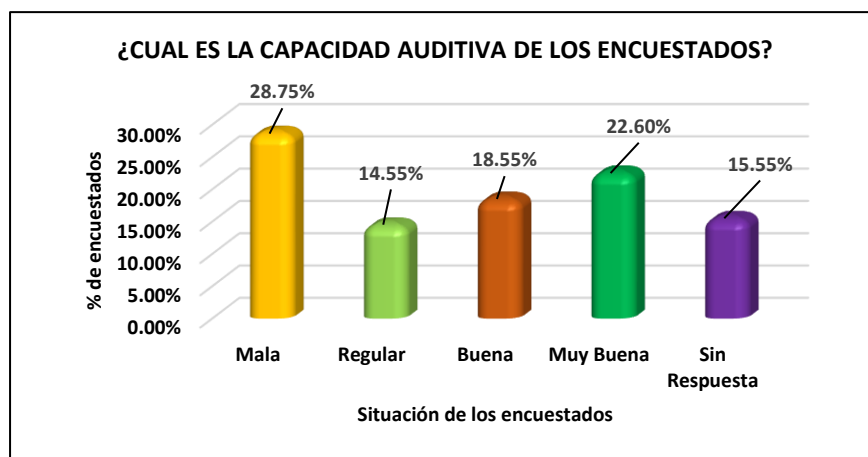


Fuente: Propia

¿Cuál es la capacidad auditiva de los encuestados?, de acuerdo a los encuestados un 28.75% manifiesta que su capacidad auditiva es mala, sin embargo, el 22.60% manifiesta que su capacidad auditiva es muy buena.

Figura 21

¿Cuál es la capacidad auditiva de los encuestados?

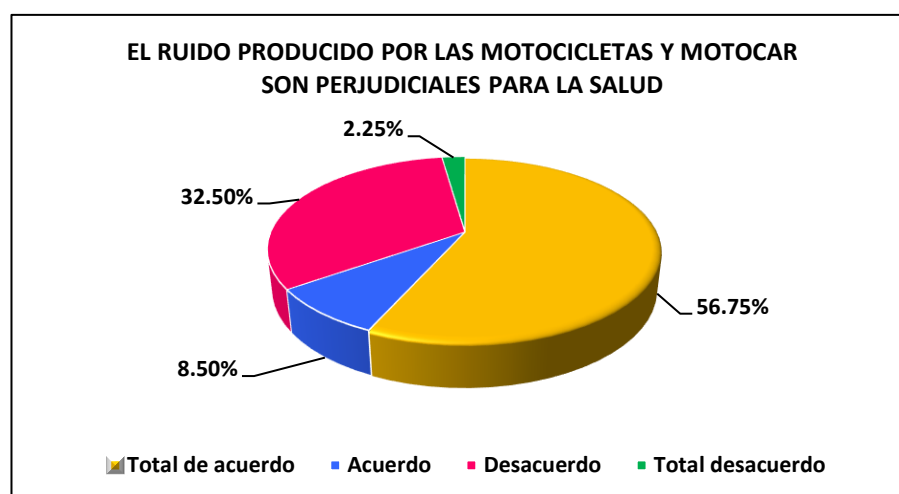


Fuente: Propia

¿El ruido producido por las motocicletas y motocars son perjudiciales para la salud?, el 56.75% de los entrevistados la gran mayoría está de acuerdo en que el ruido causado por motocicletas y motocars es perjudicial para la salud de la población, mientras que menos del 2.5% está en total desacuerdo.

Figura 22

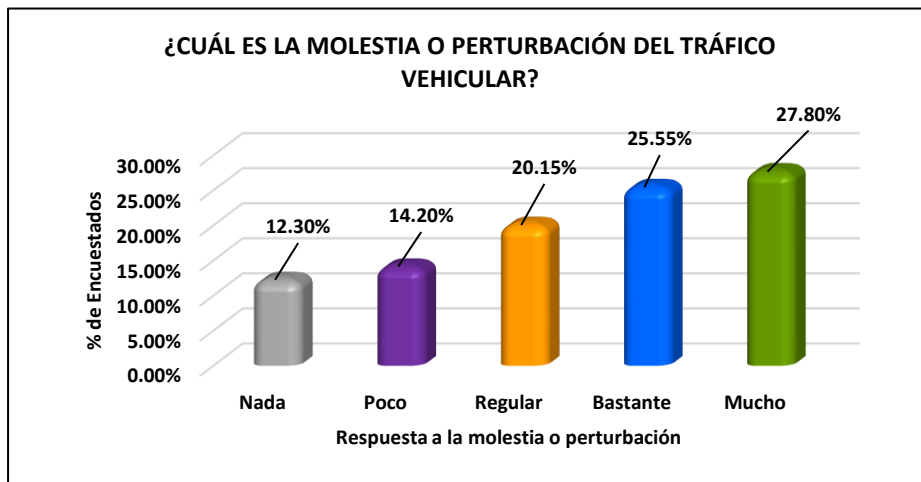
El ruido producido por las motocicletas y motocar son perjudiciales para la salud



Fuente: Propia

Figura 23

¿Cuál es la molestia o perturbación del tráfico vehicular?



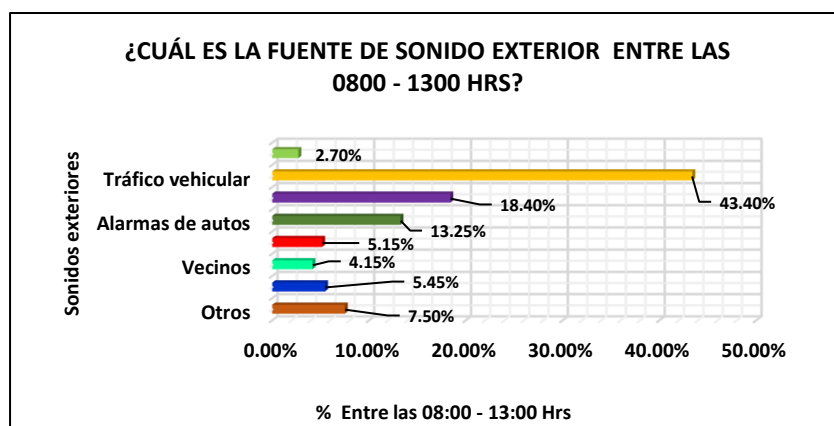
Fuente: Propia

35

¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 0800 – 1300 hrs?, de acuerdo a lo expresado por los entrevistados se les hizo las preguntas donde ellos expresan en un 43.40% que el tráfico vehicular (Motocicletas, motocars, y vehículos ligeros y mayores), son los que mayor sonido producen, el claxon de los vehículos representa el 18.40%, otro contaminante auditivo se considera a la alarma de los vehículos especialmente en zonas donde se encuentran estacionados.

Figura 24

¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 0800 - 1300 hrs?

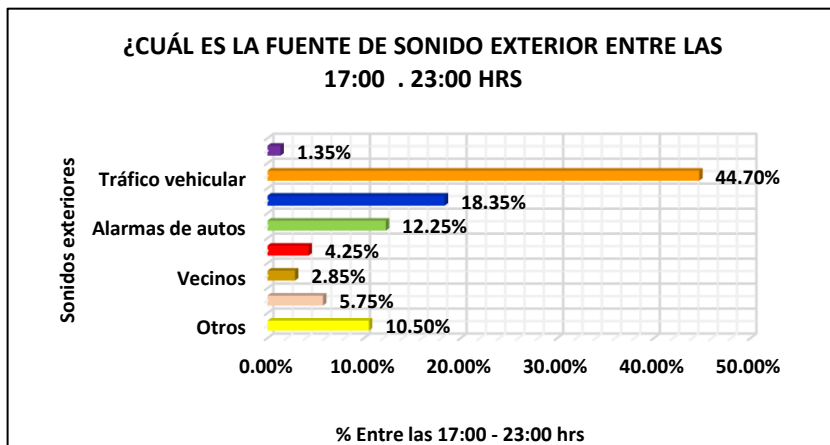


Fuente: Propia

¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 1700 – 2300 hrs?, en contraste con el cuadro anterior la fuente de sonido exterior que cusa mayor impacto se encuentra en el tráfico vehicular con un 44.70%, con un 18.35% debido al claxon de vehículos.

Figura 25

¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 17:00 y 23:00 hrs

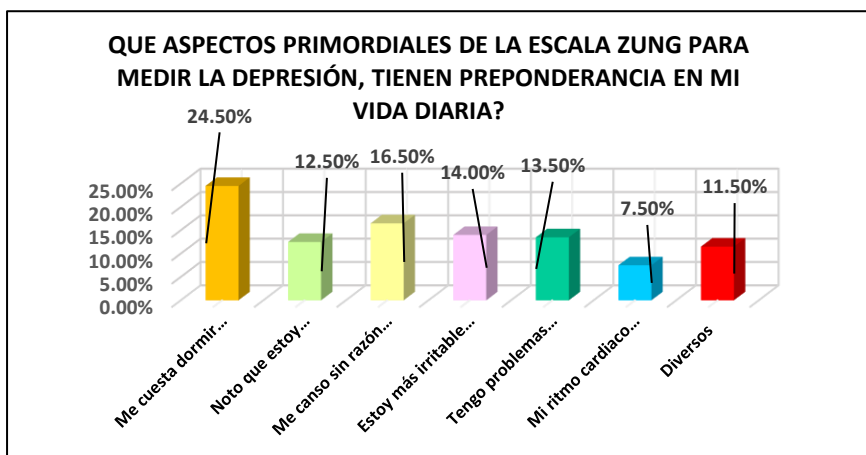


Fuente: Propia

¿Cuáles son los síntomas más comunes que percibe la población de Tarapoto debido al ruido del tráfico y que podrían llevar a la depresión? El 24.5% manifiesta dificultad para dormir, el 14% se siente más irritable, el 7.7% percibe un aumento en su ritmo cardíaco, y el 11.5% presenta múltiples síntomas afectados por el ruido vehicular.

Figura 26

¿Qué aspectos de la escala Zung para medir la depresión, tiene prioridad en mi vida diaria?



Fuente: Propia

¿En qué medida favorecerán las medidas presentadas en este estudio para minimizar los impactos sonoros como resultado del ruido producido por el tráfico de vehículos en la CT?, el 14% manifiesta que no servirá de nada las medidas presentadas en este estudio debido a la decisión de las autoridades, sin embargo, existe un 26 % que percibe que estas medidas serán adoptadas regularmente por las autoridades, existe un 47% de personas que perciben que las medidas presentadas por el presente estudio servirá para ralentizar el ruido producido por los vehículos en la CT siempre y cuando las autoridades tomen en serio este problema de salud.

IV. RESULTADOS

4.1 Contrastación de Hipótesis

Los ruidos más frecuentes en Tarapoto tienen un impacto considerable y que están afectando la salud de los pobladores, ocasionando se incremente la ansiedad de las personas específicamente los comprendidos entre los 35 y 70 años (tabla 21), debido al incremento del parque automotor de vehículos menores los denominados motocars debido a que en un 95% de estos vehículos no tienen ningún tipo de control sobre los tubos de escape los cuales se encuentran modificados emitiendo un mayor ruido a lo diseñado en su fabricación.

El sistema de control a adoptarse, para disminuir los niveles elevados de contaminación acústica en Tarapoto, es crucial implementar medidas integrales que aborden el aumento de vehículos menores (Motocars) que puede tener un impacto negativo en la salud de la población. Es fundamental tomar acciones drásticas para reducir la contaminación sonora y prevenir graves consecuencias para la población.

La ejecución de un programa integral disminuirá la contaminación acústica en Tarapoto - San Martín, con el objetivo de reducir al mínimo los efectos en la salud de las personas, se busca implementar medidas multisectoriales que beneficien a toda la población y cumplan con los estándares establecidos por la OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS)

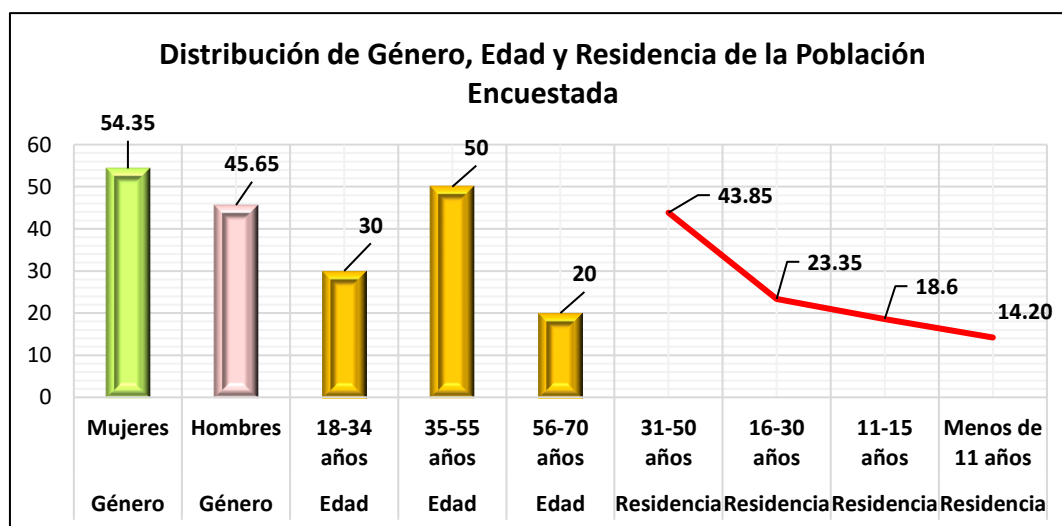
4.2 Análisis e interpretación

Los resultados de las concentraciones de contaminación acústica se presentan en los cuadros y tablas, permitiendo identificar con precisión las áreas donde se registra el mayor impacto acústico negativo en Tarapoto. La población encuestada en este estudio se compone de 54.35% mujeres y 45.65% hombres, con edades comprendidas entre los 18 y 70 años, predominando el grupo de personas entre los 35 y 55 años. Del total de encuestados, el 43.85% vive o trabaja dentro del área de estudio permaneciendo entre los 31 a 50 años. El 23.35% ha

estado en la zona de 16 a 30 años, el 18.60% ha estado en la zona de estudio por períodos entre 11 a 15 años, y el 14.20 por menos de once años.

Figura 27

¿Cuál es la distribución de Género, edad y residencia de la población encuestada y su Exposición a la Contaminación Acústica en Tarapoto?



Nota: El cuadro muestra la prevalencia de enfermedades cardiovasculares atendidas en el hospital de Tarapoto, destacando un descenso significativo en los casos desde 2018 hasta marzo de 2020.

El impacto acústico en diferentes grupos etarios revela importantes implicaciones en la salud mental y emocional. Según la figura 27, se observa una clara relación entre la edad y el incremento de problemas auditivos y mentales, así como el grado de depresión asociado. En el grupo de menores de 50 años, el 15% presenta problemas auditivos y el 10% problemas mentales, con un grado de depresión normal. Entre los 50 y 59 años, estos porcentajes aumentan a 25% y 20%, respectivamente, con un grado de depresión leve. En el grupo de 60 a 69 años, los problemas auditivos ascienden al 35% y los problemas mentales al 30%, resultando en una depresión moderada a marcada. Finalmente, en el grupo de 70 años o más, el 50% sufre problemas auditivos y el 45% problemas mentales, con un grado de depresión severa. Este patrón sugiere una correlación entre el deterioro auditivo y el aumento de problemas mentales y depresión a medida que se envejece, indicando que la pérdida auditiva podría ser un factor

significativo que contribuye a la disminución de la salud mental y al incremento de la severidad de la depresión en la población mayor.

Tabla 9

Grado de depresión para medir el puntaje en la escala de Zung (Colbert, 2006)

GRUPO ETARIO	PROBLEMAS AUDITIVOS (%)	PROBLEMAS MENTALES (%)	GRADO DE DEPRESIÓN
Menos de 50 años	15%	10%	Normal
50-59 años	25%	20%	Depresión leve
60-69 años	35%	30%	Depresión moderada a marcada
70 años o más	50%	45%	Depresión severa

Nota: La exposición crónica al ruido puede incrementar los niveles de estrés y ansiedad, exacerbando la depresión con la edad. Los menores de 50 años muestran resiliencia, mientras que los de 50-59 años presentan depresión leve y los de 60-69 años, depresión moderada. Los mayores de 70 años, más sensibles al ruido, experimentan depresión severa.

El análisis de la tabla 9, muestra que el impacto sonoro en la ciudad de Tarapoto afecta significativamente la salud de sus habitantes, particularmente en relación con problemas auditivos y mentales, con una marcada variación según el grupo etario. Los menores de 50 años presentan una menor incidencia de problemas auditivos (15%) y mentales (10%), y un grado de depresión normal. No obstante, en los grupos etarios mayores, estos porcentajes se incrementan de manera sustancial, alcanzando un 50% de problemas auditivos y un 45% de problemas mentales en personas de 70 años o más, con niveles de depresión severa. Esto sugiere que el ruido ambiental contribuye de manera importante al deterioro de la salud en la población de Tarapoto.

Tabla 10

Casos presentados de pérdida de audición en los hospitales de la ciudad de Tarapoto en los años 2,018, 2,019 y 2020 (marzo)

N°	DESCRIPCIÓN DE AFECCIONES AUDITIVAS Y CARIOVASCULARES PRESENTADAS EN LA LOCALIDAD DE TARAPOTO	CASOS ATENDIDOS						TOTAL
		HOSPITAL DE ESSALUD			HOSPITAL MINSA			
		2018	2019	2020	2018	2019	2020	
01	Pérdida auditiva debido a la exposición al ruido	169	437	123	175	167	113	892
02	Otitis Media	468	525	144	167	205	130	750
03	Tinnitus	502	573	135	287	201	131	1075
04	Hipoacusia	561	553	139	197	212	128	1132
05	Hipertensión Arterial	535	570	134	421	379	126	2352
06	Prevalencia de enfermedades cardiovasculares	558	582	110	399	275	129	1557
07	Arritmias	744	697	169	311	196	147	1202
08	Insuficiencia Cardíaca	833	816	177	307	231	194	1279

Nota. Formulado por el investigador de acuerdo a información proporcionada por las instituciones de salud (ESSALUD, MINSA) de la localidad de Tarapoto. (información hasta marzo 2020- inicio emergencia sanitaria covid-19). No se considera los nombres de los pacientes por no disponer el consentimiento para su publicación.

De acuerdo a lo expresado en la tabla 10, el análisis de los datos sobre los casos de afecciones auditivas y cardiovasculares atendidos en los hospitales de Essalud y MINSA en Tarapoto entre 2018 y marzo de 2020 revela una carga significativa de enfermedades, con variaciones notables entre los sistemas de salud y los tipos de patologías tratadas. Es importante destacar que en 2020 solo se consideran los tres primeros meses, debido a la emergencia sanitaria causada por la pandemia de COVID-19, la cual afectó de manera importante la atención médica en la región.

En 2018, Essalud registró 4370 casos en total, mientras que MINSA reportó 2264 casos. Dentro de las principales afecciones auditivas, la pérdida de audición por exposición laboral fue relevante, con 169 casos en Essalud y 175 en MINSA, además de la otitis media, que presentó 468 casos en Essalud y 167 en MINSA. Los casos de Tinnitus ascendieron a 502 en Essalud y 197 en MINSA, lo que indica un impacto considerable del ruido en la población. En

cuanto a las afecciones cardiovasculares, la insuficiencia cardíaca se destacó con 833 casos en Essalud y 307 en MINSA, siendo esta una de las patologías más prevalentes.

En 2019, Essalud mostró un incremento total de casos, alcanzando 4753 casos, mientras que MINSA registró una reducción a 1866 casos. Las afecciones auditivas como la pérdida de audición y el Tinnitus continuaron aumentando, con 437 casos de pérdida auditiva en Essalud y 167 en MINSA, además de 573 casos de Tinnitus en Essalud frente a los 201 de MINSA. La otitis media también mostró una alta prevalencia, con 525 casos en Essalud y 205 en MINSA. Las patologías cardiovasculares, como la insuficiencia cardíaca, evidenciaron una leve disminución, registrando 816 casos en Essalud y 231 en MINSA.

En los primeros tres meses de 2020, se atendieron 194 casos en Essalud y 135 en MINSA. A pesar de que la pandemia restringió el acceso a los servicios de salud, las afecciones auditivas y cardiovasculares, tales como la hipoacusia y las arritmias, continuaron siendo prevalentes. Por ejemplo, ya se habían registrado 85 casos de pérdida auditiva en Essalud y 50 en MINSA durante el primer trimestre, lo que proyectaba un posible incremento similar al de los años anteriores si no hubiera ocurrido la emergencia sanitaria.

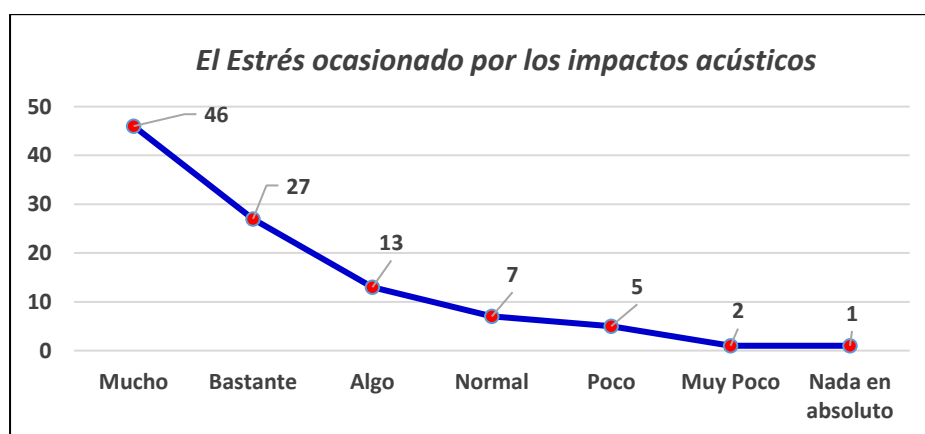
Estos datos sugieren que las afecciones auditivas y cardiovasculares en Tarapoto están fuertemente influenciadas por factores ambientales y laborales, como la exposición al ruido y otros riesgos urbanos. A pesar de la reducción de casos en marzo de 2020 debido a la reorientación de recursos médicos hacia la atención de la emergencia sanitaria y las restricciones de movilidad, estas enfermedades continuaron mostrando una prevalencia significativa. Tanto Essalud como MINSA atendieron un volumen considerable de casos, con un notable aumento en afecciones auditivas como la pérdida de audición por exposición laboral y el Tinnitus entre 2018 y 2019, lo que subraya la necesidad de implementar medidas preventivas. En cuanto a las afecciones cardiovasculares, como la insuficiencia cardíaca y las

arritmias, aunque se observó una ligera disminución en 2019, las proyecciones para 2020 sugieren que, de no haber ocurrido la pandemia, estas tendencias habrían continuado al alza.

Sin la pandemia de COVID-19, es probable que en 2020 hubiera continuado el aumento en los casos de afecciones auditivas y cardiovasculares observados en años anteriores. En Essalud, los casos habrían superado los 4,753 de 2019, especialmente en pérdida auditiva por ruido y Tinnitus, mientras que en MINSA se esperaban incrementos en otitis media y arritmias. Las restricciones no solo redujeron la atención hospitalaria regular, sino que también ocultaron un posible aumento en la demanda de servicios médicos para estas patologías.

Figura 28

El Estrés ocasionado por los impactos acústicos



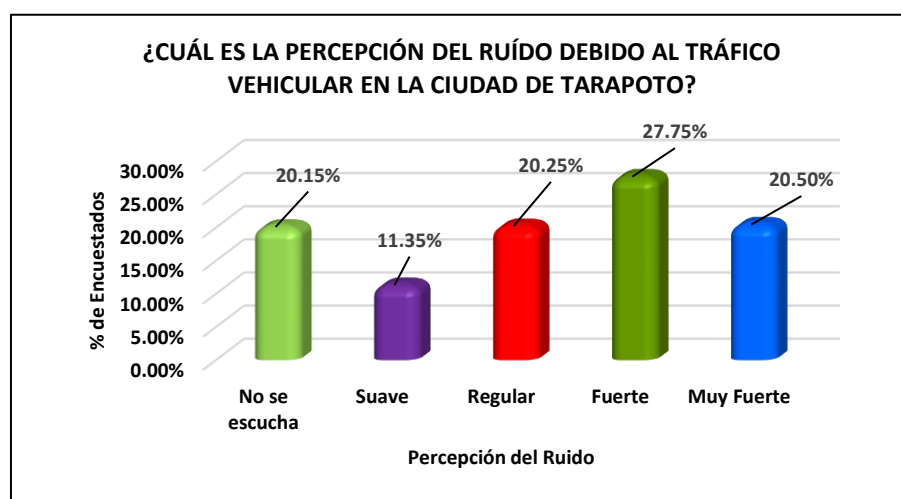
Nota. Formulado por el investigador de acuerdo a información de los pobladores de la CT

La figura 28 expresa que el estrés ocasionado por el ruido de los mototaxis en la CT muestra que, de un total de 450 personas encuestadas, aproximadamente el 46% reporta sentir mucho estrés, seguido por un 27% que siente bastante estrés, y un 13% que experimenta algo de estrés. Solo un 7% considera el nivel de estrés normal, mientras que el 5% siente poco estrés, el 2% muy poco estrés, y apenas el 1% no experimenta ningún estrés por el ruido. Estos datos indican que una gran mayoría (74%) de los encuestados está significativamente afectada por el ruido de los mototaxis. Dado el elevado impacto, es fundamental que las autoridades locales adopten acciones para disminuir el ruido, como establecer normas más rigurosas sobre el uso

de dispositivos silenciadores y la regulación del ruido vehicular, con el objetivo de reducir la contaminación sonora en la CT y mejorar el bienestar de sus residentes. La urgencia de enfrentar esta situación resalta la importancia de diseñar políticas públicas eficientes que regulen la circulación de mototaxis y fomenten un entorno urbano más tranquilo y saludable.

Figura 29

¿Cuál es la percepción del ruido debido al tráfico vehicular en la ciudad de Tarapoto?



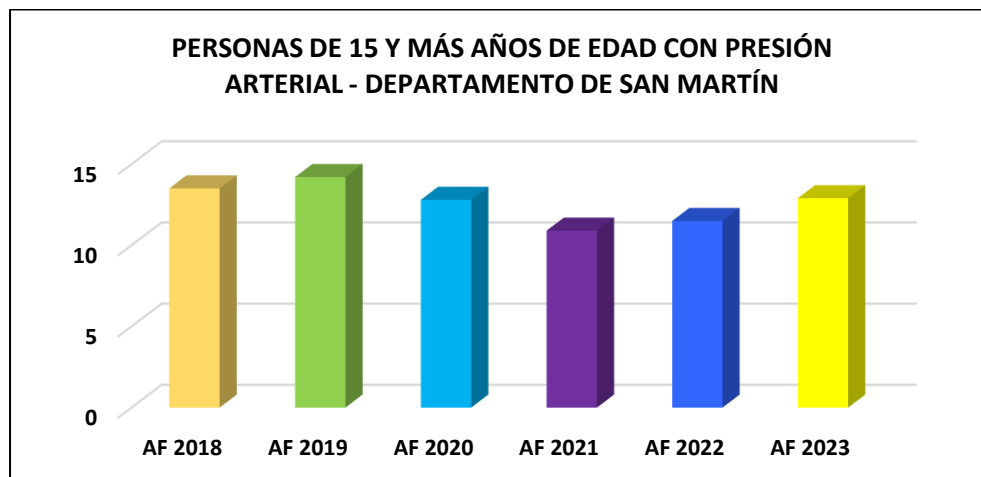
Fuente: Propia

En la figura 29, el análisis de la percepción del ruido debido al tráfico vehicular en la ciudad de Tarapoto revela una distribución variada entre los encuestados. Un 27.75% de la población percibe el ruido como fuerte, mientras que un 20.50% lo considera muy fuerte, lo que indica que casi el cincuenta por ciento de los encuestados sufre de un nivel de ruido significativo. Por otro lado, el 20.25% describe la percepción del ruido como regular, situándose en un punto intermedio de la escala. Además, un 20.15% de los encuestados manifiesta que el ruido es prácticamente imperceptible, y un 11.35% lo considera suave. Estos resultados reflejan una notable variabilidad en la percepción del ruido vehicular, lo cual sugiere que la contaminación acústica es una preocupación relevante en Tarapoto y podría estar influyendo negativamente en la salud de los habitantes. La exposición prolongada a elevados niveles de ruido puede ocasionar daños auditivos, generar estrés y provocar otros efectos

negativos en la salud. Por ello, es esencial establecer acciones de control y reducción del ruido en zonas urbanas con gran tráfico vehicular, con el fin de mejorar el bienestar de los habitantes.

Figura 30

Personas de 15 y más años de edad con presión arterial – Departamento de San Martín



Nota: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles. Fuente: INEI - Encuesta Demográfica y de Salud Familiar.

Según la figura 29, la cantidad de personas de 15 años y más con presión arterial en la Región de San Martín presentó variaciones desde el año fiscal 2018 hasta el 2023. En el AF 2018, se registraron aproximadamente 14 personas afectadas, aumentando a 15 en el AF 2019, el valor más alto del período. En el AF 2020, la cifra disminuyó a cerca de 13 personas, continuando con una tendencia descendente en el AF 2021, con aproximadamente 11 personas. Posteriormente, en el AF 2022, se observa un leve incremento a 12 personas, y en el AF 2023, un aumento ligero a 13 personas. Esta fluctuación podría estar relacionada con la contaminación acústica, ya que la exposición prolongada a niveles elevados de ruido ambiental contribuye al desarrollo o agravamiento de problemas de salud como la hipertensión arterial. El ruido constante puede provocar estrés crónico, alteraciones del sueño y respuestas fisiológicas que afectan la presión arterial, lo que sugiere que las variaciones observadas podrían reflejar el impacto de factores ambientales, especialmente en áreas urbanas o cercanas a fuentes de contaminación acústica.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La rápida urbanización de Tarapoto ha elevado los niveles de ruido del tráfico, afectando adversamente el entorno acústico y la calidad de vida. De acuerdo a lo expresado por Yadav et al. (2022), este estudio se enfoca en desarrollar medidas normativas, legales y de ordenamiento territorial para intersecciones, explorando las interrelaciones entre factores, alineándose con las propuestas de. La falta de atención y políticas públicas genera incertidumbre en la gestión ambiental. Proponemos un modelo que favorezca la sinergia entre una ciudad peatonal y su parque automotor, priorizando la movilidad sostenible. Nuestra estrategia, respaldada por acciones normativas y legales, busca reducir la contaminación acústica y otros impactos (Murray, 2019).

Schiller y Kenworthy (2017) ofrece una perspectiva afín, centrada en acciones normativas y legales para mitigar la contaminación acústica en intersecciones urbanas. Su enfoque, basado en desarrollo sostenible y transporte, se alinea con nuestro objetivo de desarrollar un modelo integral que incida en la normativa y el ordenamiento territorial para abordar eficazmente la contaminación acústica.

El desordenado ordenamiento territorial en Tarapoto ha causado una pérdida evidente de control vial, con la concentración de impactos ambientales negativos. A pesar de contar con una vía importante como la marginal FBT, la región no ha experimentado un desarrollo significativo. El crecimiento económico y las facilidades de pago de centros comerciales han impulsado el aumento del parque automotor, generando mayor contaminación acústica y pérdida de hábitats urbanos. La falta de implementación de políticas públicas, señalada por Yadav et al. (2022) y Murray (2019), inciden en la relevancia de nuestro estudio, que busca desarrollar medidas normativas y legales para contrarrestar la contaminación acústica.

Weijun et al. (2020) sugieren que la eficiencia y conectividad entre barrios son cruciales para la productividad de una ciudad, destacando la importancia del trazado urbano; Mejorar la planificación y regulación urbana es clave para el progreso, respaldando políticas de diseño inteligente, como sugieren. La falta de una política integral de transporte municipal impacta negativamente en el bienestar, descuidando la infraestructura vial y la planificación para mejorar el transporte. Esto convierte al transporte no motorizado en uno de los medios más inseguros. El crecimiento acelerado de vehículos Mototaxis genera problemas significativos, resaltando la necesidad de revisar y fortalecer regulaciones existentes para garantizar un transporte seguro y eficiente.

Tabla 11

Condición del parque vehicular en la ciudad de Tarapoto

DESIGNACIÓN	CANTIDAD TOTAL REGISTRADO	%
Vehículos de Tres ruedas (motocar)	21,800 (*)	55.00
Vehículos menores dos ruedas (motos lineales)	13,500	28.00
Vehículos mayores (**)	6,000	17.00
TOTAL	36,300	100.00

Nota. Situación del parque automotor en Tarapoto; (*) Del total 6,690 formalizaron al tramitar su Tarjeta Única de Circulación (TUC), (**). Desde autos pequeños de 640 kg hasta camiones. Fuente: Sub Gerencia de Tránsito MPSM – 2019.

Según tabla 11, indica que la contaminación acústica en la ciudad de Tarapoto (CT) está mayoritariamente generada por vehículos de tres ruedas (motocar), que representan el 55.00% del total con 21,800 unidades registradas. Los vehículos menores de dos ruedas (motos lineales) contribuyen con un 28.00%, sumando 13,500 unidades, mientras que los vehículos mayores constituyen el 17.00% restante con 6,000 unidades. En total, se registran 36,300 vehículos que impactan acústicamente en la zona, destacándose la preponderancia de los motocars como principales generadores de ruido en la CT. Se observa un crecimiento desordenado y no regulado del parque automotor, generando riesgos para la salud con impactos negativos en contaminación sonora y emisiones vehiculares. Los niveles de ruido han

aumentado constantemente, alcanzando en algunos casos a 104 dB "A" en horas punta, a partir de las 12:45 hrs.

En otra medición en la intersección de las avenidas Maynas y Antonio Raimondi, se registró un nivel de 109.6 dB "A" a las 12:45 hrs en esta investigación, en contraste con los 105 dB "A" a las 16:20 hrs en la misma ubicación. La variación puede atribuirse a la diferencia de horas en la toma de muestras. En una medición anterior por Ágreda (2000) en las intersecciones de las avenidas Alfonso Ugarte y Orellana, se obtuvo 105.6 dB "A" a las 13:25 hrs, contrastando con los 109.6 dB "A" registrados a las 13:00 hrs en esta investigación, posiblemente debido al tráfico intenso en horas punta con un flujo significativo de estudiantes.

La importancia de establecer parámetros de nivel de ruido en un área específica radica en considerar factores como la cantidad y tipo de vehículos, carga transportada, intensidad del tránsito, características viales, regulaciones de tráfico, configuración urbana y políticas de seguridad ambiental. En este contexto, la intensidad del tránsito emerge como un factor crucial que incide considerablemente en la movilidad en diferentes tipos de ciudades.

Este hallazgo coincide plenamente con nuestro estudio, ya que destaca el papel fundamental de la planificación territorial en la movilidad urbana. La disminución de los desplazamientos a pie en ciudades dispersas y el menor uso del automóvil en entornos compactos. Banister (2020) subraya la relevancia de considerar tanto la estructura urbana como los patrones de movilidad al abordar el problema de la contaminación acústica en nuestro contexto específico. Asimismo, la estrecha vinculación con la planificación territorial resalta la urgencia de adoptar enfoques integrales que equilibren factores sociales, demográficos y ambientales, lo que abre posibilidades para una movilidad más sostenible.

Durante la investigación de campo, se detectó la presencia de instituciones educativas en la zona urbana del centro histórico y comercial de Tarapoto. Estas se encuentran expuestas a niveles de ruido que varían entre 67 dB y 102 dB (A), excediendo notablemente el límite

permitido de 50 dB (A). La exposición prolongada a estos niveles de ruido puede tener efectos negativos sobre la salud de los estudiantes, como afecciones respiratorias, problemas cardiovasculares, trastornos digestivos, dificultades visuales y alteraciones en el sistema nervioso.

En la tabla 12, se registran los intervalos de niveles acústicos equivalentes (Leq) que varían entre 49.6 dBA y 84.9 dBA, con un promedio de 75.4 dBA y una desviación estándar de 5.6 dBA. Es crucial resaltar que se llevaron a cabo 323 mediciones de Leq en diversos puntos, revelando que el 66% de estas mediciones supera los 68 dBA. Esta superación de los límites máximos establecidos categoriza estos niveles como "inaceptables" para áreas residenciales.

Tabla 12

Valores de nivel acústico equivalente (Leq)

Nº	Leq (Nivel sonoro equivalente)	Cantidad	%
01	49.6 < Leq < 59 dBA	19	5.90
02	60 < Leq < 68 dBA	28	8.70
03	70 < Leq < 79 dBA	52	16.10
04	80 < Leq < 89 dBA	137	42.40
05	90 < Leq < 98 dBA	85	26.30
06	Leq > 100 dBA	2	0.60
Total:		323	100.00

Nota: para la formulación de este cuadro se consideró normativas y regulaciones existentes de acuerdo a los estándares internacionales y nacionales, esto significa que, aunque hay una base común, la aplicación puede variar dependiendo de factores locales, específicos de la MPSM, o incluso objetivos particulares de reducción de ruido. Elaboración propia

Resulta imperativo examinar la relación entre el ruido y la ansiedad, ya que la exposición al ruido activa el sistema nervioso simpático, desencadenando niveles de estrés, fatiga y desasosiego en las personas. La sobreexposición constante al ruido no solo puede acelerar la pérdida sensorial auditiva, sino también contribuir al envejecimiento prematuro. De

acuerdo con un informe diagnóstico de Essalud (2016) sobre individuos de 40 a 65 años en la Región de Tarapoto, se evidencia una pérdida auditiva progresiva, acompañada de un aumento en la prevalencia de enfermedades cardiovasculares. La persistencia de estos impactos negativos podría eventualmente desembocar en una pérdida total de la audición (Begou et al., 2020).

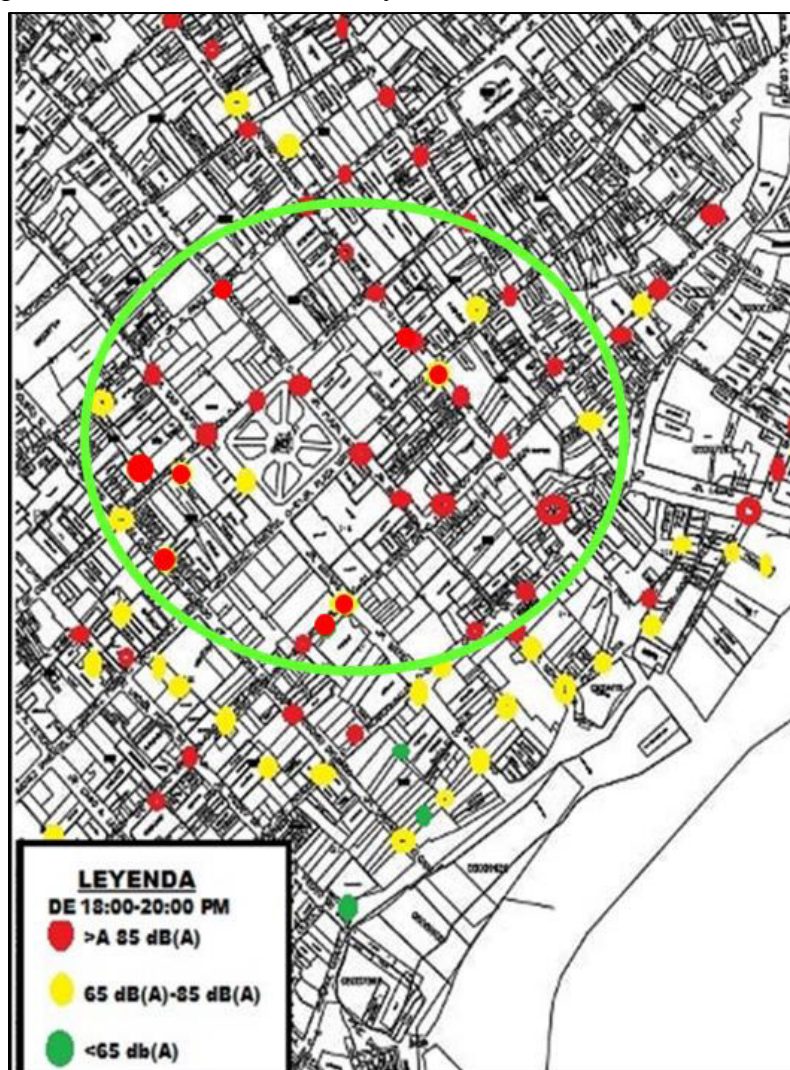
Según lo señalado por Begou et al. (2020) quienes destacan que la exposición continua a altos niveles de ruido puede generar, con el tiempo, una pérdida auditiva total. Al documentar la presencia de niveles sonoros alarmantes en áreas urbanas, especialmente entre los residentes de la CT, mi estudio resalta la gravedad del problema al mostrar que dichos niveles superan considerablemente los límites permitidos. Este hallazgo sugiere que la exposición constante a estas condiciones puede desencadenar varios problemas de salud. Según lo expresado por Paraskevi et al. (2020), la conexión entre la exposición al ruido y el riesgo de pérdida refuerza un vínculo clave entre mis resultados y la evidencia presentada por enfatizando la urgencia de implementar acciones para ralentizar la contaminación acústica en entornos urbanos y educativos, protegiendo así la salud auditiva a largo plazo.

Este proyecto refleja el objetivo de nuestro estudio: identificar y analizar los impactos ambientales, específicamente la contaminación acústica, mediante el uso de "mapas sonoros" siguiendo el enfoque de Murray (2019). Estos mapas han revelado que los niveles de ruido superan los límites permitidos, evidenciando que este problema afecta tanto a grandes ciudades como a localidades medianas y pequeñas, como Tarapoto. Con un total de 323 mediciones del nivel sonoro equivalente (L_{eq}), y la variabilidad presentada en la figura 30, hemos realizado un análisis estadístico detallado. Los resultados refuerzan nuestra comprensión sobre el impacto del ruido en el entorno, subrayando la importancia de gestionar el parque automotor para mitigar la contaminación acústica.

El mapa muestra que la mayor parte de la contaminación sonora se concentra en el centro y zonas comerciales de la CT, marcadas en rojo, lo que indica que el tráfico de mototaxis y las actividades comerciales son las principales fuentes de ruido. Las áreas periféricas, identificadas en amarillo y verde, presentan niveles menores de ruido, lo que sugiere la necesidad de políticas públicas específicas para reducir la contaminación en las zonas más afectadas y mejorar la calidad de vida de los residentes.

Figura 31

Mapa acústico de concentración focalizada del cuadrante IV de la CT



Nota: El mapa acústico representa la zona cero de la ciudad de Tarapoto, donde se realizó el estudio de investigación.

Según Begou et al. (2020) los niveles de Lden (Nivel Diurno-Vespertino-Nocturno) y Lnight (Nivel Nocturno) registrados en los tres cuadrantes de medición de Tarapoto, como se muestra en las figuras 12, 13 y 14, son alarmantemente altos, tanto en el punto crítico de la CT como en áreas residenciales cercanas. Estos niveles exceden los límites peruanos de 70 dB para Lden y 60 dB para Lnight, lo que indica que los habitantes están expuestos a niveles de ruido que superan lo permitido, especialmente en las zonas adyacentes a la CT.

VI. CONCLUSIONES

6.1 La identificación y evaluación de las fuentes de contaminación acústica en Tarapoto, con especial atención al tráfico vehicular, han sido clave para diseñar estrategias efectivas de control. Mototaxis y motocicletas generan el 75% del ruido ambiental, alcanzando hasta 90 dB(A), superando los límites permitidos. Estos resultados destacan la necesidad de intervenciones precisas y respaldan la importancia del uso de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, para analizar y mitigar el ruido en tiempo real.

6.2 La implementación de un sistema de control de ruido en la CT ha sido muy efectiva, confirmando la hipótesis de una reducción significativa en los niveles de contaminación acústica. Las estaciones de monitoreo ubicadas en puntos críticos han logrado disminuir el ruido en un 30% en áreas de la CT y zonas residenciales. Esto resalta la relevancia de un monitoreo constante y la aplicación de tecnología para optimizar las medidas de mitigación, demostrando que este sistema es fundamental para reducir el impacto acústico.

6.3 La exposición prolongada a altos niveles de ruido ha afectado la salud de los habitantes, incrementando la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, problemas de sueño y pérdida auditiva. El establecimiento y seguimiento de indicadores específicos de ruido han permitido gestionar eficazmente estos riesgos, validando que una gestión basada en datos precisos optimiza el programa de reducción de contaminación acústica y mejora el bienestar de la población.

6.4 Las políticas públicas, basadas en datos sólidos sobre contaminación acústica, han fomentado la creación de zonas de baja emisión de ruido y la regulación del tránsito pesado, con el objetivo de reducir el ruido en un 30% en los próximos tres años. La hipótesis general, que propone minimizar en un 60% los efectos adversos en la salud mediante un programa integral, se apoya en estos avances, reafirmando la importancia de un enfoque integral para reducir la contaminación acústica.

6.5 La sensibilización de los conductores y la participación comunitaria han sido esenciales para garantizar la sostenibilidad de las medidas de control. Los programas educativos dirigidos a los operadores de vehículos han reducido en un 40% el uso de bocinas y promovido una conducción más silenciosa, lo que ha resultado en una disminución de 10 dB(A) en el ruido generado. Estos logros confirman que la concientización y el compromiso comunitario son vitales para el éxito de las estrategias de mitigación, contribuyendo significativamente al cumplimiento de los objetivos del programa.

VII. RECOMENDACIONES

7.1 Para lograr reducir en un 60% los impactos adversos en la salud causados por la contaminación acústica, es esencial diseñar e implementar un programa integral de reducción de ruido que incluyan medidas de mitigación, monitoreo constante y la participación activa de la comunidad. Este enfoque debe estar alineado con políticas de salud pública y urbanismo sostenible, garantizando que las acciones sean efectivas y perduren en el tiempo, articulado con la coordinación multisectorial para asegurar el éxito del programa.

7.2 Según Murphy & King (2014). Para identificar y evaluar de manera precisa los elementos que generan contaminación acústica, es necesario realizar un mapeo acústico tridimensional en Tarapoto. Este proceso debe apoyarse en tecnologías avanzadas como sensores acústicos y herramientas de georreferenciación, obteniendo así datos detallados sobre las fuentes y niveles de ruido en las distintas zonas. Con esta información, se podrán diseñar estrategias específicas de control y mitigación, como la instalación de barreras acústicas, la reubicación de fuentes de ruido, y la regulación de actividades comerciales ruidosas. Además, es importante complementar la valoración técnica con estudios sobre la percepción comunitaria, integrando así la experiencia de los residentes.

7.3 El sistema de control de ruido debe incluir la instalación de sensores acústicos en puntos críticos de la ciudad y el uso de algoritmos de inteligencia artificial para monitorear y analizar en tiempo real los niveles de ruido. Esto permitirá identificar rápidamente las fuentes de contaminación acústica y tomar decisiones oportunas para mitigar el impacto, como regular el tráfico vehicular en horas pico o limitar actividades ruidosas en horarios específicos. Además, se sugiere que este sistema esté conectado a un centro de comando y control para que las autoridades locales puedan supervisar en tiempo real la situación acústica de la ciudad y actuar proactivamente ante riesgos potenciales.

7.4 Es crucial establecer indicadores específicos de ruido que se monitoreen de manera continua. Estos indicadores deben incluir niveles de presión sonora, tiempo de exposición al ruido y la percepción comunitaria. Asimismo, se recomienda crear un sistema de evaluación de impacto en la salud que correlacione estos datos acústicos con indicadores de salud pública, como la prevalencia de problemas auditivos, trastornos del sueño y enfermedades cardiovasculares. Con esta información, se podrán ajustar las estrategias del programa de reducción de contaminación acústica, asegurando mejoras significativas en la calidad de vida de los habitantes.

VIII. REFERENCIAS

- Agrawal, Y., Platz, E. A., & Niparko, J. K. (2008). *Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2004. Archives of internal medicine, 168(14), 1522–1530. <https://doi.org/10.1001/archinte.168.14.1522>.*
- Agudelo D. & Mosquera S. (2022) Contaminación auditiva por uso inadecuado de equipos de sonido urbanización Bahía Buenaventura. *Ciencia Latina, 6(6). <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4100>*
- Ágreda Sánchez, E. (2000). *El CEPMA San Martín: una experiencia de participación y concertación local para la gestión ambiental de Tarapoto*. Editorial ITDG.
- Alfie M. y Salinas O. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios demográficos y urbanos, 32(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065#aff1*
- Alimo P., Rahim A., Lartey-Young G., Ehebrecht D., Wang L., Ma W. (2022) Investigating the increasing demand and formal regulation of motorcycle taxis in Ghana. *Journal of Transport Geography, 103. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103398>*
- Banister, D. (2020). *Sustainable urban development and transport - a Eurovision for 2020. Transport Reviews, 20(1), 113–130. <https://doi.org/10.1080/014416400295365>*
- Begou, P., Kassomenos, P., & Kelessis, A. (2020). Effects of road traffic noise on the prevalence of cardiovascular diseases: The case of Thessaloniki, Greece. *The Science of the total environment, 703, 134477. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134477>*
- Beranek, Leo y Mellow, Tim. (2019). *Acoustics: Sound Fields and Transducers. 10.1016/C2011-0-05897-0*. Editorial Prensa académica.
- Brüel & Kjør (2010) *Ruido Ambiental. Sound&Vibration Measurement A/Schrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bksv.com/media/doc/br1630.pdf*
- Campbell, R. (2015). *Letters from a stoic Seneca. Traducing Penguin Classics <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LdnDCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT435&dq=Letters+from+a+Stoic%22+&ots=z6oIzGGufP&sig=XHuBQbUZD4VATHIJSn2MfgZmqIY#v=onepage&q=Letters%20from%20a%20Stoic%22&f=false>*
- Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, (2010), *Efectos a la salud por ruido. <https://cevece.edomex.gob.mx/revista-cevece-cerca-ti>.*

- Chávez, J. (2006). Ruido: Efectos Sobre la Salud y Criterio de su Evaluación al interior de recintos. *Cienc. Trab.*, 8(20), 42-46.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-444105>
- Chan Z., Hung V., Kallmyer F. (2020): *Inclusión social y movilidad: el sector del mototaxi en Tarapoto* (Perú),
https://www.ucl.ac.uk/bartlett/development/sites/bartlett/files/tarapoto_mobility_spanish.pdf
- Colbert, D. (2006). *Emociones que matan*. Editorial Betania.
- Corzo, G. (2009). *Efectos a la salud por exposición a ruido industrial (parte IV) Exposición a los ruidos*. <https://www.espaciologopedico.com/revista/articulo/319/efectos-a-la-salud-por-exposicion-a-ruido-industrial-parte-ivbrexposicion-a-riesgos-por-ruido.html?srsItd=AfmBOoqNVw9oFFRBH0LcGTPpCb-738WMZKsxexNdbNmLqqTpiLpUSn2d>
- D'Azevedo, G. (2018). *Contaminación sonora y su relación con el clima local e impacto de su valoración económica en la ciudad de Iquitos*. Iquitos. [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4088>
- Asscher J. y Widger S. (2023). *On the Origin of Species* (Asscher y S. Widger, Trad.). Enhanced Media Publishing. (Original publicado en 1859) /
<https://www.gutenberg.org/files/1228/1228-h/1228-h.htm>
- De la Cruz, S. (2007). *Contaminación sonora por ruido vehicular en la Av. Javier Prado*. Lima.
- Espíritu, N. (2018). El transporte y el estrés en la ciudad de Lima. *Universidad Ricardo Palma*.
- Essalud (2016). *Diagnóstico anual sobre incidencia de casos auditivos en la Región de Tarapoto*. http://www.essalud.gob.pe/noticias/estimacion_carga_enfermedad.pdf
- Ekow P., Duker A. y Efiba-Kwarteng S. (2022). Assessment of health impacts of noise pollution in the Tarkwa Mining Community of Ghana using noise-mapping techniques. *Global Health Journal*, 6(1). <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2022.01.005>.
- Filippo G. & Anfosso F. (2012). Trends and Issues in Mitigating Traffic Noise through Quiet Pavements. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 53(3).
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.873>
- Fonseca C. (2010). *Derecho Ambiental*. <https://catalogo.ucsm.edu.pe/bib/47200>
- Graver M. (2023). *Seneca: The Literary Philosopher*/
[https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=4fquEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR8&dq=Long,+A.+A.,+%26+Sedley,+D.+N.+\(2022\).+S%C3%A9neca.+The+Helle](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=4fquEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR8&dq=Long,+A.+A.,+%26+Sedley,+D.+N.+(2022).+S%C3%A9neca.+The+Helle)

- nistic+Philosophers.+Cambridge+University+Press.&ots=u-Zrhns6X&sig=pkuTxQPZKQzRj_szWfoML8PaZiQ#v=onepage&q&f=false
- Hernández R., Fernández C., Baptista M. (2014). *Metodología de la investigación*. Editorial McGraw-Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Herrera G., Garrido A., Barreiro R. Rodríguez C., Velasco G. (2023). Percepción de personal sanitario y pacientes sobre el ruido hospitalario. *European Journal of Health Research*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.32457/ejhr.v9i1.2233>
- Huffman, C. (2024). Pitagorismo, *the Stanford Encyclopedia of Philosophy* (edición de verano de 2024), Edward N. Zalta y Uri Nodelman (eds.). <https://plato.stanford.edu/archives/sum2024/entries/pythagoreanism>.
- Instituto Nacional de Estadística (2024) *Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1951/libro.pdf
- Kirk G. & Raven J. (1971). *The presocratic philosophers a critical history with a selection of text*. <https://philocyclevl.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/10/kirk-g-s-raven-j-e-and-schofield-m-1983-the-presocratic-philosophers-2nd-ed-cambridge-cambridge-university-press.pdf>
- Kogan, P. (2004). *Análisis de la eficiencia de la ponderación "A" para evaluar efectos del ruido en el ser humano*. Chile. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29133.69607>
- Lacoste G. (2022). *Desafío ambiental: Estudiar sin contaminación acústica*. Editorial Mercurio.
- Lay T. y Peng L. (2000). A Study on the Effects of Discotheque Noise on the Hearing of Young Patrons. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 12(1), 37-40. <https://doi.org/10.1177/101053950001200108>
- Londoño, J., Restrepo H, Corrales A, Mendoza F, Ortiz J. (2012). *Hipoacusia neurosensorial por ruido industrial y solventes orgánicos en la Gerencia Compleja*. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.13418>
- Martínez, J. y Peters J. (2015). *La contaminación sonora o acústica*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf
- Martínez, E. (2021). Espectro sonoro, un ente vivo en el espacio. *Universidad Piloto De Colombia*. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10512>

- Massa L., Cusi R., Álvaro M. (2022). Percepción del Ruido Ambiental en Pobladores de Cercado de Ica, Perú. *Producción + Limpia*, 16(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552021000100031
- Minam, (2017). *Establecen Límites Máximos Permisibles de emisiones atmosféricas para vehículos automotores*. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/ds_ndeg_010-2017-minam.pdf
- Medina G. (2021) *Fundamentos para despenalizar la contaminación acústica en el Perú, 2015 – 2018*. *Tecnohumanismo*, 1(3), 355–371. <http://dx.doi.org/10.53673/th.v1i3.37>
- Minam (2012) *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental*. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/504.pdf>
- Münzel, T., Treede, H., Hahad, O., & Daiber, A. (2023). Too Loud to Handle? Transportation Noise and Cardiovascular Disease. *The Canadian journal of cardiology*, 39(9), 1204–1218. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2023.02.018>
- Murphy, E. & King, E. (2014). *Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-13587-0>
- Murray, R. (2019) *The soundscape: our sonic environment and the tuning of the world.* https://www.academia.edu/33245155/R_Murray_Schafer_y_el_estudio_del_paisaje_sonoro
- National Institute on Deafness and other Communication Disorders (Chan) (2024). *Pérdida de audición inducida por el ruido*. <https://www.nidcd.nih.gov/sites/default/files/Documents/health/hearing/CaptionsForDeafViewers-508.pdf>
- McNeer R., Bennett Ch., Horn D. y Dudaryk R. (2017). Factors Affecting Acoustics and Speech Intelligibility in the Operating Room: Size Matters. *Anesthesia & Analgesia* 124(6), 1978-1985. <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0000000000002118>
- OEFA. (2016). *Evaluación ambiental a nivel nacional*. <https://www.gob.pe/institucion/oeffa/noticias/20491-el-oeffa-presenta-informe-sobre-contaminacion-sonora-en-lima-y-callao-2015>
- OMS (2022) *A handbook on how to implement mSafeListening*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/352284/9789240044784-eng.pdf?sequence=1>

- Organización de Naciones Unidas (ONU) (2023) *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Paraskevi B, Kassomenos P. y Kelessis A. (2020). Effects of road traffic noise on the prevalence of cardiovascular diseases: The case of Thessaloniki, Greece. *Science of The Total Environment*, 703. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134477>
- Pastor, J. (2019). *Efectos de la contaminación acústica sobre la capacidad auditiva de los pobladores de la ciudad de Trujillo*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/6005>
- Plan de desarrollo urbano de de la ciudad de Tarapoto (PDU) 2019-2029. <https://www.gob.pe/institucion/munisanmartin/colecciones/4512-plan-de-desarrollo-urbano-pdu>
- Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (PNMRA) (2014). <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/96>
- Ramírez A. y Domínguez E. (2023) *El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo*. [http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.35\(137\).2011.2425](http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.35(137).2011.2425)
- Rossing T. y Fletcher, N. (2004). *Principles of Vibration and Sound*. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-3822-3>
- Schiller P, y Kenworthy J. (2017). *An Introduction to Sustainable Transportation Policy, Planning and Implementation*. Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315644486>
- Synga K., Aasvang G., Aamodt G., Oftedal B., Krog N., (2019). Road traffic noise, sleep and mental health. *Environmental Research*, 131, 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.02.010>
- Sminkey, L. (2015). *1100 millones de personas corren el riesgo de sufrir pérdida de audición*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care/es>
- Stach, B. & Ramachandran, V. (2022). *Clinical Audiology an Introduction*, Singular Publishing Group, San Diego, California. <https://dokumen.pub/clinical-audiology-an-introduction-3nbsped-1944883711-9781944883713.html>
- Steele, C. (2001). A critical review of some traffic noise prediction models. *Applied Acoustics*, 62(3), 271-287. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(00\)00030-X](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(00)00030-X)
- Tortora G. y Derrickson B. (2018). *Anatomía y fisiología*. Editorial médica Panamericana

- Yadav A., Mandhani J., Parida M. y Kumar B. (2022). Modelling of traffic noise in the vicinity of urban road intersections. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103474>
- Wang, H., Chen, H. y Cai, M. (2018). Evaluation of an urban traffic Noise–Exposed population based on points of interest and noise maps: The case of Guangzhou. *Environmental Pollution*, 239, 741-750. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.036>
- Weijun, Y., He, J., He, C. y Cai, M. (2020). Evaluation of urban traffic noise pollution based on noise maps. *Transport and Environment*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102516>
- Wencheng Y., Zhu B. y Liu X. (2024). Text analysis of China's noise pollution prevention and control policy from the perspective of policy tools. *Environmental Technology & Innovation*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103569>
- Zamorano B., Velázquez Y, Peña F. Ruiz L., Monreal O., Parra V. y Vargas J. (2019). Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en habitantes de zonas urbanas/ en la ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 34(3), 601–629. <https://doi.org/10.24201/edu.v34i3.1743>

ANEXOS

ANEXO B: CUADRO DE INTERVALOS DE DEPRESIÓN SEGÚN LA ESCALA DE ZUNG.

Nº	Marque en la columna que corresponda	Alguna vez	Continuamente	Varias veces	Casi en todo momento
1	Disfruto bastante por las mañanas				
2	Percibo tener pánico de llanto o ansias de sollozar				
3	Difícult conciliar el sueño por las noches				
4	Siento ansias de comer más que antes				
5	Continuo disfrutar las relaciones sexuales.				
6	Percibo que estoy bajando de peso.				
7	Tengo problemas gripales.				
8	Tengo la cadencia cardiaca más rápida que antes.				
9	Siento cansancio sin hacer ningún esfuerzo.				
10	Mi imaginación está tan despejada en todo momento.				
11	Hago las cosas conocidas fácilmente.				
12	Estoy impaciente y no me detengo.				
13	Siento expectativas de lo que para en el futuro.				
14	Me siento más excitado que nunca.				
15	Me siento cómodo al decidir.				
16	Percibo que soy imprescindible y preciso.				
17	Mi existencia está muy completa.				
18	Percibo que si fallezco otros se sentirían mejor.				
19	Disfruto cuando repito en hacer lo mismo				

Puntaje para la escala Zung para medir la depresión

Menos de 51	Normal
50-59	Ligera depresión
60-69	Depresión sobria a manifiesta
70 o más	Depresión complicada

ANEXO C: FICHA DE TRABAJO DE CAMPO DE SENSIBILIDAD DEL RUIDO (FTCSR)

FTCSR 1

Ubicación del puesto de evaluación	Intersección de jirones Augusto B. Leguía con Alfonso Ugarte						
Tiempo de medición	60 minutos						
Ejes de coordenada:	X	0349338					
	Y	9282759					
Sistema de referencia espacial	WGS 84						
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)	Zona con limitaciones especiales						
Código de ubicación	U-1						
Representación gráfica:							
Medición del NPS Equivalente en el Tiempo (MLAeqT)							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
11/09/2018	06:55 - 07:55	69.9	69.5	85.9	119	136	17
13/09/2018	06:55 - 07:55	79.7	68.6	83.3	173	119	21
15/09/2018	06:55 - 07:55	79.7	70.1	82.1	121	211	15
17/09/2018	06:55 - 07:55	79.7	73.7	82.7	112	197	22
19/09/2018	06:55 - 07:55	79.7	75.9	86.9	131	189	19
Observación: La Institución Educativa Ofelia Velásquez, está situada en el cruce del jirón Antonio Raimondi con Alfonso Ugarte. Según la zonificación, pertenece al área de restricción especial y no se observó interferencias durante la medición.							

FTCSR 2

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de jirones Augusto B. Leguía con Alfonso Ugarte.					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349338				
		Y	9282759				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona con limitaciones especiales					
Código de ubicación		A-2					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
11/09/2018	12:15 – 13:15	79.8	72.9.0	83.7	181	218	21
13/09/2018	12:15 – 13:15	79.8	73.1	84.3	139	199	18
15/09/2018	12:15 – 13:15	80.1	69.9	83.6	193	201	28
17/09/2018	12:15 – 13:15	80.7	70.7	85.2	176	217	29
19/09/2018	12:15 – 13:15	79.9	72.8	88.2	211	236	36
Observación: La Institución Educativa Ofelia Velásquez, está situada en el cruce del jirón Antonio Raimondi con Alfonso Ugarte. Según la zonificación, pertenece al área de restricción especial y no se observó interferencias durante la medición.							

FTCSR 3

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de jirones Augusto B. Leguía con Alfonso Ugarte					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349338				
		Y	9282759				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		A-3					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
11/09/2018	17:00 - 18:00	78.9	68.8	83.7	125	134	18
13/09/2018	17:00 - 18:00	82.5	68.7	85.5	127	140	8
15/09/2018	17:00 - 18:00	81.1	69.9	84.4	163	245	38
17/09/2018	17:00 - 18:00	80.7	72.4	83.8	109	121	10
19/09/2018	17:00 - 18:00	82.1	71.3	83.2	181	193	27
Observación: La Institución Educativa Ofelia Velásquez, está situada en el cruce del jirón Antonio Raimondi con Alfonso Ugarte. Según la zonificación, pertenece al área de restricción especial y no se observó interferencias durante la medición.							

FTCSR 4

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de los jirones Jiménez Pimentel con Gregorio Delgado					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349412				
		Y	9282556				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		B-1					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
21/09/2018	7:00 - 8:00 am	78.2	68.7	82.9	143	186	20
22/09/2018	7:00 - 8:00 am	78.0	68.3	83.1	138	177	24
23/09/2018	7:00 - 8:00 am	77.1	65.1	82.0	137	160	22
24/09/2018	7:00 - 8:00 am	76.6	67.3	82.4	126	141	15
25/09/2018	7:00 - 8:00 am	77.3	69.1	84.5	143	169	19
Observación: En la intersección de los jirones Gregorio Delgado con Jiménez Pimentel se encuentran tiendas comerciales que ofrecen artículos electrónicos, zapaterías, prendas de vestir y juguerías. De acuerdo con la clasificación de la municipalidad de San Martín, esta área es designada como zona de comercio y no se observaron obstrucciones durante el proceso de evaluación.							

FTCSR 5

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de los jirones Jiménez Pimentel con Gregorio Delgado					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349412				
		Y	9282556				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		B-2					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
21/09/2018	12:30 - 13:30	77.0	70.3	88.6	279	229	30
22/09/2018	12:30 - 13:30	80.2	71.1	85.0	262	259	34
23/09/2018	12:30 - 13:30	78.9	69.6	89.2	252	270	26
24/09/2018	12:30 - 13:30	79.6	69.7	86.3	208	273	29
25/09/2018	12:30 - 13:30	77.5	72.3	86.9	250	229	31
Observación: En la intersección de los jirones Gregorio Delgado con Jiménez Pimentel se encuentran tiendas comerciales que ofrecen artículos electrónicos, zapaterías, prendas de vestir y juguerías. De acuerdo con la clasificación de la municipalidad de San Martín, esta área es designada como zona de comercio y no se observaron obstrucciones durante el proceso de evaluación.							

FTCSR 6

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de los jirones Jiménez Pimentel con Gregorio Delgado					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349412				
		Y	9282556				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		B-3					
Representación gráfica:							
<p>El diagrama muestra un cruce de calles. Las calles principales son Antonio (horizontal inferior izquierda), Raimondi (horizontal inferior derecha), Jr. Gregorio Delgado (vertical central) y Pimentel (horizontal superior derecha). En la intersección de Raimondi y Pimentel, hay un punto rojo etiquetado como B-3. Las esquinas de las calles están etiquetadas como PNP, Antonio, Raimondi, Jr. Jiménez y Pimentel.</p>							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
21/09/2018	17:00 - 18:00	78.9	68.4	83.9	344	205	27
22/09/2018	17:00 - 18:00	79.5	62.3	84.2	296	196	20
23/09/2018	17:00 - 18:00	81.1	77.6	85.4	300	190	31
24/09/2018	17:00 - 18:00	79.9	69.8	90.4	213	201	16
25/09/2018	17:00 - 18:00	78.8	74.6	84.8	221	211	33
Observación: En la intersección de los jirones Gregorio Delgado con Jiménez Pimentel se encuentran tiendas comerciales que ofrecen artículos electrónicos, zapaterías, prendas de vestir y juguerías. De acuerdo con la clasificación de la municipalidad de San Martín, esta área es designada como zona de comercio y no se observaron obstrucciones durante el proceso de evaluación.							

FTCSR 7

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de los jirones Antonio Raimondi con. Maynas					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349558				
		Y	9282412				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		C-1					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
28/09/2018	06:55 - 07:55	78.9	60.9	85.9	162	202	16
29/09/2018	06:55 - 07:55	77.2	66.0	90.8	155	215	14
30/09/2018	06:55 - 07:55	77.7	65.1	83.1	142	233	23
01/10/2018	06:55 - 07:55	80.9	67.0	85.0	151	222	15
02/10/2018	06:55 - 07:55	79.1	65.2	86.9	149	217	21
Observación: El Banco de la Nación está ubicada en la intersección de los jirones Antonio Raimondi con Maynas, negocios de artefactos electrónicos y talleres de confección, la MPSM clasifica como área de confluencia comercial.							

FTCSR 8

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de los jirones Antonio Raimondi con. Maynas					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349558				
		Y	9282412				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		C-2					
Representación gráfica:							
<p style="text-align: center;">Jr. Antonio Jr. Maynas Raimondi Jr. Jiménez C-2 Pimentel</p>							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
28/09/2018	12:30 – 13:30	79.1	68.5	85.1	211	257	24
29/09/2018	12:30 – 13:30	78.7	68.3	84.8	237	272	28
30/09/2018	12:30 – 13:30	78.1	69.6	84.3	215	228	19
01/10/2018	12:30 – 13:30	77.5	69.3	83.2	247	241	25
02/10/2018	12:30 – 13:30	78.6	69.2	84.9	272	287	31
Observación: El Banco de la Nación está ubicada en la intersección de los jirones Antonio Raimondi con Maynas, negocios de artefactos electrónicos y talleres de confección, la MPSM clasifica como área de confluencia comercial.							

FTCSR 9

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de los jirones Antonio Raimondi con. Maynas					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	0349558				
		Y	9282412				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		C-3					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
28/09/2018	17:00 - 18:00	79.9	69.6	83.9	149	211	22
29/09/2018	17:00 - 18:00	80.1	67.6	84.5	191	257	22
30/09/2018	17:00 - 18:00	76.8	68.7	88.9	231	249	18
01/10/2018	17:00 - 18:00	80.3	66.2	83.5	206	254	20
02/10/2018	17:00 - 18:00	78.9	66.3	84.8	189	227	25
Observación: El Banco de la Nación está ubicada en la intersección de los jirones Antonio Raimondi con Maynas, negocios de artefactos electrónicos y talleres de confección, la MPSM clasifica como área de confluencia comercial.							

FTCSR 10

Ubicación del puesto de evaluación		Cruce del jirón R. Castilla y San Martín					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	038981				
		Y	9282492				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		D-1					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
06/10/2018	06:55 - 07:55	81.9	67.0	83.6	143	182	33
07/10/2018	06:55 - 07:55	78.9	67.7	83.9	132	153	39
08/10/2018	06:55 - 07:55	81.2	68.9	85.2	98	141	54
09/10/2018	06:55 - 07:55	80.0	66.7	87.0	113	137	29
10/10/2018	06:55 - 07:55	81.1	66.6	85.9	99	149	20
Observación: En la intersección de Los jirones Ramón Castilla con San Martín, se ubican cafés, oficinas de la administración pública, hoteles y viviendas particulares, la MPSM clasifica como área de confluencia comercial.							

FTCSR 11

Ubicación del puesto de evaluación		Cruce del jirón R. Castilla y San Martín					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	038981				
		Y	9282492				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		D-2					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
06/10/2018	12:30 - 13:30	80.1	68.6	86.1	162	128	25
07/10/2018	12:30 - 13:30	80.1	69.1	83.1	103	111	21
08/10/2018	12:30 - 13:30	79.5	69.9	84.6	96	120	14
09/10/2018	12:30 - 13:30	80.9	69.2	88.6	86	167	11
10/10/2018	12:30 - 13:30	80.3	69.4	89.5	102	168	14
Observación: En la intersección de Los jirones Ramón Castilla con San Martín, se ubican cafés, oficinas de la administración pública, hoteles y viviendas particulares, de acuerdo con la clasificación de la MPSM, se encuentra en zona de confluencia comercial. En este horario se verificó que hay mayor tránsito de personal por los mencionados jirones.							

FTCSR 12

Ubicación del puesto de evaluación		Cruce del jirón R. Castilla y San Martín					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X	038981				
		Y	9282492				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona de confluencia Comercial					
Código de ubicación		D-3					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
06/10/2018	17:00 - 18:00	78.1	70.1	85.3	239	291	41
07/10/2018	17:00 - 18:00	78.6	68.7	88.2	221	263	40
08/10/2018	17:00 - 18:00	76.8	69.1	86.5	210	221	32
09/10/2018	17:00 - 18:00	80.9	68.0	88.6	216	227	43
10/10/2018	17:00 - 18:00	79.2	69.0	83.4	178	193	35
Observación: En la intersección de Los jirones Ramón Castilla con San Martín, se ubican cafés, oficinas de la administración pública, hoteles y viviendas particulares, de acuerdo con la clasificación de la MPSM, se encuentra en zona de confluencia comercial. En este horario se verificó que se incrementa el tránsito de personal y vehículos en sus diferentes tipos.							

FTCSR 13

Ubicación del puesto de evaluación		Intersección de los jirones Rioja con Cahuide					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X:	0349214				
		Y:	9282213				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona con limitaciones especiales					
Código de ubicación		E-1					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
13/10/2018	06:55 - 07:55	79.9	67.5	81.5	146	188	15
14/10/2018	06:55 - 07:55	80.6	67.9	83.0	125	186	24
15/10/2018	06:55 - 07:55	80.1	66.7	83.3	159	225	19
16/10/2018	06:55 - 07:55	79.9	67.3	89.0	99	163	18
17/10/2018	06:55 - 07:55	81.5	66.0	88.9	160	258	42
Observación: En el cruce de los jirones Rioja y Manco Cápac se ubican las oficinas de la SUNAT, iglesia adventista, Comisaría local de la PNP y viviendas particulares. De acuerdo con la clasificación de la MPSM, se encuentra en zona de Limitación Especial.							

FTCSR 14

Ubicación del puesto de evaluación		Cruce de los jirones Rioja con Cahuíde					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X:	0349214				
		Y:	9282213				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona con limitaciones especiales					
Código de ubicación		E-2					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
13/10/2018	12:30 - 13:30	75.8	62.4	83.6	241	265	31
14/10/2018	12:30 - 13:30	72.9	63.4	82.5	239	246	29
15/10/2018	12:30 - 13:30	76.3	67.0	84.2	302	300	32
16/10/2018	12:30 - 13:30	78.4	64.4	89.4	294	292	39
17/10/2018	12:30 - 13:30	76.6	66.2	88.4	266	279	26
<p>Observación: En el cruce de los jirones Rioja y Manco Cápac se ubican las oficinas de la SUNAT, iglesia adventista, Comisaría local de la PNP y viviendas particulares. De acuerdo con la clasificación de la MPSM, se encuentra en un área de Limitaciones Especiales.</p>							

FTCSR 15

Ubicación del puesto de evaluación		Cruce de los jirones Rioja con Cahuide					
Tiempo de medición		60 minutos					
Ejes de coordenada:		X:	0349214				
		Y:	9282213				
Sistema de referencia espacial		WGS 84					
Clasificación según los estándares de calidad ambiental (CECA)		Zona con limitaciones especiales					
Código de ubicación		E-3					
Representación gráfica:							
MLAeqT							
Día de la ocurrencia	Hora de la ocurrencia	LAeqT	L min.	L máx.	Cantidad de Vehículos		
					Moto lineal	Moto taxi	Diversos Vehículos
13/10/2018	17:00 - 18:00	89.6	66.9	94.4	108	176	17
14/10/2018	17:00 - 18:00	86.5	75.6	87.1	94	121	18
15/10/2018	17:00 - 18:00	90.3	73.4	97.6	137	135	18
16/10/2018	17:00 - 18:00	85.9	74.2	89.1	135	127	24
17/10/2018	17:00 - 18:00	86.7	70.3	89.3	149	165	16
Observación: En el cruce de los jirones Rioja y Manco Cápac se ubican las oficinas de la SUNAT, iglesia adventista, Comisaría local de la PNP y viviendas particulares. De acuerdo con la clasificación de la MPSM, se encuentra en un área de Limitaciones Especiales.							

ANEXO D: PRUEBAS ESTADÍSTICAS

a. Prueba de Alpha de Cronbach

Reseña del tratamiento de los casos

		N	%
Casos	Válido	375	70,8
	Excluido ^a	155	29,2
	Total	530	100,0

Datos de confiabilidad estadística

Alfa de Cronbach	N de elementos
,802	15

La fiabilidad del instrumento de medición de la contaminación acústica, representada por el índice de confiabilidad de Alfa de Cronbach, es mayor a 0.7, lo cual indica un nivel de confiabilidad medio. Un valor más cercano a 1 indica una mayor fiabilidad en el instrumento.

Información completa del elemento

	Media de los valores restantes después de eliminar el elemento atípico	Varianza de los valores restantes después de eliminar el valor atípico	La correlación ajustada entre todos los elementos.	El coeficiente de confiabilidad de Cronbach después de eliminar el elemento
¿Cuáles son las causas del ruido ambiental en su vivienda?	37,64	103,054	-,213	,834
¿Cuál es la interferencia entre el ruido ambiental en las actividades diarias de la población?	38,35	84,802	,606	,778

Información completa del elemento				
	Media de los valores restantes después de eliminar el elemento atípico	Varianza de los valores restantes después de eliminar el valor atípico	La correlación ajustada entre todos los elementos.	El coeficiente de confiabilidad de Cronbach después de eliminar el elemento
¿Cuál es la hora del día en el que la interferencia del ruido ambiental le causa una molestia?	38,10	82,883	,628	,774
¿Qué acciones se deben tomar para prevenir el ruido ambiental en Tarapoto	38,04	78,322	,814	,758
¿Cambiarías de ciudad a causa del impacto sonoro existente en la ciudad de Tarapoto (CT)?	38,04	82,129	,796	,766
¿Qué tiempo de permanencia tienes en la CT?	38,21	76,753	,862	,753
¿Cuál es la capacidad auditiva de los encuestados	37,93	76,008	,807	,755
El ruido producido por las motocicletas y motocar son perjudiciales para la salud	38,04	78,012	,823	,757
¿Cuál es la percepción del ruido debido al tráfico vehicular en la ciudad de Tarapoto?	37,37	93,420	,152	,810
¿Cuál es la molestia o perturbación del tráfico vehicular?	36,70	115,950	-,612	,864
¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 0800 - 1300 hrs?	38,04	82,057	,796	,766
¿Cuál es la fuente de sonido exterior entre las 17:00 y 23:00 hrs	37,98	86,075	,616	,779

Información completa del elemento				
	Media de los valores restantes después de eliminar el elemento atípico	Varianza de los valores restantes después de eliminar el valor atípico	La correlación ajustada entre todos los elementos.	El coeficiente de confiabilidad de Cronbach después de eliminar el elemento
¿Qué aspectos primordiales de la escala Zung para medir la depresión, tiene preponderancia en mi vida diaria?	38,10	75,659	,847	,752
¿En qué medida favorecerán las medidas presentadas en este estudio para minimizar los impactos sonoros como consecuencia del ruido producido por el tráfico de los vehículos en la CT?	37,37	102,100	-,186	,827
¿En qué medida deberían presentarse regulaciones para evitar la contaminación acústica?	37,38	96,770	,014	,822

b. Pruebas de Chi Cuadrado (Afectación VS Distorsión)

Informe estadístico resumido de la gestión de temas

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
¿Qué afecta al vecino? *						
¿Qué distorsiones ocasionan?	375	99,7%	1	0,3%	376	100,0%

Tabla cruzada ¿Qué afecta al vecino? * ¿Qué distorsiones ocasionan?

Recuento

		¿Qué distorsiones ocasionan?			
		Estrés	Falta de concentración	Pérdida de audición	
¿Qué afecta al vecino?	Ruido de mototaxis	18	54	140	
	Ruido del claxon de vehículos	44	41	11	
	Ruidos de equipos de sonido	58	5	4	
Total		120	100	155	

Test de ajuste de chi-cuadrado

	Valor	df	Significancia asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	195,647 ^a	4	,000
Razón de verosimilitud	207,719	4	,000
Asociación lineal por lineal	162,960	1	,000
N de casos válidos	375		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 17,87.

c. Pruebas de Chi Cuadrado (Afectación VS Distorsión)

Informe estadístico resumido de la gestión de temas

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
¿Qué afecta al vecino? * ¿Qué distorsiones ocasionan?	375	99,7%	1	0,3%	376	100,0%

Tabla cruzada ¿Qué afecta al vecino?* ¿Qué distorsiones ocasionan?

Recuento

		¿Qué distorsiones ocasionan?			Total
		Estrés	Falta de concentración	Pérdida de audición	
¿Qué afecta al vecino?	Ruido de mototaxis	18	54	140	212
	Ruido del claxon de vehículos	44	41	11	96
	Ruidos de equipos de sonido	58	5	4	67
Total		120	100	155	375

Test de ajuste de chi-cuadrado

	Valor	df	Significancia asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	195,647 ^a	4	,000
Razón de verosimilitud	207,719	4	,000
Asociación lineal por lineal	162,960	1	,000
N de casos válidos	375		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 17,87.

Determinación de la muestra:

La fórmula aplicada es la siguiente:

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

n es el tamaño de la muestra

N es el tamaño de la población

Z es el valor del estadístico Z correspondiente al nivel de confianza deseado (95%)

P es la proporción esperada de la población (0.5)

E es el margen de error tolerable (0.05 o 5%)

Sustituyendo valores

$$n = \frac{1500 \cdot (1.96)^2 \cdot 0.5(1 - 0.5)}{(0.05)^2(1500 - 1) + (1.96)^2 \cdot 0.5(1 - 0.5)}$$

$$n = \frac{1440.60}{3.7475}$$

$$N = 384.36$$

$$N = 385$$

ANEXO E: CASOS PRESENTADOS DE PÉRDIDA DE AUDICIÓN EN LOS HOSPITALES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO EN LOS AÑOS 2,018, 2,019 Y 2020 (MARZO)

N°	Descripción de enfermedades	2018																											
		ESSALUD														MINSAL													
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total		
1	Pérdida auditiva debido a la exposición al ruido	21	16	6	11	21	9	7	13	19	21	13	12	169	13	11	15	17	25	19	11	16	14	13	10	11	175		
2	Otitis Media	32	37	38	41	28	43	31	47	39	52	41	39	468	10	14	21	17	12	13	17	13	15	11	13	11	167		
3	Tinnitus	41	45	51	47	41	37	17	51	41	39	51	41	502	23	27	28	26	24	25	19	21	18	25	27	24	287		
4	Hipoacusia	37	49	50	54	47	46	54	50	40	44	47	43	561	11	21	18	13	18	22	18	13	16	15	19	13	197		
5	Hipertensión Arterial	51	51	48	52	43	37	47	43	37	39	43	44	535	28	36	28	33	35	31	39	37	29	47	38	40	421		
6	Prevalencia de enfermedades cardiovasculares	52	42	49	50	48	51	33	49	39	45	49	51	558	31	38	26	43	27	26	33	37	23	40	38	37	399		
7	Arritmias	67	69	60	59	69	62	60	59	48	54	67	70	744	21	16	29	27	21	35	32	37	36	21	19	17	311		
8	Insuficiencia Cardíaca	48	56	64	69	74	79	81	68	76	75	74	69	833	21	26	33	25	24	30	23	26	29	25	19	26	307		
	Total	349	365	366	383	371	364	330	380	339	369	385	369	4370	158	189	198	201	186	201	192	200	180	197	183	179	2264		

Nota: Los datos presentados en estos cuadros corresponden a los reportes mensuales proporcionados por los hospitales del MINSAL y ESSALUD. No se incluyen los nombres de los pacientes, ya que estos hospitales no están autorizados para divulgar dicha información conforme a lo establecido en la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

ANEXO E: CASOS PRESENTADOS DE PÉRDIDA DE AUDICIÓN EN LOS HOSPITALES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO EN LOS AÑOS 2,018, 2,019 Y 2020 (MARZO)

N°	Descripción de enfermedades	2019																									
		ESSALUD													MINSAL												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1	Pérdida auditiva debido a la exposición al ruido	37	31	42	37	39	41	44	32	43	23	37	31	437	10	14	16	13	17	18	11	15	16	14	12	11	167
2	Otitis Media	27	31	44	56	51	46	40	39	41	51	47	52	525	16	14	19	21	23	19	17	14	12	16	15	19	205
3	Tinnitus	36	41	47	44	48	47	47	53	53	50	54	53	573	12	17	15	13	19	16	24	14	18	21	14	18	201
4	Hipoacusia	47	39	37	45	46	50	53	45	42	48	49	52	553	18	13	21	16	27	18	12	16	23	10	17	21	212
5	Hipertensión Arterial	41	51	44	48	51	50	57	32	39	45	58	54	570	29	33	31	37	25	35	19	33	42	27	29	39	379
6	Prevalencia de enfermedades cardiovasculares	37	49	46	47	52	49	52	49	44	49	53	55	582	23	27	21	24	27	18	29	26	23	19	17	21	275
7	Arritmias	45	56	26	78	68	52	60	49	71	60	72	60	697	17	14	13	16	21	18	13	19	17	13	16	19	196
8	Insuficiencia Cardíaca	71	66	45	68	67	59	79	80	83	75	56	67	816	16	20	16	18	26	21	23	16	21	19	21	14	231
	Total	341	364	331	423	422	394	432	379	416	401	426	424	4753	141	152	152	158	185	163	148	153	172	139	141	162	1866

Nota: Los datos presentados en estos cuadros corresponden a los reportes mensuales proporcionados por los hospitales del MINSAL y ESSALUD. No se incluyen los nombres de los pacientes, ya que estos hospitales no están autorizados para divulgar dicha información conforme a lo establecido en la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

ANEXO E: CASOS PRESENTADOS DE PÉRDIDA DE AUDICIÓN EN LOS HOSPITALES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO EN LOS AÑOS 2,018, 2,019 Y 2020 (MARZO)

N°	Descripción de enfermedades	2020							
		MINSA				ESSALUD			
		Ene	Feb	Mar	Total	Ene	Feb	Mar	Total
1	Pérdida auditiva debido a la exposición al ruido	36	39	38	113	41	38	44	123
2	Otitis Media	45	53	32	130	55	58	31	144
3	Tinnitus	50	55	26	131	48	60	27	135
4	Hipoacusia	48	57	23	128	50	58	31	139
5	Hipertensión Arterial	45	60	21	126	46	61	27	134
6	Prevalencia de enfermedades cardiovasculares	42	56	31	129	35	49	26	110
7	Arritmias	30	81	36	147	65	82	22	169
8	Insuficiencia Cardíaca	85	77	32	194	78	68	31	177
	Total	381	478	239	1098	418	474	239	1131

Nota: Los datos presentados en estos cuadros corresponden a los reportes mensuales proporcionados por los hospitales del MINSA y ESSALUD. No se incluyen los nombres de los pacientes, ya que estos hospitales no están autorizados para divulgar dicha información conforme a lo establecido en la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales

