

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Influencia del parque automotor en la contaminación
sonora de la avenida Marginal, distrito de
Pichanaqui 2021**

Milagros Rocio Riveros Porras

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Pablo Cesar Espinoza Tumialán

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por brindarme fortaleza.

A mi mejor amiga, por impulsarme a realizar esta investigación.

A mi asesor por brindarme soporte y orientación.

DEDICATORIA

A mis padres Camilo y Rocío.

ÍNDICE

ASESOR	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Formulación del problema	3
1.1.2.1. Problema general.....	3
1.1.2.2. Problemas específicos	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia.....	4
1.3.1. Justificación de la investigación	4
1.3.2. Importancia.....	4
1.3.3. Delimitación espacial de la investigación	5
1.4. Hipótesis y variables.....	5
1.4.1. Hipótesis nula	5
1.4.2. Hipótesis alterna.....	5
1.4.3. Operacionalización de las variables.....	5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Antecedentes encontrados en tesis	7
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Fundamentos teóricos	12
2.2.1.1. Sonido.....	13
2.2.2. Metodologías existentes	19
2.2.3. Técnicas e instrumentos de investigación.....	21
2.2.4. Diseño del modelo teórico conceptual	22
2.3. Definición de términos	23
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	24
3.1. Método y alcance de la investigación	24
3.1.1. Métodos de la investigación.....	24
3.1.2. Alcance de la investigación.....	30
3.1.2.1. Tipo de la investigación.....	30
3.1.2.2. Nivel de la investigación.....	30
3.2. Diseño de la investigación	30
3.2.1. Tipo de diseño de investigación	30
3.3. Población y muestra	31
3.3.1. Población.....	31
3.3.2. Muestra	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	31
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Resultado del tratamiento y análisis de la información.....	33

4.1.1.	Circulación del parque automotor y contaminación sonora de la Av. Marginal	33
4.1.2.	Circulación del parque automotor en la Av. Marginal	34
4.1.3.	Nivel de contaminación sonora en la Av. Marginal.....	35
4.2.	Prueba de hipótesis	36
4.2.1.	Parque automotor y la contaminación sonora en la Av. Marginal	36
4.2.2.	Existe un alto número de la circulación del parque automotor en la Av. Marginal	38
4.2.3.	Contaminación sonora en la Av. Marginal	38
4.3.	Discusión de resultados.....	39
4.3.1.	Correlación entre el número del parque automotor y la contaminación sonora de la zona comercial Pichanaqui.....	39
4.3.2.	Alto número de la circulación del parque automotor de la Av. Marginal.....	40
4.3.3.	Contaminación sonora en la Av. Marginal	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de compresión y dilatación de las partículas de aire en la propagación de una onda sonora.....	13
Figura 2. Modelo teórico de la investigación.	23
Figura 3. Correlación del parque automotor y el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.	5
Tabla 2. Estándares de Calidad Ambiental para ruido.	17
Tabla 3. Punto identificado del área de estudio.....	24
Tabla 4. Horarios definidos para la toma datos.	25
Tabla 5. Descripción de los equipos.	26
Tabla 6. Especificaciones técnicas del sonómetro.	27
Tabla 7. Clasificación del flujo vehicular.....	27
Tabla 8. Zonificación del punto de monitoreo de ruido.	28
Tabla 9. Corrección de ruido residual.	29
Tabla 10. Resultados de conteo de parque automotor y Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente.....	33
Tabla 11. Resultados del conteo de vehículos pesados.....	34
Tabla 12. Resultados del conteo vehículos livianos.	35
Tabla 13. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente en comparación con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido.....	36
Tabla 14. Prueba de hipótesis con la prueba Spearman para parque automotor y contaminación sonora.....	36
Tabla 15. P-value de la correlación.....	37
Tabla 16. Prueba de t de student para la circulación del parque automotor con el flujo vehicular alto.	38
Tabla 17. Prueba de hipótesis con la prueba t student para LAeqT con el ECA ruido en la zona comercial.....	38

RESUMEN

Objetivo: determinar la influencia de la circulación del parque automotor en la contaminación sonora de la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021. **Métodos:** se utilizó metodologías donde inicialmente se consideró un estudio preliminar para conocer el horario de máximo flujo vehicular, para lo cual se realizó un conteo vehicular clasificado (vehículos pesados y livianos) desde las 7:00 a.m. hasta las 7:00 p.m. durante tres días, alcanzando identificar el día (sábado) y los horarios de 7:01 a.m. a 8:01 a.m., 1:01 p.m. a 2:01 p.m. y 6:01 p.m. a 7:01 p.m., los cuales se usaron para identificar un punto crítico de monitoreo ambiental de la Avenida Marginal; seguidamente, se midió el nivel de presión sonora continua equivalente (LAeqT) y el conteo del flujo vehicular simultáneamente, cada 15 minutos por cada hora, teniendo en cuenta las variables de estudio para finalmente organizar el proceso estadístico e interpretar los resultados. **Resultados:** se observó que los horarios donde hubo mayor circulación de vehículos livianos de dos ruedas fue de 1:31 p.m. a 1:46 p.m. con 177 vehículos, de 3 ruedas fue de 6:16 p.m. a 6:31 p.m. con 399 vehículos y vehículos pesados de 4 ruedas fue de 6:46 p.m. a 7:01 p.m. con 180 vehículos, con un total de 7 317 vehículos que circularon en la Av. Marginal el sábado, con un promedio de 1 716,75 vehículos, determinando que hay un alto flujo vehicular. Mediante la prueba estadística de Spearman se determinó que el coeficiente de correlación fue $r = 0,25$ lo que indica una correlación positiva débil, con un $p = 0,425$, que indica una correlación no es significativa ($p < 0,05$); por lo que no hay una influencia lineal del parque automotor a la contaminación sonora.

Palabras clave: parque automotor, contaminación sonora, vehículos.

ABSTRACT

Objective: to determine the influence of the circulation of the automotive fleet on the noise pollution of Avenida Marginal, district of Pichanaqui 2021. **Methods:** methodologies were used where initially a preliminary study was considered to know the hours of maximum vehicular flow, for which a classified vehicle count (heavy and light vehicles) was carried out from 7:00 a.m. until 7:00 p.m. for three days, managing to identify the day (saturday) and the times from 7:01 a.m. to 5:00 p.m. to 8:01 a.m., 1:01 p.m. to 2:01 p.m. and 6:01 p.m. to 7:01 p.m., which were used to identify a critical point of environmental monitoring of Avenida Marginal; next, the equivalent continuous sound pressure level (LAeqT) and the vehicular flow count were measured simultaneously, every 15 minutes for every hour, taking into account the study variables to finally organize the statistical process and interpret the results. **Results:** it was observed that the hours with the greatest circulation of light two-wheeled vehicles were from 1:31 p.m. to 1:46 p.m. with 177 vehicles, 3-wheelers was 6:16 p.m. to 6:31 p.m. with 399 vehicles and heavy 4-wheelers it was 6:46 p.m. to 7:01 p.m. with 180 vehicles, with a total of 7 317 vehicles that circulated on Av. Marginal on saturday, with an average of 1 716.75 vehicles, determining that there is a high vehicular flow. Using the Spearman statistical test, it was determined that the correlation coefficient was $r = 0.25$, which indicates a weak positive correlation, with $p = 0.425$, which indicates a non-significant correlation ($p < 0.05$); so there is no linear influence of the vehicle fleet on noise pollution.

Keywords: fleet of vehicles, noise pollution, vehicles.

INTRODUCCIÓN

El término contaminación sonora hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), por tanto, el ruido es el conjunto de sonidos ambientales nocivos que recibe el oído, por estas características es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos tanto en lo fisiológico y psicológico. Los principales agentes causantes de la contaminación sonora se derivan de la actividad humana como el transporte, la construcción, la industria, los locales públicos, etc. (1).

El objetivo general de la investigación se orienta a determinar la influencia del parque automotor en la contaminación sonora de la Avenida Marginal del distrito de Pichanaqui 2021. Como hipótesis general, se plantea que el parque automotor influye de manera positiva en la contaminación sonora a fin de recomendar soluciones ante los resultados obtenidos y la importancia de conocer la situación actual del área de estudio.

La investigación está conformada por cuatro capítulos; en el Capítulo I se encuentra el Planteamiento del Estudio, basado en la descripción del problema de la contaminación sonora y el parque automotor; este apartado consta de 3 partes: la primera describe la problemática global de la contaminación sonora, la segunda se enfoca en la contaminación sonora que existe en la capital de Lima, la tercera describe la problemática de la contaminación sonora generada por el parque automotor en la región Junín, la cual sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental en el distrito de Pichanaqui perteneciente a la provincia de Chanchamayo, todo esto en relación a los objetivos, hipótesis, justificación y descripción de las variables.

En el Capítulo II se describe el Marco Teórico, conformado por los antecedentes referentes a las investigaciones de influencia del parque automotor y la contaminación sonora; simultáneamente también se conforma por bases teóricas, fundamentos teóricos, metodologías, técnicas e instrumentos de investigación, diseño de modelo teórico conceptual y la definición de términos básicos.

El Capítulo III de la investigación comprende la Metodología y alcances de ésta, donde se expone el diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como técnicas de procesamiento de datos.

En el Capítulo IV de la investigación se describen los Resultados y Discusión, con mayor especificidad, este apartado se conforma por el resultado de tratamientos y análisis

en información, prueba de hipótesis y discusión de resultados. Los resultados fueron analizados con sus respectivas pruebas de hipótesis para luego determinar los objetivos de la investigación.

La autora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El ruido es uno de los factores ambientales que mayor cantidad de enfermedades provoca. El problema se basa en que se percibe que la sociedad en general se acostumbró a soportarlo y, lo que es más grave, también a generarlo, por lo que se trata de un aspecto al que actualmente continúa sin atribuírsele las nocivas consecuencias que en realidad supone en relación con la calidad de vida y a la contaminación del entorno (2).

Conviene resaltar que el tráfico de transportes es la principal fuente de contaminación acústica ambiental, incluyendo el ruido de carreteras, ferrocarriles y tráfico aéreo (3).

Acerca de la contaminación acústica, es particularmente seria en las ciudades, a su vez un reciente estudio encontró que la ciudad de Cantón ubicada en China tiene la mayor contaminación acústica, por el contrario, la ciudad de Zúrich en Suiza tiene la menor. En el caso de Barcelona, se ubicó en el séptimo lugar, siendo una de las dos únicas ciudades europeas que figuran dentro de las 10 con peor contaminación acústica, mientras que las ciudades capitales, Ciudad de México, París y Buenos Aires, se ubican en la octava, novena y décima posición, respectivamente (4).

Con respecto a Perú, sólo el 24 % de municipalidades de Lima y Callao cumplen con realizar mediciones de contaminación sonora, sin embargo, solamente el 15 % tiene el equipo técnico adecuado para ello; los distritos con mayor presión sonora son El Agustino (84,9 dB el 2015), Santiago de Surco (84,5 dB el 2015), Ate (84,3 dB). Referido a cuan intenso sea el ruido, se mide en decibeles (dB) (5).

Por lo que se refiere a las principales fuentes emisoras de ruido en la región Junín son: el transporte público y privado (uso inadecuado del claxon, motor de los vehículos), y el comercio ambulatorio. Durante el 2018 se realizó un monitoreo preventivo por la Unidad de Vigilancia de Calidad de Aire y Ruido de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DIRESA) Junín en las 9 provincias de la región Junín, obteniendo como resultado que cerca del 90 % de las provincias sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de ruido, todas sobrepasan los 70 dBA incluida la provincia de Chanchamayo con 76,7 dBA en zonas comerciales en horario diurno según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM que establece el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. (6).

El plan de evaluación de la calidad ambiental sobre ruido (expediente N° 001-2021-SGGA/MDP), tiene como objetivo realizar monitoreos de nivel de ruido para la generación y obtención de datos confiables, comparables con los Estándares de Calidad Ambiental para ruido que orienten la adopción de medidas para el control de la contaminación sonora. Con respecto al punto de monitoreo, se estableció de acuerdo a las áreas de mayor generación de ruido, en la Av. Marginal con la Av. Circunvalación, considerando que se ubica en una zona comercial de acuerdo al Decreto Supremo N° 085-2003-PCM "Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para ruido" y la Ordenanza Municipal N° 039-2018-MPCH, aprueba el reglamento que regula la contaminación sonora en la provincia de Chanchamayo y Ordenanza Municipal N° 16-2019-MDP que regula la prevención y control de ruidos molestos en el distrito de Pichanaqui. En el Informe de Evaluación de la Calidad Ambiental sobre Ruido N° 01-2021-SA/MDP, se tuvo como resultados de las acciones de evaluación de la calidad ambiental sobre ruido con 69,5 dB realizada el lunes 26 de abril del

año 2021, para ello se tuvo en consideración el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, el tipo de medición de ruido fue para tránsito automotor. De acuerdo a los resultados obtenidos, no se superan los Estándares de Calidad Ambiental para ruido.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la circulación del parque automotor en la contaminación sonora de la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la circulación del parque automotor de la avenida marginal, distrito de Pichanaqui 2021?
- ¿Cuál es el nivel de contaminación sonora de la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la circulación del parque automotor en la contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar por conteo la circulación del parque automotor en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

- Determinar el nivel de contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación de la investigación

La contaminación sonora proviene de diferentes agentes, dentro de los cuales se está el flujo vehicular, el comercio, el paso de peatones, las actividades del sector de la construcción y etc. Estos agentes causan incomodidad en la población.

La problemática planteada en líneas precedentes fue observada en la Av. Marginal del distrito de Pichanaqui, debido a que éste se encuentra en proceso de desarrollo y es el centro de comercio con más potencia a nivel de Chanchamayo. Es por ello que se ha considerado la realización de la presente investigación para determinar la influencia de la circulación del parque automotor en la contaminación sonora ambiental ya que los resultados obtenidos permitirán la implementación de planes, programas y mitigación de la contaminación sonora.

1.3.2. Importancia

En la presente investigación se ha planeado determinar la influencia del flujo vehicular en la contaminación sonora, para ello se obtuvo datos e información del flujo vehicular y de la contaminación sonora del distrito de Pichanaqui en particular con un punto crítico de la Av. Marginal, ubicado en una zona comercial respecto al Plan de Desarrollo Urbano del distrito de Pichanaqui. Los resultados acerca de la determinación del nivel de contaminación sonora que existe en la Av. Marginal permitirán desarrollar programas y planes de control para la contaminación sonora por las autoridades competentes. Esta investigación será presentada al área correspondiente de la Municipalidad Distrital de Pichanaqui.

1.3.3. Delimitación espacial de la investigación

La presente investigación tendrá lugar en la Avenida Marginal del distrito de Pichanaqui, donde se estableció un punto de muestreo. Respecto al tiempo de duración del estudio, se optó por el monitoreo de 1 hora en los horarios mañana, mediodía y tarde.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis nula

H₀: El parque automotor no influye positivamente en la contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

1.4.2. Hipótesis alterna

H₁: El parque automotor influye positivamente en la contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

1.4.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1. *Operacionalización de las variables.*

Variable	Tipo	Dimensiones	Conceptualización	Indicadores
Parque automotor	Según la naturaleza	Variable cuantitativa, tipo continua	Muestra el número de unidades vehiculares registradas por los gobiernos estatales y municipales, de acuerdo con el tipo de vehículo y el servicio que presta, además de la producción y venta nacional de automotores.	Número de vehículos/hora.
	Según su grado de complejidad	Simple		
	Según su función	Variable independiente		

Contami- nación sonora	Según su naturaleza Según su función	Variable cuantitativa Variable dependiente	Nivel de presión sonora	Es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que genere molestias, riesgos, perjudique o afecte al bienestar humano, o que causen efectos en el ambiente.	Se mide en decibelio (dB).
------------------------------	---	---	----------------------------	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes encontrados en tesis

La tesis titulada “Influencia del flujo vehicular en la contaminación sonora de la Avenida San Carlos en el año 2017”, tuvo el objetivo determinar la influencia del flujo vehicular en la contaminación sonora de la Av. San Carlos en Huancayo en el año 2017. Como metodología, inicialmente se identificaron 6 puntos críticos de la Av. San Carlos con el método de cuadrículas y viales, para luego medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) y el flujo vehicular (vehículos de carga y pasajeros); se cuantificó los vehículos en 1 hora por tres turnos en horas punta (7:01 - 8:01 a.m., 1:00 - 2:00 p.m. y 6:00 - 7:00 p.m.) para luego realizar el proceso estadístico a fin de interpretar los resultados obtenidos. Se obtuvo como resultados que en los 6 puntos se superan los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, siendo los puntos PM1, PM3 y PM5 (Av. Ferrocarril, Jr. Huancas y Jr. San Agustín respectivamente) los más altos en el mes de febrero y marzo, alcanzando a 84, 79 y 76 LAeqT; así también, se representó dicha mayor intensidad de presión sonora en mapas de ruido. Finalmente, el coeficiente de determinación fue de $r^2 = 0,7464$ lo que significa que el 75 % de la contaminación sonora se debe al flujo vehicular, concluyendo que el flujo vehicular influye en la contaminación sonora (7).

En la tesis titulada “Contaminación sonora producida por el parque automotor en el casco urbano de Chimbote 2014”, se tuvo como objetivo general determinar el nivel de contaminación sonora producida por el parque automotor en el casco urbano de Chimbote, de junio a diciembre del 2014, para ello se realizó la recopilación de datos de la muestra seleccionada utilizando la técnica de la sonometría y como instrumento el sonómetro clase 1; a su vez se planteó que la contaminación sonora producida por el parque automotor en el casco urbano del distrito de Chimbote, supera los Límites Máximos Permisibles de la Normatividad Ambiental Nacional. La medición de los niveles de ruido ocasionados por el parque automotor en las diferentes zonas del casco urbano dio como resultado que las zonas con mayores niveles de ruido fueron las intersecciones de la Av. José Gálvez ubicado entre las Av. José Gálvez y el Jr. Alfonso Ugarte con un valor máximo de 81,36 dB en el promedio diurno y un valor mínimo de 74,66 dB entre las Avenidas José Gálvez y Francisco Bolognesi. Respecto al valor máximo y mínimo registrado dentro del casco urbano en el periodo diurno, fue en la intersección de la Av. José Gálvez y el Jr. Alfonso Ugarte con un valor de 81,36 dB y la intersección entre el Jr. Sáenz Peña con la Av. Francisco Bolognesi con un valor de 64,57 dB, es así que se llega a la conclusión, que las zonas con mayor tránsito vehicular sobrepasan los niveles establecidos por la norma ambiental, ya que el máximo establecido en una zona comercial en horario diurno es de 70 dB, en cuanto a las zonas con menor tránsito, se sobrepasan, en su mayoría, los valores establecidos por norma ambiental correspondiente. Los niveles de ruido de la ciudad de Chimbote están en relación directa con la frecuencia vehicular y el uso indiscriminado del claxon, por lo cual se confirma la hipótesis alterna (8).

En la tesis titulada “Evaluación de la contaminación sonora producida por el tráfico vehicular en el distrito de Tarapoto, provincia y Región San Martín”, se tuvo por objetivo evaluar los niveles de presión sonora generados por el tráfico vehicular y para tal fin se procedió a monitorear con un sonómetro digital clase 1 en trece puntos que fueron elegidos por encontrarse en la zona céntrica del distrito de Tarapoto, los cuales presentaron una elevada afluencia de vehículos en el parque automotor, además algunos puntos fueron considerados por otros autores. Referente

a las evaluaciones, fueron realizadas del 10 de julio al 25 de agosto, de lunes a viernes, haciendo un total de 35 días. Los monitoreos fueron ejecutados en horario diurno (7:01 a.m. hasta las 10:00 p.m.) divididos en tres periodos, considerando las horas punta existentes en el distrito: 07:00 a.m. a 8:10 a.m., 12:30 p.m. a 1:40 p.m. y 6:30 p.m. a 7:40 p.m. De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial de San Martín, dos puntos correspondieron a la zona de protección especial, uno a la zona residencial y diez a la zona comercial. Todos los resultados excedieron lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, D.S. N° 085-2003-PCM. El punto crítico de contaminación sonora que presentó mayor intensidad de ruido fue el punto 8 (P8) con 84,7 dB ubicado en Jr. Nicolás de Piérola/Alonso de Alvarado y el de menor intensidad fue el punto 2 (P2) con 70,6 dB ubicado en Jr. San Pablo de la Cruz/Jr. Lamas. El punto crítico de contaminación sonora que presentó mayor flujo vehicular fue el punto 6 (P6) ubicado en la intersección de Jr. Mariscal Sucre/Jr. Augusto B. Leguía y el vehículo que más circuló al momento de la evaluación fue la moto lineal. Al realizar la constatación de hipótesis mediante la prueba t de student se concluyeron que las tres zonas sobrepasan lo establecido en el D.S N° 085-2003-PCM (9).

En la investigación titulada “Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia)”, se tuvo como objetivo evaluar el contexto de la normativa vigente y los niveles de ruido vehicular en las principales vías de la localidad debido al rol crucial que éstas representan en la movilidad de la ciudad en el eje norte - sur del costado oriental. En sus resultados muestran que en todas las estaciones y horarios estudiados se sobrepasan las normas nacionales al ser excedidas en promedio al 17 %, lo cual se considera como de riesgo a la salubridad de la población. Las principales causas directas de ello son, el alto flujo de vehículos particulares; la sobreoferta de autobuses de servicio público altamente contaminantes; y las condiciones de tráfico que prevalecen en detención y arranque a causa de la semaforización, las congestiones y la falta de cumplimiento de las paradas asignadas. Como causa indirecta se postula la carencia de voluntad y gestión histórica realizada por la alcaldía de la ciudad de Bogotá para controlar el ruido vehicular y para dar soluciones estructurales a la problemática del tráfico de la ciudad (10).

En la tesis titulada “Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues”, se tuvo por objetivo medir, representar y evaluar los niveles de presión sonora en distintos puntos de la zona urbana de la ciudad de Azogues; el ruido en la zona urbana de la ciudad de Azogues fue monitoreado en los meses de octubre - noviembre de 2014 y enero - febrero de 2015 en 52 puntos, los cuales fueron determinados en función de la delimitación geográfica del área de estudio, mediante el empleo de cuadrículas para realizar el análisis en cada una de ellas. Con el monitoreo de ruido, se determinaron también las coordenadas geográficas de cada punto y el flujo vehicular. En referencia al monitoreo de todas estas variables, fue realizado en horarios considerados de mayor tráfico vehicular de 07:00 a.m. a 09:00 a.m., 11:30 a.m. a 1:30 p.m. y de 4:00 p.m. a 6:00 p.m. En cuanto a los niveles de ruido, se determinaron con un sonómetro integrador y el tiempo de medición fue de 30 minutos para cada punto. Para la elaboración de los mapas acústicos se empleó un Sistema de Información Geográfica en el cual se procesaron todos los datos obtenidos de las mediciones. Los mapas de ruido evidenciaron que los sectores con mayor afección corresponden a los ubicados en el centro, noroeste y noroeste de la ciudad, al igual que las zonas cercanas a la Panamericana Sur, donde los niveles de presión sonora fueron superiores a los 60 decibeles. Estos valores se atribuyen a la elevada circulación vehicular, donde el flujo registrado es mayor a 100 vehículos durante 30 minutos de monitoreo. Con la elaboración de los mapas acústicos se obtuvo un primer diagnóstico de la contaminación acústica que existe en la zona urbana de la ciudad de Azogues (11).

En la tesis titulada “Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos”, se tuvo por objetivo general determinar la influencia de las variables del entorno urbano y constructivo de una gran ciudad en la contaminación acústica. La primera parte de esta investigación consistió en el análisis de ruido en los puntos tomados, considerando únicamente las variables del tráfico, para ello, se realizó una regresión lineal para ver en qué medida se relacionan entre sí los distintos componentes del tráfico, logrando observar una influencia en la contaminación acústica de la composición del tráfico y la intensidad del mismo dividida por periodos de horarios. En la segunda parte se hizo un

test chi cuadrado para ver qué variables tienen influencia en el ruido y cuáles no; tras ello se procedió a realizar un análisis de correspondencia para ver cómo se asociaron a los distintos niveles de ruido. Como último paso se aplicó indiscriminadamente, para ello se dividieron las calles en dos grupos según la variable dependiente Leq. El objetivo de este análisis es modelizar y ser capaces de predecir a cuál de los grupos pertenecerán a partir de las características de una calle, considerando las variables estudiadas. Se llegó a las siguientes conclusiones, considerando la composición del tráfico en la contaminación acústica de Madrid, que los máximos responsables de la Leq corresponden a la práctica del turismo y al tránsito furgonetas, seguido de los camiones y autobuses. En cuanto a las variables, en general, la presencia de semáforos, la velocidad y pendiente son las variables que más claramente influyen, pero otras, que no se vieron en el estudio, influyen también de alguna forma, como las superficies acristaladas de edificios o fachadas de piedra. Por último, se llegó a generar un modelo mediante unas funciones discriminantes, que son capaces de clasificar puntos de una calle en dos grupos, uno con una Leq igual o menor a 70 dBA, y el otro con una Leq superior a 70 dBA, según los valores de una serie de variables, con un 76,2 % de efectividad (12).

En la investigación titulada *¿Depende la habitabilidad de una calle residencial sobre las características de la red de calles vecinas?*, se buscó responder a preguntas de investigación a través de un estudio residencial de Denver, considerando también vecindarios, seleccionando por primera vez 10 arterias urbanas que podrían dividirse a lo largo de dos dimensiones: alto/bajo tráfico y alta/baja calidad de diseño. Dentro de cada uno de los 10 alrededores vecindarios, se seleccionaron caminos residenciales comparables para adaptarse a las descripciones de tráfico, donde luego se encuestaron a 721 personas que vivían a lo largo de estas 30 calles residenciales. Es así que los resultados sugieren que la red de calles circundantes, y en particular el carácter de la arteria cercana a la carretera, influye en la habitabilidad residencial a través de una serie de medidas. Al hacer un control por ingresos, se vieron altos niveles de tráfico y bajos niveles de diseño urbano en la arteria, ambos restan valor a la habitabilidad de quienes viven en los vecindarios circundantes. A su vez, algunos resultados incluso sugieren que las calles con mucho tráfico cerca

de una arteria de poco tráfico y alto diseño es tan habitable, si no más, que las calles residenciales con poco tránsito cerca de una arteria de alto tránsito y bajo diseño. Aquello no debería ser tomado como un llamado a incrementar el tráfico en las calles residenciales, más bien, planificadores e ingenieros que buscan promover la habitabilidad residencial deben comenzar a adoptar una perspectiva de red más amplia para comprender la habitabilidad. Así las calles residenciales habitables solo pueden ser parte de la solución; también es necesario contar con carreteras arteriales más habitables. La segunda parte del proyecto examinó cómo los residentes perciben y usan las vías arteriales y si las características específicas de las carreteras arteriales se asocian con la satisfacción residencial. Tras el análisis factorial y regresión logística ordinal, los resultados sugieren que las arterias percibidas como vibrantes están asociadas con una mayor satisfacción residencial, por encima y más allá de otras características del entorno residencial, mientras que las arterias con actividad ilícita percibida, así como una inadecuada disposición de residuos sólidos, se asocian con una menor satisfacción residencial. Este estudio incluyó tres medidas diferentes de satisfacción residencial; respecto a la influencia específica de la vía arterial, ésta depende si se centra en la satisfacción con la calle del vecindario, satisfacción con el vecindario o sensación general de felicidad viviendo allí. Respecto a los resultados de este estudio, señalan las políticas de uso de la tierra, la aplicación de las normas sociales y el diseño de peatones y tránsito, como medidas para maximizar las contribuciones de las arterias comerciales al vecindario habitabilidad. En cuanto a los apéndices, incluyen detalles adicionales sobre la encuesta y la metodología de la encuesta, así como ejemplos de cómo se integraron estos temas en las asignaciones de Ingeniería Civil y planificación urbana a nivel de posgrado. (13).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fundamentos teóricos

2.2.1.1. Sonido

Es una vibración de carácter mecánico que su propagación se da en un medio elástico y denso (14).

a) Propagación del sonido:

Las partículas no se desplazan con la perturbación, simplemente oscilan alrededor de su posición de equilibrio. La manera en que la perturbación se traslada de un lugar a otro se denomina propagación de la onda sonora. Si se considera como fuente sonora, por ejemplo, un tambor, un golpe sobre su membrana provoca una oscilación. Cuando la membrana se desplaza hacia fuera, las partículas de aire próximas a su superficie se acumulan creándose una zona de compresión, mientras que, en el caso contrario, dichas partículas se separan, lo cual da lugar a una zona de enrarecimiento o dilatación. La oscilación de las partículas tiene lugar en la misma dirección que la de propagación de la onda. En este caso se habla de ondas sonoras longitudinales, en contraposición a las ondas electromagnéticas que son transversales (oscilación de la señal generadora perpendicular a la dirección de propagación de la onda) (14).

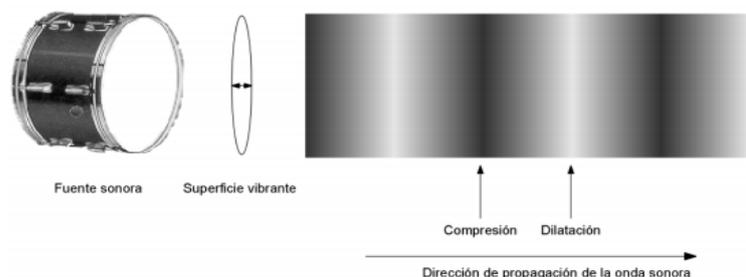


Figura 1. Zonas de compresión y dilatación de las partículas de aire en la propagación de una onda sonora.

Fuente: Morales (12).

b) Presión sonora:

El sonido es una sensación auditiva provocada por las vibraciones y ondas acústicas de frecuencia entre 20 Hz y 20 000 Hz., que se propagan en un medio sólido, líquido o gaseoso. Contrariamente a las ondas electromagnéticas (ondas luminosas, ondas de radio, etc.), el sonido para propagarse tiene necesidad de un medio, no se propaga en el vacío. Cuando las frecuencias de excitación del fenómeno acústico son inferiores a 20 Hz se habla de infrasonidos, mientras que cuando son superiores a 20 000 Hz es considerado como ultrasonido.

La magnitud que normalmente se mide con un micrófono es la presión acústica eficaz. A partir de la presión, se pueden deducir todas las otras magnitudes, sin embargo, debido a que el campo de los valores de la presión acústica es muy grande (existen variaciones de presión que varían entre 0,00002 hasta 200 Pa) se ha introducido como magnitud práctica el nivel de presión sonora en decibelios (dB), respecto de una presión de referencia correspondiente al umbral de presión auditiva e igual; esto cambia la escala de presión lineal a presión logarítmica y simplifica la forma de trabajar con presión, o lo que es lo mismo, con ruido y sonido (15).

La intensidad de los distintos ruidos se mide en decibeles (dB). Los decibeles son unidades en las que habitualmente se expresa el nivel de presión sonora; es decir, la potencia o intensidad de los ruidos; además, son la variación sonora más pequeña perceptible por el oído humano. El umbral de audición humana medida en dB tiene una escala que comprende desde los 0 dB (nivel mínimo) hasta los 120 dB (que es el nivel de estímulo en el que las personas empiezan a sentir dolor), un nivel de ruido que se produce, por ejemplo, durante un concierto de rock (5).

El belio (símbolo B), sirve para expresar la relación entre dos potencias mediante el logaritmo decimal de esta relación. Tal unidad, caída en desuso, apenas se utiliza. En la práctica, se emplea el decibelio (símbolo dB), que es la décima parte del belio. El decibelio permite también expresar la relación entre dos magnitudes de campo, como una tensión, una corriente, una presión acústica, un campo eléctrico, una velocidad o una densidad de carga, cuyo cuadrado es proporcional a una potencia en los sistemas lineales. Para obtener el mismo valor numérico que con una relación de potencias, el logaritmo de la relación de las magnitudes de campo se multiplica por el factor 20, suponiendo que las impedancias sean iguales (16).

El decibel es la manera adecuada para describir relaciones de potencia o tensiones entre la entrada y la salida de un cuadripolo. A continuación, se observa la ecuación básica que permite expresar en decibels una relación de potencias cualquiera, independientemente de la frecuencia (17).

$$dB = 20 * \log \frac{P}{P_0}$$

Donde:

- P = presión acústica percibida en el punto de medida.
- P₀ = presión de referencia.

c) Contaminación sonora:

Es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique molestia, genere riesgos, perjudique la salud, afecte el bienestar humano y los bienes de cualquier naturaleza causando efectos significativos sobre el medio ambiente (5).

d) Condiciones de propagación del sonido:

Es importante analizar la variable de las condiciones de propagación del sonido en el medio aéreo. Así como las condiciones de temperatura y presión relativa que se simulan, aún más relevante puede ser la variable viento, dado que puede influir en incrementar o en reducir un nivel sonoro (18).

e) Nivel Sonoro Continuo Equivalente:

Leq es el nivel de ruido continuo equivalente, dado como la exposición total al ruido durante el período de tiempo, o la energía promedio del nivel de este mismo. Es generalmente descrito como el nivel de ruido “promedio” durante el monitoreo de ruido, es la manera más simple de entender este parámetro. Si el nivel de ruido varía, el promedio medido es un parámetro útil, y por esta razón es comúnmente llamado nivel de ruido equivalente. Los resultados de las mediciones de valores Leq deben ser escritos especificando la ponderación de frecuencia (dBA), y la duración del tiempo empleado en la medición (19).

f) Nivel de Presión Sonora Máxima (L_{Amax} o NPS MÁX):

Es el máximo nivel de presión sonora registrado, utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado (14).

g) Nivel de Presión Sonora Mínima (L_{Amin} o NPS MIN):

Es el mínimo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado (14).

h) Parque automotor:

Muestra el número de unidades vehiculares registradas por los gobiernos estatales y municipales, de acuerdo con el tipo de vehículo junto al servicio que presta, además de la producción y venta nacional de automotores (20).

i) Marco legal:

En el Art 2° del inciso 22 de la Constitución Política del Perú se establece como deber de nuestro estado garantizar el derecho de gozar un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida, así también la Ley General del Ambiente N° 28611, en el artículo 133° menciona la importancia de la obtención de información a través de instrumentos de monitoreo para el cumplimiento de la normativa y las medidas de control.

El Decreto Supremo N° 085-2003-PCM en el cual se aprueba los Estándares de Calidad Ambiental de ruido, a fin de establecer como instrumento de gestión ambiental para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora y destinada a proteger la salud, mejorar la calidad de vida poblacional y promover el desarrollo (21).

Tabla 2. *Estándares de Calidad Ambiental para ruido.*

Zona de aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Horario diurno	Horario nocturno
Protección especial	50	40
Protección residencial	60	50
Protección comercial	70	60
Protección Industrial	80	70

Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM (21).

La municipalidad distrital de Pichanaqui a través de la Ordenanza Municipal N° 16-2019-MDP tiene como objetivo prevenir, minimizar y controlar los ruidos producidos en la jurisdicción del distrito de Pichanaqui en la vía pública como calles, plazas y paseos públicos; en espacios como, las salas de espectáculos, eventos y reuniones; casas o locales de diversión y comercio de todo género; iglesias y casas religiosas; inmuebles y lugares en que realicen actividades públicas, privadas, casas individuales y colectivas (22).

j) Flujo vehicular:

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso determinado. Dependiendo de la duración del lapso, se tiene los siguientes volúmenes de tránsito:

- Anual (TA): número total de vehículos que pasan en un año ($T = 1$ año).
- Mensual (TM): número total de vehículos que pasan en un mes ($T = 1$ mes).
- Semanal (TS): número total de vehículos que pasan en una semana.
- Diario (TD): número total de vehículos que pasan en un día ($T = 1$ día).
- Tránsito horario (TH): total de vehículos que pasa durante una hora ($T = 1$ hora).
- Tránsito en un periodo inferior a una hora. Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora, por lo general, representa un periodo de 15 minutos.

Los periodos no siempre tienen que estar en el orden mencionado. Podrían ser 365 días seguidos, 30 días seguidos, 7 días seguidos, 24 horas seguidas, 60 minutos

seguidos, 0 minutos y minutos seguidos menos a 1 hora.
(23).

2.2.2. Metodologías existentes

a) Estudios preliminares:

Antecede o se antepone a cierto panorama o a aclarar un camino antes de tener la información definitiva (24). La investigación se basa en la NTP-ISO 1996-2, detallado para lo siguiente:

- Selección de intervalo de medición: es el tiempo empleado en la medición donde se registra el nivel de presión sonora en el sonómetro (25).
- Periodo de monitoreo: el tiempo de medición debe cubrir las variaciones significativas de la fuente generadora, este debe cubrir mínimo tres variaciones; en el caso que no se lleguen a cubrir lo señalado, los intervalos a elegir deben ser representativos, es decir, el periodo de medición debe coincidir con el periodo de generación de ruido (25).
- Condiciones climatológicas: parar la medición si existe la presencia de fenómenos climáticos que puedan afectar con la medición como tormentas, lluvia, granizo, etc. (25).
- Calibración de campo: antes y después de la medición se verifica la calibración del sistema completo, empleando un calibrador acústico. En caso los sonómetros sean usados por más de 12 horas o son transportados a diferentes niveles de presión atmosférica, acorde con nuestra geografía peruana, deberán ser calibrados en campo al menos 1 o 2 veces al día. El sonómetro será calibrado una vez al año en un laboratorio especializado con previa certificación (25).
- Corrección de datos: si el nivel de presión sonora medido y el residual difieren en 3 dB o menos, no se corrige así mismo en caso difieren en 10 dB o más; la incertidumbre de la medición es

grande. Los resultados pueden ser informados y ser útiles para determinar un límite superior al nivel de presión sonora de la fuente bajo ensayo. Si tales datos son informados, se deberá de aclarar que el valor informado no puede ser corregido para quitar el efecto del sonido residual, en el texto del informe, también en los gráficos y tablas de resultados. Si el nivel de presión sonora residual y el medido difieren entre 3 dB y 10 dB, se usa la siguiente ecuación para hacer la corrección (25):

$$L_{corr} = 10 \log(10^{L_{medi}/10} - 10^{L_{resid}/10})dB$$

Donde:

- L_{medi} : es el nivel de presión sonora medido.
 - L_{resid} : es el nivel de presión sonora residual.
 - L_{corr} : Es el nivel de presión sonora corregido.
- Condiciones meteorológicas y climáticas: existen condiciones climáticas que favorecen a la propagación de ruido o al amortiguamiento de éste (velocidad y dirección de viento, humedad relativa, etc.). El viento es el mayor factor de propagación y puede generar condiciones desfavorables a la hora de la medición de ruido, provocando incertidumbre. En las actividades de monitoreo se deben identificar las condiciones climáticas de propagación y ser descritas en la hoja de campo, la incertidumbre se corrige como se menciona en el Anexo A de la NTP-ISO 1996-2:2008, se debe aplicar en caso no cumpla la condición de la ecuación (25):

$$\frac{h_s + h_r}{r} \geq 0,1$$

Donde:

- h_s : altura de la fuente.
- h_r : altura del receptor.
- r : distancia entre la fuente y el receptor.

b) Metodología para el ruido generado por el tránsito automotor:

La norma ISO 1996-2 se considera que el flujo de vehículos se mide con el conteo del número de vehículos que circulan en un intervalo de tiempo, clasificados en livianos y pesados.

El resultado obtenido del monitoreo de ruido ambiental se compara con los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM), posteriormente se concluye si existe o no contaminación ambiental.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de investigación

a) Técnicas de la investigación:

Se utilizaron las siguientes técnicas:

- Consiste en la recopilación de información de las variables definidas para componer el documento.
- Técnica de campo, permitió observar de manera directa las variables.

b) Instrumentos de la investigación:

- Medición de nivel de presión sonora:

El sonómetro es el dispositivo electrónico para medir el nivel de presión sonora que proporciona una medida objetiva y repetible. Se tienen dos tipos de sonómetros: los sonómetros generales y los integrales; en la investigación se utilizó un sonómetro integral.

Existen varias clases de sonómetros dependiendo de su precisión en la medida del sonido, las clases son 0, 1 y 2; la clase 0 es la más precisa y la clase 2 la menos precisa. Para medir el ruido y

comparar con los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, debe usarse la clase 1 o 2, cumpliendo con lo especificado en la IEC 61672-1:2002, donde se menciona que los instrumentos de clase 1 están determinados para temperaturas -10°C hasta +50°C, en la investigación se utilizó un sonómetro de clase 1.

- Para el registro de datos:

Se realizó en las hojas de campo para los datos del flujo vehicular y el nivel de presión sonora.

- Para el proceso de datos:

Los datos de la investigación se procesaron en el software Excel.

2.2.4. Diseño del modelo teórico conceptual

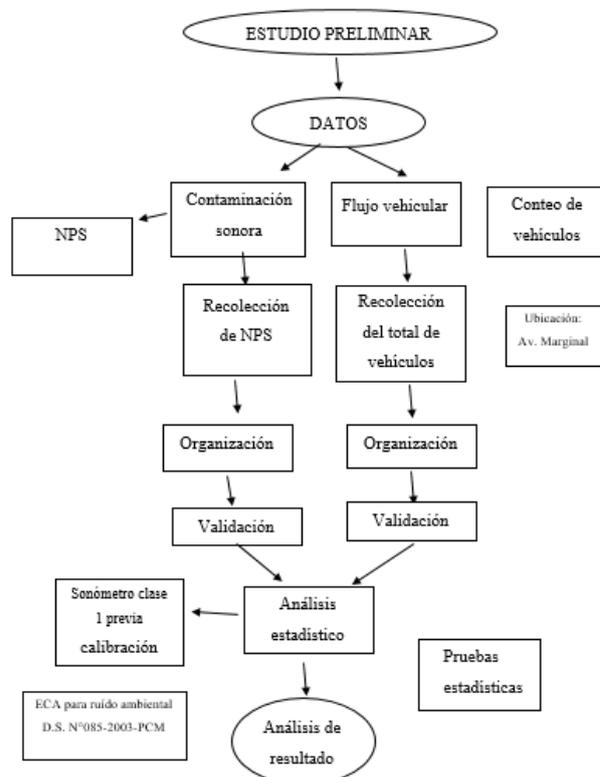


Figura 2. Modelo teórico de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

2.3. Definición de términos

Las definiciones líneas abajo fueron extraídas del D.S. N° 085-2003-PCM para consideración de la investigación (21).

- Contaminación sonora: presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano.
- Decibel (dB): es la unidad adimensional que es usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. Se usa el decibel para describir potencia, intensidad sonora o niveles de presión.
- Decibel A (dBA): unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, permite registrar el nivel similar al comportamiento de la audición humana.
- Emisión: nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar.
- Horario diurno: periodo comprendido desde las 07:01 hasta las 22:00 horas.
- Monitoreo: acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.
- Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT): es el nivel de presión sonora constante, este expresado en ponderación A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.
- Ruido: sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.
- Sonido: energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios.
- Zona comercial: aquella área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades de servicio y comerciales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Métodos de la investigación

- a) Identificación del día con mayor flujo vehicular y punto de monitoreo de ruido a través de un estudio preliminar:

En la investigación se hizo un estudio preliminar el cual consiste en el conteo de número de vehículos (ida y vuelta) durante los días jueves, viernes y sábado desde las 7:01 a.m. hasta las 7:01 p.m. esto para determinar el horario y día con mayor flujo vehicular, a su vez el punto de monitoreo; esto previo al día identificado para el monitoreo. El día identificado con mayor flujo vehicular fue el día sábado en los horarios (mañana, mediodía y tarde) por lo que se consideró un único punto de muestreo, ya que al haber un único puente el cual conecta el distrito de Pichanaqui con el distrito de Perené en la Avenida Marginal, se da la presencia y mayor circulación de parque automotor.

Tabla 3. *Punto identificado del área de estudio.*

CÓDIGO	UBICACIÓN	ESTE	NORTE	AVENIDA
PM1	Av. Marginal	8792363	513472	Marginal

Fuente: elaboración propia.

- b) Medición de la circulación de parque automotor y el nivel de presión sonora:

La investigación se basó en las metodologías de la NTP ISO 1996-2. Se realizó el conteo de los vehículos en los horarios (mañana, mediodía y tarde) de 7:01 a.m. a 8:01 a.m., 1:01 p.m. a 2:01 p.m. y 6:01 p.m. a 7:01 p.m., cada 15 minutos del día identificado con mayor flujo vehicular, en dos categorías el primero fue en vehículos livianos (2 ruedas y 3 ruedas) y vehículos pesados (4 ruedas a más) en el formato (Anexo 7).

Tabla 4. *Horarios definidos para la toma datos.*

Descripción	Horario
Mañana	7:01 a.m. - 8:01 a.m.
Tarde	1:01 p.m. - 2:01 p.m.
Noche	6:01 p.m. - 7:01 p.m.

Fuente: elaboración propia.

Para la medición del nivel de presión sonora se utilizó un sonómetro Integrador Clase 1, marca SVANTEK, el cual se encuentra en cumplimiento de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC 61672), ya que representa tener la capacidad de calcular el Nivel de Presión Sonora Continua equivalente con Ponderación A (LAeqT) y demás, como lo establece el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido. Así también, de acuerdo a la Norma ISO 1996-2- 2008 se programó el monitoreo de ruido, señalando lo siguiente:

- Medición de coordenadas geográficas.
- Instalación del equipo sobre un trípode (1,5 m) del nivel del suelo.

- Calibración en campo previa toma de datos y al finalizar.
- La ubicación del micrófono orientada a la fuente generadora de ruido.
- Identificación de la fuente y tipo de ruido.

En dicho sentido la investigación tuvo como fuente de ruido al parque automotor que transita en una vía, la cual fue considerada como una fuente móvil lineal (26). También es preciso denotar los tipos de ruido; en función al tiempo de medición se tiene al ruido intermitente, que engloba a aquellos sonidos que están presentes en la ubicación del observador esto durante ciertos periodos de tiempo que ocurren a intervalos de tiempo regulares o irregulares y la duración de cada una de estas ocurrencias es a más de 5 s (26). Complementa aquello lo relacionado a la función del tipo de actividad generadora de ruido, denotado como ruido generado por tráfico automotor (26).

- Programación del sonómetro: Ponderación A, modo Fast y nivel L90.
- El ángulo de inclinación del sonómetro y el plano será el paralelo al suelo en un ángulo de 60 grados.
- El monitor se ubicará a una distancia de 0,5 m.
- Medición de ruido.

Se registró en la hoja de campo (Anexo 6) el nivel percentil estadístico (L90), el Nivel De Presión Sonora Mínima (Lmin), el Nivel de Presión Sonora Máxima (Lmax) y el Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente (LAeqT). En la tabla 5 se describen los instrumentos utilizados, adjuntando en los anexos (Anexo 2 y 3) los respectivos certificados de calibración.

Tabla 5. Descripción de los equipos.

Equipo	Marca	Modelo	Clase	Imagen
Sonómetro	SVANTEK	SVAN 953	1	
Calibrador acústico	Larson Davis	CAL 150 (serie N° 5912)	–	–

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. *Especificaciones técnicas del sonómetro.*

Resolución	0,1 Db
Rango de frecuencia	0,3

Fuente: elaboración propia.

c) Clasificación vehicular:

Se realizó la clasificación vehicular de acuerdo a lo mencionado en la norma ISO 1996-2, a la par de la toma de datos del monitoreo de ruido en campo, esto en la hoja de campo. Esta clasificación fue la siguiente:

- Categoría I: vehículos pesados (de 4 ruedas a más) fueron considerados los autos, camionetas, combis, miniván, buses, camiones, etc.
- Categoría II: vehículos livianos (de 2 y 3 ruedas) considerados moto lineal, mototaxi, triciclos y motocargas.

No se logró hacer la clasificación de acuerdo con el Reglamento Nacional de Vehículos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares) por las complicaciones y el flujo masivo de vehículos, sin embargo, se realizó la clasificación de los vehículos en el formato del Anexo 7.

- Clasificación de flujo vehicular:

Se considera flujo vehicular alto de acuerdo con la cantidad de vehículos que circulan en una carretera durante 24 horas.

Tabla 7. *Clasificación del flujo vehicular.*

Clasificación	Número de vehículos que transitan
Flujo vehicular bajo	Menos de 13 000
Flujo vehicular alto	40 000 a más

Fuente: elaboración propia en base a lo propuesto por Marshall y McAndrews (13).

En la investigación, se tomó en cuenta el conteo de vehículos realizados en el estudio preliminar (12 horas), luego se determinó la cantidad correspondiente por hora (1 666,67), dicho resultado se compara y se identifica en el cuadro de acuerdo a cuántos vehículos por hora transitan en la Av. Marginal (13).

La Av. Marginal está clasificada como una ruta PE 5S es decir una red vial nacional de acuerdo con el clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras (27).

Después de obtener el registro de datos de las dos muestras se procede a exportar la base de datos en el software Excel los siguientes datos: coordenadas, nivel percentil estadístico(L90, nivel de presión sonora mínima (Lmin), nivel de presión sonora máxima (Lmax) y el nivel de presión sonora continua equivalente (LAeqT); así como el como el conteo de la circulación del parque automotor clasificados. Seguido a la exportación de datos, se realizó la comparación con el Reglamento de Estándar de Calidad Ambiental para ruido el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM y el plano de zonificación de los usos del suelo urbano de la Municipalidad Distrital de Pichanaqui vigente.

Tabla 8. *Zonificación del punto de monitoreo de ruido.*

Código	Ubicación	Distrito	Zona	Estándar de Calidad Ambiental (Horario diurno)
PMA1	Avenida Marginal	Pichanaqui	Comercial	70 Db

Fuente: Elaboración propia.

En la investigación no se realizó la corrección de datos, debido a que el nivel de presión sonora medido y el nivel percentil estadístico difieren en más de 10 dB por lo tanto no se aplica la ecuación de corrección de datos, tal y como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Corrección de ruido residual.

CORRECCIÓN DE RUIDO RESIDUAL				
N°	L _{AeqT}	L ₉₀	Dif	L _{corr}
1	76.9	66.2	10.7	76.9
2	75.5	64.1	11.4	75.5
3	76.1	65.4	10.7	76.1
4	74.7	61.8	12.9	74.7
5	75	64.7	10.3	75.0
6	74.7	61.4	13.4	74.7
7	74.3	62.1	12.2	74.3
8	74.6	63.0	11.6	74.6
9	75.7	64.2	11.5	75.7
10	76.7	64.5	12.2	76.7
11	75.7	65.0	10.7	75.7
12	76.4	65.2	11.2	76.4

Fuente: elaboración propia

Respecto a las condiciones climáticas, no se realizó el monitoreo bajo condiciones climáticas adversas, como las precipitaciones y tormentas por lo que no se afectaron los resultados, es por ello no se realizaron las correcciones mencionadas en la NTP ISO 1996 - 2 de la siguiente ecuación (esto se da cuando los resultados son menores a 0,1; la toma de datos se realizó teniendo un día con condiciones climáticas favorables, es decir un día soleado con la pista seca y con una mínima presencia de viento):

$$\frac{H_1+H_r}{r} \geq 0,1$$

Donde:

- H₁ = altura de la fuente.
- H_r = altura del receptor.
- r = distancia entre la fuente y el receptor.

Sin embargo, se aplicó la ecuación como evidencia a lo mencionado. Se consideró una altura de la fuente 0,7 (altura de la bocina de los vehículos), altura del receptor 1,5 y la distancia entre la fuente y el receptor 3, obteniendo como resultado 0,73.

Finalmente se determinó la correlación que existe entre ambas variables con la prueba estadística R_{HO} de Spearman, se usó el software Excel para lo mencionado.

3.1.2. Alcance de la investigación

3.1.2.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación que se usó para la investigación es la aplicada, porque depende del descubrimiento y avances de la investigación pura; ésta persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías (28).

3.1.2.2. Nivel de la investigación

Se usó el nivel explicativo, porque su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (29).

3.2. Diseño de la investigación

El tipo de estrategia que se siguió para llegar a los objetivos fue la investigación no experimental, porque no administra un estímulo o tratamiento a las variables (28).

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

El tipo de diseño fue longitudinal, para ver el comportamiento de la variable. El diagrama simbólico fue el siguiente (28):

01

M T1

02

Donde:

- M: representa la muestra de estudio en 1 momento.
- T1: representa el año de estudio del 2021.
- 01: es la observación o medición de la variable dependiente.
- 02: es la observación o medición de la variable independiente.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Circulación del parque automotor en la Av. Marginal del distrito de Pichanaqui.

3.3.2. Muestra

Para la circulación del parque automotor entre los horarios (mañana, mediodía y tarde) 7:01 a.m. a 8:01 a.m., 1:01 p.m. a 2:01 p.m. y 6:01 p.m. a 7:01 p.m. del sábado en la Av. Marginal.

Para el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente fue en los horarios (mañana, mediodía y tarde) 7:01 a.m. a 8:01 a.m., 1:01 p.m. a 2:01 p.m. y 6:01 p.m. a 7:01 p.m. del sábado en la Av. Marginal.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se utilizaron tres técnicas:

- La técnica de acopio de datos preliminar (conteo de circulación de parque automotor).
- La técnica del acopio de datos de campo (conteo de circulación de parque automotor y nivel de presión sonora continuo equivalente).
- El procesamiento de información (Uso de software Excel para procesar los datos).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se mencionan a continuación:

- Sonómetro.
- Contómetro.
- Cámara fotográfica.
- Fichas de registro.

3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Se utilizó:

- La hoja de campo Excel para la realizar la prueba Spearman y el Software PAST para las otras pruebas estadísticas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del tratamiento y análisis de la información

Se obtuvieron los resultados del nivel de presión sonora continuo equivalente en ponderación A con el sonómetro clase 1, marca SVANTEK, modelo SVAN 953.

La circulación del parque automotor se determinó con el conteo de vehículos livianos y pesados, metodología brindada por la NTP ISO 1996-2.

4.1.1. Circulación del parque automotor y contaminación sonora de la Av. Marginal

En la tabla 10 se observa el resultado de las tomas de datos en campo del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente y el conteo de la circulación del parque automotor en la Av. Marginal.

Tabla 10. Resultados de conteo de parque automotor y Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente.

Punto	Conteo de vehículos		Total de vehículos	LAeqT
	Horarios			
	Inicio	Fin		
PM1	07:01	07:16	509	76,9
	07:16	07:31	583	75,5

07:31	07:46	655	76,1
07:46	08:01	629	74,7
13:01	13:16	631	75
13:16	13:31	601	74,7
13:31	13:46	527	74,3
13:46	14:01	597	74,6
18:01	18:16	569	75,7
18:16	18:31	687	76,7
18:31	18:46	641	75,7
18:46	19:01	688	76,4
Total		7 317	

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Circulación del parque automotor en la Av. Marginal

Para obtener los resultados que respondan el primer objetivo específico de la circulación del parque automotor, se realizó un conteo sistemático de los vehículos que circularon en un punto específico de la Av. Marginal.

Tabla 11. Resultados del conteo de vehículos pesados.

Punto	Conteo de vehículos		
	Horarios		Categoría I
	Inicio	Fin	Vehículos pesados 4 ruedas a más
PM1	07:01	07:16	111
	07:16	07:31	121
	07:31	07:46	166
	07:46	08:01	150
	13:01	13:16	120
	13:16	13:31	119
	13:31	13:46	75
	13:46	14:01	130
	18:01	18:16	137
	18:16	18:31	155
	18:31	18:46	157
	18:46	19:01	180
Total		1 621	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Resultados del conteo vehículos livianos.

Punto	Conteo de vehículos			
	Horarios		Categoría II	
			Vehículos livianos	
Inicio	Fin	2 ruedas	3 ruedas	
PM1	07:01	07:16	48	350
	07:16	07:31	112	350
	07:31	07:46	113	376
	07:46	08:01	118	361
	13:01	13:16	173	338
	13:16	13:31	167	315
	13:31	13:46	177	275
	13:46	14:01	129	338
	18:01	18:16	98	334
	18:16	18:31	133	399
	18:31	18:46	137	347
	18:46	19:01	129	379
	Total			5 696

Fuente: elaboración propia.

El número total de vehículos contabilizados fueron 7 317, con 1 621 vehículos pesados y 5 696 vehículos livianos.

4.1.3. Nivel de contaminación sonora en la Av. Marginal

Para obtener los resultados que respondan el segundo objetivo específico, de la contaminación sonora, se determinó el Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente en Ponderación A.

En la tabla 13 se muestran los horarios considerados para la toma de resultados y el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en el punto de monitoreo ubicado en una zona comercial de acuerdo a la zonificación del distrito de Pichanaqui en comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido.

Tabla 13. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente en comparación con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido.

Horario		LAeqT	Comparación con el ECA	Situación
Inicio	Fin			
07:01	07:16	76,9	70	Excede
07:16	07:31	75,5	70	Excede
07:31	07:46	76,1	70	Excede
07:46	08:01	74,7	70	Excede
13:01	13:16	75	70	Excede
13:16	13:31	74,7	70	Excede
13:31	13:46	74,3	70	Excede
13:46	14:01	74,6	70	Excede
18:01	18:16	75,7	70	Excede
18:16	18:31	76,7	70	Excede
18:31	18:46	75,7	70	Excede
18:46	19:01	76,4	70	Excede

Fuente: elaboración propia.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Parque automotor y la contaminación sonora en la Av. Marginal

A. Correlación:

Tabla 14. Prueba de hipótesis con la prueba Spearman para parque automotor y contaminación sonora.

	TOTAL	LAeqT
TOTAL	1	
LAeqT	0,25416002	1

Fuente: elaboración propia.

Se observa un cálculo positivo (0,25), lo cual indica que se presenta una correlación positiva débil.

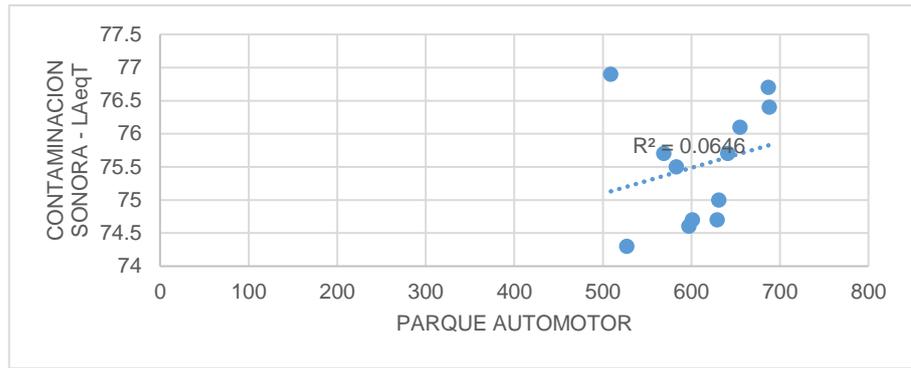


Figura 3. Correlación del parque automotor y el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente.

Según la figura 3, se muestra una correlación entre la contaminación sonora y el parque automotor. Se observa que se tiene una correlación positiva ($r = 0,25$) y no significativa ($p = 0,42$) en la tabla 15.

B. Probabilidad:

Tabla 15. *P-value de la correlación.*

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,544070875	0,544070875	0,69058294	0,425362985
Residuos	10	7,878429125	0,787842912		
Total	11	8,4225			

Fuente: elaboración propia.

Luego de la aplicación de la prueba de Spearman, el p-value de la correlación fue $p = 0,425$ con un coeficiente de correlación (R) del 0,25, lo que indica que la correlación no es significativa ($p > 0,05$) y la relación entre el parque automotor y contaminación sonora es positiva y débil, por lo que se afirma que no hay una influencia lineal del parque automotor a la contaminación sonora. En dicho sentido. se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, ($p > 0,05$), por lo tanto: el parque automotor no influye de manera positiva en la contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

4.2.2. Existe un alto número de la circulación del parque automotor en la Av. Marginal

Tabla 16. Prueba de t de student para la circulación del parque automotor con el flujo vehicular alto.

Conteo por hora	
Media	1 716,75
95 %	(1 568,3 - 1 865,2)
N	12
Media dada	1 666,67
P	0,4734
t test	Prueba
t valor	0,7424

Fuente: elaboración propia.

La prueba t de student de una muestra al 95 % de significancia, comparando los valores de la cantidad de circulación de parque automotor con el valor del flujo vehicular alto (1 666,67 vehículos x hora), demuestra que no existe una diferencia significativa ($p = 0,47$), con un promedio registrado de 1716,7 lo que indica que se superan la cantidad de vehículos para un flujo vehicular alto. Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna ($p > 0,05$), por lo tanto, existe un alto número de la circulación del parque automotor de la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

4.2.3. Contaminación sonora en la Av. Marginal

Tabla 17. Prueba de hipótesis con la prueba t student para LAeqT con el ECA ruido en la zona comercial.

Conteo por hora	
Media	75,525
95 %	(79,969 - 76,081)
N:	12
Media dada:	70
P	0,00000000204
t test	Prueba
t valor	21,87

Fuente: elaboración propia.

Según la prueba de t student de una muestra comparando los valores de ruido equivalente con el ECA = 70 de una zona comercial y en horario diurno se obtuvo una diferencia significativa con el valor ($p = 0,0000000002042$), lo que indica que los valores de ruido difieren del ECA; el promedio registrado fue 75, 525 lo que indica que los niveles de ruido son altos porque superan el ECA. Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna ($p < 0,05$) por lo que se concluye que el nivel de contaminación sonora es alto en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Correlación entre el número del parque automotor y la contaminación sonora de la zona comercial Pichanaqui

De acuerdo con los resultados de esta investigación no hay influencia lineal del parque automotor a la contaminación sonora; sin embargo, en la investigación realizada por Sotacuro (7), “los resultados de la prueba estadística ANOVA aplicada dieron como resultado que existe una influencia significativa entre el flujo vehicular y la contaminación sonora de la Av. San Carlos ($F < 241,307241$) con un nivel de confianza del 95 %, con un valor r del coeficiente de correlación Pearson de $r < 0,8639$ y un $R^2 = 0,7464$ lo que significa que la contaminación sonora proveniente del flujo vehicular, esto indicado por correlación entre las dos variables”. En dicha investigación se utilizó tres metodologías: metodología de viales y cuadrícula para la identificación de los 6 puntos de muestreo, donde se utilizó el criterio de identificación en las fuentes de ruido más importantes en la Av. San Carlos (Instituciones educativas y tráfico vehicular), lo cual se realizó durante 4 meses (enero, febrero, marzo y abril) en tres horarios (mañana de 7:01 a.m. a 8:01 am., tarde 1:00 p.m. a 2:00 p.m. y noche 6:00 p.m. a 7:00 p.m.), llegando a cotejar que sus resultados superan el Estándar de Calidad Ambiental para ruido para las zona residencial (ECA = 60) y para la zona especial (ECA = 50).

Lo expuesto difiere con la investigación realizada, ya que se utilizaron las metodologías en la que se realizó un estudio preliminar para poder identificar el día con mayor circulación del parque automotor y el punto de monitoreo ambiental de ruido (punto que también es considerado en el plan de monitoreo de la Municipalidad de Pichanaqui), teniendo como resultado al sábado como el día con mayor circulación del parque automotor y el horario de monitoreo de ruido; se utilizó las metodologías consideradas en la NTP - ISO 1996 - 2 para realizar el monitoreo; éste se realizó simultáneamente con el conteo del parque automotor; el punto de monitoreo se encuentra ubicado en una zona comercial, de acuerdo al clasificador de rutas del Sistema Nacional de Carreteras, la Avenida Marginal es una red vial nacional o también llamado longitudinal de la selva sur por lo que existe un flujo vehicular alto.

Así también, en la investigación de Ramos (9), que utilizó un sonómetro clase 1 en la evaluación de los niveles de presión sonora, también se realizó el conteo de vehículos livianos (motos, trimotos y carros) en 13 puntos (puntos que ya habían sido considerados en otra investigación de la ciudad) durante 35 días de lunes a viernes en los horarios de mañana (7:01 a.m. a 8:10 a.m.), mediodía (12:30 p.m. a 1:40 p.m.) y tarde (6:30 p.m. a 7:40 p.m.); en el contraste de hipótesis se utilizó la prueba t student para las tres zonas: en la zona comercial con un promedio de 79,48 dB y un p valor de 0,000 ($p < 0,05$), en la zona residencial con un promedio de 74,09 dB y un p valor de 0,000 ($P < 0,05$) y en la zona especial con un promedio de 80,51 dB y un p valor de 0,000 ($p < 0,05$); concluyendo que se sobrepasan los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para ruido.

Dicho resultado difiere de la metodología e identificación de puntos de monitoreo, debido a que en la investigación se tuvo la limitación de la construcción del puente donde se llevaba a cabo la toma de muestra del nivel de presión sonora y el conteo de la circulación del parque automotor, el cual no permitió continuar con la toma de datos.

4.3.2. Alto número de la circulación del parque automotor de la Av. Marginal

El resultado de la prueba t student muestran que no existe diferencia significativa ($p = 0,46$), por lo que existe un alto número de circulación del parque automotor de la Avenida Marginal del distrito de Pichanaqui y a la cantidad de parque automotor que circuló durante el tiempo que se realizó la investigación se le puede considerar un flujo vehicular alto ($40\ 000 < x$).

Tal cantidad definida también es considerada en la investigación de Marshall y McAndrews (13) titulada “¿Depende la habitabilidad de una calle residencial sobre las características de la red de calles vecinas?”, investigación realizada en Denver donde se define que a partir de 40 000 vehículos a más se considera un alto tráfico vehicular ($40\ 000 < x$) y de bajo tráfico vehicular cuando llegan a circular menos de 13 000 vehículos ($x < 13\ 000$) por día correspondientemente.

Se tiene también al manual de carreteras “Diseño geográfico DG-2018”, el cual se basa en parámetros que no consideramos en la investigación, sin embargo, menciona la cantidad de vehículos por día para la clasificación de las carreteras en Perú.

4.3.3. Contaminación sonora en la Av. Marginal

El resultado de la prueba t student obtuvo una diferencia significativa con el valor ($p = 0,0000000002042$), lo que indica que los valores de ruido difieren del Estándar de Calidad Ambiental para ruido en una zona comercial y en horario diurno principalmente debido al parque automotor y otras fuentes como el tránsito de personas y el comercio en la Avenida (tabla 12). En la investigación se observa que el nivel de ruido excede los Estándares de Calidad Ambiental para ruido para la zona identificada como comercial, tomados durante una hora en tres periodos (mañana, mediodía y tarde) por lo que se afirma que existe contaminación sonora en la Avenida Marginal.

Por otra parte sucede lo mismo en la investigación realizada en la Avenida San Carlos (9), donde se consideró 6 puntos de monitoreo de ruido, 3 ubicados en una zona residencial (60 dB) y 3 en una zona de protección especial (50 dB) respectivamente al Estándar de Calidad Ambiental para

ruido, los que excedieron en la comparación con los límites máximos permitidos de los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, donde se tuvo como resultado de la prueba estadística de ANOVA un F menor que 241,307241 lo que indica que existe una influencia significativa entre el flujo vehicular y la contaminación sonora con un nivel de confianza del 95 %, con un coeficiente de correlación de Person de $r = 0,8639$ lo que indica una correlación a un nivel de confianza de 95 % y un $R^2 = 0,7464$ lo que significa que el 75 % de la contaminación sonora se explica debido al flujo vehicular.

CONCLUSIONES

1. En la investigación se determinó que la circulación del parque automotor no influye en la contaminación sonora de la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui en el año 2021. Sin embargo, en el punto identificado el Nivel Sonoro Continuo Equivalente excede los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, siendo los más altos en el horario de la mañana alcanzando a 76,9 dB y por la tarde alcanzando a 76,7 dB, con un total de parque automotor de 1 621 vehículos pesados y 5 696 vehículos livianos. Así también, la prueba estadística de Spearman indicó un coeficiente de correlación de $r = 0,25$ lo que indica que la relación entre el parque automotor y la contaminación sonora es positiva y débil, con un $p\text{-value} = 0,425$ de la correlación, lo que indica que la correlación no es significativa; es decir no hay influencia lineal del parque automotor a la contaminación sonora.
2. Se determinó que la circulación del parque automotor está compuesta por 5 696 vehículos livianos (2 ruedas y 3 ruedas) y 1 621 vehículos pesados (4 ruedas); los horarios en donde hubo mayor circulación de vehículos livianos de dos ruedas fue de 1:31 p.m. a 1:46 p.m. con 177 vehículos, de tres ruedas de 6:16 p.m. a 6:31 p.m. con 399 vehículos y vehículos pesados de 4 ruedas de 6:46 p.m. a 7:01 p.m. con 180 vehículos y con un total de 7 317 vehículos que circularon en la Av. Marginal el día sábado. El promedio de parque automotor en el estudio preliminar (12 horas) fue 1 716,75 por lo que se afirma que hay flujo vehicular alto, validada de acuerdo a la prueba de hipótesis realizada.
3. Se determinó que en el punto identificado PM1 el nivel de contaminación sonora excede lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para ruido, ubicado en una zona comercial de la Avenida Marginal. Siendo en los horarios de la mañana los que más exceden, de 07:01 a.m. a 07:16 a.m. y 07:31 a.m. a 07:46 a.m., con los niveles promedio de 76,9 dB y 76,1 dB respectivamente; y en el horario del mediodía de 1:01 p.m. a 1:16 p.m. y 1:16 p.m. a 1:31 p.m. con los niveles promedio de ruido 75 dB y 74,7 dB respectivamente y en el horario tarde de 6:01 p.m. a 6:16 p.m. y 6:46 p.m. a 7:01 p.m. con valores de 75,7 dB y 76,4 dB respectivamente. Por otro lado, mediante la prueba estadística t student se obtuvo una diferencia significativa con el valor ($p = 0,0000000002042$) y un promedio registrado de 75,5 dB, lo que indica que los valores de ruido difieren del Estándar de Calidad Ambiental para ruido.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar el estudio realizado para tener una data más amplia, así poder determinar a mayor exactitud la influencia del parque automotor en la contaminación sonora de la Avenida Marginal del distrito de Pichanaqui.
2. Siendo la circulación del parque automotor una de las principales causas de contaminación sonora en la Avenida Marginal, se deberían diseñar proyectos de construcción de un nuevo puente que conecte con el distrito de Perené, ya que existe un río que los separa, incluyendo un buen diseño de vías de tránsito y una buena planificación en el transporte de los vehículos como el desarrollo de programas, charlas y capacitaciones para los ciudadanos del distrito.
3. Finalmente se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pichanaqui tomar mayor interés en el monitoreo ambiental de ruido, así como revisar el Plan de Evaluación de la Calidad Ambiental sobre ruido y considerar ciertos puntos mencionados en esta investigación para tener más información previa al monitoreo ambiental de ruido anual del distrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SANTOS, E. Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. Lima. Diseño y Tecnología, 2007, 10(2), 11-15
- (2) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD [en línea]. Noise pollutions, 1999 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/home/search?indexCatalogue=genericsearchindex1&searchQuery=noise%20pollutions&wordsMode=AllWords&healthtopic=undefined&country=undefined>
- (3) JUNTA DE ANDALUCÍA [en línea]. Ruido y Salud, 2019 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfded&groupId=7294824.
- (4) GRAY, A. [en línea]. Estas son las ciudades con la peor contaminación acústica, 2017 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://es.weforum.org/agenda/2017/04/estas-son-las-ciudades-con-la-peor-contaminacion-acustica/>.
- (5) ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL [en línea]. La contaminación sonora en Lima y Callao, 2015 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087
- (6) DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AMBIENTAL [en línea]. Las provincias de la región Junín registran altos niveles de ruido en zonas comerciales, 2020 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: http://www.diresajunin.gob.pe/noticia/id/2019042453_provincias_de_la_regin_junn_registran_altos_niveles_de_ruido_en_zonas_comerciales/
- (7) SATACURO, C. Influencia del flujo vehicular en la contaminación sonora de la Avenida San Carlos en el año 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Ambiental). Huancayo: Universidad Continental, 2018.
- (8) RAMÍREZ, J. Contaminación sonora producida por el parque automotor en el casco urbano de Chimbote 2014. Tesis (Maestro en Gestión Ambiental). Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2015.
- (9) Ramos, D. Evaluación de la contaminación sonora producida por el tráfico vehicular en el distrito de Tarapoto, provincia y Región San Martín, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Ambiental). Tarapoto: Universidad Peruana Unión, 2017.

- (10) RAMÍREZ, A. y DOMÍNGUEZ, E. Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 2015, 18(1), 17-28.
- (11) SAQUISILÍ, S. Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2015.
- (12) MORALES, J. Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos. Tesis (Doctor). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2009.
- (13) MARSHALL, W. y MCANDREWS, C. *¿Depende la habitabilidad de una calle residencial?* Denver, 2016.
- (14) CARRIÓN, A. *Diseño acústico*. Barcelona: Talleres Gráficos Hostench, 1998.
- (15) ACÚSTICA INTEGRAL [en línea]. Presión sonora, 2021 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.acusticaintegral.com/3305/potencia-sonora-equivalencias/>
- (16) UIT [en línea]. Uso del decibelio y del neperio en telecomunicaciones, 2016 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021].
- (17) BARTI, R. *Acústica medioambiental*. s.l.: San Vicente, 2010.
- (18) MORALES, M. [en línea]. Estudios acústicos, 2019 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.inerco.com/blog/estudios-acusticos-fuentes-de-ruido-y-condiciones-de-propagacion-del-sonido/>
- (19) CIRRUS [en línea]. Una guía para la terminología de medición de ruido, 2016 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.cirrusresearch.co.uk/library/documents/ebooks/guia-terminologia-medicion-ruido.pdf>
- (20) INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA [en línea]. Parque vehicular, 2018 [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/#:~:text=Muestra%20el%20n%C3%BAmero%20de%20unidades,y%20venta%20nacional%20de%20automotores>
- (21) PRESIDENCIA DE CONSEJO DE MINISTROS. DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido. Lima, 2003.
- (22) MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHANAQUI. *Ordenanza Municipal N° 16-2019-MDP que regula la prevención y control de la contaminación sonora*. Pichanaqui, 2019.

- (23) CAL, R y CÁRDENAS, J. *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. México: Alfaomega Group Editor, 2018.
- (24) ASOCIACION DE ACADEMIAS DE LA LENGUA ESPAÑOLA [en línea]. Real Academia Española, 2014 [fecha de consulta: 14 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/preliminar>.
- (25) NTP-ISO 1996-2-2008. *Acústica descripción medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental*. 2007.
- (26) NTP-ISO 1996-1 2007. *Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación*. Lima, 2007.
- (27) MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES [en línea]. Caminos y ferrocarriles rutas nacionales, 2016 [fecha de consulta: 3 de julio de 2021]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/Mapas%20RVN/PE-5S%20Mayo%202016%20\(Versión%20Final\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/Mapas%20RVN/PE-5S%20Mayo%202016%20(Versión%20Final).pdf).
- (28) OSEDA, D., CHENET, M. y HURTADO, D. *Metodología de la investigación*. Huancayo: Soluciones Graficas SAC, 2015.
- (29) HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C., y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPOTESIS	VARIABLE	MITOLOGIA
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la influencia de la circulación del parque automotor en la contaminación sonora en la avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021?</p> <p>Problema específico:</p> <p>¿Cuál es la circulación del parque automotor de la avenida marginal, distrito de Pichanaqui 2021?</p> <p>¿Cuál es el nivel de contaminación sonora de la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la influencia de la circulación del parque automotor en la contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar por conteo la circulación del parque automotor en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.</p> <p>Determinar el nivel de contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.</p>	<p>SOTACURO (7): Influencia del flujo vehicular en la contaminación sonora de la avenida San Carlos en el año 2017.</p> <p>RAMOS (9): Evaluación de la contaminación sonora producida por el tráfico vehicular en el distrito de Tarapoto, provincia y Región San Martín.</p> <p>MARSHAL, W y MCANDREWS (13): ¿Depende la habitabilidad de una calle residencial sobre las características de la red de calles vecinas?</p> <p>Bases Teóricas</p> <p>CONTAMINACIÓN SONORA (5): "es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique molestia, genere riesgos, perjudique o afecte la salud y al bienestar humano, los bienes de cualquier naturaleza o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente".</p> <p>PARQUE AUTOMOTOR (20):</p> <p>Muestra el número de unidades vehiculares registradas por los gobiernos estatales y municipales, de acuerdo con el tipo de vehículo y el servicio que presta, además de la producción y venta nacional de automotores.</p>	<p>Hipótesis Nula (H₀)</p> <p>El parque automotor no influye positivamente en la contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.</p> <p>Hipótesis Alternativa (H₁)</p> <p>El parque automotor influye positivamente en la contaminación sonora en la Avenida Marginal, distrito de Pichanaqui 2021.</p>	<p>Variable 1</p> <p>Parque automotor</p> <p>Tipo: Independiente</p> <p>Dimensiones: Tasa de flujo vehicular</p> <p>Variable 2</p> <p>Contaminación sonora</p> <p>Tipo: Dependiente</p> <p>Dimensiones: Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Explicativo.</p> <p>Método general:</p> <p>Hipotético, deductivo.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>No experimental.</p> <p>Tipo de diseño:</p> <p>Longitudinal.</p> <p>Población:</p> <p>Circulación del parque automotor en la Avenida Marginal del distrito de Pichanaqui 2021.</p> <p>Muestra:</p> <p>Para la circulación del parque automotor entre los horarios (mañana, mediodía y tarde) 7:01 a.m. a 8:01 a.m., 1:01 p.m. a 2:01 p.m. y 6:01 p.m. a 7:01 p.m. del sábado en la Av. Marginal.</p> <p>Para el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente fue en los horarios (mañana, mediodía y tarde) 7:01 a.m. a 8:01 a.m., 1:01 p.m. a 2:01 p.m. y 6:01 p.m. a 7:01 p.m. del sábado en la Av. Marginal.</p>

Anexo 2. Certificado de calibración del sonómetro.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE CC-IN-0995-20

- 1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
Applicant
 Dirección : JR. CAJACAY 226 URB. PARQUE EL NARANJAL I ETAP INT. 201 LIMA-LIMA-LOS OLIVOS
Address
- 2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : SONÓMETRO
Measuring Instrument
 Marca: SVANTEK Serie: 15784 Resolución: 0,1 dB
Brand Serial Resolution
 Modelo: SVAN 953 Procedencia: POLONIA
Model Made in

- 3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN : Calibrado el día 2020-09-22 en el Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C.
Date and place of calibration
 Calibration day 2020-09-22 in the Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C.

- 4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN : Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3: Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOP (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)
Calibration method
 Direct comparison method according to NMP-011-2007 "ELECTROACOUSTIC: Sound Level Meters / Part 3: Tests Periodic" SNM-INDECOP (Equivalent to IEC 61672-3:2006)

- 5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN	FLUKE	5522A	EVL385054
CALIBRADOR DE PROCESOS	FLUKE	726	CEU-128-2020
CALIBRADOR ACÚSTICO	BRUEL & KJAER	4226	CDK2000469

- 6.- RESULTADOS

Results
 Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
The results are shown on page 02 of this document
 La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k=2$ for a confidence level of 95%

- 7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente <i>Environment temperature</i>	Humedad Relativa <i>Relative humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Atmospheric pressure</i>
INICIAL <i>Initial</i>	19,4 °C	73 %	1009 mbar
FINAL <i>Final</i>	19,5 °C	72 %	1009 mbar

- 8.- OBSERVACIONES

Observations
 Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
The results are the average of 10 measurements.
 Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
 La periodicidad de la calibración esta en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Fecha de emisión : 2020-09-22
Issue date

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).

Yuly Nolly Juliana Yacila

JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación

Lores Elizabeth Millanueva Linares
 Gerente General
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación

Jr. German Amezcaga N°242 Int. 202,
 Zona B + San Juan de Miraflores. Lima – Perú
 Celular: 949 850 783 / 933 990 149
 Fijo: 01 758 4040 / 01 765 6228

Página 1 de 5
 e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
 gerencia@innovalaboratorio.org
 comercial@innovalaboratorio.org
 web: www.metrologia-innova.es.pe

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

CALIBRATION RESULTS

9.1 ENSAYO DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL

9.1 TEST FREQUENCY WEIGHTED

Antes de iniciar los ensayos el Sonómetro fue ajustado al nivel de referencia dado en su manual: 114 dB y 1 kHz.

Before starting the tests the Sound Level Meter was set to the reference level given in its manual: 114 dB, 1 kHz.

Ponderación temporal A @ 1000Hz Time weighting A @ 1000Hz				Tolerancia (*)
Valor Obtenido Expected Value (dB)	Valor Nominal Nominal Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica Theoretical deviation (dB)	Tolerance (dB)
94,0	94,0	0,0	0,0	+/- 1,0
104,0	104,0	0,0	0,0	+/- 1,0
110,0	110,0	0,0	0,0	+/- 1,0
114,0	114,0	0,0	0,0	+/- 1,0
MÁXIMA INCERTIDUMBRE ENCONTRADA			0,2	dB

Ponderación temporal A @ 500Hz Time weighting A @ 500Hz				Tolerancia (*)
Valor Obtenido Expected Value (dB)	Valor Nominal Nominal Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica Theoretical deviation (dB)	Tolerance (dB)
90,6	94,0	-3,4	-3,2	+/- 1,0
100,6	104,0	-3,4	-3,2	+/- 1,0
106,6	110,0	-3,4	-3,2	+/- 1,0
110,7	114,0	-3,3	-3,2	+/- 1,0
MÁXIMA INCERTIDUMBRE ENCONTRADA			0,2	dB

Ponderación temporal A @ 250Hz Time weighting A @ 250Hz				Tolerancia (*)
Valor Obtenido Expected Value (dB)	Valor Nominal Nominal Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica Theoretical deviation (dB)	Tolerance (dB)
85,3	94,0	-8,7	-8,6	+/- 1,0
95,2	104,0	-8,8	-8,6	+/- 1,0
101,2	110,0	-8,8	-8,6	+/- 1,0
105,3	114,0	-8,7	-8,6	+/- 1,0
MÁXIMA INCERTIDUMBRE ENCONTRADA			0,2	dB

Ponderación temporal A @ 2000Hz Time weighting A @ 2000Hz				Tolerancia (*)
Valor Obtenido Expected Value (dB)	Valor Nominal Nominal Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica Theoretical deviation (dB)	Tolerance (dB)
95,3	94,0	1,3	+1,2	+/- 1,0
105,1	104,0	1,1	+1,2	+/- 1,0
111,3	110,0	1,3	+1,2	+/- 1,0
115,1	114,0	1,1	+1,2	+/- 1,0
MÁXIMA INCERTIDUMBRE ENCONTRADA			0,2	dB



Ponderación temporal A @ 4000Hz Time weighting A @ 4000Hz				Tolerancia (*)
Valor Obtenido Expected Value (dB)	Valor Nominal Nominal Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica Theoretical deviation (dB)	Tolerance (dB)
95,0	94,0	1,0	+1,0	+/- 1,0
105,0	104,0	1,0	+1,0	+/- 1,0
111,0	110,0	1,0	+1,0	+/- 1,0
115,0	114,0	1,0	+1,0	+/- 1,0
MÁXIMA INCERTIDUMBRE ENCONTRADA			0,2	dB

Ponderación temporal A @ 8000Hz Time weighting A @ 8000Hz				Tolerancia (*)
Valor Obtenido Expected Value (dB)	Valor Nominal Nominal Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica Theoretical deviation (dB)	Tolerance (dB)
92,8	94,0	-1,2	-1,1	+/- 1,0
102,8	104,0	-1,2	-1,1	+/- 1,0
108,7	110,0	-1,3	-1,1	+/- 1,0
112,8	114,0	-1,2	-1,1	+/- 1,0
MÁXIMA INCERTIDUMBRE ENCONTRADA			0,2	dB



**9.2 PRUEBA DE RUIDO INTRINSECO
9.2 INTRINSIC NOISE TEST**

Micrófono Instalado installed microphone (dB)	Límite max. En L Aeq Max limit In L Aeq (dB)
11,9	31,0

Micrófono Retirado Retired Microphone (dB)	Límite max. En L Aeq Limit max. In L Aeq (dB)
25,0	31,0

Nota: La medición se realizó en el rango LOW 30 dB a 120,0 dB; con un tiempo de integración de 30 seg.
la medición con micrófono instalado se realizó con pantalla antiviento
la medición con micrófono retirado con el adaptador capacitivo de 18 uF

**9.3 ENSAYO CON SEÑAL ELÉCTRICA
9.3 ELECTRICAL TEST SIGNAL**

Ponderación frecuencial C con temporal F (Lcf)
Señal de entrada: 1 kHz a 94 dB en el rango de referencia 30,0 dB a 120dB; señal sinusoidal.
Input signal: 1 kHz to 94 dB at the reference range 30,0 dB to 120dB; sinusoidal signal.

Antes de iniciar los ensayos el Sonómetro fue ajustado al nivel de referencia dado en su manual: 114 dB y 1 kHz, con el calibrador acústico

Before starting the tests the Sound Level Meter was set to the reference level given in its manual: 114 dB, 1 kHz, with multifunction acoustic

Fecha de emisión: 2020-09-22
Issue date

Ponderación A

Frecuencia Frequency (Hz)	Valor Nominal Nominal Value (dB)	Valor Encontrado Value Found (dB)	Desviación Deviation (dB)	Tolerancia (*) Tolerance (*) (dB)	Incertidumbre Uncertainty (dB)
63	67,8	67,9	-0,1	± 1,0	0,3
125	77,9	77,9	0,0	± 1,0	0,3
250	85,4	85,4	0,0	± 1,0	0,3
500	90,8	90,8	0,0	± 1,0	0,3
1000	94,0	94,0	0,0	± 0,7	0,3
2000	95,2	95,3	-0,1	± 1	0,3
4000	95,0	95,0	0,0	± 1	0,3
8000	92,9	92,6	0,3	± 1	0,3

Ponderación de frecuencia y tiempo a 1 kHz

Frequency weighting and time to 1 kHz

- Señal de referencia : 1 kHz, señal sinusoidal.
- Reference signal : 1 kHz, sinusoidal signal.
- Nivel de presión acústica de referencia: 94 dB en el rango de referencia: función Laf.
- Level reference sound pressure: 94 dB at the reference range: Laf function.
- Desviación con relación a la función Laf.
- Deviation from the function Laf.

Nivel de referencia (dB) Reference level (dB)	Frecuencia Lcf Frequency Lcf	Frecuencia Lzf Frequency Lzf	Frecuencia Las Frequency Las	Frecuencia Laeq Frequency Laeq
94,0	94,0	94,0	94,0	94,0
Desviación (dB) Deviation (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0
Incertidumbre (dB) uncertainty (dB)	0,3	0,3	0,3	0,3
Tolerancia (dB) Tolerance (dB)	± 0,4	± 0,4	± 0,3	± 0,3

9.4 ENSAYO DE LINEALIDAD DE NIVEL EN EL RANGO DE NIVEL DE REFERENCIA

9.4 LINEARITY TEST LEVEL IN REFERENCE LEVEL RANGE

Señal de referencia: 8 kHz, señal sinusoidal

Reference signal: 8 kHz, sinusoidal signal

Nivel de presión acústica de partida: 94 dB en el rango de referencia; función Laf.

Sound pressure level starting: 94 dB in the range of reference; Laf function.

Nivel de referencia Reference Level (dB)	Medido Measured (dB)	Desviación Deviation (dB)	Incertidumbre Uncertainty (dB)	Tolerancia (*) Tolerance (*) (dB)
126,0	125,9	-0,1	0,21	± 1,4
124,0	123,8	-0,2	0,21	± 1,4
123,0	122,9	-0,1	0,21	± 1,4
122,0	121,8	-0,2	0,21	± 1,4
121,0	120,9	-0,1	0,21	± 1,4
120,0	119,8	-0,2	0,21	± 1,4
118,0	117,9	-0,1	0,21	± 1,4
114,0	113,8	-0,2	0,21	± 1,4
109,0	108,9	-0,1	0,21	± 1,4
104,0	103,8	-0,2	0,21	± 1,4
99,0	98,9	-0,1	0,21	± 1,4
94,0	93,7	-0,3	0,21	± 1,4
89,0	88,8	-0,2	0,21	± 1,4
85,0	84,8	-0,2	0,21	± 1,4

Jr. German Amezaga N°242 Int. 202,
Zona B + San Juan de Miraflores, Lima – Perú
Celular: 949 850 783 / 933 990 149
Fijo: 01 758 4040 / 01 765 6228

e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
gerencia@innovalaboratorio.org
comercial@innovalaboratorio.org
web: www.metrologia-innova.es.ii



Nivel de referencia Reference Level (dB)	Medido Measured (dB)	Desviación Deviation (dB)	Incertidumbre Uncertainty (dB)	Tolerancia (*) Tolerance (*) (dB)
79,0	78,9	-0,1	0,21	± 1,4
74,0	79,7	5,7	0,21	± 1,4
69,0	80,9	11,9	0,21	± 1,4
64,0	81,8	17,8	0,21	± 1,4
59,0	82,7	23,7	0,21	± 1,4

9.6 ENSAYO DE SOBRECARGA

9.6 OVERLOAD TEST

- Señales de referencia: 4 kHz, señal sinusoidal permanente.
- Reference signals: 4 kHz, continuous sinusoidal signal.
- Función: Laeq, para la indicación del nivel correspondiente a 1 semiciclo positivo (+) y 1 semiciclo negativo (-).
- Function: Laeq, for the indication of the positive half cycle corresponding to 1 (+) and one negative half cycle (-).



Nivel Leído Level Read (dB)	Nivel Leído Level Read (dB)	Desviación Deviation (dB)	Incertidumbre Uncertainty (dB)	Tolerancia (*) Tolerance (*) (dB)
135,0	125,0	-10,0	0,3	± 1,8

Nota:
Note
(*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002
(*) Tolerances taken from IEC 61672-1:2002



FIN DEL DOCUMENTO
END OF DOCUMENT

Anexo 3. Certificado de calibración del equipo calibrador acústico.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 CALIBRATION CERTIFICATE
 CC-IN-1004-20

Fecha de emisión: 2020-09-22
 Issue date

1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
Applicant
 Dirección : JR. CAJACAY 226 URB. PARQUE EL NARANJAL I ETAP INT. 201 LIMA-LIMA-
 Address LOS OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CALIBRADOR ACÚSTICO
Measuring Instrument ACOUSTIC CALIBRATOR
 Marca : Larson Davis Nº de serie : 5912
 Brand Serial number
 Modelo : CAL 150 Alcance : 94dB /114 dB @ (1000) Hz.
 Model Scope
 Procedencia : USA
 Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 2020-09-22 en el Instituto Peruano de
 Metrología e Innovación S.A.C.
Date and place of calibration Calibrated on 2020-09-22 in the Instituto Peruano de
 Metrología e Innovación S.A.C.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
 Método de comparación directa según AC-005 Procedimiento para la calibración de Calibradores
 Sonoros del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA
*Direct comparison method as AC-005 Calibration Procedure for Calibrators Sound of SPANISH
 METROLOGY CENTRE*

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
CALIBRADOR ACUSTICO MULTIFUNCION	B & K	4226	CDK2000469

6.- RESULTADOS
Results
 Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
The results are shown on page 02 of this document
 La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un
 nivel de confianza de aproximadamente 95%
*The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor k = 2 for a
 confidence level of approximately 95%*

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN
Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente <i>Environment temperature</i>	Humedad Relativa <i>Relative humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Atmospheric pressure</i>
INICIAL <i>Initial</i>	19,7 °C	72 %	1009 mbar
FINAL <i>Final</i>	19,8 °C	73 %	1009 mbar

8.- OBSERVACIONES
Observations
 Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
The results are the average of 10 measurements.
 Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
 La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del
 instrumento de medición.
*The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring
 instrument.*

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

Instituto Peruano de Metrología e Innovación S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).



Yuly Nolly Yulian Yaciza
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación

[Signature]
 Gerente General
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación

Jr. German Amezaga N°242 Int. 202,
 Zona B + San Juan de Miraflores, Lima – Perú
 Celular: 949 850 783 / 933 990 149
 Fijo: 01 756 4040 / 01 765 6228

e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
 gerencia@innovalaboratorio.org
 comercial@innovalaboratorio.org
 web: www.metrologia-innova.es.f

Fecha de emisión: 2020-09-22
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ANTES DEL AJUSTE
BEFORE CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz
Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal volume (dB)	Valor encontrado Volume found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94,0	93,7	-0,3	0,5
114,0	113,8	-0,2	0,5

9.2 CALIBRACIÓN DESPUES DEL AJUSTE
AFTER CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz
Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal volume (dB)	Valor encontrado Volume found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
114,0	114,0	0,0	0,5
94,0	94,0	0,0	0,5



9.3 CALIBRACIÓN DE FRECUENCIA ANTES DEL AJUSTE
CALIBRATION OF FREQUENCY BEFORE ADJUSTMENT

Ensayo de frecuencia 1000 Hz
Frequency test 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (Hz)	Valor encontrado Found value (Hz)	Desviación deviation (Hz)	Incertidumbre uncertainty (Hz)
1000,00	999,20	-0,80	0,003

9.4 CALIBRACIÓN DE FRECUENCIA DESPUÉS DEL AJUSTE
CALIBRATION OF FREQUENCIES AFTER THE ADJUSTMENT

Valor nominal Nominal value (Hz)	Valor encontrado Found value (Hz)	Desviación deviation (Hz)	Incertidumbre uncertainty (Hz)
1000,00	1000,00	0,00	0,001

Nota:

Note

Se realizó un ajuste en regulador acústico instalado en la placa.

An adjustment was performed on acoustic controller installed on the plate.

FIN DEL DOCUMENTO
END OF DOCUMENT

Pág. 2 de 2

Anexo 4. Solicitud de identificación de puntos críticos.

SOLICITO: REALIZAR MONITOREO
DE RUIDO AMBIENTAL EN LA
AVENIDA MARGINAL.

SEÑOR ALCALDE DEL DISTRITO DE PICHANAKI
ATENCIÓN: ÁREA DE MEDIO AMBIENTE

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHANAQUI
CHANCHAMAYO
MESA DE PARTES
EXP. N° I.3756 LIBRO 02
HORA 09:56 am FOLIOS 01
FECHA 24 MAY 2021
FIRMAS

RIVEROS PORRAS MILAGROS ROCIO identificada con DNI 73103022 con domicilio en Los Ángeles de Ubiriki S/N – PERENÉ. Estudiante de la Universidad Continental de la escuela académica profesional Ingeniería Ambiental, me dirijo a usted con el mayor respeto y digo:

Que, por realizar una investigación del tema "INFLUENCIA DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CONTAMINACIÓN SONORA" el día SABADO 29/05, para ello solicito el permiso de la medición de ruido ambiental en el punto crítico:

N° PUNTO	UBICACIÓN	HORA PUNTA
		DIURNO
1	Av. Marginal (Puente)	7:00 am – 7:00 pm

Por lo expuesto:

A usted señor Autoridad agradeceré se sirva acceder a mi petición.

Pichanaki, 24 de Mayo del 2021

Milagros Rocio Riveros Porras
DNI 73103022

TRÁMITE DOCUMENTARIO

916431549

Sra. Esther.

Anexo 5. Autorización de monitoreo.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHANAQUI
GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y MEDIO AMBIENTE
SUB GERENCIA DE GESTION AMBIENTAL
«Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia»

CARTA N° 10-2021-SGGA/MDP

Pichanaqui, 27 de mayo de 2021

Señor:
Milagros Rocio, RIVEROS PORRAS.

ASUNTO : AUTORIZACION PARA REALIZAR MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.

Es grato dirigirme a su Representada, para saludarlo cordialmente a nombre de la Sub Gerencia de Gestión Ambiental.

Mediante solicitud S/N con Exp. N° J3756, de Fecha 24 de mayo del 2021, la Sra. Milagros Rocio Riveros Porras, estudiante de la Universidad Continental de la escuela académica profesional Ingeniería Ambiental, solicita realizar monitoreo de ruido ambiental en la Av. Marginal altura el Puente, con la finalidad de investigar el tema "Influencia del parque automotor en la contaminación sonora" para el día sábado 29 de mayo del 2021.

Por lo que mi representada, **AUTORIZA EL MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL**, que tendrá como locación en la Av. Marginal Altura el puente de pichanaqui, en el lado izquierdo saliendo hacia perene, en la berma central de la Av. Marginal en los horarios siguientes:

HORARIO
07:00 am A 08:00 am
01:00 pm A 02:00 pm
06:00 pm A 07:00 pm

Sin otro particular y agradeciendo su gentil atención al presente, es propicia la oportunidad para expresarles las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

Municipalidad Distrital de Pichanaqui

Ing. V. Vanessa Ames Avellaneda
Sub Gerente de Gestión Ambiental
CIP N° 174833

Anexo 6. Registro de monitoreo de ruido.

HOJA TECNICA DE MONITOREO									
DISTRITO:	Pichanazi			Anexo 1. Estandares Nacionales de Calidad Ambiental de ruido					
DIRECCION:	Av. Marginal			Zona de aplicación	Valores expresados en LeqAT				
PERIODO:	CARACTERISTICAS DEL SONOMETRO				HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO			
N° DE EXPEDIENTE:	01	MARCA	MODELO	SERIE	Proteccion especial	50	40		
		SVANTEK	SVAN 953	15784	Proteccion residencial	60	50		
COORDENADAS UTM				Proteccion comercial	70	60			
ESTE	8792363	NORTE	513472	Proteccion Industrial	80	70			
FECHA:	29/05/21								
ZONA:	Comercial			HORARIO:	Diurno				
DATOS GENERALES			RESULTADOS					OBSERVACIONES	CONDICIONES
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO	TEMP T°	HORA		NIVEL DE RUIDO VEHICULOS					
		INICIO	FIN	L max	Lmin	LAeqT	L90		
Fuentes •Tránsito vehi- cular constan- te de motos, autos, camión- netas, etc. La medición se indica cada 15 minutos por 1 hora cada uno en tres turnos.	24 °C	07:01	07:16	93.5	66.9	76.9	66.2	Las condiciones ambientales: - El día estuvo soleado, pre- sencia mínima de viento. - Las pistas están secas.	
		07:16	07:31	91.9	67.6	75.5	64.1		
		07:31	07:46	93.7	68	76.1	65.4		
		07:46	08:01	96.7	64.2	74.7	61.8		
	28 °C	13:01	13:16	94.2	65.1	75	64.7		
		13:16	13:31	94	65.4	74.7	61.4		
		13:31	13:46	64.6	63.1	74.3	62.1		
		13:46	14:01	90.6	62.8	74.6	63		
	25 °C	18:01	18:16	102	66	75.7	64.2		
		18:16	18:31	102.5	66	76.7	64.5		
		18:31	18:46	96.1	64.6	75.7	65		
		18:46	19:01	96.4	66	76.4	65.2		

Anexo 7. Registro de conteo del parque automotor.

FORMATO RESUMEN DE CLASIFICACION VEHICULAR							
FECHA	29/05/2021	DIRECCIÓN	Avenida Marginal - Pichanagui				
PERIODO		CANTIDAD DE VEHICULOS POR CATEGORIA					
		VEHICULOS LIVIANOS		VEHICULOS PESADOS	TOTAL VEH. LIGEROS	TOTAL VEH. PESADOS	TOTAL
INICIO	FIN	2 RUEDAS	3 RUEDAS	4 RUEDAS A MÁS			
07:01	07:16	48	350	111	398	111	509
07:16	07:31	112	350	121	462	121	583
07:31	07:46	113	376	166	489	166	655
07:46	08:01	118	361	150	479	150	629
13:01	13:16	173	338	120	511	120	631
13:16	13:31	167	315	119	482	119	601
13:31	13:46	177	275	75	452	75	527
13:46	14:01	129	338	130	467	130	597
18:01	18:16	98	334	137	432	137	569
18:16	18:31	133	399	155	532	155	687
18:31	18:46	137	347	157	484	157	641
18:46	19:01	129	379	180	508	180	688

Anexo 9. Panel fotográfico.



Fotografía 1. Conteo de flujo vehicular del estudio preliminar de la investigación.



Fotografía 2. Conteo vehicular pen estudio preliminar.



Fotografía 3. Realizando monitoreo de ruido en la Av. Marginal (turno mañana).



Fotografía 4. Realizando monitoreo de ruido en la Av. Marginal (turno medio día).



Fotografía 5. Realizando monitoreo de ruido en la Av. Marginal (turno tarde).



Fotografía 6. Sonómetro (turno tarde).



Fotografía 7. Realizando conteo de flujo vehicular en la Av. Marginal.



Fotografía 8. Inicio de construcción del puente en la Avenida Marginal.



Fotografía 9. Desvío de vehículos frente a construcción de puente.



Fotografía 10. Desvío de vehículos frente a construcción de puente.