

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



“CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PRODUCIDA POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN
EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE RIBERALTA DURANTE LA GESTIÓN
2021”

Tesis de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Elaborado por. Javier Peñaranda Tomicha

Tutores: Dr. Victor Hugo Inchausty Beltran

Lic. Claudio Javier Mamani Santos

Cobija - Pando – Bolivia

2021

Hoja de Aprobación

Tutores de Tesis

Dr. Victor Hugo Inchausty Beltran

Tutor

Lic. Claudio Javier Mamani Santos

Tutor

Univ. Javier Peñaranda Tomicha

Postulante

Tribunales de Tesis

Lic. Benicia Becerra Baptista

Tribunal de Tesis de Grado

Ing. Cristian Antonio Justiniano Aguada

Tribunal de Tesis de Grado

Ing. José Manuel Magne Mamani

Tribunal de Tesis de Grado

Dedicatoria

En especial a mi querida madre Roxana Tomicha por su incondicional amor, consejos, apoyo y oraciones, para realizarme como persona de bien. A mi Padre Javier Peñaranda Viviani, mis hermanos Dennis Sait Peñaranda Tomicha y Jhon F. Peñaranda Tomicha.

A mis docentes que en el trayecto de los 5 años, impartieron sus conocimientos para formarme como profesional.

A la Universidad Amazónica de Pando que me concedió el privilegio de acogerme en su casa de estudio, el cual me permitió conocer personas que motivaron a seguir luchando en la vida.

A mis tutores Dr. Victor Hugo Inchausty Beltran y él Lic. Claudio Javier Mamani Santos por guiarme en el proceso de la tesis.

Agradecimiento

A Dios que siempre estuvo con mi persona en todo momento, me brindó la fuerza para seguir cumpliendo cada una de mis metas. **“Todo lo puedo en cristo que me fortalece”**

Filipenses 4:13

INDICE

Hoja de Aprobación.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Gráficos.....	vii
Índice de Figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	1
1. Planteamiento del Problema.....	2
1.1. Pregunta de Investigación.....	3
2. Justificación.....	4
3. Objetivos.....	7
3.1. Objetivo General.....	7
3.2. Objetivo Específico.....	7
4. Hipótesis.....	7
4.1. Hipótesis Positiva.....	7
4.2. Hipótesis Nula.....	7
5. Revisión Bibliográfica.....	8
5.1. Marco Teórico.....	8

5.1.1.	Sonido y Ruido.....	8
5.1.2.	Ruido Urbano	9
5.1.3.	Tráfico Vehicular	9
5.1.4.	Nivel de Presión Sonora	10
5.1.5.	Sonómetro	11
5.1.6.	Contaminación Acústica	12
5.1.7.	Decibel	12
5.1.8.	Tipos de Ruido	13
5.1.9.	Enfermedades por Ruido Ambiental.....	14
5.1.10.	Mapas de Ruido.....	15
5.1.11.	Método de Interpolación IDW	15
5.2.	Marco Legal	16
5.2.1.	Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.....	16
5.2.2.	Ley del Medio Ambiente.....	16
5.2.3.	Ley Municipal Amazónica de PCCR.....	17
5.2.4.	Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica	18
6.	Materiales y Métodos	19
6.1.	Tipo de Investigación.....	19
6.2.	Población y Muestra	19
6.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
6.3.1.	Técnicas.....	20

6.3.2. Instrumentos	20
7. Metodología de la Investigación	21
7.1. Área de Estudio	21
7.2. Mapa de Ruido Arc Gis 10.8.....	23
7.3. Ubicación e Identificación de los Puntos de Monitoreo	26
7.4. Fechas y Horarios de Medición.....	27
7.5. Medición del Nivel de Presión Sonora Equivalente a Ponderación A	31
8. Resultados	33
9. Discusión.....	43
10. Conclusión y Recomendación.....	44
Bibliografía	46
Anexos	52

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Parque Automotor Riberalta</i>	22
Tabla 2 <i>Ubicación de Vías con Mayor Tráfico Vehicular</i>	27
Tabla 3 <i>Fecha y Horario de Medición de LAeqt</i>	28
Tabla 4 <i>Categoría de Vehículos</i>	32
Tabla 5 <i>Promedio de Medición LAeqt</i>	33

Índice de Gráficos

Grafico 1 <i>Bolivia Parque Automotor por Departamento</i>	6
Grafico 2 <i>Comparación de Valores Promedio Mañana vs RMCA</i>	35
Grafico 3 <i>Comparación de Valores Promedio Medio Día vs RMCA</i>	36
Grafico 4 <i>Comparación de Valores Promedio Noche vs RMCA</i>	37
Grafico 5 <i>Comparación de Valores Promedio Mañana-Medio Día-Noche vs RMCA</i>	38

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación Area de Estudio</i>	21
Figura 2 <i>Base de Datos en Excel</i>	23
Figura 3 <i>Importar Coordenadas a Display XY</i>	24
Figura 4 <i>Creación de New Toolbox</i>	24
Figura 5 <i>Interpolación de IDW</i>	25
Figura 6 <i>Mapa final de Contaminación de Ruido</i>	25

Figura 7 <i>Puntos de Monitoreo</i>	26
Figura 8 <i>Medición de dBA en la Av. Beni Mamoré</i>	32
Figura 9 <i>Mapa Acústico-Mañana-IDW</i>	39
Figura 10 <i>Mapa Acústico-Medio Día-IDW</i>	40
Figura 11 <i>Mapa Acústico-Noche-IDW</i>	41
Figura 12 <i>Mapa Acústico-Mañana-Medio Día-Noche-IDW</i>	42

Resumen

La contaminación del ruido ambiental generado por el parque automotor tiene impactos negativos en lo social, económico y ambiental, debido al crecimiento de la población, lo que se traduce en mayor demanda de vehículos.

El presente trabajo se concentró en determinar la contaminación acústica causada por el tráfico vehicular en el área urbana del Municipio de Riberalta, con el cual se pudo comparar con el nivel de ruido ambiental del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica que establece el límite de 68 dBA.

La metodología de la investigación tiene un enfoque cuantitativo. La recolección de datos se realizó con un sonómetro marca Extech de tipo II, en los horarios de mañana 7:30 a 8:30 am, medio día 12:00 a 13:00 pm y noche 19:00 a 20:00 pm. El tiempo de medición estimado para cada punto fue de 15 minutos, registrando la información cada 1 minuto. La elaboración de mapas de ruido ambiental se realizó con el software ArcMap 10.8, donde se utilizó la herramienta IDW para la interpolación de los valores, de los puntos de muestreo en la autocorrelación espacial de los puntos, el valor para el punto 7 en el estudio exceden los 80 decibelios A en la Av. Jacaranda zona Residencial para los tres períodos de monitoreo.

Palabras Claves: Ruido Ambiental, Tráfico Vehicular, Interpolación IDW (Inverse Distance Weighting) y Nivel de Presión Sonora LAeqt.

Abstract

The environmental noise pollution generated by the vehicle fleet has negative social, economic and environmental impacts, due to population growth, which translates into greater demand for vehicles.

The present work focused on determining the noise pollution caused by vehicular traffic in the urban area of the Municipality of Riberalta, with which it was possible to compare the environmental noise level of the Regulation on Atmospheric Pollution that establishes the limit of 68 dBA.

The research methodology has a quantitative approach. Data collection was carried out with an Extech type II sound level meter, in the morning hours from 7:30 to 8:30 am, noon from 12:00 to 13:00 pm and at night from 19:00 to 20:00 pm. The estimated measurement time for each point was 15 minutes, recording the information every 1 minute. The elaboration of environmental noise maps was carried out with the ArcMap 10.8 software, where the IDW tool was used for the interpolation of the values, of the sampling points in the spatial autocorrelation of the points, the value for point 7 in the study exceed 80 decibels A in Av. Jacaranda Residential area for the three monitoring periods.

Keywords: Environmental Noise, Vehicle Traffic, IDW Interpolation (Inverse Distance Weighting) and Sound Pressure Level LAeqt

Introducción

La presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o que causen efectos significativos constituyen la contaminación acústica y pese a que la población de Riberalta en su generalidad no toma en cuenta este aspecto en su vida cotidiana; el incremento del parque automotor y el uso incesante de aparatos electrodomésticos, el incremento de las obras de construcción, han involucrado al municipio en este nuevo elemento contaminante.

La invisibilidad del impacto en el entorno de la contaminación acústica es un hecho evidente ya que no deja residuos físicos, tangibles, así como tampoco se mantiene constante en el tiempo, motivo por el cual, no es considerado por autoridades ni por la población, sin embargo sus efectos son cada vez más evidentes y se pueden convertir una problemática social si no se toman medidas preventivas y correctivas.

El ruido es altamente perjudicial y uno de los factores medioambientales que provoca más alteraciones en la salud, después de la contaminación atmosférica. La interferencia con la comunicación, pérdida de audición, trastorno del sueño, problemas cardiovasculares y psicofisiológicos, reducción del rendimiento, molestia y efectos sobre el comportamiento social, son algunos de sus efectos, principalmente del ruido producido por el tráfico rodado.

Pese a que contamos con normativa ambiental y un reglamento específico que establece límites sonoros permisibles, el desconocimiento de la población, que actúa inconscientemente como causante y damnificado de manera simultánea, complica la adopción de medidas destinadas a evitar y controlar la contaminación acústica. Por ello, es importante abordar esta temática de manera oportuna para poder generar concientización, difusión de información e implementación de medidas específicas que permitan frenar este flagelo del mundo moderno.

1. Planteamiento del Problema

Dentro de los Problemas ambientales identificados en el municipio de Ríberalta, en el documento Diagnóstico Municipal Consolidado del 2009, realizado por el Centro de Investigación y Documentación para el Desarrollo del Beni, se identificaron las principales causas o situaciones que generan impactos ambientales negativos en el Municipio de Ríberalta que son: La deficiente gestión de residuos sólidos, el deficiente manejo de los residuos líquidos urbanos e industriales, el rápido crecimiento de asentamientos urbanos no planificados, incendios forestales y cambios en el uso del suelo. (Centro de Investigación y Documentación para el Desarrollo del Beni, 2009, p.12)

Si bien todos reconocemos lo molesto que nos resulta al oído el sonido estridente de bocinas, sirenas, motores, arranques, la bulla de un embotellamiento o del tráfico de horas pico; principalmente en las calles transitadas de nuestra ciudad; lo toleramos como algo normal de nuestra vida cotidiana. El problema principal es que nos hemos acostumbrado a soportar el ruido, además de habernos acostumbrado a generarlo.

Los efectos de la contaminación acústica están relacionados a la pérdida de audición, a factores psicológicos como el estrés, la ansiedad, irritabilidad, depresión, así como fisiológicos referidos principalmente a la alteración de la frecuencia cardíaca y respiratoria, afectaciones de sueño, partos prematuros, etc. En las grandes ciudades de todo el mundo, la población está cada vez más expuesta al ruido urbano y sus efectos sobre la salud se consideran un problema cada vez más importante.

Los riesgos del ruido sobre la salud considerados críticos para desarrollar las recomendaciones han sido las enfermedades cardiovasculares, trastorno del sueño, molestias, deterioro cognitivo, tinnitus o sordera. Con menos evidencia científica hasta la fecha, también se han evaluado los problemas en el embarazo parto prematuro, peso bajo del recién nacido, efectos en la calidad de vida y salud mental, diabetes y obesidad. (Instituto de Salud Global Barcelona, 2017)

En Ríberalta, que es considerada la capital amazónica de Bolivia y que constituye el segundo municipio más poblado del Departamento de Beni; después de Trinidad; la contaminación acústica se está convirtiendo en un problema que requiere acciones inmediatas, pues el incremento poblacional a causa de las corrientes migratorias y el creciente comercio, han traído como consecuencia el crecimiento del parque automotor que es el

principal factor de emisión de ruidos molestos, por lo que la problemática está en incremento en la misma proporción que el incremento de moviidades en nuestro medio, siendo necesario un análisis y diagnóstico que permita evaluar si el municipio se encuentra en los parámetros establecidos por la Ley de Medio Ambiente N°1333 en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica identificados por las siglas (RMCA), que establece como límite permisible 68 dBA.

1.1. Pregunta de Investigación

¿Cuál es el grado de contaminación acústica ocasionada por el tráfico vehicular en la ciudad de Riberalta, según los parámetros establecidos por la Ley de Medio Ambiente N°1333 en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica?

2. Justificación

El ruido siempre ha sido un problema ambiental importante para el ser humano. En la antigua Roma, existían normas para controlar el ruido emitido por las ruedas de hierro de los vagones que golpeaban las piedras del pavimento y perturbaban el sueño y molestaban a los romanos. En algunas ciudades de Europa medieval no se permitía usar carruajes ni cabalgar durante la noche para asegurar el reposo de la población. Sin embargo, los problemas de ruido del pasado no se comparan con los de la sociedad moderna. Un gran número de autos transitan regularmente por nuestras ciudades. Los camiones de carga pesada con motores diésel sin silenciadores adecuados circulan en ciudades y carreteras día y noche. Las aeronaves y trenes también contribuyen al ruido ambiental. En la industria, la maquinaria emite altos niveles de ruido y los centros de esparcimiento y juegos perturban la tranquilidad. En comparación con otros contaminantes, el control del ruido ambiental se ha limitado por la falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos, la escasa información y la falta de criterios definidos.

La contaminación acústica ha sido una temática abordada por los legisladores municipales en la gestión 2015, habiéndose promulgado la Ley Municipal Amazónica N° 022/2015 de Prevención y Control de la Contaminación por Ruido en el Municipio de Riberalta, siendo un aspecto destacable por brindar un carácter coercitivo a esta medida, siendo necesario el seguimiento y control por parte de las autoridades competentes.

La población que ha oído de la contaminación acústica, la considera un problema de los países desarrollados, sin embargo, no se puede pasar por alto que la exposición es a menudo mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación y construcción de los edificios. Los efectos del ruido y sus consecuencias de largo plazo sobre la salud se están generalizando. Por ello, es esencial tomar acciones para limitar y controlar la exposición al ruido ambiental. Esas acciones deben estar respaldadas por una adecuada evaluación científica de los datos disponibles sobre los efectos del ruido. Las cifras son alarmantes, se calcula que aproximadamente la mitad de los europeos vive en zonas de gran contaminación sonora. Más de 30% de la población están expuestos durante la noche a niveles de presión sonora que exceden 55 dBA y que les trastornan el sueño. El problema también es grave en ciudades de países en desarrollo y se debe principalmente al tránsito. Las carreteras más transitadas registran niveles de presión sonora de 75 a 80 dBA durante las 24 horas. El objetivo de investigar la contaminación acústica en Riberalta es generar

conocimiento sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental para proteger a la población de los efectos del ruido.

Siendo necesario informar y concientizar a la población sobre los efectos de la contaminación acústica en la salud humana y la implementación de medidas preventivas y correctivas, la temática es de actualidad y de oportuna atención por lo que determinar el grado de contaminación acústica en el área urbana del municipio de Riberalta durante la gestión 2021, puede resultar en un insumo importante para la determinación de políticas públicas en la materia.

El incremento del parque automotor en todo el país y específicamente en el Departamento del Beni ha sido significativo, siendo uno de los factores determinantes relacionados con la temática de investigación. Con base en el Registro Único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT), el Instituto Nacional de Estadística (INE) reportó que a 2018 el parque automotor en Bolivia alcanzó a 1.910.127 vehículos, cantidad superior en 6,1% a la registrada en 2017, cuando llegó a 1.800.354 unidades. Por su parte, se reportan 47.831 motorizados registrados en el Departamento de Beni, cantidad significativa para hablar de contaminación acústica

Grafico 1

Bolivia Parque Automotor por Departamento

BOLIVIA: PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2017 – 2018					
(En número de vehículos y porcentaje)					
DEPARTAMENTO	2017		2018		VARIACIÓN
	Número de Vehículos	Participación Porcentual	Número de Vehículos	Participación Porcentual	PORCENTUAL
TOTAL	1.800.354,0	100,0	1.910.127,0	100,0	6,1
Chuquisaca	70.480,0	3,9	74.245,0	3,9	5,3
La Paz	427.922,0	23,8	427.922,0	23,3	5,1
Cochabamba	386.952,0	21,5	410.391,0	21,5	6,1
Oruro	94.799,0	5,3	94.799,0	5,2	4,8
Potosí	64.221,0	3,6	67.978,0	3,6	5,9
Tarija	102.203,0	5,7	108.596,0	5,7	6,3
Santa Cruz	605.540,0	33,6	647.028,0	33,9	6,9
Beni	44.193,0	2,5	47.831,0	2,5	8,2
Pando (1)	4.044,0	0,2	4.721,0	0,2	16,7

Fuente: Registro Único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT) Instituto Nacional de Estadística

(1) La participación porcentual de vehículos en el Departamento de Pando es mínima con relación al parque automotor de Bolivia, debido a la baja cantidad de vehículos registrados, toda vez que el RUAT realiza el registro para la otorgación de la Póliza Titularizada del Automotor (PTA) solo para aquellos vehículos que cuentan con importación definitiva, y dado que la ciudad de Cobija fue declarada zona franca comercial e industrial mediante Ley N° 571 de 12/10/1983, muchos vehículos no cuentan con esta documentación.

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, 2019)

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Determinar la contaminación acústica causada por el tráfico vehicular en el área urbana del Municipio de Riberalta durante la gestión 2021.

3.2. Objetivo Específico

- Evaluar los niveles de ruido ambiental emitidos por motorizados en el área urbana del Municipio de Riberalta.
- Comparar los valores obtenidos con los establecidos por la Ley de Medio Ambiente N°1333 en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA).
- Elaborar mapas de ruidos.

4. Hipótesis

4.1. Hipótesis Positiva

Hi: “La contaminación acústica en el Municipio de Riberalta se debe principalmente a los ruidos emitidos por motorizados: motocicletas y movilidades, superando los decibeles permitidos por la Ley de Medio Ambiente N°1333 en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.”

4.2. Hipótesis Nula

Ho: “La contaminación acústica en el Municipio de Riberalta, no se debe principalmente a los ruidos emitidos por motorizados: motocicletas y movilidades, superando los decibeles permitidos por la Ley de Medio Ambiente N°1333 en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.”

5. Revisión Bibliográfica

5.1. Marco Teórico

En la realización de la presente investigación, se utilizaron conceptos básicos que nos permiten realizar el seguimiento y la comprensión cabal del contenido de la misma, siendo los más importantes los siguientes:

5.1.1. Sonido y Ruido

Físicamente, no hay distinción entre el sonido y el ruido. El sonido del latín sonitus, es una sensación producida en el órgano auditivo por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido en un medio elástico como el aire.

Según el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica se entiende por ruido a “todo sonido indeseable que moleste, perjudique o afecte la salud de las personas, o que tenga efectos dañinos en los seres vivos” (Estado Plurinacional de Bolivia, 1995)

El órgano de la audición realiza su función específica al hacer perceptible el estímulo sonoro físico en tres etapas diferentes:

A.-Transmisión o conducción de la energía física del estímulo sonoro captada en el pabellón auditivo hasta el órgano de Corti.

B.-Transformación en el órgano de Corti de la energía mecánica en energía eléctrica (potencial de acción), que después se transfiere al nervio auditivo. Es el fenómeno bioeléctrico de la transducción.

C.-Vehiculización de esta energía eléctrica, a través de vías nerviosas, desde el órgano de Corti hasta la corteza cerebral. La apreciación de los sonidos, con todas sus cualidades, es función de las áreas auditivas del lóbulo temporal de la corteza (áreas 21-22 y 41-42 de Brodman). (Sánchez, Perez, & Carcedo-Gil, 2002)

Martínez (2005), indica que el ruido es todo aquel sonido desagradable o molesto, el cual produce daño en la salud mental de las personas a causa de vibraciones constantes que viven a diarios, por fuentes emisoras como las industrias que se encuentran en pleno radio urbano de las ciudades.

5.1.2. Ruido Urbano

También denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico:

Se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos. El ruido característico del vecindario proviene de locales, tales como restaurantes, cafeterías, discotecas, etc.; música en vivo o grabada; competencias deportivas (deportes motorizados), áreas de juegos, estacionamientos y animales domésticos, como el ladrido de los perros. (Organización Mundial de la Salud, 1999)

El ruido urbano es considerado un problema ambiental a raíz de la mala planificación territorial en las ciudades, ya que los comercios y zonas residenciales están asentados en un mismo lugar, conllevando a que las personas se encuentren expuestas al ruido generado por el tránsito vehicular. (Bastian, 2013 citado por Espinosa, 2018)

Vásquez (2018) menciona que, el ruido ha existido desde tiempos remotos con el sonido de los animales, por las vertientes de las aguas y el viento. A medida que el hombre ha evolucionado en el tiempo las ciudades se han modernizado con el surgimiento de los vehículos facilitando el transporte de todo tipo de cargas a diferentes lugares, conllevando a incrementar el tránsito vehicular.

5.1.3. Tráfico Vehicular

Alarcon & Romero (2020) señalan que, el parque automotor es uno de los principales generadores de contaminación acústica a nivel local, nacional e internacional, esto por el aumento demográfico. Dichos vehículos sus escapes generan ruidos molestos a la población como también el uso de bocinas. El autor Llano (2006), indica que, “el ruido que provoca los automotores es relación con el sistema de propulsión que incluye al motor, escape, ventilador y la bomba de aire, sus combinaciones produce un nivel sonoro que está en función de la velocidad”.

El mismo autor indica que vehículos como los camiones impactan en mayor intensidad en el medio ambiente por su sistema de escape, debido a que requiere de más fuerza para el transporte de carga pesada.

El ruido proveniente del transporte representa la principal fuente emisora de este contaminante en las ciudades, mientras que una conversación normal transcurre aproximadamente a 55 dBA el ruido vehicular de muchas ciudades del mundo alcanza entre 80 y 90 dBA. (Ramírez & Domínguez, 2011 citado por Jara 2016). El autor Limache (2011) afirma que, el 80% de la contaminación acústica es a causa de los vehículos, su crecimiento es evidente en zonas más transitadas como vías principales, donde se encuentran comercios como mercados (tiendas de ropas, abarrotes, venta de carne, etc.)

Barceló & Guzmán (2008) señalan que, el ruido del tráfico vehicular es constante durante el día y la noche, es considerado una fuente móvil que emite mayor contaminación acústica en una región, ya que la existencia de industrias u otras fuentes emisoras de ruido son escasas en comparación al parque automotor. De acuerdo a Nelida (2021) señala que, los vehículos de tanto livianos (motocicletas, autos y motocar) y pesados (volvos, camionetas y camiones cisternas) son los que generan niveles de presión sonora continuo, excediendo los límites permitidos en la legislación ambiental.

5.1.4. Nivel de Presión Sonora

Ramos (2018) señala, los tres principales niveles de presión sonora con que trabaja en la medición de los decibeles del ruido generado por el tráfico vehicular, siendo los siguientes:

- Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT): Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.
- Nivel de Presión sonora Máxima (LAmax ò NPS MAX): Es el máximo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado.
- Nivel de presión sonora Mínima (LAmin ò NPS MIN): Es el mínimo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado.

Se refiere a la amplitud promedio de un sonido ocurrido durante un período de tiempo y se expresa como LAeq. Este descriptor fue elegido para evaluar el ruido vehicular porque se correlaciona muy bien con la molestia que expresan las personas y al mismo tiempo porque integra el conjunto de sonidos o ruidos, incluidos los niveles máximo y mínimo. (Ramírez & Domínguez, 2011)

5.1.5. Sonómetro

Un sonómetro es el aparato mediante el cual se mide el ruido, bueno, más bien la intensidad del ruido que se mide en decibelios. Algunas personas los conocen como “medidor de decibelios” aunque este no es el nombre técnico. (Contaminación Acústica, 2015)

Sea del tipo que sea, básicamente, el sonómetro siempre está formado por:

- Un micrófono con una respuesta en frecuencia similar a la de las audiofrecuencias, generalmente, entre 8 Hz y 22 kHz.
- Un circuito que procesa electrónicamente la señal.
- Muchos sonómetros cuentan con una salida (un conector jack, por lo general, situado en el lateral), que permite conectarlo con un osciloscopio, con lo que la medición de la presión sonora se complementa con la visualización de la forma de la onda.
- Una unidad de lectura (vúmetro, led, pantalla digital, etc.).

Reyes (2019) señala que, el sonómetro es un instrumento de medición de presión sonora, el cual se asemeja al espectro del oído humano. Es capaz de medir la intensidad de ruido por medio del micrófono. Por otro lado Berrezueta (2017), menciona las clases de sonómetros que abarcan desde 0 a 3 y sus aplicaciones, siendo los siguientes:

- Sonómetro Clase 0: Son utilizados para tener niveles de ruido de referencia en laboratorios.
- Sonómetro Clase 1: Permite obtener niveles precisos de ruido en el trabajo de campo.
- Sonómetro Clase 2: Permite medición general de niveles en el trabajo de campo.
- Sonómetro Clase 3: Este sonómetro no es muy preciso comparado con las otras clases y sólo permite obtener medidas aproximadas, razón por la cual solo es utilizado en reconocimientos.

5.1.6. Contaminación Acústica

No todo sonido es considerado contaminación sonora. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define como ruido cualquier sonido superior a 65 dBA. En concreto, dicho ruido se vuelve dañino si supera los 75 dBA y doloroso a partir de los 120 dBA.

Lo recomendable es no superar los 65 dBA durante el día e indica que para que el sueño sea reparador el ruido ambiente nocturno no debe exceder los 30 dBA.

La Contaminación Acústica es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Este término hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.

Este término está estrechamente relacionado con el ruido debido a que la contaminación acústica se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o grupo de personas.

Las principales causas de la contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como: el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, las industrias, etc. (Asociación Española para la Calidad (AEC), 2019)

5.1.7. Decibel

Según el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica “la unidad práctica de medición del nivel de ruido es el decibel, conocido como dBA. Esta unidad es igual a 20 veces el logaritmo decimal del cociente de la presión de sonido ejercida por un sonido medido, y la presión de sonido de un sonido estándar equivalente a 20 micropascales” (Estado Plurinacional de Bolivia, 1995)

Según Menso (1993) indica que, el decibel es considerado una magnitud media, que los parámetros u valores que arrojan suelen ser constantes o cambiantes, esto es a causa del grado de ruido que se genera en un determinado lugar.

El decibelio (dBA), cuando se habla de ruido en términos técnicos, se habla de presión sonora. La presión sonora se suele medir en decibelios (dBA). El decibelio es un valor relativo y logarítmico, que expresa la relación del valor medido respecto a un valor de referencia. Logarítmico significa que no medimos en una escala lineal, sino exponencial. El valor de referencia es el límite de perceptibilidad del oído humano, una presión sonora de 20 μPa . Por lo cual, 0 dBA significa una presión sonora que está al borde de la perceptibilidad. Dado la propiedad logarítmica de la escala de dBA, tenemos que calcular en potencias. Un incremento de 6 dBA equivale a una duplicación de la presión sonora, 60 dBA significa doblar 10 veces y por lo tanto una presión 1.024 veces superior a la de 0 dBA, y 66 dBA ya son 2.048 veces más. No obstante, la percepción subjetiva del oído humano es diferente, y percibimos como el doble de volumen un aumento de la presión sonora de aproximadamente 10 dBA (igual un poco más que el triple). Por ejemplo, un aumento de la presión sonora de 60 dBA significaría un volumen percibido 64 veces superior, es decir, la presión sonora incrementa 1024 veces, pero lo percibimos como un aumento de 64x. Es importante conocer esta diferencia porque la presión sonora real es a la que está expuesta el oído y que provoca posibles daños directos, mientras el volumen subjetivo es el que molesta y que causa malestar y estrés. (Martínez & Peters, 2015)

5.1.8. Tipos de Ruido

Pérez & Torres (2019) señalan que “El ruido se clasifica en relación con su persistencia en el ambiente, la clasificación de estos ruidos es la siguiente”.

Ruido continuo: Generalmente producido por fuentes fijas de tipo industrial como equipos o maquinaria que se mantiene operativos a lo largo del día.

Ruido intermitente: Relacionado a equipos, maquinaria o aquellas fuentes que operan por ciclos o periodos cortos, en los que el ruido se presenta con un aumento y rápida disminución del mismo. Como ejemplo de estos tenemos los vehículos al acercarse y alejarse del punto receptor.

Ruido impulsivo: Este tipo de ruido es producto de impactos o explosiones, con características de aparición rápida y abrupta, como ejemplo de estas encontramos disparos o explosiones.

5.1.9. Enfermedades por Ruido Ambiental

Según García & García (2016) señalan que, la contaminación del ruido ambiental en ciudades desarrolladas y sub desarrolladas conlleva a repercusiones a la salud de las personas por el aumento del parque automotor. De acuerdo a Herrera (2019) menciona que, entre los efectos más notorios en la salud de las personas se destacan los siguientes.

Efecto auditivo: La sordera es un problema que se presenta a largo plazo por el excesivo nivel de la contaminación acústica. Dicho efecto se debe a que las personas están expuestas a ruido constantes, ya que el oído no tiene el descanso necesario para su recuperación. (López & López, 2018)

Efecto sobre el sueño: La pérdida de sueño en las persona es un problema preocupante, causando el consumo de medicación constante. De igual manera afecta la comunicación laboral para relacionarse con las demás personas, estos efectos se deben por el aumento de ruido. (Quintero, 2013)

Efectos sobre el estrés: Está relacionado a cambios repentinos de conducta hacia las personas que lo rodean. Las enfermedades cardiovasculares, alteraciones del sistema inmunitario de defensa o del sistema de reproducción son las más comunes a nivel general y las personas a padecer dichas anomalías son las que consumen tabaco. (Miranda, 2006)

Ramírez & Domínguez (2015) mencionan que, el ruido es un contaminante silencioso que es considerado invisible por la sociedad, tiene impactos económicos en salud por el riesgo de pérdida de audición durante el lapso de tiempo. Por otro lado Castro (2016), señala que los impactos del ruido en la salud suele conllevar efectos crónicos sobre los vasos sanguíneos y capilares, debido al grado de exposición en zonas donde existen mayor niveles de ruido ambiental.

5.1.10. Mapas de Ruido

Un mapa de ruido es una representación gráfica que permite conocer el grado de contaminación sonora que se produce de baja y alta intensidad en lugares determinados para tomar acciones concretas en mitigar el nivel de ruido en pro del medio ambiente y la salud de las personas. (Ramos, 2018)

Según Chuchos (2006) citado por Armijos (2019), señalan que los mapas de contaminación acústica ayuda a comprender por medios de colores los niveles de presión sonora en zonas más expuestas al ruido, así como en zonas menos vulnerable. Con el propósito de evidenciar si existe o no contaminación de ruido.

Según Rodríguez & Olivella (2009), indican que un Sistema de Información geográfica se encarga de almacenar, recolectar, distribuir y procesar datos obtenidos en campo o área de estudio, con el fin de representar la realidad del mundo real. Por otro lado Siabato (2018), un SIG está compuesto por un software y hardware, el primero está asociado a sus aplicaciones del sistema y el segundo a la parte tangible. De acuerdo a Martínez (2019), indica que para elaborar un mapa de ruido con Sistema de Información Geográfica considera métodos de interpolación por la exactitud de predecir el comportamiento del objeto de estudio en lugares determinados.

5.1.11. Método de Interpolación IDW

Es un método matemático de interpolación que usa una función inversa de la distancia, parte del supuesto que las cosas que están más cerca son más parecidas, por lo tanto, tienen más peso e influencia sobre el punto a estimar. (Murillo *et al.*, 2012)

Según Barboza & Salas (2016) indican que, el método IDW (Inverse Distance Weighting), permite predecir el comportamientos del ruido ambiental a un futuro, se basa por la autocorrelación espacial de los puntos en las áreas determinadas por el estudio. De acuerdo a los autores Johnston *et al.*, 2001 citado por Bonifaz, 2017, señalan que “IDW asume que la superficie está siendo impulsada por variación local. Funciona mejor si los puntos de muestreo están distribuidos uniformemente por toda la zona y si no están agrupados. La superficie calculada usando IDW depende de la selección de un parámetro de potencia y la estrategia de búsqueda. IDW es un interpolador exacto, donde los valores máximo y mínimo en la superficie interpolada sólo pueden ocurrir en los puntos de muestreo”.

5.2. Marco Legal

5.2.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia

En su Artículo 33 señala textualmente que las personas tienen derecho a un ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a las personas y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

La norma suprema establece que es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente.

También establece que las políticas de gestión ambiental se basarán en la aplicación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental y el control de calidad ambiental, sin excepción y de manera transversal a toda actividad de producción de bienes y servicios que use, transforme o afecte a los recursos naturales y al medio ambiente.

Señala que quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales. (Estado Plurinacional de Bolivia, 2009)

5.2.2. Ley del Medio Ambiente

La Ley N° 1333 de Medio Ambiente, tiene como objetivo preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y mantener equilibrio ecológico y el control de las contaminaciones ambientales; además de aplicar las correspondientes sanciones en el marco de sus competencias por causar daños a la salud y el medio ambiente. Asimismo establece en su artículo 42 que el Estado a través de sus organismos competentes, establecerá, regulará y controlará los niveles de ruidos originados en los diferentes lugares que sean comerciales o no comerciales, a fin de preservar y mantener la salud y el bienestar de la población. (Estado Plurinacional de Bolivia, 1992)

5.2.3. Ley Municipal Amazónica de PCCR

La Ley Municipal Amazónica N°022/2015, tiene como objeto el de proteger a la población contra los ruidos de diferentes lugares sean público o privados, que excedan la emisión del ruido como ser: bares, cantinas, karaokes, grupos de música, discotecas, restaurantes, fiestas familiares, centros de diversiones y recreaciones, quintas, domicilio particulares, grupos religiosos, industrias, talleres, carpinterías, maquinarias, automotores, equipos y cualquier otra actividad que emita ruido que exceda los términos establecidos en la presente Ley Municipal Amazónica; a fin de prevenir, controlar y censurar, la contaminación acústica y obtener los límites permisibles de su emisión, para que de esta manera se eviten problemas contra la salud de las personas, así como de su ambiente, tomando en cuenta que el sonido transmitido a las viviendas colindantes no exceda los parámetros permisibles.

En su artículo 2 señala que la finalidad de la misma es proteger a la población contra la acústica (ruidos) de diferentes lugares sean públicos o privados, que excedan la emisión permisible del ruido, a fin de prevenir, serios problemas contra la salud de las personas como de su ambiente. Así mismo la finalidad es controlar y censurar, la contaminación acústica que excedan los límites permisibles de su emisión.

Delega el control de la emisión de ruido al Gobierno Autónomo Municipal de Riberalta a través de su Secretaría Municipal de Desarrollo Productivo y Medio Ambiente, en colaboración con otras dependencias Municipales, deberán ejercer el control de la emisión del ruido y el cumplimiento de la presente Ley dentro de la jurisdicción del municipio de Riberalta.

Con referencia específica a la temática a investigar señala que todo vehículo motorizado que circule por las vías del Municipio de Riberalta deberá tener en buenas condiciones de funcionamiento y/o a condicionar el motor, la transmisión, altavoces y otros sistemas emisores de sonidos o ruidos, con la finalidad de que la emisión de ruidos producida por el vehículo en circulación o estacionado, no exceda los límites permisibles. (Gobierno Autónomo Municipal de Riberalta, 2015)

5.2.4. Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica

El Reglamento de la Ley N° 1333 de Medio Ambiente sobre la Contaminación Atmosférica en su Artículo 52 indica que la emisión de ruido no debe exceder los límites permisibles de emisión señalados en el Anexo 6 de la mencionada Ley.

En su capítulo referente a la evaluación y control de ruidos y olores contaminantes, el artículo 53° establece que los vehículos automotores que circulen en el territorio nacional deben cumplir las normas relativas al control del ruido proveniente de escapes y bocinas, conforme a lo dispuesto en los Códigos de Salud y de Tránsito.

6. Materiales y Métodos

6.1. Tipo de Investigación

Según Hernández (2014), indica que la investigación cuantitativa es la más apropiada por estar más centrada en la descripción y medida de los fenómenos a estudiar, emplea la recopilación de datos para probar hipótesis, a partir de la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Del Canto & Silva (2013), mencionan que el enfoque cuantitativo responde a preguntas de investigaciones concretas que son medibles en el área de estudio. Por medio de la interpretación de los resultados se sabe con exactitud el conocimiento ya existente en el área de estudio.

El presente estudio tuvo como finalidad determinar la contaminación acústica causada por el tráfico vehicular en el área urbana del Municipio de Riberalta durante la gestión 2021, para interpretar los datos por medio de los análisis estadísticos, comparar el cumplimiento del rango de 68 dBA establecido de la Ley 1333 en su Reglamento General de Contaminación Atmosférica

6.2. Población y Muestra

La investigación se realizó en las áreas más pobladas del municipio de Riberalta y como el objeto es la medición de los decibeles del ruido generado por motorizados, no se puede hablar de una población sobre la que se aplicará directamente la investigación, sino del parque automotor en sus vías más concentradas y transitadas, para que se pueda tener una muestra representativa.

La muestra es no probabilística, es decir, no se deja al azar, todo lo contrario, se seleccionó las vías, (calles y avenidas), que cuentan con mayor tráfico y circulación de motorizados tanto de transporte público como privado, pues el objetivo de la investigación no es medir el nivel de una probable contaminación acústica en varias, zonas o barrios de la ciudad; sino medir la contaminación acústica en zonas densamente pobladas, residenciales y comerciales, que sufren de la concentración del tráfico.

6.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

6.3.1. Técnicas

La observación fue una de las principales técnicas empleada en la investigación, por medio de la visualización se identificó las avenidas con mayor congestión vehicular para determinar el área de estudio. El registro de datos se realizó anotando las lecturas con el sonómetro durante el monitoreo de la contaminación acústica producida por las fuentes móviles pesadas y livianas, esto se hizo en los lugares seleccionados, donde existe un alto tráfico de vehículos, considerando las horas picos.

6.3.2. Instrumentos

Los Instrumentos que se utilizaron en la tesis fueron:

- Sonómetro
- GPS

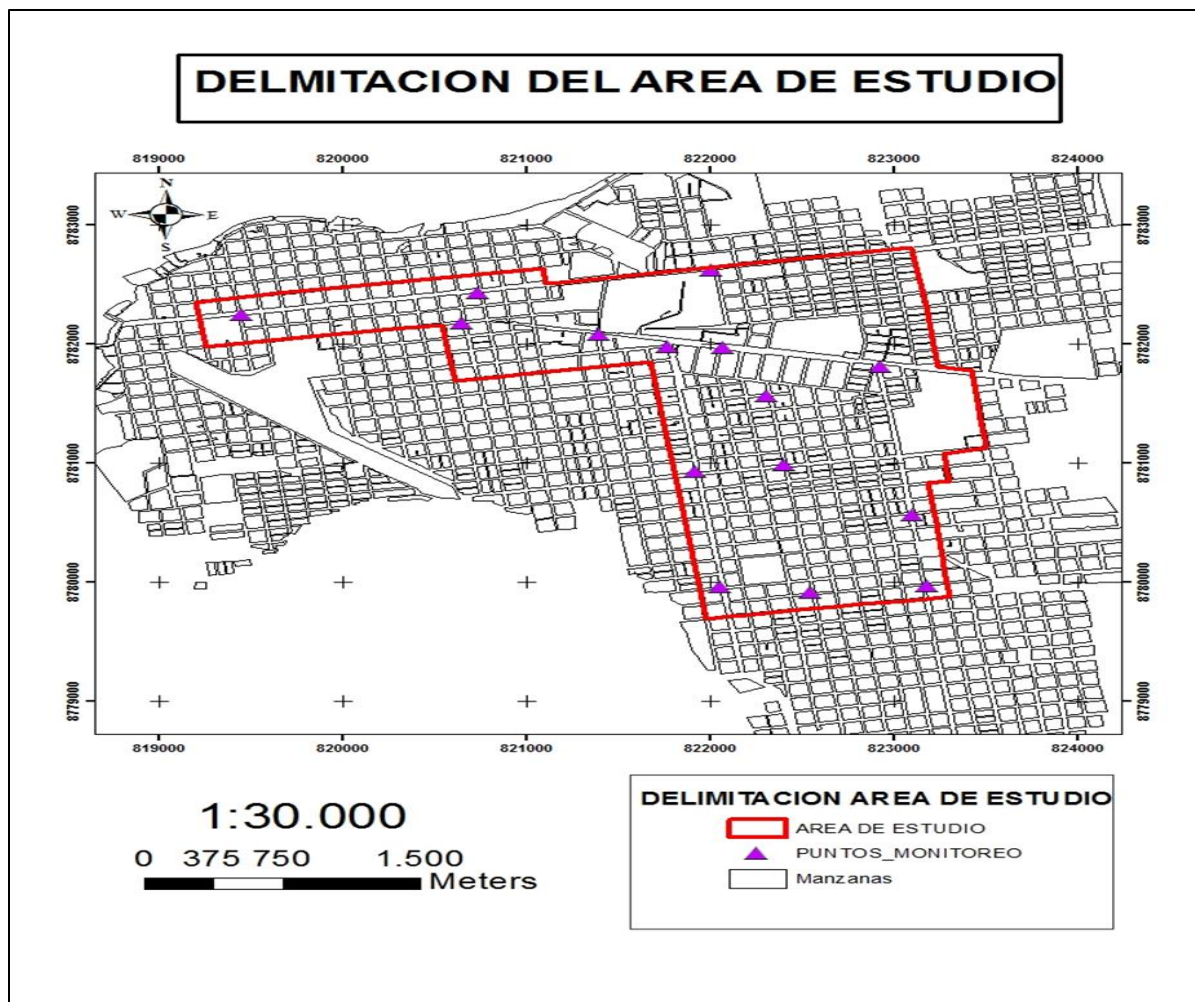
7. Metodología de la Investigación

7.1. Área de Estudio

El presente estudio se realizó en el área urbana del Municipio de Riberalta, dicha ciudad cuenta con una altitud media de 172 metros sobre el nivel del mar y un clima que se caracteriza por ser cálido y húmedo. El área de estudio abarca 5.78 Kilómetros de superficie en el monitoreo del ruido ambiental emitido por el parque automotor del Municipio de Riberalta.

Figura 1

Ubicación del Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 1

Parque Automotor Riberalta

JEFATURA DE RECAUDACIONES PARQUE AUTOMOTOR			
MUNICIPIO	CLASE	SERVICIO	TOTAL
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	AUTOMOVIL	PARTICULAR	24
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	BUS	PARTICULAR	2
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	CAMION	OFICIAL	9
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	CAMION	PARTICULAR	72
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	CAMION	PUBLICO	2
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	CAMIONETA	OFICIAL	7
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	CAMIONETA	PARTICULAR	141
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	FURGONETA	PARTICULAR	3
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	JEEP	PARTICULAR	15
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	MAQUINARIA PESADA	PARTICULAR	1
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	MINIBUS	PARTICULAR	5
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	MOTO	OFICIAL	149
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	MOTO	PARTICULAR	4791
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	MOTO	PUBLICO	3
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	QUADRATRACK	PARTICULAR	18
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	TRACTO-CAMION	PARTICULAR	4
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	VAGONETA	OFICIAL	1
GOBIERNO MUNICIPAL DE RIBERALTA	VAGONETA	PARTICULAR	92
TOTAL			5339

Fuente: Diprove Riberalta, 2021

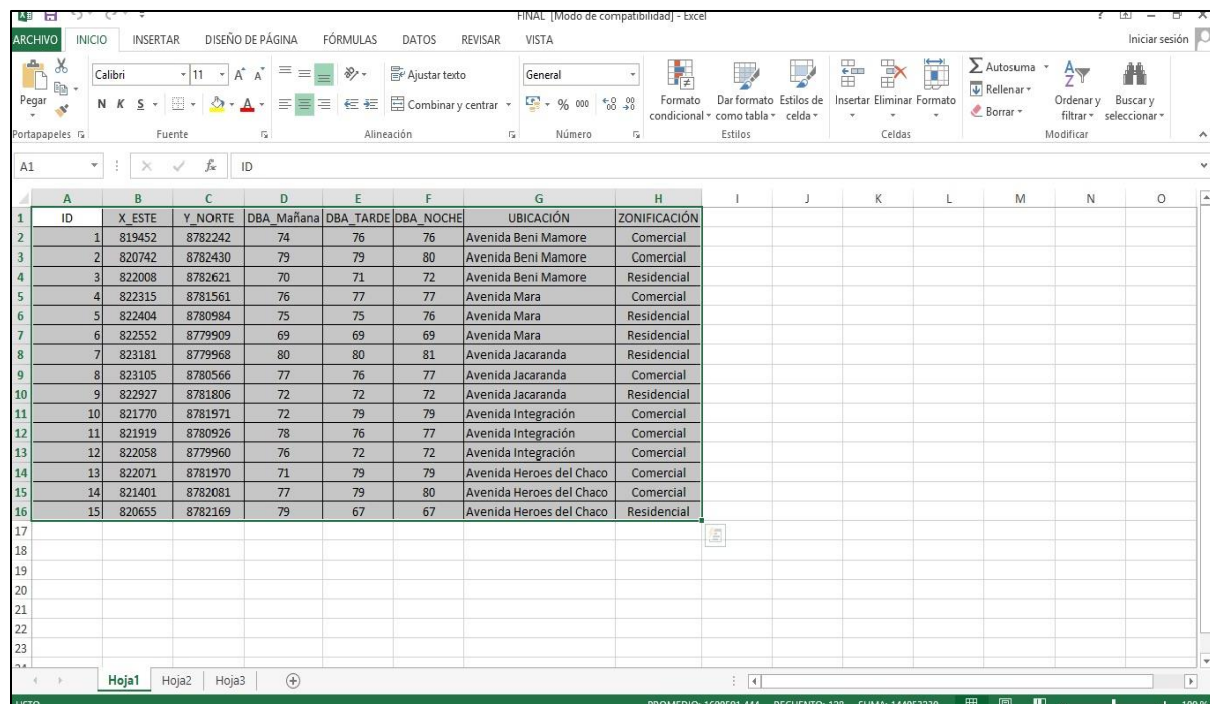
7.2. Mapa de Ruido Arc Gis 10.8

Un mapa de ruido es un instrumento que permite mostrar los niveles de presión sonora en una zona geográfica. Para la elaboración de los mapas de ruido ambiental generado por el tráfico vehicular en el radio urbano del Municipio de Riberalta se utilizó el método de interpolación IDW, se muestra el proceso por medio de captura de pantalla.

En primer lugar se preparó la base de datos en una tabla de Excel que consta de la siguiente información: N° de puntos, coordenadas UTM X_Este Y_Norte, decibelios A, ubicación de las principales avenidas y la zonificación. Luego el archivo se lo guardó como libro de Excel 97-2003 para exportarlo al ArcMap.

Figura 2

Base de Datos en Excel

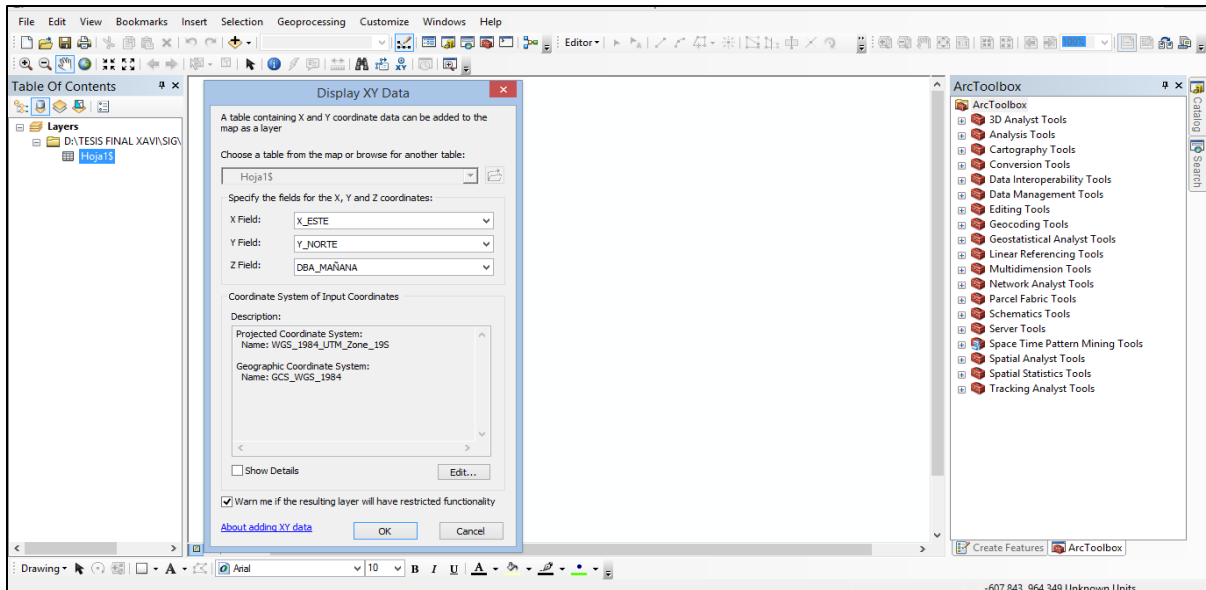


ID	X_ESTE	Y_NORTE	DBA_Mañana	DBA_TARDE	DBA_NOCHE	UBICACIÓN	ZONIFICACIÓN
1	819452	8782242	74	76	76	Avenida Beni Mamore	Comercial
2	820742	8782430	79	79	80	Avenida Beni Mamore	Comercial
3	822008	8782621	70	71	72	Avenida Beni Mamore	Residencial
4	822315	8781561	76	77	77	Avenida Mara	Comercial
5	822404	8780984	75	75	76	Avenida Mara	Residencial
6	822552	8779909	69	69	69	Avenida Mara	Residencial
7	823181	8779968	80	80	81	Avenida Jacaranda	Residencial
8	823105	8780566	77	76	77	Avenida Jacaranda	Comercial
9	822927	8781806	72	72	72	Avenida Jacaranda	Residencial
10	821770	8781971	72	79	79	Avenida Integración	Comercial
11	821919	8780926	78	76	77	Avenida Integración	Comercial
12	822058	8779960	76	72	72	Avenida Integración	Comercial
13	822071	8781970	71	79	79	Avenida Heroes del Chaco	Comercial
14	821401	8782081	77	79	80	Avenida Heroes del Chaco	Comercial
15	820655	8782169	79	67	67	Avenida Heroes del Chaco	Residencial

Fuente: Elaboración propia, 2021

Posteriormente se abrió el ArcGis para importar los datos en la opción “Display xy Data” del ArcMap, asignando los casilleros de las coordenadas X field de este Y field de norte y Z field de los valores de ruido. Mediante la misma ventana del botón “Edit” se insertó el sistema de coordenadas en zona 19 para proyectar los puntos de monitoreo.

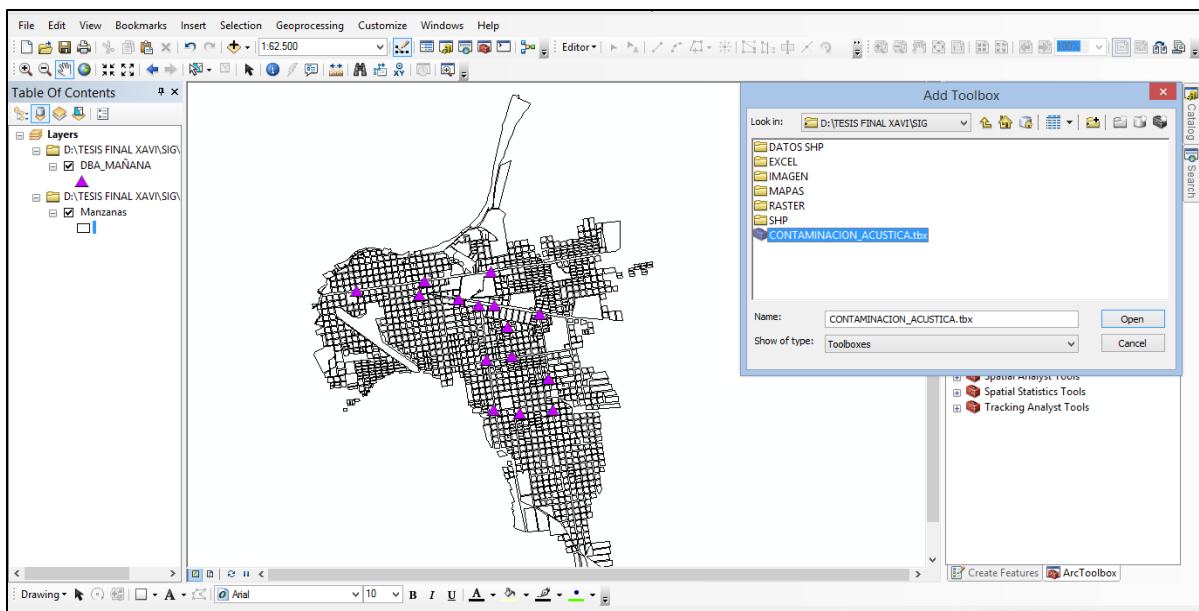
Figura 3

Importar Coordenadas a Display XY

Fuente: Elaboración propia, 2021

Luego se añadió la capa de manzanos en los puntos proyectados, posteriormente con la herramienta “Add Data” se creó un New Toolbox para generar el mapa de ruido.

Figura 4

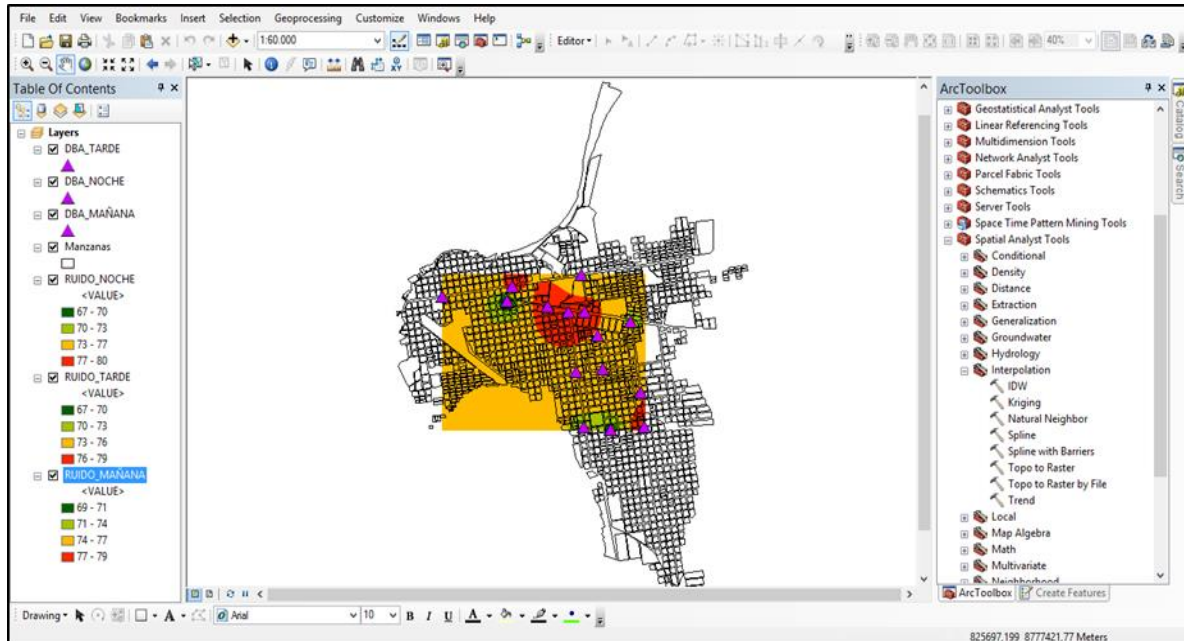
Creación de New Toolbox

Fuente: Elaboración propia, 2021

Una vez en el panel de ArcToolbox se habilitó el un New Toolbox con el nombre de “Contaminación Acústica”, dando lugar a la nueva ventana model. Se accedió a la herramienta “Spatial Analyst Tools” “Interpolation” con el método de IDW.

Figura 5

Interpolación de IDW

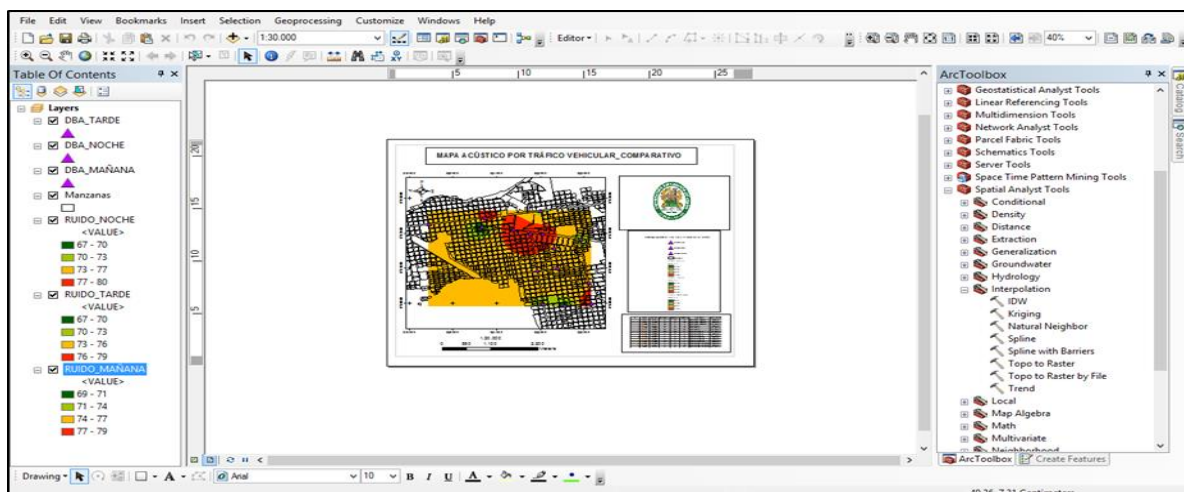


Fuente: Elaboración propia, 2021

Una vez terminado el mapa de ruido se añade el título, leyenda, norte, la escala gráfica y numérica, etc.

Figura 6

Mapa Final de Contaminación de Ruido



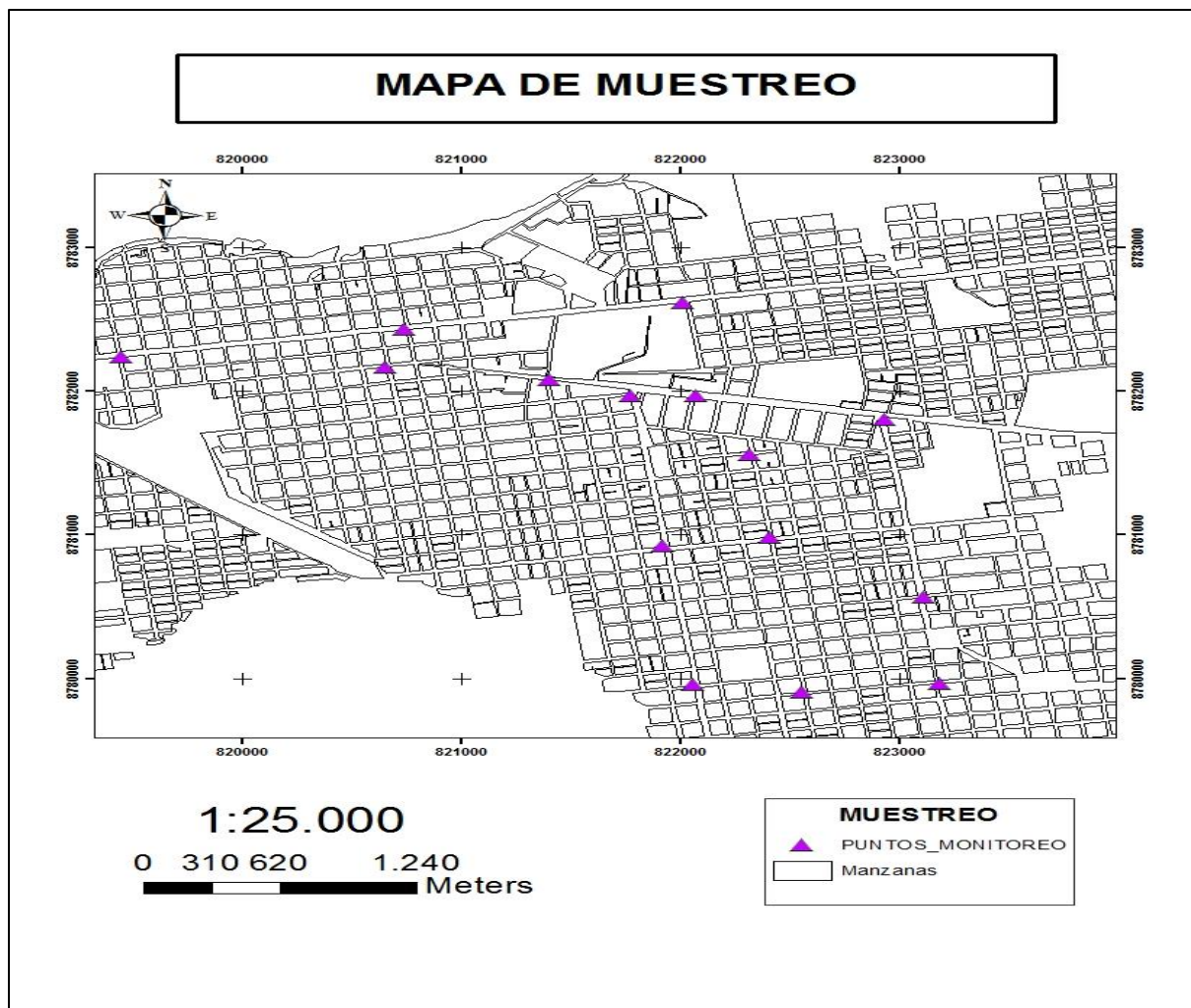
Fuente: Elaboración propia, 2021

7.3. Ubicación e Identificación de los Puntos de Monitoreo

Para la ubicación e identificación de los puntos de monitoreo en el área de estudio, se realizó por la metodología de vía, la cual se basa en recabar datos en calles con mayor afluencia de tráfico vehicular y paso de transeúntes. Una vez identificado los puntos conflictivos se tomaron coordenadas con el GPS Garmin eTrex 20x como se muestran en la figura 7.

Figura 7

Puntos de Monitoreo



Fuente: Elaboración propia, 2021

Para una mejor comprensión de la ubicación en los puntos de muestreo que se midieron en la etapa de campo, se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Ubicación de Vías con Mayor Tráfico Vehicular

PUNTOS	DISTRITOS	UBICACIÓN	ZONIFICACIÓN
1	Distrito 2	Avenida Beni Mamoré	Comercial
2	Distrito 3	Avenida Beni Mamoré	Comercial
3	Distrito 4	Avenida Beni Mamoré	Residencial
4	Distrito 5	Avenida Mara	Comercial
5	Distrito 5	Avenida Mara	Residencial
6	Distrito 5	Avenida Mara	Residencial
7	Distrito 5	Avenida Jacaranda	Residencial
8	Distrito 5	Avenida Jacaranda	Comercial
9	Distrito 5	Avenida Jacaranda	Residencial
10	Distrito 3	Avenida Integración	Comercial
11	Distrito 5	Avenida Integración	Comercial
12	Distrito 5	Avenida Integración	Comercial
13	Distrito 5	Avenida Héroes del Chaco	Comercial
14	Distrito 3	Avenida Héroes del Chaco	Comercial
15	Distrito 3	Avenida Héroes del Chaco	Residencial

Fuente: Elaboración propia, 2021

7.4. Fechas y Horarios de Medición

La medición del Ruido Ambiental se realizó con el sonómetro marca Extech de tipo II, el cual se configuró en ponderación de frecuencia “A” modo de respuesta “FAST” que asimila al espectro del oído humano. En el monitoreo del ruido se consideró los horarios de mañana 7:30 a 8:30 am, medio día 12:00 a 13:00 pm y noche 19:00 a 20:00 pm. El tiempo de medición estimado para cada punto fue de 15 minutos, registrando la información cada 1 minuto. Las mediciones se realizaron en el mes de Marzo de lunes a viernes, ya que son consideradas horas picos, donde las personas se desplazan para sus fuentes laborales u otras actividades como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Fecha y Horario de Medición de LAeqt

FECHA	HORARIOS	PUNTOS MEDIDOS	UBICACIÓN
01/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P1 al P3 P1 al P3 P1 al P3	Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré
02/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P4 al P6 P4 al P6 P4 al P6	Av. Mara Av. Mara Av. Mara
03/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P7 al P9 P7 al P9 P7 al P9	Av. Jacaranda Av. Jacaranda Av. Jacaranda
04/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P9 al P12 P9 al P12 P9 al P12	Av. Integración Av. Integración Av. Integración
05/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P12 al P15 P12 al P15 P12 al P15	Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco
08/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P1 al P3 P1 al P3 P1 al P3	Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré

09/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P4 al P6 P4 al P6 P4 al P6	Av. Mara Av. Mara Av. Mara
10/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P7 al P9 P7 al P9 P7 al P9	Av. Jacaranda Av. Jacaranda Av. Jacaranda
11/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P9 al P12 P9 al P12 P9 al P12	Av. Integración Av. Integración Av. Integración
12/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P12 al P15 P12 al P15 P12 al P15	Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco
15/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P1 al P3 P1 al P3 P1 al P3	Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré
16/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P4 al P6 P4 al P6 P4 al P6	Av. Mara Av. Mara Av. Mara
17/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm	P7 al P9 P7 al P9 P7 al P9	Av. Jacaranda Av. Jacaranda Av. Jacaranda

	19:00 a 20:00 pm		
18/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P9 al P12 P9 al P12 P9 al P12	Av. Integración Av. Integración Av. Integración
19/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P12 al P15 P12 al P15 P12 al P15	Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco
22/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P1 al P3 P1 al P3 P1 al P3	Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré
23/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P4 al P6 P4 al P6 P4 al P6	Av. Mara Av. Mara Av. Mara
24/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P7 al P9 P7 al P9 P7 al P9	Av. Jacaranda Av. Jacaranda Av. Jacaranda
25/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P9 al P12 P9 al P12 P9 al P12	Av. Integración Av. Integración Av. Integración

26/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P12 al P15 P12 al P15 P12 al P15	Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco Av. Héroes del Chaco
29/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P1 al P3 P1 al P3 P1 al P3	Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré Av. Beni Mamoré
30/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P4 al P6 P4 al P6 P4 al P6	Av. Mara Av. Mara Av. Mara
31/03/2020	7:30 a 8:30 am 12:00 a 13:00 pm 19:00 a 20:00 pm	P7 al P9 P7 al P9 P7 al P9	Av. Jacaranda Av. Jacaranda Av. Jacaranda

Fuente: Elaboración propia, 2021

7.5. Medición del Nivel de Presión Sonora Equivalente a Ponderación A

El sonómetro se lo manipuló a una altura de 1,2 metros, ubicándonos siempre al extremo de la acera para evitar obstáculos en el paso peatonal u accidentes por el parque automotor. Así mismo se conservó una distancia de 4 metros en la medición de los decibelios para cada punto de muestreo. Cabe mencionar que la medición del ruido ambiental se realizó de forma intercalada para cada vía, como muestra la tabla 3. Dicho equipo cuenta con certificación de calibración por el laboratorio de Metrolab, La Paz-Bolivia, que se muestra en el Anexo 2.

Figura 8

Medición de dBA en la Av. Beni Mamoré



Fuente: Elaboración propia, 2021

En la medición de los niveles de ruido se consideró dos tipos de vehículos siendo liviano y pesado, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Categoría de Vehículos

Categorías de Vehículos	
Livianos	Moto
	Auto
	Moto Car
Pesados	Volvo
	Camioneta
	Camiones Cisternas

Fuente: Elaboración propia, 2021

8. Resultados

En la Tabla 5, se muestra los valores de niveles de presión sonora de los 15 puntos de medición en los períodos de mañana, tarde y noche. También el valor del Reglamento en Materia de Contaminación atmosférica, hace mención que el límite permisible para fuentes móviles es de 68 dBA, al haber un excedente del parámetro del RMCA se consideran puntos críticos para la salud de las personas y el medio ambiente.

Tabla 5

Promedio de Medición LAeqt

N° PUNTOS	UBICACIÓN	PERÍODO DE MEDICIÓN			RMCA
		MAÑANA dBA	TARDE dBA	NOCHE dBA	
1	Av. Beni Mamoré Comercial	74	76	76	68
2	Av. Beni Mamoré Comercial	79	79	80	68
3	Av. Beni Mamoré Residencial	70	71	72	68
4	Av. Mara Comercial	76	77	77	68
5	Av. Mara Residencial	75	75	76	68
6	Av. Mara Residencial	69	69	69	68
7	Av. Jacaranda Residencial	80	80	81	68
8	Av. Jacaranda Comercial	77	76	77	68
9	Av. Jacaranda Residencial	72	72	72	68
10	Av. Integración Comercial	72	79	79	68
11	Av. Integración Comercial	78	76	77	68
12	Av. Integración Comercial	76	72	72	68
13	Av. Héroes del Chaco Comercial	71	79	79	68
14	Av. Héroes del Chaco Comercial	77	79	80	68
15	Av. Héroes del Chaco Comercial	79	67	67	68

Fuente: Elaboración propia, 2021

En el período de la mañana los puntos de mayor nivel de presión sonora 2, 7, 15 el excedente de los valores que se muestran son a causa de motocicletas que no cuentan con adaptadores de silenciador en los escapes, así también la falta de mantenimiento a los motorizados lo que repercute en la generación de ruidos molestos. La alta contaminación acústica se debe a que las personas en el lapso de tiempo de 7:30 a 8:30 am se desplazan a sus fuentes laborales,

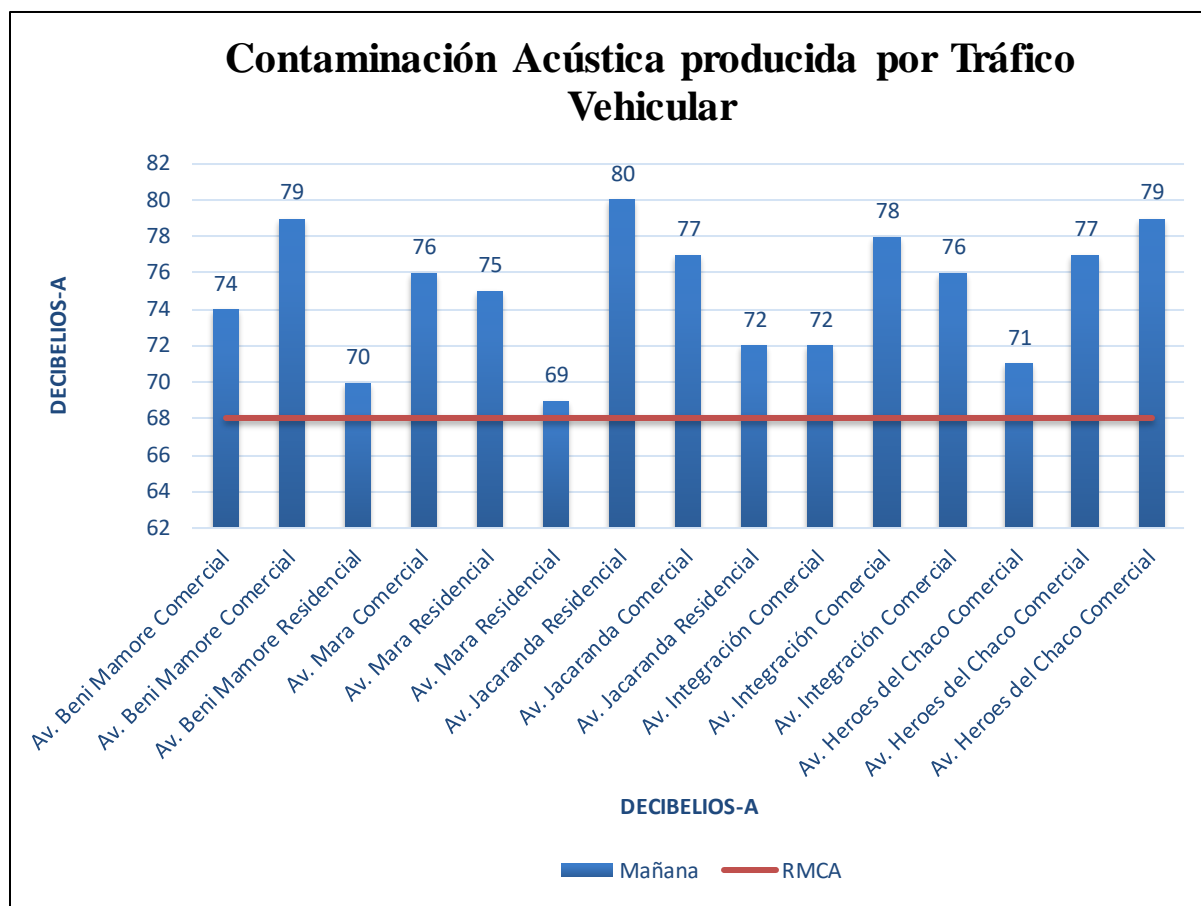
haciendo que haya un alto flujo de tráfico vehicular. Dichos puntos se encuentran en zonas comerciales como mercados, micro mercado donde las personas realizan sus compras de la canasta familiar.

Durante el período del medio de 12:00 a 13:00 pm la mayoría de las personas que trabajan en instituciones públicas como privadas salen a almorzar a sus hogares, también se desplazan a restaurantes, mercados, lo que influye en basta transitabilidad de vehículos y por ende generación de ruido continuo. Como se aprecia en la tabla LAeqT Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación A en el horario 19:00 a 20:00 pm del turno de la noche los valores de decibelios son más altos, esto se debe a que las familias salen a pasar a las principales avenidas así aprovechan a cenar a los puestos de comidas. El sonido de bocinas es otra causa que genera ruido, ya que son tocadas de manera irresponsables pese a la normalización de tránsitos que solo debe de hacerse uso en caso de emergencias.

Comparación con La Ley N° 1333 del Medio Ambiente

Grafico 2

Comparación de Valores Promedio Mañana vs RMCA

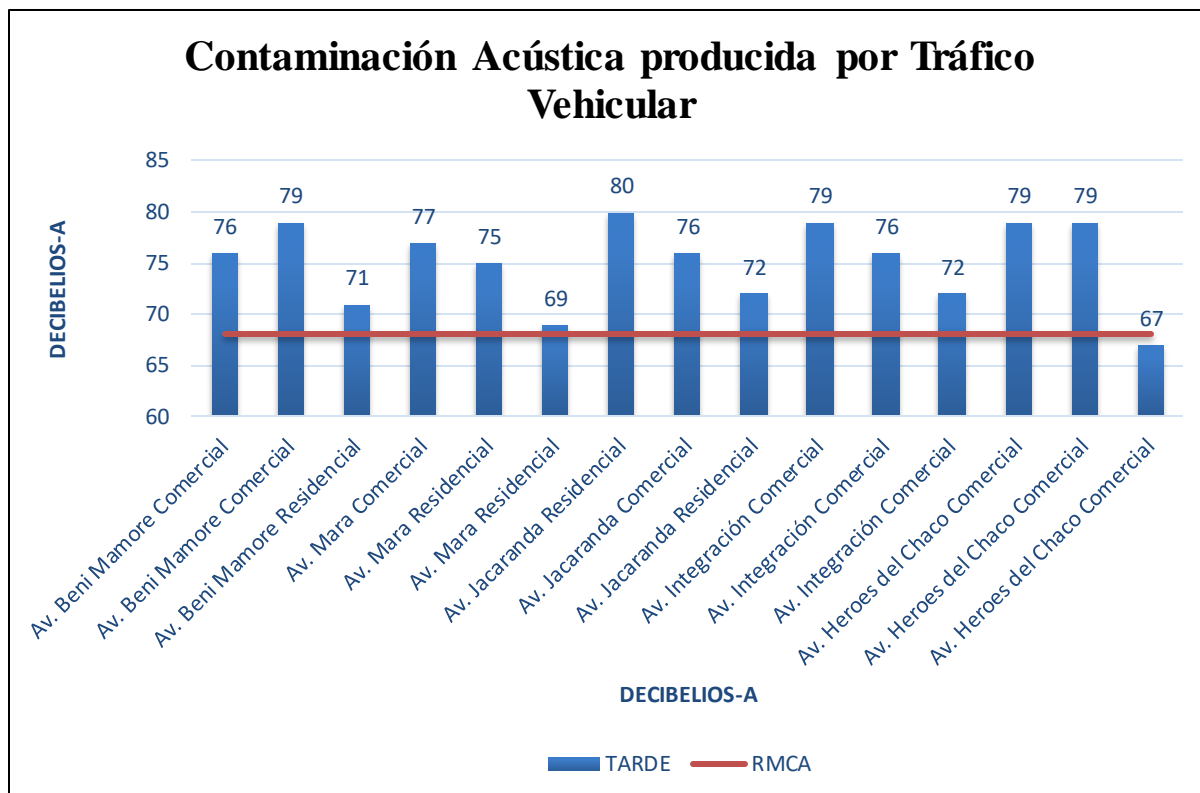


Fuente: Elaboración propia, 2021

En el Gráfico 2 se muestra los niveles de presión sonora obtenida en la Av. Jacaranda zona Residencial en el turno de mañana con 80 dBA, seguido de la Av. Beni Mamoré zona Comercial con 79 dBA y la Av. Héroes de Chaco con 79 dBA, se observa que excede el límite aceptable por el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de 68 dBA considerado punto crítico.

Gráfico 3

Comparación de Valores Promedio Medio Día vs RMCA

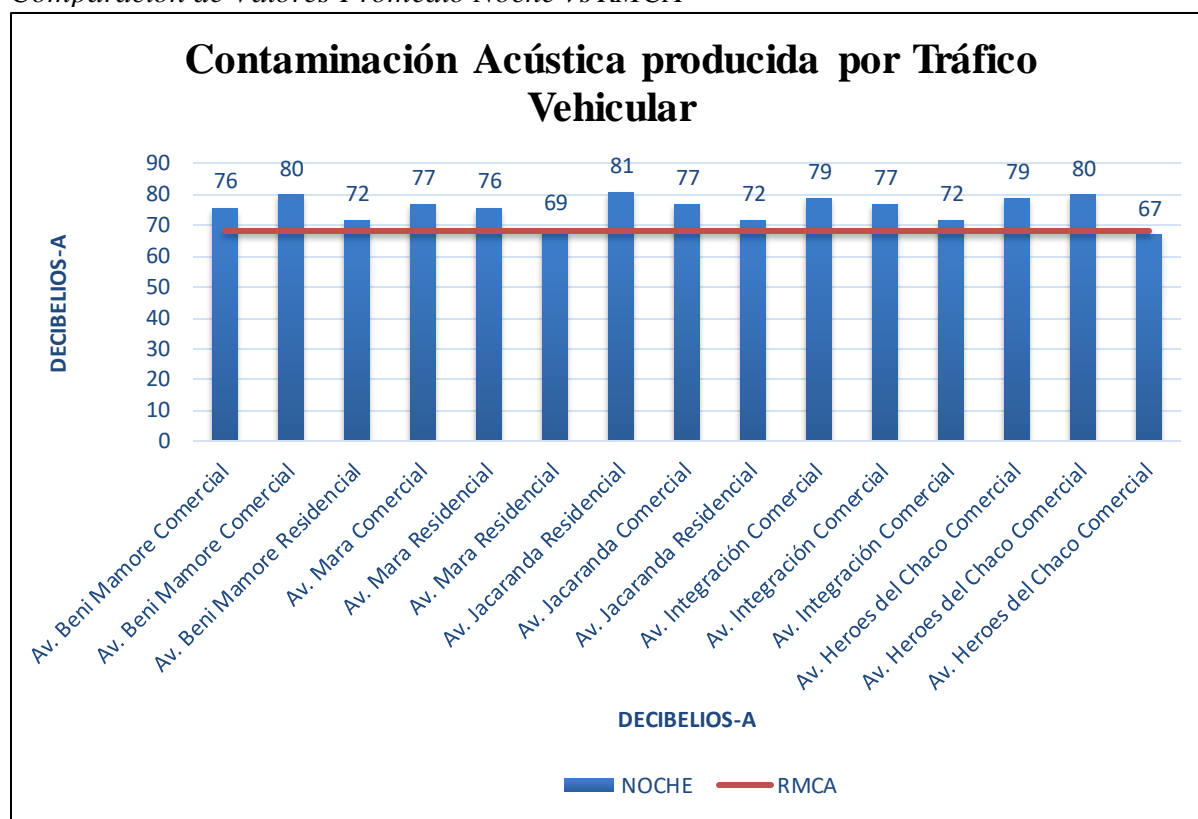


Fuente: Elaboración propia, 2021

En el Gráfico 3 se muestra los niveles de presión sonora obtenida en la Av. Jacaranda zona Residencial en el turno de tarde con 80 dBA, seguido de la Av. Beni Mamoré zona Comercial con 79 dBA, Av. Integración zona comercial con 79 dBA, Av. Héroes de Chaco con 79 dBA y la Av. Héroes de Chaco con 79 dBA se observa que excede el limite aceptable por el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de 68 dBA considerado punto crítico.

Gráfico 4

Comparación de Valores Promedio Noche vs RMCA

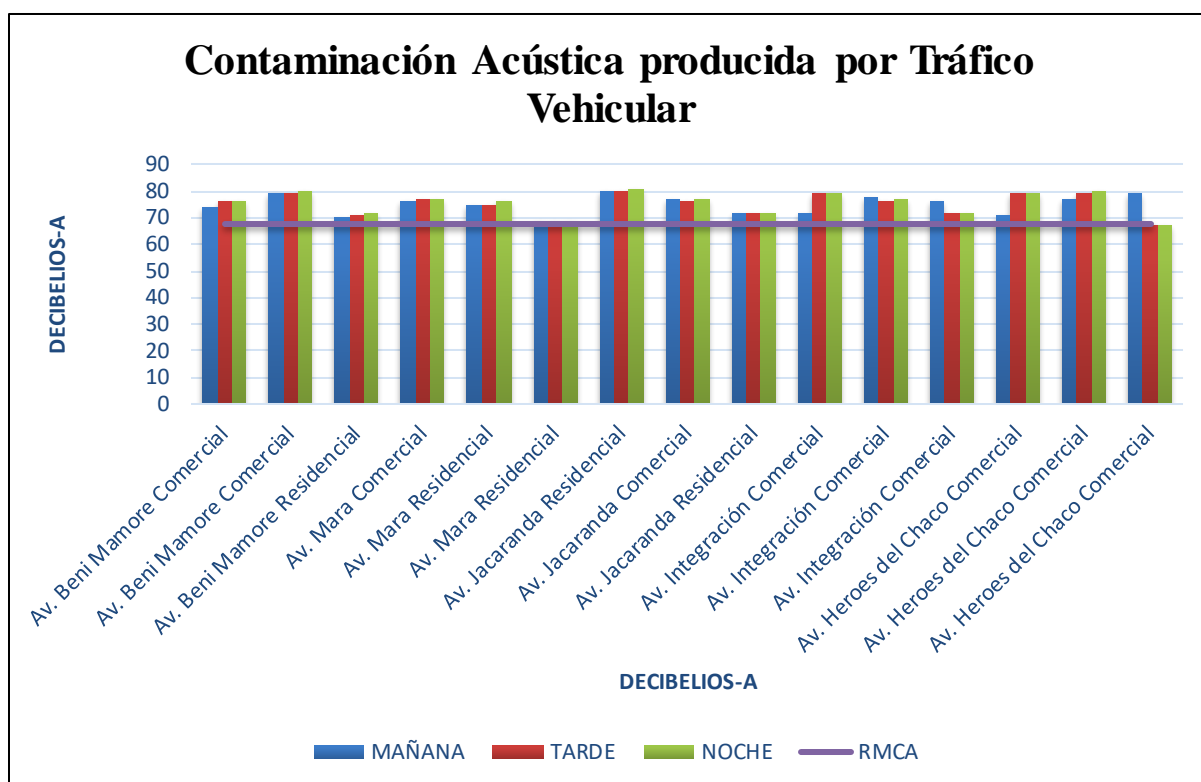


Fuente: Elaboración propia, 2021

En el Gráfico 4 se muestra los niveles de presión sonora obtenida en la Av. Jacaranda zona Residencial en el turno de noche con 81 dBA, seguido de la Av. Beni Mamoré zona Comercial con 80 dBA, Av. Héroes de Chaco con 80 dBA Av. Héroes de Chaco con 79 dBA y la Av. Héroes de Chaco con 79 dBA y la Av. Integración zona comercial con 79 dBA, se observa que excede el límite aceptable por el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de 68 dBA considerado punto crítico.

Grafico 5

Comparación de Valores Promedio Mañana-Medio Día-Noche vs RMCA



Fuente: Elaboración propia, 2021

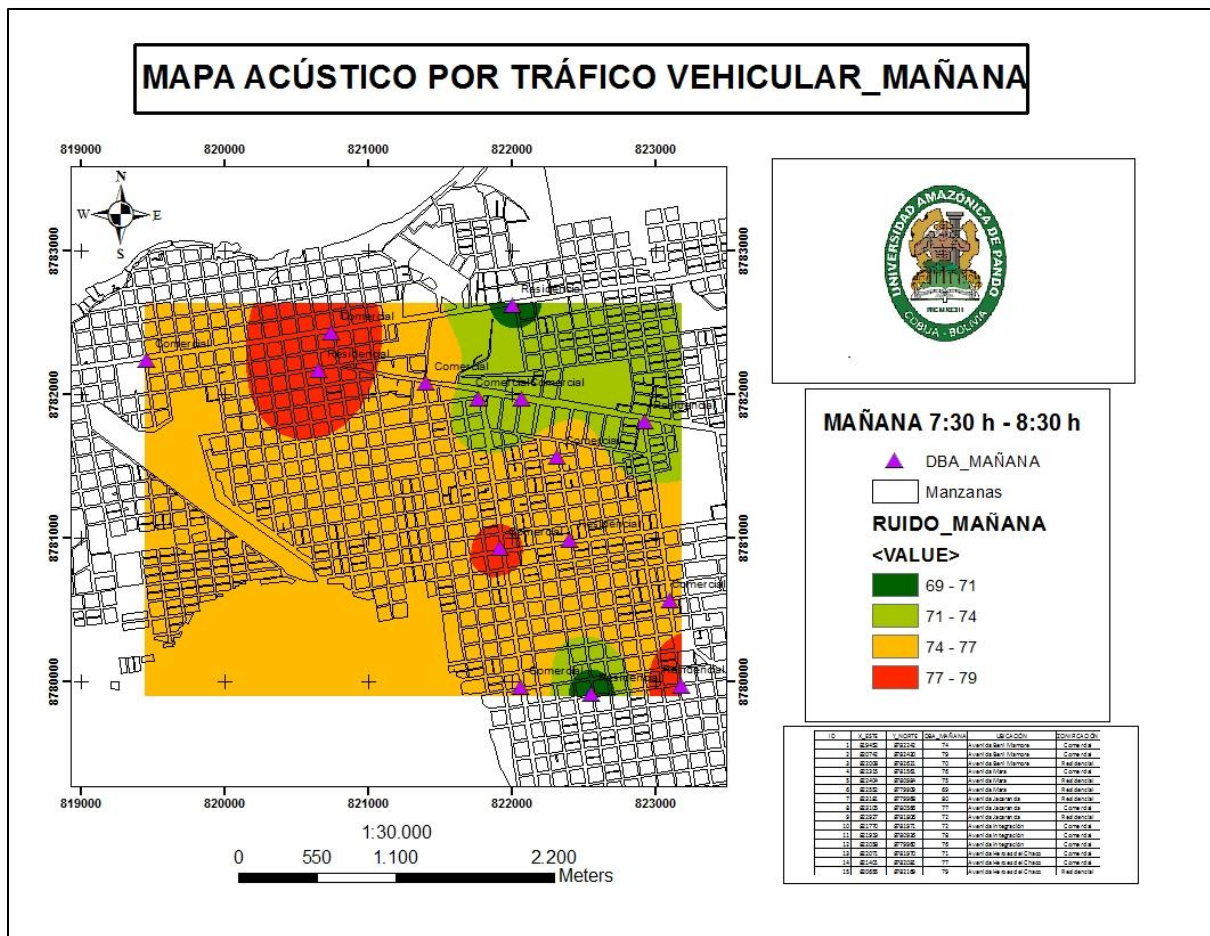
En el Gráfico 5 se muestra los niveles de presión sonora de los tres períodos de monitoreo de ruido emitido por el parque automotor, en la Av. Jacaranda zona Residencial en el turno de mañana con 80 dBA, el medio día en la Av. Jacaranda zona Residencial en el turno de tarde con 80 dBA y en la Av. Jacaranda zona Residencial en el turno de noche con 81 dBA, los cuales se encuentran por encima de los límites establecidos por el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica con 68dBA.

Análisis de Mapa

Los datos se lo procesaron en el software Arc Gis 10.8 que es un Sistema de Información Geográfica y se realizó la interpolación por el método IDW por ser uno de los más empleados en generar mapas de contaminación por tráfico vehicular, dicho método realiza predicciones del comportamiento del ruido.

Figura 9

Mapa Acústico-Mañana-IDW



Fuente: Elaboración propia, 2021

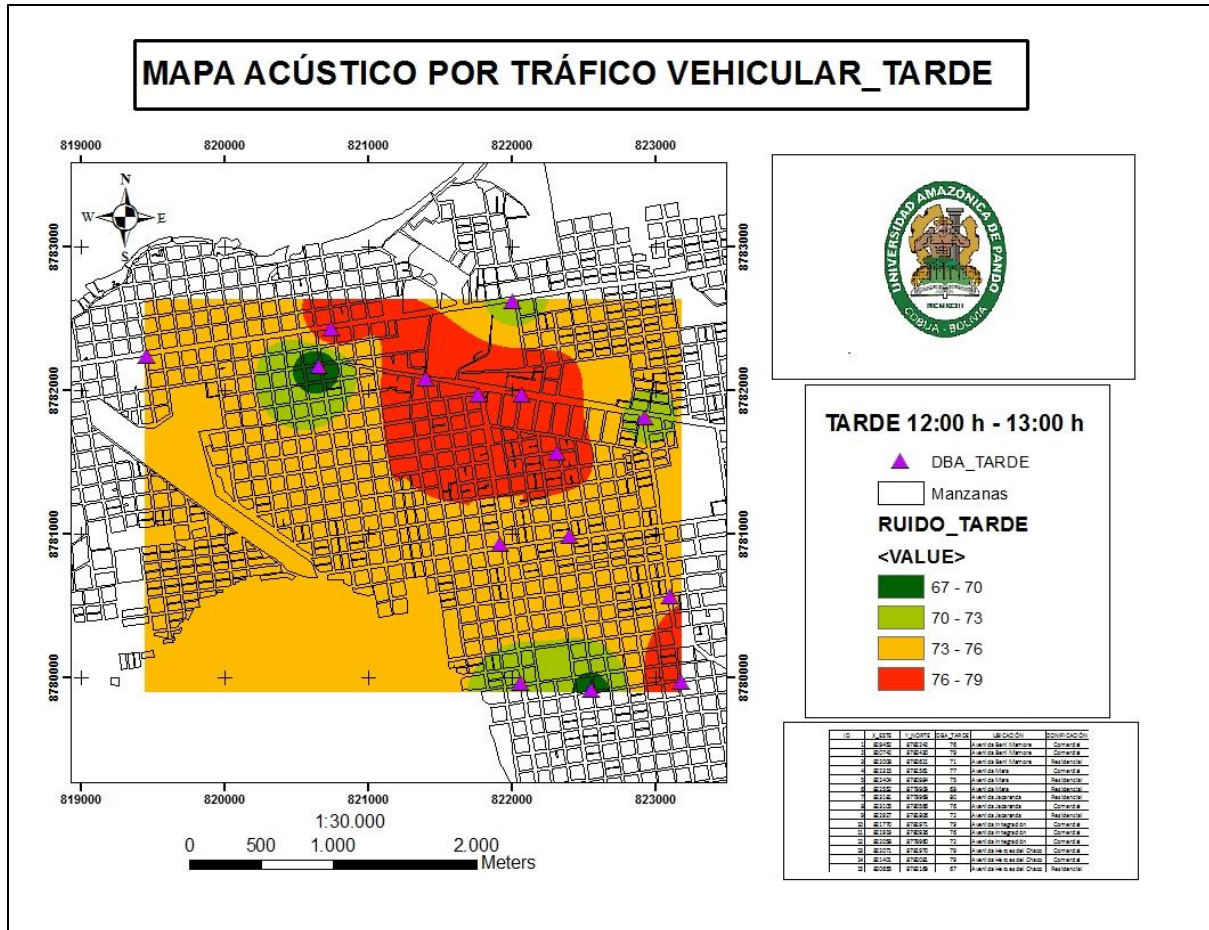
En la Figura 9 los puntos 2, 7, 15 con gama de color rojo en el mapa son los que muestran mayor nivel de presión sonora y una alta contaminación acústica generado por el tráfico vehicular en el período de mañana.

El color verde oscuro en el mapa representa los rangos de colores de nivel más bajo que abarca de 69-71 dBA, mientras que el verde claro tiene valores de 71-74 dBA,

seguidamente del color amarillo con 74-77 dBA y el color rojo representa el mayor nivel de contaminación de ruido con valores de 77-79 dBA.

Figura 10

Mapa Acústico-Medio Día-IDW



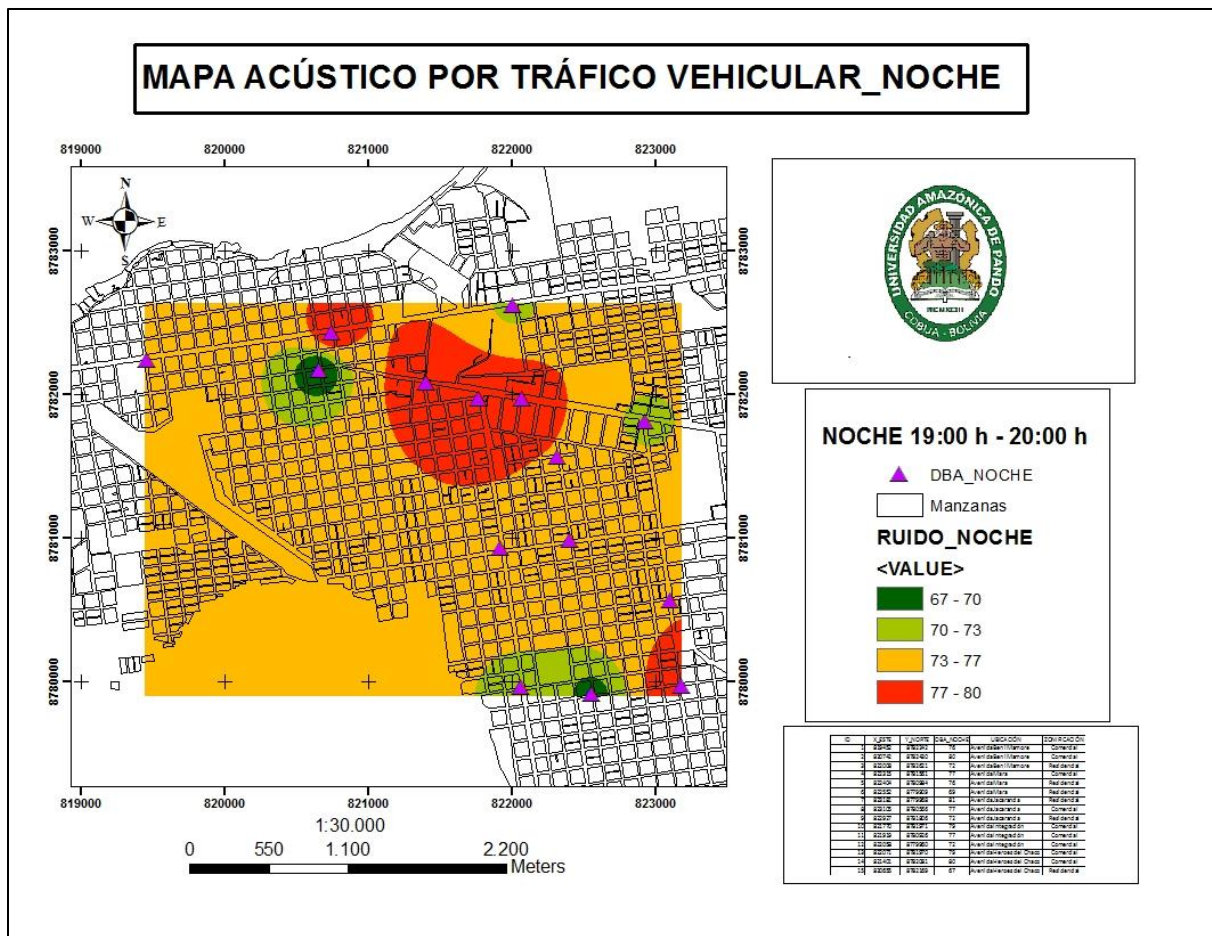
Fuente: Elaboración propia, 2021

En la Figura 10 los puntos 2, 7, 10, 13, 14 con gama de color rojo en el mapa son los que muestran mayor nivel de presión sonora y una alta contaminación acústica generado por el tráfico vehicular en el período de tarde.

El color verde oscuro en el mapa representa los rangos de colores de nivel más bajo que abarca de 67-70 dBA, mientras que el verde claro tiene valores de 70-73 dBA, seguidamente del color amarillo con 73-76 dBA y el color rojo representa el mayor nivel de contaminación de ruido con valores de 76-79 dBA.

Figura 11

Mapa Acústico-Noche-IDW



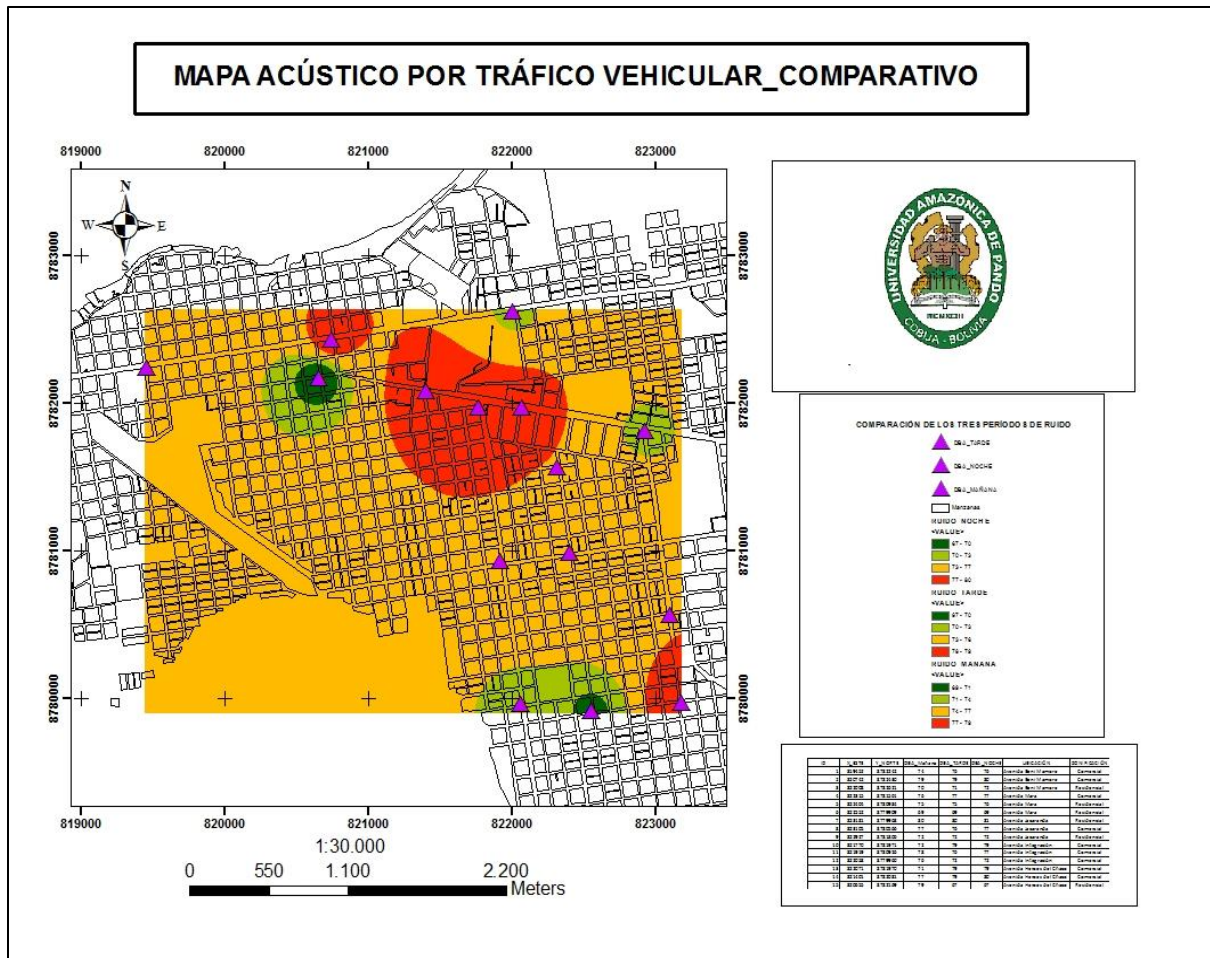
Fuente: Elaboración propia, 2021

En la Figura 11 los puntos 2, 7, 10, 13, 14 con gama de color rojo en el mapa son los que muestran mayor nivel de presión sonora y una alta contaminación acústica generado por el tráfico vehicular en el período de noche.

El color verde oscuro en el mapa representa los rangos de colores de nivel más bajo que abarca de 67-70 dBA, mientras que el verde claro tiene valores de 70-73 dBA, seguidamente del color amarillo con 73-77 dBA y el color rojo representa el mayor nivel de contaminación de ruido con valores de 77-80 dBA.

Figura 12

Mapa Acústico- Mañana-Medio Día-Noche-IDW



Fuente: Elaboración propia, 2021

En la Figura 12 los puntos 10, 13 y 14 con gama de color rojo en el mapa son los que muestran mayor nivel de presión sonora y una alta contaminación acústica generado por el tráfico vehicular en el período de mañana, medio día y noche.

El color verde oscuro en el mapa representa los rangos de colores de nivel más bajo que abarca de 67-71 dBA, mientras que el verde claro tiene valores de 70-74 dBA, seguidamente del color amarillo con 73-77 dBA y el color rojo representa el mayor nivel de contaminación de ruido con valores de 77-80 dBA.

9. Discusión

Según Román (2017), señala en su estudio que desarrolló en la ciudad de Tarija-Bolivia que los niveles de contaminación acústica exceden los 68 dBA que establece La Ley N° 1333 del Medio Ambiente en su Reglamento General de Contaminación Atmosférica, oscilan entre 65 y 75 dBA, está por encima de dicha Normativa. Por otro lado Medrano & Antezana (2006), menciona en su investigación que realizó en la ciudad de Cochabamba-Bolivia en el período del día el 39% de los puntos no cumplen las normas vigente y en la noche un 35% sobrepasaron los límites permisibles. Corroborando el presente estudio que los niveles de presión sonora equivalente a ponderación A, para fuentes móviles los valores 69 a 79 dBA en el Municipio de Riberalta, sobre pasan los parámetros establecidos en el RGCA para los períodos de mañana, medio día y noche.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (1999), señala límites para el ruido ambiental de 55 dBA durante el día y 45 dBA durante la noche en zonas residenciales. Coincidiendo con la presente investigación en el Municipio de Riberalta, para el período del día rebasa los 69 dBA, para la noche los 79 dBA, dichos parámetros son generados en los puntos de muestreo de las principales avenidas residenciales y comerciales.

Chavéz (2019), señala en su investigación que desarrollo en la ciudad de Celendín-Perú los promedios equivalentes a 71,6 dBA en la zona residencial, 70, 6 dBA para zona comercial. También por otro lado se cuestiona al autor anterior, el punto 2 que corresponde a la Av. Beni Mamoré de la zona comercial 80 dBA, es la más concurrida por las personas. Debido a que dicha zona es la principal en el Municipio de Riberalta, ya que existe en su gran mayoría centros comerciales y transporte público. El punto de monitoreo 7 que corresponde a la Av. Jacaranda de la zona residencial 79 dBA, es la más transitada durante el día (mañana y tarde) y nocturno (noche), ya que presenta mayor congestión de tráfico vehicular y peatonal.

Mamani (2021), afirma en su estudio que realizó en la ciudad de Juliaca-Perú los valores tomados en los horarios de 07:00 – 09:00 am y 11:00 – 13:00 pm en las vías de intersección fluctúan entre 69.10 dBA y 78.00 dBA. Coincidiendo con dicho estudio que los valores mostrados en el párrafo anterior, demuestran que la diferencia de presión sonora es significativa para los puntos monitoreados en las principales vías del Municipio de Riberalta.

10. Conclusión y Recomendación

Conclusión

Se determinó por medio de la presente investigación que la contaminación acústica en el Municipio de Riberalta es a causa de los vehículos que emiten ruido que superan los 68 dBA que establece la Ley de Medio Ambiente N°1333 en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

En el período de la noche los puntos P2: 80 dBA, P7: 81 dBA, P10: 79 dBA, P13: 79 dBA y P14:80 dBA. Seguidamente del período de la tarde los puntos P2: 79 dBA, P7: 80 dBA, P10: 79 dBA, P13: 79 dBA y P14: 79 donde la diferencia de decibeles es significativa y por último en el período de la mañana los P2: 79 dBA, P7: 80 dBA, P15: 79 dBA, dichos parámetros sobre pasan el nivel de presión sonora de la normativa ambiental de Bolivia.

Producto del trabajo de investigación que se desarrolló en la ciudad de Riberalta en la generación de los tres mapas de contaminación acústica para los períodos de Mañana, Medio Día y Noche, el color verde oscuro en el mapa representa los rangos de colores de nivel más bajo que abarca de 67-71 dBA, mientras que el verde claro tiene valores de 70-74 dBA, seguidamente del color amarillo con 73-77 dBA y el color rojo representa el mayor nivel de contaminación de ruido con valores de 77-80 dBA por los vehículos livianos y pesados. Superando los límites establecidos por la Ley N° 1333 de Medio Ambiente en su Reglamento de Contaminación Atmosférica.

Recomendación

Las autoridades del Municipio de Riberalta deben de realizar monitoreo periódicos de los niveles de ruido Ambiental.

Deben de sensibilizar a las personas, con la finalidad de optar por alternativas que sean amigables con el medio ambiente.

Las autoridades locales en conjunto con la Policía, deben de realizar el control periódico del mantenimiento de los vehículos, livianos y pesados.

Bibliografía

- Alarcon, B., & Romero, D. (2020). *"Evaluación de la contaminación sonora generada por el tránsito vehicular mediante la elaboración de mapas acústicos en el centro histórico de Arequipa"* (Tesis de grado). Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa-Perú.
- Armijos, A. (2019). *"Contaminación Acústica generada por el tráfico vehicular y sus efectos en los habitantes de la zona norte de la ciudad de Loja"* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador.
- Asociación Española para la Calidad (AEC). (2019). *Contaminación Acústica*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/contaminacion-acustica>
- Barboza, E., & Salas, R. (2016). Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. *Indes Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(1), 89.
- Barceló, C., & Guzmán, R. (2008). Estimación de la contaminación sonora del tránsito en la ciudad de la Habana, 2006. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 46(2), 2.
- Berrezueta, J. (2017). *Metodología para la elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión de ruido urbano en la ciudad de Machala* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Machala, Machala.
- Bonifaz, C. (2017). *"Evaluación de la contaminación acústica en el terminal terrestre interprovincial de la ciudad de Riobamba"* (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Castro, J. (2016). *Elaboración de mapas de zonificación según los niveles de presión sonora por tráfico urbano en Bogotá, Colombia* (Proyecto de grado). Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia.
- Centro de Investigación y Documentación para el Desarrollo del Beni. (2009). *Diagnóstico Municipal Cnsolidado*. Obtenido de

http://vpc.planificacion.gob.bo/uploads/PDM_S/08_BENI/080201%20Riberalta%20.pdf

Chávez, A. (2019). *Evaluación del riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor de la ciudad de Celendín, Perú, 2017. (Tesis de grado)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú.

Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia. (7 de Febrero de 2009). *En la Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia*.

Contaminación Acústica. (2009). *Todo sobre Contaminación Acústica*. Obtenido de <http://contaminacionacustica.net/como-medir-el-ruido-con-sonometros/>

Del Canto, E., & Alicia, S. (2013). Metodología Cuantitativa: Abordaje desde la Complementariedad en Ciencias Sociales. *Ciencias Sociales*, III(141), 28.

Espinosa, P. (2018). *Evaluación de la contaminación acústica producida por el tráfico vehicular en la ciudad de Ibarra (Tesis de grado)*. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Ibarra.

Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación: Manual autoformativo interactivo*. Huancayo.

García, J., & García, I. (Agosto de 2016). Los efectos de la contaminación acústica en la salud, conceptualización del alumnado de E.S.O. de Valencia. *ResearchGate*, 125. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/292602541>

Gobierno Autónomo Municipal de Riberalta. (15 de Julio de 2015). *Ley Municipal Amazónica de Prevención y Control de la Contaminación por Ruido*. Obtenido de <https://docplayer.es/170386243-Ley-municipal-amazonica-de-prevencion-y-control-de-la-contaminacion-por-ruido.html>

Hernández, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación Sexta Edición*. México.

- Herrera, A. (2019). *"Evaluación y modelamiento del ruido producido por el tráfico vehicular en las av. goyeneche e independencia de la ciudad de arequipa"* (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa-Perú.
- Instituto Nacional de Estadística . (s.f. de Abril de 2019). *Actualidad Estadística*. Obtenido de [file:///C:/Users/HP/Downloads/Actualidad-Estad%20C3%ADstica-ParqueAutomotor-Bolivia-2018%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Actualidad-Estad%20C3%ADstica-ParqueAutomotor-Bolivia-2018%20(3).pdf)
- Jara, J. (2016). *"Relación entre la percepción del ruido ambiental y los niveles de presión sonora en horario nocturno San Borja-Lima, 2015"* (Tesis de grado). Universidad Científica del Sur , Lima-Perú.
- Ley del Medio Ambiente 1333. (27 de Abril de 1992). Obtenido de En la Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia (1992-06-15).
- Limache, M. (2011). *Diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular que permita proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el Distrito de Tacna, 2010* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna, Tacna-Perú.
- Llanos, V. (2016). *"Evaluación del ruido ambiental generado por fuentes móviles en el casco urbano de la ciudad de Machachi Cantón Mejía, provincia de Pichincha, período 2015-2016"* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador.
- López, D., & López, S. (2018). *Análisis de la contaminación acústica generada por el parque automotor en la zona urbana de la ciudad de Ibarra* (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Mamani, J. (2021). Evaluación de la contaminación acústica por el tránsito vehicular en el distrito de Juliaca (Perú). *Journal of Research and Innovation in Civil Engineering*, 1(1), 19.

- Martínez, A. (2005). Ruido por Tráfico Urbano: Conceptos, Medidas Descriptivas y Valoración Económica. *Revista de Economía y Administración*, 4.
- Martínez, J. (2019). "Evaluación de contaminación acústica en el terminal terrestre del Cantón Morona, ciudad Macas mediante la identificación de niveles de presión sonora" (Proyecto de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas-Ecuador.
- Martínez, J., & Peters, J. (2015). *Contaminación acústica y ruido*. Obtenido de https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf.
- Medrano, H., & Antezana, J. (2006). Mapa de ruido de los distritos 10, 11 y 12 de la ciudad de Cochabamba. *Octa Nova*, 3(3).
- Menso, E. (1993). El decibel: características y aplicaciones. *Revista Telegráfica Electrónica*, 34.
- Miranda, J. (2006). Ruido: Efectos sobre la salud y criterio de su evaluación al interior de recintos. *Revista Ciencia y Trabajo*, 8(20), 44.
- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J., Pardo, A., & Rendón, J. (2012). Comporación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruidos en entornos urbanos. *USBMed*, 3(1).
- Nelida, N. (2021). *Evaluación de los niveles de contaminación sonora de acuerdo con los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) ruido en zonas residencial y comercial de la ciudad de Puno - 2020 (Tesis de grado)*. Universidad Privada San carlos, Puno-Perú.
- Organización Mundial de la Salud. (1999). *Guías para el ruido urbano*. Obtenido de <https://cornare.gov.co/SIAR/aire/RUIDO/NORMATIVA/Guias-Ruido-Urbano-OMS-1999.pdf>

- Pérez, J., & Torres, B. (2019). *Plan de descontaminación por ruido del tráfico vehicular en la calle 15 del Municipio de Facatativa*. Universidad de Cundinamarca.
- Quintero, J. R. (2013). El ruido del tráfico vehicular y sus efectos en el entorno urbano y la salud humana. *Universidad Pontificia Bolivariana*, 7(1), 96.
- Ramírez, A., & Domínguez, E. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137).
- Ramírez, A., & Domínguez, E. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 18(1), 18.
- Ramos, D. (2018). *Evaluación de la contaminación sonora producida por el tráfico vehicular en el distrito de Tarapoto, provincia y Región San Martín, 2017 (Tesis de grado)*. Universidad Peruana Unión, Tarapoto-Perú.
- Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica. (8 de Diciembre de 1995). *En la Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia*.
- Reyes, A. K. (2019). *Nivel de Ruido Ambiental en el Distrito de San Luis-2019*. Universidad Tecnológica de Lima Sur, Villa-El Salvador.
- Rodríguez, J., & Olivella, R. (2009). Introducción a los sistemas de información geográfica. Obtenido de <http://www.openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53645/1/introducci%C3%B3n%20a%20los%20sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica.pdf>, 2.
- Román, G. (2017). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia. *Scielo*, 8(3).
- Sánchez, E., Pérez, J., & Carcedo, E. (2002). *Fisiología Auditiva*. Obtenido de <https://seorl.net/PDF/Otologia/003%20-%20FISIOLOG%C3%8DA%20%20AUDITIVA.pdf>

- Siabato, W. (2018). Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los SIG. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(1), 5.
- Vásquez, D. (2018). "*Contaminación Sonora en puntos de mayor afluencia vehicular en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca, en el año 2017*". (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca-Perú.

Anexo 2

Certificado de Calibración por MetroLab



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificado N°

CCAL-038 -2021

Fecha de emisión: 13/2/2021

Página: 1 de 2

Expediente: C-40 -2021

1. **SOLICITANTE** : JAVIER PEÑARANDA TOMICHA
 Dirección : Cobija
 Departamento : Pando
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : SONÓMETRO
 Marca : EXTECH INSTRUMENTS
 Modelo : 407732
 N° de serie : 150439639
- Alcance : 35 dB hasta 130 dB
 División de escala : 0,1 dB
 Exactitud : 1,5 dB
 Tipo : CLASE II
 Rango de Frecuencia : 31,5 Hz a 8 kHz
 Tipo de Indicación : Indicación Digital
 Código de identificación : UAP-041204590079
3. **FECHA DE LA CALIBRACIÓN:** : 2021/02/13
4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN** : Laboratorio de METROLAB, La Paz



5. **PROCEDIMIENTO EMPLEADO:**
 El presente instrumento ha sido calibrado de acuerdo al PC-17 "procedimiento de calibración de sonómetros" elaborado bajo Normativas Internacionales, que consiste en la comparación directa entre la lectura del Instrumento "DUT" con el Calibrador Acústico, bajo un sistema de medición controlado.
6. **TRAZABILIDAD:**
 Las mediciones realizadas son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI), adicionalmente fueron utilizados instrumentos para medición de las magnitudes de influencia, cuya trazabilidad al SI es garantizada a través de calibraciones realizadas de acuerdo con el programa de aseguramiento metrológico del laboratorio.
7. **RESULTADOS:**
 Los ensayos realizados se encuentra en las páginas 2 del presente documento.
8. **OBSERVACIONES:**
- * Con fines de identificación, se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con N°02635
 - * Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, los cuales representan a las unidades físicas de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
 - * 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.
 - * Los resultados contenidos en este Informe, se refieren al ítem ensayado y descrito en el epígrafe y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
 - * No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados.
 - * METROLAB S.R.L. 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.

Ing. Omar Cespedes Perez
 GERENTE DE LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
 METROLAB S.R.L.

NOTA: EL PRESENTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NO REEMPLAZA A CERTIFICADOS DE VERIFICACIÓN O CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD SOLICITADOS POR LAS AUTORIDADES DE FISCALIZACIÓN O REGULADORAS DE INSTRUMENTOS REGLAMENTADOS.



Cota Cota, Calle 33 N° 108, Cel.: 72479005 • La Paz - Bolivia
 Email: info@metrolab.com.bo
 www.metrolab.com.bo

Escaneado con CamScanner



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página: 2 de 2

Certificado N° CCAL-038 -2021

9. CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN:

Temperatura Promedio:	18,7 °C	±	0,5 °C
Humedad Relativa Promedio:	45,2 %HR	±	4,7 %HR
Presión atmosférica Promedio:	632 hPa	±	1,1 hPa

10. PATRÓN(ES) DE CALIBRACIÓN:

INSTRUMENTO	MARCA/MODELO	IDENTIFICACIÓN/SERIE	N° CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
Calibrador de Nivel de Sonido	WAVECOM/WCM 94-114	CA-01/10089913	CC-IN-0011-21	INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACIÓN
Termohigrobarometro	Estech/RHS20(Temperatura)	TH-03/G085636	LP-CCT-0071-2021	IBMETRO
Termohigrobarometro	Estech/RHS20(Humedad)	TH-03/G085636	LP-CCH-0019-2021	IBMETRO

11. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

frecuencia usada de: 1000 Hz

N	VALOR DE REFERENCIA	LECTURA DEL EQUIPO "DUT"	Error	SESGO RELATIVO	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA
	dB	dB	dB	(%)	dB
1	93,4	90,3	-3,1	-3,34%	0,81
2	113,5	104,4	-9,1	-7,98%	0,81

DUT: Instrumento bajo calibración

El sesgo relativo indica la diferencia relativa entre el valor indicado por el instrumento y el valor de referencia

El valor convencionalmente verdadero (VCV) resulta de la relación.

$$VCV = \text{Lectura del instrumento} - \text{Error}$$

12. INCERTIDUMBRE:

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02. Se incluye los aportes del método y el comportamiento del instrumento en el momento de la calibración. No incluye términos que evalúen el comportamiento a largo plazo del mismo.

13. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

En los valores calibrados, el instrumento CUMPLE con las especificaciones de exactitud declaradas por el fabricante en el manual de instrucciones o Norma Aplicada. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de este certificado.

14. RECOMENDACIONES:

Se recomienda la calibración no mayor a 1 año o de acuerdo a reglamentos vigentes.

Fin del certificado



Cota Cota, Calle 33 N° 108, Cel.: 72479005 • La Paz - Bolivia
 Email: info@metrolab.com.bo
 www.metrolab.com.bo

Anexos 3

Fotografiarí 1: Medición de dBA Av. Jacaranda Zona Residencial Punto7



Fotografiarí 2: Medición de dBA Av. Jacaranda Zona Residencial Punto7



Fotografía 3: Medición de dBA Av. Beni Mamoré Zona Comercial Punto 2



Fotografía 3: Medición de dBA Av. Héroes del Chaco Zona Comercial Punto14



Fotografía 3: Medición de dBA Av. Beni Mamoré Zona Comercial Punto 2

