



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA
COMERCIAL DE LA CIUDAD DE IBARRA, ECUADOR

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR/AS: JAZMIN ESTEFANIA AYALA CENTENO
KIMBERLY SOLANGE PULE MÉNDEZ

DIRECTOR: Ing. SANTIAGO CABRERA MSc.

DICIEMBRE, 2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100374535-1	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Ayala Centeno Jazmin Estefania	
DIRECCIÓN:		Isla Santa Isabel 8-04 e Ibarra	
EMAIL:		jeayalac@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	2-545-477	TELÉFONO MÓVIL:	0959440755

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100413982-8	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Pule Méndez Kimberly Solange	
DIRECCIÓN:		Isla Santa Cruz 5-56 y Latacunga	
EMAIL:		kspulem@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	2-545-368	TELÉFONO MÓVIL:	0990030291

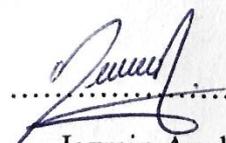
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la contaminación acústica en la zona comercial de la ciudad de Ibarra, Ecuador
AUTOR (ES):	Ayala Centeno Jazmin Estefania Pule Méndez Kimberly Solange
FECHA: DD/MM/AAAA	04/12/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Santiago Cabrera MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de diciembre de 2020.

EL AUTOR:


.....
Jazmin Ayala


.....
Kimberly Pule



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Certificación

Ing. Santiago Cabrera MSc., director del trabajo de titulación desarrollado por las señoritas Ayala Centeno Jazmín Estefanía y Pule Méndez Kimberly Solange.

CERTIFICA

Que, el proyecto de tesis de grado titulado "EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA COMERCIAL DE LA CIUDAD DE IBARRA, ECUADOR", ha sido realizado en su totalidad por las señoritas estudiantes Ayala Centeno Jazmín Estefanía y Pule Méndez Kimberly Solange, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Ing. Santiago Cabrera MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos la fuerza y sabiduría para superar obstáculos y permitirnos alcanzar nuestros sueños.

A nuestro director de tesis Ing. Santiago Cabrera quien ha sabido guiarnos para desarrollar y culminar esta investigación. De la misma manera a nuestros asesores Biol. Renato Oquendo y MSc. Gabriel Jácome por compartir sus conocimientos y experiencia para la realización de este trabajo.

Al MSc. Paúl Arias por guiarnos dentro y fuera de las aulas, por orientarnos no sólo como docente sino como un amigo, por brindarnos sus consejos y su tiempo.

Al Ing. Marcelo Puente que desde un inicio aportó con sus conocimientos, su tiempo y su paciencia para alcanzar este estudio.

Jazmin Estefania Ayala

Kimberly Pule

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a Dios, por todo y, por tanto, por haber puesto en mi camino personas que han sido mi soporte y compañía.

A mi madre Sara, el pilar de mi vida, ejemplo de esfuerzo y trabajo, por apoyarme con su amor y paciencia, por esperar y creer siempre en mí.

A mi familia por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por sus oraciones y sus consejos que día a día hacen de mí una mejor persona.

Jazmin Estefania Ayala

DEDICATORIA

A mis padres, los seres que más amo, respeto y admiro. A mi padre Edgar, por brindarme siempre sus consejos y sabiduría, por apoyarme en toda mi carrera universitaria, y saber entender mis locuras. A mi madre Sonia, por ser quien me cuida y vela día y noche, por comprenderme y amarme de una forma que sólo una madre sabe hacerlo y sobre todo por apoyarme incondicionalmente en cada etapa de mi vida. A ustedes por ayudarme a forjar mi camino, Los amo!

A Dayana, que no tan sólo es mi hermana sino también es mi mejor amiga. A mi hermano Jefferson que a pesar de estar lejos es uno de los apoyos más grandes en nuestra vida. El presente trabajo les dedico a ustedes, mi familia por siempre apoyarme y estar conmigo en cada momento.

A Jaz. O, Jaz. A, Yama, Dayrita, David, Girasol, Dani, Jas. G, Juan Pa, Alejo, Leandro, Deysi, Gabriel y Carlos Xavier (mi Ojitos) que fueron un pilar importante en mi vida y mi sostén en los momentos difíciles. Además de enseñarme lo bonita que es la vida con personas como ustedes.

Y sobre todo, más que dedicarles este trabajo de titulación, les dedico un pedacito de mi corazón por siempre apoyarme y nunca dejar de creer en mí.

Kimberly Pule

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Páginas
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Revisión de Antecedentes o Estado del Arte	1
1.2 Problema de investigación y justificación.....	3
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Pregunta(s) directriz (ces)	5
1.5 Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1 Marco Teórico.....	7
2.1.1 Contaminación atmosférica.....	7
2.1.1.1 Tipos de contaminación atmosférica.....	8
- Contaminación atmosférica por gases	8
- Contaminación atmosférica por partículas	10
- Contaminación acústica	11
- Tipos de contaminación acústica según su fuente	12
- Fuente fijas.....	12
- Fuentes móviles	13
2.1.2 Ruido	13
2.1.2.1 Tipos de ruido	14
- Ruido continuo.....	14
- Ruido Intermitente	15
- Ruido impulsivo o de Impacto.....	15
2.1.3 Afectación de la contaminación acústica a los componentes bióticos.....	15
- Efectos físicos causados por la contaminación acústica.....	15
- Efectos psicológicos causados por la contaminación acústica	16
- Efectos de la contaminación acústica en las especies.....	17

2.2 Marco legal.....	17
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador	17
2.2.2 Plan Nacional Toda una Vida 2017-2021	18
2.2.3 Código Orgánico Ambiental	18
2.2.4 Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización	19
2.2.5 Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.....	19
2.2.6 Ley Orgánica de Salud.....	20
2.2.7 Acuerdo Ministerial No. 097-A	20
- Límites permisibles de ruido.....	20
2.2.8 Ordenanza para la Protección de la Calidad Ambiental en lo Relativo a la Contaminación por Ruido Generadas por Fuentes Fijas y Móviles del Cantón Ibarra.	22
CAPITULO III. METODOLOGÍA	25
3.1 Descripción del área de estudio.....	25
3.2 Metodología	26
3.2.1 Caracterizar las zonas de generación de ruido en el área de estudio.	26
- Método de cuadrícula o retícula.....	28
3.2.2 Evaluar los niveles de ruido existentes en la zona comercial de la ciudad de Ibarra.....	29
3.2.3 Proponer estrategias para la mitigación de la contaminación acústica de la zona de estudio.....	31
3.3 Materiales y Equipos.....	32
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Caracterización de las zonas de generación de ruido en el área de estudio	33
4.2 Evaluar los niveles de ruido existentes en la zona comercial de la ciudad de Ibarra	39
4.3 Proponer estrategias para la mitigación de la contaminación acústica de la zona de estudio.....	47
4.3.1 Estrategias 1. Implementación de barreras vegetales acústicas en la zona comercial de la ciudad de Ibarra	51

4.3.2 Estrategia 2. Campañas de concientización sobre contaminación acústica dirigida al sector comercial de la ciudad de Ibarra	53
4.3.3 Estrategia 3. Campaña publicitaria “Ruido hoy, Sordera mañana”	55
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1 Conclusiones	57
5.2 Recomendaciones.....	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas	21
Tabla 2. Niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido	21
Tabla 3. Clasificación nacional de actividades económicas (CIU Rev. 4.0) (INEC, 2012)	28
Tabla 4. Matriz de cruce de estrategias FA, FO, DO, DA	32
Tabla 5. Materiales y equipos usados en la investigación	32
Tabla 6. Test LSD de Fisher.....	45
Tabla 7. Matriz FODA para la zona comercial de Ibarra.....	49
Tabla 8. Matriz de cruce de estrategias para la zona comercial de la ciudad de Ibarra.....	50
Tabla 9. Implementación de barreras vegetales acústicas en la zona comercial de la ciudad de Ibarra.....	52
Tabla 10. Campañas de concientización sobre contaminación acústica dirigida al sector comercial de la ciudad de Ibarra.....	54
Tabla 11. Campaña publicitaria “Ruido hoy, Sordera mañana”	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona urbana del cantón Ibarra.....	26
Figura 2. Mapa de ubicación de puntos de muestreo	29
Figura 3. Principales actividades económicas de la zona comercial de Ibarra	33
Figura 4. Delimitación de la zona comercial de la ciudad de Ibarra.....	37
Figura 5. Nivel de presión sonora. a) Puntos del 1 al 51 b) Puntos del 51 al 99.....	41
Figura 6. Mapa de ruido en el horario de 7:00 a 9:00.....	43
Figura 7. Mapa de ruido en el horario de 12:00 a 14:00.....	44
Figura 8. Mapa de ruido en el horario de 17:00 a 19:00.....	45
Figura 9. Error estándar	46

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA
COMERCIAL DE LA CIUDAD DE IBARRA, ECUADOR

Ayala Centeno Jazmin Estefania

Pule Méndez Kimberly Solange

RESUMEN

La contaminación acústica es considerada uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, causado por el constante crecimiento urbano, el desarrollo comercial y el incremento demográfico. Puede manifestarse de diversas formas, entre las cuales se encuentra el ruido. Este último es una característica común de los países en vías de desarrollo, que afecta la calidad de vida de las personas y provoca perturbaciones ecológicas. El objetivo de la presente investigación fue realizar una evaluación sobre la contaminación acústica en la zona comercial de la ciudad de Ibarra, con la finalidad de proponer estrategias para su mitigación. Se delimitó el área de estudio con base en la caracterización de actividades comerciales y calles de mayor congestión vehicular, estableciendo noventa y nueve puntos de medición durante tres horarios: matutino, vespertino y nocturno, con el fin de elaborar un mapa para cada horario. Se demostró que la zona supera los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en la norma nacional 097-A, alcanzando un nivel máximo de 78.4 dB en el sector ubicado cerca al terminal interparroquial, y un nivel mínimo de 62.8 dB en el sector del parque La Merced. La mayor exposición de ruido urbano ocurrió en el horario comprendido entre 12:00 a 14:00 horas, siendo considerada como hora pico por el incremento del flujo vehicular, aglomeración de personas y presencia de comercio ambulante. Finalmente, bajo el concepto de paisaje sonoro se establecieron estrategias complementarias para mitigar el ruido y concientizar a la población urbana en cuanto a la contaminación acústica.

Palabras clave: contaminación acústica, ruido, mapa de ruido, paisaje sonoro

ABSTRACT

Noise pollution is considered one of the main environmental problems worldwide. This problem is caused by constant urban growth, commercial development, and population growth. It can manifest itself in various ways, where one of them is noise. The latter is a common characteristic of developing countries, affecting people's quality of life, and causing ecological disturbances. The objective of this research was to perform an evaluation of noise pollution in the commercial area of the Ibarra to propose strategies for its mitigation. The study area was delimited based on the characterization of commercial activities and streets with the highest traffic congestion, establishing ninety-nine measurement points during three times: morning, afternoon, and night, in order to develop a map for each time of the day. It was demonstrated that the area exceeds the maximum noise emission levels established in the national standard 097-A, reaching a maximum level of 78.4 dB in the sector located near the bus terminal for rural parishes, and a minimum level of 62.8 dB in the La Merced park sector. The greatest exposure to urban noise occurred between 12:00 and 14:00 hours, being considered a peak hour due to the increase in vehicular flow, crowding of people and the presence of street vendors. Finally, under the concept of soundscape, complementary strategies were established to mitigate noise and raise awareness among the urban population regarding noise pollution.

Keywords: noise pollution, noise, noise map, soundscape

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Revisión de antecedentes o estado del arte

El crecimiento y la expansión de las zonas urbanas por obtener la oportunidad de mejorar la calidad de vida a través del desarrollo de actividades que ejercen una constante pero peligrosa presión sobre los recursos naturales, y el medio ambiente como tal, se ha convertido en uno de los problemas de contaminación atmosférica más importantes dentro de las urbes siendo así que, las actividades industriales, la quema de carbono, la generación de energía y el tráfico, procuran ser las principales fuentes de contaminación (Molina y Molina, 2004).

De hecho, la contaminación atmosférica se relaciona con la mayoría de las actividades o procesos que se llevan a cabo en la vida cotidiana de la población, de tal forma que, desencadena varios procesos de contaminación y genera riesgos y repercusiones sobre la salud humana a temprano o largo plazo, dependiendo de su concentración y propagación; entre algunos tipos de contaminación podemos encontrar: contaminación por gases, contaminación por partículas y contaminación acústica (Carnicer, 2008).

Referente a la contaminación acústica, Fiedler y Zanin (2015) mencionan que se considera como un problema global, debido a los impactos negativos que provoca cuando el ruido supera los niveles de umbrales permisibles y admisibles. Es así que, los sonidos antropogénicos afectan de manera directa en la biodiversidad, las funciones del ecosistema y la salud humana (Han et al., 2018). Sin embargo, esta contaminación en comparación a otras, tiene menor consideración debido a los efectos tardíos que ésta presenta (Wolfgang, 2002).

En tal sentido, es importante diferenciar el sonido del ruido (Hunashal y Patil, 2012). Para Quadrelli et al. (2019), el sonido es fundamental en la vida social cotidiana debido a que permite y facilita la comunicación. Por lo contrario, el ruido

genera impactos y efectos que no se distinguen con facilidad, debido a que este emite sonidos desagradables y molestos que afectan la calidad de vida de las personas y la ecología de las especies (Muscart, 2000). La diferencia radica, en cómo la persona o especie lo percibe, las condiciones ambientales, duración, tiempo y el impacto generado (Moura de Sousa y Alves, 2002).

Durante décadas el ruido ha sido considerado como uno de los problemas ambientales más significativos a escala mundial; su incremento en áreas terrestres está relacionado al crecimiento de redes de transporte, extracción de recursos, industrialización y desarrollo urbano (Barber et al., 2010). De la misma forma el ruido urbano se relaciona con el continuo crecimiento de la urbanización, comercio, sistemas de comunicación y congestión vehicular (Alberola et al., 2005).

Para Li et al. (2002), el ruido urbano afecta a países en vías de desarrollo ocasionando daño tanto a la calidad ambiental como a la salud del ser humano, por lo que es necesario que el ente administrativo de la salud participe dentro de la gestión ambiental y planeación urbana. En consecuencia, minimizar la excesiva exposición al ruido se ha convertido en una prioridad para el desarrollo urbano y la aplicación de leyes (Jarosinska et al., 2018). Incluso, las políticas públicas sobre conservación de la biodiversidad prestan más atención a la contaminación acústica (Sordello et al., 2019). No obstante, la implementación de la normativa difiere del nivel sociocultural, económico y político de cada localidad (Lobos, 2008).

La contaminación por ruido es una característica particular de países industrializados (De Alonso, 2003). Un claro ejemplo es la República Popular China en donde, ciudades como Hong Kong, posicionan al ruido en los tres primeros lugares de preocupación social (Wong et al., 2002). Mientras que, en América Latina, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2002) menciona que, las emisiones de ruido causadas por las industrias se han reducido de manera considerable, mientras que la urbanización y el transporte se han convertido en la mayor fuente de contaminación acústica.

En Ecuador la contaminación acústica es un problema de las principales ciudades, ocasionado por el tráfico terrestre y aéreo, además de la industria y el sector comercial (Guijarro et al., 2015). Las ciudades con más de 250 mil habitantes requieren que sus Gobiernos Autónomos Descentralizados evalúen la exposición de la población a niveles sonoros mediante mapas de ruido (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). En la ciudad de Quito, el ruido ambiental ocasiona grandes daños en sus habitantes produciendo efectos nocivos, fisiológicos y psicológicos (Erazo, 2018). La Ordenanza Municipal N° 213, regula las emisiones de ruido en las zonas urbanas producto de dispositivos sonoros: campanas, bocinas, timbres y sirenas, estableciendo una sanción para contrarestar esta contaminación.

De acuerdo con Calero et al. (2017), en su estudio realizado sobre la calidad de vida urbana de Guayaquil, consideran al ruido como un indicador ambiental y determinan que, la población urbana no posee un nivel de vida aceptable en la ciudad, por lo que se debe tomar medidas de ingeniería y ordenamiento vehicular para disminuir la relación que existe entre la densidad vehicular y las zonas críticas estudiadas.

En relación con la ciudad de Ibarra, la mayoría de las parroquias percibe elevados niveles de ruido, y a medida que el parque automotor incrementa, los índices de ruido aumentarán exponencialmente en el tiempo (Espinosa, 2018). No obstante, la ciudad cuenta con la Ordenanza para la Protección de la Calidad Ambiental en lo Relativo al Ruido del Cantón Ibarra (2001), la cual establece medidas de prevención tanto para fuentes fijas como móviles, mecanismos de control, infracciones y sanciones.

1.2 Problema de investigación y justificación

En la actualidad la contaminación acústica está asociada a factores como: urbanización, aumento del tráfico, avance del crecimiento poblacional, planificación territorial, así como la cultura, la política, la escasa gestión y planificación del ruido (Barboza et al., 2020). En las zonas urbanas el ruido está

influenciado por la tipología del pavimento, dimensión de las calles, presencia de tráfico y la forma urbana (Camuso y Pronello, 2016).

La Organización Mundial de la Salud (2011), considera a la contaminación acústica, junto con la contaminación del aire y agua, una de las principales formas de contaminación ambiental y define al ruido como un problema de salud pública debido a los efectos que provoca en la salud humana. Si bien es cierto, la exposición a elevados niveles de ruido genera efectos negativos sobre la salud; principalmente enfermedades auditivas y psicológicas (Abbaspour et al., 2015).

Asimismo, el ruido afecta el bienestar humano al dificultar actividades básicas como la comunicación, la concentración y el descanso (Jamrah et al., 2006), además, provoca enfermedades como deterioro cognitivo, acufenos e incluso enfermedades cardiovasculares (Fyhri y Aasvang, 2010). Mientras que, en el contexto ecológico, los servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas, los nichos de especies biológicas, su interacción y funciones ecológicas se ven claramente alterados (Sordello. et al., 2019). Según Keyel et al. (2018) provoca perturbaciones ecológicas en la vida natural silvestre al afectar su comportamiento, comunicación, distribución y reproducción.

En la ciudad de Ibarra el control y gestión de la contaminación acústica se realiza considerando las fuentes emisoras de ruido, para las fuentes fijas la entidad a cargo es la Prefectura de Imbabura mientras que, las fuentes móviles son reguladas por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra. Por lo tanto, el ruido urbano se ve vinculado al sector comercial y al parque automotor, siendo así que el sector terciario de servicios y comercio ocupa el 58.02% y ha incrementado en un 5% en el año 2020, de modo similar, el parque automotor de la ciudad presenta una tasa de crecimiento del 10.8% de automotores nuevos (Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra, 2020).

Lo que incide en el incremento del ruido urbano debido al desarrollo mercantil que provoca en las calles de Ibarra una mayor congestión vehicular. Este estudio permitirá incrementar la base de datos que existe sobre el ruido urbano en la ciudad

de Ibarra y de esta forma aportar a futuras investigaciones. Está enfocado en caracterizar la zona comercial de la ciudad, evaluar los niveles de ruido existentes y establecer estrategias de mitigación a fin de generar alternativas eficaces y de fácil implementación. Se enmarca en el Objetivo 3 del Plan Nacional “Toda una Vida” 2017 – 2021, que garantiza los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar los niveles de contaminación acústica en la zona comercial de la ciudad de Ibarra, con la finalidad de proponer estrategias para su mitigación.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las zonas de generación de ruido en el área de estudio.
- Evaluar los niveles de ruido existentes en la zona comercial de la ciudad de Ibarra.
- Proponer estrategias para la mitigación de la contaminación acústica de la zona de estudio.

1.4 Pregunta(s) directriz (ces)

- ¿Es viable establecer estrategias de mitigación basándose en la estimación del ruido?

1.5 Hipótesis

- H_0 : en la zona comercial todas las franjas horarias presentan iguales niveles de presión sonora, no existe diferencia significativa.

- H_1 : en la zona comercial una de las franjas horarias presenta diferentes niveles de presión sonora, existe diferencia significativa.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco teórico

2.1.1 Contaminación atmosférica

Para Querol (2018), la contaminación atmosférica es la existencia o presencia de formas de energía que alteran la calidad del aire. Es por esto por lo que, las variaciones del clima se ven influenciadas por los diferentes contaminantes en la atmósfera como: material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} , y contaminantes gaseosos como: monóxido de nitrógeno, dióxido de carbono, y ozono (Moscoso, 2019).

Los mayores índices de contaminación atmosférica se generan principalmente en centros urbanos o países en vías de desarrollo, siendo el crecimiento demográfico la causa principal (Ballester, 2005; Alcañiz, 2008). De la misma forma, la Organización Mundial de la Salud (2016) identifica a la contaminación atmosférica, como el mayor riesgo ambiental para la salud ya que genera más de 4 millones de muertes al año. Según Wang et al. (2019) esta contaminación es considerada como un problema social y debe ser tratado desde un punto de precaución y prevención.

Un claro ejemplo es España, en donde las zonas urbanas presentan datos de contaminación atmosférica debido al tráfico y las fuentes industriales, ocasionadas por las emisiones de partículas contaminantes (PM_{10}) y dióxido de nitrógeno (NO_2). Esta contaminación supera los límites permisibles que rigen en la normativa europea, produciendo graves afecciones en la salud de la población e interacción de las especies (Gibson, 2015).

En América Latina las emisiones derivadas del crecimiento urbano y las desigualdades socioeconómicas están directamente relacionadas con el deterioro de la calidad del aire y vulnerabilidad al cambio climático (Blaklanov et al., 2016). En este sentido, en las zonas urbanas el problema principal son emisiones de vehículos

de transporte público y privado (Aguiar et al., 2020). Según Franco (2012), la ciudad de Bogotá presenta una deficiente calidad de aire y serias amenazas de alto riesgos para la salud de sus habitantes.

En el Ecuador la contaminación atmosférica se ve influenciada por el cambio de uso de suelo, densidad urbana, industrias, gasolineras y el tráfico vehicular; actividades que se desarrollan en las principales ciudades del país tales como Quito, Cuenca, y Guayaquil, en lo que respecta a la Amazonía, esta región se encuentra expuesta a altos niveles de contaminación atmosférica debido a la existencia de petroleras (Moreira, 2018).

En concordancia con lo ya mencionado, Quito y Cuenca, demuestran altos índices de contaminación atmosférica, a tal grado de, exponer a la población a elevados niveles de mortalidad por cáncer de pulmón y enfermedades cardiopulmonares; dichas ciudades presentan menor producción de oxígeno debido a la altitud en la que se encuentran, de manera que, se produce una combustión menor en: quema de combustibles fósiles, incineradores industriales y motores de los vehículos, provocando así un mayor consumo de combustible y emisiones a la atmósfera (Peña, 2018).

2.1.1.1 Tipos de contaminación atmosférica

– Contaminación atmosférica por gases

Las actividades que realiza la población, los procesos metabólicos de los seres vivos y los fenómenos naturales que acontecen en la tierra, producen y emiten gases, vapores y polvos que se encuentran suspendidos en la atmosfera, pasando a ser parte del aire (Querol, 2018). Los principales causantes de la contaminación atmosférica en la zona urbana están atribuidos a los procesos industriales, uso de calefacciones, y tráfico (Ramírez et al., 2009). Estas actividades implican el proceso de combustión, generando gases como: dióxidos de carbono, monóxido de carbono,

óxidos de nitrógeno y azufre; y gases nocivos como cloro o hidrocarburos (Martínez y Díaz, 2004).

El calentamiento global, se debe al dióxido de carbono y otros gases contaminantes que tienden a cambiar su comportamiento debido a la absorción de radiación ultravioleta o espectro infrarrojo (Manahan, 2001). A estos gases se les atribuye el nombre de gases de efecto invernadero, los mismos que se incrementan a un ritmo apresurado, creando efectos y consecuencias como las conocidas islas de calor (Bahi et al., 2020), e inclusive la desertificación de los suelos (Zhang et al., 2020).

En la ciudad de Quito, el estudio sobre la modelación de la contaminación atmosférica realizado por Valencia et al. (2020), utilizó un modelo de fondo urbano para predecir las concentraciones de contaminantes atmosféricos, los resultados obtenidos demuestran que, el transporte urbano contribuye en un 96% a las emisiones de CO, mientras que, las plantas termoeléctricas y las industrias representan el 72% de las emisiones de SO₂.

En Ambato, el estudio sobre la percepción de la contaminación del aire indica que el transporte urbano incide en la contaminación de la ciudad, el 59% de los encuestados considera que los vehículos a diésel son altamente contaminantes respecto a los vehículos que funcionan a gasolina, el 61 % manifiesta que existe una baja intervención por parte de las instituciones y el 75% conoce que existen afectaciones a la salud siendo los más afectados: niños, mujeres embarazadas y adultos mayores (Romero, 2019).

De acuerdo con Chafra (2016), mediante un inventario de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, se puede determinar la huella de carbono en el cantón de Guano, primero se realizó una cuantificación de las emisiones de gases y se demostró que el cantón genera 91306.96 t CO₂ equivalente, en donde, el sector económico representa el 1%, los desechos municipales el 6% y el parque automotor el 93%, siendo esta última la principal fuente de contaminación por CO₂.

– Contaminación atmosférica por partículas

Para Arciniégas (2012), el material particulado es un conjunto de partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en la atmósfera, poseen una composición variada y provienen de fuentes naturales o antropogénicas, causando efectos negativos en seres vivos. Regularmente las partículas que se encuentran en la troposfera poseen un diámetro de 0,001 μm a 10 μm , estas partículas se originan de fuentes naturales como aerosoles marinos, humos, polvos, y la evaporación de materiales orgánicos de vegetación (Gallegos et al., 2006).

Cabe señalar que, estas partículas son buenas en la atmósfera, sin embargo, causan serios riesgos al entrar en contacto con el ser humano causando afectación en los pulmones, bloqueo e irritación de vías respiratorias; llegando a generar efectos tóxicos en la población humana, animales, y plantas (Mitra et al., 2018). Se ha demostrado que, las fuentes exteriores contribuyen a más de la mitad de las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ en ambientes interiores y aproximadamente el 60% de la carga de enfermedades se atribuye a la exposición de las personas a la contaminación por partículas (Mueller et al., 2020).

En el caso de Colombia, ciudades como Pasto no cumplen con las concentraciones de valor anual de $\text{PM}_{2.5}$ establecidas por la OMS (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sus concentraciones medias anuales superan los 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de la misma forma, las concentraciones medias de 24 horas correspondientes a la ciudad de Medellín alcanzan hasta 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, representando 226% por encima del nivel máximo diario permisible (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) establecido en la normativa colombiana (Aguar et al., 2020).

En el Ecuador, en ciudades como Cuenca el monitoreo de calidad atmosférica de partículas es controlado de manera continua, realizando mediciones puntuales de $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} y compuestos orgánicos volátiles, en donde todos los sitios muestreados superan los límites permisibles de la normativa nacional e internacional, denotando un alto riesgo de mortalidad por enfermedades cardiopulmonares y por cáncer de pulmón (Palacios y Espinoza, 2014).

2.1.2 Contaminación acústica

Para Martínez y Peters (2015), la contaminación acústica, es la emisión en el ambiente de ruido o vibraciones que causen daño, molestia o riesgo en la salud humana, y en el desarrollo de sus actividades. Es una combinación de sonidos que causan efectos adversos y un deterioro significativo de la calidad de vida y bienestar humano (Seidman y Standring, 2010). Sin embargo, esta contaminación pasa desapercibida para la población que lleva a cabo rutinas con elevados niveles de sonido (Barboza et al., 2020).

Según Gangwar et al. (2006), las principales fuentes que generan dicha contaminación son: la urbanización, el aumento del transporte vehicular, pequeñas industrias y la actividad humana. Incluso, pueden influir elementos del entorno urbano como: la densidad de construcción, existencia de espacios verdes y el diseño de los edificios (Lui et al., 2012). En la actualidad, los peligros y amenazas del ruido se expresan de forma nociva, peligrosa y súbita (Álvarez et al., 2017). De tal forma que, los niveles de molestia pueden verse afectados por características de exposición al ruido como: el lugar, hora del día y tipo de exposición, incluyendo aspectos como el género, la edad, el estado de salud, el tipo de vivienda y el nivel socioeconómico (Paunović et al., 2014).

Un estudio desarrollado en Ambato, referente a la determinación de la contaminación acústica en la zona central de la ciudad concluyó que, la zona supera los límites permisibles establecidos por la Organización Mundial de Salud, como resultado, se propuso crear ordenanzas, reglamentos y normativas junto con la implementación de monitoreos y controles de las emisiones sonoras para mejorar la salud de la población, el crecimiento urbano y la gestión eficiente del ambiente (Burgos y Parra, 2012).

En la ciudad de Otavalo, el monitoreo y evaluación del ruido urbano realizado en tres diferentes horarios: mañana, tarde y noche, demostró que, los datos obtenidos

sobrepasan los límites de emisión establecidos por el libro VI anexo 5 del TULSMA y las principales causas de la dispersión y aumento del ruido son: viento, temperatura y orografía, de la misma forma, el tráfico vehicular, y el crecimiento y desarrollo del sector comercial, de modo que, se generó como propuesta el plan de mitigación para reducir los niveles de presión sonora de la ciudad (Campos, 2018).

En el cantón Ibarra, los niveles de contaminación acústica existentes en las cinco parroquias urbanas se identificaron mediante la elaboración de un mapa de ruido abarcando sectores de concentración administrativa, comercial, turística y educativa, se demostró que, las zonas críticas abarcan el 90% del acceso vehicular y se ubican en los ingresos y salidas al norte y sur de la ciudad (Espinosa, 2018).

2.1.2.1 Tipos de contaminación acústica según su fuente

- Fuente fijas

Las fuentes fijas de ruido se definen de acuerdo con la normativa vigente, conforme al Acuerdo Ministerial Nro. 097-A del 4 de noviembre del 2015, el cual lo define como toda fuente emisora de ruido que se encuentra dentro de un lugar determinado, por ejemplo: metal mecánicas, lavadora de carros, fabricas, terminal de buses, etc. Como complemento, Platzer et al. (2007) mencionan que, dentro de las fuentes fijas de ruido se contemplan las actividades y procesos que generan emisiones de ruido a una comunidad incluyendo así: talleres de diversas índoles, centros de recreación, parques y discotecas. Por otro lado, Chaux y Acevedo (2019) hacen referencia que, los parqueaderos, colegios, paradas de buses, metalurgias y ferreterías también se acoplan al concepto de fuente fija de ruido.

Un claro ejemplo de contaminación por fuentes fijas son las industrias que, a través del uso de maquinaria de diversa índole para realizar actividades de tipo construcción, implementación y operación, generan una continua molestia, ya que poseen niveles de presión sonora relativamente altos (Franco, 2005). Otra fuente

fija, son las obras públicas que a pesar de no mantenerse en un tiempo relativamente extenso generan mucho ruido (De Alonso, 2003).

- **Fuentes móviles**

Las fuentes móviles son cualquier tipo de propagación de ruido proveniente de un medio de transporte, sea terrestre o acuático (Bravo, 2002). Son consideradas como una de las principales molestias dentro de las urbes que no poseen una buena planificación ni ordenamiento territorial (Franco, 2005). Los vehículos de transporte motorizados como: automóviles, camiones, autobuses, motocicletas, trenes y parques automotores generan distintos niveles de contaminación por ruido (Quintero, 2012). Estos varían dependiendo de factores como: el estado y mantenimiento del vehículo, la carga que transporta, las condiciones de la vía por la que transita y velocidad del tráfico (Franco, 2005).

Según Bhosale et al. (2010), los vehículos a motor cumplen un papel importante en la contaminación de ruido urbano, debido a que emiten el 55% del ruido total. Además, Pacheco et al. (2009), en su estudio sobre caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá mencionan que, el tráfico vehicular incluyendo buses de transporte público y motocicletas son una de las actividades humanas que provocan gran parte de las emisiones de ruido y ocasiona malestar en el sector urbano.

2.1.3 Ruido

El ruido es un fenómeno no continuo y anormal, cuyo nivel de intensidad cambia rápidamente con el tiempo (Mehdi et al., 2011). Para Singh y Davar (2017), el ruido es un sonido no deseado que genera efectos negativos en el receptor, dependiendo de la intensidad en que éste sea emitido. De acuerdo con Pramendra y Singh (2011), es un sonido innecesario emitido por un cuerpo o cuerpos en vibración, que al entrar por el sistema auditivo genera una sensación de disgusto, perturbación o irritación que se percibe en el sistema nervioso. Genera efectos adversos ya sea en el ser

humano y su entorno, en la fauna doméstica y silvestre y en los sistemas ecológicos (Mareddy 2017).

En la actualidad, el ruido ha sido considerado como un peligro para la salud de la población en general, debido a que, es uno de los contaminantes ambientales más baratos de producir por la poca energía que requiere para ser emitido, además, su medición y determinación suele ser complicada, ya que no deja rastros de contaminación acumulativa y sus efectos se presentan de forma tardía (González y Fernández, 2014).

Desde una perspectiva general, el aumento a la exposición del ruido se debe a la densificación de la ciudad, el incremento de fuentes de ruido, la aglomeración de los ciudadanos y a factores acústico como: nivel de ruido, frecuencia, fuente y número de eventos, ahora bien, dado que el ruido tiene la capacidad de impactar fuerte y de manera directa a las personas, es importante que se considere dentro de la planificación urbana y arquitectura paisajística de las ciudades (Renterghem et al., 2020).

La exposición al ruido, suele clasificarse según la ocasión y la intención de la persona: en ocupacional, ocurre en ocasiones y ambientes exclusivos de trabajo; social o también conocido como voluntario, cuando se asiste voluntariamente a lugares ruidosos o por el uso constante de aparatos electrónicos a alto volumen como: reproductores de música, televisión, videojuegos, etc.; y ambiental, aquella exposición involuntaria e inevitable que ocurre en el entorno en el que se desempeña el individuo sin que este dependa del mismo, estos son: el ruido de la calle, tráfico, ruidos emitidos por los electrodomésticos, ruidos industriales, de comercio, escuelas, publicidad, entre otros (González, 2012)

2.1.2.1 Tipos de ruido

- Ruido continuo

Son aquellos cuya fluctuación es de ± 5 dB (Puente, 2001). Resulta de la diferencia entre el nivel de presión sonora máximo y el nivel de presión sonora mínimo en mediciones de un minuto (Cañas, 2017). El ruido continuo puede causar pérdida auditiva irreversible tanto en humanos como en animales, sobre todo cuando se vuelve permanente (Akdogan et al., 2009).

- **Ruido intermitente**

Son producidos en intervalos irregulares o aleatorios que varían continuamente en volumen (Puente, 2001). Además, Gómez et al. (2012), se refieren a este tipo de ruido como inestable y molesto por su capacidad de genera mayor daño que el ruido constante a una misma intensidad.

- **Ruido impulsivo o de impacto**

Este tipo de ruido se caracteriza por incrementos instantáneos de la presión sonora, suele ocurrir en tiempos inferiores a un segundo, considerando además su frecuencia de repetición (Bravo, 2002). El ruido se considera de tipo impulsivo cuando en el entorno se producen impactos breves y de gran intensidad, algunos ejemplos son: golpes, caídas de materiales y explosiones de pistolas, sin embargo, no todos son de origen antrópico (Reyes, 2011).

2.1.4 Afectación de la contaminación acústica a los componentes bióticos

- **Efectos físicos causados por la contaminación acústica**

En muchos casos, la población se expone voluntariamente a niveles de ruido que superan los límites permisibles, sin tener en cuenta los daños o riesgos que se encuentran asociados a la misma, sin embargo, la exposición a altos niveles de ruido no voluntaria genera más molestias y deterioro auditivo que la exposición voluntaria al ruido (Orozco y González, 2015).

El deterioro de la audición es ocasionado por el desplazamiento del umbral de audibilidad (DTU, por sus siglas en inglés), se desarrolla cuando el rango de frecuencia se encuentra entre 3 000 y 6 000 Hz, niveles superiores a 75 dB(A) y con exposiciones mayores a 8 horas (Bravo, 2002). Para Aleaga (2017) las lesiones auditivas graves son provocadas por los ruidos de mayor impacto y de corta duración.

De acuerdo con Hernández y González (2007), en su estudio sobre las alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido, indican que el efecto nocivo que tiene el ruido sobre el aparato auditivo del ser humano se asocia a los siguientes factores: frecuencia, pureza, intensidad, tiempo de exposición y sensibilidad individual. Los principales efectos en la salud auditiva son: traumatismo acústico, acúfenos, pérdida de audición temporal y permanente (Muralikrishna y Manickam, 2017). Según Eze et al. (2000) un tercio de la población presenta síntomas de sordera y pérdida o deterioro de audición por consecuencia de la exposición a altos niveles de intensidad acústica.

Se ha demostrado que, la exposición al ruido no produce únicamente daños auditivos, sino que, causa enfermedades en los diferentes sistemas del cuerpo humano: en el sistema cardiovascular, aumenta la presión arterial y frecuencia cardíaca, así como el riesgo de infarto de miocardio; y en el sistema endocrino, se produce una activación por la presencia de elevados niveles de cortisol (Benocci et al., 2020). Incluso aumenta los espasmos digestivos causando problemas gastrointestinales crónicos (Muralikrishna y Manickam, 2017).

- **Efectos psicológicos causados por la contaminación acústica**

Actualmente, existe una preocupación sobre los efectos que causan las emisiones de ruido a la salud y bienestar del ser humano (Hahad et al., 2019). La exposición a altas emisiones de nivel sonoro se ve vinculada a los trastornos neurales como el insomnio y disminución de la capacidad cognitiva (Gulliver et al., 2015). De la

misma forma, el ruido interfiere en la comunicación, disminuyendo la percepción de señales y capacidad de reacción (Aleaga, 2017).

En efecto, Chang et al. (2012) indican que, los síntomas más destacados de la alteración del comportamiento humano son: nerviosismo, irritabilidad, falta de concentración, agresividad y depresión. A pesar de provocar trastornos mentales y elevados niveles de ansiedad y estrés, la salud mental junto con los efectos psicológicos no ha tenido una mayor atención y sus resultados son inconsistentes (Ma et al., 2020).

- Efectos de la contaminación acústica en las especies

En las zonas urbanas, los hábitats naturales han sufrido degradación y alteración del ecosistema aumentando así los sonidos antropogénicos (Leon et al., 2019). En consecuencia, este incremento de la producción de ruido ha alterado los ecosistemas sonoros terrestres y acuáticos generando diversos riesgos para las especies y comunidades ecológicas, es importante mencionar que, el nivel de daño aumenta o disminuye dependiendo del taxón, su sexo y el historial que presente la especie (Morley et al., 2013).

Cabe resaltar que, la relación entre la pérdida de la biodiversidad y el ruido se debe a la capacidad que éste tiene para inhibir la audición de los animales, es así que, la exposición acústica afecta su comunicación, uso de espacio y reproducción (Sordello et al., 2019). El resultado de dicha exposición puede presentar incluso alteración en el hábitat, perturbación visual, y malinterpretación de respuestas biológicas (Summers et al., 2011).

2.2. Marco legal

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador publicada mediante el Registro Oficial N° 449 el 20 de octubre del 2008, en el Título 1, Capítulo primero, Art. 3, referente a los deberes primordiales del Estado, Numeral 1 menciona que, el Estado debe garantizar derechos como: educación, salud, alimentación, seguridad social y agua para sus habitantes, garantizando de esta manera la salud humana.

Por otro lado, el Capítulo segundo, Sección segunda, Art. 14, hace referencia al “derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado garantizando la sostenibilidad y el buen vivir”, declara de interés público la preservación del ambiente, conservación de ecosistemas, biodiversidad, prevención del daño ambiental y recuperación de espacios naturales degradados.

2.2.2 Plan Nacional Toda una Vida 2017-2021

El Plan Nacional Toda una Vida 2017-2021 elaborado por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (2017), en su objetivo 3, menciona que se debe garantizar los derechos de la naturaleza de forma que no exista afectación tanto para las actuales como para las futuras generaciones, respetar la integridad, existencia, mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales de la naturaleza, además, de su restauración en caso de degradación o contaminación.

2.2.3 Código Orgánico Ambiental

El Código Orgánico Ambiental publicado mediante Registro Oficial N° 983 el 12 de abril de 2017, en el Art. 26, sobre las facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental, en su numeral 8 menciona que, se debe controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido.

De igual forma, el Art. 194, sobre el ruido y vibraciones, indica que, la Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con la Autoridad Nacional de Salud, expedirá normas técnicas para el control de la contaminación por ruido, de conformidad con

la ley y las reglas establecidas en este Código. Estas normas deben establecer niveles máximos permisibles de ruido, según el uso del suelo y la fuente. Así mismo, tendrán que indicar los métodos o procedimientos para la determinación y medición de los niveles de ruido en el ambiente; las disposiciones para la prevención y control, y los lineamientos para la evaluación de vibraciones en edificaciones. Se difundirá al público toda la información relacionada con la contaminación acústica y los parámetros o criterios permisibles, según los instrumentos necesarios que se establezcan en cada territorio. Los criterios de calidad de ruido y vibraciones se realizarán de conformidad con los planes de ordenamiento territorial.

2.2.4 Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización

El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización mediante Registro Oficial N° 303, publicado el 19 de octubre del 2010, en el Art. 3, literal c, referente a los Principios señala que, todos los niveles de gobierno tienen responsabilidad compartida con el ejercicio y disfrute de los derechos de la ciudadanía, el buen vivir y el desarrollo de las diferentes circunscripciones territoriales, en el marco de las competencias exclusivas y concurrentes de cada uno de ellos. Además, el Art. 84, literal q, afirma que, las funciones de los gobiernos del Distrito Autónomo Metropolitano son: planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre dentro de su territorio.

2.2.5 Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

La Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial publicada el 31 de diciembre del 2014, en el Art 30.5, referente a las competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en su literal j; menciona que, se debe implementar centros de revisión y control técnico vehicular, a fin de controlar el estado mecánico, los elementos de seguridad, la emisión de gases y el ruido con origen en medios de transporte terrestre. Mientras

que, el Art 88, literal h; tiene como objetivo la reducción de la contaminación ambiental, producida por ruidos y emisiones de gases emanados de los vehículos a motor; y el Art 211, menciona que, todos los automotores que circulen dentro del territorio ecuatoriano deberán estar provistos de partes, componentes y equipos que aseguren que no rebasen los límites máximos permisibles de emisión de gases y ruidos contaminantes establecidos en el Reglamento.

2.2.6 Ley Orgánica de Salud

La Ley Orgánica de Salud según Registro Oficial Suplemento 423 del 18 de diciembre del 2015, en su Art. 113, hace referencia a que toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión, así como viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo estipulado en la normativa y reglas sobre la prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte la salud humana.

2.2.7 Acuerdo Ministerial No. 097-A

El Acuerdo Ministerial No. 097-A según Registro Oficial 387 publicada el 4 de noviembre del 2015, en su Anexo 5, menciona los niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles; y niveles máximos de emisión de vibraciones y metodología de medición.

2.2 Límites permisibles de ruido

Para determinar los límites permisibles de ruido, la norma técnica ambiental Nro. 097-A del 2015, menciona los principios y enfoques para el control de contaminación acústica tanto para fuentes fijas como móviles.

En la Tabla 1, se puede apreciar los niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas en el periodo (diurno, nocturno), de acuerdo con el uso de suelo: uso

residencial, de equipamiento de servicios, industrial y de uso múltiple (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

Tabla 1.

Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas

Uso de suelo	LKeq (dB)	
	Periodo diurno	Periodo nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Para este caso LKeq = Diurno 55db y Nocturno 45dB	
Protección Ecológica Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento descrito en el Anexo 4	

Los niveles máximos de emisión de ruido para fuentes móviles se encuentran establecidos por categorías: motocicletas, vehículos, y vehículos de carga. Considera los centímetros cúbicos del motor, su número de asientos y peso (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

Tabla 2.

Niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido

Categoría de Vehículo	Descripción	NPS Máximo (dBA)
Motocicletas	De hasta 200 c.c.	80
	Entre 200 y 500 c.c.	85
Vehículos	Mayores a 500 c.c.	86
	Transporte de personas: nueve asientos, incluido conductor	80

	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor y peso mayor a 3,5 toneladas	82
Vehículo de Carga	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas y potencia de motor mayor a 200 HP	85
	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12 toneladas	88

2.2.8 Ordenanza para la Protección de la Calidad Ambiental en lo Relativo a la Contaminación por Ruido Generadas por Fuentes Fijas y Móviles del Cantón Ibarra

La Ordenanza para la Protección de la Calidad Ambiental en lo Relativo a la Contaminación por Ruido Generadas por Fuentes Fijas y Móviles del Cantón Ibarra, publicada el 26 de julio del 2001, en el Art. 3, señala que, el objeto de esta norma es regular los mecanismos para la protección de la calidad ambiental cantonal afectada por emisiones de ruido a la atmósfera emitidos por los sujetos de control, en salvaguarda de la salud de la comunidad del cantón.

Además, el Título Tercero, Capítulo Segundo sobre la Contaminación por Ruido y Límites Máximos Permitidos de Emisión, en su Art. 17, acerca de los ruidos producidos por vehículos automotores menciona que, se tomará las siguientes recomendaciones: 1. Altoparlantes.- Prohíbe el uso en áreas urbanas de altoparlantes instalados en vehículos de tránsito terrestre, destinados a realizar cualquier tipo de propaganda, a excepción de casos de emergencia debidamente comprobados y de campañas sanitarias u otras realizadas por el Estado, Gobierno Provincial, Municipio u otras instituciones autorizadas. 2. Sirenas. - Se prohíbe el uso de sirenas con excepción de las ambulancias de Cruz Roja, Defensa Civil, Casas Asistenciales, Vehículos de la Policía, Cuerpo de Bomberos, similares y Recolectores de Basura. Prohíbese la instalación de sirenas u otros artefactos de esa naturaleza en toda clase de vehículos. 3. Uso del Pito. - El pito y bocinas de los vehículos automotores será utilizado exclusivamente para prevenir accidentes inminentes. Por lo tanto, queda prohibido su uso indiscriminado. 5. Uso del tubo de escape y silenciador. - Ningún vehículo a gasolina, diésel u otro combustible podrá

circular en el Cantón Ibarra sin escape y sin silenciador o si este no se encuentra en perfecto estado o que produzcan ruidos que excedan los 50 dB (A). 9. Operaciones de carga y descarga. - Toda operación de carga y descarga en zonas residenciales, educacionales, hospitales que produzca ruido que exceda los límites establecidos en el Instructivo General de Aplicación no se realizará entre las 20:00 y 6:00 horas.

De la misma forma, el Art. 18, sobre los ruidos en el ambiente interior y exterior de edificios, departamentos y locales en general menciona que, se prohíbe la emisión de ruidos o sonidos provenientes de equipos de amplificación u otros desde el interior y exterior, de locales destinados entre otros usos, para viviendas, comercio, servicios, talleres, fabricas, discotecas, salas de baile y cualquier fuente fija, con niveles que sobrepasen los límites destinados en el Instructivo General de Aplicación, se recomiendan las siguientes medidas de prevención: 1. Altoparlantes en almacenes.- Los altoparlantes que se utilicen para propaganda en almacenes y otros establecimientos, no podrán ser instalados en el exterior y en ningún caso se permitirá su funcionamiento interno con una potencia capaz de que el sonido sea escuchado fuera del local. 4. Etiqueta de advertencia. - Los dispositivos o aparatos electrónicos o maquinarias en general, que en su funcionamiento emitan ruidos que causen daño a la salud humana y a la vida animal, deberán llevar una etiqueta de advertencia que así lo indique, igual advertencia deberá existir en discotecas y salas de baile. 5. Funcionamiento de alarmas. - Los propietarios o representantes legales de locales de cualquier índole que cuenten con dispositivos de alarmas contra robo, incendios, etc., deberán de controlar su efectivo funcionamiento a fin de que funcionen durante el tiempo indispensable para el que fueron establecidos.

En el Capítulo Tercero, referente a los Mecanismos de Control, el Art. 20, menciona que el Municipio de Ibarra delegará la realización de operativos para el control del cumplimiento de las disposiciones establecidas en la presente ordenanza, para lo cual coordinará con la Policía Nacional.

Por lo que se refiere al Título Cuarto, Capítulo Primero, respecto a infracciones, en su Art. 23, señala las clases de infracciones: De 1^{ra} Clase.- Exceder los niveles

máximos permisibles y horarios contemplados en el Instructivo e incumplir con todos los numerales de los artículos 16 y 17; De 2^{da} Clase.- Reiteración de las infracciones de primera clase e incumplir con las modificaciones solicitadas dentro del plazo determinado; De 3^{ra} Clase.- Incumplir con las modificaciones solicitadas dentro de un segundo plazo determinado y resistirse a la práctica de inspecciones de control, que realice la Autoridad Ambiental. El Capítulo Segundo de las sanciones en su Art. 24, impone multas para las infracciones: a) De primera clase por primera vez se aplicará una multa de cuarenta dólares, b) De segunda clase una sanción de cien dólares y c) Para las de tercera clase doscientos dólares. En cambio, el Art. 25, menciona que, los sujetos de control que reiteren una infracción de tercera clase, se le aplicará la multa correspondiente y la suspensión indefinida de labores del automotor o establecimiento hasta que el sujeto de control rectifique.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

El cantón Ibarra se ubica al norte de la República del Ecuador y forma parte de la provincia de Imbabura, limitando al norte con la provincia del Carchi, al sur con la provincia de Pichincha, al este con el cantón Pimampiro y al oeste con los cantones de Urcuquí, Antonio Ante y Otavalo; en donde la ciudad de Ibarra es cabecera municipal del cantón y capital de la provincia (Figura 1, Anexo 1.1). Presenta una elevación de 2 204 m.s.n.m., entre las coordenadas 00°21'6.16" latitud Norte y 78°7'20.39" longitud Oeste (Gobierno Autónomo Descentralizado -Ibarra, 2015).

El área urbana de la ciudad de Ibarra se localiza en una llanura y la mayor parte de su superficie no supera el 5% de declive, posee un clima seco templado con una temperatura promedio de 18°C, su precipitación anual se encuentra entre 1 000 y 1 400 mm con vientos promedios de 7 y 3.5 m/s como máximo y mínimo respectivamente (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial -Ibarra, 2015).

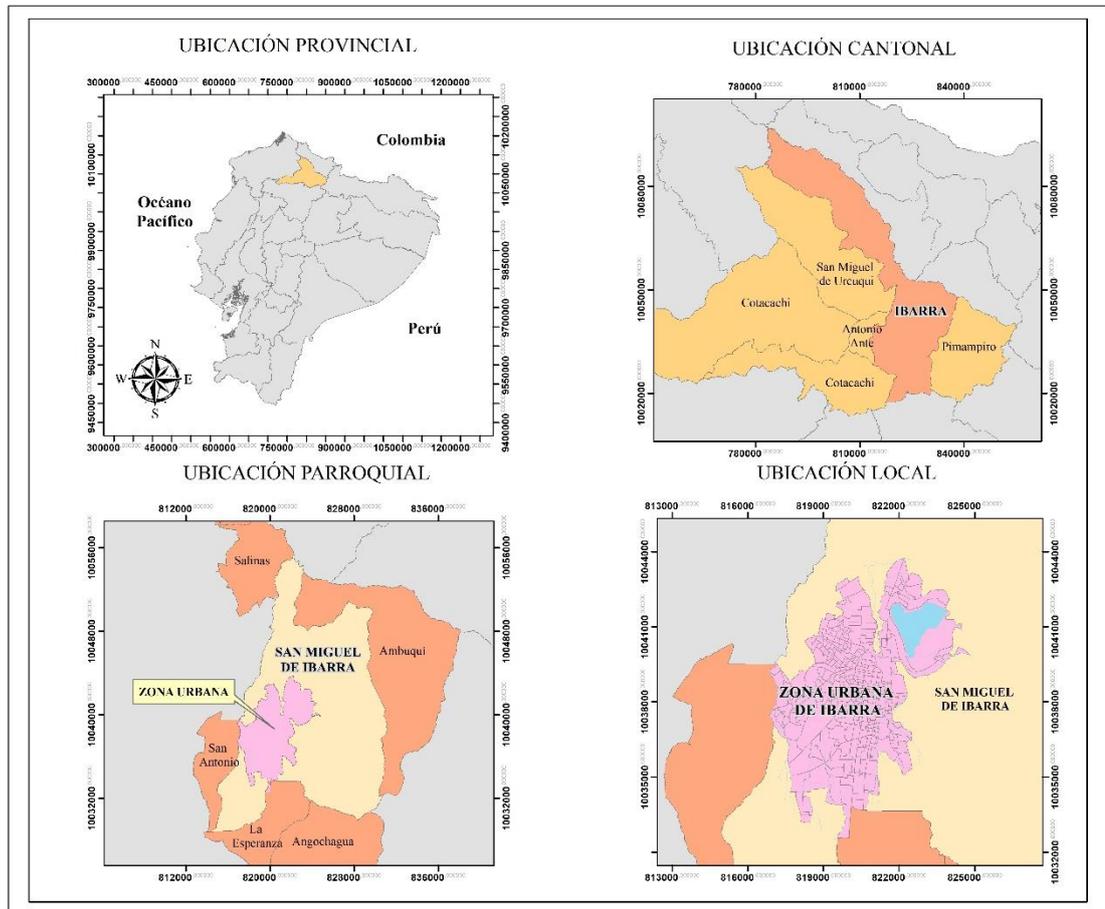
Presenta una extensión de 41.68 km², con cinco parroquias urbanas: San Francisco, El Sagrario, Caranqui, Alpachaca y Priorato (GAD-Ibarra, 2015). Según el VII Censo de Población y VI de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censos, la población de la zona urbana es de 181 175 habitantes, siendo 87 786 hombres y 93 389 mujeres que se identifican en diferentes etnias: 84.11% mestizos, 4.09% indígenas, 1.65% afroecuatorianos y 2.01% mulatos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010).

Actualmente el 30% del suelo de la ciudad presenta aptitud para uso urbano, su vía principal es la Panamericana que entrecruza la ciudad de noroeste a sur oeste, con relación a la red vial urbana el estado actual indica que el 7.9% de las vías son asfaltadas, 45.5% son adoquinadas y el 21% son empedradas (PDOT-Ibarra, 2015).

En cuanto al parque vehicular, Ibarra posee una tasa de motorización del 15.3% de vehículos que circulan dentro de la ciudad (López, 2018).

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona urbana del cantón Ibarra



3.2 Metodología

3.2.1 Caracterizar las zonas de generación de ruido en el área de estudio.

Se denomina zona comercial a los centros de acopio tales como: centros comerciales, mercados, supermercados, bazares, plazas, entre otros (Acuerdo Ministerial 097-A). En esta zona, se realiza la oferta de todo tipo de productos utilizando estrategias de mercado que generen atracción en los clientes, se caracteriza por tres aspectos fundamentales; la aglomeración de personas fuera y

dentro de los lugares de comercialización, el acceso vehicular y el tipo de producto que se comercializa, de modo que el ruido urbano se ve influenciado tanto por el comercio permanente como por el comercio estacionario (Aghón et al., 2001).

Según Mehanna y Mehanna (2019) las zonas o calles comerciales son uno de los elementos más importantes del entorno urbano, contribuyen al crecimiento continuo y sustentable de la ciudad y en ellas la población realiza la compra y venta de bienes y servicios de manera pública, se han convertido en un lugar permanente para el comercio ya sea dentro o fuera de un establecimiento y aporta al turismo y entretenimiento visual, reflejando la cultura y valores sociales de la comunidad.

En este sentido, la zona comercial de la ciudad de Ibarra se determinó a través de una caracterización por actividad económica, se analizó tanto el registro mercantil procedente del GAD Municipal de Ibarra como el registro catastral de tarifa comercial de redes de agua potable urbana de la EMAPA-I. Para la delimitación de las calles se tomó en cuenta el área de influencia de las actividades comerciales junto con el tráfico vehicular, zonas de estacionamiento o desembarque, paradas de buses y semaforización.

En lo que refiere al registro mercantil, este archivo detallaba las actividades de comercio realizadas tanto en las 5 parroquias urbanas como en las 7 rurales del cantón, incluyendo aspectos como: el número de local, nombre del local, dirección, código CIU, clave catastral, y la información del propietario: nombre completo, número de RUC o cédula de identidad, entre otros datos pertinentes.

A partir de esto, se realizó un filtro de la base de datos mediante la clave catastral, en este se empleó los códigos que representan: la provincia (10), el cantón (01), la parroquia San Francisco (04) y la zona (04), obteniendo así las actividades comerciales correspondientes a la parroquia San Francisco.

A continuación, para poder ordenar estas actividades, se aplicó la clasificación nacional de actividades económicas según el INEC (2012) misma que, presenta una

estructura jerárquica integrada por seis niveles de categoría con un código alfabético y un código numérico de hasta seis dígitos (Tabla 3). Para mayor comprensión, la caracterización consideró la estructura esquemática por divisiones que incluye un literal y dos dígitos.

Tabla 3

Clasificación nacional de actividades económicas (CIU Rev. 4.0) (INEC, 2012)

NIVEL	NOMENCLATURA	CIU Rev 4.0
Nivel 1	Sección - Alfanumérico	21
Nivel 2	División - 2 dígitos	88
Nivel 3	Grupo - 3 dígitos	238
Nivel 4	Clase - 4 dígitos	419
Nivel 5	Subclase - 5 dígitos	542
Nivel 6	Actividad - 6 dígitos	1737

- Método de cuadrícula o retícula

La metodología de cuadrícula o retícula consiste en sobreponer una cuadrícula al mapa de la zona, que es proporcional a la superficie del área de estudio (Merchan y Díaz, 2013). La ventaja de esta metodología es que no se deben evaluar con anterioridad las características urbanísticas de la zona de estudio, ya que los puntos de medición son definidos por la cuadrícula (Saquisilí, 2015).

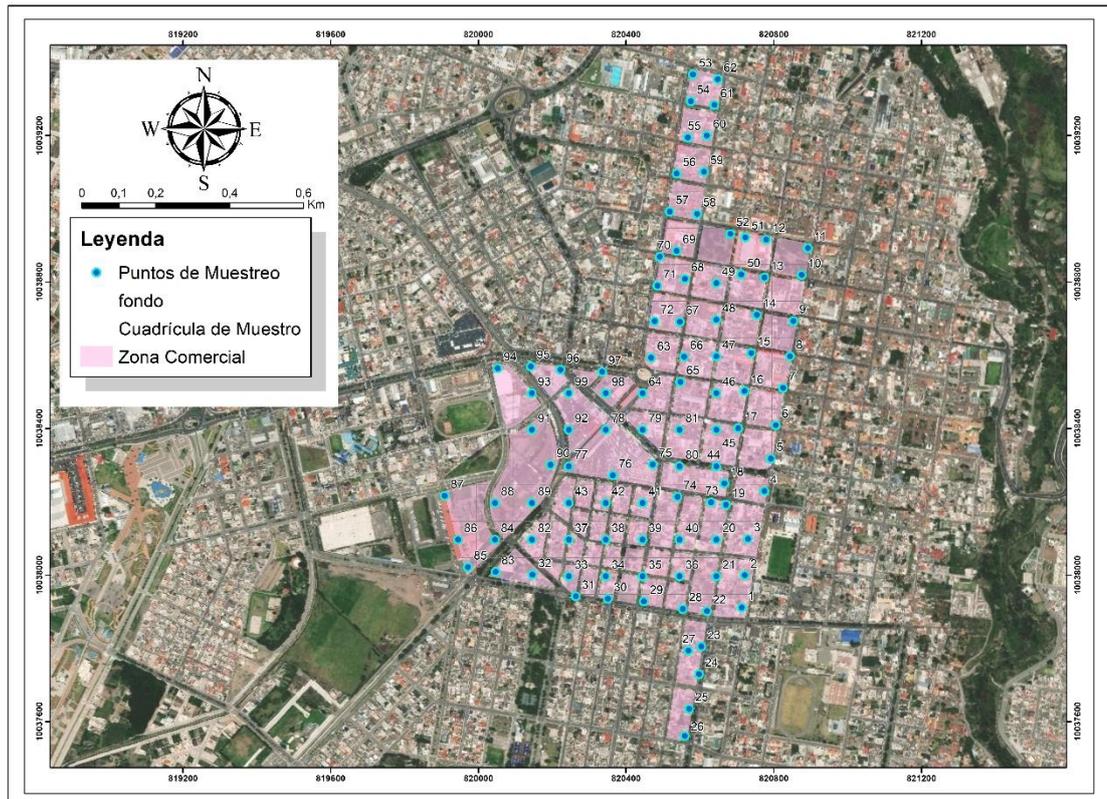
Para la medición se consideró dos criterios, la delimitación del área de estudio y el número de cuadrículas y puntos para la evaluación (Yepes et al., 2009), con el objetivo de determinar el área de la zona en su totalidad, los puntos de medición deben ubicarse en la zona central de cada cuadro dentro de la cuadrícula (Segués, 2008).

Este método se llevó a cabo con la herramienta *fishnet* del programa ArcGIS 10.4, la cual permite configurar la extensión espacial de un territorio creando una red de celdas rectangulares que contienen: la información de la extensión del área y el número de filas y columnas de acuerdo con la dispersión del ruido (ESRI, 2019).

Una vez identificada el área comercial de la ciudad de Ibarra, se establecieron celdas con un tamaño de 100 metros de largo y 100 metros de ancho, obteniendo un total de 99 puntos de muestreo (Figura 2, Anexo 1.2).

Figura 2

Mapa de ubicación de puntos de muestreo



3.2.2 Evaluar los niveles de ruido existentes en la zona comercial de la ciudad de Ibarra

Para la medición en cada uno de los puntos georreferenciados se consideró que la velocidad del viento sea menor o igual a 5 m/s y una distancia de al menos 3 metros de obstáculos físicos del sonómetro. De acuerdo con Mier (2017), la medición acústica debe efectuarse cuando existan condiciones meteorológicas óptimas, evitando presencia de lluvia y truenos que pueden alterar la toma de datos.

El Reglamento 097-A en su Anexo 5 sobre los Niveles Máximos de Emisión de ruido establece que, los niveles máximos de ruido en la zona comercial no deben exceder los 60 dB en el periodo diurno y 50 dB en el periodo nocturno. Para la obtención del ruido urbano, los niveles de presión sonora en cada punto fueron medidos con un sonómetro integrador clase 2. Según Saquisilí (2015), la calibración del sonómetro debe realizarse una vez cada día antes de iniciar la medición y el sonómetro debe colocarse sobre un trípode a 1,5 m de altura sobre nivel de la acera, apartado de los cerramientos y paredes de las casas. El micrófono no deberá exponerse a fuertes vientos y vibraciones mecánicas (Echeverri, 2011). Además, debe presentar una inclinación de 45° o 90°, y la distancia del operador debe ser mayor a 0,5 m, de manera que, la persona no actúe como reflectante o barrera acústica (Ariza y Ojeda, 2018).

Inicialmente, el horario de medición se relacionó con las horas de congestión vehicular, y se clasificó el periodo diurno en tres jornadas: matutino; periodo comprendido entre 7:00 a 9:00 am, vespertino; de 12:00 a 14:00 pm y nocturno entre 17:00 a 19:00 pm. El periodo de monitoreo se realizó acorde al estudio realizado por Salazar (2009), el cual establece 10 minutos de duración para cada medición durante el tiempo de mayor congestión vehicular. Además, durante el monitoreo se utilizó un formato de hoja de campo para registrar los datos obtenidos, en esta se detalla: número de punto, número de muestra, hora, nivel de presión sonora equivalente (LAeq), referencias y observaciones (Anexo 2.1). Una vez finalizado el monitoreo, se realizó la verificación del nivel de presión sonora continuo equivalente mediante el cálculo del nivel sonoro, incluyendo variables como: banda de octavas, nivel de presión sonora de las muestras y la curva de ponderación A (Anexo 3.1).

El mapa de ruido se considera la principal herramienta para analizar espacialmente la situación acústica de los ambientes urbanos (Morillas et al., 2018). Se utilizan para el análisis y el desarrollo de la gestión ambiental (Debnath y Kumar, 2018). De manera que, en este estudio se diseñaron tres mapas de ruido utilizando los puntos georreferenciados ya establecidos por la herramienta *fishnet*.

Al mismo tiempo, se tabuló una base de datos empleando variables como: coordenadas geográficas, nivel de presión sonora equivalente (LAeq), nivel de presión sonora máximo (Lmax); incluyendo las observaciones obtenidas durante el muestreo. Posterior a esto los datos fueron exportados al software ArcMap 10.4, e interpolados a través del método *Inverse Distance Weighted* (IDW) que permitió obtener un mapa de predicción de los niveles de ruido. Según Mehdi et al. (2011), este método proporciona una vista general de los niveles sonoros incluso en áreas no medidas.

Para el análisis estadístico se planteó una hipótesis nula (en la zona comercial todas las franjas horarias presentan iguales niveles de presión sonora, no existe diferencia significativa) y una hipótesis alternativa (en la zona comercial una de las franjas horarias presenta diferentes niveles de presión sonora, existe diferencia significativa). Se utilizó la prueba de normalidad de Kolmogorov y la prueba F para igualdad de varianzas a fin de verificar si los datos son paramétricos; una vez identificada la normalidad de los datos, el análisis estadístico de varianza (ANOVA) y la prueba LSD de Fisher comparó el comportamiento del ruido durante las tres franjas horarias, para así identificar el horario que presenta mayor exposición al ruido (Altman y Bland, 2009).

3.2.3 Proponer estrategias para la mitigación de la contaminación acústica de la zona de estudio

Una vez obtenido la información se identificará puntos prioritarios de ruido los cuales serán definidos por los niveles de ruido resultantes que, junto con la información de las encuestas se procederá a aplicar el análisis FODA, el cual analiza las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del presente proyecto, conociendo así la capacidad que tendría la zona comercial de la ciudad de Ibarra para dar frente a la contaminación acústica, además de tomar acción en el control de las emisiones de ruido, generando una buena gestión dentro de la ciudad (Ponce, 2007).

Una vez analizadas las variables consecuentes de la matriz FODA (Tabla 4), se planteará las estrategias FA, FO, DO, DA, las cuales son resultado de la combinación de la matriz FODA, planteando de esta forma estrategias sobresalientes según la interacción que se presente en el FODA, cumpliendo así con los objetivos propuestos en la presente investigación, y resolviendo de esta forma los problemas referentes a la contaminación acústica (Ponce, 2007).

Tabla 4

Matriz de cruce de estrategias FA, FO, DO, DA

	<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades</i>
	Estrategia FO	Estrategia DO
<i>Oportunidades</i>	Utilizar fuerzas para aprovechar oportunidades.	Aprovechar oportunidades para superar debilidades.
	Estrategia FA	Estrategia DA
<i>Amenazas</i>	Utilizar las fuerzas para evitar amenazas.	Reducir debilidades y evitar amenazas.

3.3 Materiales y equipos

Para realizar este estudio se empleó los siguientes materiales y equipos (Tabla 5):

Tabla 5

Materiales y equipos usados en la investigación

Materiales	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> • Libreta de campo • Software ARCGIS 10.4 • Software Microsoft Excel 2018 • Resma de papel • Tableros 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonómetro Integrador Clase 2 Marca Cirrus Research plc Model CR:162C • Calibrador y trípode • Computadora portátil • Impresora • Cámara

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

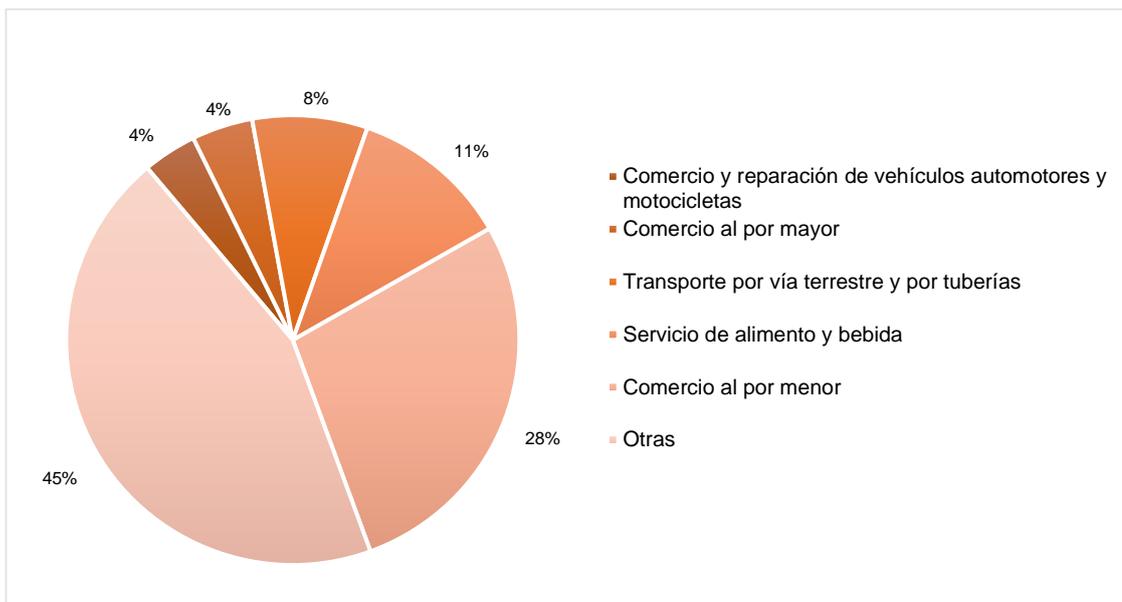
4.1 Caracterización de las zonas de generación de ruido en el área de estudio

En la ciudad de Ibarra, la zona comercial comprende 73,35 ha. Existen 3 453 negocios, distribuidos en diferentes actividades económicas. Así mismo, 1 345 suministros presentan una clave catastral comercial mientras que, 1 278 pertenecen al uso residencial y 217 se encuentran dentro del uso industrial, oficina, beneficencia, especial, municipal y tercera edad.

Dentro de la zona comercial se desarrollan 53 tipos de actividades económicas (Anexo 2.2) siendo las predominantes: comercio al por menor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas (28%), en esta actividad comercial se encuentran micromercados, bazares, tiendas y venta de artesanías; Servicio de alimentos y bebidas (11%) como restaurantes, cafeterías, heladería, pizzerías, panaderías y pastelerías marisquerías, fruterías, tercenas, frigoríficos, asaderos, comedores y locales de comida rápida; transporte por vía terrestre y por tuberías (8%) tanto cooperativas de taxis como cooperativas de buses de transporte urbano y rural, provincial e interprovincial; comercio al por mayor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas (4%) abarcando consultoras, distribuidoras de alimentos, abacerías, ferreterías, vidrierías, metálicas, licorerías, peluquerías, boutiques, venta de zapatos, ventas por catálogo y venta de productos agrícolas y agropecuarios; comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas (4%) que incluye centros automotrices, mecánicas, autolavados, autoservicios, y venta de repuestos y accesorios de autos; y otras actividades comerciales (45%) como actividades de servicios personales, telecomunicaciones, actividades de alojamiento, actividades de atención de la salud humana, fabricación de prendas de vestir y actividades de servicios financieros excepto las de seguros y fondos de pensiones (Figura 3).

Figura 3

Principales actividades económicas de la zona comercial de Ibarra



El área de estudio presenta cuatro mercados principales de la ciudad: mercado Santo Domingo, mercado Amazonas, mercado la Playa, La Bahía, supermercados privados como: Santa María, AKI, almacenes TÍA, abastos y confitería “Mi Tío” y Gran AKI, y cerca a estos está ubicado tanto el terminal terrestre de Ibarra como terminal de buses para las parroquias de Angochagua y la Esperanza; sitios que causan saturación de vías en sus alrededores debido a que se conectan con las principales calles de circulación del transporte público urbano.

La zona comercial abarca infraestructuras de gran valor cultural: el museo “Banco Central del Ecuador – Ibarra”, museo y centro cultural “El Cuartel”, estación del ferrocarril Ibarra; y cuatro iglesias principales: La Basílica Dolorosa, Catedral Católica de Ibarra, La Merced, y El Quinche; y varios de los principales parques: Germán Grijalva, Vicente Ponce, La Merced, Pedro Moncayo y Plazoleta Francisco Calderón (Parque del Águila).

La investigación con base a las perspectivas humanas sobre el sonido realizada por Ma et al. (2018) manifiestan que el desarrollo de las actividades está relacionado con su entorno acústico en lugares como: supermercados, restaurantes, parques, iglesias y museos. Sin embargo, Ibarra no posee una zona exclusiva para el desarrollo de las actividades comerciales, según el PDOT-Ibarra (2015), se

consideran zonas comerciales a los distintos mercados distribuidos en el territorio, teniendo como resultado un ordenamiento territorial deficiente y, por tanto, una mala planificación del uso de suelo.

En ese sentido Li et al. (2020), mencionan la importancia de definir zonas estratégicas para actividades puntuales, a través de la división y optimización del territorio, caracterizando el entorno y funciones de este (por ejemplo: economía-entorno) para crear áreas funcionales que se acoplen a las necesidades de utilización del espacio territorial. No obstante, la planificación urbana considera como aspectos importantes a la demografía, seguridad, movilidad y viabilidad económica sin incluir el ruido; generalmente, las soluciones a este problema son analizadas cuando se manifiesta un incremento en los niveles de sonido (Lacasta et al., 2016).

En Ibarra la concentración de las actividades comerciales y el crecimiento acelerado del parque automotor han originado el incremento del tráfico vehicular dentro de la ciudad causado principalmente por automotores tipo motocicleta, vehículos, camiones, buses y busetas, de los cuales el 65.75% corresponde a taxis, el 14.95% buses de transporte urbano, 12.39% transporte de carga liviana, 5.10% transporte escolar y 1.81% transporte interparroquial (PDOT-Ibarra, 2015).

Por consiguiente los lugares que presentan congestionamiento vehicular son: sector Mercado Amazonas Av. Eugenio Espejo y calle Obispo Mosquera, Sector Mercado La Playa Av. Fray Vacas Galindo y calle Darío Egas, Sector Obelisco calle Sánchez y Cifuentes y calle Juan de Velasco incluyendo la calle Simón Bolívar y las avenidas Atahualpa y Teodoro Gómez de la Torre (Empresa Pública de Movilidad, 2019); en dónde las principales causas de estos puntos críticos son: un sistema de semaforización deficiente, zonas de estacionamiento en vías conectoras y arteriales, e irrespeto a las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.) (APDOT-Ibarra, 2020).

Una vez identificadas las actividades comerciales y su área de influencia para este estudio se consideraron las siguientes calles (Figura 4, Anexo 1.3); de Norte a Sur:

- Calle Antonio José de Sucre
- Calle Simón Bolívar
- Av. Atahualpa
- Calle Calixto Miranda Suárez
- Calle José Joaquín de Olmedo
- Calle Bartolomé García
- Calle Sánchez y Cifuentes
- Calle Juana Atabalipa
- Calle Antonio Cordero
- Calle Manuel de la Chica Narváez
- Calle Juan Francisco Cevallos
- Av. Rafael Sánchez
- Calle Gral. Julio Andrade
- Av. Eugenio Espejo
- Av. Fray Vacas Galindo
- Calle Obispo Alejandro Pasquel Monje.

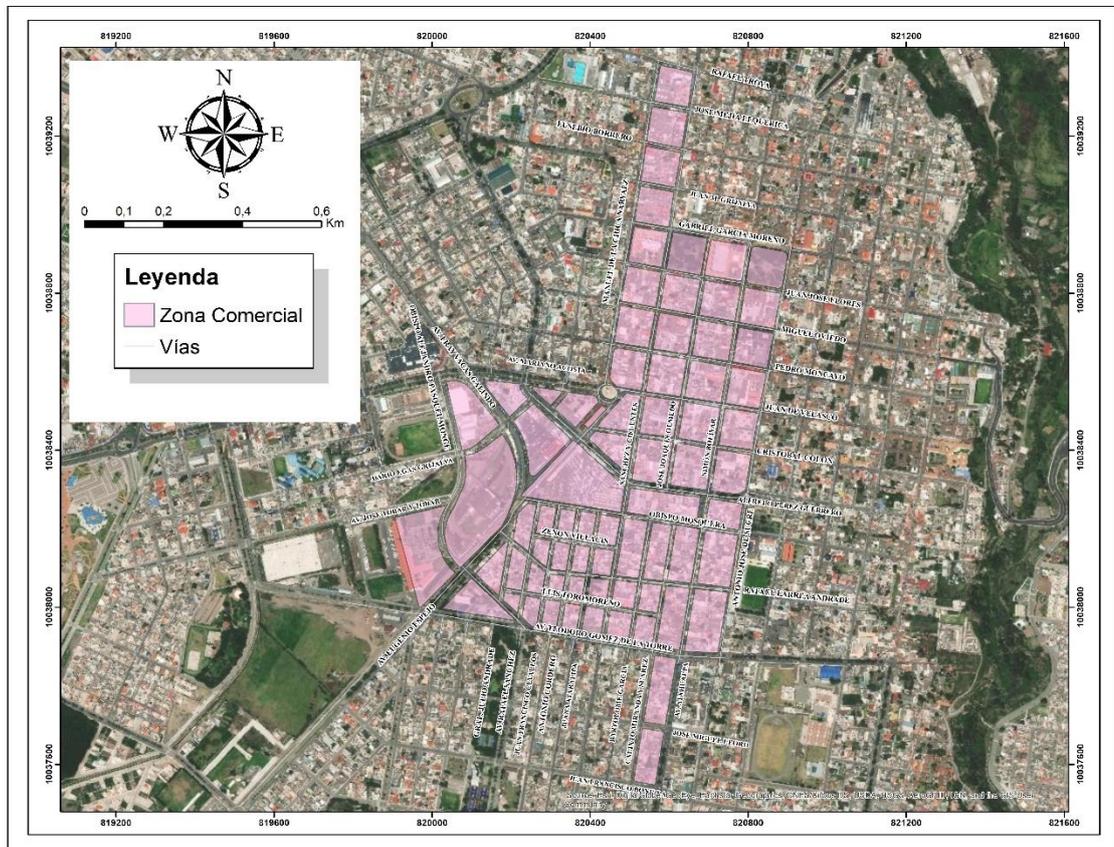
De Este a Oeste:

- Calle Rafael Troya
- Calle José Mejía Lequerica
- Calle Eusebio Borrero
- Calle Juan M. Grijalva
- Calle Gabriel García Moreno
- Calle Juan José Flores
- Calle Miguel Oviedo
- Calle Pedro Moncayo
- Calle Juan de Velasco
- Av. Mariano Acosta
- Calle Cristóbal Colón
- Calle Darío Egas Grijalva
- Av. Alfredo Pérez Guerrero
- Calle Obispo Mosquera

- Av. José Tobar y Tobar
- Calle Zenón Villacis
- Calle Rafael Larrea Andrade
- Calle Luis Toromoreno
- Av. Teodoro Gómez de la Torre
- Calle José Miguel Leoro
- Calle Juan Francisco Bonilla

Figura 4

Delimitación de la zona comercial de la ciudad de Ibarra



Según Orozco y Gonzáles (2015) la calidad acústica, siempre debe ser tomada en cuenta para: el desarrollo urbano, construcción de vías, viviendas, rutas de transporte público, y creación de zonas industriales, comerciales, residenciales, etc.; convirtiéndose así en un eje principal de la regulación urbana que actúa como

indicador de sostenibilidad vinculado al ordenamiento territorial y uso de suelo. Por otro lado, Brady (2016), afirma que, se debe dinamizar el entorno y la habitabilidad de las ciudades, dejando atrás las normas de gobierno tradicionales acerca de la planificación territorial, enfocándose en una gobernanza efectiva con estrategias de desarrollo urbano que agilicen la toma de decisiones en las diferentes zonas estratégicas de los asentamientos.

El estudio influencia del ruido sobre la valorización económica del entorno realizado en la ciudad de Machala, las mediciones de ruido se realizaron en 30 puntos de la ciudad, teniendo en cuenta factores como: densidad del tráfico, uso del suelo y ocupación de la población, demostrando que los niveles de ruido han incrementado y el centro de la ciudad no se ha organizado adecuadamente a pesar de ser una de las ciudades con mayor crecimiento económico del Ecuador (Zambrano y Ruano, 2019). De igual manera ocurre en la ciudad de Otavalo, en donde el incremento del desarrollo, expansión y crecimiento económico se ve vinculado a los elevados niveles de ruido urbano (Campos, 2018).

En cuanto a la salud humana, el ruido es un contaminante ambiental que puede afectar gravemente a la población a mediano y largo plazo, uno de los efectos que se puede evidenciar de inmediato cuando el rango de exposición se encuentra entre 55 dB y 70 dB, es el deterioro de la salud mental debido al incremento en los niveles de frustración y pánico en las personas. Además, el ruido puede generar; daño en la cóclea, provocando trastornos auditivos como tinnitus e hiperacusia; dilatación de las pupilas, que podría inferir en la salud ocular; cambios glandulares, como el aumento de adrenalina y cambios en la frecuencia cardíaca y presión arterial (Muralikrishna y Manickam, 2017). De la misma forma, la exposición a elevados niveles de ruido provoca importantes efectos en el bienestar y calidad de vida de las personas ya que infiere en la comunicación, en el rendimiento cognitivo y de aprendizaje incluso ocasiona trastorno del sueño, estrés, fatiga y depresión (Benocci et al., 2020).

Entorno a la fauna urbana, la magnitud de la contaminación acústica emitida por fuentes antropogénicas genera distintos efectos nocivos como: estrés y cambios en la conducta de los animales expuestos al ruido (Lenzi et al., 2003). Un ejemplo claro, es el daño en el sistema neuroendocrino en caninos y felinos donde, el efecto principal de la exposición a elevados niveles de emisión sonora genera una alteración de la liberación de hormonas como la noradrenalina causando nerviosismo, vigilia o estrés, como consecuencia, los animales disminuyen el tiempo que pasan buscando comida y experimentan efectos como pérdida de peso y tamaño (Purser y Radfor, 2011).

Por otra parte, la mayoría de las aves presenta poca densidad poblacional y diversidad específica en zonas generalmente ruidosas, ya que el ruido dificulta su comunicación y muchas especies modifican su vocalización para no sufrir enmascaramiento auditivo (León et al., 2014). En el mismo sentido Campo et al. (2005) mencionan que, los embriones de aves expresan conductas negativas a los estímulos elevados de ruido como: alteración en la comunicación entre huevos, disparidad al momento de la eclosión, diferencia de tamaño entre las crías, déficits nutricionales, problemas de desarrollo en los polluelos y conductas de miedo e inmovilidad tónica (Campo et al., 2005).

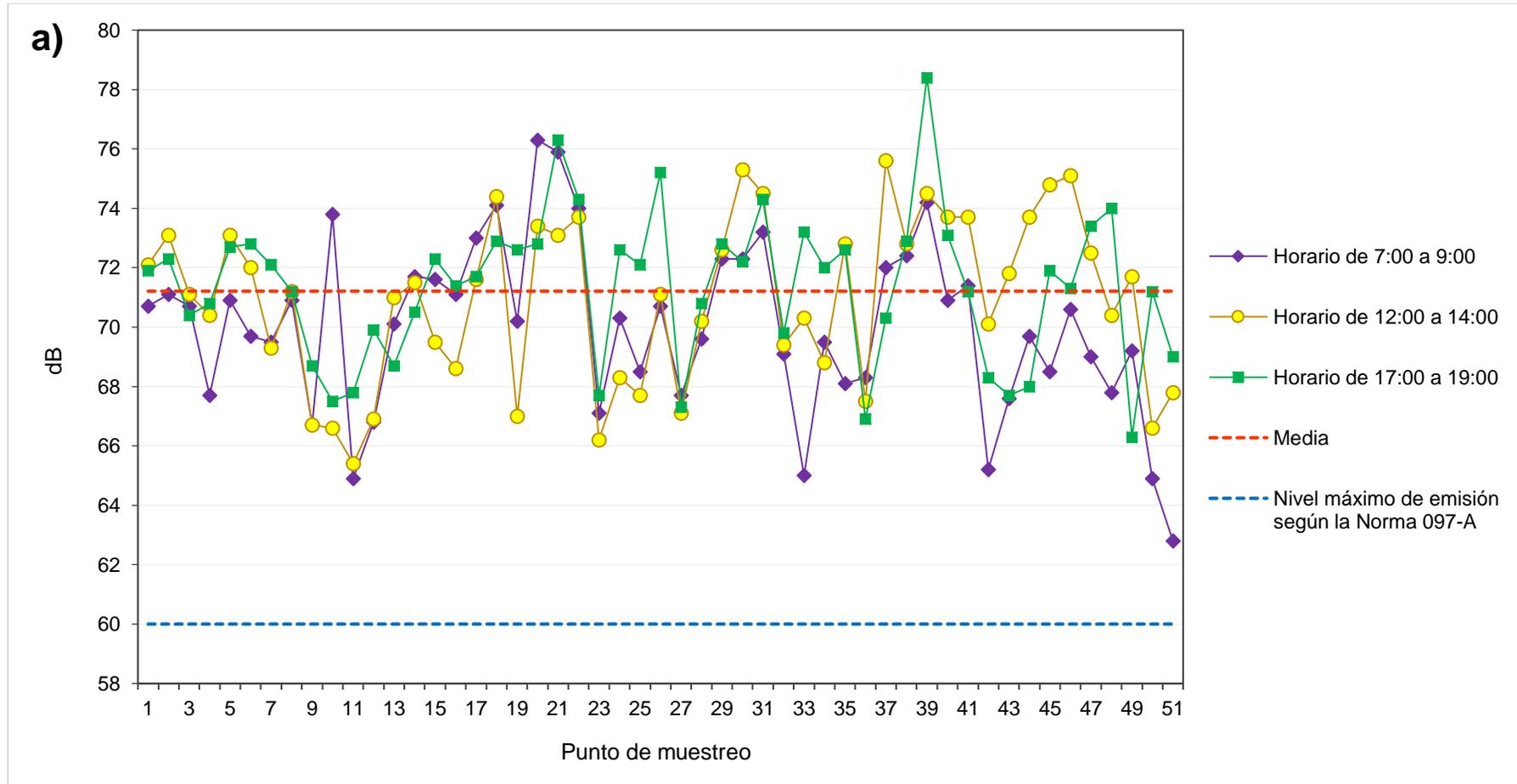
4.2 Evaluar los niveles de ruido existentes en la zona comercial de la ciudad de Ibarra

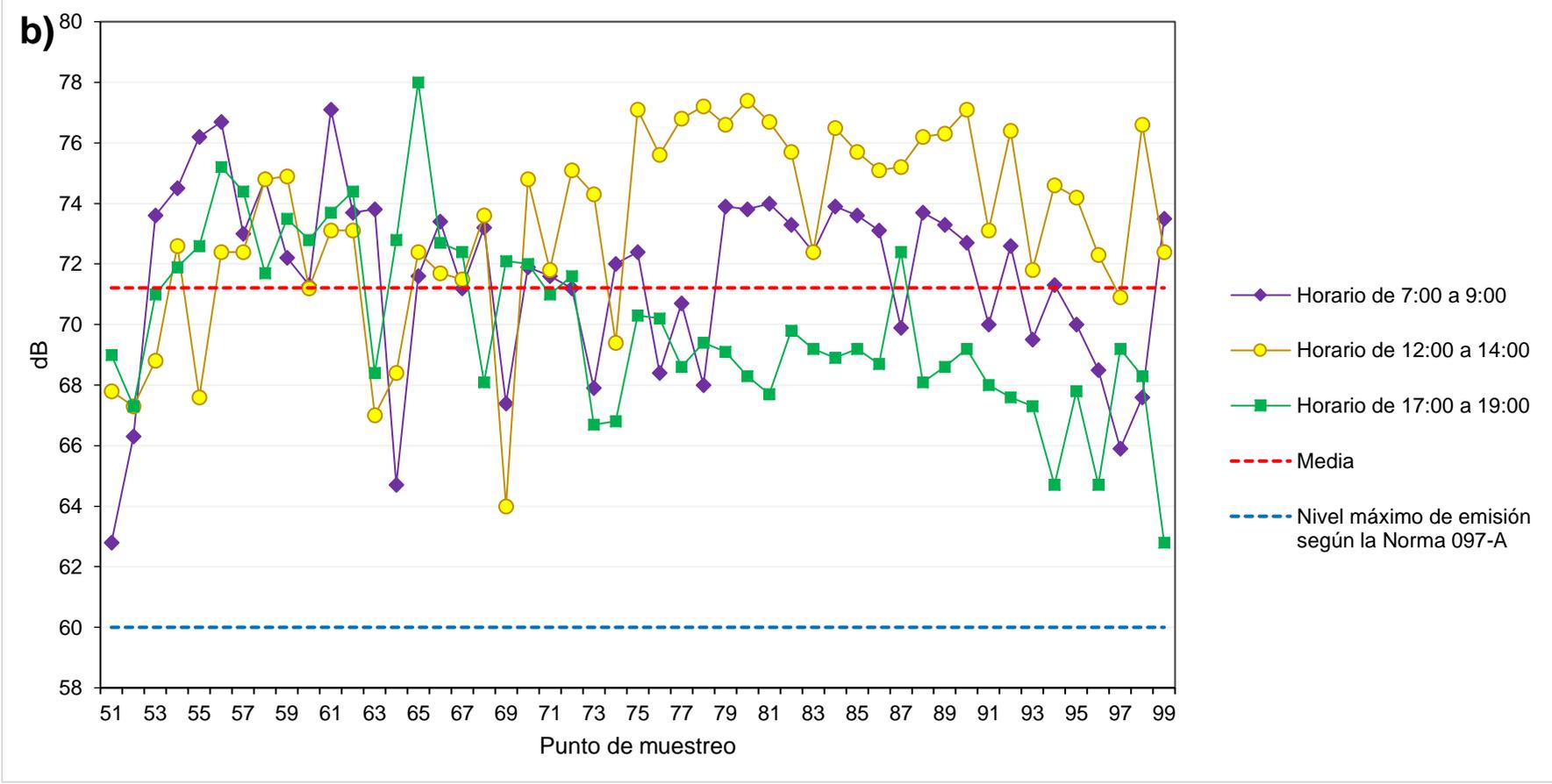
Dentro de los diferentes horarios cada punto de medición supera los límites de emisión máximos de ruido para fuentes fijas y móviles permitidos por la Norma Técnica 097-A (Anexo 2.3). Los valores máximos de ruido son: 77.1 dB en la mañana y corresponde al punto 61 (calles Sánchez y Cifuentes y José Mejía Lequerica), en el medio día 77.4 dB en el punto 80 (calles Sánchez y Cifuentes y Av. Alfredo Pérez Guerrero) y en la tarde 78.4 dB en el punto 39 (calles Sánchez y Cifuentes y Rafael Larrea Andrade).

Mientras que, los valores mínimos de los horarios matutino, vespertino y nocturno son de 62.8 dB en el punto 51 (calles José Joaquín de Olmedo y Gabriel García Moreno), 64 dB en el punto 69 (calle Sánchez y Cifuentes y Juan José Flores) y 62.8 dB en el punto 99 (Av. Alfredo Pérez Guerrero y Darío Egas Grijalva) respectivamente, obteniendo de las tres franjas horarias una media de 71.22 dB. Es así que, la Figura 5 (literal a y b) ilustran el nivel de presión sonora obtenido en cada uno de los puntos durante los tres horarios de medición.

Figura 5

Nivel de presión sonora. a) Puntos del 1 al 51 b) Puntos del 51 al 99

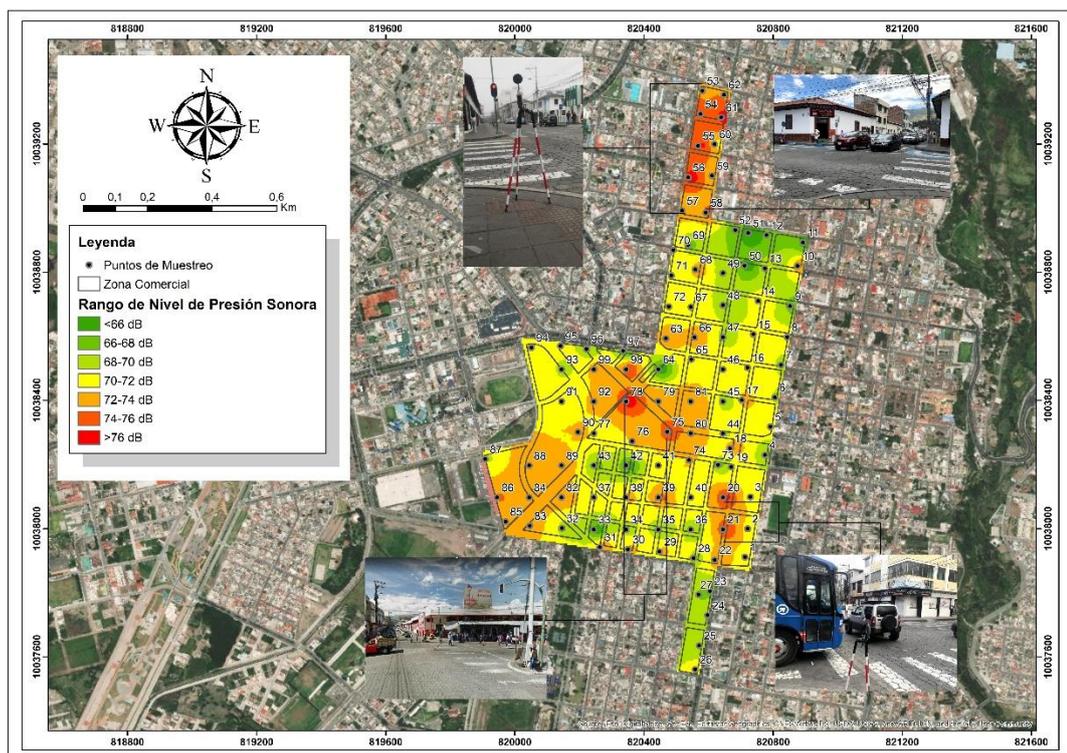




En los mapas de ruido se observa la variación de los niveles de presión sonora en los distintos horarios. En el horario de la mañana (Figura 6, Anexo 1.4), los niveles de ruido que prevalecen en la zona están comprendidos desde 66 dB hasta 72 dB, con un promedio de 70.85 dB. Se contemplan cuatro zonas de ruido con puntos críticos mayores a 72 dB referentes a los mercados; Santo Domingo (puntos del 53 al 62), La Playa (puntos 92 y 99), La Bahía (punto 98) y mercado Amazonas (puntos del 74 al 81), debido a la carga y descarga de los diferentes comercios; terminal terrestre de Ibarra (puntos del 82 al 90); y calle Simón Bolívar (puntos del 20 al 22) calle principal de la ciudad.

Figura 6

Mapa de ruido en el horario de 7:00 a 9:00

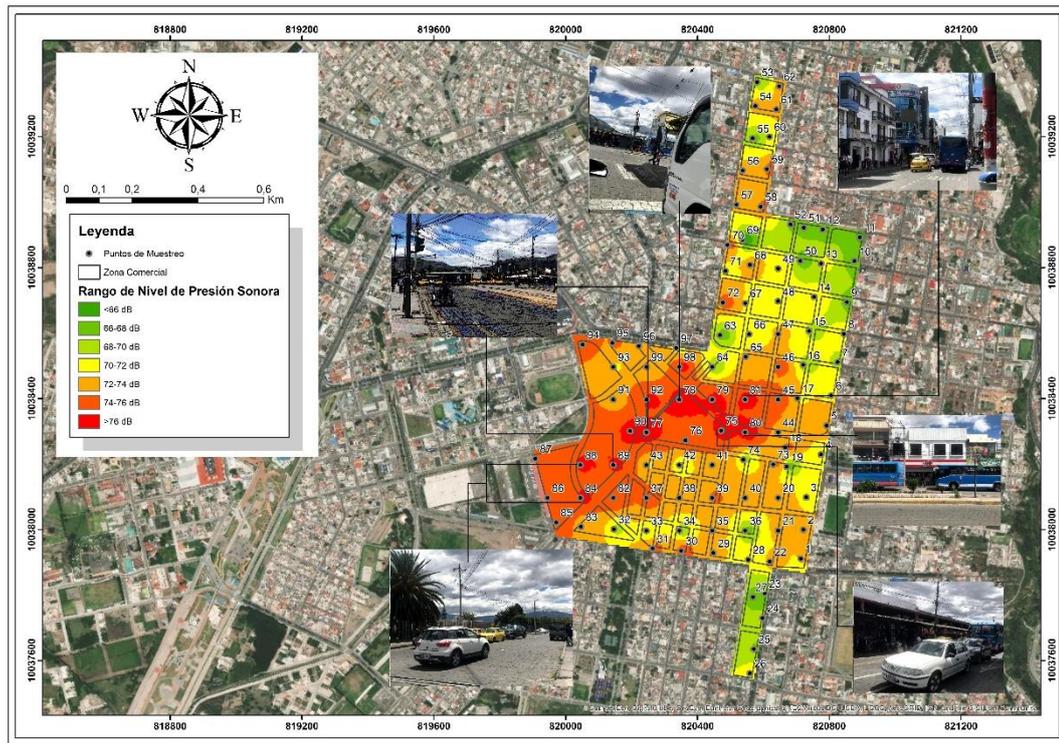


En el horario correspondiente al medio día (Figura 7, Anexo 1.5), se puede observar que existe mayor afectación acústica, el promedio del área es de 72.12 dB, y gran parte de la zona comercial está por sobre los 74 dB, los puntos críticos se ubican en los sectores; mercado Amazonas (puntos del 75 al 81); terminal

terrestre de Ibarra (puntos del 82 al 89), La Playa (puntos 92 y 99) y La Bahía (punto 98), áreas que presentan durante esta jornada: aglomeración de personas, comercio ambulante, tráfico vehicular y gran flujo mercantil; y las calles: José Joaquín de Olmedo (puntos 45 y 46) y Manuel de la Chica Narváez (punto 72) abarcando el sector del supermercado Gran AKI (punto 94 y 95).

Figura 7

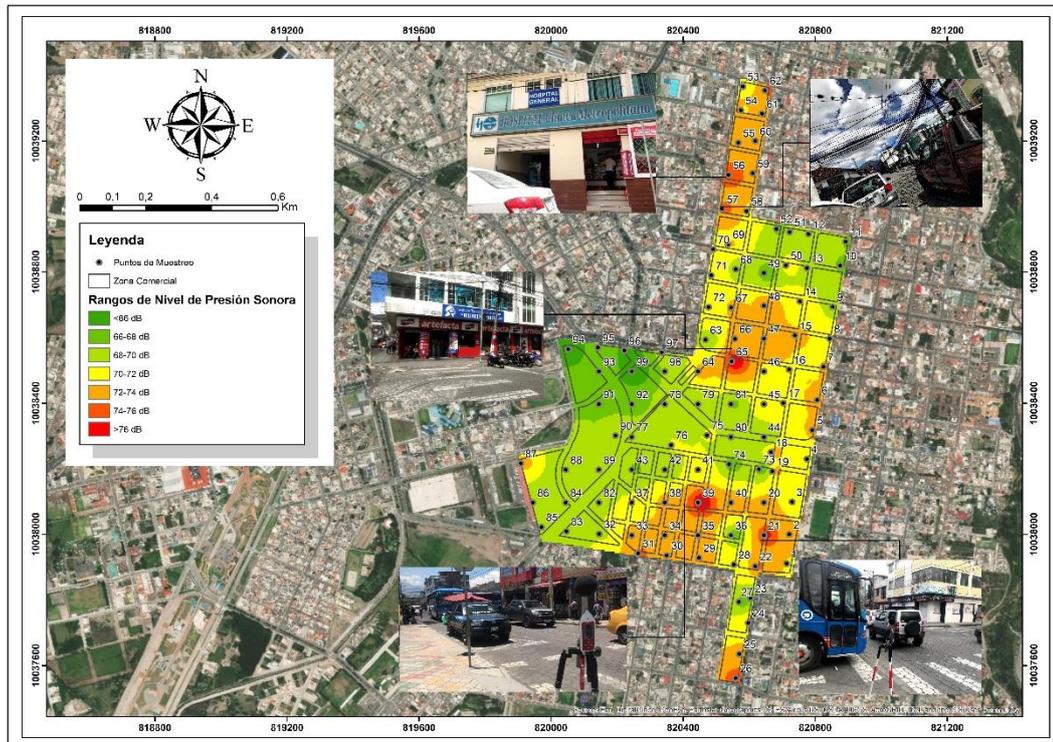
Mapa de ruido en el horario de 12:00 a 14:00



En el horario de la tarde (Figura 8, Anexo 1.6), podemos observar que existe una notable disminución de ruido debido a que los rangos comprendidos entre 66 dB y 72 dB se extienden a lo largo del territorio, con un promedio de 70.67 dB. Presenta seis puntos con un alto nivel de ruido correspondiente a valores mayores a 76 dB, tres de ellos se ubican en paradas de buses (puntos 39, 57 y 65), y los demás están ubicados en tres lugares específicos de aglomeración de personas: patio de comidas El Jardín (punto 21), bar de cócteles Coctiki (punto 26) y Hospital Clínica Metropolitana (puntos 56).

Figura 8

Mapa de ruido en el horario de 17:00 a 19:00



Tras la verificación de datos paramétricos, el análisis estadístico ANOVA demostró que al menos una de las franjas horarias es significativamente diferente, aceptando la hipótesis alternativa (H_1 : en la zona comercial una de las franjas horarias presenta diferentes niveles de presión sonora) con un valor de $p < 0.05$, con un margen de error del 0.11%. Por otro lado, la prueba LSD de Fisher demostró que el horario de 12:00 a 14:00 es diferente dado que presenta una media de 72.13 dB, demostrando que dicho rango horario presenta mayor contaminación acústica (Tabla 6).

Tabla 6

Test LSD de Fisher

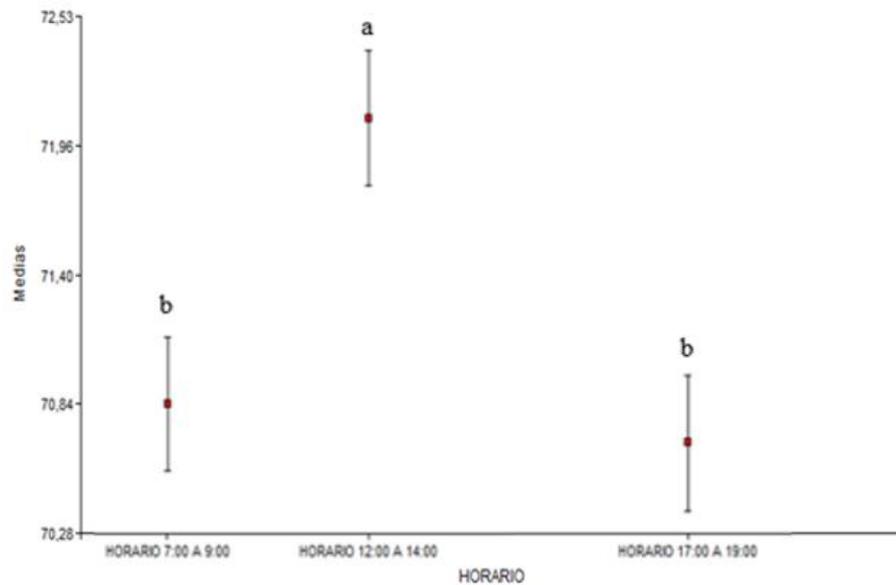
Horario	Medidas	n	E. E	
Horario 7:00 A 9:00	70.85	99	0.3	b
Horario 12:00 A 14:00	72.13	99	0.3	a
Horario 17:00 A 19:00	70.68	99	0.3	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En tanto, los horarios de 7:00 a 9:00 y 17: a 19:00 presentan medias similares (70.68 dB y 70.85 dB) demostrando así su diferencia significativa con un valor de $p < 0.05$ (Figura 9).

Figura 9

Error estándar



Para lograr la reducción del ruido ambiental, Paiva et al. (2020) destacaron la importancia de realizar mapas de ruido con el fin de posibilitar la gestión y reducción de fuentes de ruido para proteger la salud y preservar los paisajes sonoros naturales. En relación con la exposición acústica Muralikrishna y Manickam (2017) señalan que, la percepción del sonido varía entre personas, sin embargo, un nivel de sonido de 70 dB es dos veces más fuerte para el oyente que un nivel de 60 dB y puede afectar gravemente a la salud humana ya sea de forma inmediata o con repercusiones en el tiempo (Saquisilí, 2015).

En la ciudad de Ibarra, la zona comercial presenta niveles de emisión de ruido por encima de los 60 dB, siendo el valor máximo de exposición 78.4 dB. Resultados similares se han encontrado en la ciudad de Ambato donde, el 100% de los datos

obtenidos superan los valores límites LAeq, y la zona céntrica presenta niveles entre 58.99 dB hasta 78.95 dB por el aumento del flujo vehicular y actividad comercial.

Al igual que, los resultados obtenidos en la provincia de Cañar, en el cantón Biblián en donde el 78% de los puntos muestreados sobrepasan los límites de emisión y la zona urbana se encuentra expuesta a 75.57 dB (Fernández y Saquisilí, 2018). Así mismo, en el cantón Azogues la exposición máxima se presenta en el sector cerca al mercado y corresponde a 73.9 dB (Saquisilí, 2015).

No obstante, se ha demostrado que algunas ciudades del Ecuador superan aún más estos niveles, un ejemplo es el Distrito Metropolitano de Quito que presenta emisiones máximas de 85.3 dB en el Centro Histórico de Quito (Bravo et al., 2019; Ariza y Ojeda, 2018). De la misma forma, Zambrano y Ruano (2019), en su estudio realizado en la ciudad de Machala demostraron que, la zona comercial supera en todas las mediciones realizadas los límites permisibles establecidos en la normativa, obteniendo, niveles superiores a 78dB como consecuencia del crecimiento económico, gran flujo vehicular, negocios informales en las calles y el uso excesivo de bocinas.

En cuanto al horario de mayor exposición acústica, Ibarra mantiene elevados niveles de ruido urbano en el periodo del medio día. Esto concuerda con el estudio de Espinosa (2018) sobre la evaluación acústica producida por el tráfico vehicular en la ciudad de Ibarra, en dónde la mayor percepción de ruido urbano ocurre en el horario de 12pm a 14pm y la variación de los niveles de ruido a lo largo del día están comprendidos entre 70 dB a 81 dB. Mientras que en el cantón Otavalo, el estudio realizado por Campos (2018) sobre la mitigación del ruido en el centro de la urbe, señala que, la mayor dispersión del ruido se efectúa durante el periodo de 7am a 8am y los factores que influyen principalmente son la temperatura y el viento.

4.3 Proponer estrategias para la mitigación de la contaminación acústica de la zona de estudio

Una vez obtenida la información de la exposición al ruido en los horarios matutino, vespertino y nocturno, se aplicó la matriz FODA tomando en cuenta los aspectos positivos y negativos tanto internos como externos de la zona comercial (Tabla 7), se realizó el cruce de estrategias FA, FO, DO, DA, para proponer soluciones a los problemas referentes a la contaminación acústica (Tabla 8).

Actualmente la gestión de los entornos acústicos en las zonas urbanas debe adaptar el termino de paisaje sonoro por su enfoque holístico sobre cómo las personas perciben y experimentan el sonido del entorno (Kang et al., 2016). Este concepto abarca diferentes variables tanto factores físicos como sociales, culturales, fisiológicos y psicológicos que permiten una representación subjetiva y abstracta de la percepción del entorno sonoro urbano (Lionello et al., 2020). Las características fundamentales son: relajación, vitalidad, representatividad y riqueza, sin embargo, pueden variar debido a la diversidad sociocultural y factores ambientales como temperatura, precipitación y humedad de las diferentes ciudades, países o regiones (Jia et al., 2020).

De acuerdo con Yang y Jeon (2020), se puede lograr un entorno acústico urbano adecuado por medio del diseño de estrategias integradoras que mitiguen el ruido a niveles de aceptabilidad. Es así como, a través del concepto de paisaje sonoro se proponen las siguientes estrategias para la reducción del ruido urbano y la concientización ambiental.

Tabla 7

Matriz FODA para la zona comercial de Ibarra

ASPECTOS POSITIVOS		ASPECTOS NEGATIVOS	
FORTALEZAS		DEBILIDADES	
ORIGEN INTERNO	F1: Ordenanza para la Protección de la Calidad Ambiental en lo Relativo a la Contaminación por Ruido Generadas por Fuentes Fijas y Móviles del Cantón Ibarra.	D1: El municipio no cuenta con una investigación acerca de los niveles de presión sonora de la ciudad.	
	F2: El municipio cuenta con instrumentos de medición sonora.	D2: El ente regulador no controla las emisiones de ruido en las diferentes actividades comerciales del sector.	
	F3: Existe un departamento de gestión ambiental.	D3: No se aplica los mecanismos de control: operativos, multas y sanciones.	
	F4: Existen agentes de control municipal (Cuidado y control del comercio de la ciudad)	D4: Ordenamiento territorial deficiente.	
	F5: Vivero Municipal Guayabillas.	D5: Desconocimiento de los efectos negativos del ruido por parte de la ciudadanía.	
		D6: No existe control de las emisiones de ruido derivadas de fuentes móviles.	
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
ORIGEN EXTERNO	O1: La academia tiene el conocimiento para auditar, medir y proponer mejoras.	A1: No es considerado como un tipo de contaminación importante.	
	O2: Programas de vinculación universitarios.	A2: Riesgos subestimados y tardíos.	
	O3: Trabajo institucional adecuado.	A3: Efectos físicos en la salud humana.	
	O4: Primer Consejo Consultivo Local de Educación Ambiental del Ecuador.	A4: Efectos psicológicos en la población.	
		A5: Escaso diseño de ciclovías en el sector comercial.	
		A6: No existen barreras naturales.	
		A7: Congestión vehicular en las principales calles.	

Tabla 8*Matriz de cruce de estrategias para la zona comercial de la ciudad de Ibarra*

	Fortalezas	Debilidades
	Fortalezas para aprovechar oportunidades	Superar debilidades aprovechando oportunidades
Oportunidades	F1-O1, O3: Difusión de la ordenanza municipal. F2-O1: Incentivar futuras investigaciones.	D2, D3-O3: Capacitaciones de control. D1-O1: Elaboración de mapas acústicos. D5- O1, O4: Encuestas de percepción.
	Fortalezas para evitar amenazas	Reducir debilidades y Evitar amenazas
Amenazas	F3, F5 -A6: Sistemas de cubiertas verdes.	D2-A5: Implementación de ciclovías. D4- A3, A4: Ciudad caminante. D5 - A1, A2: Campañas preventivas y de concientización. D1-A6: Agua sonido. D3-A7: Controles de velocidad y señales de tránsito. D6-A7: Fomentar el uso de transporte público.

4.3.1 Estrategia 1. Implementación de barreras vegetales acústicas en la zona comercial de la ciudad de Ibarra

Esta estrategia es una medida ecológica que aumenta el atractivo visual de las zonas urbanas, reduce el impacto ambiental y mejora los paisajes sonoros. Se utiliza como barreras acústicas, vegetación de tipo arbustiva a nivel de la calle, cerca de los carriles de conducción (Renterghem et al., 2013). Se usa plantaciones de escasa a media (arbustos ornamentales) por los efectos de dispersión y absorción a una distancia de retroceso de 10 m lo que proporciona una reducción de hasta 5 dB (Ow y Ghosh, 2017).

Objetivo general

Implementar barreras vegetales en las principales calles y avenidas de la zona comercial en la ciudad de Ibarra como estrategia que permita la atenuación de los niveles de ruido existentes.

Objetivos específicos

- Establecer especies que se adapten según las características locales del sitio.
- Socializar a la población local el desarrollo del proyecto de barreras vegetales como una alternativa de atenuación del ruido.
- Introducir de manera adecuada las especies arbustivas de manera que se garantice las condiciones óptimas para su desarrollo.

Meta

Implementar barreras vegetales en el parterre y aceras de las principales calles y avenidas con el fin de disminuir hasta 8 dB el ruido medio de la zona comercial e incentivar la intervención de la población en el cuidado de las especies arbustivas.

Tabla 9

Implementación de barreras vegetales acústicas en la zona comercial de la ciudad de Ibarra

NOMBRE DEL PROYECTO	ALCANCE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	INDICADORES	RESPONSABLES	PRESUPUESTO REFERENCIAL
Implementación de barreras vegetales acústicas en la zona comercial de la ciudad de Ibarra.	- Parterre Av. Pérez Guerrero	Establecer especies que se adapten según las características locales del sitio.	- Revisión bibliográfica de especies fonoabsorbentes.	- Listado y descripción de especies.	Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra (GAD-I)	\$6 600
	- Calle Chica Narváez abarcando las calles Rafael Troya hasta Miguel Oviedo		- Seleccionar especies de 1,5 m de altura tolerantes al ruido y a las condiciones de la ciudad (Anexo 2.4).	- Número de especies requeridas.		
	- Calle Sánchez y Cifuentes	Socializar a la población local el desarrollo del proyecto de barreras vegetales como una alternativa de atenuación del ruido.	- Diseño de barreras vegetales. - Adquisición de plantas.	- Proforma de especies adquiridas.		
	considerando el diseño vegetal que existe desde la calle Luis Fernando Villamar y adoptándolo 5 manzanas hasta la calle García Moreno	Introducir de manera adecuada las especies arbustivas de manera que se garantice las condiciones óptimas para su desarrollo.	- Capacitación del recurso humano pertinente.	- Número de convocatorias enviadas.		\$1 000
	- Zona de estacionamiento mercado Santo Domingo		- Convocatoria a los pobladores de los sectores seleccionados. - Socialización del proyecto.	- Registro de asistencia. - Registro fotográfico.		
			- Perforación de hormigón (parterre y aceras). - Evacuación de escombros. - Colocación de hidrogel y abono. - Plantar las especies seleccionadas.	- Mapa de puntos de ubicación. - Factura de compra de cortadura de asfalto e hidrogel. - Número de especies plantadas. - Informe técnico de plantaciones.		
TOTAL						\$9 100

4.3.2 Estrategia 2. Campañas de concientización sobre contaminación acústica dirigida al sector comercial de la ciudad de Ibarra

Estas campañas de prevención acústica brindan mayor conocimiento al sector comercial y proveen al ente regulador y de control los datos, registros, y demás información sobre las diferentes actividades que se realizan en la zona, simplificando de esta manera la inspección de control de estas, y aumentando la responsabilidad ambiental en cuanto a las emisiones de ruido (Alenza, 2003).

Objetivos del proyecto

Objetivo general

Implementar campañas de concientización ambiental sobre contaminación acústica como una alternativa para la reducción de las emisiones de ruido urbano generado en el sector comercial.

Objetivos específicos

- Difundir políticas gubernamentales locales referentes al ruido.
- Impartir conocimientos sobre los niveles de ruido existentes dentro de la zona comercial.
- Informar a la población acerca de las causas y efectos de la exposición a elevados niveles de presión sonora.

Meta

Cumplir con las campañas de concientización acústica con la finalidad de disminuir las fuentes emisoras de ruido y generar conciencia dentro del sector comercial.

Tabla 10

Campañas de concientización sobre contaminación acústica dirigida al sector comercial de la ciudad de Ibarra

NOMBRE DEL PROYECTO	ALCANCE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	INDICADORES	RESPONSABLES	PRESUPUESTO REFERENCIAL
Campañas de concientización sobre contaminación acústica dirigida al sector comercial de la ciudad de Ibarra.	Zona comercial de la ciudad de Ibarra.	Difundir políticas gubernamentales locales referentes al ruido.	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación del recurso humano pertinente. - Convocatoria a los comerciantes (Mercados y Terminal Terrestre). - Charlas y socialización sobre la normativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Número de convocatorias enviadas. - Registro de asistencia. - Registro fotográfico. - Evidencia fotográfica del material de apoyo. 	Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra (GAD-I)	\$1 000
		Impartir conocimientos sobre los niveles de ruido existentes dentro de la zona comercial.	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres de difusión sobre la investigación realizada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de asistencia. - Registro fotográfico. - Evidencia fotográfica del material de apoyo. 	Prefectura de Imbabura (GAD-Imbabura)	\$1 200
		Informar al sector comercial acerca de las causas y efectos de la exposición a elevados niveles de presión sonora.	<ul style="list-style-type: none"> - Taller teórico práctico sobre temas como: uso responsable del pito, sistemas de amplificación y bocinas. - Campaña informativa sobre efectos físicos y psicológicos del ruido urbano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro fotográfico. - Evidencia fotográfica del material de apoyo. - Mapas parlantes. 		\$1 500
TOTAL						\$3 700

4.3.3 Estrategia 3. Campaña publicitaria “Ruido hoy, sordera mañana”

Es esencial realizar campañas de concientización acústica que informen a la población las causas, efectos y riesgos que produce el ruido, además de las alternativas de cómo se puede contribuir a la disminución de los niveles de emisión sonora dentro del área o zona en la que se encuentren.

Objetivo general

Implementar campañas de educación ambiental en la ciudad de Ibarra que promuevan la sensibilización y concientización en la ciudadanía en cuanto al ruido generado.

Objetivos específicos

- Fomentar el interés en la población urbana mediante una campaña publicitaria sobre la prevención de las emisiones de ruido.
- Generar concientización sobre los efectos que causan los elevados niveles de ruido.
- Impulsar un cambio sociocultural en la ciudadanía.

Meta

Cumplir con las campañas de difusión acerca de la contaminación acústica con el objetivo de sensibilizar y generar un cambio de actitud que fortalezca el compromiso de la ciudadanía en cuanto a las emisiones de ruido.

Tabla 11*Campaña publicitaria “Ruido hoy, sordera mañana”*

NOMBRE DEL PROYECTO	ALCANCE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	INDICADORES	RESPONSABLES	PRESUPUESTO REFERENCIAL
Campaña publicitaria “Ruido hoy, Sordera mañana”	Zona urbana de la ciudad de Ibarra.	Fomentar el interés y concientización en la población urbana mediante una campaña publicitaria sobre la prevención de las emisiones de ruido.	- Cuñas radial (radioclips). - Spot publicitario en redes sociales.	- Guías de radioclips y spot publicitario televisivo. - Horarios de transmisión. - Informe de manejo de redes sociales.	Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra (GAD-I) Prefectura de Imbabura (GAD-Imbabura)	\$2 500
		Generar concientización sobre los efectos que causan los elevados niveles de ruido.	- Colocación de valla publicitaria. - Gigantografía en buses.	- Diseño de publicidad impresa. - Facturas de diseño e impresión.		\$2 200
		Impulsar un cambio sociocultural en la ciudadanía.	- Publicidad BTL.	- Informe de alcance de la campaña BTL.		\$1 500
TOTAL						\$6 200

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las principales zonas de generación de ruido consideradas como puntos críticos debido a su concentración comercial y congestión vehicular corresponden al sector mercado Santo Domingo, mercado Amazonas, terminal de buses para las parroquias de Angochagua y la Esperanza, terminal Terrestre de Ibarra y la calle principal Simón Bolívar.

La zona comercial de la ciudad de Ibarra incumple la normativa nacional 097-A y la ordenanza municipal en los tres horarios medidos con una media de 71.22 dB siendo el valor máximo de emisión de ruido 78.4 dB en el punto ubicado en el terminal de buses para las parroquias de Angochagua y la Esperanza y el valor mínimo 62.8 dB en los puntos pertenecientes al centro cultural “El Cuartel” y el comedor del mercado La Playa.

La mayor exposición de ruido ocurre en el horario vespertino comprendido entre 12:00 a 14:00 horas, considerándose como hora pico debido al fin de la jornada académica de escuelas y colegios, y al receso de trabajo de oficina, factores causales de la aglomeración de personas en paradas de buses, tráfico vehicular y aumento de la presencia de vendedores ambulantes en las puertas de estas instituciones.

La implementación simultánea de barreras vegetales acústicas, campañas de concientización y la difusión de una campaña publicitaria se proponen como estrategias técnicas y socioambientales para la mitigación de la contaminación acústica dentro y fuera de la zona comercial de Ibarra.

Las estrategias propuestas en este estudio con base a la estimación del ruido obtenida en cada periodo se consideran viables para disminuir los niveles de presión sonora y prevenir las emisiones de ruido en la zona comercial debido a las características sociales, culturales, económicas y políticas que presenta la ciudad.

5.2 Recomendaciones

Realizar de manera frecuente la regulación de las emisiones de ruido con base en los reglamentos, normas y la ordenanza municipal de la ciudad con el fin de garantizar el bienestar y la calidad de vida de la población y el entorno en el que se desarrolla.

Para la elaboración de los mapas de ruido, es recomendable usar el método de estimación espacial IDW, que asume valores más detallados que se ven influenciados por los puntos más cercanos donde, su valor de influencia aumenta o disminuye en función de la distancia, mostrando mejores resultados comparados con la herramienta Kriging.

Es importante enfatizar futuras investigaciones que complementen este trabajo e incluyan estudios socioambientales acerca de la percepción, estimación y afección del ruido en las personas y entorno urbano, a fin de describir de manera holística cómo el ruido puede afectar el bienestar humano, el desarrollo del entorno y la ecología de las especies.

REFERENCIAS

- Abbaspour, M., Karimi E., Nassiri, P., Monazzam, M., y Taghavi, L. (2015). Hierarchal assessment of noise pollution in urban areas – A case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34, 95-103. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.10.002>
- Acuerdo Ministerial 097-A. (2008). Registro Oficial, 387, de 4 de noviembre de 2015, 60-74. Asamblea Nacional de la República del Ecuador.
- Aghón, G., Albuquerque, F., y Cortes, F. (2001). Desarrollo Económico local y descentralización en América Latina: un análisis comparativo. *Naciones Unidas, CEPAL*.
- Aguiar, D., Gómez, L., Álvarez, T., Correa, M., y Saldarriaga, J. (2020). Evaluating the impact of PM2.5 atmospheric pollution on population mortality in an urbanized valley in the American tropics. *Atmospheric Environment*, 224. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117343>
- Akdogan, O., Selcuk. A., Take. G., Erdoğan. D., y Dere. H. (2009). Continuous or intermittent noise exposure, does it cause vestibular damage?: An experimental study. *Auris Nasus Larynx*, 36 (1). <https://doi.org/10.1016/j.anl.2008.03.003>
- Alberola, J., Flindell, H, y Bullmore, J. (2005), Variability in road traffic noise levels. European Comission, *Environmental Noise Directive*; 189, 12-25.
- Alcañiz, M. (2008). Cambios demográficos en la sociedad global. *Papeles de población*, 14 (57), 227-255. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252008000300011&lng=es&tlng=es.
- Aleaga, J. (2017). *El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la empresa Holviplas S.A.* Universidad Técnica de Ambato.

- Alenza, J. (2003). La nueva estrategia contra la contaminación acústica y el ruido ambiental. *Revista Jurídica de Navarra*, 36, 65-120. <https://hdl.handle.net/2454/27057>
- Altman, D., y Bland, J. (2009). Parametric v non-parametric methods for data analysis. <https://doi.org/10.1136/bmj.a3167>
- Álvarez, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., Armas, J., y Rivero, M. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39 (3), 640-649. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es.
- Arciniégas, C. (2012). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. *Revista luna azul*. 34, 195-213. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727348012.pdf>
- Ariza, M. y Ojeda, C. (2018). *Validación del mapa de ruido de tráfico de la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito*. Universidad de las Américas.
- Bahi, H., Mastouri, H., y Radoine, H. (2020). Review of methods for retrieving urban heat islands. *Materials today proceedings*, 27, 3004-3009. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.272>
- Ballester, F. (2005). Contaminación Atmosférica, Cambio Climático y Salud. *Revista Española de Salud Pública*; 79, 159-175.
- Barber, J., Crooks, K., y Fristrup, K. (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology and Evolution*, 25 (3), 180-189. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.08.002>
- Barboza, T., Klaus, A., y Barbosa, S. (2020). Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil. *Applied Acoustics*, 157. <https://doi-org.ezproxy2.utwente.nl/10.1016/j.apacoust.2019.107023>
- Benocci, R., Bisceglie, A., Angelini, F., y Zambon, G. (2020). Influence of traffic noise from local and surrounding areas on high-rise buildings. *Applied Acoustics*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107362>

- Bhosale, B., Late, A., Nalawade, P., Chavan, S., y Mule, M. (2010). Studies on assessment of traffic noise level in Aurangabad city, India. *Noise and Health*, 12 (48), 1463-1741. <https://www.researchgate.net/publication/45094610>
- Blaklanov, A., Molina, L., y Gauss, M. (2016). Megacities, air quality and climate. *Atmospheric Environment*, 126, 235-249. <https://doi-org.ezproxy2.utwente.nl/10.1016/j.atmosenv.2015.11.059>
- Brady, W. (2016). Territorial development, planning reform and urban governance: the caso of Ireland's second-tier cities. *EBSCOhost*, 24 (12), 2217-2240. 10.1080 / 09654313.2016.1248906
- Bravo, L. (2002). *Propuesta de modelo de gestión de ruido para el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador*. Universidad Austral de Chile.
- Bravo, L., Chávez, M., Puyana, V., y Naranjo, J. (2019). A cost-effective approach to the evaluation of traffic noise exposure in the city of Quito, Ecuador. *Science Direct*, 7(1), 128-137. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.12.006>
- Burgos, C., Parra, R. (2012). Determinación de la contaminación acústica en la zona centro de la ciudad de Ambato. *Ciencia América*, 36-43. <file:///C:/Users/HP/Downloads/7-1-63-1-10-20170612.pdf>
- Carnicer, J. (2008). *Módulo I: Contaminación Ambiental: Contaminación Atmosférica*. Escuela de Negocios.
- Calero, M., Calero, P., y Andrade M. (2017). Indicador ambiental-acústico en la calidad de vida urbana de Guayaquil. *Yachana revista científica*, 6 (3). <https://doi.org/10.1234/yach.v6i3.461>
- Campos, J. (2018). *Monitoreo y evaluación de la contaminación acústica para la elaboración de un plan de mitigación de la ciudad de Otavalo*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.
- Campo, J., Gil, M. y Davila, S. (2005). Effects of specific noise and music stimuli on stress and fear levels of laying hens of several breeds. *Applied Animal*

Behaviour Science, 91, 75–84.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.08.028>

Cañas, K. (2017). *Efectos de la contaminación acústica en la vía Durán-Tambo Km 4,5 cantón Durán-Ecuador*. Universidad de Guayaquil.

Chafla, D. (2016). *Evaluación de la huella de carbono de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en el cantón Guano*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Chang, T., Lin, H., Yang, W., Bao, B., y Chan, C. (2012). A modified nordic prediction model of road traffic noise in a Taiwanese city with significant motorcycle traffic. *Science of the Total Environmental*, 432, 375-381.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.016>.

Chaux, L., Acevedo, B. (2019). Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá. *Revista Científica*, 35 (2), 234-246. <https://doi.org/10.14483/23448350.13983>

Código Orgánico del Ambiente. (2017). Registro Oficial Suplemento, 983, de 12 de abril del 2017, 1-92. Asamblea Nacional de la República del Ecuador.

Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización. (2017). Registro Oficial Suplemento, 303, de 19 de octubre de 2017, 1-174. Asamblea Nacional de la República del Ecuador.

Constitución de la República del Ecuador (2008). Registro Oficial, 387, de 4 de noviembre de 2015, 60-74. Asamblea Nacional de la República del Ecuador.

De Alonso, A. (2003). Noise pollution and health. *Observatorio medioambiental*, 6, 73-95. <file:///C:/Users/HP/Downloads/22800-Texto%20del%20art%C3%ADculo-22819-1-10-20110607.PDF>

Debnath, A., y Kumar, P. (2018). Environmental traffic noise modelling of Dhanbad township área – A mathematical based approach. *Applied Acoustics*, 129, 161-172. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.07.023>

- Echeverri, C., y González, A. (2011). Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas. *Revista Ingenierías*, 10 (18), 1692-3324. file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-ProtocoloParaMedirLaEmisionDeRuidoGeneradoPorFuent-3696817.pdf
- Empresa Pública de Movilidad (EPM). (2019). Puntos críticos del cantón Ibarra.
- Environmental Systems Research Institute. (2019). How create fishnet works. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/data-management/how-create-fishnet-works.htm>
- Erazo, L. (2018). *Contaminación acústica causada por los medios de transporte, perjudica el Derecho Constitucional del Buen Vivir de los residentes de la zona de Santa Clara del Distrito Metropolitano de Quito del 2015*. Universidad Central del Ecuador.
- Espinosa, P. (2018). *Evaluación de la contaminación producida por el tráfico vehicular en la ciudad de Ibarra*. Universidad de las Américas.
- Eze, I., Foraster, M., Schaffner, E., Vienneau, D., Héritier, H., Pieren, R., Thiesse, L., Rudzki, F., Rothe, T., Pons, M., Bettschart, R., Schindler, C., Cajochen, C., Wunderli, J., Brink., M., Röösli, M., y Probst, N. (2018). Transportation noise exposure, noise annoyance and respiratory health in adults: A repeated-measures study. *Environment International*, 121, 741-750. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.006>
- Fernández, R., y Saquisilí, G. (2018). *Evaluación de los niveles de presión sonora en el área urbana del cantón Biblián, provincia del Cañar*. Universidad de Cuenca.
- Fiedler, P., y Zanin, P. (2015). Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs—Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, 51, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.09.014>
- Franco, J. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Revista EAN*, 72,193–204.

from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100013&lng=en&tlng=es

- Franco, M. (2005). Diagnóstico ambiental de ruido generado en el sector industrial y vehicular en la localidad de Kennedy y propuesta de mitigación o reducción de los niveles de presión sonora. *Ingeniería Ambiental y Sanitaria*, 48 (9), 800–809. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/466
- Fyhri, A., y Aasvang, G. (2010). Noise, sleep and poor health: Modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems. *Science of The Total Environment*, 408 (21), 4935-4942. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.06.057>
- Gallegos R., Aracelly S., Lang, B, Fernández, M., y Luján, M. (2006). Contaminación atmosférica por la fabricación de ladrillos y sus posibles efectos sobre la salud de los niños de zonas aledañas. *Acta Nova*, 3 (2), 192-210. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892006000100005&lng=es&tlng=es.
- Gangwar, K. Joshi, B. y Swami, A. (2006). Noise pollution status at four selected intersections in comercial areas of Bareilly Metropolitan City, U.P. *Himalayan Journal of Enviromment and Zoology*, 20 (10), 75-77.
- Gibson, J. (2015). Air pollution, climate change, and health. *The Lancet Oncology*, 16 (6), 269. [https://doi.org/10.1016/s1470-2045\(15\)70238-x](https://doi.org/10.1016/s1470-2045(15)70238-x)
- Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Ibarra.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del GAD de San Miguel de Ibarra.
- Gómez, M., Jaramillo, J., Ceballos, Y., Martínez, A., Velásquez, M., y Vásquez, E. (2012). Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos. *Revista CES Salud Pública*, 3 (2), 2145-9932. <C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-RuidoIndustrial-4163349.pdf>

- González, D., Cantillo, V., y García V. (2020). Factors influencing demand for public transport in Colombia. *Research in Transportation Business and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100514>
- González, E. (2012). *Contaminación Sonora y Derechos Humanos*. Serie Investigaciones: Derechos Humanos en las políticas públicas, 2.
- González, Y., Fernández, Y. (2014). Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52 (3), 402-410. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2232/223240764012>
- Guijarro, J., Terán, I., y Valdez, M. (2015). Determinación de la contaminación acústica de fuentes fijas y móviles en la vía a Samborondón en Ecuador. *Ambiente y Desarrollo*, 20 (38), 41-51. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.ayd20-38.dcaf>
- Gulliver, J., Morley, D., Vienneau, D., Fabbri, F., Bell, M., Goodman, P., Beevers, S., Dajnak, D., Kelly, F., y Fecht, D. (2015). Development of an open-source road traffic noise for exposure assessment. *Environmental Modelling & Software*, 74, 183-193.
- Hahad, O., Prochaska, J., Daiber, A., y Münzel, T. (2019). Environmental noise-induced effects on stress hormones, oxidative stress, and vascular dysfunction: Key factors in the relationship between cerebrocardiovascular and psychological disorders. *Hindawi*, 1 (13). <https://doi.org/10.1155/2019/4623109>
- Han, X., Huang, X., Liang, H., Ma, S., y Gong, J. (2018). Analysis of the relationships between environmental noise and urban morphology. *Environmental Pollution*, 233, 755-763. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.126>
- Hernández, A., y González, B. (2007). Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 53.

- Hunashal, R. y Patil, Y. (2012). Assessment of noise pollution índices in the city of Kolhapur, India. *Science Direct*, 37, 448-457. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.310>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Censo de población y vivienda 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2012). Clasificación nacional de actividades económicas (CIU REV. 4.0)
- Jamrah, A., Al-Omari, A., y Sharabi, R. (2006). Evaluation of traffic noise pollution in Amman, Jordan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 120, 499–525. <https://doi-org.ezproxy2.utwente.nl/10.1007/s10661-005-9077-5>
- Jarosińska, D., Héroux, M., Wilkhu, P., Creswick, J., Verbeek, J., Wothge, J., y Paunović, E. (2018). Development of the WHO environmental noise guidelines for the European Region: An introduction. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (4). <https://doi.org/10.3390/ijerph15040813>
- Jia, Y., Ma, H., y Kang, J. (2020). Characteristics and evaluation of urban soundscapes worthy of preservation. *Journal of Environmental Management*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109722>
- Kang, J., Aletta, F., Gjestland, T., Brown, L., Botteldooren, D., Schulte, B., Lercher, P., Van, I., Genuit, K., Fiebig, A., Bento, L., Maffei, L., y Lavia, L. (2016). Ten questions on the soundscapes of the built environment. *Building and Environment*, 108, 284-294. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.011>
- Keyel, A., Reed, S., Nuessly, K., Mejia, E., Barber, J., y Wittemyer, G. (2018). Modeling anthropogenic noise impacts on animals in natural areas. *Landscape and Urban Planning*, 180, 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.011>
- Lacasta, A., Penarada, A., Cantalapiedra, R., Auguet, C., Bures, S., y Urrestarazu, M. (2016). Acoustic evaluation of modular greenery noise barriers. *Urban*

Forestry & Urban Greening, 20, 172-179.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.010>

Lenzi, P., Frenzilli, G., Gesi, M., Ferrucci, M., Lazzeri, G., Fornai, F., y Nigro, M. (2003). DNA damage associated with ultrastructural alterations in rat myocardium after loud noise exposure. *Environ. Health Perspect*, 111, 467–471. <https://doi-org.proxy.lib.uwaterloo.ca/10.1289/ehp.5847>

Leon, E., Peltzer, P., Lorenzon, R., Lajmanovich, R. y Beltzer, A. (2019). Effect of traffic noise on *Scinax nasicus* advertisement call (Amphibia, Anura). *Iheringia. Série Zoologia*, 109.

Ley Orgánica de Salud. (2015). Registro Oficial Suplemento, 423, de 18 de diciembre de 2015, 1-46. Asamblea Nacional de la República del Ecuador.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. (2014). Registro Oficial Suplemento, 398, de 31 de diciembre del 2014, 1-66. Asamblea Nacional de la República del Ecuador.

Lionello, M., Aletta, F., y Kang, J. (2020). A systematic review of prediction models for the experience of urban soundscapes. *Applied Acoustics*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107479>

Li, B., Tao, S., Dawson, R., Cao, J., y Lam, K. (2002). A GIS based road traffic noise prediction model. *Applied acoustics*, 679-691.

Li, S., Zhao, X., Pu, J., Miao, P., Wang, Q., y Tan, K. (2020). Optimize and control territorial spatial functional areas to improve the ecological stability and total environment in karst areas of Southwest China. *Land Use Policy*, 100, 104940. [10.1016/j.landusepol.2020.104940](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104940)

Lobos, V. (2008). *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt*. Universidad Austral de Chile.

López, S. (2018). *Transporte, movilidad, desarrollo urbano y medio ambiente, una necesidad en la ciudad de Ibarra*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Lui, Y., Song, Y., y Arp, H. (2012). Examination of the relationship between urban form and urban eco-efficiency in china. *Habitat International*, 3636 (1), 171-177. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.08.001>
- Ma, J., Li, C., Kwan, M., Kou, L., y Chai, Y. (2020). Assessing personal noise exposure and its relationship with mental health in Beijing based on individuals' space-time behavior. *Environment International*, 139. <https://doi-org.ezproxy2.utwente.nl/10.1016/j.envint.2020.105737>
- Ma, K., Mak, C., y Wong, H. (2020). Effects of environmental sound quality on soundscape preference in a public urban space. *Applied Acoustics*, 171 (1), 107570. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107570>
- Ma, K., Wong, H., y Mak, C. (2018). A systematic review of human perceptual dimensions of sound: Meta-analysis of semantic differential method applications to indoor and outdoor sounds. *Building And Environment*, 133, 123-150. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.021>
- Manahan, S. (2001). Inorganic air pollutants. *Fundamentals of Enviromental Chemistry*.
- Mareddy, A. (2017). *Impacts on the noise environment* (págs. 297-315). Environmental Impact Assessment. Theory and Practice. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811139-0.00008-6>
- Martínez, E., y Díaz, Y. (2004). *Contaminación atmosférica*. Universidad de Castilla - La Mancha.
- Martínez, J., y Peters, J. (2015). Contaminación acústica y ruido. *Ecologistas en Acción*.
- Mehdi, M., Kim, M., Seong, J., y Arsalan, M. (2011). Spatio-temporal patterns of road traffic noise pollution in Karachi, Pakistan. *Environment International*, 37 (1), 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.08.003>
- Mehanna, Walaa., y Mehanna, Wesam. (2019). Urban renewal for traditional comercial streets at the historical centers of cities. *Alexandria Engineering Journal*, 58 (4), 1127-1143. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.09.015>

- Merchan, C., y Diaz, L. (2013). Noise pollution mapping approach and accuracy on landscape scales. *Science of The Total Environment*, 449, 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.063>
- Mier, F. (2017). *Optimización de mapas de ruido a través de sistemas de información geográfica. Caso de estudio: Centro Histórico de Quito*. Universidad de las Américas.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). 097-A Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Anexo 5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles de vibraciones. Registro Oficial No. 387.
- Mitra, S., Patnaik, P., y Kebbekus, B. (2018). *Environmental chemistry and Analysis*. CRC Press.
- Molina, M., y Molina, T. (2004). Megacities and atmospheric pollution. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 54 (6), 644-80. <http://search.proquest.com.proxy.lib.uwaterloo.ca/docview/214370288?accountid=14906>
- Moreira, A. (2018). Contaminación del aire en el medio ambiente por las emisiones de gases tóxicos de empresas industriales en Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 3 (7), 2550-682. [10.23857/pc.v3i7.553](https://doi.org/10.23857/pc.v3i7.553)
- Morillas, J., Gozalo, G., González, D., Moraga, P., y Vílchez, R. (2018). Noise pollution and urban planning. *Current Pollution Reports*, (4), 208–219. <https://doi-org.ezproxy2.utwente.nl/10.1007/s40726-018-0095-7>
- Morley, E., Jones, G. y Radford, A. (2013). The importance of invertebrates when considering the impacts of anthropogenic noise. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 281. [10.1098 / rspb.2013.2683](https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2683)
- Moscoso, C. (2019). *Estimación de contaminación atmosférica PM2.5 basado en la intensidad de tráfico en la ciudad de Quito*. Universidad de las Américas.

- Moura de Sousa, C., y Alves, M. (2002). Urban noise in the city of Sao Paulo, Brazil: An important problem of public health. *Noise Health*, 4, 57-63. <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2002/4/16/57/31827>
- Mueller, W., Steinle, S., Parkka, J., Parmes, E., Liedes, H., Kuijpers, E., Pronk, A., Sarigiannis, D., Karakitsios, S., Chapizanis, D., Maggos, T., Stamatelopoulou, A., Wilkinson, P., Milner, J., Vardoulakis, S., y Loh, M. (2020). Urban greenspace and the indoor environment: Pathways to health via indoor particulate matter, noise, and road noise annoyance. *Environmental Research*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108850>
- Muralikrishna, I., y Manickam, V. (2017). *Noise pollution and its control. Environmental Management*. (págs. 399-429). Science and Engineering for Industry. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00015-4>
- Muscart, E. (2000). El ruido nos manta en silencio. Análisis de geografía de la Universidad Complutense, 20, 149-161.
- Ordenanza para la Protección de la Calidad Ambiental en lo Relativo a la Contaminación por Ruido Generadas por Fuentes Fijas y Móviles del Cantón Ibarra. (2000). Registro Oficial, 020, de 26 de julio de 2001, 1-15. Ilustre Municipio de San Miguel de Ibarra.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization. *Regional Office for Europe*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326424>
- Organización Mundial de la Salud. (2016). Contaminación del aire ambiental: una evaluación global de la exposición y la carga de morbilidad. Ginebra, Suiza. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141>
- Orozco, M., y González, A. (2015). La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades. *Ingeniería*, 19 (2), 129-136. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467/46750925006>

- Ow, L., y Ghosh, S. (2017). Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics*, 120, 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.01.007>
- Pacheco, J., Franco, J., y Behrentz, E. (2009). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio Piloto. *Revista de Ingeniería*, 72-80.
- Palacios, E., y Espinoza, C. (2014). Contaminación del aire exterior. Cuenca – Ecuador, 2009 – 2013. Posibles efectos en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 32 (4). [file:///C:/Users/HP/Downloads/883-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2784-1-10-20161027%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/883-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2784-1-10-20161027%20(2).pdf)
- Paiva, K., Alves, M., y Trombetta, P. (2020). Exposure to road traffic noise: Annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. *Science of the Total Environment*, 650 (1), 978-986. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.041>
- Paunović, K., Belojević, G., y Jakovljević, B. (2014). Noise annoyance is related to the presence of urban public transport. *Science of the Total Environment*, 481, 479-487. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.092>
- Pérez, G., Coma, J., y Cabeza, L. (2018). Vertical Greening Systems for Acoustic Insulation and Noise Reduction. *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*, 3 (7), 157-165. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00015-X>
- Peña, S. (2018). Impacto de la contaminación atmosférica en dos principales ciudades del Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 10 (2), 289-293. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000200289&lng=es&tlng=es.
- Plan nacional toda una vida 2017-2021. (2017). Resolución N° CNP-003-2017, de 22 de septiembre de 2017, 64-66. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

- Platzer, U., Iñiguez, R., Cevo, J., y Ayala, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 67 (2), 122-128. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2002). *Perspectivas del medio ambiente mundial 2002 GEO-3*. Earthscan Publications Ltd.
- Pramendra, D., y Singh, V. (2011). Environmental noise pollution monitoring and impacts on human health in Dehradun City, Uttarakhand, India. *Civil and Environmental Research*, 1 (1), 2224-5790.
- Ponce, H. (2007). La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12 (1), 113-130. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=292/29212108>
- Posso, M. (2011). *Proyectos, Tesis y Marco Lógico: Planes e informes de investigación*. Universidad de las Américas.
- Puente, M. (2001). Higiene y seguridad en el trabajo con aplicaciones a la industria textil (págs. 260-279).
- Purser, J. y Radford, A. (2011). Acoustic noise induces attention shifts and reduces foraging performance in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *PLoS ONE*, 6, 1–8.
- Quadrelli, E., Geangu, E., y Turati, C. (2019). Human action sounds elicit sensorimotor activation early in life. *Cortex*, 117, 323-335. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.05.009>
- Querol, X. (2018). *La calidad del aire en las ciudades. Un reto mundial* (págs. 13-15). Fundación Gas Natural Fenosa.
- Quintero, J. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*. (36), 311-343. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1942/194224431015>

- Ramírez, H., Andrade, M., Bejarán, R., García, M., Wallo, A., Pompa, A. y De la Torre, O. (2009). The spatial-temporal distribution of the atmospheric polluting agents during the period 2000-2005 in the urban area of Guadalajara, Jalisco, México. *Journal of Hazardous Materials*, 165 (3), 1128-1141. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.10.127>
- Renterghem, T., Hornikx, M., Forssen, J., y Botteldooren, D. (2013). The potential of building envelope greening to achieve quietness. *Building and Environment*, 61, 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.12.001>
- Renterghem, T., Dekoninck, L., y Botteldooren, D. (2020). Multi-stage sound planning methodology for urban redevelopment. *Sustainable Cities and Society*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102362>
- Reyes, H. (2011). *Estudio y Plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en la zona urbana de la Ciudad de Puyo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Romero, J. (2019). *La predisposición al pago por la contaminación del aire generada por el transporte urbano en Ambato*. Universidad Técnica de Ambato.
- Salazar, L. (2009). *Análisis y medición de contaminación acústica en sectores de alta densidad vehicular en la ciudad de Quito*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Saquisilí, C. (2015). *Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues*. Universidad de Cuenca.
- Segués, E. (2008). *Estrategia de elaboración de un mapa de ruido* (págs. 45-54). Centros de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX).
- Seidman, M., y Standring, R. (2010). Noise and quality of life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, (7), 3730–3738. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103730>

- Singh, N., y Davar, S. (2017). Noise pollution-sources, effects and control. *Human Ecology Journal*, 16 (3) 181-187. <https://doi.org/10.1080/09709274.2004.11905735>
- Sordello, R., Flamerie, F., Livireil, B., y Vanpeene, S. (2019). Evidence of the environmental impact of noise pollution on biodiversity: a sistematic map protocol. *Environmental Evidence*, 8 (1), 8-7. <http://dx.doi.org.proxy.lib.uwaterloo.ca/10.1186/s13750-019-0146-6>
- Summers, P., Cunnington, G., y Fahrig, L. (2011). Are the negative effects of roads on breeding birds caused by traffic noise?. *Journal of Applied Ecology* 48, 1527–1534. <https://doi-org.proxy.lib.uwaterloo.ca/10.1111/j.1365-2664.2011.02041.x>
- Valencia, V., Hertel, O., Ketznel, M., y Levin, G. (2020). Modeling urban background air pollution in Quito, Ecuador. *Atmospheric Pollution Research*, 11 (4), 646-666. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.12.014>
- Wang, J., Wu, Q., Liu, J., Yang, H., Yin, M., Chen, S., Guo, P., Ren, J., Luo, X., Linghu, W., y Huang, P. (2019). Vehicle emission and atmospheric pollution in China: problems, progress, and prospects. *Eviromental Science*, 7. <https://doi.org/10.7717/peerj.6932>
- Wolfgnaff, B. (2002). The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Gale Academic OneFile*, 4 (16). <https://link-gale-com.proxy.lib.uwaterloo.ca/apps/doc/A164798055/AONE?u=uniwater&sid=AONE&xid=ed2217e8>
- Wong, C., Chau, W., y Wong, L. (2002). Enviromental noise an community in Hong Kong. *Gale Academic OneFile*. 4 (16). <https://link-gale-com.proxy.lib.uwaterloo.ca/apps/doc/A164798061/AONE?u=uniwater&sid=AONE&xid=a671016e>
- Yang, W., Jeon, J. (2020). Desing strategies and elements of building envelope for urban acoustic enironment. *Building and Environment*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107121>

- Yepes, D., Gómez, M., Sánchez, L., y Jaramillo, A. (2009). Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano – Caso Medellín. *Dyna*, 76 (158), 29-40
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496/49612069004>
- Zambrano, M. y Ruano, M. (2019). Does environmental noise affect housing rental prices in developing countries? Evidence from Ecuador. *Land Use Policy*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104059>
- Zhang, C., Wang, X., Li, J., y Hua, T. (2020). Identifying the effect of climate change on desertification in northern China via trend analysis of potential evapotranspiration and precipitation. *Ecological Indicators*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106141>

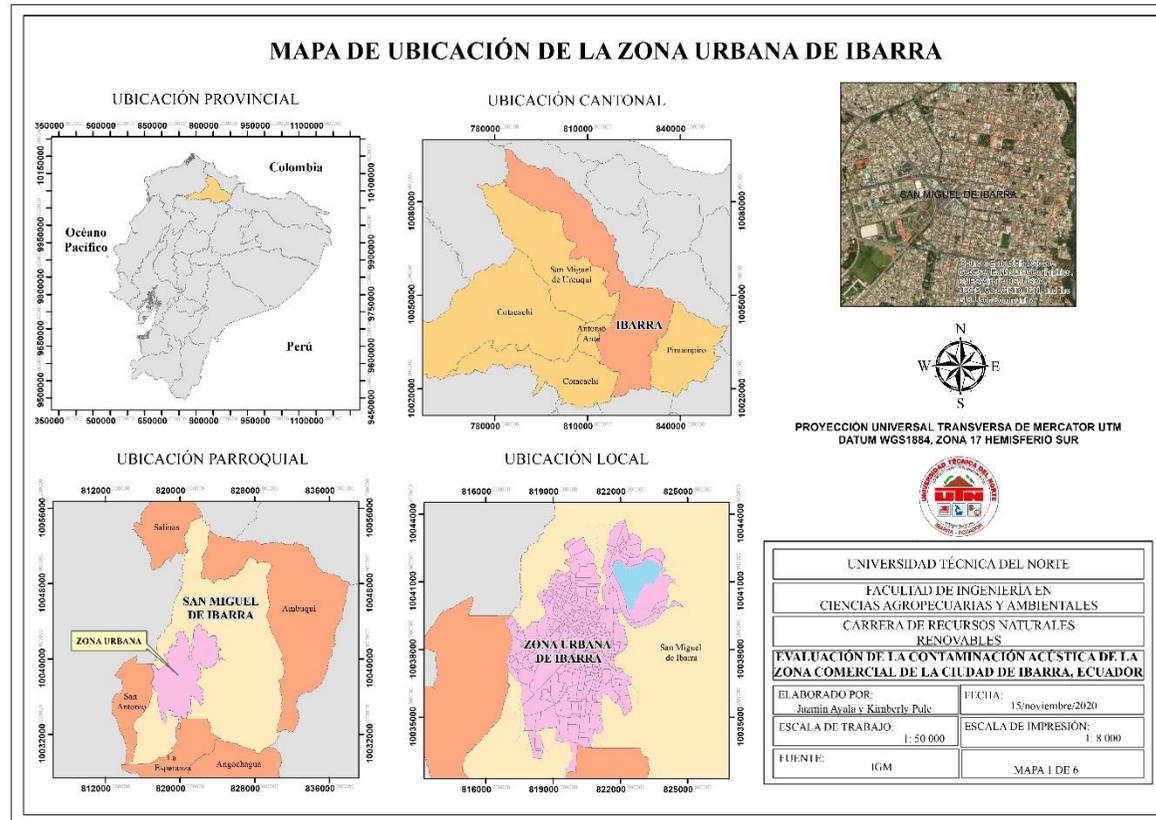
ANEXOS

ANEXO 1

MAPAS

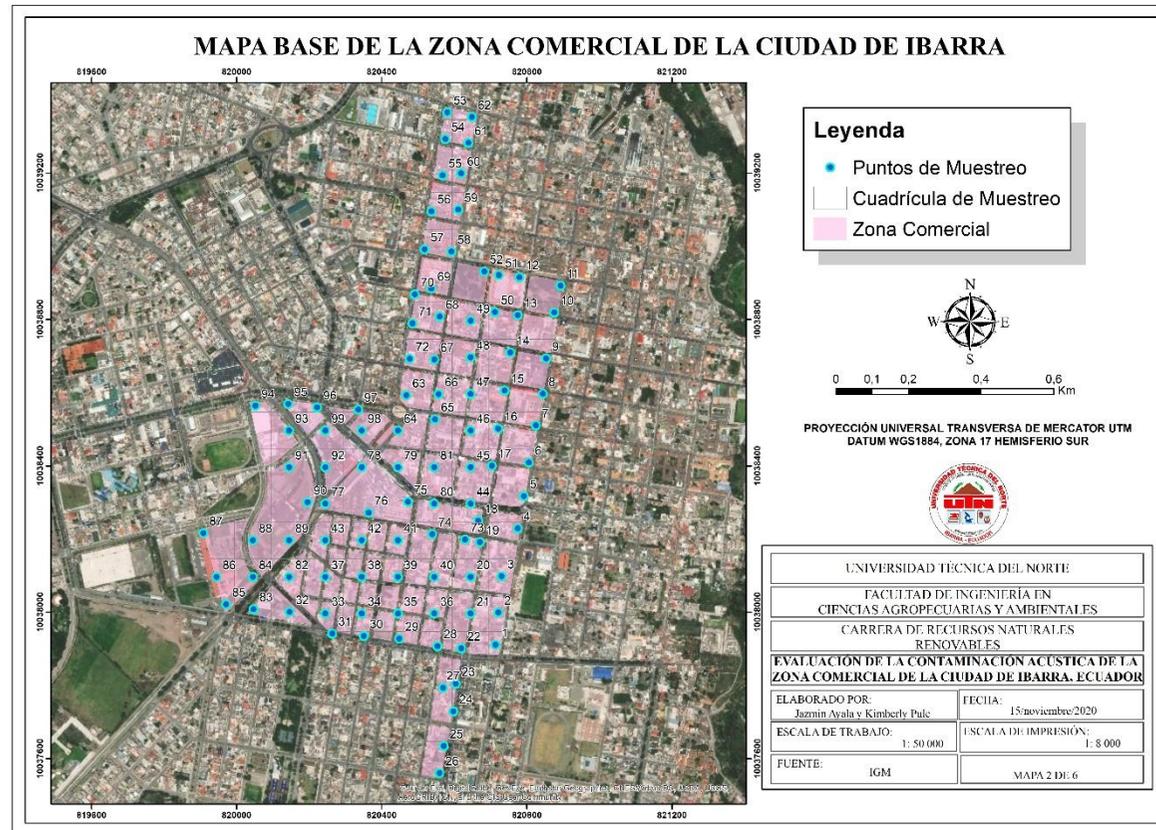
Anexo 1.1

Mapa de ubicación de la zona urbana del cantón Ibarra



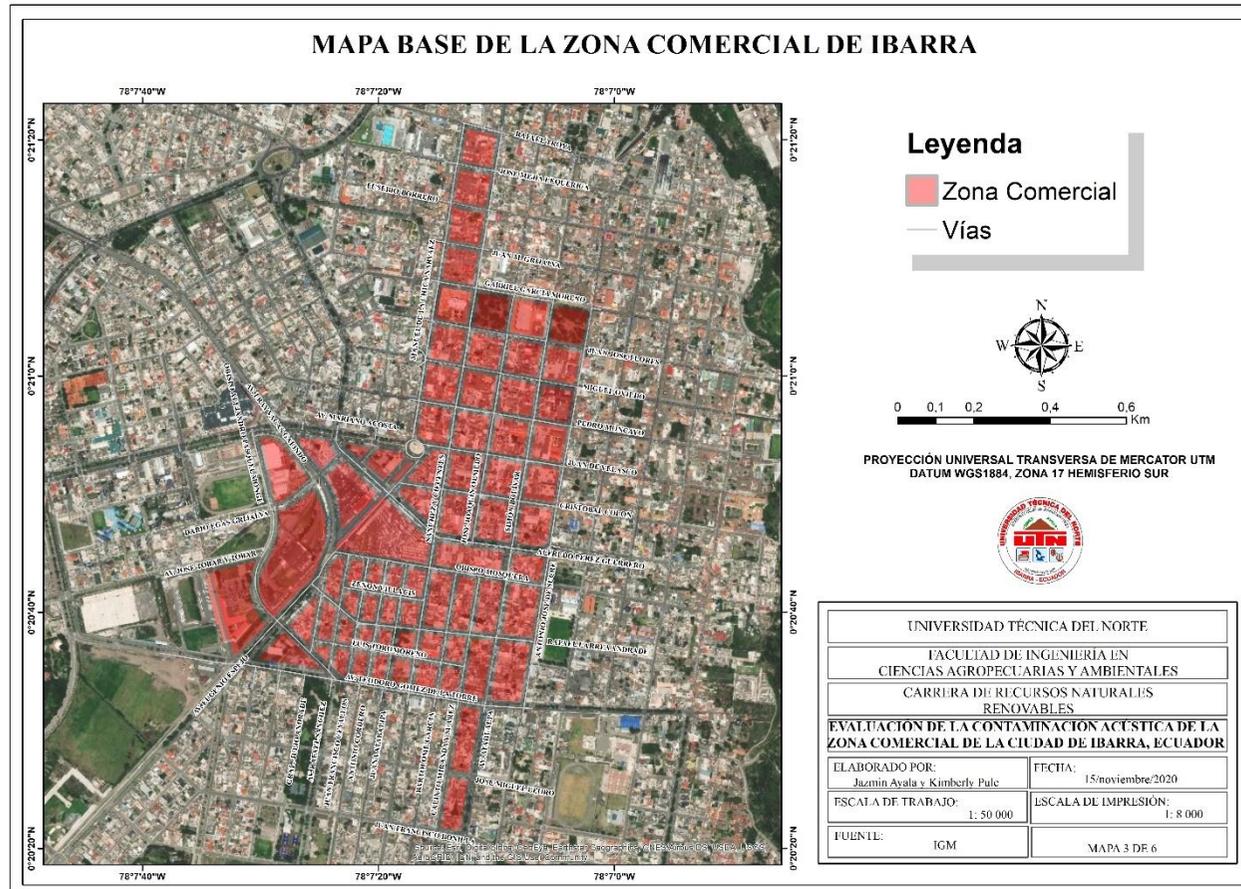
Anexo 1.2

Mapa de ubicación de puntos de muestreo



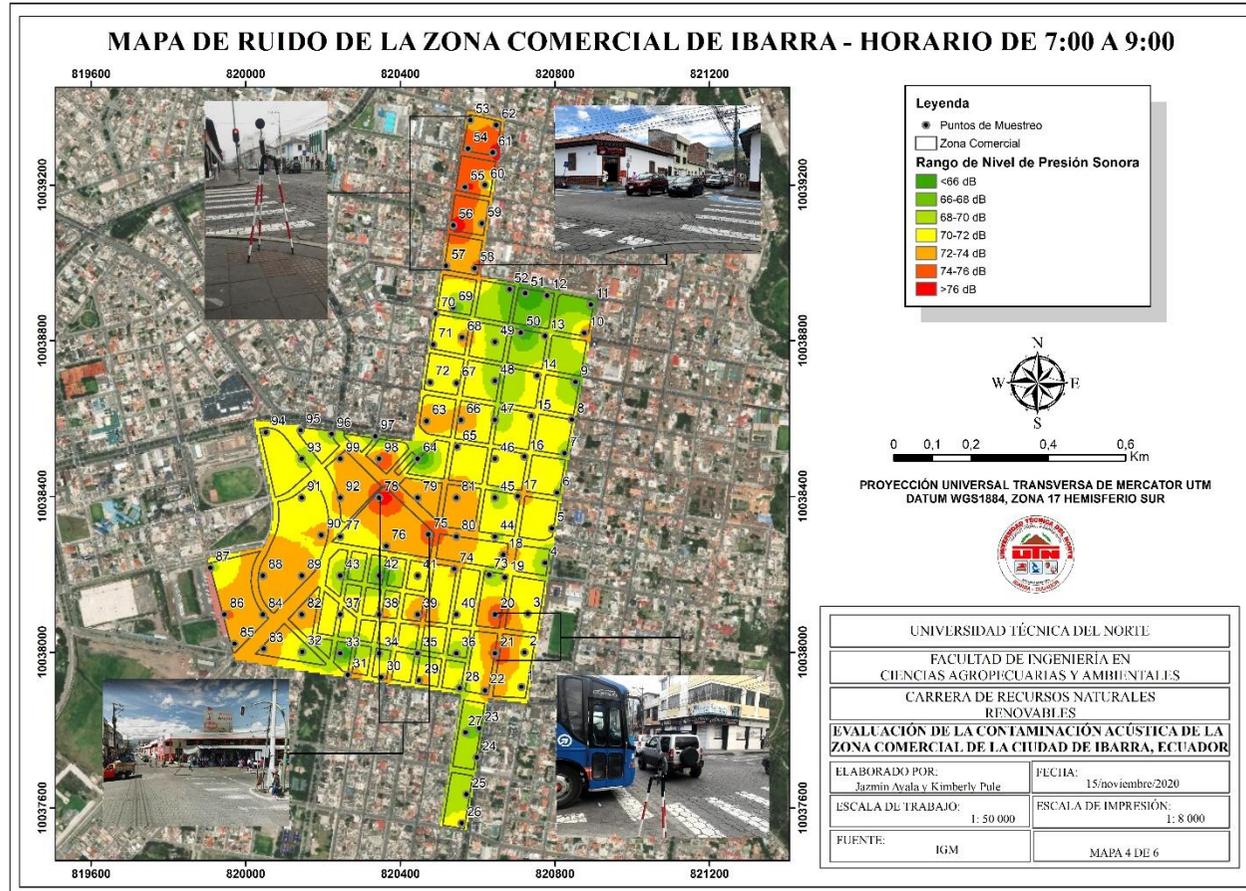
Anexo 1.3

Mapa de ubicación de la zona comercial de Ibarra



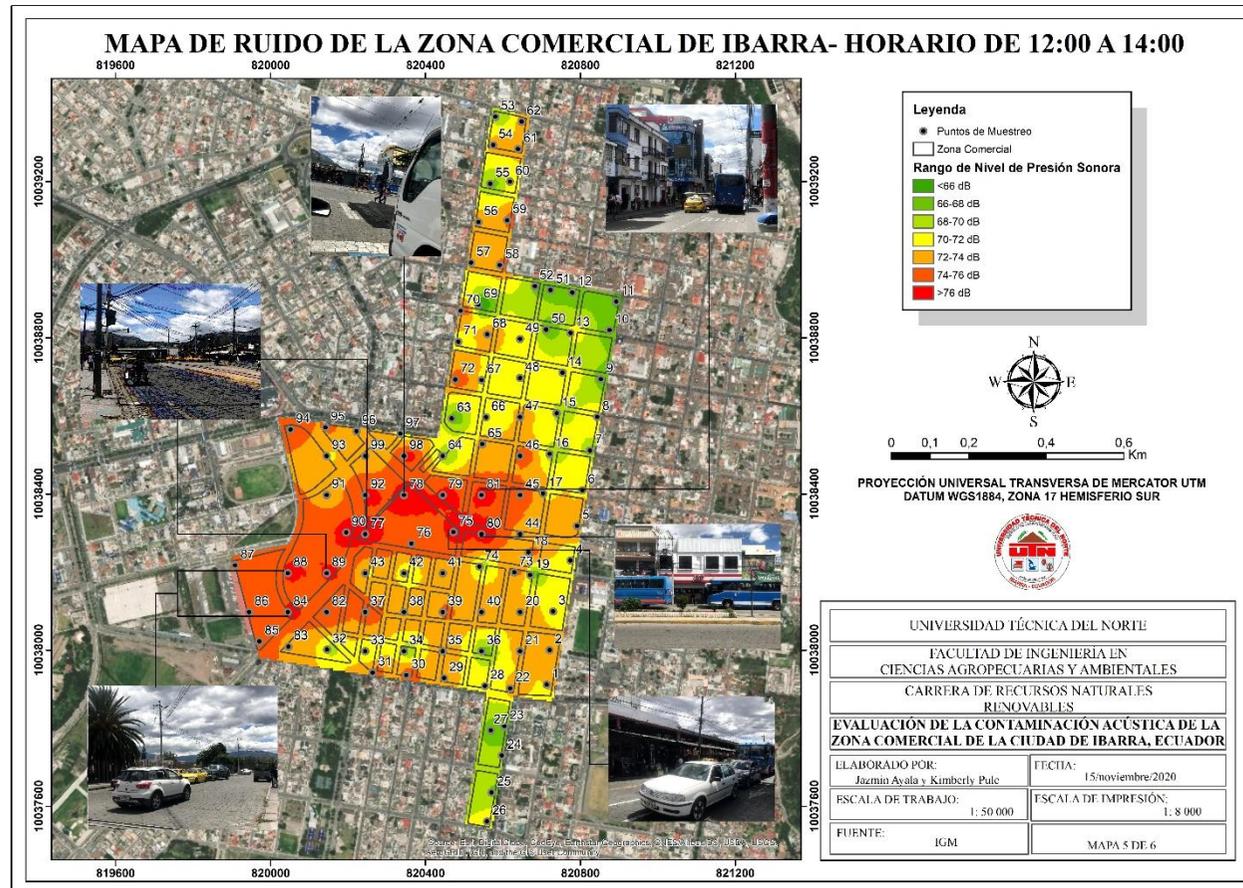
Anexo 1.4

Mapa de ruido en el horario de 7:00 a 9:00



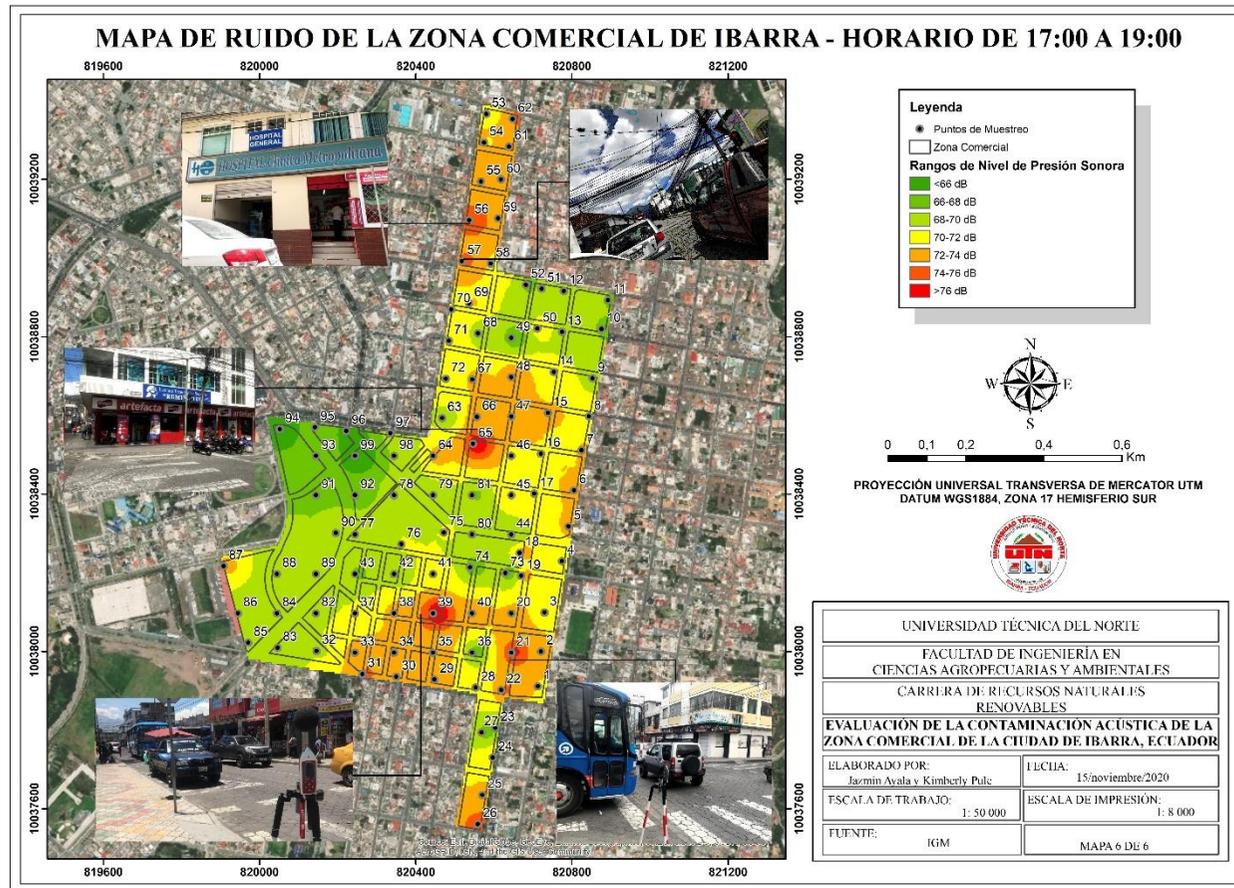
Anexo 1.5

Mapa de ruido en el horario de 12:00 a 14:00



Anexo 1.6

Mapa de ruido en el horario de 17:00 a 19:00



ANEXO 2
TABLAS

Anexo 2.1

Formato de hoja de campo

Punto	N°	Hora	LAeq	N°	Hora	LAeq	N°	Hora	LAeq	Referencia	Obs.

Anexo 2.2

Clasificación de actividades económicas

CÓDIGO CIU	ACTIVIDAD ECONÓMICA	N° NEGOCIOS
N82	Actividades administrativas y de apoyo de oficina y otras actividades de apoyo a las empresas	2
R90	Actividades creativas, artísticas y de entretenimiento	2
N79	Actividades de agencias de viajes, operadores turísticos, servicios de reservas y actividades conexas	12
I55	Actividades de alojamiento	60
N77	Actividades de alquiler y arrendamiento	5
M71	Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	4
Q88	Actividades de asistencia social sin alojamiento	1
Q86	Actividades de atención de la salud humana	50
Q87	Actividades de atención en instituciones	1
R92	Actividades de juego de azar y de apuestas	8
M70	Actividades de oficinas principales; actividades de consultoría de gestión	8
J60	Actividades de programación y transmisión	7
J58	Actividades de publicación	1
N80	Actividades de seguridad e investigación	4
N81	Actividades de servicio a edificios y paisajismo	3
J63	Actividades de servicios de información	5

K64	Actividades de servicios financieros, excepto las de seguros y fondos de pensiones	36
R93	Actividades deportivas de esparcimiento y recreativas	28
F43	Actividades especializadas de la construcción	7
L68	Actividades inmobiliarias	19
M69	Actividades jurídicas y de contabilidad	13
H53	Actividades postales y de mensajería	6
M75	Actividades veterinarias	8
A01	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas	2
H52	Almacenamiento y actividades de apoyo al transporte	4
G46	Comercio al por mayor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas	208
G47	Comercio al por menor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas	1322
G45	Comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas	185
F41	Construcción de edificios	18
C10	Elaboración de productos alimenticios	22
P85	Enseñanza	23
C24	Fabricación de metales comunes	5
C31	Fabricación de muebles	15
C23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	15
C14	Fabricación de prendas de vestir	40
C25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	39
C13	Fabricación de productos textiles	6
C20	Fabricación de sustancias y productos químicos	4
C29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	3
C18	Impresión y reproducción de grabaciones	20
S96	Otras actividades de servicios personales	134
M74	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	18

C32	Otras industrias manufactureras	3
C16	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales transables	5
M73	Publicidad y estudios de mercado	14
E38	Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales	1
S95	Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos	33
C33	Reparación e instalación de maquinaria y equipo	7
K65	Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto los planes de seguridad social de afiliación obligatoria	5
I56	Servicio de alimento y bebida	544
D35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	2
J61	Telecomunicaciones	73
H49	Transporte por vía terrestre y por tuberías	393
TOTAL		3453

Anexo 2.3

Detalle LAeq de cada punto de muestreo en los diferentes horarios

PUNTO	COORDENADAS UTM		Laeq HORARIO 7:00 A 9:00	LAEq HORARIO 12:00 A 14:00	LAEq HORARIO 17:00 A 19:00	UBICACIÓN/CALLES
	X	Y				
1	820726	10037912	70.7	72.1	71.9	Antonio José de Sucre y Av. Teodoro Gómez de la Torre
2	820734	10038000	71.1	73.1	72.3	Antonio José de Sucre y Rosalía Rosales de Fierro
3	820743	10038099	70.7	71.1	70.4	Antonio José de Sucre y Rafael Larrea Andrade
4	820787	10038230	67.7	70.4	70.8	Antonio José de Sucre y Obispo Mosquera
5	820804	10038318	70.9	73.1	72.7	Antonio José de Sucre y Av. Pérez Guerrero
6	820818	10038410	69.7	72	72.8	Antonio José de Sucre y Cristóbal Colón
7	820838	10038511	69.5	69.3	72.1	Antonio José de Sucre y Juan de Velasco
8	820857	10038598	70.9	71.2	71.2	Antonio José de Sucre y Pedro Moncayo
9	820866	10038694	66.7	66.7	68.7	Antonio José de Sucre y Miguel Oviedo
10	820888	10038820	73.8	66.6	67.5	Antonio José de Sucre y Juan José Flores
11	820905	10038893	64.9	65.4	67.8	Antonio José de Sucre y Gabriel García Moreno
12	820792	10038916	66.8	66.9	69.9	Simón Bolívar y Gabriel García Moreno
13	820788	10038813	70.1	71	68.7	Juan José Flores y Simón Bolívar
14	820767	10038711	71.7	71.5	70.5	Simón Bolívar y Miguel Oviedo
15	820752	10038607	71.6	69.5	72.3	Simón Bolívar y Pedro Moncayo
16	820733	10038503	71.1	68.6	71.4	Simón Bolívar y Juan de Velasco
17	820716	10038401	73	71.6	71.7	Simón Bolívar y Cristóbal Colón
18	820679	10038251	74.1	74.4	72.9	Simón Bolívar y Av. Pérez Guerrero
19	820683	10038193	70.2	67	72.6	Simón Bolívar y Obispo Mosquera

20	820657	10038097	76.3	73.4	72.8	Simón Bolívar y Rafael Larrea Andrade
21	820657	10037997	75.9	73.1	76.3	Simón Bolívar entre Rafael Larrea Andrade y Av. Teodoro Gómez de la Torre
22	820632	10037902	74	73.7	74.3	Simón Bolívar y Av. Teodoro Gómez de la Torre
23	820616	10037806	67.1	66.2	67.7	Av. Atahualpa y Av. Teodoro Gómez de la Torre
24	820610	10037730	70.3	68.3	72.6	Av. Atahualpa y José Miguel Leoro
25	820584	10037635	68.5	67.7	72.1	José Miguel Leoro y Av. Atahualpa
26	820572	10037561	70.7	71.1	75.2	Av. Atahualpa y Juan Francisco Bonilla
27	820581	10037795	67.7	67.1	67.3	Calixto Miranda y Av. Teodoro Gómez de la Torre
28	820566	10037908	69.6	70.2	70.8	Av. Teodoro Gómez de la Torre y Calixto Miranda
29	820461	10037929	72.3	72.6	72.8	Av. Teodoro Gómez de la Torre y Sánchez y Cifuentes
30	820363	10037936	72.3	75.3	72.2	Av. Teodoro Gómez de la Torre y Juana Atabalipa
31	820276	10037943	73.2	74.5	74.3	Av. Teodoro Gómez de la Torre y Juan Francisco Cevallos
32	820159	10038002	69.1	69.4	69.8	Av. Teodoro Gómez de la Torre y Gral. Julio Andrade
33	820257	10037997	65	70.3	73.2	Av. Rafael Sánchez y Luis Toro Moreno
34	820357	10037997	69.5	68.8	72	Antonio Cordero y Luis Toro Moreno
35	820457	10037997	68.1	72.8	72.6	Sánchez y Cifuentes y Luis Toro Moreno
36	820557	10037997	68.3	67.5	66.9	Bartolomé García y Luis Toro Moreno
37	820257	10038097	72	75.6	70.3	Av. Rafael Sánchez y Rafael Larrea
38	820357	10038097	72.4	72.8	72.9	Antonio Cordero y Rafael Larrea
39	820457	10038097	74.2	74.5	78.4	Sánchez y Cifuentes y Rafael Larrea
40	820557	10038097	70.9	73.7	73.1	Bartolomé García y Rafael Larrea
41	820457	10038197	71.4	73.7	71.2	Sánchez y Cifuentes y Zenón Villacis
42	820357	10038197	65.2	70.1	68.3	Antonio Cordero y Zenón Villacis
43	820257	10038197	67.6	71.8	67.7	Av. Rafael Sánchez y Zenón Villacis

44	820657	10038297	69.7	73.7	68	Av. Pérez Guerrero entre Simón Bolívar y José Joaquín de Olmedo
45	820657	10038397	68.5	74.8	71.9	José Joaquín Olmedo y Cristóbal Colón
46	820657	10038497	70.6	75.1	71.3	José Joaquín Olmedo y Juan de Velasco
47	820657	10038597	69	72.5	73.4	José Joaquín Olmedo y Pedro Moncayo
48	820657	10038697	67.8	70.4	74	José Joaquín Olmedo y Miguel Oviedo
49	820657	10038797	69.2	71.7	66.3	José Joaquín Olmedo y Juan José Flores
50	820724	10038821	64.9	66.6	71.2	José Joaquín Olmedo y Juan José Flores
51	820736	10038922	62.8	67.8	69	José Joaquín Olmedo y Gabriel García Moreno
52	820695	10038932	66.3	67.3	67.3	José Joaquín Olmedo y Gabriel García Moreno
53	820594	10039367	73.6	68.8	71	Manuel de la Chica Narváez y Rafael Troya
54	820588	10039294	74.5	72.6	71.9	Manuel de la Chica Narváez y José Mejía Lequerica
55	820580	10039195	76.2	67.6	72.6	Manuel de la Chica Narváez y Eusebio Borrero
56	820550	10039096	76.7	72.4	75.2	Manuel de la Chica Narváez y Juan M. Grijalva
57	820531	10038993	73	72.4	74.4	Manuel de la Chica Narváez y Gabriel García Moreno
58	820605	10038986	74.8	74.8	71.7	Sánchez y Cifuentes y Gabriel García Moreno
59	820624	10039101	72.2	74.9	73.5	Sánchez y Cifuentes y Juan M. Grijalva
60	820631	10039200	71.3	71.2	72.8	Sánchez y Cifuentes y Eusebio Borrero
61	820652	10039284	77.1	73.1	73.7	Sánchez y Cifuentes y José Mejía Lequerica
62	820661	10039354	73.7	73.1	74.4	Sánchez y Cifuentes y Rafael Troya
63	820481	10038594	73.8	67	68.4	Manuel de la Chica Narváez y Juan de Velasco
64	820457	10038497	64.7	68.4	72.8	Manuel de la Chica Narváez y Cristóbal Colón
65	820559	10038528	71.6	72.4	78	Sánchez y Cifuentes y Juan de Velasco
66	820569	10038597	73.4	71.7	72.7	Sánchez y Cifuentes y Juan de Velasco
67	820558	10038692	71.2	71.5	72.4	Sánchez y Cifuentes y Pedro Moncayo

68	820572	10038809	73.2	73.6	68.1	Sánchez y Cifuentes y Miguel Oviedo
69	820549	10038885	67.4	64	72.1	Juan José Flores y Manuel de la Chica Narváez
70	820504	10038870	71.9	74.8	72	Manuel de la Chica Narváez y Juan José Flores
71	820497	10038790	71.6	71.8	71	Manuel de la Chica Narváez y Miguel Oviedo
72	820490	10038694	71.2	75.1	71.6	Manuel de la Chica Narváez y Pedro Moncayo
73	820642	10038199	67.9	74.3	66.7	Calixto Miranda y Suárez y Obispo Mosquera
74	820552	10038214	72	69.4	66.8	Bartolomé García y Obispo Mosquera
75	820485	10038303	72.4	77.1	70.3	Sánchez y Cifuentes y Alfredo Pérez Guerrero
76	820376	10038273	68.4	75.6	70.2	Antonio Cordero y Obispo Mosquera
77	820257	10038297	70.7	76.8	68.6	Av. Eugenio Espejo y Obispo Mosquera
78	820357	10038397	68	77.2	69.4	Av. Eugenio Espejo y Alfredo Pérez Guerrero
79	820457	10038397	73.9	76.6	69.1	Alfredo Pérez Guerrero y Av. Eugenio Espejo
80	820557	10038297	73.8	77.4	68.3	Sánchez y Cifuentes y Alfredo Pérez Guerrero
81	820557	10038397	74	76.7	67.7	Sánchez y Cifuentes y Cristóbal Colón
82	820157	10038097	73.3	75.7	69.8	Av. Eugenio Espejo y Rafael Larrea Andrade
83	820059	10038009	72.4	72.4	69.2	Av. Eugenio Espejo y Av. Teodoro Gómez de la Torre
84	820057	10038097	73.9	76.5	68.9	Av. Eugenio Espejo y Obispo Alejandro Pasquel Monge
85	819984	10038022	73.6	75.7	69.2	Av. Eugenio Espejo y Av. Teodoro Gómez de la Torre
86	819957	10038097	73.1	75.1	68.7	Dentro del Terminal Terrestre
87	819921	10038217	69.9	75.2	72.4	Dentro del Terminal Terrestre
88	820057	10038197	73.7	76.2	68.1	Obispo Alejandro Pasquel Monge y Av. José Tobar y Tobar
89	820157	10038197	73.3	76.3	68.6	Av. Eugenio Espejo y Rafael Larrea Andrade
90	820208	10038302	72.7	77.1	69.2	Av. Fray Vacas Galindo y Obispo Mosquera
91	820157	10038397	70	73.1	68	Darío Egas Grijalva y Av. Fray Vacas Galindo
92	820257	10038397	72.6	76.4	67.6	Av. Fray Vacas Galindo y Av. Eugenio Espejo

93	820157	10038497	69.5	71.8	67.3	Av. Fray Vacas Galindo y Darío Egas Grijalva
94	820065	10038565	71.3	74.6	64.7	Obispo Alejandro Pasquel Monge y Av. Mariano Acosta
95	820154	10038570	70	74.2	67.8	Av. Fray Vacas Galindo y Av. Mariano Acosta
96	820235	10038561	68.5	72.3	64.7	Av. Mariano Acosta y Alfredo Pérez Guerrero
97	820348	10038555	65.9	70.9	69.2	Luis Cabezas Borja y Av. Mariano Acosta
98	820357	10038497	67.6	76.6	68.3	Av. Eugenio Espejo y Alfredo Pérez Guerrero
99	820257	10038497	73.5	72.4	62.8	Alfredo Pérez Guerrero y Darío Egas Grijalva

Anexo 2.4

Lista de especies arbustivas para barreras vegetales acústicas

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PRECIO ESTIMADO
1	<i>Callistemon citrinus</i>	Cepillo rojo	Plantas con 1 metro de altura \$25
2	<i>Cestrum nocturnum</i>	Caballero de la noche	
3	<i>Eugenia myrtifolia</i>	Eugenia	
4	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Lechero rojo	
5	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda	
6	<i>Nerium oleander</i>	Laurel Ornamental o Adelfa	
7	<i>Schinus molle</i>	Molle	

ANEXO 3 INFORME

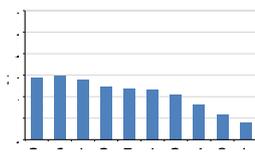
Anexo 3.1

Informe sonómetro



Informe de Octava

Nombre	27	Persona		Lugar		Proyecto	
Tiempo	3/3/2020 07:13:31						
Duración	00:10:08						
Instrumento	G068418, CR:162C						
Calibración							
Antes	3/3/2020 07:03	Offset	-1.38 dB	Después	3/3/2020 11:51	Offset	-0.87 dB



Frecuencia (Hz)	31,5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	16 000
Nivel (dB)	77.2	79.2	75.4	69.6	67.8	66.6	62.0	52.7	43.5	35.5
"A"	-39.4	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0.0	1.2	1.0	-1.1	-6.6
LP(A)	37.8	53.0	59.3	61.0	64.6	66.6	63.2	53.7	42.4	28.9
Banda más alta	63Hz	79.2 dB								
Nivel sonoro (Laeq)	70.7 dB									

ANEXO 4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Anexo 4.1

Sonómetro y calibrador



Anexo 4.2

Calibración previo monitoreo



Anexo 4.3

Monitoreo zona comercial

