



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA EN LA
CIUDADELA FAE – GUAYAQUIL
TRABAJO NO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA
ALCIVAR VEGA CARELYS MADELEY

TUTOR
ING. JUSSEN FACUY DELGADO

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **JUSSEN FACUY DELGADO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA EN LA CIUADAELA FAE – GUAYAQUIL**, realizado por la estudiante **ALCÍVAR VEGA CARELYS MADELEY**; con cédula de identidad **N° 1316929130** de la carrera **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Jussen Facuy Delgado, MS.c

Guayaquil, 27 de abril de 2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA EN LA CIUDADELA FAE – GUAYAQUIL”**, realizado por la estudiante **ALCÍVAR VEGA CARELYS MADELEY**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Jorge Coronel Quevedo
PRESIDENTE

Ing. Carlos Ortega Ordoñez
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Tomás Hernández Paredes
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 28 de marzo de 2023

Dedicatoria

Esta dedicatoria se la merece principalmente mi abuela por darme las fuerzas que necesitaba para continuar.

Mis padres que creyeron en mí y nunca me abandonaron durante el proceso.

Mis hermanos que iluminan mi vida inspirándome en ser mejor persona día a día.

Mi mejor amiga Cindy Vélez por su apoyo moral en todo momento para poder continuar con mis metas.

Agradecimiento

Sin Dios nada es posible, gracias a él tuve lo necesario para terminar este capítulo en mi vida.

Mis padres que fueron los pilares fundamentales apoyándome en cada paso que doy.

Gracias a la motivación de mi amiga Génesis Valenzuela que me alentaba para no rendirme.

Grandes amistades que forme a lo largo de la carrera lo cual les quedo eternamente agradecida por ayudarme siempre que lo necesitaba, Fernando Palacios, Carolay Guzmán y Alejandra Martínez, no me imagino este momento sin ustedes.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **ALCÍVAR VEGA CARELYS MADELEY**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA EN LA CIUDADELA FAE – GUAYAQUIL”**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

ALCÍVAR VEGA CARELYS MADELEY

C.I. 1316929130

Guayaquil, 28 de abril de 2023

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de autoría intelectual	6
Índice general.....	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	13
Resumen.....	15
Abstract	16
1. Introducción	17
1.1 Antecedentes del problema.....	17
1.2 Planteamiento y formulación del problema	18
1.2.1 Planteamiento del problema.	18
1.2.2 Formulación del problema.....	20
1.3 Justificación de la investigación	20
1.4 Delimitación de la investigación	20
1.5 Objetivo general	21
1.6 Objetivos específicos	21
1.7 Hipótesis	21
2. Marco teórico.....	22
2.1 Estado del arte	22
2.2 Bases teóricas.....	24

2.2.1 Ruido.....	24
2.2.3 Tipo de ruido.....	25
2.2.3.1. <i>Ruido continuo</i>	26
2.2.3.2. <i>Ruido fluctuante</i>	26
2.2.3.3. <i>Ruido de impacto</i>	26
2.2.3.4. <i>Ruido específico</i>	26
2.2.3.5. <i>Ruido residual</i>	26
2.2.3.6. <i>Ruido total</i>	26
2.2.3.7. <i>Ruido periódico</i>	26
2.2.3.8. <i>Ruido aleatorio</i>	26
2.2.3.9. <i>Ruido de fondo</i>	27
2.2.3.10. <i>Ruido equivalente</i>	27
2.2.3.11 <i>Ruido intermitente</i>	27
2.2.4 Propagación del sonido al aire libre.....	27
2.2.5 Factores que influyen en la propagación del ruido.....	28
2.2.5.1. <i>Efectos meteorológicos</i>	28
2.2.5.2. <i>Velocidad</i>	28
2.2.5.3. <i>Humedad y precipitación</i>	29
2.2.6 Ruido de las aeronaves.....	29
2.2.7 Ruido vehicular.....	30
2.2.8 Ruido tránsito.....	31
2.2.9 Daño auditivo en individuos y comunidad.....	31
2.2.10 El ruido y la ciudad.....	31
2.2.11 Mapa de ruido.....	32
2.2.12 Sonómetro.....	32

2.3 Marco legal.....	33
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008).	33
2.3.2 Ley Orgánica de la Salud Pública	34
2.3.3 Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (Acuerdo Ministerial 097-A, 04 de noviembre de 2015).	35
2.3.4 Ordenanza Municipal de Guayaquil 20 de abril de 1960.....	35
3. Materiales y métodos	36
3.1 Enfoque de la investigación	36
3.1.1 Tipo de investigación.....	36
3.1.1.1. <i>Investigación descriptiva o bibliográfica.</i>	36
3.1.1.2. <i>Investigación de campo.</i>	36
3.1.2 Diseño de investigación.	36
3.2.1 Variables.	37
3.2.1.1. <i>Variable independiente.</i>	37
3.2.1.2. <i>Variable dependiente.</i>	37
3.2.2 Tratamientos.	37
3.2.3 Diseño experimental.....	37
3.2.4 Recolección de datos.	38
3.2.4.1. <i>Recursos.</i>	38
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas.</i>	38
3.2.5 Análisis estadístico.....	43
4. Resultados.....	46
4.1 Realización de un mapa de ruido ambiental del área de estudio mediante un Software de Sistema de Información Geográfica para la identificación del área de mayor contaminación sonora.	46

4.1.1 Análisis estadístico semana 1 tanto en horario diurno como en nocturno.....	58
4.1.2 Análisis estadístico semana 2 tanto en horario diurno como en nocturno.....	59
4.1.3 Análisis estadístico semana 3 tanto en horario diurno como en nocturno.....	61
4.2 Comparación de los niveles permisibles de ruidos de las aeronaves y vehículos con las normas TULSMA (Acuerdo Ministerial No. 097-A).....	65
4.3 Propuesta de un plan de control para mitigar el ruido de la contaminación sonora en la Cda. FAE.....	69
5. Discusión.....	76
6. Conclusiones.....	79
7. Recomendaciones.....	81
8. Bibliografía.....	82
9. Anexos.....	88

Índice de tablas

Tabla 1. Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo.	35
Tabla 2. Dirección y coordenadas UTM de los puntos a monitorear.....	40
Tabla 3. Fecha y hora de la realización del monitoreo.....	42
Tabla 4. Monitoreo en horario diurno en la semana 1.....	46
Tabla 5. Monitoreo en horario nocturno en la semana 1.....	49
Tabla 6. Monitoreo en horario diurno en la semana 2.....	50
Tabla 7. Monitoreo en horario nocturno en la semana 2.....	52
Tabla 8. Monitoreo en horario diurno en la semana 3.....	53
Tabla 9. Monitoreo en horario nocturno en la semana 3.....	56
Tabla 10. Análisis estadístico medidas de tendencia en horario diurno y nocturno en la semana 1.....	58
Tabla 11. Análisis estadístico medidas de tendencia en horario diurno y nocturno en la semana 2.....	59
Tabla 12. Análisis estadístico medidas de tendencia en horario diurno y nocturno en la semana 3.....	61
Tabla 13. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario diurno - semana 1.	65
Tabla 14. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario diurno - semana 2.	66
Tabla 15. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario diurno - semana 3.	66
Tabla 16. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario nocturno - semana 1.	67

Tabla 17. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario nocturno - semana 2.	67
Tabla 18. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario nocturno - semana 3.	68
Tabla 19. Análisis comparativo en el lapso de tres semanas en relación a los niveles de presión sonora en aeronaves y vehículos.	68
Tabla 20. Propuesta para monitorear áreas específicas.	73
Tabla 21. Propuesta direccionada a la actualización de leyes vigentes en torno al ruido y la contaminación acústica.	74
Tabla 22. Propuesta de medidas correctivas.	75

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama del flujo de estudio.....	41
Figura 2. Resultado promedio en horario diurno a través del monitoreo de ruido en el lapso de tres semanas.	57
Figura 3. Resultado promedio en horario nocturno a través del monitoreo de ruido en el lapso de tres semanas.	57
Figura 4. Análisis estadístico en el monitoreo de la semana 1 tanto en horario diurno como nocturno.	59
Figura 5. Análisis estadístico en el monitoreo de la semana 2 tanto en horario diurno como nocturno.	60
Figura 6. Análisis estadístico en el monitoreo de la semana 3 tanto en horario diurno como nocturno.	62
Figura 7. Análisis estadístico general del monitoreo diurno en el lapso de tres semanas.....	62
Figura 8. Análisis estadístico general del monitoreo nocturno en el lapso de tres semanas.....	63
Figura 9. Mapa de ruido en horario diurno.	64
Figura 10. Mapa de ruido en horario nocturno.	64
Figura 11. Resultados promedios obtenidos por las fuentes de ruido de aeronaves y vehículos.	69
Figura 12. Ciudadela la FAE, ubicación del sitio de estudio, establecido por el Municipio de Guayaquil.	88
Figura 13. Ciudadela la FAE.	88
Figura 14. Toma de datos en horario diurno en la Av. Eliat Luit.....	89
Figura 15. Toma de datos en horario diurno en la Av. Pedro Domínguez Gilbert.	89

Figura 16. Toma preliminar en horario nocturno en la Av. Pedro Domínguez Gilbert.

..... 90

Resumen

La presente investigación expone un acercamiento al tema de la contaminación acústica que es producida por fuente vehicular, y cuyo propósito es minimizar los problemas de impactos ambientales generados por la masiva flota vehicular y de aeronaves, como se referencia en la ciudadela la FAE, siendo la principal causa y efecto de este trágico impacto en uno de las principales avenidas de la ciudad. La forma de lograrlo es generar una propuesta exponiendo charlas de concientización ambiental y hacer brigadas en coordinación con la municipalidad para que todos tengan conocimiento del impacto que están causando. Estos criterios se justifican los con los acuerdos normativos vigentes Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 5, como también con acuerdos internacionales que reconocen el cuidado de la naturaleza y el derecho al buen vivir de la comunidad que está vinculada con equilibrio y sostenibilidad ambiental. En conjunto con las autoridades competentes se prevé reducir el uso de vehículos en mal estado debido a que emiten fuertes ruidos y por ende se está poniendo en marcha vehículo a combustión eléctrica, para una mejor sostenibilidad ambiental en un futuro. Finalmente, se proponen las buenas prácticas ambientales como son: monitoreo, control y seguimiento de las actividades. Esta es una de las medidas de prevención, pero para ser llevada con éxito, hay que hacer modificar la actitud de la población con respecto al ruido generando una gama de acciones puntuales de prevención y mitigación llevadas por la comunidad.

Palabras clave: contaminación acústica, niveles de presión sonora, fuente de ruido vehicular.

Abstract

The present investigation exposes an approach to the issue of noise pollution that is produced by a vehicular source, and whose purpose is to minimize the problems of environmental impacts generated by the massive vehicle and aircraft fleet, as referenced in the FAE citadel, being the main cause and effect of this tragic impact on one of the main avenues of the city. The way to achieve this is to generate a proposal exposing environmental awareness talks and make brigades in coordination with the municipality so that everyone is aware of the impact they are causing. These criteria are justified by the current normative agreements Ministerial Agreement 097-A Annex 5, as well as by international agreements that affirm the care of nature and the right to good living of the community that is linked to environmental balance and sustainability. In conjunction with the competent authorities, it is planned to reduce the use of vehicles in poor condition because they emit loud noises and therefore electric combustion vehicles are being put into operation, for better environmental sustainability in the future. Finally, good environmental practices are proposed, such as: monitoring, control and follow-up of activities. This is one of the prevention ones, but to be carried out successfully, the population's attitude towards noise must be modified by showing a range of specific prevention and mitigation actions carried out by the community.

Key words: noise pollution, sound pressure levels, vehicular noise source.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

La presencia de ruido en la vida diaria es tan frecuente, convirtiéndose en uno de los principales problemas ambientales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), 300 millones de personas se ven afectadas por la contaminación acústica, siendo las principales fuentes de emisiones las avionetas y vehículos, que en los últimos años ha tenido un incremento exponencial elevando así los niveles ruido (Fields, De Jong, Gjestland, Kurra y Vallet, 2019).

El ruido, se caracteriza como un contaminante y nocivo no deseado, producido por mezclas de sonidos, que afecta significativamente en la calidad de vida y salud de las personas (Salcedo, 2020).

El propósito del oído es recibir ondas que se transmiten directamente al cerebro, identificándolas como ondas sonoras. Por lo tanto, el oído es uno de los principales órganos sensoriales del ser humano. Es este proceso el que hace posible que escuchemos y definir para ordenar al cerebro y poder así realizar conversaciones de persona a persona. El ruido incontrolado y molesto provoca contaminación sonora, ya que la exposición constante a ruidos superiores al límite permitido puede causar cambios y pérdida en la audición, ruptura del sueño y del descanso, así como otros factores que disminuyen la calidad de vida de una persona. Los países industrializados de desarrollo y de primer orden proponen reducir el ruido en su proceso como medida de precaución (Huang, 2019).

Las actividades que realiza un aeropuerto tienen dos fuentes principales de ruido, las operaciones de los aviones y las operaciones en tierra (vehículos). Los aeropuertos, que son infraestructura utilizada para resguardar y movilizar vehículos como aviones, ocasionan los niveles de ruido más altos y la Organización Mundial

de la Salud (OMS) en el año 2016 considera que 65 dB(A) es el límite aceptable. En este caso las fuentes provenientes de esta problemática son generados por las aeronaves que se encuentran en el aeropuerto José Joaquín de Olmedo y la circulación vehicular, que también se debe a una mala planificación urbanística, la falta de políticas ambientales más agresivas que contribuyan a crear conciencia en las personas y a sensibilizar a las instituciones, tanto públicas como privadas en materia ambiental. Estos impactos negativos conllevan a las consecuencias como las enfermedades que se presentan hacia los moradores de las comunidades aledañas, en este caso lo es la ciudadela FAE (Fuerza Aérea Ecuatoriana) (Kuang, 2022).

Frente a esta problemática ambiental causada por el ruido de las operaciones aeronáuticas que afectan a la salud humana, es necesario crear una conciencia ambiental, una visión más amplia de la realidad, un sentido más profundo del lugar que ocupamos en la naturaleza, cuya finalidad es la preservación y conservación del medio ambiente, garantizando una mejor calidad de vida (Enríquez, 2022).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema.

La contaminación ambiental de vehículos y aeronaves es difícil de controlar, la mayor fuente de ruido se origina en las turbinas de las aeronaves y de la circulación vehicular, causando diversidad de enfermedades en los moradores del sector. Debido a la falta de una planificación territorial óptima, los aeropuertos de las capitales de muchos países están en las ciudades y son afectados por la contaminación sonora emitida por los aviones durante el tránsito (Ascigil-Dincer y Yilmaz, 2021).

El aeropuerto José Joaquín de Olmedo se encuentra ubicado en la zona norte de Guayaquil, rodeado de algunas ciudadelas y urbanizaciones residenciales que son afectadas por el ruido de los aviones y el tránsito vehicular que transitan en el mismo. El ruido de las aeronaves y vehículos produce un impacto negativo a los habitantes de la ciudadela Fuerza Área Ecuatoriana (FAE).

Con el fin de medir el impacto sonoro de las aeronaves y vehículo dentro de la ciudadela la FAE, para elaborar un control y medición de ruido. Debido a que algunos efectos habituales del ruido son el cambio y pérdida de audición, ruptura del sueño, disminuye la calidad del trabajo son componentes que no se deben pasar por alto ya que disminuyen la calidad de vida humana.

El ruido de las aeronaves y circulación vehicular causa un impacto ambiental negativo a los habitantes de la ciudadela Fuerza Área Ecuatoriana (FAE), en términos económicos implica además un costo real por las depreciaciones del valor inmobiliario de los espacios afectados y por las erogaciones en la atención de la salud de los habitantes. La aviación y el tránsito vehicular son aquellos que generan mayor cantidad de energía acústica, lo que, unido a su dependencia de los aeropuertos y vías de tránsito, hace que las molestias que se ocasionan en las inmediaciones o zonas de influencia del aeropuerto, como es el caso de la ciudadela la FAE, sean realmente significativos.

Por lo tanto, se eligió este tema con el fin de medir el impacto sonoro que provoca las aeronaves y vehículo en las actividades diarias dentro de una zona urbanizada (ciudadela la FAE), conocer si existe un control y mediciones de ruido. No hay que olvidar que algunos efectos habituales del ruido como el cambio y pérdida de audición, molestias, ruptura del sueño y del descanso, disminución de la calidad

del trabajo son factores que no se pueden ni deben pasar por alto ya que disminuyen la calidad de vida de las personas.

1.2.2 Formulación del problema.

¿Cuál es el nivel de contaminación sonora causada por las aeronaves y el tránsito vehicular en la ciudadela FAE?

1.3 Justificación de la investigación

La implementación de este proyecto permitió establecer medidas de control y minimización del ruido en la ciudadela FAE, contribuyendo al cuidado medio ambiente y proteger la salud humana.

La presente investigación permitió identificar y a su vez mitigar los niveles de contaminación sonora para el cual se aportaron con la determinación, medición, evaluación y concientización de la problemática de la contaminación por ruido en el área de la ciudadela y las soluciones en base a la recopilación de información técnica de ingeniería con enfoque a la resolución existente en los alrededores del aeropuerto dando a conocer las causas que surgen mediante este problema.

1.4 Delimitación de la investigación

El proyecto se llevó a cabo en el aeropuerto José Joaquín de Olmedo exactamente dentro de la ciudadela la FAE para poder monitorear los niveles de ruido que se ocasionan.

- **Espacio:** Este estudio se lo realizó en la ciudadela FAE ubicada al norte de la ciudad de Guayaquil, (ver Anexos, Figura 1).
- **Tiempo:** Aproximadamente 4 meses.
- **Población:** El presente proyecto benefició a los 5.319 habitantes de la ciudadela FAE, dándoles a conocer las consecuencias generadas por la

contaminación de las aeronaves y vehículos (Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC], 2018).

1.5 Objetivo general

Determinar los niveles de contaminación sonora emitidas por las aeronaves y vehículos mediante sonómetro integrado tipo II en la Ciudadela FAE – Guayaquil para establecer medidas de mitigación para el ruido.

1.6 Objetivos específicos

- Realizar un mapa de ruido ambiental del área de estudio mediante un Software de Sistema de Información Geográfica para la identificación del área de mayor contaminación sonora.
- Comparar los niveles permisibles de ruidos entre las aeronaves y vehículos con el Anexo V especificado en el Acuerdo Ministerial No. 097-A.
- Proponer un plan de control con fines preventivos en torno al ruido de la contaminación sonora en la Cdla. FAE.

1.7 Hipótesis

El ruido ocasionado por el tráfico aéreo y vehicular en la Cdla FAE sobrepasa los límites permisibles 65 dB(A) diurno y 55 dB(A) nocturno de la normativa ambiental en el área de evaluación.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

En la investigación realizada en el Aeropuerto Capitán Guillermo Concha Ibérico, ubicado en el Distrito de Castilla, Piura, Perú, podemos visualizar un impacto sonoro fuerte causado por el tráfico aéreo de las aerolíneas de los vuelos comerciales que operan ahí, el tráfico vehicular ocasionó un impacto sonoro menor, se tomó muestras en diferentes turnos que fueron en la mañana, tarde y noche para ver el incremento del tráfico aéreo (Bustamante, Gutiérrez, Tay, Ruiz y Reto, 2021).

La mayor contaminación sonora de Bellavista, se genera por ruido de las aeronaves que pasan por esta zona urbana, con niveles del ruido equivalente continuo total "A" (LAeqT), exceden a los valores establecidos en el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruidos aprobado por el D.S. N° 085-2003-PCM. Los niveles de exposición sonora (SEL) medidos en cada estación de monitoreo oscilan entre 52 a 113 dB(A), valores tomados como datos para el cálculo de los LAeqT, cuyos resultados son valores por encima de los límites máximos establecidos para zona residenciales, en cada una de las estaciones de la red de monitoreo determinados el Distrito de Bellavista (Arana, 2018).

El propósito de la investigación se basó en la evaluación del impacto acústico causado por el tráfico aéreo y vehicular en los alrededores del aeropuerto Capitán FAP Guillermo Concha Ibérico, ubicado en el Distrito de Castilla, Piura, Perú. Los efectos negativos que produce en la salud y calidad de vida de la población que habita en la cercanía del mismo fueron delimitado en el Distrito de Castilla, en función a lo establecido por el D.S. N° 085-2003-PCM del reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (ECA's), el cual regula los

límites máximos permisibles de sonido; se realizó un mapa de ruido vehicular y de aeronaves, de esta manera, fue posible identificar aquellas áreas afectadas por las ondas sonoras. El modelo se realizó con la recopilación de información a través de datos in situ en lugares que abarcan la zona de desplazamiento de las aeronaves y vehículos durante cinco meses comprendido entre octubre, noviembre, diciembre del 2017, enero y febrero del 2018 (Bustamante, Gutiérrez, Tay, Ruiz y Reto, 2021).

En el sector Sur del aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca, se determinaron los niveles de presión sonora generados por las aeronaves, como resultado se obtuvo que las emisiones de ruido generados por las aeronaves no influyen de forma significativa en la población de la zona de estudio especialmente en las labores cotidianas (Salinas, 2022).

Arizala (2019) diagnosticó los niveles de presión sonora de aeronaves y vehículos en el sector urbano de la ciudad de Guayaquil, realizó un monitoreo de ruido en la Av. de las Américas, las estaciones monitoreadas las estableció por visitas previas al lugar, los equipos y los métodos empleados cumplieron con los requisitos constituidos en la legislación ambiental vigente, el trabajo finalizó con un total de ciento doce mediciones puntuales en el área antes mencionada, por medio de una estadística de valores se obtuvo los datos siguientes que oscilan entre 71.2 dB(A) mínimo – 73.9 dB(A) medio y 82.3 dB(A) demostrando que el área de estudio posee un nivel alto de contaminación acústica por aeronaves.

Buenaño y Robles (2022) en su trabajo evaluó los niveles de ruido en el tránsito de la avenida Carlos Luis Plaza Dañin entre las ciudadelas Atarazana y FAE en el norte de la ciudad de Guayaquil durante el mes de octubre del año 2016, abarcando dos semanas de monitoreo la primera durante los días del 3 al 7 que comprendió días de actividades escolares normales y la siguiente semana los días

del 10 al 14 durante vacaciones escolares, los monitoreos se establecieron en tres horarios considerados de mayor afluencia vehicular en la zona y comprende de 07h00 a 10h00 – 12h00 a 15h00 y 16h00 a 17h00, en total se eligieron 10 puntos a monitorear que fueron establecidos mediante visitas al lugar de estudio, se realizaron 300 monitoreos durante las dos semanas de actividades de campo, los equipos empleados fueron el sonómetro y el calibrador acústico. De los datos obtenidos se concluyó que los niveles de ruido para el área de estudio exceden el límite máximo permisible debido a la gran cantidad de flujo vehicular que circula por la avenida principal, por este motivo es necesario aplicar las medidas correctivas que se encuentran en el plan de control sugerido en este proyecto.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ruido.

El ruido es la propagación de energía sonora por un movimiento ondulatorio, por un medio elástico. El ruido es un fenómeno sonoro formado por vibraciones irregulares en frecuencia (periodo, ciclo, Hertz) y amplitud por segundos con distintos timbres, dependiendo del material que lo origina. Al ruido se lo define como sonido o conjunto de sonidos desagradables, molestos e intempestivos que puede alterar el bienestar social y producir en las personas efectos psicológicos, fisiológicos no deseados (Ramírez y Domínguez, 2018).

2.2.2 Ruido y sus efectos.

El ruido como efecto impacta a la población y el medio ambiente. Las circunstancias en las que el órgano de la audición puede resultar perjudicado son: el trauma acústico, la sordera profesional y las alteraciones debidas al medio ambiente (Antillanca, 2018).

El trauma acústico es provocado por la acción instantánea de un ruido de gran intensidad. Se trata de una lesión en la estructura del oído debido a exposición a ruidos intensos que sobrepasan el umbral fisiológico, está asociada a explosiones en las que se produce el desplazamiento de grandes masas de aire, que forman una onda de choque, cuya consecuencia habitual es el desgarro del tímpano, acompañado de un intenso dolor y sensación de inestabilidad. El daño puede ser irreparable (Castro, 2022).

El ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes y es un efecto devastador para las personas. El ruido, aunque no despierte al individuo, puede hacerle pasar de la etapa del sueño profundo, que proporciona un buen descanso, a una etapa de sueño superficial, causando alteración en el descanso corporal y psíquico (Castro, 2022).

Los efectos del ruido sobre el sueño parecen aumentar a medida que los niveles de ruido sobrepasan un Leq de 35 dB(A). En un estudio, la probabilidad de que los sujetos fueran despertados por un nivel sonoro máximo de 40 dB(A) fue de 5% y aumentó al 30% con 70 dB(A) (Ujueta y Ramírez, 2022).

El ruido puede dar lugar también a efectos “subjetivos”, lo que la OMS ha calificado de malestar. El ruido puede producir una sensación de desagrado o disgusto en un individuo o en un grupo que conocen o imaginan la capacidad del mismo para afectar su salud (Ujueta y Ramírez, 2022).

2.2.3 Tipo de ruido.

Según la duración del ruido y la oscilación del nivel de presión sonora, los tipos de ruido son diferentes, estos son:

2.2.3.1. Ruido continuo.

Cuando su nivel de ruido cambia lentamente con el tiempo en un margen inferior a 5 dB(A) (Acuña y Virgüez, 2019).

2.2.3.2. Ruido fluctuante.

Cuando el nivel cambia más de 5 dB(A) con el tiempo (Acuña y Virgüez, 2019).

2.2.3.3. Ruido de impacto.

Cuando el nivel del sonido de choque cambia bruscamente en poco tiempo, se puede considerar como un sonido de choque (Acuña y Virgüez, 2019).

2.2.3.4. Ruido específico.

Es el ruido generado y emitido por FFR o FMR. Es un método de cuantificación y evaluación para cumplir con el nivel máximo de emisión de ruido determinado (Acuña y Virgüez, 2019).

2.2.3.5. Ruido residual.

Es el ruido que existe en el entorno donde se realiza la medición sin ruido específico durante la medición (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

2.2.3.6. Ruido total.

Es aquel ruido compuesto por el ruido específico y el ruido residual (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

2.2.3.7. Ruido periódico.

Si el ruido fluctúa periódicamente dentro del tiempo T, cada intervalo de medición debe cubrir varios ciclos (Vásquez, 2022).

2.2.3.8. Ruido aleatorio.

Si el ruido fluctúa aleatoriamente dentro de un intervalo de tiempo definitivo T, la medición se realizará con un sonómetro integrador – promediado o con un dosímetro (Vásquez, 2022).

2.2.3.9. Ruido de fondo.

El ruido de fondo se considera cualquier sonido incontrolado que se produce al mismo tiempo que la medición del ruido y puede afectar los resultados (Vásquez, 2022).

2.2.3.10. Ruido equivalente.

Específica un nivel de presión de sonido de entrada virtual que pueda producir el mismo nivel de salida que el ruido de fondo (Rodríguez y Juárez, 2020).

2.2.3.11 Ruido intermitente.

En este caso, de forma intermitente y repentina descendió al nivel ambiental, alcanzando nuevamente un nivel superior (Rodríguez y Juárez, 2020).

2.2.4 Propagación del sonido al aire libre.

El ruido es un agente físico que se propaga mediante ondas de un punto del espacio a otro, como una perturbación de la condición de equilibrio del medio elástico. Las ondas sonoras transfieren energía y movimiento de un punto a otro sin transportar masa entre dichos puntos; sin embargo, la propagación del sonido a través de la atmósfera suele disminuir su nivel al aumentar la distancia entre la fuente o generadora de ruido (aeronaves) y el receptor (población) (Nagy, 2018).

El ruido aeroportuario tiene la característica de ser pulsante, es decir, constituido por una sucesión de eventos más o menos aislados. Esto ha llevado a considerar indicadores que no sólo contemplen la magnitud del ruido sino también la cantidad de eventos en un tiempo dado (Nagy, 2018).

De acuerdo con Nagy (2018) esta disminución o atenuación del nivel del ruido es el resultado de varios mecanismos o factores, como:

- La divergencia geométrica desde la fuente (Adiv).
- Absorción de la energía acústica por el aire (Aaire).

- Efecto de propagación cerca de las distintas superficies del suelo (Asuelo).

Estos tres (03) factores deben considerarse en todas las situaciones por ser universales. En casos específicos debe considerarse la atenuación por mecanismos o factores adicionales, como son:

- La reflexión del ruido en los edificios (Arefl).
- Propagación a través de la vegetación. (Aveg).
- Propagación a través del área de las casas (Acasa).

La atenuación total (A_{total}) del ruido se calcula sumando cada uno de los factores señalados, incluyendo las condiciones o parámetros meteorológicos, tales como: viento y temperatura, condiciones que tienen efectos significativos sobre la propagación del ruido a distancias mayores a 100 m (Chaux-Álvarez y Acevedo-Buitrago, 2019).

2.2.5 Factores que influyen en la propagación del ruido.

2.2.5.1. Efectos meteorológicos.

Las condiciones meteorológicas pueden influir en el nivel de ruido recibido si la distancia entre la fuente y el receptor excede a aprox. 30 m ya que el aire es viscoso, la velocidad del viento a nivel del suelo es cero. Por encima del suelo la velocidad del viento se incrementa con la altura hasta que la velocidad de la masa principal de aire alcanzada. Esta región de variación de la velocidad del viento puede ser de muchos cientos de metros de espesor y afecta las mediciones hechas de la mayor parte de las fuentes de ruido (Abbasi y Motamedzade, 2018).

2.2.5.2. Velocidad.

La velocidad del sonido se incrementa con la temperatura, por lo que es bueno recordar que en una atmósfera normal la temperatura por sí misma decrece con la altura. El resultado es que, en ausencia del viento, las ondas del sonido cambian

de dirección a partir del suelo, al igual que en el caso en contra del viento, formándose una región oscura a cierta distancia. Algunas veces, sin embargo, la gradiente de la temperatura cerca del suelo es positiva, por ejemplo: la temperatura se incrementa con la altura. Esta situación se llama inversión térmica y conduce a efectos opuestos a aquellos descritos anteriormente (Abbasi y Motamedzade, 2018).

2.2.5.3. Humedad y precipitación.

La absorción del sonido en la atmósfera varía con la frecuencia, humedad, y temperatura. La absorción es mayor a frecuencias altas, y muestra una tendencia a incrementarse con la temperatura, pero disminuye cuando la humedad se encuentra relativamente alta. La “capacidad” del sonido de “transportarse” en la neblina o en precipitaciones débiles de cualquier tipo no se debe a ningún cambio físico del medio que conduce a su mejor propagación, sino más bien a una reducción de la actividad humana que se combina con las condiciones atmosféricas para producir un nivel de ruido de fondo más bajo que el normal durante estos períodos (Abbasi y Motamedzade, 2018).

2.2.6 Ruido de las aeronaves.

En los inicios de la aviación, los estudios acerca del ruido se centraban sólo en las condiciones de la cabina para los pasajeros y la tripulación, con el paso de los años con la construcción de aviones polimotores con capacidades para un mayor número de pasajeros y tripulación, con la consiguiente molestia para las zonas de influencia de los aeropuertos donde existen poblaciones potencialmente sensibles (Walker, 2018).

En la transición de los aviones propulsados por motores alternativos con hélice, a los propulsados por turborreactores, subió el nivel de ruido, particularmente en

las proximidades de los Aeropuertos bajo las rutas de aproximación o de despegue. La mayor fuente de ruido en una aeronave son los motores o el sistema de propulsión y el ruido aerodinámico. El ruido de un motor de reacción que es principalmente el que se oye en tierra, procede de dos zonas principales: la zona de escape y la zona de compresor (Walker, 2018).

El ruido del escape es el de mayor nivel y es generado por las fluctuaciones de presión de la corriente turbulenta de salida de gases a alta velocidad cuando choca con la atmósfera en calma (Arana, 2018).

2.2.7 Ruido vehicular.

El ruido vehicular se refiere a la medición del principal grado de ocurrencia de ruido urbano, la legislación considera el límite máximo permisible, que incluye la medición del ruido vehicular al conducir a una velocidad de 50 km/h con una aceleración máxima y una aceleración horizontal (Grau, 2019).

Este ruido se origina por el motor y las transmisiones, así como la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Los niveles sonoros producidos por las transmisiones y motores se incrementan con la velocidad del vehículo, tipo de calzada, estado de conservación de la misma y la distancia de la fuente. En el caso de los transportes y servicios públicos urbanos, el envejecimiento de la flota, su mal estado de mantenimiento y en ocasiones su conducción son las causas más importantes del problema (Grau, 2019).

Como regla general, los vehículos más grandes y pesados emiten más ruido que los vehículos más pequeños y ligeros, el ruido de contacto con el suelo, excede al del motor a velocidades superiores a los 60 km/h. Los factores que implican un cambio en la velocidad y la potencia (semáforos, cambios de rasante,

intersecciones, condiciones meteorológicas) así como los niveles de fondo, influyen también en la generación de ruido (Grau, 2019).

2.2.8 Ruido tránsito.

La medición del ruido del tráfico es una medición del ruido de emisión, que ayuda a evaluar el impacto de las mediciones al aire libre en la población (Grau, 2019).

2.2.9 Daño auditivo en individuos y comunidad.

La nocividad, daño o efectos del ruido contaminante, sobre los individuos en particular y la comunidad en general, pueden causar una serie de daños, tales como:

- Alteración de las funciones endocrinas.
- Problemas cardiovasculares.
- Alteración del sistema nervioso.
- Cambios bioquímicos.
- Dilatación de los vasos sanguíneos del cerebro.
- Elevación de la tensión sanguínea.
- Cambio de ritmo o latidos del corazón.
- Dilatación de la pupila de los ojos.
- Descarga de hormonas adicionales en el torrente sanguíneo.
- Retraso económico y social.

2.2.10 El ruido y la ciudad.

El medio ambiente por siempre ha constituido una fuente inagotable de sonidos, los cuales varían desde el punto de vista de la intensidad del sonido, desde el canto de un pájaro o el flujo de agua de un río, hasta el estruendo de un trueno o una erupción volcánica, quedando de manifiesto su variedad timbrística y de intensidad. Pero sin lugar a dudas, los entornos urbanos como las grandes ciudades superan

ampliamente los ejemplos mencionados, ya sea en la cantidad de fuentes generadoras, como en la periodicidad en que se manifiestan (Alfaro, Portuguez, Perdomo y Vargas, 2020).

Según la Unesco 1993, señalan a los vehículos motorizados, como las fuentes de ruido de mayor trascendencia en las grandes ciudades del mundo. Los niveles y espectros del ruido están en función de diversos parámetros tales como: tipo de vehículos, carga transportada, condiciones de utilización, estado de la infraestructura urbana (naturaleza del pavimento, regulación del tráfico, estructura urbanística), esta últimos jugando un rol trascendental. De los parámetros anteriormente mencionados sin duda, la intensidad del tráfico es el parámetro de mayor relevancia (Huang, 2019).

2.2.11 Mapa de ruido.

Se basa en el índice de ruido, que excede el valor límite, el número de personas afectadas en un área determinada, el número de casas expuestas a ciertos valores del índice de ruido, las condiciones acústicas existentes o previstas, los datos representan los datos en el área dada, o provienen del costo y datos de ingresos u otros datos económicos de acciones correctivas o modelos de control de ruido. Su objetivo es poder evaluar la situación global en una región en particular o hacer predicciones globales para esa región (Bradfer-Lawrence, Gardner y Bunnefeld, 2019).

2.2.12 Sonómetro.

Un sonómetro se puede definir como un dispositivo diseñado para medir el nivel de presión sonora, está diseñado para responder a sonidos casi de la misma manera que el oído humano y proporcionar medidas objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora (Nascimento y Campos-Cerqueira, 2020).

Existen diferentes tipos de sonómetros según su precisión. Se dividen en niveles 0, 1, 2 y 3. El nivel 0 es el estándar con mayor precisión (tolerancias menores) y el nivel 3 es la precisión más baja (Nascimento y Campos-Cerqueira, 2020).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008).

Título II

De los habitantes

Capítulo 5

Sección segunda

Ambiente sano

Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Reconoce asimismo el derecho de acceso a la información pública y a participar en los asuntos de interés público, agregando que toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad. La Constitución reconoce además de manera expresa el derecho de acceso a la justicia y la tutela judicial efectiva en temas ambientales.

Art. 47.- Todos los automotores que circulen dentro del territorio ecuatoriano deberán estar provistos de partes, componentes y equipos que aseguren que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes establecidos en el Reglamento (p.46).

Art. 49.- Los importadores y ensambladores de automotores serán responsables de que los vehículos que se comercialicen cuenten con los dispositivos anticontaminantes (p. 47).

Art. 52.- Los centros de revisión y control vehicular serán los encargados de verificar que los vehículos sometidos a revisión técnico mecánica y de gases contaminantes, posean las condiciones óptimas que garanticen la vida del conductor, ocupantes y terceros, como también su normal funcionamiento y circulación (p. 47).

Art. 54.- Ningún vehículo a motor podrá circular en el territorio nacional si el tubo de escape y silenciador no se encuentren en perfecto estado de mantenimiento, evitando ruido excesivo o fuga de gases contaminantes, con sujeción a las normas técnicas establecidas en el Reglamento (p. 48).

Art. 55.- Se prohíbe la instalación y uso de cornetas neumáticas, así como el uso de escapes libres o sin silenciador en los vehículos automotores (p. 48).

En la Recopilación Codificada de la Legislación Municipal de Loja, referente a la protección ambiental, Capítulo III, del Control de Ruidos, Olores, Humo, Gases y Emanaciones Tóxicas y Polvo Atmosférico, en el Art. 180 establece que “Con excepción a ambulancias de la Cruz Roja, casas asistenciales vehículos de policías, Cuerpo de Bomberos y similares, prohíbese la instalación de sirenas o de

otros artefactos de esa naturaleza en toda clase de vehículos, así como el uso indiscriminado de bocinas (pito) y el uso de cornetas neumáticas”.

Y para el caso de infracciones, en el Art. 182 estipula que entre otras sanciones se mencionan las siguientes:

a) cuando en los operativos de control se constate que un vehículo circula sin tubo de escape o sin silenciador, el infractor, propietario o conductor, será sancionado con una multa equivalente a US\$ 45 dólares.

b) Por el uso innecesario del pito y/o cornetas neumáticas la multa será de US\$ 18 dólares.

Art. 86.- El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable (p. 88).

Art. 88.- Toda decisión estatal que pueda afectar al medio ambiente, deberá contar previamente con los criterios de la comunidad, para lo cual ésta será debidamente informada (p. 89).

En la Ley de Gestión Ambiental y del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador (TULSMA), Libro VI del Anexo 5 han establecido con la Entidad Ambiental de Control, en conjunto con la autoridad policial competente, los procedimientos necesarios para el control y verificación de los niveles de ruido producidos por vehículos automotores.

La Entidad Ambiental de Control podrá señalar o designar, en ambientes urbanos, los tipos de vehículos que no deberán circular, o deberán hacerlo con restricciones en velocidad y horario, en calles, avenidas o caminos en que se determine que los niveles de ruido, debido a tráfico exclusivamente, superen los siguientes valores: nivel de presión sonora equivalente mayor a 65 dB(A) en horario diurno, y 55 dB(A) en horario nocturno. La definición de horarios se corresponde con la descrita en esta norma.

La Ley de Tránsito y Transporte Terrestre en el Libro Primero, Título I de los Organismos y Autoridades del Tránsito y Transporte Terrestres y de La Educación para el Tránsito, Capítulo IX de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y Ruido señala en los artículos siguientes:

2.3.2 Ley Orgánica de la Salud Pública (Registro Oficial 423 del 22 de diciembre de 2006)

La Ley Orgánica de la Salud centraliza sus objetivos en la gestión de la salud pública y tiene algunas disposiciones relativas a la contaminación ambiental como las siguientes:

Art. 111. La Autoridad Sanitaria Nacional, en coordinación con la autoridad Ambiental Nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual. Todas las personas naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dichas normas (pág. 21).

2.3.3 Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (Acuerdo Ministerial 097-A, 04 de noviembre de 2015).

Los niveles de presión sonora equivalente, NPS_{eq} , expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo

Tipo de zona según uso de suelo	Límites de presión sonora equivalente NPS_{eq} [dB (A)]	
	De 06H00 a 20H00	De 20H00 a 06H00
Zona hospitalaria educativa	55	45
Zona residencial	60	50
Zona residencial mixta	65	55
Zona comercial	65	55
Zona comercial mixta	70	60
Zona industrial	75	65
Zona de preservación de hábitat	60	50

Ambiental, 2020

Art. 4.1.2 De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija

Art. 4.1.2.1 La medición del ruido en ambiente exterior se realizará utilizando un sonómetro normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow).

Art. 4.1.2.2 El micrófono del sonómetro deberá estar ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 m de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. En caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento, para que las vibraciones producidas por el mismo no causen alteraciones en las medidas.

2.3.4 Ordenanza Municipal de Guayaquil 20 de abril de 1960. (Recopilación de Ordenanzas y Reglamentos de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil)

Art. 1°. - Se prohíbe, bajo las prevenciones que esta ordenanza establece, toda producción de ruidos en lugares públicos, sea cual fuere la forma en que se los provoque y que, de algún modo, sean capaces de alterar la tranquilidad de los vecinos del Cantón (pág. 1).

Art. 2°. - Queda igualmente prohibido el uso de radios, rocolas, o cualquier otro aparato o dispositivo similar, aún dentro de locales privados, cuando el volumen empleado en tales aparatos perturbe la tranquilidad o el descanso colectivos, en las zonas correspondientes (pág. 1).

Art. 3°. - Las mencionadas rocolas, altavoces, etc., no podrán ser colocadas en las puertas de salones, restaurantes y más lugares públicos, sino en el fondo del local y utilizando un volumen moderado; y no podrán funcionar después de las doce de la noche, ni hacerlo en la misma cuadra donde existen establecimientos educacionales (pág. 1).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación.

3.1.1.1. Investigación descriptiva o bibliográfica.

La investigación es descriptiva o bibliográfica porque se tomaron en cuenta información verificada que provenga de fuentes bibliográficas confiables de libros, revistas científicas, artículos científicos, tesis de grado y sitios web de organizaciones recomendadas para cumplir con los objetivos planteados.

3.1.1.2. Investigación de campo.

La investigación es de campo porque el área de estudio dispuesta para esta investigación fue en la ciudadela FAE-Guayaquil, donde se monitoreará el ruido de las aeronaves en comparación con el ruido vehicular, se tomarán 4 puntos alrededor de la ciudadela, permitiendo recopilar los datos para el proyecto a través de un sonómetro según lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 097-A (TULSMA), los cuales serán de mucha relevancia.

3.1.2 Diseño de investigación.

El diseño de la investigación es experimental, y de campo, se realizará el monitoreo en el área de estudio, para constante el nivel de contaminación sonora de comparación entre las aeronaves del aeropuerto José Joaquín de Olmedo y el tránsito vehicular de la ciudadela FAE en 4 puntos, también se efectuará el conteo de aeronaves desde que comienza el monitoreo hasta cuando termine, una vez obtenido y recolectado todos los datos del monitoreo se elaborará un mapa de ruido para definir el lugar donde existe el nivel de ruido más elevado y para terminar este proyecto de investigación se propondrá una estrategia de control que ayude a apaciguar los cambios que provoca el ruido ambiental que proviene de la aeronave.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables.

3.2.1.1. Variable independiente.

Puntos de muestreo

Presión atmosférica (mbar)

Humedad relativa (%)

Temperatura (°C)

Velocidad del viento (km/h)

Frecuencia de monitoreo 7 días (lunes a domingo).

Horario de monitoreo: Diurno (6:15 am – 19:00 pm)

Nocturno (20:00 pm – 23:00 pm)

3.2.1.2. Variable dependiente.

Nivel de Presión Sonora NPS dB(A).

3.2.2 Tratamientos.

La investigación no demanda tratamientos ya que las variables planteadas no necesitan pruebas experimentales, simplemente se toman datos veraces para luego ser interpretados, tomando en cuenta cual es el límite máximo permisible según el horario de monitoreo planteado.

3.2.3 Diseño experimental.

Esta investigación no demanda diseño experimental, debido a que la investigación trata de indagar y recopilar datos, más no experimentar, por lo tanto, fue necesario tomar datos en cada estación planteada y estos luego fueron interpretados para poder identificar el punto con mayor grado de afluencia de ruido.

3.2.4 Recolección de datos.

La recolección de datos se cumple por medio de fichas de trabajo en la cual se detalla la fecha hora, día, nombre de la calle, coordenada del punto de referencia y finalmente el resultado expresado en decibeles dB(A).

3.2.4.1. Recursos.

A través de libros electrónicos, leyes de la constitución, trabajos de titulación, y artículos técnicos.

A continuación, se observa en la tabla 2 los materiales y equipos a utilizar en el proyecto de investigación.

Materiales

- Libreta de campo
- Bolígrafo

Equipos

- GPS map (Garmin)
- Sonómetro integrador tipo II
- Computadora
- Celular
- Cámara

3.2.4.2. Métodos y técnicas.

El presente proyecto utilizó el método inductivo el cual permite pasar los resultados obtenidos de la observación y experimentar con elementos particulares a la formulación de hipótesis, principios y leyes de tipo general.

El método deductivo que permitió ver los principios, teorías y leyes a casos particulares y el método sintético que se encargó de estudiar las relaciones que

establecen las partes para reconstruir un todo, a partir del reconocimiento y comprensión de dichas relaciones bajo la perspectiva de totalidad.

Realizar un mapa de ruido ambiental del área de estudio mediante un Software de Sistema de Información Geográfica para la identificación del área de mayor contaminación sonora.

Obtenidos los resultados se efectuó el comparativo entre los promedios niveles de presión sonora de ruido obtenidos de cada jornada y los límites máximos permisibles de la norma ambiental ecuatoriana, luego se realizó el mapa de ruido ambiental mediante un Software de Sistema de Información Geográfica para tener idea de hasta donde fluye los niveles de ruido obtenidos e identificación del área de mayor contaminación sonora.

Comparar los niveles permisibles de ruidos entre las aeronaves y vehículos con las normas TULSMA (Acuerdo Ministerial No. 097-A)

Se utilizó un sonómetro integrado clase II marca Extrech, para el monitoreo de ruido, dicho instrumento debe estar previamente calibrado y normalizado con el filtro de ponderación A dB(A) antes de cada medición, este debió encontrarse a una altura de 1,5 metros sobre el suelo y el micrófono debió estar a una inclinación entre los 45 a 90 grados con dirección a la vía que se estuvo monitoreando, el sonómetro tiene que estar colocado sobre un trípode según lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 097-A (TULSMA).

Para poder conocer el grado de contaminación que se generó en el área de estudio se debe obtener el nivel de presión sonora equivalente, por lo cual se tomaron los datos que debieron estar previamente recopilados por el monitoreo de ruido efectuado en la ciudadela FAE, por lo cual se debió usar la siguiente fórmula logarítmica $NPSeq = 10 \cdot \log_{10} (10^{(NPS/10)} + \dots)$

Dónde:

NPS_{eq}= Nivel de presión sonora equivalente

NPS= Nivel de presión sonora

N_i= Número de mediciones.

Estos datos se detallarán en una hoja Excel, para la medición de ruido total y residual, la norma contemplada permitió tomar datos referentes al tiempo de exposición según el caso requerido:

- Tiempo estimado de 15 segundos (Leq 15 s): Aquí se tomarán y reportarán un mínimo de 5 muestras de 15 segundos cada una.
- Tiempo estimado de 5 segundos (Leq 5 s): Aquí se tomarán y reportarán un mínimo de 10 muestras de 5 segundos cada una.

En la siguiente tabla 2 se mostraron las coordenadas y las avenidas en las cuales estarán colocados los puntos a monitorear.

Tabla 2. Dirección y coordenadas UTM (WGS 84-175) de los puntos a monitorear

Punto	Dirección	Este (m)	Norte (m)
1	Cosme Renella	623417	9760081
2	Eliat Luit	624216	9760470
3	Plaza Dañin	623895	9760000
4	Av. Pedro Menéndez Gilbert	624549	9760084

Alcívar, 2023

Obtenidos los resultados se efectuó un análisis comparativo entre los promedios niveles de presión sonora de ruido obtenidos de cada jornada y los límites máximos permisibles de la norma ambiental ecuatoriana.

Para la realización de estas actividades se siguió el siguiente plan de trabajo:

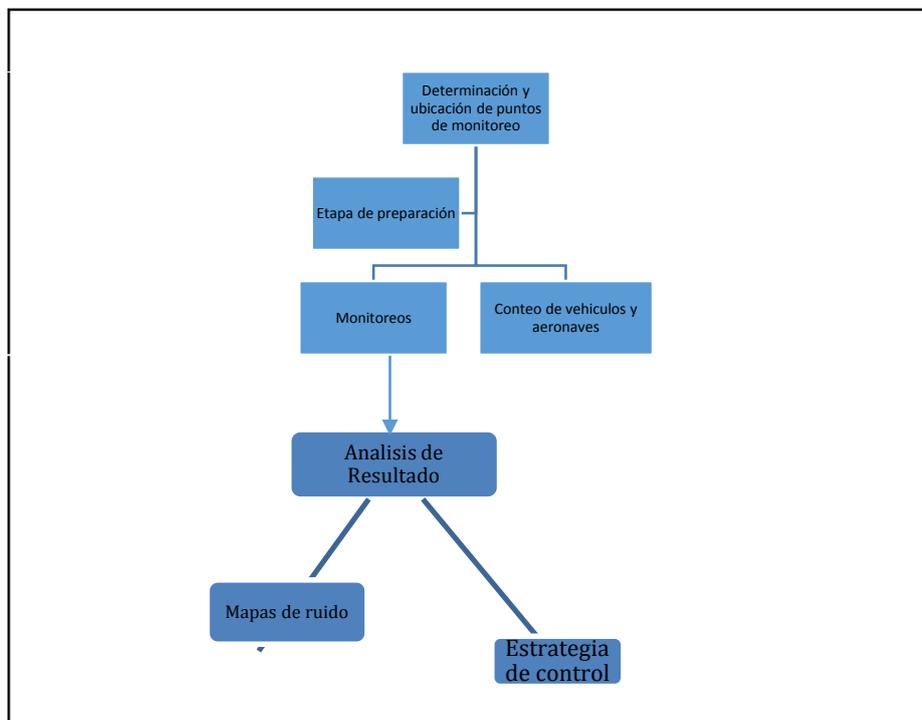


Figura 1. Diagrama del flujo de estudio.
Alcívar, 2023

Proponer un plan de control para mitigar el ruido de la contaminación sonora en la Cdla. FAE.

Se empleó la información obtenida de los dos objetivos, en base a los resultados de los niveles de presión sonora, estos resultados serán comparados y luego se establecerán las medidas de control y minimización de ruido de la contaminación sonora en la Cdla. FAE.

Conteo de aeronaves y vehículos

Esta actividad se la realizaron en el mismo tiempo cuando se esté efectuado el monitoreo de ruido en los 4 puntos antes mencionados, se registraron los datos observados durante toda la jornada de trabajo, con esta información se podrá definir el impacto que genera las aeronaves en la ciudadela FAE.

Monitoreo del ruido

Para determinar el nivel de contaminación de las aeronaves se debe utilizar sonómetros integradores clase 1 o clase 2 según lo establecido en el Acuerdo

Ministerial No. 097-A (TULSMA). para realizar sus mediciones se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones atmosféricas:

- Ausencia de precipitación.
- Humedad Relativa no superior al 90 % ni inferior al 30 %
- Temperatura ambiente no superior a 30 °C ni inferior a 2 °C, a 10 m sobre el terreno.
- Velocidad media del viento no superior a 19 km/h (10kt) y de la componente transversal no superior a 9 km/h (5kt) a 10 m sobre el terreno.
- Ausencia de inversión de temperatura o de condiciones anómalas de viento que puedan afectar de una manera significativa al nivel de ruido del avión registrado en los puntos de medición determinados.

El micrófono debe ser protegido con una pantalla protectora contra el viento durante las mediciones.

Se tomó el registro de cada jornada de trabajo en los cuatro puntos previsto, en los cuales deberá constatar la hora de inicio y la hora final de cada medición tiene un intervalo de tiempo de máximo diez minutos por medición. Los datos recopilados debieron estar en una tabla de registro de manera ordenada, la tabla debió contener lo siguiente: la fecha, hora de medición, dirección de cada punto, límites mínimo y máximo dB(A) y nivel de presión sonora (NPS), luego, se elaboraron tablas y gráficos estadísticos para cada informe correspondiente.

A continuación, se mostró una tabla donde se detallan los monitoreos a ejecutar:

Tabla 3. Fecha y hora de la realización del monitoreo

Monitoreos	Fecha	Hora	VARIABLES DE CONTROL ATMOSFÉRICO
1	01-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.
2	03-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.

3	04-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.
4	05-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.
5	08-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.
6	10-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.
7	11-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.
8	12-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.
9	15-09-2022	6:15-10:15	Presión atmosférica
		13:00-16:00	Humedad relativa.
		17:00-19:00	Temperatura.
		20:00 -23:00	Velocidad del viento.

Alcívar, 2023

3.2.5 Análisis estadístico.

Para cumplir con la evaluación de ruido ambiental en la zona delimitada en la ciudadela La FAE, haciendo referencia el tránsito vehicular y zona comercial, el monitoreo se ejecutó en horario diurno y nocturno en frecuencia con el tiempo de exposición del muestreo y posteriormente se comparan los valores obtenidos con la normativa ambiental mencionada en el contexto. En el desarrollo de la estadística descriptiva en la cual se emplean histogramas, barras, pasteles y tendencias de agrupación y distribución estadística.

La representación de los gráficos se plantea según el nivel de presión sonora obtenido, comparando la normativa y los niveles máximos y mínimos, finalmente graficando la línea de tendencia. De tal manera, se detallan los valores promedios en relación con cada punto de muestreo.

3.2.5.1. Población y muestra.

- Población

La población en general en torno a la investigación y levantamiento de datos en campo representa las personas que transitan por las avenidas Cosme Renella, Eliat Luit, Plaza Dañin, Pedro Menéndez Gilbert.

- Muestra

La muestra se considera representativa según los caracteres de la población, la cual no supera el 5% de error, por lo tanto, la muestra identifica los elementos poblacionales a través del muestreo en los puntos georreferenciados (Vélez, 2019).

- Mediana

Es considerado como el valor central de los datos obtenidos que posteriormente se ordenan en rangos de menor a mayor. Para encontrar el valor de la mediana, es través de la cuantificación de datos. El cálculo de la mediana depende de si el número de elementos N es par o impar (Vélez, 2019).

Si N es impar, la mediana es el valor que está al medio, es decir:

$$\text{Mediana}(x) = X^{N+1}$$

Si N es par, la mediana es la media de los dos valores del centro, N/2 y N/2+1

$$\text{Mediana}(X) = \frac{N + xN}{\frac{X_{\frac{N}{2} + 1}}{2}}$$

- Máximos y mínimos

Para encontrar los valores máximos o mínimos, es necesario tomar la muestra e identificar el valor atípico. Finalmente se obtiene el valor esperado y se procede a comparar los valores máximos y mínimos.

- Desviación estándar

En la desviación estándar se establece el valor de referencia para evaluar el proceso de variación. Se aplica la siguiente fórmula.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (X_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Donde:

X = variable

X_i = observación número i de la variable X.

N = número de observaciones

\bar{x} = es la media de la variable X.

Ho: Los niveles de ruido en las avenidas Cosme Renella, Eliat Luit, Plaza Dañin, Pedro Menéndez Gilbert monitoreados en horario diurno, supera el límite máximo permisible ≥ 55 dB(A) según el Acuerdo Ministerial 097-A.

Ha: Los niveles de ruido en las avenidas Cosme Renella, Eliat Luit, Plaza Dañin, Pedro Menéndez Gilbert monitoreados en horario diurno, no supera el límite máximo permisible ≤ 55 dB(A) según el Acuerdo Ministerial 097-A.

Ho: Los niveles de ruido en las avenidas Cosme Renella, Eliat Luit, Plaza Dañin, Pedro Menéndez Gilbert monitoreados en horario nocturno, supera el límite máximo permisible ≥ 55 dB(A) según el Acuerdo Ministerial 097-A.

Ha: Los niveles de ruido en las avenidas Cosme Renella, Eliat Luit, Plaza Dañin, Pedro Menéndez Gilbert monitoreados en horario nocturno, no supera el límite máximo permisible ≤ 55 dB(A) según el Acuerdo Ministerial 097-A.

4. Resultados

4.1 Realización de un mapa de ruido ambiental del área de estudio mediante un Software de Sistema de Información Geográfica para la identificación del área de mayor contaminación sonora.

Al cumplir con el diseño mapa de ruido en el cual se pudo visualizar los focos de contaminación acústica en los cuatro puntos de monitoreo georreferenciados. El levantamiento de información en campo cumplió con la correcta toma de datos, de tal manera que fue necesario utilizar un sonómetro tipo II e identificar los niveles de presión sonora, tanto máximos como mínimos, son representados en unidades de dB(A).

A continuación, se contextualizan las respectivas tablas de resultados, posteriormente se especificaron los puntos de muestreo, días, horas, niveles de presión sonora y el respectivo cumplimiento.

En la tabla 4 se describe el monitoreo tanto en horario diurno en la semana 1. Por lo tanto, se especifica que el punto 1 ubicado en Cosme Renella resultó ser el punto más alto con 119.1 dB(A) tal cual como se reflejan en los resultados y el nivel de afluencia de ruido se puede visualizar en el horario diurno, por lo tanto, el nivel de cumplimiento en los cuatro puntos de monitoreo superó el límite máximo permisible.

Tabla 4. Monitoreo en horario diurno en la semana 1

Puntos	Día	Horario		L. max dB(A)	L. min dB(A)	V. Nsp dB(A)	LMP dB(A)
		Inicio	Final				
1	Lunes	06:15	10:15	105.3	75.3	111.3	65
		13:00	16:00	107.6	74.2		
		17:00	19:00	106.3	73.6		
	Martes	06:15	10:15	100.5	76.3	108.0	65
		13:00	16:00	104.2	78.3		
		17:00	19:00	104.0	77.0		
	Miércoles	06:15	10:15	105.2	74.5	110.2	65
		13:00	16:00	106.3	71.3		

		17:00	19:00	104.7	78.3		
	Jueves	06:15	10:15	107.6	74.2		
		13:00	16:00	109.3	71.2	112.6	65
		17:00	19:00	105.8	72.3		
	Viernes	06:15	10:15	104.3	75.6		
		13:00	16:00	108.3	74.2	110.7	65
		17:00	19:00	103.5	75.3		
	Sábado	06:15	10:15	107.6	76.3		
		13:00	16:00	107.3	74.1	111.3	65
		17:00	19:00	103.5	75.2		
	Domingo	06:15	10:15	100.8	77.4		
		13:00	16:00	104.6	75.6	109.2	65
		17:00	19:00	106.3	74.2		
		Promedio				119.1	65
	Lunes	06:15	10:15	93.6	74.2		
		13:00	16:00	95.6	75.0	101.6	65
		17:00	19:00	99.3	72.1		
	Martes	06:15	10:15	98.3	77.3		
		13:00	16:00	94.6	74.6	101.8	65
		17:00	19:00	97.3	78.3		
	Miércoles	06:15	10:15	92.3	71.2		
		13:00	16:00	96.8	79.3	101.0	65
		17:00	19:00	97.8	71.3		
2	Jueves	06:15	10:15	95.4	74.0		
		13:00	16:00	96.3	73.2	100.2	65
		17:00	19:00	94.2	74.6		
	Viernes	06:15	10:15	97.3	77.2		
		13:00	16:00	98.3	71.5	102.3	65
		17:00	19:00	96.8	73.6		
	Sábado	06:15	10:15	99.2	74.2		
		13:00	16:00	94.1	76.3	101.5	65
		17:00	19:00	95.2	72.5		
	Domingo	06:15	10:15	98.3	71.3		
		13:00	16:00	97.4	76.3	102.8	65
		17:00	19:00	98.3	72.3		
		Promedio				110.1	65
	Lunes	06:15	10:15	87.6	73.1		
		13:00	16:00	89.6	74.2	94.2	65
		17:00	19:00	90.3	77.2		
	Martes	06:15	10:15	91.4	71.2		
		13:00	16:00	90.2	76.3	95.6	65
		17:00	19:00	90.6	74.2		
	Miércoles	06:15	10:15	93.6	76.3		
		13:00	16:00	94.1	74.2	97.7	65
		17:00	19:00	89.9	74.6		
3	Jueves	06:15	10:15	89.6	77.3	93.0	65

		13:00	16:00	87.2	70.2		
		17:00	19:00	86.4	71.3		
	Viernes	06:15	10:15	81.2	70.2		
		13:00	16:00	86.9	73.2	91.7	65
		17:00	19:00	89.0	74.1		
	Sábado	06:15	10:15	90.6	74.3		
		13:00	16:00	91.3	78.3	97.2	65
		17:00	19:00	94.1	76.3		
	Domingo	06:15	10:15	90.2	76.3		
		13:00	16:00	87.6	71.0	93.8	65
		17:00	19:00	88.4	73.2		
		Promedio				103.7	65
	Lunes	06:15	10:15	78.3	63.1		
		13:00	16:00	79.6	65.2	81.3	65
		17:00	19:00	82.3	65.8		
	Martes	06:15	10:15	86.3	68.3		
		13:00	16:00	82.1	62.1	85.3	65
		17:00	19:00	84.3	67.3		
	Miércoles	06:15	10:15	89.6	62.3		
		13:00	16:00	85.2	69.3	87.3	65
		17:00	19:00	87.3	68.5		
	Jueves	06:15	10:15	89.3	69.3		
4		13:00	16:00	85.2	66.3	87.7	65
		17:00	19:00	87.3	62.3		
	Viernes	06:15	10:15	87.2	67.3		
		13:00	16:00	85.1	64.1	82.1	65
		17:00	19:00	78.3	67.2		
	Sábado	06:15	10:15	74.6	69.3		
		13:00	16:00	73.5	62.3	76.3	65
		17:00	19:00	76.3	68.2		
	Domingo	06:15	10:15	85.3	69.3		
		13:00	16:00	78.3	63.2	84.4	65
		17:00	19:00	89.3	62.3		
		Promedio				93.2	65

Alcívar, 2023

En la tabla 5 se especifican los resultados obtenidos a través del monitoreo nocturno en la semana 1, el punto 1 que se ubica en la Av. Cosme Renella, la cual resultó afectada debido a los altos niveles de presión sonora que se efectuaron a través del monitoreo. Dando como resultado un valor promedio de 83.9 dB(A) correspondiente al punto 1, área con mayor grado de contaminación acústica, mientras que el punto 4 con 71.9 dB(A) se determina como la zona con menor

grado de ruido, cabe recalcar que todos los puntos monitoreados superan el límite máximo permisible.

Tabla 5. Monitoreo en horario nocturno en la semana 1

Puntos	Día	Horario		L. max dB(A)	L. min dB(A)	V. Nsp dB(A)	LMP dB(A)	LMP dB(A)
		Inicio	Final					
1	Lunes			88.1	67.3	82.6		
	Martes			88.0	66,8	80,5		
	Miércoles	20:00	23:00	86.3	61.2	81.2		
	Jueves			89,1	64,7	81,2	83,9	55
	Viernes			87,6	65,9	79,9		
	Sábado			89,1	63,3	79,4		
	Domingo			85.3	61.2	81.2		
2	Lunes			80.6	79.3	79.2		
	Martes			87,4	63,9	78,5		
	Miércoles			80.2	87.6	79.3		
	Jueves	20:00	23:00	88,8	62,3	79,5	83,3	55
	Viernes			87,8	52,6	78,2		
	Sábado			87,7	48,4	78,5		
	Domingo			82.3	62.3	79.6		
3	Lunes			82.0	40.3	79.3		
	Martes			87,4	45,3	78,9		
	Miércoles	20:00	23:00	80.3	49.3	77.6		
	Jueves			88,1	64,1	78,2	82,9	55
	Viernes			89.5	67,8	77,6		
	Sábado			89,8	65,7	78,6		
	Domingo			85.3	84.3	79.2		
4	Lunes			80.6	60.3	78.6		
	Martes			85,6	64,9	67,5		
	Miércoles	20:00	23:00	82.6	62.3	79.6		
	Jueves			88,1	62.0	67,3	71,9	55
	Viernes			86,4	63,4	66,4		
	Sábado			88.6	66.3	80.6		
	Domingo			79.3	61.0	72.3		
Promedio							88.3	55

Alcívar, 2023

En la tabla 6 se detallan los valores obtenidos en la segunda semana de monitoreo de ruido, por lo tanto, los niveles de presión sonora obtenidos en los cuatro puntos de muestreo, resulta que la zona de estudio mantiene afluencias de ruido debido a la constante afluencia vehicular ya que son avenidas transitadas, por ende, el repentino uso de las bocinas hace que los niveles de presión sonora

sean elevados. Reiterando que, el punto con mayor afluencia en horario diurno se pondera en el punto 1 con 120.4 dB(A), por ende, todos los puntos monitoreados superan el valor máximo de ruido, establecido por la normativa, cabe mencionar si se hace la respectiva comparación en cualquiera de los horarios establecidos los resultados superan el límite máximo permisible estipulado en el Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 6. Monitoreo en horario diurno en la semana 2

Puntos	Día	Horario		L. max dB(A)	L. min dB(A)	V. Nsp dB(A)	LMP dB(A)
		Inicio	Final				
1	Lunes	06:15	10:15	103.6	78.2	110.5	65
		13:00	16:00	108.2	80.3		
		17:00	19:00	103.6	76.3		
	Martes	06:15	10:15	107.4	79.3	110.3	65
		13:00	16:00	103.6	76.8		
		17:00	19:00	104.5	78.6		
	Miércoles	06:15	10:15	108.3	79.3	110.7	65
		13:00	16:00	104.2	78.4		
		17:00	19:00	103.6	79.3		
	Jueves	06:15	10:15	100.4	77.6	109.3	65
		13:00	16:00	102.4	78.4		
		17:00	19:00	107.6	78.1		
	Viernes	06:15	10:15	113.4	78.3	115.2	65
		13:00	16:00	106.9	77.1		
		17:00	19:00	108.2	79.3		
	Sábado	06:15	10:15	107.3	80.1	112.0	65
		13:00	16:00	108.4	74.1		
		17:00	19:00	105.6	77.3		
Domingo	06:15	10:15	104.3	79.1	112.7	65	
	13:00	16:00	108.6	78.3			
	17:00	19:00	109.3	79.3			
Promedio						120.4	65
2	Lunes	06:15	10:15	95.3	74.3	102.9	65
		13:00	16:00	98.3	79.3		
		17:00	19:00	99.6	81.2		
	Martes	06:15	10:15	103.5	89.0	109.2	65
		13:00	16:00	104.3	86.2		
		17:00	19:00	104.9	89.2		
	Miércoles	06:15	10:15	90.3	71.0	95.0	65
		13:00	16:00	89.6	69.2		
		17:00	19:00	90.4	76.3		
	Jueves	06:15	10:15	93.2	70.3	97.6	65

		13:00	16:00	91.3	73.6		
		17:00	19:00	93.6	73.2		
	Viernes	06:15	10:15	94.2	76.5		
		13:00	16:00	92.5	77.5	101.3	65
		17:00	19:00	99.5	79.8		
	Sábado	06:15	10:15	97.6	76.3		
		13:00	16:00	94.6	75.8	101.4	65
		17:00	19:00	97.1	79.8		
	Domingo	06:15	10:15	95.6	80.4		
		13:00	16:00	96.3	82.3	102.2	65
		17:00	19:00	99.1	84.6		
		Promedio				111.9	65
	Lunes	06:15	10:15	91.3	71.0		
		13:00	16:00	90.4	70.3	97.7	65
		17:00	19:00	95.3	73.1		
	Martes	06:15	10:15	87.1	69.2		
		13:00	16:00	77.6	67.2	90.1	65
		17:00	19:00	86.3	73.5		
	Miércoles	06:15	10:15	80.4	76.2		
		13:00	16:00	86.3	79.1	89.1	65
		17:00	19:00	80.5	75.3		
	Jueves	06:15	10:15	87.4	76.2		
3		13:00	16:00	89.2	73.5	92.0	65
		17:00	19:00	79.2	76.1		
	Viernes	06:15	10:15	92.1	78.1		
		13:00	16:00	95.0	80.4	99.7	65
		17:00	19:00	96.4	79.6		
	Sábado	06:15	10:15	92.0	79.8		
		13:00	16:00	93.6	78.4	97.1	65
		17:00	19:00	90.1	75.6		
	Domingo	06:15	10:15	86.3	74.5		
		13:00	16:00	89.7	70.3	93.9	65
		17:00	19:00	89.9	77.6		
		Promedio				104.2	65
	Lunes	06:15	10:15	77.9	66.9		
		13:00	16:00	80.3	68.2	79.8	65
		17:00	19:00	81.4	65.3		
	Martes	06:15	10:15	83.9	65.2		
		13:00	16:00	88.9	65.0	84.3	65
		17:00	19:00	80.2	65.0		
	Miércoles	06:15	10:15	89.0	69.3		
		13:00	16:00	83.6	69.8	85.6	65
		17:00	19:00	84.1	68.4		
	Jueves	06:15	10:15	90.6	64.1		
		13:00	16:00	86.3	68.2	86.4	65
		17:00	19:00	82.5	69.3		
4							

Viernes	06:15	10:15	89.6	63.4	84.9	65
	13:00	16:00	85.8	68.2		
	17:00	19:00	79.3	63.2		
Sábado	06:15	10:15	77.8	68.6	80.7	65
	13:00	16:00	79.3	67.8		
	17:00	19:00	85.2	69.0		
Domingo	06:15	10:15	89.3	65.2	85.3	65
	13:00	16:00	80.5	68.3		
	17:00	19:00	86.3	68.9		
Promedio					92.9	65

Alcívar, 2023

En la tabla 7 se especifica a detalle los resultados obtenidos en el monitoreo en horario nocturno en la segunda semana, por lo tanto, se sigue reiterando el punto uno denominado Av. Cosme Renella, el cual resultó ser con mayor grado de afluencia de ruido, dando como resultado 87.1 dB(A), mientras que los demás puntos de monitoreo se diferencian significativamente del punto mayor, pero cabe recalcar que todos los puntos georreferenciados superan el límite máximo de cumplimiento, en torno a la normativa de ruido.

Tabla 7. Monitoreo en horario nocturno en la semana 2

Puntos	Día	Horario		L. max dB(A)	L. min dB(A)	V. Nsp dB(A)	LMP dB(A)
		Inicio	Final				
1	Lunes			86.3	69.3	87.1	55
	Martes			85.9	66.3		
	Miércoles	20:00	23:00	89.6	68.3		
	Jueves			87.4	69.3		
	Viernes			88.2	69.3		
	Sábado			87.3	63.2		
	Domingo			85.0	69.2		
	Lunes			85.2	65.2		
2	Martes			86.3	69.0	85.7	55
	Miércoles			87.4	68.0		
	Jueves	20:00	23:00	89.2	68.6		
	Viernes			80.1	68.0		
	Sábado			86.3	69.3		
	Domingo			86.0	67.2		
	Lunes			85.2	60.3		
	Martes			82.0	69.3		
3	Miércoles	20:00	23:00	80.3	69.0	72.9	55
	Jueves			86.3	68.2		
	Viernes			89.3	67.1		
	Sábado			87.2	69.2		

	Domingo			80.5	62.3		
	Lunes			85.0	66.3		
	Martes			74.1	69.3		
	Miércoles	20:00	23:00	72.0	68.2		
4	Jueves			77.6	67.4	78.7	55
	Viernes			79.3	69.3		
	Sábado			78.3	66.3		
	Domingo			85.2	68.3		
	Promedio					89.9	55

Alcívar, 2023

En la tabla 8 se detallan los valores en la tercera semana de monitoreo de ruido, cabe recalcar que los horarios establecidos en los puntos estratégicos son comparados con los resultados obtenidos en la semana 1 y 2, por lo tanto, se reitera el punto con mayor grado de afectación por la afluencia del ruido y, por ende, corroborar que los cuatro puntos georreferenciados superan el límite máximo permisible estipulado en la normativa ambiental vigente, la cual corresponde al Acuerdo Ministerial 097-A. Afirmando que en el horario diurno los puntos 1 y 2 son quienes se pondera con el valor máximo de 120.1 y 109.2 dB(A), se determina que el grado de afluencia del ruido se fundamenta en la principal fuente que es el ruido por los medios de transporte que transitan por la zona georreferenciada en el contexto de la investigación.

Tabla 8. Monitoreo en horario diurno en la semana 3

Puntos	Día	Horario		L. max dB(A)	L. min dB(A)	V. Nsp dB(A)	LMP dB(A)
		Inicio	Final				
1	Lunes	06:15	10:15	104.3	80.3	110.6	65
		13:00	16:00	107.6	82.4		
		17:00	19:00	104.6	80.4		
	Martes	06:15	10:15	102.3	81.7	112.2	65
		13:00	16:00	109.3	86.1		
		17:00	19:00	108.0	85.3		
	Miércoles	06:15	10:15	104.2	80.4	111.9	65
		13:00	16:00	106.3	82.3		
		17:00	19:00	109.3	85.1		
	Jueves	06:15	10:15	103.6	83.0	112.9	65
		13:00	16:00	107.6	87.1		
		17:00	19:00	110.5	88.6		

2	Viernes	06:15	10:15	108.5	82.0	109.6	65	
		13:00	16:00	100.4	74.6			
		17:00	19:00	99.3	70.3			
	Sábado	06:15	10:15	105.2	77.9	112.4	65	
		13:00	16:00	109.3	83.6			
		17:00	19:00	107.3	82.0			
	Domingo	06:15	10:15	108.2	83.6	111.2	65	
		13:00	16:00	104.9	80.4			
		17:00	19:00	105.2	81.2			
			Promedio			120.1	65	
	3	Lunes	06:15	10:15	92.3	80.1	98.3	65
			13:00	16:00	90.4	78.3		
			17:00	19:00	95.6	82.1		
		Martes	06:15	10:15	97.1	84.3	103.6	65
			13:00	16:00	99.6	86.0		
17:00			19:00	98.7	87.0			
Miércoles		06:15	10:15	97.4	80.4	100.8	65	
		13:00	16:00	93.6	79.1			
		17:00	19:00	96.1	77.6			
Jueves		06:15	10:15	94.7	79.1	99.4	65	
		13:00	16:00	95.1	78.2			
		17:00	19:00	93.6	76.3			
Viernes		06:15	10:15	94.7	75.8	101.0	65	
		13:00	16:00	97.0	80.4			
		17:00	19:00	96.5	81.2			
Sábado	06:15	10:15	93.8	79.6	99.3	65		
	13:00	16:00	96.2	77.1				
	17:00	19:00	92.5	76.2				
Domingo	06:15	10:15	93.1	73.6	100.6	65		
	13:00	16:00	94.1	77.9				
	17:00	19:00	98.3	81.2				
		Promedio			109.2	65		
3	Lunes	06:15	10:15	89.3	60.3	86.3	65	
		13:00	16:00	82.3	65.2			
		17:00	19:00	87.3	63.2			
	Martes	06:15	10:15	86.3	69.2	85.7	65	
		13:00	16:00	85.2	64.5			
		17:00	19:00	85.6	64.0			
	Miércoles	06:15	10:15	82.3	64.1	82.3	65	
		13:00	16:00	81.0	62.1			
		17:00	19:00	83.6	64.3			
	Jueves	06:15	10:15	89.3	67.1	84.4	65	
		13:00	16:00	82.1	69.3			
		17:00	19:00	82.0	63.2			
	Viernes	06:15	10:15	83.6	66.3	84.4	65	
		13:00	16:00	87.3	67.8			

		17:00	19:00	89.6	63.2		
	Sábado	06:15	10:15	74.1	61.2		
		13:00	16:00	85.0	64.1	79.7	65
		17:00	19:00	80.0	68.2		
	Domingo	06:15	10:15	83.0	64.1		
		13:00	16:00	82.0	62.3	81.1	65
		17:00	19:00	78.2	63.2		
		Promedio				92.4	65
	Lunes	06:15	10:15	79.3	68.2		
		13:00	16:00	85.2	66.4	84.7	65
		17:00	19:00	89.6	64.7		
	Martes	06:15	10:15	87.9	67.0		
		13:00	16:00	89.3	62.1	88.8	65
		17:00	19:00	89.3	62.3		
	Miércoles	06:15	10:15	85.6	69.2		
		13:00	16:00	86.3	68.0	87.3	65
		17:00	19:00	90.1	68.3		
4	Jueves	06:15	10:15	75.2	65.1		
		13:00	16:00	76.3	63.2	80.5	65
		17:00	19:00	79.3	67.0		
	Viernes	06:15	10:15	78.2	65.0		
		13:00	16:00	85.0	65.1	81.1	65
		17:00	19:00	80.3	62.3		
	Sábado	06:15	10:15	80.1	64.8		
		13:00	16:00	85.2	68.2	83.8	65
		17:00	19:00	86.3	69.3		
	Domingo	06:15	10:15	89.3	67.1		
		13:00	16:00	87.4	62.3	87.3	65
		17:00	19:00	85.2	64.1		
	Promedio					94.2	65

Alcívar, 2023

En la tabla 9 se especifica el monitoreo ejecutado en la semana tres en cuanto al horario nocturno, los puntos 1 que corresponde a la Av. Cosme Renella y el punto 2 Av. Eliat Luit son los que resultaron con los picos más altos en cuanto al ruido, mientras que el punto 4 Av. Pedro Menéndez Gilbert resultó ser el punto mínimo con 71.9 dB(A) los valores mencionados superan el límite máximo permisible establecido en 60 dB(A) en horario nocturno.

Tabla 9. Monitoreo en horario nocturno en la semana 3

Puntos	Día	Horario		L. max dB(A)	L. min dB(A)	V. Nsp dB(A)	LMP dB(A)
		Inicio	Final				
1	Lunes			79.6	66.4		
	Martes			84.1	66,8		
	Miércoles	20:00	23:00	86.3	61.2		
	Jueves			89,1	64,7	83,9	55
	Viernes			87,6	65,9		
	Sábado			89,1	61.0		
	Domingo			85.3	61.2		
2	Lunes			80.6	79.3		
	Martes			87,4	63,9		
	Miércoles	20:00	23:00	80.2	87.6		
	Jueves			88,8	62,3	83,3	55
	Viernes			87,8	52.6		
	Sábado			87,7	48,4		
	Domingo			82.3	62.3		
3	Lunes			82.0	40.3		
	Martes			87,4	45,3		
	Miércoles	20:00	23:00	80.3	49.3		
	Jueves			88,1	64,1	82,9	55
	Viernes			83.1	67,8		
	Sábado			89,8	65,7		
	Domingo			85.3	84.3		
4	Lunes			80.6	60.3		
	Martes			85,6	64,9		
	Miércoles	20:00	23:00	82.6	62.3		
	Jueves			88,1	66.3	83,9	55
	Viernes			86,4	63,4		
	Sábado			88.6	66.3		
	Domingo			79.3	61.0		
Promedio						88.3	55

Alcívar, 2023

En la figura 2 se especifican los valores promedios obtenidos en el transcurso de las tres semanas de monitoreo y en los cuatro puntos de monitoreo georreferenciados. El mayor grado de incidencia en cuanto al ruido se refleja en el punto 1, tanto en horario diurno. Cabe recalcar que los niveles de presión sonora superan el límite máximo permisible estipulado en el Acuerdo Ministerial 097-A.

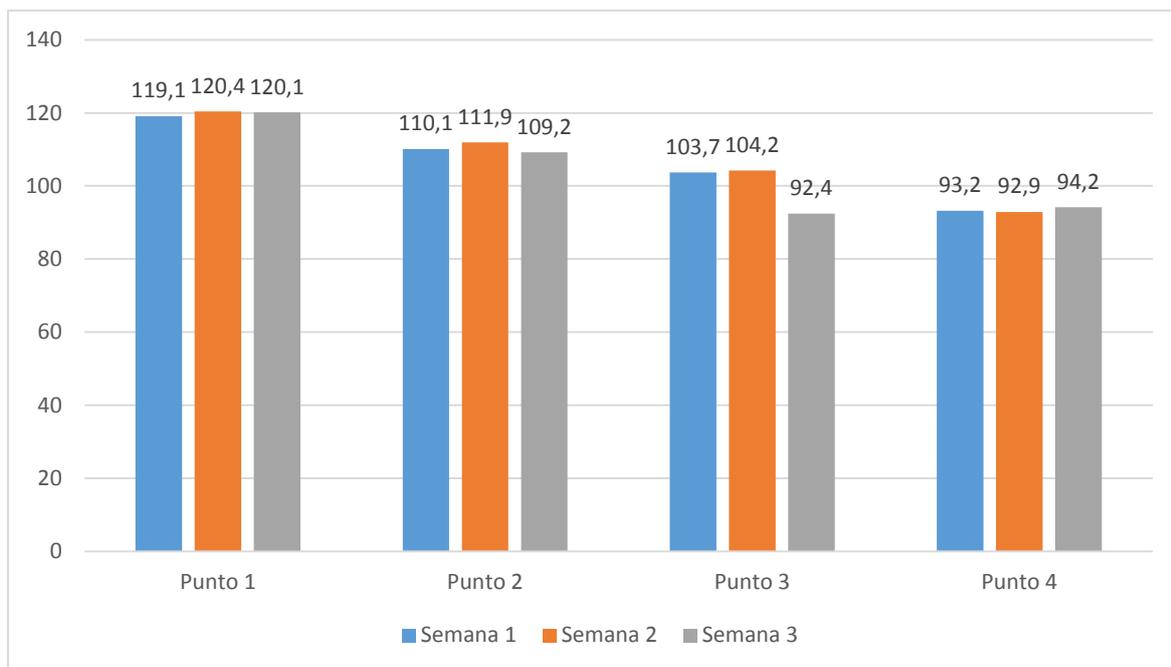


Figura 2. Resultado promedio en horario diurno a través del monitoreo de ruido en el lapso de tres semanas.

Alcívar, 2023

En la figura 3 se detallan los resultados obtenidos en el monitoreo de ruido en horario nocturno durante las tres semanas, para ello se detallan los resultados en cada punto de monitoreo, cabe mencionar que los niveles de ruido son superiores a lo que establece la normativa ambiental vigente en torno a la contaminación por ruido.

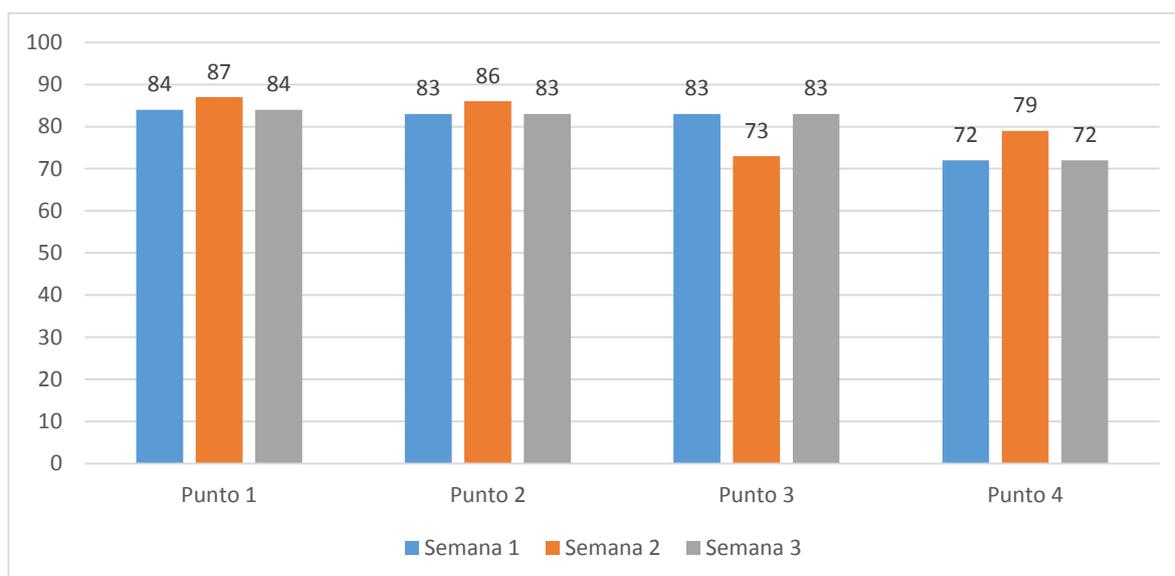


Figura 3. Resultado promedio en horario nocturno a través del monitoreo de ruido en el lapso de tres semanas.

Alcívar, 2023

4.1.1 Análisis estadístico semana 1 tanto en horario diurno como en nocturno.

En la tabla 10 se describen los valores obtenidos empleando los resultados recolectados en la semana 1 a través del monitoreo de ruido, mientras que, el cálculo de las medidas de tendencia resulta que la mayor afluencia se pondera en el horario diurno, tal valor supera el límite máximo permisible establecido en los 60 dB(A), mientras que en los resultados se obtuvo mayor a 80 dB(A).

Tabla 10. Análisis estadístico medidas de tendencia en horario diurno y nocturno en la semana 1

Análisis estadístico en horario diurno						
Punto	Media	Mediana	Moda	Desv. est	Máximo	Mínimo
1	119.1	111	111	1.62	113	108
2	110.1	102	102	0.95	103	100
3	103.7	94	94	2.19	98	92
4	93.2	84	82	4.15	88	76
Análisis estadístico en horario nocturno						
Punto	Media	Mediana	Moda	Desv. est	Máximo	Mínimo
1	84	81	81	0.84	81	79
2	83	79	79	0.63	80	78
3	83	79	78	0.82	80	78
4	72	70	68	6.65	81	66

Alcívar, 2023

El análisis de hipótesis determina lo siguiente, que se acepta la hipótesis alternativa, debido a que los niveles de presión sonora superan el límite máximo permisible establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, cabe mencionar que en todos los puntos de muestreo los resultados son superiores, por ende, se rechaza la hipótesis alternativa.

El análisis estadístico en base a las medidas de tendencia se calculó a través de los resultados obtenidos en los cuatro puntos de monitoreo tanto en horario diurno como nocturno en la semana uno de la ejecución del monitoreo. Por lo tanto, en la gráfica 4 se demuestra que los valores máximos se reflejan en horario diurno, por ende, en el punto 1 localizado en la Av. Cosme Renella, mientras que el valor máximo en horario nocturno se localiza en el punto 1, valor reiterado, esto quiere decir que la afluencia de ruido es constante en el área determinada.

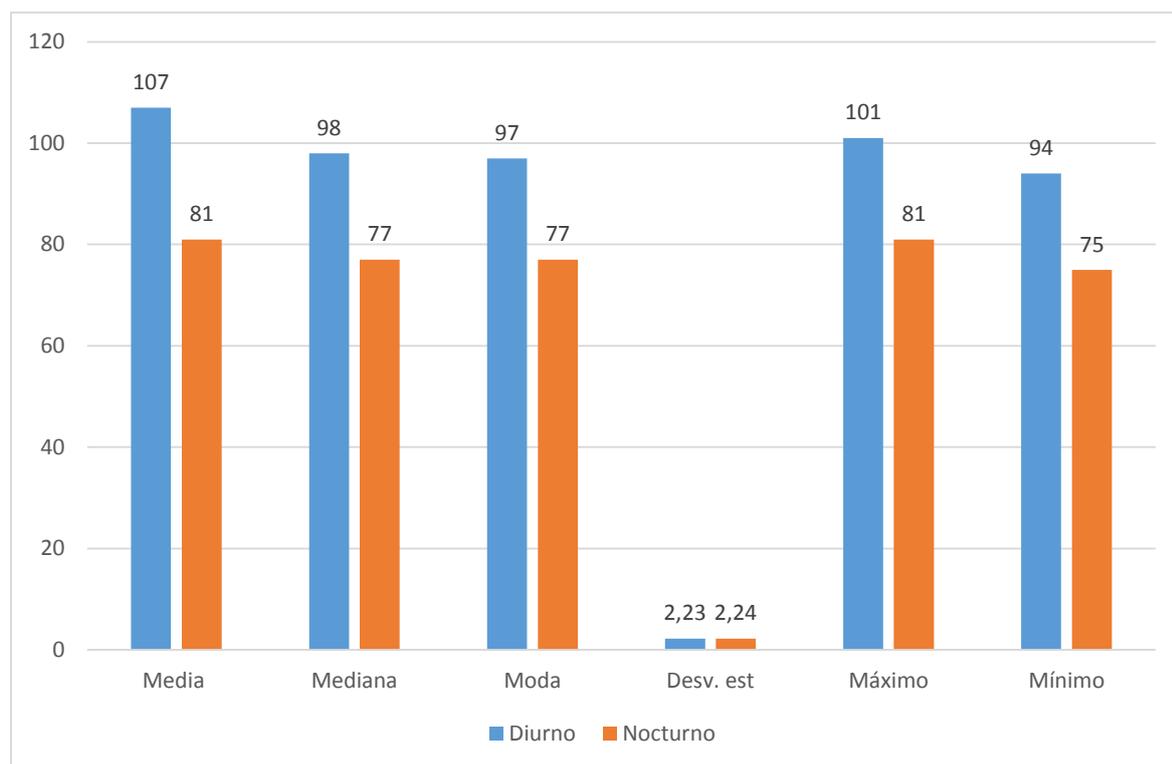


Figura 4. Análisis estadístico en el monitoreo de la semana 1 tanto en horario diurno como nocturno.

Alcívar, 2023

4.1.2 Análisis estadístico semana 2 tanto en horario diurno como en nocturno.

En la tabla 11 se describen los valores obtenidos en el análisis estadístico descriptivo, los cual comprende calcular las medidas de tendencia básicas entorno a los datos recopilados en el monitoreo en los cuatro puntos de muestreo durante la segunda semana.

Tabla 11. Análisis estadístico medidas de tendencia en horario diurno y nocturno en la semana 2

Análisis estadístico en horario diurno						
Punto	Media	Mediana	Moda	Desv. est	Máximo	Mínimo
1	120.4	111	111	1.98	115	109
2	111.9	101	101	4.34	109	95
3	104.2	94	92	4.19	100	89
4	92.9	85	86	2.41	86	80
Análisis estadístico en horario nocturno						
Punto	Media	Mediana	Moda	Desv. est	Máximo	Mínimo
1	87	87	86	1.63	90	85
2	86	86	86	2.76	89	80
3	73	85	82	3.35	89	80
4	79	78	85	4.95	85	72

Alcívar, 2023

El análisis de hipótesis determina lo siguiente, que se acepta la hipótesis alternativa, debido a que los niveles de presión sonora superan el límite máximo permisible establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, cabe mencionar que en todos los puntos de muestreo los resultados son superiores, por ende, se rechaza la hipótesis alternativa.

En la figura 5 se desglosan los valores obtenidos en base al análisis estadístico, por lo tanto, los resultados promedio se ponderan en el horario diurno siendo los de mayor afluencia ruido los puntos 3 Av. Plaza Dañin y el punto 1 Av. Cosme Renella debido a que los valores obtenidos se ponderaron sobre los 80 dB(A) a través de la demostración estadística se pueden comparar los valores obtenidos, por medio del análisis de hipótesis se menciona lo siguiente, aceptando la hipótesis nula ya que los niveles de ruido en las avenidas mencionadas no cumplen con el límite máximo permisible establecido en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa. Finalmente, como valor mínimo entre los dos horarios monitoreados fue entre 81 y 76 dB(A) mientras que los valores máximos fueron entre 87 y 86 dB(A).

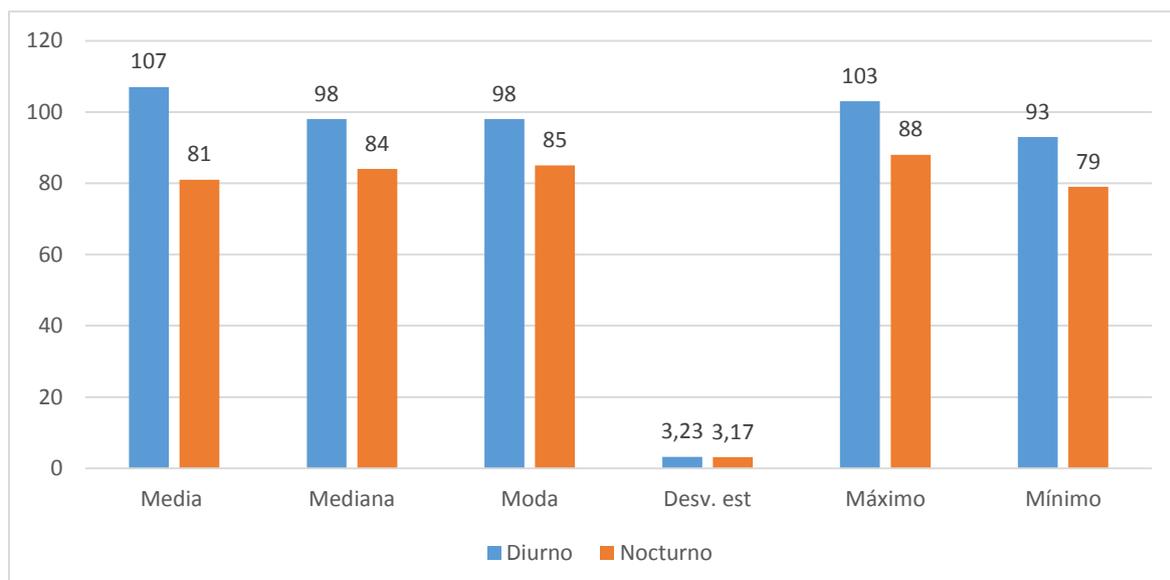


Figura 5. Análisis estadístico en el monitoreo de la semana 2 tanto en horario diurno como nocturno.
Alcívar, 2023

4.1.3 Análisis estadístico semana 3 tanto en horario diurno como en nocturno.

En la tabla 12 se describen los resultados obtenidos en cuanto al análisis estadístico de las medidas de tendencia como es media, mediana, moda, desviación estándar, valores máximos y mínimos de los niveles de presión sonora monitoreados en el transcurso de la semana 3 en los cuatro puntos de monitoreo georreferenciados tanto en horario diurno como nocturno.

Tabla 12. Análisis estadístico medidas de tendencia en horario diurno y nocturno en la semana 3

Análisis estadístico en horario diurno						
Punto	Media	Mediana	Moda	Desv. est	Máximo	Mínimo
1	120.1	112	112	0.98	113	110
2	109.2	101	101	1.98	104	98
3	92.4	84	86	2.36	86	80
4	94.2	85	87	3.07	89	81
Análisis estadístico en horario nocturno						
Punto	Media	Mediana	Moda	Desv. est	Máximo	Mínimo
1	84	86	89	3.23	89	80
2	83	87	88	3.82	89	80
3	83	85	85	3.55	90	80
4	72	86	86	3.35	88	79

Alcívar, 2023

El análisis de hipótesis determina lo siguiente, que se acepta la hipótesis alternativa, debido a que los niveles de presión sonora superan el límite máximo permisible establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, cabe mencionar que en todos los puntos de muestreo los resultados son superiores, por ende, se rechaza la hipótesis alternativa.

En la figura 6 se desglosan los valores obtenidos en base al análisis estadístico, por lo tanto, los resultados promedio se ponderan en el horario diurno siendo los de mayor afluencia ruido los puntos 3 Av. Plaza Dañin y el punto 1 Av. Cosme Renella debido a que los valores obtenidos se ponderaron sobre los 80 dB(A) a través de la demostración estadística se pueden comparar los valores obtenidos, por medio del análisis de hipótesis se menciona lo siguiente, aceptando la hipótesis nula ya que los niveles de ruido en las avenidas mencionadas no cumplen con el

límite máximo permisible establecido en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa. Finalmente, como valor mínimo.

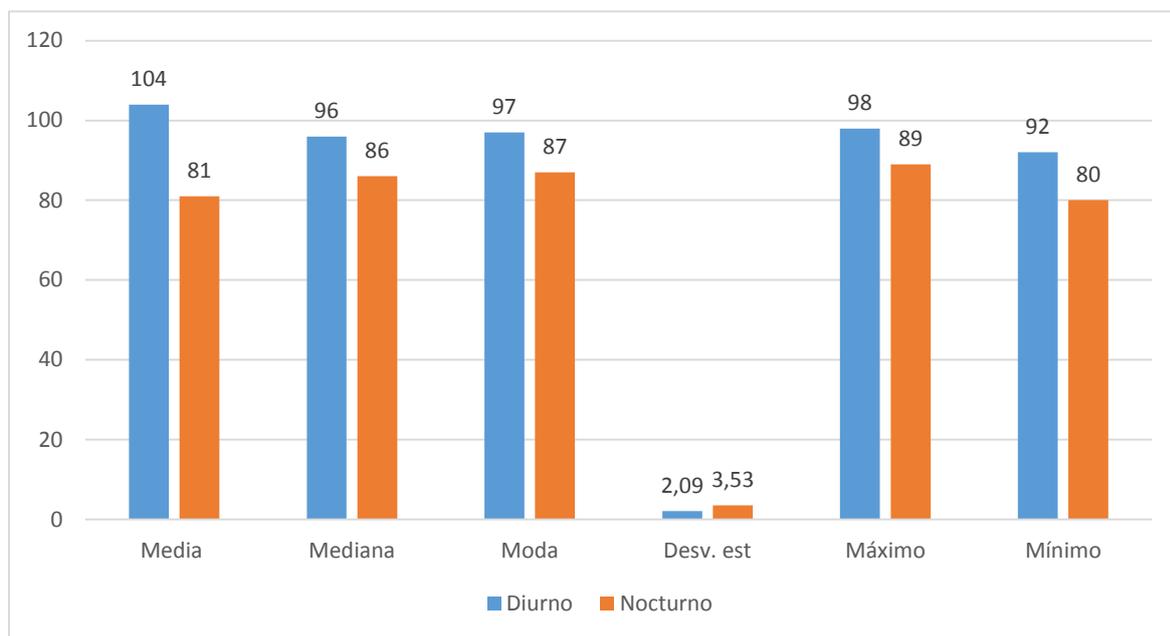


Figura 6. Análisis estadístico en el monitoreo de la semana 3 tanto en horario diurno como nocturno.

Alcívar, 2023

En el gráfico 7 y 8 de acuerdo al análisis estadístico empleado, tanto en horario diurno y nocturno se describen los valores estadísticos como resultado final del cumplimiento. Expresando los valores de media, mediana, moda, desviación, máximos y mínimos, cabe mencionar que los resultados sirvieron para contextualizar los valores comparativos establecidos en el cumplimiento Ambiental Acuerdo Ministerial 097-A.

En el lapso de las tres semanas se compararon los promedios obtenidos en los cuatro puntos de muestreo, los resultados en promedio diurno y nocturno representan altos niveles de presión sonora en os distintos horarios establecidos, dando lugar a especificaciones formuladas como es la generación de ruido constante por aeronaves y vehículos.

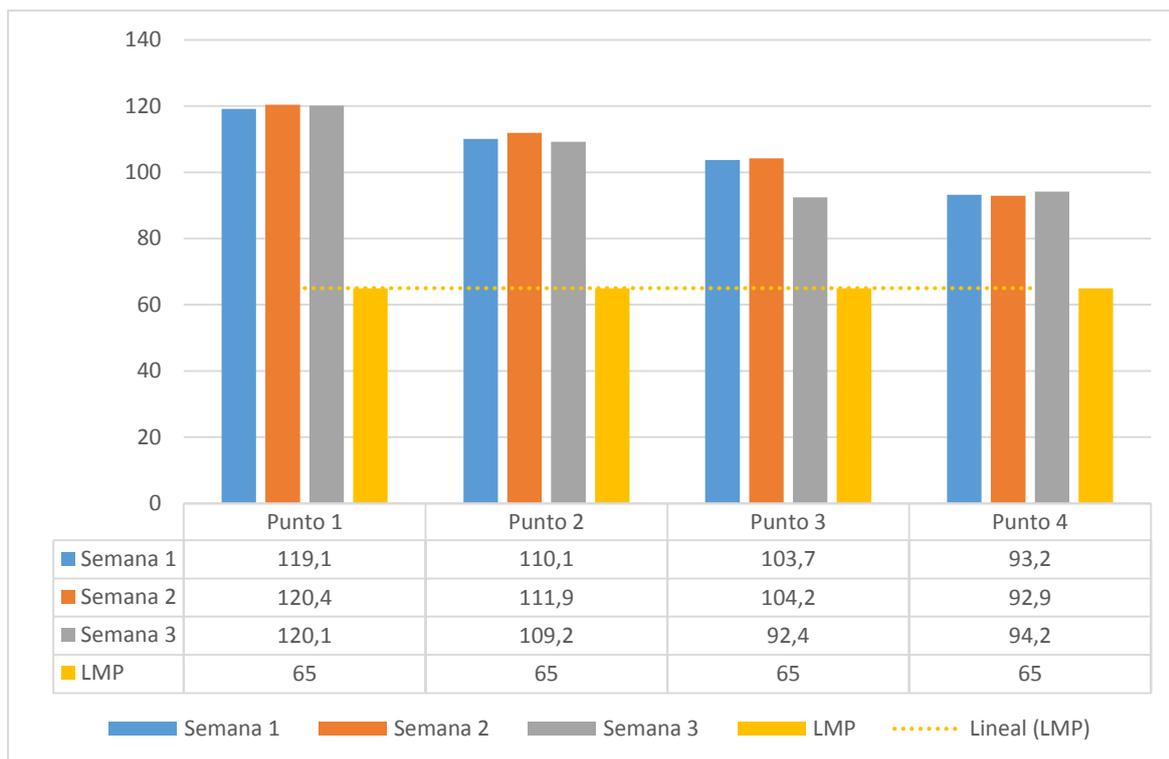


Figura 7. Análisis estadístico general del monitoreo diario en el lapso de tres semanas.
Alcívar, 2023

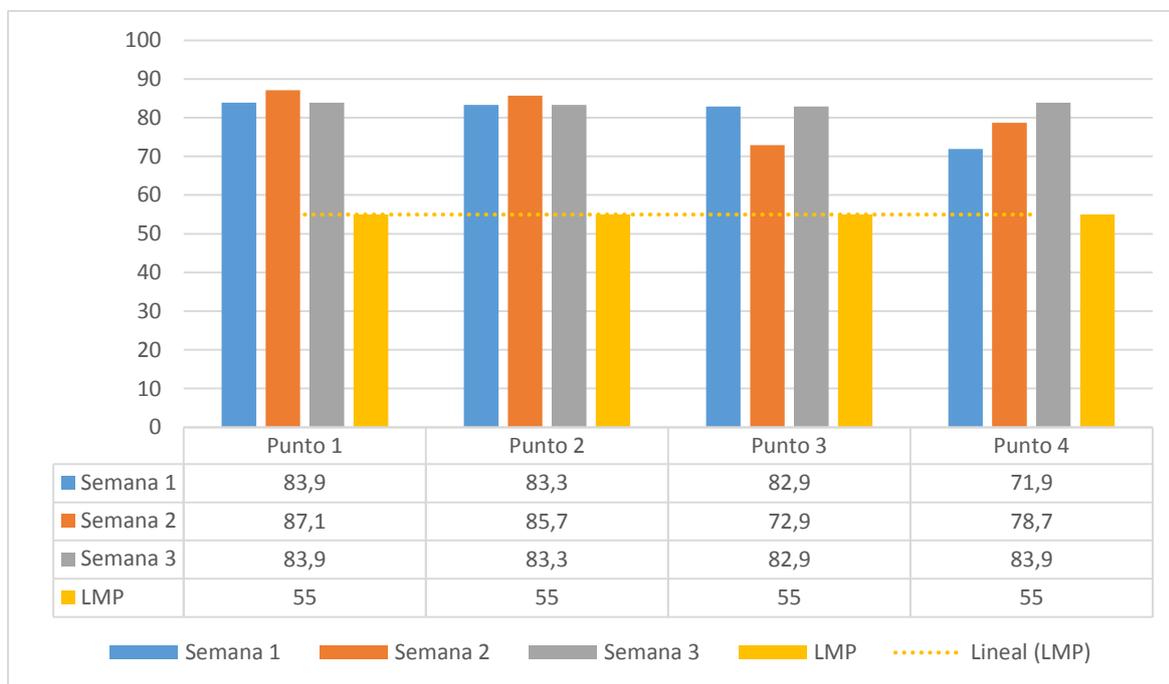


Figura 8. Análisis estadístico general del monitoreo nocturno en el lapso de tres semanas.
Alcívar, 2023

A continuación, en las figuras 9 y 10 se presentan los mapas de ruido, haciendo énfasis que los valores promedio obtenidos a través de los monitoreos de ruido tanto en horario diurno como nocturno en el lapso de tres semanas. Por ende, cada valor representa el porcentaje de afluencia del ruido tanto de menor a mayor.

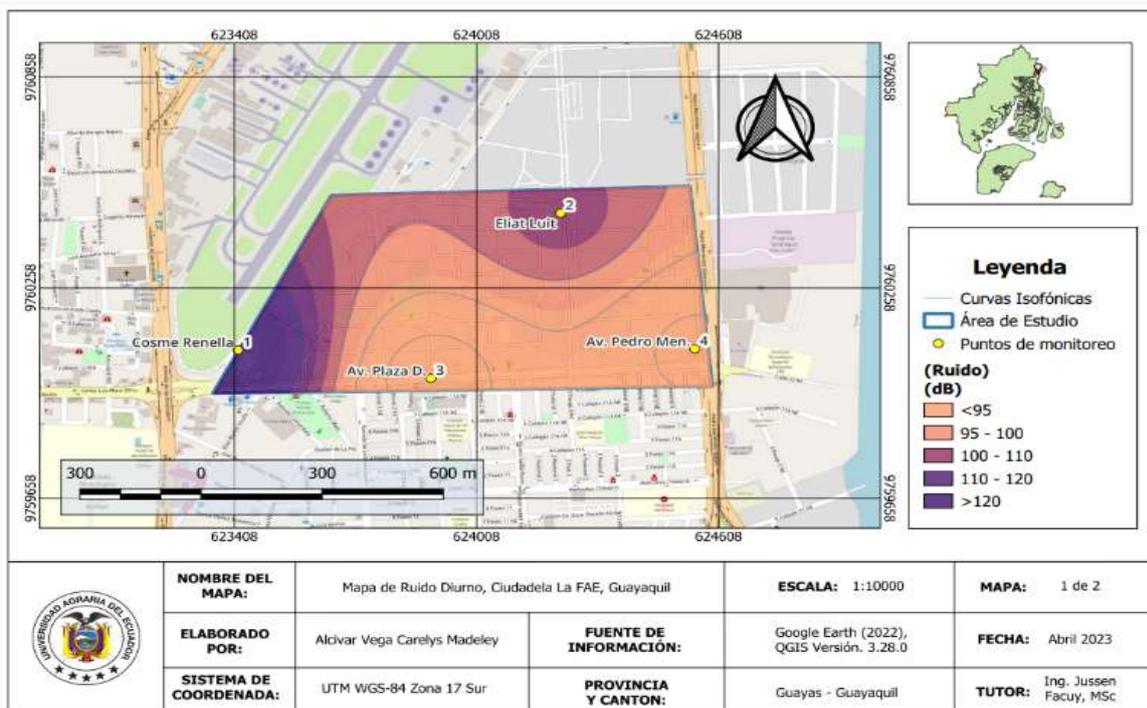


Figura 9. Mapa de ruido en horario diurno.
Alcívar, 2023

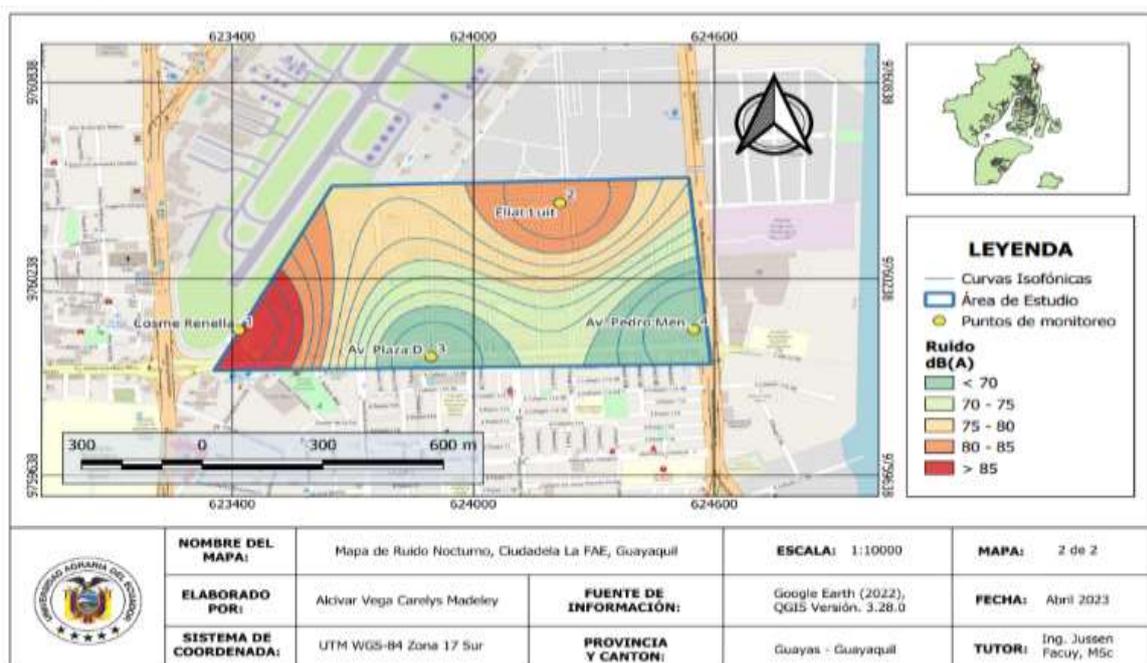


Figura 10. Mapa de ruido en horario nocturno.
Alcívar, 2023

4.2 Comparación de los niveles permisibles de ruidos de las aeronaves y vehículos con las normas TULSMA (Acuerdo Ministerial No. 097-A).

En la tabla 13 se especifican los valores referenciados en cuanto a los niveles de presión sonora obtenidos en la primera semana del monitoreo, recalcando que los niveles elevados se reflejan por la afluencia de ruido por las aeronaves, pero comparando con los resultados estos superan el límite máximo permisible establecido en el Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 13. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario diurno - semana 1

Puntos	Monitoreo en horario diurno semana 1			LMP		Cumplimiento
	Nps aeronaves dB(A)	Nps vehículos dB(A)	Promedio dB(A)	D	N	
1	110	77	107	65	55	No cumple
2	104	78	101	65	55	No cumple
3	90	79	90.3	65	55	No cumple
4	98	80	90.4	65	55	No cumple

Alcívar, 2023

En la tabla 14 se especifica el resultado obtenido en cuanto al monitoreo continuo ejecutado en las avenidas de la ciudadela La FAE, para ello, se tomaron datos de los niveles de presión sonora, tanto en horario diurno como en nocturno, dando como resultado final que los dB(A) obtenidos se encuentran fuera del límite máximo permisible, establecido en la normativa de cumplimiento Acuerdo Ministerial 097-A, por lo tanto, los cuatro puntos monitoreados no cumplen con los límites máximos permisibles. En cuanto al análisis de cumplimiento se describen cada uno de los puntos con el respectivo valor obtenido, tanto en la afluencia del ruido de aeronaves como vehicular, ya que el área seleccionada representa mayor demanda vehicular en lo que respecta a la ciudad.

Tabla 14. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario diurno - semana 2

Puntos	Nps aeronaves (dB)	Monitoreo en horario diurno semana 2		LMP		Cumplimiento
		Nps vehículos (dB)	Promedio (dB)	D	N	
		1	107	80	104	
2	93	77	90.1	65	55	No cumple
3	92	79	92.2	65	55	No cumple
4	90	84	91	65	55	No cumple

Alcívar, 2022

En la tabla 15 se especifican los resultados obtenidos en la semana 3 del monitoreo de ruido en horario diurno, según las especificaciones prescritas, se menciona que los niveles de presión sonora siguen siendo afectados por la actividad vehicular, en el horario diurno se reitera que los niveles de contaminación acústica siguen elevados, por lo tanto, existe el no cumplimiento de la normativa ambiental mencionada.

Tabla 15. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario diurno - semana 3

Puntos	Nps aeronaves dB(A)	Monitoreo en horario diurno semana 3		LMP		Cumplimiento
		Nps vehículos dB(A)	Promedio dB(A)	D	N	
		1	108	77	105	
2	96	75	93	65	55	No cumple
3	92	78	92.2	65	55	No cumple
4	91	80	91.3	65	55	No cumple

Alcívar, 2023

En la tabla 16 se especifican los resultados obtenidos en cuanto al análisis comparativo de los niveles de presión sonora obtenidos en el monitoreo de ruido en horario nocturno, según la normativa los resultados deben encontrarse por debajo de los 60 dB(A) pero en los cuatro puntos monitoreados, ninguno cumple con el valor especificado en la norma de cumplimiento ambiental estipulada en el contexto investigativo.

Tabla 16. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario nocturno - semana 1

Puntos	Nps aeronaves dB(A)	Monitoreo en horario nocturno semana 1		LMP		Cumplimiento
		Nps vehículos dB(A)	Promedio dB(A)	D	N	
1	104	79.3	101	65	55	No cumple
2	102	78.6	99	65	55	No cumple
3	93	80.6	93.2	65	55	No cumple
4	91	82.0	91.5	65	55	No cumple

Alcívar, 2023

En la tabla 17 representa la continuidad del monitoreo de ruido en horario nocturno semana dos del levantamiento de datos en campo, los resultados obtenidos se encuentran en el rango de 70 hasta 80 dB(A) en los cuatro puntos estratégicos, estos demandan mayor afluencia de ruido, por lo tanto, no se cumple con el límite máximo permisible.

Tabla 17. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario nocturno - semana 2

Puntos	Nps aeronaves dB(A)	Monitoreo en horario nocturno semana 2		LMP		Cumplimiento
		Nps vehículos dB(A)	Promedio dB(A)	D	N	
1	106	77.9	103	65	55	No cumple
2	99	78.3	96	65	55	No cumple
3	92	78.0	92.2	65	55	No cumple
4	90	79.0	90.3	65	55	No cumple

Alcívar, 2023

En la tabla 18 se especifican los resultados obtenidos en la semana tres del monitoreo en horario nocturno, reiterando el no cumplimiento de los niveles de presión sonora obtenidos en el monitoreo. Ya que la normativa menciona que en horario nocturno el límite máximo permisible es de 60 dB(A) mientras que los resultados se encuentran por encima de los 77 dB(A).

Tabla 18. Resultados del monitoreo y comparación de los niveles de presión sonora en horario nocturno - semana 3

Puntos	Nps aeronaves dB(A)	Monitoreo en horario nocturno semana 3			LMP		Cumplimiento
		Nps vehículos dB(A)	Promedio dB(A)	D	N		
1	107	80.2	104	65	55	No cumple	
2	98	87.1	95.3	65	55	No cumple	
3	90	80.0	90.4	65	55	No cumple	
4	90	79.3	90.4	65	55	No cumple	

Alcívar, 2023

En la tabla 19 se describen los valores promedios obtenidos en el transcurso de las tres semanas de monitoreo, tanto en fuentes de ruido causadas por las aeronaves y por los vehículos que transitan por la zona referenciada en el contexto investigativo. Por semana se obtuvo un valor referencial, el cual consiste en el promedio general, haciendo énfasis al cumplimiento de la normativa estos valores superan el límite máximo permisible establecido en el Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 19. Análisis comparativo en el lapso de tres semanas en relación a los niveles de presión sonora en aeronaves y vehículos

Puntos	Aeronaves			Vehículos		
	S1	S2 dB(A)	S3	S1	S2 dB(A)	S3
1	107	104	105	81.3	82.1	81.9
2	101	90.1	93	81.3	80.7	87.4
3	94.8	95	94.1	82.9	81.5	82.1
4	93.5	93	93.5	84.1	85.2	82.7

Alcívar, 2023

En la figura 11 se describen los resultados promedios obtenidos a través del monitoreo de los niveles de presión sonora, por lo tanto, en la semana haciendo énfasis la fuente de ruido de las aeronaves se menciona que el valor más alto fue de dB mientras que el ruido vehicular fue de 85.2 dB(A) en las tres semanas el ruido por aeronaves fue entre 104 y 90 dB(A) y el vehicular se pondera en 82 dB(A) y finalmente se obtienen 107 dB(A) por el ruido de aeronaves mientras que el ruido

vehicular se establece en 87.4 dB(A), haciendo el análisis de cumplimiento, la mayor fuente de ruido se concentra por las aeronaves pero los niveles de ruido por los vehículos no se diferencian significativamente, al comparar con el cumplimiento de la normativa correspondiente, estos valores superan el límite máximo permisible tanto en horario diurno como en nocturno, ya que los valores establecidos deben estar por debajo de los 65 dB(A) y 55 dB(A).

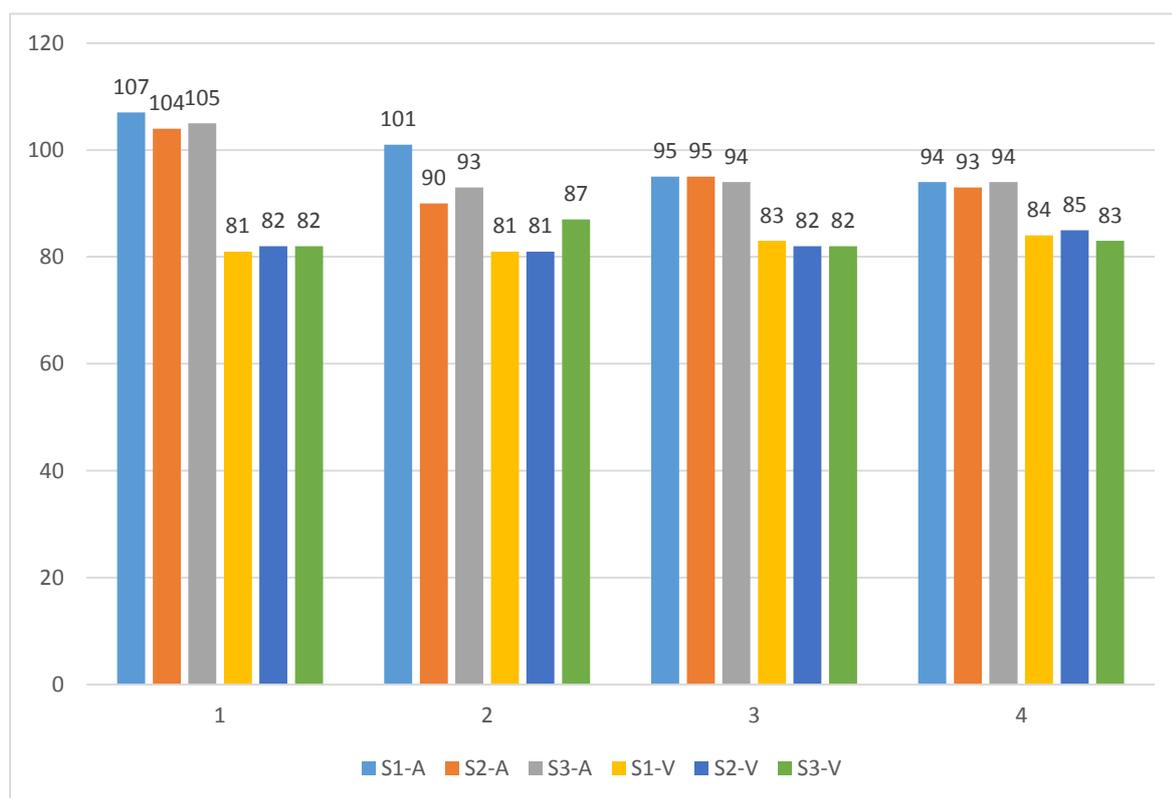


Figura 11. Resultados promedios obtenidos por las fuentes de ruido de aeronaves y vehículos.
Alcívar, 2023

4.3 Propuesta de un plan de control para mitigar el ruido de la contaminación sonora en la Cdla. FAE.

De acuerdo con el planteamiento de la propuesta enfocada en el control de la contaminación sonora ocasionada por el ruido de vehículos y aeronaves en la ciudadela FAE, se cumple con el análisis, en torno a la problemática ambiental y social, ya que ambas se interrelacionan y posteriormente se generan impactos a

grandes escalas, partiendo desde local hasta mundial. Por lo tanto, es importante anteceder a la población con metodologías de alcance como son los monitoreos constantes, planes de control, prevención y seguimiento. Cabe recalcar que es importante incentivar a la población a involucrarse con entidades ambientales que brinden solución a los contextos relacionados con la contaminación acústica.

Continuando con la indagación de la investigación se pretende identificar las posibles fuentes de ruido, tanto comerciales, de entretenimiento, tránsito vehicular, etc, considerando las constantes fluctuaciones que se generan por dependencia de la fuente de ruido, se puede definir el nivel de impacto que se genera al ambiente, esta problemática imposibilita el desarrollo de las ciudades, sobre todo las afecciones que se generan en el ámbito salud hacia la población involucrada.

Las intensas exposiciones a altos niveles de presión sonora hacen que la población se sienta perturbada, los efectos del ruido se consideran nocivos, tomando en consideración que la audición depende de tres importantes factores como son, sensibilidad del hombre, tiempo de exposición e intensidad a largo plazo esto se considera fatiga. Analizando las posibles problemáticas que asechan a diario a la ciudadela FAE, es necesario continuar con la investigación planteada, a través de los monitores, análisis de información y comparar los resultados obtenidos, a través de la metodología propuesta se pretende minimizar los niveles de presión sonora provocada por el ruido de los vehículos y las aeronaves que transitan por la zona tanto en horario diurno como nocturno.

Objetivos

- Plantear estrategias colaborativas entre la población y entidades encargadas en temáticas conservacionistas en torno al ambiente.

- Establecer monitoreos de ruidos en periodos constantes en las principales avenidas georreferenciadas.
- Organizar planes de control y seguimiento con el fin de mitigar los excesos de ruido en los distintos puntos de muestreo.

Alcance

El alcance de la propuesta se define a través del accionar de las actividades e indicadores de cumplimiento, que al fin son monitoreadas y evaluadas por equipos técnicos y entidades responsables para intervenir en caso de que sucedan impactos de alto rango. En caso de ejecutar la investigación en zonas vulnerables, es necesario cumplir con el post análisis y posteriormente planificar soluciones que a corto o largo plazo brinden satisfacción a la población. Finalmente es necesario cumplir con los informes necesarios en los cuales se estructuran los resultados a través del diseño de mapas de ruido, tablas informativas y gráficos de representación.

- **Programa de participación ciudadana, capacitación y sensibilización**

Estructurar planificaciones de participación ciudadana, comprenden en sistematizar la información metodológica y prácticas a través de las capacitaciones y concientización ambiental. Por otro lado, se tienen argumentos importantes como son las capacitaciones informativas, mientras que se involucra a la población en la toma de decisiones en torno a los sucesos que se suscitan de una u otra manera y que finalmente impactan el bienestar de la población.

Concientizar a los ciudadanos e incentivarlos a que se involucren en temáticas relacionadas con el ambiente, que finalmente estas cumplen con el propósito de informar de distintas maneras a los contaminadores, que de ellos depende la reducción de la contaminación acústica.

Reiterando la inserción de campañas de reducción de ruido, estas cumplen con descubrir posibles acciones de como informar a la ciudadanía de manera que se aprecie y valore la información impartida en su momento. Los medios de difusión o informativos dependen de la importancia que se le otorgue al suceso, por otro lado, las organizaciones encargadas en difundir las campañas de concientización y cuidado con el ambiente, se pretende focalizar el tema contaminación acústica y alcanzar las propuestas planteadas.

Finalmente, para ejecutar el plan de información o comunicación es necesario establecer los equipos de trabajo, especialistas en el campo, monitoreados por entidades ambientales que pretendan concluir con el objetivo de la investigación. Es importante subrayar las obligaciones y responsabilidades que demanda cada entidad, de estas depende el desempeño y la obtención de resultados positivos en el régimen de descontaminación del ruido.

- **Reestructuración de la red vial en la zona y fiscalización**

A nivel local y mundial existen diversos modelos de redes viales los cuales se consideran indispensables para el uso cotidiano de la población involucrada, los municipios tienen la obligación de construir vías estructuradas para el transporte, las cuales deben contar con la capacidad de brindar seguridad y satisfacción a cada poblador, por otro lado, el incremento de vías de acceso disminuye el tráfico vehicular que se genera en ciertas horas del día, por ende, este suceso genera molestias a los ciudadanos, este apartado genera impactos nocivos en torno a la salud y el equilibrio del entorno.

Es importante involucrar a los municipios a que propongan programas de educación vial en los cuales intervengan los monitoreos de ruido en distintos periodos, este método permitirá cumplir con informar acerca del índice de calidad

del aire en el área monitoreada, aparte de identificar la principal fuente de ruido, ya que puede ser fija, móvil o natural. Posteriormente se demuestran los informes oportunos en base a los monitoreos alcanzados y a continuación son examinados con el personal delegado. Generalmente a partir de estas particularidades se ejecutan las propuestas descritas en cada ítem.

En la tabla 20 se especifica la propuesta para ejecutar el monitoreo continuo en el área georreferenciada, como es, Av. Cosme Rellena, Eliat Luit, Plaza Dañin y Pedro Méndez Gilbert. Se plantea un objetivo orientado en el cumplimiento de un monitoreo enfocado en dar resultados específicos que permitan focalizar los puntos con mayor grado de intensidad de ruido, de tal forma, esto permite generar actividades en beneficio de la población involucrada con el fin de mejorar los índices de calidad, ya que, acostumbrarse al ruido no es un estilo de vida que contraiga impactos positivos tanto para la tranquilidad o salud mental del involucrado, por este motivo es que se trata de neutralizar la actividad que demande mayores niveles de presión sonora.

Tabla 20. Propuesta para monitorear áreas específicas

Objetivo	Propuesta	Actividades	Metas
		<ul style="list-style-type: none"> • Capacitaciones técnicas a la comunidad. 	Tener a la población enfocada y preparada en cómo realizar monitoreos acústicos.
Obtención de información referente al ruido ambiental urbano actualizando el existente.	Realizar monitoreos anuales por parte de las entidades gubernamentales de la ciudad de tal manera que se puedan actualizar y evaluar la información existente.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer zona de estudio. • Fijar puntos de monitoreo. • Elaborar cronograma para la toma de muestras. 	Determinar zonas de mayor impacto acústico en la ciudad. Seguir un control de orden para realizar cada una de las actividades.

En la tabla 21 se plantea una propuesta en dirección al cumplimiento de las normativas ambientales, siendo así, se orienta en la revisión de los artículos que se relacionen con el ruido o contaminación acústica, dando como resultado enfocarse en lo que demanda el Acuerdo Ministerial 097-A y lo que estipulan las normativas de los GAD municipales en cuanto al ruido. Cabe recalcar que las normas se orientan al ámbito de ruido por actividades diversas o específicas como es el ruido vehicular ocasionada por los conductores a diario y en cualquier horario del día. Por lo tanto, hacer valer las normas de calidad en cuanto a la contaminación acústica es un deber de cualquier ciudadano.

Tabla 21. Propuesta direccionada a la actualización de leyes vigentes en torno al ruido y la contaminación acústica

Objetivo	Propuesta	Actividades	Metas
		<ul style="list-style-type: none"> Revisión legal bibliográfica del Ecuador 	Conocer al detalle las normativas vigentes.
Revisión de las normativas ambientales referente al ruido.	Establecer nuevas regularizaciones complementarias a las leyes existentes.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer cumplir los artículos vigentes estipulados en la Ley Orgánica de Transporte, Tránsito y seguridad Vial. Establecer dentro de la normativa de revisión vehicular que los vehículos cuenten con silenciadores en buen estado incluido los respectivos mantenimientos hacia la unidad Concientizar al conductor acerca de los problemas generados por el ruido, causa y efecto. 	Disminuir el ruido generado por los vehículos. Crear conciencia sobre los efectos que genera el ruido en exceso.

Alcívar, 2023

En la tabla 22 se plantean medidas correctivas que se encuentran al alcance de la ciudadanía con el fin de mitigar los focos de contaminación acústica, con el incentivo de campañas educativas se pretende concientizar a la población involucrada en participar en las actividades, cabe recalcar que no es necesario asistir a reuniones de capacitación, simplemente atender las campañas

informativas que pueden ser difundidas a través de la virtualidad, comprender que generar ruido con el claxon no causa ningún beneficio más bien ocasiona perturbaciones y molestias para la ciudadanía, promover hábitos que disminuyan el uso de automóviles a diario, actividad que reduciría los niveles de contaminación generado por el Dióxido de Carbono y controlaría los niveles de contaminación sonora. Enfatizando este tipo de hábitos se puede mejorar el tráfico vehicular y crear culturas ambientales en beneficio de cada uno de los habitantes.

Tabla 22. Propuesta de medidas correctivas

Objetivo	Propuesta	Actividades	Metas
Establecer actividades que mitiguen los altos índices de contaminación acústica.	Implementar medidas viables a las que ciudadanía y las entidades gubernamentales puedan realizar con facilidad permitiendo disminuir los altos índices de ruido.	<ul style="list-style-type: none"> Implementar señalética informativa de no usar el claxon 	
		<ul style="list-style-type: none"> Incentivar a través de campañas informativas por redes sociales, medios de comunicación, estudiantes de planteles educativos a la ciudadanía en evitar el uso del claxon. 	Disminuir los niveles de presión sonora en la Ciudadela la FAE de la ciudad de Guayaquil.
		<ul style="list-style-type: none"> Promover el uso de medios de transportes como la bicicleta lo que disminuiría el uso de vehículos particulares a largo plazo. 	Un día a la semana decretar el acceso a la ciclovía, cerrada al tránsito vehicular de 08:00 a 19:00

5. Discusión

Para Seguí, Martínez y Ruíz (2019) afirman que las investigaciones de la OMS sugieren que los seres humanos empiezan a experimentar efectos negativos de la contaminación acústica cuando se exponen de forma regular o constante a niveles de ruido que superan los 55 decibelios. La Administración Federal de Aviación de EE.UU. estima que un nivel sonoro medio día-noche de 65 dB(A) marca el umbral de exposición al ruido, por debajo del cual las zonas expuestas son aptas para usos residenciales del suelo. La métrica que refleja la exposición acumulativa de una persona al sonido durante un período de 24 horas, expresada como el nivel de ruido para el día medio del año basado en las operaciones anuales de aeronaves. El tráfico rodado es la principal fuente de ruido excesivo. Sin embargo, el informe aconseja no subestimar el impacto del ruido del tráfico aéreo, sobre todo en las proximidades de los aeropuertos. Del mismo modo, algunas organizaciones ecologistas e instituciones de investigación estudian el impacto de la contaminación acústica de los aviones en el ecosistema circundante.

En el diseño de los mapas de ruido se ponderan todos los puntos monitoreados y estos se visualizan según el rango de dB(A) obtenidos a través del monitoreo, por lo tanto, el índice de contaminación acústica se pondera en las tres semanas de monitoreo se pondera con mayor grado de afluencia de ruido en la Av. Plaza Dañin en lo que respecta al horario diurno y en la sección nocturna los niveles de presión sonora se focalizan en la Av. Cosme Renella, cabe recalcar que los focos de contaminación se generan por el grado de afluencia vehicular que demanda la zona de estudio, no obstante en el cumplimiento ninguno de los puntos monitoreados cumple con el límite máximo permisible.

Sin embargo, Andreu (2021) menciona que el estudio en torno a la contaminación de ruido, provocada por el tráfico vehicular, se ejecutó el levantamiento de información en la avenida Carlos Luis Plaza Dañin, entre la intercepción de la Av. De Las Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, ubicada al norte de ciudad de Guayaquil, se identificaron 16 puntos de muestreo de los cuales se ponderaron valores considerablemente fuera del límite máximo permisible, siendo 89 dB(A) en horario diurno y nocturno, en el transcurso de la investigación se logró identificar el principal contaminante que asechaba las avenidas mencionadas, determinando el tráfico vehicular como el principal generador de ruido, debido a la acumulación desmedida de los vehículos que transitan por dicha zona, se hace el uso constante e innecesario del claxon por parte de los transeúntes que conducen. También se explicaron los resultados y se consideraron efectos apropiados y conformes al levantamiento de información de campo, entonces se estableció un alto grado de contaminación acústica en los puntos de referencia a lo largo de la Av. Machala, dando un valor promedio de 84.9 dB(A).

Cumpliendo con el análisis comparativo del ruido generado por las aeronaves y el tráfico vehicular, tanto en horario diurno como en nocturno, se sintetiza la comparación que, la que más ruido genera es la aeronave, cabe recalcar que no es la única actividad que se genera en la zona, pueden adjuntarse diversas fuentes ya que la zona referenciada es transitada, ya que conecta diversos puntos de la ciudad, mientras que en la afirmación de valores obtenidos el valor promedio durante las tres semanas de monitoreo en horario diurno fue de 110 dB(A), mientras que en el horario nocturno el valor fue de 79.8 dB(A) los dos valores referenciados con los niveles de cumplimiento que se entran entre 65 y 55 dB(A) los resultados

se encuentran fuera del límite máximo permisible, ninguno de los cuatro puntos monitoreados cumple.

Prevenir y controlar la contaminación ambiental por ruido, es vital para la salud, un compromiso moral a favor del bienestar, la autonomía y el respeto por la vida, es un reto contextual e histórico que fomenta los valores humanos, incluyendo la responsabilidad ecologista. Resulta importante insistir en las investigaciones pedagógicas puntualizando las potencialidades instructivas y educativas a través de los distintos planes de estudio, programas y asignaturas, para fomentar la cultura higiénico- sanitaria, y la conducta ética necesaria en la prevención de la contaminación ambiental y sus consecuencias negativas (Domínguez, 2021).

Los planteamientos de estrategias direccionadas en la mitigación de la contaminación hacen que la investigación se focalice en disminuir de una u otra manera el impacto que genera el ruido en dichas zonas, es el caso del planteamiento de un plan de control, seguimiento y mejora con el fin de dar continuos avances en lo que respecta la contaminación o el ruido generado por diversas fuentes.

6. Conclusiones

Concluyendo con el objetivo específico, fue necesario establecer el plan de monitoreo durante tres semanas en horario diurno y nocturno. Posterior al análisis de datos se diseñaron los mapas de contaminación acústica en horario diurno y nocturno, este se diseñó en base a los cuatro puntos de muestreo, según el resultado del monitoreo en horario diurno y nocturno, este afirma que el punto 1 es quien mantuvo el mayor intervalo de niveles de presión sonora dando un promedio de 120 dB(A), seguido del punto 2, 3, 4 que mantuvieron el rango entre 100 y 90 dB(A) y finalmente en horario nocturno se reitera que el punto 1 es quien mantuvo niveles de presión sonora de 79.8 dB(A), cabe recalcar que todos los puntos monitoreados superaron el límite máximo permisible, pero el de mayor contaminación acústica fue el punto 1 en los dos horarios definidos.

En relación al objetivo de la comparación de análisis de contaminación acústica este se relaciona con la afluencia constante de vehículos que transitan por las principales avenidas de la ciudad de la FAE, por lo tanto, los valores obtenidos en el transcurso de tres semanas de monitoreo deliberan el siguiente resultado, que el valor promedio fue de 110 dB(A), mientras que el valor máximo fue de 120 dB(A) y el mínimo 66 dB(A), todos los valores obtenidos superaron el nivel máximo permisible estipulado en el Acuerdo Ministerial 097- A como se aprecia en el anexo 5 ya que el cumplimiento debería ser de 65 dB(A) como resultado máximo durante el día y por la noche 55 dB(A).

En cuanto al planteamiento de estrategias mitigadoras en relación a la contaminación acústica, se plantean planes estratégicos que la comunidad pueda involucrarse para ejecutarlos sin ningún inconveniente, las medidas propuestas engloban continuar con los monitoreos, revisar constantemente las leyes vigentes

y plantear medidas correctivas. Cada una de las propuestas plantea actividades de alcance poblacional y en compañía de entidades de apoyo se puede cumplir con las estrategias propuestas en beneficio de la población.

7. Recomendaciones

Es recomendable involucrar a la población inmersa en este tipo de investigaciones que se sustentan en el campo acústico, por ende, tienen conocimiento en estudios relacionados con la contaminación acústica. Por lo tanto, es importante continuar con el monitoreo en áreas específicas que se encuentren vulnerables a fuentes de ruido que constantemente afectan la salud de la población y el entorno en que habitan. Los puntos estratégicos sirven de ejemplo para comparar los dB(A) obtenidos con otros estudios realizados en la misma área georreferenciada.

Además, que se realicen monitoreos en las calles de la ciudad y a su vez que se informe a la ciudadanía de dichos datos obtenidos para que estos tengan conocimientos acerca de los niveles de ruido que están expuestos. Los informes preliminares que se puedan compartir con la población, servirán para el planteo de estrategias de control y mitigación en cuanto al ruido y las principales actividades que generan. Es importante diseñar mapas de ruido y en ellos se especifican los focos de contaminación acústica, por ende, permiten identificar las zonas con mayor índice de vulnerabilidad en torno al ruido y la contaminación.

Informar a través de charlas, actividades didácticas, anuncios publicitarios explicando qué es, cuáles son sus causas, efectos y formas de mitigación y reducción sobre la contaminación sonora a la población, los derechos, obligaciones y sanciones que conlleva emitir altos niveles de ruido.

8. Bibliografía

- A, R., Fernández , T., Pérez , S., y Ortiz , N. (2020). Estrategia de Intervención Comunitaria para potenciar conocimientos acerca de la contaminación acústica. Campechuela. *Mul Med*, 24(1), 102-118.
- Abbasi, S., y Motamedzade, M. (2018). Study of the physiological and mental health effects caused by exposure to low-frequency noise in a simulated control room. *Building Acoustics*, 25(3), 63.
- Acuerdo Ministerial 097-A. (2015). *Registro Oficial N°387*. Quito, Ecuador .
- Acuña, M., y Virgüez, O. (2019). *Evaluación del impacto de la contaminación acústica por las actividades del aeropuerto Dorado sobre la localidad de Fontibón-Bogotá D.C.* Informe de tesis de postgrado , Universidad de Cundinamarca, Colombia.
- Alfaro, D., Portuguez , I., Perdomo , H., y Vargas , R. (2020). Ruido ambiental en áreas verdes urbanas y periurbanas de una microcuenca en Heredia, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 12(2), 163-178.
- Andreu, C. (2021). *Métodos de control de ruido en el ambiente laboral*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Central de Quito.
- Antillanca, F. (2018). *Caracterización acústica de Castro*. Colombia: UACH.
- Arana, E. (2018). *Estudio del Ruido Ambiental en Pamplona*. Informe de tesis, Universidad de Valencia , España.
- Arizala, J. (2019). *Evaluación del nivel de ruido generado en la calle Mocache del sector sur oeste de la ciudad de Guayaquil*. Informe de tesis de grado , Universidad Agraria del Ecuador , Guayaquil, Ecuador.
- Ascigil-Dincer, M., y Yilmaz , S. (2021). Model development for traffic noise annoyance prediction. *Applied Acoustics*, 177(10), 26.

- Bañuelos, M. (2018). *Análisis de los niveles de ruido ambiental por tráfico vehicular en puntos críticos de la zona metropolitana de Guadalajara y actualización del mapa de ruido*. Informe de tesis de grado , Universidad de Guadalajara, México.
- Barreto, C. (2017). *Contaminación por ruido de aeronaves en Bellavista - Callao*. Informe de tesis de postgrado , Universidad Nacional Mayor de San Marcos., Perú .
- Bejarano, J., y Diago , S. (2018). Gestión del ruido ambiental en Valencia. *Modelling in Science Education and Learning.*, 11(1), 45-42.
- Bradfer-Lawrence, T., Gardner, N., y Bunnefeld, N. (2019). Guidelines for the use of acoustic indices in environmental research. *Methods in Ecology and Evolution*, 1796-1807.
- Bravo, J. (2022). *Evaluación de los índices de contaminación acústica que afectan la calidad sonora y propuesta de mitigación en la Av. 9 de octubre (Tesis de pregrado)*. Informe de tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRAVO%20MENDOZA%20JOS%C3%89%20HORACIO.pdf>
- Buenaño, A., y Robles , G. (2022). *Estudio de ruido ambiental en una zona urbana del centro norte de Quito*. Informe de tesis de grado , Universidad Central del Ecuador , Quito, Ecuador.
- Bustamante, S., Gutiérrez, K., Tay, J., Ruiz, V., Reto, J., y N, S. (2021). Impacto de la contaminación acústica producida en el Aeropuerto Capitán FAP. *South Florida Journal of Developmen*, 2(4), 5049-5067.

- Castro, E. (2022). *Baja capacidad productiva del área operacional del Aeropuerto Vanguardia de Villavicencio*. Informe de tesis de grado , Universidad Santo Tomas , Colombia.
- Chaux-Álvarez, L., y Acevedo-Buitrago, B. (2019). Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá. *Revista Científica Ciencia e Ingeniería*, 7(35), 203-2019.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial 449*. Quito, Ecuador.
- Coral, K., Moromenacho, T., Moreta, A., y Villalba, F. (2020). Modelos estadísticos de ruido ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito DMQ, mediante datos históricos del 2009 al 2015, validados al 2019, como herramienta de calidad ambiental. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 12(20), 42-65.
- Cucchetti, M. (2022). Contaminación acústica: faltan normas y concientización. *El Auditor*, 22(19), 22.
- Domínguez, R. (2021). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de la academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales.*, 35(11), 137.
- Enríquez, J. (2022). *Valoración económica del ruido de tráfico rodado: estudio del caso Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Quito*. Informe de tesis de grado , Pontificia Universidad Católica del Ecuador , Quito, Ecuador.
- Esteve, F. J. (2018). *El sonido y sus cualidades*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Fields, J., De Jong, R., Gjestland, T., Flindell, I., Job, R., Kurra, S., . . . Vallet, M. (2019). Standardized general purpose noise reaction questions for

- community noise surveys: research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 242(4), 641-679.
- Gamero, H. (2020). Comparación de los niveles de ruido, normativa y gestión de ruido ambiental en Lima y Callao respecto a otras ciudades de Latinoamérica. *Sociedad y medio ambiente*, 5(12), 17-26.
- García, A. (2018). *La contaminación acústica* (Vol. 12). Valencia, España: Universitat de Valencia.
- Grau, W. (2019). El ruido ambiental y la salud en el poblador del centro histórico de Cajamarca. *Revista de Investigación Científica Manglar*, 16(1), 24-43.
- Holandés, S. (2022). Noise pollution and health. *Harvard Medicine* , 38(1), 14.
- Huang, Y. (2019). Las nuevas medidas de China para reducir la contaminación atmosférica. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*, 14(19), 14. Obtenido de Global Health Program.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC]. (2018). Ciudadela La FAE.
- Kuang, D. (2022). La pérdida auditiva bilateral de alta frecuencia se asocia con presión arterial elevada y mayor riesgo de hipertensión en trabajadores expuestos al ruido ocupacional. *National Library of Medicine* , 17(9), 6.
- Ley orgánica de Salud Pública. . (2006). *Registro Oficial Suplemento 423* . Quito, Ecuador .
- Marcotti, F., y Alvear, V. (2019). Pruebas de fusión auditiva y de detección de gaps: evaluación de la resolución auditiva temporal. *Otorrinolaringol.*, 79(2), 248-260.
- Marín, G., Paucara, E., y Espinoza, N. (2021). Modelamiento kriging del comportamiento vertical de ruido ambiental mediante mapas temáticos

- durante festividades culturales en Puno y Juliaca, Perú. *Tecnología en Marcha*, 34(3), 321-326.
- Nagy, D. (2018). Citizens' perceptions of environmental noise: A case study. *GI Forum*, 6(1), 12.
- Nascimento, L., y Campos-Cerqueira, A. (2020). Acoustic metrics predict habitat type and vegetation structure in the Amazon. *Ecological Indicators*, 132(125), 117.
- Ordenanza Municipal de Guayaquil. (1960). *Ordenanza Municipal de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador.
- Pacheco, J., y S. Franco. (2018). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá. *Revista de Ingeniería*, 72(79), 30.
- Pedraza, D. (2020). *Guía de estudio 11: Decibel*. Buenos Aires: INET (Instituto Nacional de Educación Tecnológica).
- Ramirez, A., y Domínguez, E. (2018). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales.*, 35(137), 509-530.
- Rodríguez, F., y Juárez, L. (2020). Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la Ciudad de México. *Estudios demográficos y urbanos*, 35(3), 36.
- Román, G. (2018). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia. *Revista Acta Nova*, 8(3), 107-123.
- Salcedo, V. (2020). *Evaluación del nivel de ruido para determinar la calidad ambiental en el centro histórico del distrito de Ayacucho*. Informe de tesis de grado, Universidad César Vallejo, Perú.

- Salinas, D. (2022). *Plan estratégico de movilidad urbana: estudio de caso en la zona centro de la ciudad de Daule, Ecuador*. Informe de tesis de postgrado , Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Seguí, J., Martínez, M., y Ruíz, M. (2019). *Problemas que causa el ruido de aeropuertos y aeronaves*. Ensayo, Universidad de Cataluña, España.
- Ujueta, S., y Ramírez, A. (2022). *Revisión de estudios sobre morbilidad humana atribuida al ruido por la operación del aeropuerto el Dorado en el siglo XXI*. Informe de tesis de grado , Universidad Distrital Francisco José de Caldas , Bogotá.
- Vásquez, A. (2022). *Efectos de las barreras de los árboles para el control del ruido*. Informe de tesis de grado , Universidad Nacional Agraria La Molina , Lima, Perú.
- Vélez, L. (2019). *La contaminación acústica producto de la actividad aeronáutica, civil comercial en las inmediaciones aeroportuarias de la ciudad de Quito*. Quito, Ecuador: Comunidad Universitaria de la PUCE.
- Walker, E. (2018). Respuestas cardiovasculares y de estrés a la exposición al ruido a corto plazo: un estudio de panel en hombres sanos. *Entorno Res*, 150(36), 391-397.

9. Anexos

Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio



Figura 12. Ciudadela la FAE, ubicación del sitio de estudio, establecido por el Municipio de Guayaquil.

Alcívar, 2023



Figura 13. Ciudadela la FAE.

Alcívar, 2023.



Figura 14. Toma de datos en horario diurno en la Av. Eliat Luit.
Alcívar, 2023



Figura 15. Toma de datos en horario diurno en la Av. Pedro Domínguez Gilbert.
Alcívar, 2023



Figura 16. Toma preliminar en horario nocturno en la Av. Pedro Domínguez Gilbert. Alcívar, 2023