

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## CENTRO DE POSGRADOS

### MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL (TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL

#### COHORTE 2021

---

**TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INCIDENCIA DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS**

---

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental

**Modalidad del Trabajo de Titulación:** Proyecto de Titulación con Componente de Investigación Aplicada

**Autora:** Ingeniera Narcisa Alexandra Veliz Zambrano

**Directora:** Ingeniera Lineth del Rocío Fernández Sánchez, Mg

Ambato – Ecuador

2022

A la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por el Ingeniero Héctor Fernando Gómez Alvarado. PhD, e integrado por los señores: Ingeniera Natalia Alexandra Montalvo Zamora Magister, Ingeniero Jorge Olmedo Chóez Pin Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INCIDENCIA DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS, elaborado y presentado por la señora Ingeniera Narcisa Alexandra Veliz Zambrano para optar por el Grado Académico de Magíster en Gestión Ambiental; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
*Ing. Héctor Fernando Gómez Alvarado. PhD.*  
**Presidente y Miembro del Tribunal**

-----  
*Ing. Natalia Alexandra Montalvo Zamora. Mg*  
**Miembro del Tribunal**

-----  
*Ing. Jorge Olmedo Chóez Pin. Mg*  
**Miembro del Tribunal**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INCIDENCIA DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS, le corresponde exclusivamente a la Ingeniera Narcisa Alexandra Veliz Zambrano, Autora bajo la Dirección de Ingeniera Lineth del Rocío Fernández Sánchez, Magister, Directora del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
*Ingeniera Narcisa Alexandra Veliz Zambrano*  
*c.c.:080251986-8*  
**AUTORA**

-----  
Ingeniera Lineth del Rocío Fernández Sánchez, Magister  
*c.c.: 160041697-6*  
**DIRECTORA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
*Ingeniera Narcisa Alexandra Veliz Zambrano*  
*c.c.:080251986-8*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
RESUMEN	xii
Abstract	xiii
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1    Introducción	1
1.2    Justificación	1
1.3    Objetivos	2
1.3.1    General	2
1.3.2    Específicos	2
CAPÍTULO II	4
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	4
2.1    El Ruido	4
2.2    Características físicas del ruido	4
2.2.1    Nivel de exposición	5
2.2.2    Velocidad del Sonido	5
2.2.3    Frecuencia	5
2.2.4    Espectro	6
2.3    Parámetros del ruido	6
	v

2.3.1	Periodo (T)	7
2.3.2	Frecuencia (F)	7
2.3.3	Presión sonora (P)	7
2.3.4	Intensidad sonora (I)	7
2.4	Tipos de Ruido	8
2.5	Tipos de ruido vehicular	9
2.6	Efectos de la contaminación acústica sobre el hombre.	9
2.7	Equipo de Monitoreo de Ruido Ambiental “Sonómetro”	11
2.8	Normativa ambiental vigente en el Ecuador.	11
2.8.1	Constitución Política de la República del Ecuador, Publicada en el R.O. N° 449 del 20 de octubre del 2008.	11
2.8.2	Código Orgánico del Ambiente: Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017	12
2.8.3	Código de la Salud	13
2.8.4	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Acuerdo Ministerial 097 A.	17
CAPÍTULO III		19
MARCO METODOLÓGICO		19
3.1	Ubicación	19
3.2	Equipos y materiales	21
3.3	Tipo de investigación	23
3.4	Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender	24
3.5	Población o muestra	26
CAPITULO IV		27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		27
4.1	Monitoreo de ruido	27
4.2	Análisis de resultados de la mayor concentración de datos promedios	30
4.3	Análisis cartográfico de mapas acústicos	32
CAPÍTULO V		36
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS		36

Conclusiones	36
Recomendaciones	37
Referencias Bibliográficas	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles del sonido	8
Tabla 2. Afectaciones por el ruido excesivo	10
Tabla 3. Límite permisible de nivel de presión sonora según el tipo de suelo	14
Tabla 4. Límite de intensidad	14
Tabla 5. Puntos de muestreo	16
Tabla 6. Resultado del monitoreo en horario de 08h30 a 11h30	23
Tabla 7. Resultado del monitoreo en horario de 15h30 a 18h30	24
Tabla 8. Resultado del monitoreo con el ruido ambiente	30



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Velocidad de propagación del sonido	5
Figura 2. Demostración Audiometría	6
Figura 3. Ondas acústicas	6
Figura 4. División política de la provincia de Esmeraldas	15
Figura 5. Puntos alrededor del Colegio Sagrado Corazón	17
Figura 6. Puntos alrededor del Colegio Walter Quiñonez Sevilla	17
Figura 7. Sonómetro utilizado en la investigación	18
Figura 8. Monitoreo realizado en diferentes puntos	21
Figura 9. Nivel de ruido semana 1 Zona 1 horario 1	25
Figura 10. Nivel de ruido semana 1 Zona 2 horario 1	26
Figura 11. Nivel de ruido semana 2 Zona 1 horario 1	26
Figura 12. Nivel de ruido semana 2 Zona 2 horario 1	27
Figura 13. Nivel de ruido semana 1 Zona 1 horario 2	28
Figura 14. Nivel de ruido semana 1 Zona 2 horario 2	28
Figura 15. Nivel de ruido semana 2 Zona 1 horario 2	29
Figura 16. Nivel de ruido semana 2 Zona 2 horario 2	30
Figura 17. Mapa de interpolación IDW de la UEF Sagrado Corazón / 08h30 a 11h30	31
Figura 18. Mapa de interpolación IDW de la UEF Walter Quiñonez / 08h30 a 11h30	32
Figura 19. Mapa de interpolación IDW de la UEF Sagrado Corazón / 15h30 a 18h30	33
Figura 20. Mapa de interpolación IDW de la UEF Walter Quiñonez / 15h30 a 18h30	34

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo se lo dedico primero a Dios por mostrarme los caminos correctos para alcanzar mis metas. Segundo a mi madre y mi abuelita Bertina que son mis ángeles, que me enseñaron a ser la mujer fuerte y decidida que actualmente soy. Y por último y no menos importante a mí Familia terrenal mi Padre, mi Esposo y mi hija Paula que todos los días me da esas energías y ganas de seguir adelante, cuando siento que no doy más.

Los amo con todo mi corazón, Alexandra.

## **AGRADECIMIENTO**

La presente investigación no podría ser ejecutada sin el apoyo incondicional de mi docente y directora de Tesis la Dra. Lineth Fernández, a la institución que laboro actualmente y demás instituciones que colaboraron en la ejecución de esta investigación.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CENTRO DE POSGRADOS**  
**MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL**  
**(TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL**  
**COHORTE 2021**

**TEMA:**

*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INCIDENCIA DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS*

**MODALIDAD DE TITULACIÓN:** Proyecto de Titulación con Componente de Investigación Aplicada

**AUTORA:** *Ingeniera Narcisa Alexandra Veliz Zambrano*

**DIRECTORA:** *Ingeniera Lineth del Rocío Fernández Sánchez, Magister*

**FECHA:** *diez de mayo del dos mil veinte dos*

**RESUMEN EJECUTIVO**

En la presente tesis de investigación se procedió a realizar el análisis comparativo de los niveles de ruido por tráfico vehicular en dos Instituciones educativas en la ciudad y provincia de Esmeraldas. La investigación inicia con el desarrollo de la introducción, donde se formuló el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación que permitió visualizar los problemas existentes en los alrededores de la Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón y en la Unidad Educativa Fiscal Walter Quiñones Sevilla. Se estableció la zona de estudio en los alrededores de las instituciones, con la metodología de rejilla de distancia fija y se tomó los nodos de las rejillas como los puntos de monitoreo para abarcar en su totalidad la extensión del estudio de campo y el monitoreo de ruido. Se procedió a realizar la búsqueda de información acerca de la contaminación sonora en estudios existentes a nivel cantonal, provincial, regional, nacional e internacionales, con el objeto de recolectar información referente a la problemática existente en las instituciones, normativas vigentes en el Ecuador y las metodologías que son la base en la presente tesis de investigación. Al obtener los resultados del monitoreo se realizó la propuesta para la creación de mapas de ruido según el sector de estudio, tomando en cuenta la metodología para el procesamiento y manipulación de información monitoreada utilizando el software Qgis 3.2. Una vez que se recolectó la información de contaminación acústica se procedió a realizar el análisis estadístico y cartográfico, para obtener los resultados sobre el levantamiento

de mapas de ruido con respecto a los niveles permisibles según el uso del suelo, y población que habita en los sectores monitoreados según lo que establece el Acuerdo Ministerial 097 A. Y finalmente se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los objetivos que fueron propuestos en la investigación.

**DESCRIPTORES:** ACÚSTICA; CONTAMINACIÓN; CONTROL; LEGISLACIÓN; MAPAS; MONITOREO; NIVEL; SONORA; ONDAS; RUIDO.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CENTRO DE POSGRADOS**  
**MAESTRÍA ACADÉMICA (MA) CON TRAYECTORIA PROFESIONAL**  
**(TP) EN GESTIÓN AMBIENTAL**  
**COHORTE 2021**

**THEME:**

*COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INCIDENCE OF NOISE CAUSED BY VEHICULAR TRAFFIC IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF THE CITY OF ESMERALDAS*

**DEGREE MODALITY:** Degree Project with an Applied Research Component

**AUTORA:** *Engineer Narcisa Alexandra Veliz Zambrano*

**DIRECTORA:** *Engineer Lineth del Rocío Fernández Sánchez, Magister*

**FECHA:** *May 10th, 2022*

**EXECUTIVE SUMMARY**

In this research thesis, a comparative analysis of noise levels due to vehicular traffic in two educational institutions in the city and province of Esmeraldas was carried out. The investigation begins with the development of the introduction, where the general objective, the specific objectives and the justification that allowed visualizing the problems that exist in the surroundings of the Sagrado Corazón Fiscal Educational Unit and in the Walter Quiñones Sevilla Fiscal Educational Unit were formulated. The study area was established in the surroundings of the institutions, with the fixed distance grid methodology and the nodes of the grids were taken as the monitoring points to fully cover the extension of the field study and noise monitoring. . We proceeded to search for information about noise pollution in existing studies at the cantonal, provincial, regional, national and international levels, in order to collect information regarding the existing problems in the institutions, regulations in force in Ecuador and the methodologies that are the basis of this research thesis. When obtaining the results of the monitoring, the proposal was made for the creation of noise maps according to the study sector, taking into account the methodology for the processing and manipulation of monitored information using the Qgis 3.2 software. Once the noise pollution information was collected, the statistical and cartographic analysis was carried out, to obtain the results on the noise mapping with respect to the permissible levels according to the use of the land, and the population that lives in the sectors. monitored according to the provisions of the Ministerial Agreement 097 A.

And finally, the conclusions and recommendations corresponding to the objectives that were proposed in the investigation were drawn up.

**KEYWORDS:** ACOUSTICS; POLLUTION; CONTROL; LEGISLATION; MAPS; MONITORING; LEVEL; SOUND; WAVES; NOISE

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Introducción

El crecimiento urbanístico en Esmeraldas ha generado una serie de cambios en la calidad ambiental, y el ruido vehicular ha ido aumentando con el pasar de los años, perjudicando significativamente la calidad de vida y salud de los esmeraldeños.

La presente investigación permitió realizar monitoreo de ruido en los alrededores de dos instituciones educativas, comparando los resultados obtenidos con la legislación nacional vigente y establecer el cumplimiento de los límites permisibles de ruido. Se espera que la presente investigación sirva de punto de partida para elaborar estudios más especializados, sobre los efectos a la salud que provoca la exposición de los altos niveles de ruido a todos los miembros las distintas unidades educativas.

El método Inductivo, permitió la recolección ordenada de datos y el establecimiento de los puntos, horarios y días de monitoreo de ruido en las dos instituciones. El método cuantitativo permitió la recolección de datos del monitoreo de ruido mediante el uso de un sonómetro y así el manejo detallado de estos datos. El método analítico, permitió comparar los niveles de ruido obtenidos con la legislación nacional vigente y elaborar el mapa con los puntos que sobre pasaban los límites permisibles.

### 1.2 Justificación

En el siglo XXI, se puede encontrar una gran variedad de sonidos acústicos, causados por distintos agentes tales como la música a alto volumen, vendedores ambulantes, el uso de bocinas vehiculares, sirenas de vehículos de emergencias, entre otros. Todos estos sonidos desagradables que capta el oído, se lo conoce como ruido urbano también llamado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico, como su nombre lo indica se define como el ruido originado por el hombre en áreas urbanas a excepción de zonas industriales (Hidalgo, 2017).



Ecuador es un país donde su incremento poblacional y su industrialización, está sujeto a las necesidades que la vida moderna conlleva. El tránsito vehicular, las obras de construcción, las industrias, en la población urbana, son la principal fuente de contaminación ambiental (Segura et al, 2021). Dado este alcance, instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) especificaron que la contaminación sonora conforma uno de los tres principales problemas ambientales en el mundo.

El cantón Esmeraldas cuenta con 189.504 habitantes según el último censo del 2010, donde se asientan grandes actividades productivas y de gran movilidad de todo tipo de vehículos. Estas actividades de comercio se encuentran cercanas a zonas escolares, es por esto que la siguiente investigación aportó en el Análisis Comparativo de la incidencia del ruido por tráfico vehicular en las dos instituciones educativas de estudio que son los beneficiarios directos y también se determinó si los niveles de ruido se encontraban en los límites permisibles según la normativa ambiental vigente en el Ecuador, debido a que no existen datos o trabajos de investigación cerca de estas áreas de estudio, lo que permitirá a los habitantes de estas áreas, tener un fundamento investigativo sobre los niveles de ruido.

Cabe indicar, que es importante hacer monitoreo de los niveles de ruido durante las horas picos para tener una información estadística actualizada sobre la contaminación de ruido producido por los vehículos que circulan por las calles aledañas a las dos instituciones estudiadas.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Realizar un análisis comparativo de los niveles de ruido por tráfico vehicular en dos Instituciones educativas en la ciudad de Esmeraldas.

#### **1.3.2 Específicos**

- Determinar los niveles de ruido mediante monitoreo puntuales en las dos instituciones educativas a estudiar.

- Determinar los niveles máximos y mínimos de ruido y los horarios de mayor afectación acústica por tráfico vehicular en las dos instituciones educativas.
- Elaborar mapas para la representación de la contaminación acústica a través del uso del software libre QGIS.

## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para la ejecución de esta investigación se encontró información relacionada a la temática propuesta, a continuación; se citan algunos trabajos:

- Evaluación del ruido ambiental en los pantanos de Villa mediante la elaboración de mapas de ruido (Cusacani, 2020).
- Elaboración de un mapa de ruidos para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el centro histórico del Distrito de Yanahuara (Ponze y Sierra, 2020).
- Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica (Acero et al., 2016).
- Mapa de ruido del área de influencia del aeropuerto internacional Alfredo Rodríguez Ballón de la ciudad de Arequipa, 2018 (Laura, 2020).
- Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la ciudad de México (Rodríguez y Juárez, 2020).
- Análisis de la contaminación acústica y elaboración del mapa de ruido de la zona monumental del distrito de Huancayo-2020 (Coriñaupa, 2020).
- El ruido vehicular: un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador (Hernández et al., 2018).

#### 2.1 El Ruido

El ruido se lo puede definir como una combinación de sonidos que puede producir una sensación no tan agradable, que puede llegar a molestar y puede ocasionar daños en la salud de las personas que están expuestas a él (Ramírez y Domínguez, 2015).

Por muchos años se sabe que la fuente más común de ruido se encuentra en las zonas de mayor afluencia comercial, vehicular y laboral, cada vez más podemos encontrarlos en los espacios de recreación, escuelas, colegios, universidades, etc. y esto está provocando que todos los miembros de la sociedad estén siendo afectados sin importar edad, sexo o cultura.

El ruido está claramente establecido como un contaminante atmosférico, fundamentalmente en sociedades industrializadas y en vías de desarrollo, pero sobretodo en los centros urbanos densamente poblados (Salazar, 2012). Los efectos que puede provocar el ruido pueden ser nocivos por que el ser humano está acostumbrado a percibir sonidos desde su estancia en la barriga de su mamá hasta que termina su vida. Provoca un grave problema con efectos fisiológicos, psicológicos, económicos y sociales, generando impactos adversos que afectan al ambiente, la salud, la economía, y en general a la calidad de vida de todos los seres vivos (Quintero, 2012).

## **2.2 Características físicas del ruido**

Según Herreros, (2005), Las molestias causadas por el ruido está estrechamente relacionada con algunas características físicas que se detallan a continuación:

### **2.2.1 Nivel de exposición**

Los altos niveles de ruido tienen más efectos negativos y son más molestos. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un máximo de exposición a un ruido de 85 dB (A) durante 8 horas por día. Una posible lesión auditiva es poco probable por debajo de 75 dB A. Por cada 3 decibelios adicionales, el ruido el doble de fuerte incrementa el riesgo de lesiones, con lo que el tiempo de exposición debe reducirse a la mitad.

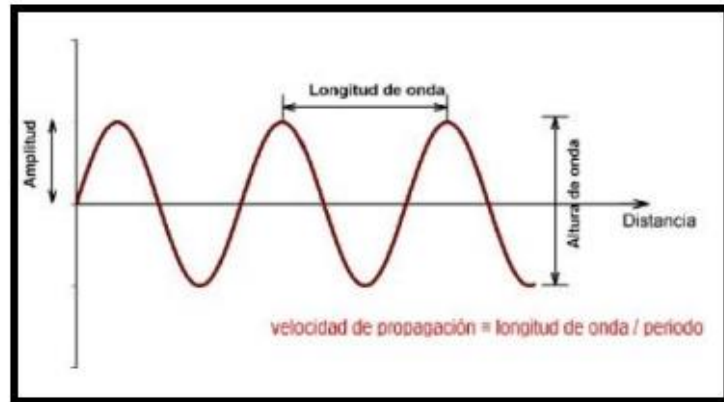
### **2.2.2 Velocidad del Sonido**

La velocidad de propagación del sonido es la distancia que avanza la onda por una unidad de tiempo, que esta medida en una determinada dirección de propagación. La unidad según el Sistema Internacional (S.I) es el m/s. Depende de la presión, humedad,

temperatura, etc. En la figura 1 se puede visualizar la longitud de onda cuando el sonido se propaga en una velocidad constante.

**Figura 1.**

*Velocidad de propagación del sonido*



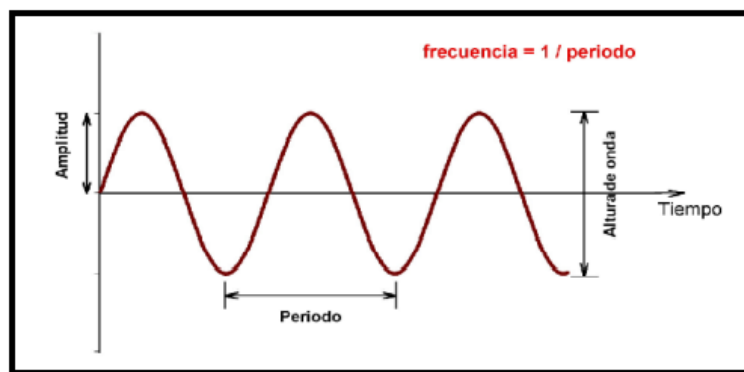
Nota: elaborado por Herreros (2005)

### 2.2.3 Frecuencia

El oído es más sensible a las altas frecuencias que a las bajas. Como consecuencia, el ruido de alta frecuencia es más preocupante y molesto que el ruido de baja frecuencia. En la figura 2, se visualiza la frecuencia en un periodo de tiempo determinado.

**Figura 2.**

*Demostración Audiometría*



Nota: elaborado por Herreros (2005)

## 2.2.4 Espectro

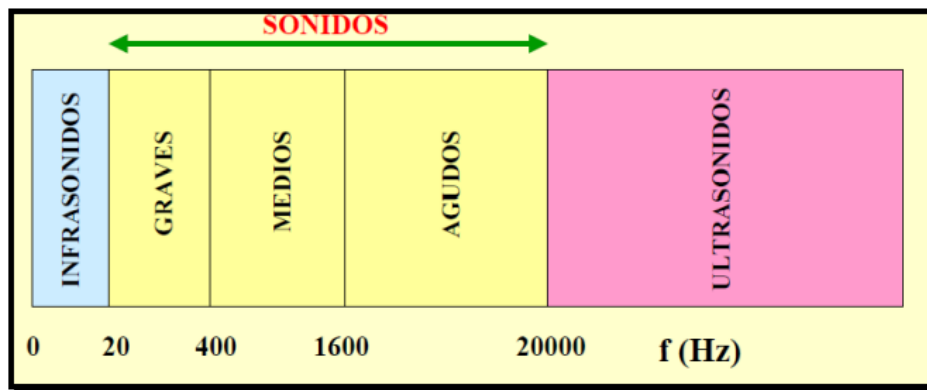
El espectro es la molestia provocada por el ruido generado mayormente por los tonos puros (o sonidos que tengan componentes tonales), y los ruidos de banda ancha indican los cambios temporales. La molestia provocada por el espectro es mayor en el caso del ruido intermitente, que en el caso de ruido continuo (Sánchez y Santana, 2015).

## 2.3 Parámetros del ruido

Según BUREAU VERITAS. (2008). “El oído humano de un adulto normal solo es capaz de detectar ondas acústicas entre 20 y 20000 Hz” (Pág. 247). En el gráfico 3 se detallan las principales ondas acústicas que puede detectar el oído humano.

**Figura 3.**

*Ondas acústicas*



Nota: elaborado por BUREAU VERITAS (2008)

### 2.3.1 Periodo (T)

Tiempo en segundos, que tardan en hacer una oscilación completa, es decir, hasta que las partículas vuelven a su posición inicial (Sánchez y Santana, 2015).

### 2.3.2 Frecuencia (F)

Número de vibraciones por unidad de tiempo. Se expresa en la unidad Herz (Hz). La frecuencia es inversamente proporcional al periodo:  $F=1/T$ .

Los sonidos se pueden clasificar en:

- Sonido graves: 20-200 Hz.
- Sonidos medios: 200-2.000 Hz.
- Sonidos agudos: 2.000-20.000 Hz

Todas las ondas que se encuentren por debajo de 20 Hz, reciben el nombre de infrasonidos y por encima de los 20.000 Hz reciben el nombre de los ultra sonidos.

- Un infrasonido es una onda sonora o acústica cuya frecuencia está por debajo del espectro audible del oído humano (aproximadamente 20 Hz).
- El ultrasonido es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del umbral de audición del oído humano (aproximadamente 20.000 Hz).

### **2.3.3 Presión sonora (P)**

Según BUREAU VERITAS. (2008). La medida de variación de presión en un punto determinado define la presión sonora de la onda (Pág. 248).

### **2.3.4 Intensidad sonora (I)**

Es la energía que atraviesa una unidad de superficie normal a la dirección de la propagación de la onda, y está directamente relacionada con la presión sonora eficaz. La intensidad de los sonidos varía inversamente con el cuadrado de la distancia desde el punto donde es evaluado el ruido (Sánchez y Santana, 2015).

## **2.4 Tipos de Ruido**

Las características que puede presentar el ruido, hacen que el hombre le preste atención a los tonos o cambios que se pueden producir en el nivel sonoro. Cuanto más fuerte sea el tono o más rápido sea el cambio de nivel sonoro más perceptible es el ruido. Existen distintos tipos de ruido dependiendo de las características que esté presente.

Jaramillo, (2007, pág. 10), establece una clasificación del ruido, donde intervienen los factores de la intensidad, el tono y la duración. Los clasifica de la siguiente manera:

- Ruido intenso y único: detonaciones y explosiones.
- Ruido suave y persistente que puede ser continuo, rítmico o arrítmico.
- Ruido intenso y permanente que puede ser igualmente continuo, rítmico o arrítmico.

Según Cattaneo *et al*, (2012), para entender el tipo de molestia que causan los distintos niveles sonoros, podemos basarnos en la tabla 1, que presenta ejemplos de comparación:

**Tabla 1.**

*Niveles del sonido*

PERCEPCIÓN	RANGO	EJEMPLO
MUY BAJO	Entre 10 y 30 dB	Biblioteca
BAJO	Entre 30 y 55 dB	El ruido provocado por el aire acondicionado o el tránsito de vehículos livianos.
RUIDOSO	Entre 55 y 75 dB	Una aspiradora 65 dB, un camión recolector de residuos 75 dB.
RUIDO FUERTE	Entre 75 y 100 dB	Un atasco de tránsito o la circulación de un camión pesado, 90 dB.
RUIDO INTOLERANTE	A partir de 100 dB	Pista de discoteca, aeropuerto, discusión a gritos, aproximadamente 110 dB.
DAÑO AL OÍDO	Más de 120 dB	Un taladro 120 dB, estar a 25 metros o menos de un avión que despegue, 130 dB.

Nota: elaborado por Cattanea et al (2012)

## 2.5 Tipos de ruido vehicular

Existen una serie de factores, que se deben tener en consideración, sobre los tipos de vehículos que contaminan con los niveles de ruido que generan en un tránsito vehicular. Según Erazo, (2018) son:

- El ruido de los vehículos individuales;
- El flujo vehicular;
- La composición del tránsito;
- La pendiente de la vía;
- El tipo de perfil.

Entre los diferentes tipos de vehículos podemos detallar en cuatro grupos:

- Coches (gasolina/diésel)



- Vehículos pesados
- Vehículos comerciales ligeros (gasolina/diésel)
- Motocicletas

Dentro de estos cuatro tipos de vehículos se puede simplificar en dos categorías como:

- Los Vehículos ligeros o livianos.
- Los Vehículos pesados.

Además cabe indicar que el ruido generado por cada uno de estos vehículos depende de la condición, tipo de vehículo y modo de conducir:

- Tipo de vehículo
- Medidas correctoras del ruido empleados en su diseño.
- Modo de conducir
- Condiciones de propagación

## **2.6 Efectos de la contaminación acústica sobre el hombre.**

Los efectos que puede causar la contaminación acústica o ruido en el hombre, van desde alterar su vida cotidiana, provocando cambios en sus horas de descanso, cambios en sus horas de trabajo y hasta puede afectar la comunicación fluida, logrando daños psicológicos, fisiológicos, patológicos incluso provocándole una sordera total o parcial.

*“El ruido puede alterar el descanso, el trabajo el sueño y la comunicación. Puede también llegar a dañar el oído y conducir a otras reacciones psicológicas, fisiológicas y posiblemente patológicas” (Andaluz, 2009, pág. 373).*

Cuando la sordera se convierte en una problemática y no permita sostener un diálogo con otras personas, puede causar que estos individuos, que se ven afectados por este problema, se aíslen de las demás personas. Por otro lado las personas que tengan problemas de sorderas por la contaminación acústica, afectan el correcto funcionamiento de los órganos causando nerviosismo, irritación, bajo nivel de tolerancia o la frustración, el estrés, desórdenes cardiovascular, glandulares y gastrointestinales agresivos e interferencias con

el sueño, el trabajo y por último afecta el crecimiento físico e intelectual de los niños Erazo, (2018).

*“El ruido, al igual que el smog, es un agente lento de la muerte que si continúa aumentando, como ha sucedido en los pasados 30 años, podrá convertirse en letal”(Burneo, 2003, pág. 6).*

En la siguiente tabla 2 se indica las afectaciones que sufren las personas, de acuerdo al tiempo de exposición al ruido, como también a los niveles a los que se hallan asociados (OMS, 2019).

**Tabla 2.**

*Afectaciones por el ruido excesivo*

<b>Ambiente</b>	<b>Efecto critico en la salud</b>	<b>Nivel de sonido dB (A)</b>	<b>Tiempo de exposición (horas)</b>
Áreas abiertas	Molestia	50-85	16
Espacio cerrado	Dificultad de hablar	35	16
Dormitorios	Perturbación del sueño	30	8
Aula de clases	Perturbación en la comunicación	35	1
Áreas comerciales, industriales y de tráfico	Sordera	70	24
Escuchar música con audífonos	Sordera	85	1
Ceremonias y entrenamiento	Sordera	100	4

Nota: información obtenida de OMS (2019)

## **2.7 Equipo de Monitoreo de Ruido Ambiental “Sonómetro”**

El sonómetro es un aparato que permite medir objetivamente el nivel de presión sonora. La unidad en lo que expresa sus resultados es el decibeles (dB). Para determinar el daño auditivo, que puede provocar el ruido, el sonómetro utiliza una escala de ponderación "A" que deja pasar sólo las frecuencias a las que el oído humano es más sensible, respondiendo al sonido de forma parecida que lo hace éste.

El sonómetro consta de las siguientes partes: un micrófono, una sección de procesamiento y una unidad de lectura. Según Sexto, (2007) *“Se hace imprescindible considerar una serie de parámetros a la hora de realizar la selección de un sonómetro”* (pág. 31).

Existe una variedad muy amplia de fuentes de ruido y de ambientes ruidosos. De la misma forma, es posible obtener varios indicadores que caracterizan a esas fuentes y paisajes sonoros. Esta situación determina que no siempre sean los mismos objetivos los que se persiguen cuando se decide realizar mediciones de ruido (Narváez, 2015).

## **2.8 Normativa ambiental vigente en el Ecuador.**

### **2.8.1 Constitución Política de la República del Ecuador, Publicada en el R.O. N° 449 del 20 de octubre del 2008.**

**El Art. 14**, determina que: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”

**En el Art. 15**, se indica que: “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

## **2.8.2 Código Orgánico del Ambiente: Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017**

**Art. 1.- Objeto.** Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay.

Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines.

**Art. 2.- Ámbito de aplicación.** Las normas contenidas en este Código, así como las reglamentarias y demás disposiciones técnicas vinculadas a esta materia, son de cumplimiento obligatorio para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, que se encuentren permanente o temporalmente en el territorio nacional.

La regulación del aprovechamiento de los recursos naturales no renovables y de todas las actividades productivas que se rigen por sus respectivas leyes, deberán observar y cumplir con las disposiciones del presente Código en lo que respecta a la gestión ambiental de las mismas.

## **2.8.3 Código de la Salud**

**Art. 6.- Saneamiento Ambiental** es el conjunto de actividades dedicadas a acondicionar y controlar el ambiente en que vive el hombre, a fin de proteger su salud.

**Art. 7.-** El saneamiento ambiental está sujeto a la política general de salud, a las normas y a los reglamentos que proponga la Dirección Nacional de Salud, estableciendo las

atribuciones propias de las municipalidades y de otras instituciones de orden público o privado.

**Art. 12.-** Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud.

Los reglamentos y disposiciones sobre molestias públicas, tales como ruidos, olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico emanaciones y otras, serán establecidos por la autoridad de salud.

#### **2.8.4 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Acuerdo Ministerial 097 A.**

##### **Límites Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y para Vibraciones (Anexo 5, Libro VI, De la Calidad Ambiental).**

Los niveles de presión sonora equivalente, NPS<sub>eq</sub>, 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 2. Acuerdo Ministerial 097 A Libro VI anexo I (2015), los límites permisibles del ruido se describen de la siguiente manera:

**Tabla 3.**

*Límite permisible de nivel de presión sonora según el tipo de suelo*

<b>Tipo de zonas</b>	<b>NPS 07h00 a 21h00</b>	<b>NPS 21h01 a 07h00</b>
Residencial	55	45
Equipamiento de servicios sociales	55	45
Equipamiento de servicios públicos	60	50
Comercial	60	50
Agrícola Residencial	65	45

Industrial (D1/D2)	65	55
Industrial (D3/D4)	70	65

Nota: información obtenida del Acuerdo Ministerial 097 A (2015).

En el Acuerdo Ministerial 097 A, LIBRO VI Anexo 5 (2015) nos demuestra los siguientes límites de intensidad:

**Tabla 4.**

*Límite de intensidad*

<b>DECIBELES</b>	<b>LIMITES DE INTENSIDAD</b>
0-20	Umbral de audición
20-50	Comunicación fácil
50-80	Comunicación posible
80-110	Limite riesgo (8 horas)
110-140	Comunicación imposible
≥140	DOLOR

Nota: información obtenida del Acuerdo Ministerial 097 A (2015).

## CAPÍTULO III

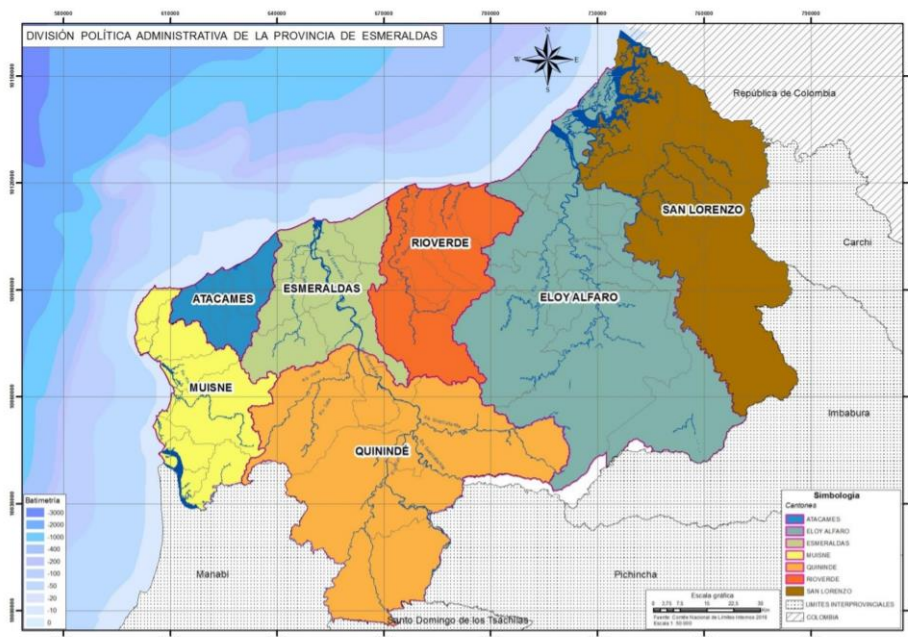
### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación

La Provincia de Esmeraldas, ubicada al extremo noroeste del territorio nacional, conocida como la provincia verde del Ecuador por su vegetación exuberante. Aproximadamente el 70% de su territorio es plano con pequeñas colinas que alcanzan hasta los 300msnm. Limita al norte con el departamento Colombiano de Nariño, al sur con Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha e Imbabura, al este con Imbabura y Carchi y al oeste con el Océano Pacífico. Tiene una extensión de 1'590.879,9 ha y una población multiétnica de 491.168 habitantes. La conforman siete cantones: San Lorenzo, Río Verde, Esmeraldas, Eloy Alfaro, Quinindé, Atacames y Muisne (GADs provincial Esmeraldas, 2015). Su capital es la ciudad de Esmeraldas. Tiene 11 parroquias urbanas y 57 parroquias rurales, como se muestra en la siguiente figura 4:

**Figura 4.**

*División política de la provincia de Esmeraldas*



Nota: información obtenida del GADs provincial Esmeraldas, 2015

El cantón Esmeraldas cuenta con 189.504 habitantes según el último censo del 2010, donde se asientan grandes actividades productivas y de gran movilidad de todo tipo de vehículos. La siguiente investigación se realiza en los alrededores de dos instituciones educativas: Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón y la Unidad Educativa Fiscal Walter Quiñonez.

En la tabla 4 se detallan los puntos donde se va a realizar los monitores de ruido, se dividió la zona de estudio con una rejilla de distancia fija y se tomó los nodos de las rejillas como los puntos de monitoreo para abarcar en su totalidad la extensión de las áreas de estudio.

**Tabla 5.**

*Puntos de muestreo*

<b>PUNTO</b>	<b>CALLES</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>
<b>1</b>	Calle Espejo y Olmedo	649708 - 10107259
<b>2</b>	Calle Espejo entre Olmedo y Colon	649656 - 10107249
<b>3</b>	Calle Espejo y Colon	649623 - 10107241
<b>4</b>	Calle Olmedo entre Espejo y Juan Montalvo	649721 - 10107202
<b>5</b>	Calle Olmedo y Juan Montalvo	649736 - 10107136
<b>6</b>	CC y cuarta	648946 - 10102083
<b>7</b>	CB y CC	649030 – 10102094
<b>8</b>	CB y CA	649072 - 10102101

Nota: información elaborada por Alexandra Veliz

Con ayuda del Open stree Map del Qgis se procedió a realizar la georreferenciación y posterior ubicación de los puntos que se encuentran en los alrededores de las instituciones de estudio, se ubicó en el sistema de coordenadas UTM: WGS 84 Zona 17 S. En las figuras 5 y 6 se observa los puntos en las zonas de estudio sacados del Open stree map del Qgis.



**Figura 5.**

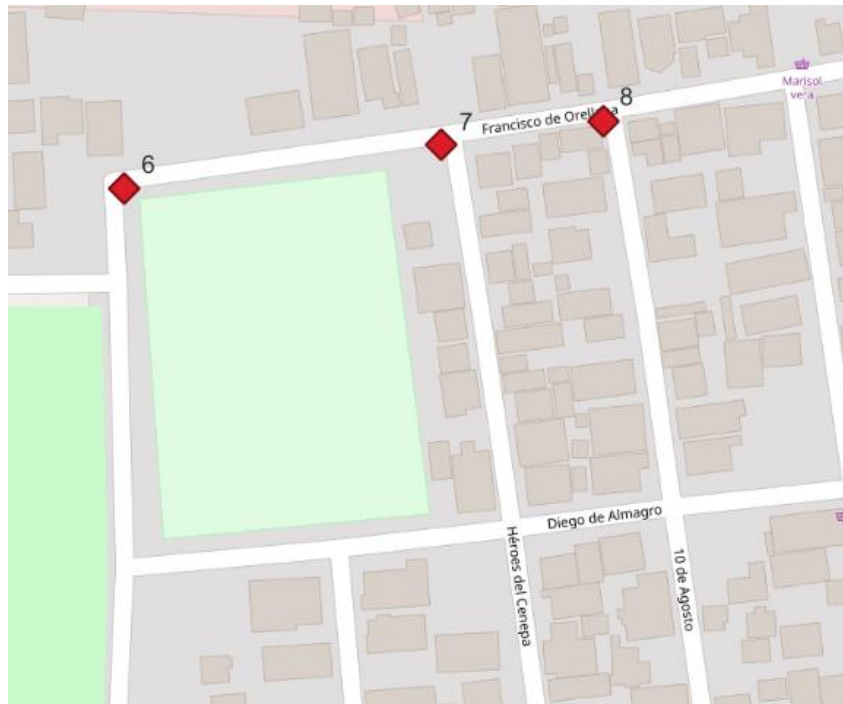
*Puntos alrededor del Colegio Sagrado Corazón*



Nota: información elaborada por Alexandra Veliz

**Figura 6.**

*Puntos alrededor del Colegio Walter Quiñonez Sevilla*



Nota: información elaborada por Alexandra Veliz

### 3.2 Equipos y materiales

La investigación se empieza a realizar desde el mes de Noviembre del 2021 y se realizará el monitoreo los días lunes, miércoles y viernes con una duración de dos semanas, en los 8 puntos estratégicos para abarcar todo el sector de estudio; como instrumento para la medición se utiliza un sonómetro digital de marca EXTECH 407732, que tiene un rango de medida de sonido entre 30dBA~130dBA, con un tipo de ponderación A y C, debidamente calibrado y con un certificado de calibración emitido por el laboratorio ELICROM, válido hasta octubre del 2022. En la figura 7 se presenta el sonómetro utilizado para la investigación.

**Figura 7.**

*Sonómetro utilizado en la investigación*



Nota: tomada por Alexandra Veliz

Para la elaboración de los mapas se utiliza un software libre llamado Qgis 3.20 que permite representar los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la investigación.

### 3.3 Tipo de investigación

A continuación, se detalla cada una de las investigaciones que se van a utilizar en la presente investigación.

### **Investigación de campo**

El estudio del monitoreo sonoro se desarrolló en 8 puntos de la zona urbana de la ciudad de Esmeraldas, en los sitios de monitoreo se realizan 48 tomas de información sonora, durante dos semanas en los días lunes, miércoles y viernes, por el lapso de 15 segundos para la medición de ruido total y residual se usa el Método de 15 segundos (Leq 15s), es decir se toma cinco muestras, de 15 segundos cada una en el horario de 10:00 a 12:00. Lo que generó un total de 240 muestras, que se utilizaron para la elaboración de mapas de ruido y análisis estadístico.

### **Investigación documental**

Esta investigación utiliza fuentes de consulta como: bibliográficas, ensayos, artículos científicos, bases de datos, revistas, periódicos, entre otros. En primera instancia se procede a buscar metodologías y normativas de: selección de equipos de medición, elaboración de mapas de ruido y selección de puntos de monitoreo.

### **Investigación descriptiva**

Es la utilización del método de análisis que permite obtener resultados del objeto de estudio, sus propiedades y características. Esta investigación puede ser el inicio para posteriores investigaciones, que tengan como punto focal la contaminación sonora. Este tipo de investigación en conjunto con la investigación de campo, permite el análisis de cada una de las mediciones tomadas en cada punto de monitoreo, y determinar si cumplen con los límites permisibles establecidos en la legislación nacional vigente.

### **3.4 Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender**

La incidencia de ruido está asociada al incremento de diversas actividades diarias entre ellas el aumento del parque automotor, la falta de concienciación de usuarios en el uso indebido de la bocina, alteraciones de los escapes (adecuación de resonadores), desgaste de los escapes, carrocerías en mal estado entre muchas más. Es por esto que las autoridades deberían buscar formas de mitigar los malos hábitos de manejo y circulación de vehículos que no cumplan con las normativas ambientales vigentes. Se ha planteado una interrogante para desarrollar la investigación.

¿Cómo se puede detectar los niveles máximos y mínimos de ruido generados por tráfico vehicular en los alrededores de las dos instituciones educativas de estudio?

### 3.5 Población o muestra

Dentro del área de estudio se seleccionaron ocho puntos, se dividió la zona de estudio con una rejilla de distancia fija y se tomó los nodos de las rejillas como los puntos de monitoreo para abarcar en su totalidad la extensión de las áreas de estudio, lo que permite cumplir con los tres metros de distancia que debe existir entre la colocación del sonómetro y alguna edificación que pueda interferir en la medición. Las mediciones se realizan en el horario de 10 am a 12 pm, los días lunes, miércoles y viernes, con un tiempo de duración de dos semanas. Se utiliza un sonómetro calibrado de clase 1, se lo coloca a una altura de 1,5 m desde el suelo, direccionando el micrófono hacia una zona sin obstáculos con una inclinación de 45° a 90°, sobre su plano horizontal como lo establece la legislación vigente. Para la medición de ruido total y residual se usa el Método de 15 segundos (Leq 15s), es decir se toma cinco muestras, de 15 segundos cada una.

Con la finalidad de validar los niveles de ruido durante las mediciones y facilitar el análisis y comparación de las muestras, se debe reportar: el NPS mínimo (LAmin) y el NPS máximo (LAmax) medidos de cada muestra. Y se debe realizar el promedio (LAp) de los datos obtenidos mediante la ecuación 1 estipulada en el AM 097A:

$$L_{eq}Promedio = 10 * \log\left[\frac{1}{n_i} * (10^{0.1 Leq_1} + 10^{0.1 Leq_2} + \dots + 10^{0.1 Leq_n})\right] \quad (1)$$

- L, es el nivel de presión sonora.
- eq, es la equivalencia.
- p, es el promedio de los datos Leq (conocido como promedio logarítmico).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Monitoreo de ruido

A través de la herramienta Qgis 3.20 se procedió a sacar las coordenadas de cada punto de monitoreo en datos geográficos en UTM y WGS 84 17S, y poder elaborar el mapa con la ubicación de los puntos de estudio. En la selección de horarios de monitoreo se tomó en cuenta el incremento del tránsito vial en horarios pico, se lo definió en dos horarios de monitoreo entre las 08h30 y 11h30 y entre las 15h30 y 18h30 durante seis días en cada punto. En la figura 8 se evidencia el monitoreo realizado en uno de los puntos de monitoreo.

**Figura 8.**

*Monitoreo realizado en diferentes puntos*



El número de datos que se obtuvo del monitoreo fue de 240 mediciones durante los horarios establecidos en la investigación. A través de la utilización de la Ecuación 1 se depuró la información, obteniendo valores promedios, máximos y mínimos para representarlos estadísticamente. El ruido ambiente fue tomado en cada uno de los 8 puntos en un día con menos incidencia de ruido, establecido en el día domingo donde la circulación vehicular disminuyó drásticamente se realizaron cinco mediciones en cada

uno de los puntos y se las promedió para obtener el ruido de cada uno de los puntos a monitorear y se refleja en las siguientes tablas 6 y 7.

**Tabla 6.***Resultado del monitoreo en horario de 08h30 a 11h30*

Medición en dB																
HORARIO DIURNO DE 08h30 y 11h30																
Día	Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Punto 5		Punto 6		Punto 7		Punto 8	
Lunes 8/11/2021	86.2		84.2		84.1		85.6		85.8		69.6		67.6		65.4	
	85.6	<b>86.2</b>	83.6	<b>83.9</b>	83.7	<b>83.9</b>	85.8	<b>85.8</b>	85.4	<b>85.8</b>	69.5	<b>69.4</b>	65.5	<b>66.7</b>	65.5	<b>65.7</b>
	86.9		83.9		83.8		86.1		86.3		69.1		67.1		66.1	
Miércoles 10/11/2021	86.3		84.1		83.2		86.3		86.5		68.5		66.5		66.2	
	86.6	<b>86.6</b>	83.5	<b>83.7</b>	83.8	<b>83.6</b>	85.1	<b>85.9</b>	86.2	<b>86.3</b>	68.3	<b>68.2</b>	67.3	<b>66.8</b>	65.3	<b>65.8</b>
	87.1		83.6		83.9		86.2		86.3		67.9		66.6		65.9	
Viernes 12/11/2021	86.5		83.9		84.6		86.4		87.1		69.6		68.6		66.6	
	87.6	<b>87.1</b>	83.5	<b>83.7</b>	84.8	<b>84.8</b>	85.8	<b>86.3</b>	86.6	<b>86.8</b>	69.4	<b>69.3</b>	68.4	<b>68.6</b>	66.2	<b>66.4</b>
	87.4		83.7		84.9		86.6		86.8		68.8		68.8		66.3	
Lunes 15/11/2021	85.5		84.3		83.8		85.2		85.1		70.1		66.1		70.1	
	86.3	<b>86.3</b>	84.1	<b>84.1</b>	83.2	<b>83.8</b>	85.3	<b>85.4</b>	85.5	<b>85.4</b>	69.8	<b>69.9</b>	65.8	<b>65.9</b>	70.3	<b>70.3</b>
	87.2		83.8		84.3		85.7		85.5		69.7		65.7		70.3	
Miércoles 17/11/2021	86.1		83.2		82.2		86.4		86.1		68.8		67.2		69.6	
	87.2	<b>86.7</b>	83.7	<b>83.5</b>	82.9	<b>82.9</b>	86.1	<b>86.1</b>	86.2	<b>86.1</b>	68.6	<b>68.8</b>	68.1	<b>67.8</b>	69.6	<b>69.5</b>
	86.9		83.6		83.5		85.9		85.9		69.1		68.1		69.4	
Viernes 19/11/2021	88.1		84.4		84.4		86.3		85.8		70.2		68.2		70.2	
	87.8	<b>87.9</b>	84.6	<b>84.6</b>	83.8	<b>84.3</b>	86.6	<b>86.6</b>	85.9	<b>85.9</b>	70.4	<b>70.2</b>	68.4	<b>68.2</b>	70.5	<b>70.1</b>
	87.9		84.9		84.7		86.8		86.1		69.9		67.9		69.7	

**Tabla 7.**

*Resultado del monitoreo en horario de 15h30 a 18h30*

Medición en dB																
HORARIO VESPERTINO DE 15h30 y 18h30																
Día	Punto1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8								
Lunes 8/11/2021	89.2		85.2	83.1	87.6	86.7	70.1	69.5	64.9							
	88.6	<b>89.2</b>	84.6	<b>84.9</b>	84.7	<b>84.2</b>	86.8	<b>86.8</b>	86.5	<b>86.8</b>	69.8	<b>69.9</b>	68.4	<b>68.6</b>	65.6	<b>65.4</b>
	89.9		84.9	84.8	86.1	87.3	69.9	67.8	65.8							
Miércoles 10/11/2021	88.3		85.1	83.6	85.3	87.2	69.6	68.1	67.1							
	89.6	<b>89</b>	85.5	<b>85.4</b>	84.8	<b>84.4</b>	86.1	<b>85.9</b>	87.2	<b>87.6</b>	69.4	<b>69.3</b>	68.2	<b>68.6</b>	67.3	<b>67.1</b>
	89.1		85.6	84.9	86.2	88.3	68.9	69.4	66.9							
Viernes 12/11/2021	90.1		86.9	84.6	87.4	87.2	70.2	69.2	66.8							
	88.6	<b>89</b>	86.5	<b>86.4</b>	85.8	<b>85.4</b>	87.8	<b>87.3</b>	87.5	<b>87.2</b>	70.4	<b>70.1</b>	68.5	<b>69</b>	67.2	<b>67.1</b>
	88.4		85.7	85.9	86.6	86.9	69.8	69.4	67.4							
Lunes 15/11/2021	89.5		85.3	85.8	86.2	86.2	70.3	64.1	69.8							
	88.3	<b>86.3</b>	84.1	<b>85.1</b>	85.2	<b>85.1</b>	86.3	<b>86.4</b>	86.7	<b>86.7</b>	69.7	<b>69.9</b>	64.8	<b>64.8</b>	70.2	<b>70</b>
	87.2		85.8	84.3	86.7	87.1	69.8	65.5	70.1							
Miércoles 17/11/2021	84.1		86.2	84.2	87.4	85.3	69.9	68.3	69.5							
	86.2	<b>88.3</b>	85.7	<b>85.8</b>	86.9	<b>85.9</b>	87.1	<b>87.1</b>	85.8	<b>85.8</b>	68.7	<b>69.5</b>	65.9	<b>66.9</b>	69.2	<b>69.5</b>
	85.9		85.6	86.5	86.9	86.4	69.9	66.6	69.7							
Viernes 19/11/2021	87.1		85.4	85.4	86.3	84.5	70.1	67.3	70.1							
	88.8	<b>88.3</b>	84.6	<b>84.6</b>	85.8	<b>85.3</b>	86.6	<b>86.5</b>	83.6	<b>84.6</b>	70.3	<b>70.1</b>	68.1	<b>67.5</b>	70.6	<b>70,1</b>
	88.9		83.9	84.7	86.5	85.8	69.7	67.2	69.6							



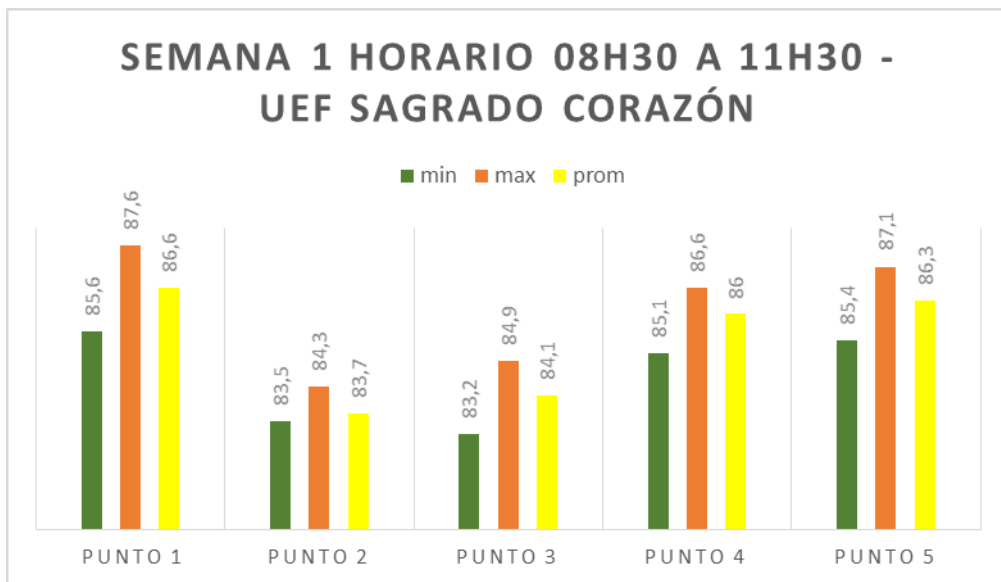
A continuación, se representa estadísticamente los niveles de presión sonora equivalentes, máximos y mínimos en cada uno de los circuitos de monitoreo.

**Datos obtenidos de la semana 1 en el los alrededores de la Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón en el horario de 08h30 a 11h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 1 ubicado en las calles Olmedo y Espejo con un valor de 87,6 dB, un mínimo en el punto 3 ubicado en las calles Colón y Espejo de 83,2 dB y un nivel promedio alto en el punto 1 de 86,6 dB.

**Figura 9.**

*Nivel de ruido semana 1 Zona 1 horario 1*

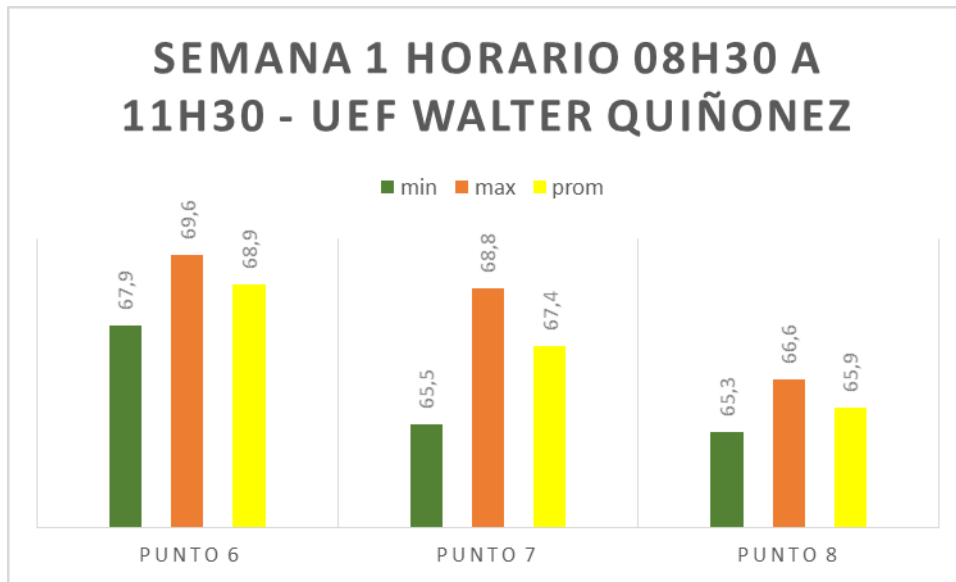


**Datos obtenidos de la semana 1 en el los alrededores de la Unidad Fiscal Educativa Walter Quiñonez Sevilla en el horario de 08h30 a 11h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 6 ubicado en las calles CC y cuarta con un valor de 69,6 dB, un mínimo en el punto 8 ubicado en las calles CB y CA de 65,3 dB y un nivel promedio alto en el punto 6 de 69,6 dB.

**Figura 10.**

*Nivel de ruido semana 1 Zona 2 horario 1*

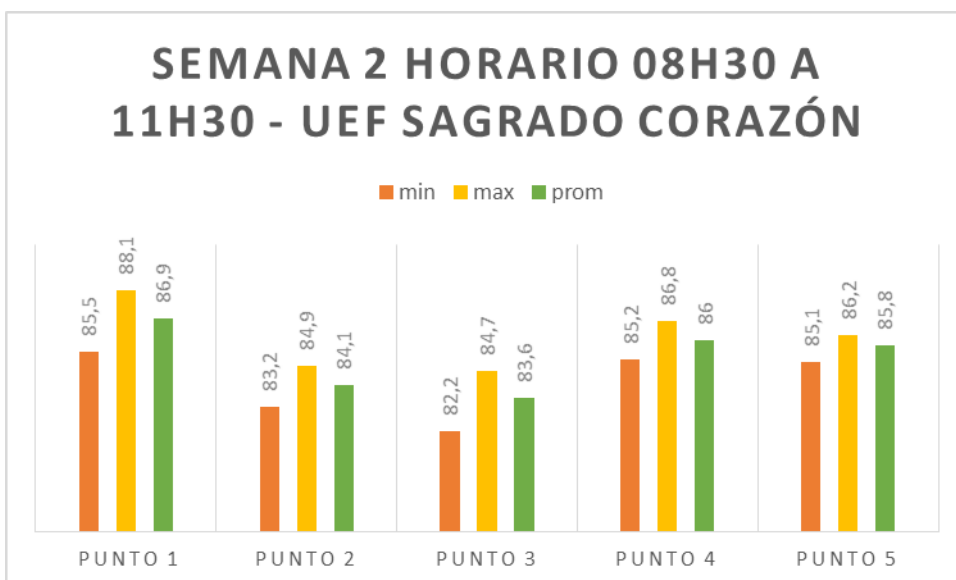


**Datos obtenidos de la semana 2 en el los alrededores de la Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón en el horario de 08h30 a 11h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 1 ubicado en las calles Olmedo y Espejo con un valor de 88,1 dB, un mínimo en el punto 3 ubicado en las calles Colón y Espejo de 82,2 dB y un nivel promedio alto en el punto 1 de 86,9 dB.

**Figura 11.**

*Nivel de ruido semana 2 Zona 1 horario 1*

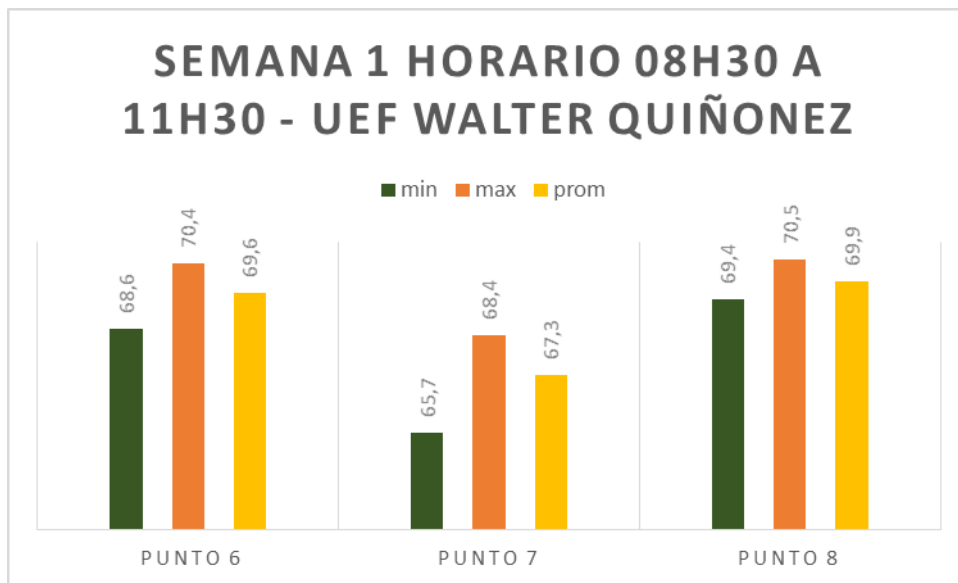


**Datos obtenidos de la semana 2 en el los alrededores de la Unidad Fiscal Educativa Walter Quiñonez Sevilla en el horario de 08h30 a 11h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 8 ubicado en las calles CB y CA con un valor de 70,5 dB, un mínimo en el punto 7 ubicado en las calles CB y CC de 65,7 dB y un nivel promedio alto en el punto 8 de 69,9 dB.

**Figura 12.**

*Nivel de ruido semana 2 Zona 2 horario 1*

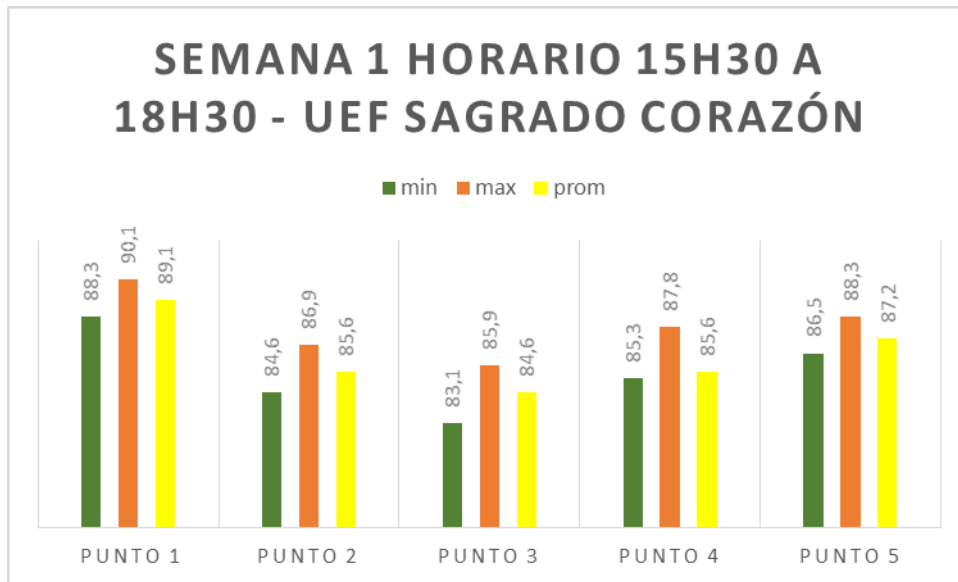


**Datos obtenidos de la semana 1 en el los alrededores de la Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón en el horario de 15h30 a 18h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 1 ubicado en las calles Olmedo y Espejo con un valor de 90,1 dB, un mínimo en el punto 3 ubicado en las calles Colón y Espejo de 83,1 dB y un nivel promedio alto en el punto 1 de 89,1 dB.

**Figura 13.**

*Nivel de ruido semana 1 Zona 1 horario 2*

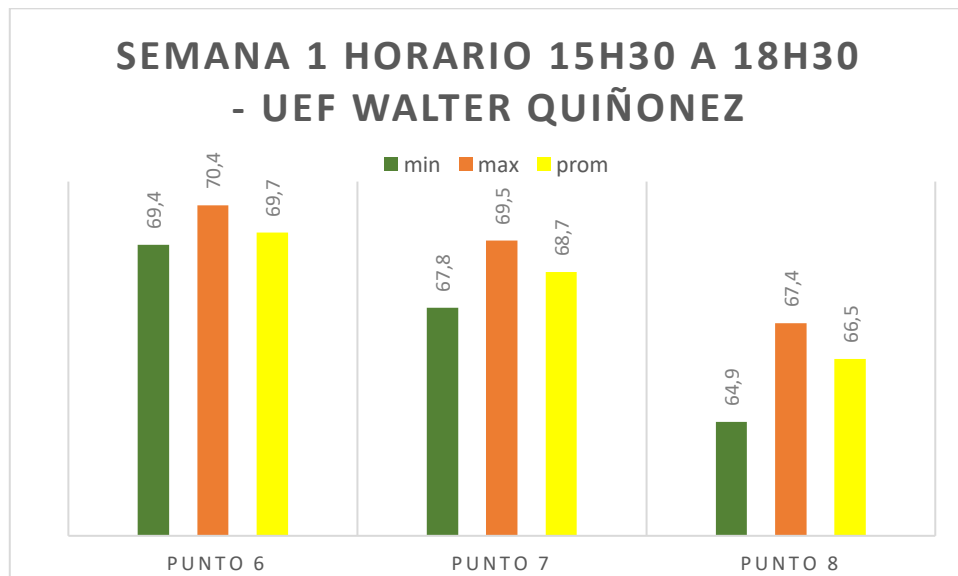


**Datos obtenidos de la semana 1 en el los alrededores de la Unidad Fiscal Educativa Walter Quiñonez Sevilla en el horario de 15h30 a 18h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 6 ubicado en las calles CC y Cuarta con un valor de 70,4 dB, un mínimo en el punto 8 ubicado en las calles CB y CA de 64,9 dB y un nivel promedio alto en el punto 6 de 69,7 dB.

**Figura 14.**

*Nivel de ruido semana 1 Zona 2 horario 2*

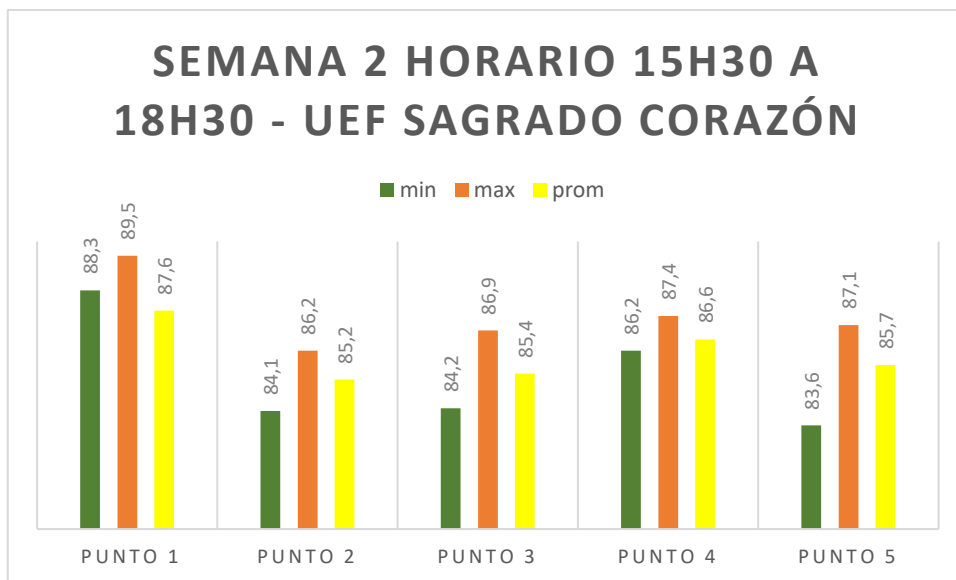


**Datos obtenidos de la semana 2 en el los alrededores de la Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón en el horario de 15h30 a 18h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 1 ubicado en las calles Olmedo y Espejo con un valor de 89,5 dB, un mínimo en el punto 5 ubicado en las calles Olmedo y Juan Montalvo de 83,6 dB y un nivel promedio alto en el punto 1 de 87,6 dB.

**Figura 15.**

*Nivel de ruido semana 2 Zona 1 horario 2*

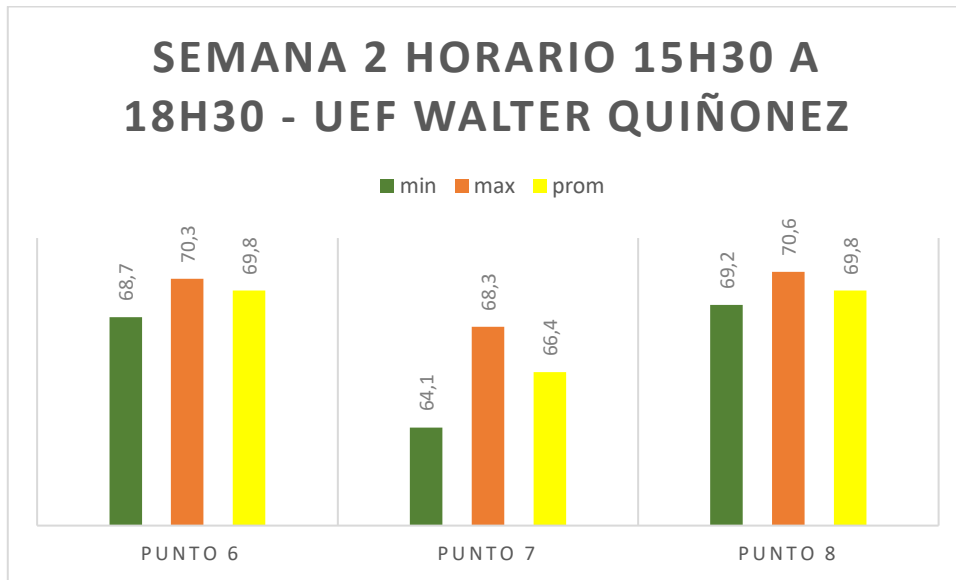


**Datos obtenidos de la semana 1 en el los alrededores de la Unidad Fiscal Educativa Walter Quiñonez Sevilla en el horario de 15h30 a 18h30**

En este período se evidenció un nivel de presión máximo en el punto 8 ubicado en las calles CB y CA con un valor de 70,6 dB, un mínimo en el punto 7 ubicado en las calles CB y CC de 64,1 dB y un nivel promedio alto en el punto 6 y 8 de 69,9 dB.

**Figura 16.**

*Nivel de ruido semana 2 Zona 2 horario 2*



#### **4.2 Análisis de resultados de la mayor concentración de datos promedios**

En el análisis del promedio total de datos de las dos semanas en las dos jornadas los cinco puntos que se ubican en los alrededores de la UEF Sangrado Corazón no cumplen con los límites permisibles según lo estipula el Acuerdo Ministerial 097 A están concentrados en los niveles de 67,3-88,4 dB(A), excediendo en las horas pico monitoreadas de la zona urbana de la ciudad.

**Tabla 8.**

*Resultado del monitoreo con el ruido ambiente*

PUNTO	08h30 a 11h30	15h30 a 18h30
1	86,8 dB	88,4 dB
2	83,9 dB	85,4 dB
3	83,8 dB	85,1 dB
4	84,1 dB	86,6 dB
5	86,1 dB	86,5 dB
6	69,3 dB	69,8 dB
7	67,3 dB	67,6 dB
8	67,9 dB	68,2 dB

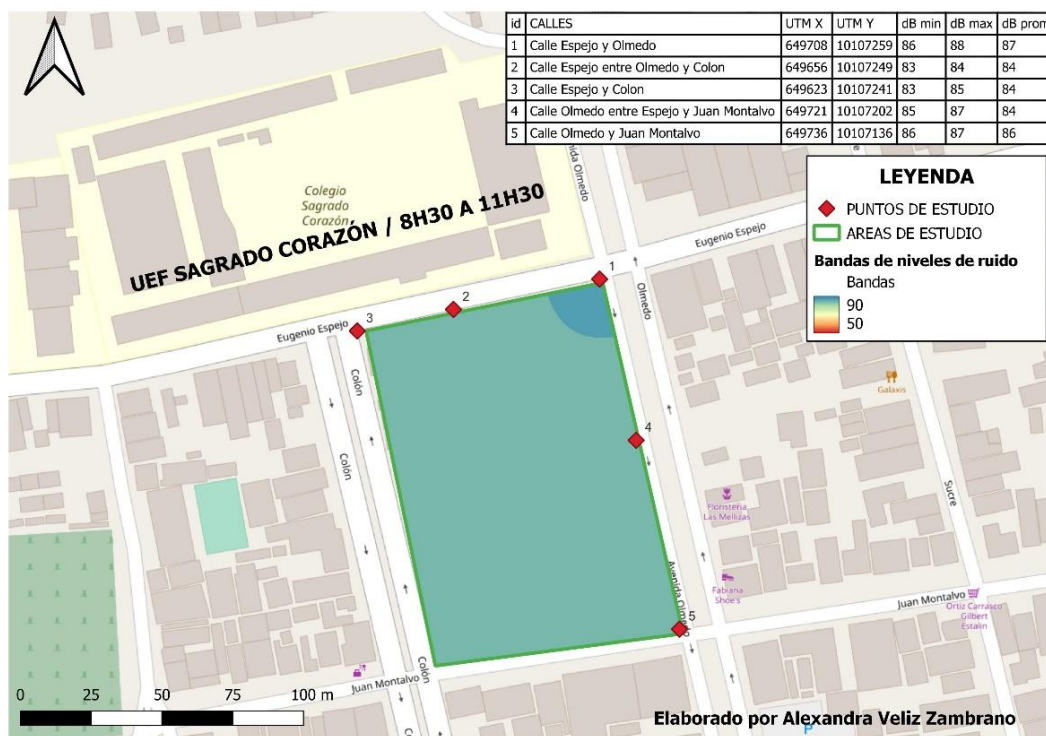
Nota: información elaborada por Alexandra Veliz

### 4.3 Análisis cartográfico de mapas acústicos

En esta investigación se realiza el método de interpolación IDW con el fin de elaborar un análisis comparativo de valores desplegados cartográficamente correspondientes a la presión acústica. En la figura 17 se detallan los dB promedio de los puntos que se encuentran en los alrededores de la Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón, donde el punto 1 que se encuentra en la calle Espejo y Olmedo es la que tiene mayor incidencia de ruido en el horario de 08h30 a 11h30.

**Figura 17.**

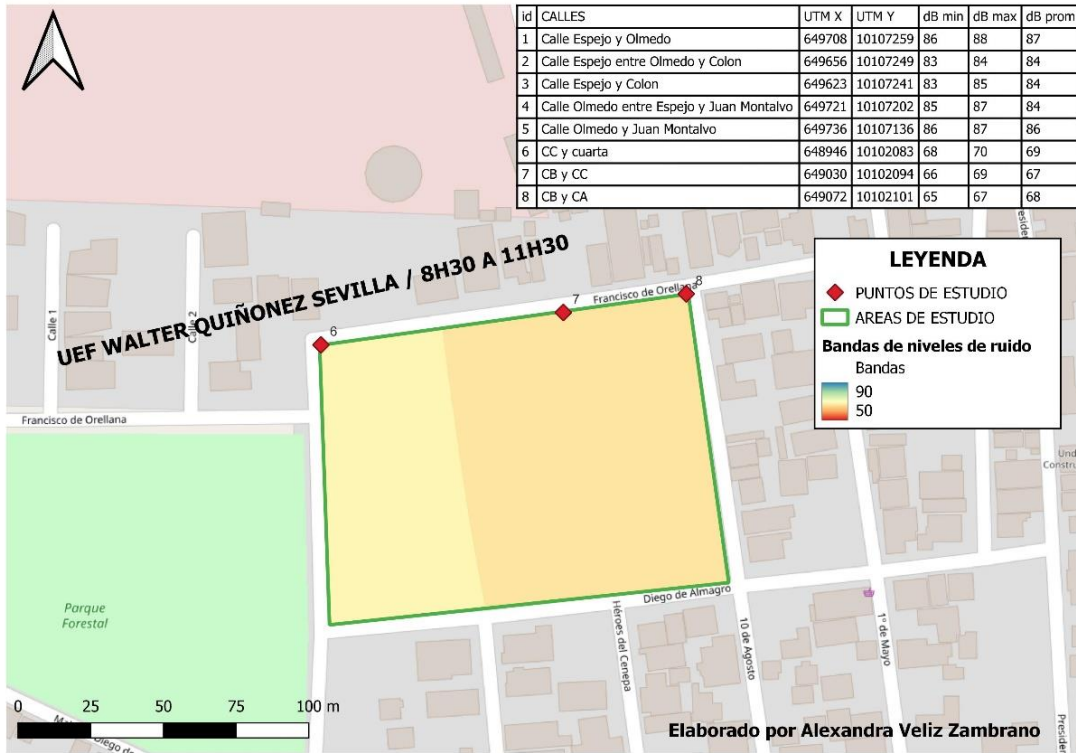
*Mapa de interpolación IDW de la UEF Sagrado Corazón / 08h30 a 11h30*



En la figura 18 se detallan los dB promedio de los puntos que se encuentran en los alrededores de la Unidad Educativa Fiscal Walter Quiñonez Sevilla, donde el punto 6 que se encuentra en la calle CC y cuarta es la que tiene mayor incidencia de ruido en el horario de 08h30 a 11h30.

**Figura 18.**

*Mapa de interpolación IDW de la UEF Walter Quiñonez Sevilla / 08h30 a 11h30*

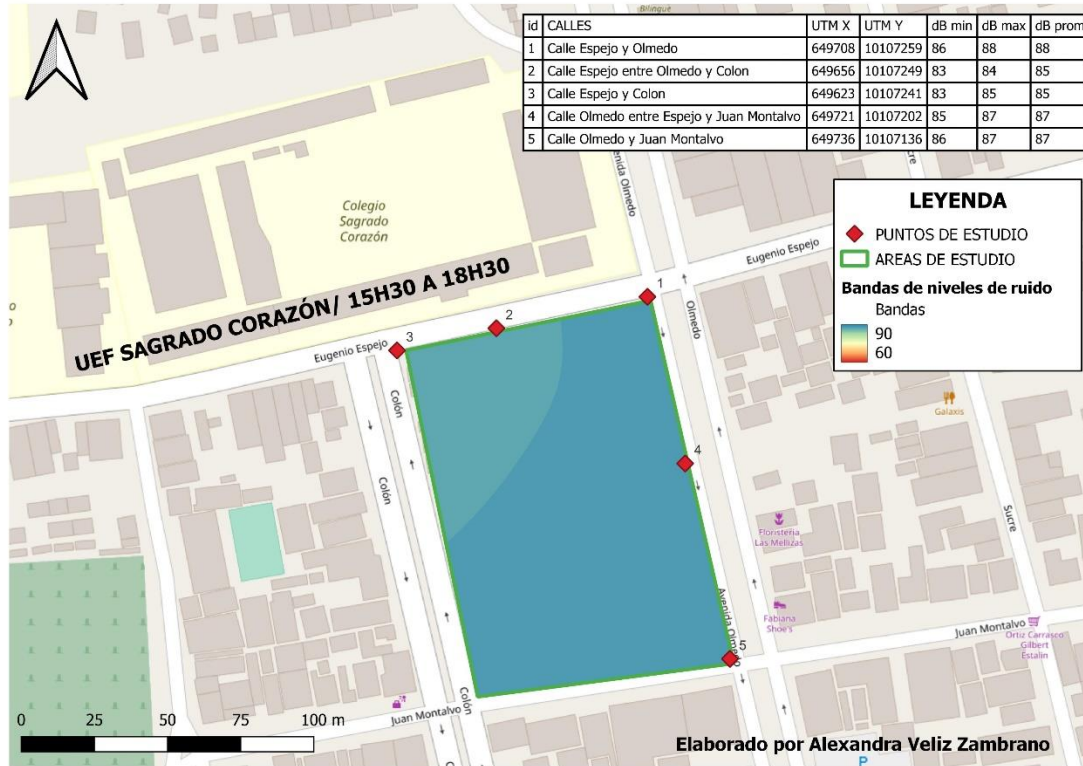


En la figura 19 se detallan los dB promedio de los puntos que se encuentran en los alrededores de la Unidad Educativa Fiscomisional Sagrado Corazón, donde el punto 2 y 3 que se encuentra en la calle Espejo entre Olmedo y Colón; y en la calle Espejo y Colón son las que tienen menor incidencia de ruido en el horario de 17h30 a 18h30.



**Figura 19.**

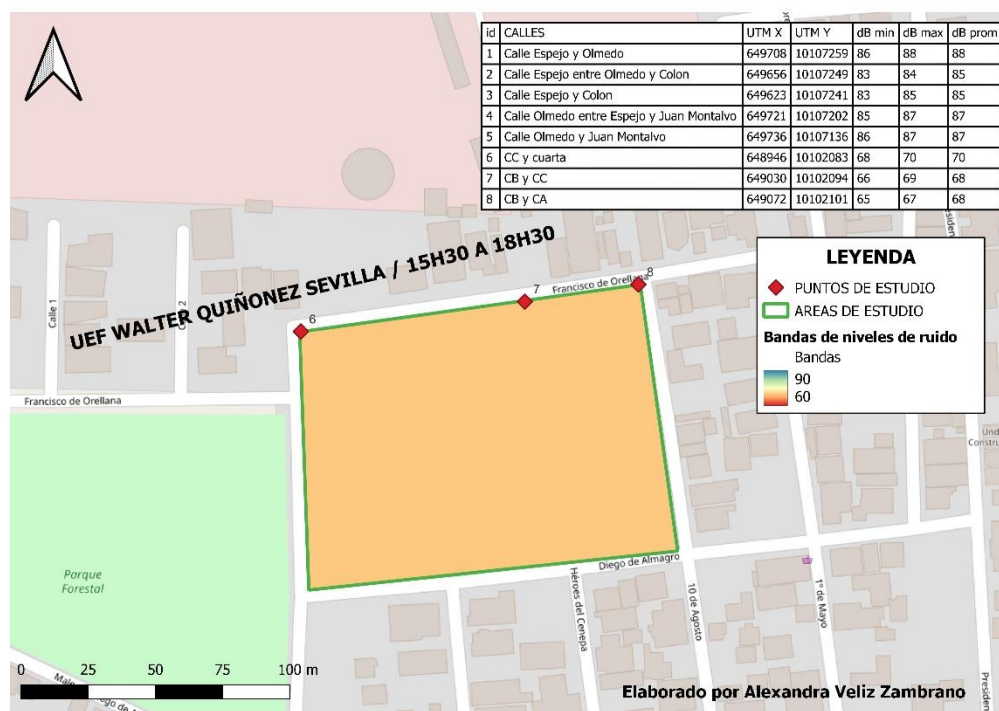
*Mapa de interpolación IDW de la UEF Sagrado Corazón / 15h30 a 18h30*



En la figura 20 se detallan los dB promedio de los puntos que se encuentran en los alrededores de la Unidad Educativa Fiscal Walter Quiñonez Sevilla, donde los 3 puntos mantienen un promedio entre 68 a 70 dB en el horario de 15h30 a 18h30.

**Figura 20.**

*Mapa de interpolación IDW de la UEF Walter Quiñonez Sevilla / 15h30 a 18h30*



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### Conclusiones

Las calles y avenidas principales de la zona urbana de la ciudad de Esmeraldas están siendo afectadas principalmente en las horas pico. Los niveles de ruido son causados por fuentes móviles como: automóviles, motocicletas, camionetas, camiones, autobuses, entre otros. En la selección de puntos se utilizó el muestro espacial de rejilla y viales, donde se definieron 8 ubicaciones de monitoreo, la toma de datos se realizó a través de un sonómetro tipo 1 con ponderación A y calibrado a 110 dB. Los horarios de monitoreo definidos son de: 8h30-11h30 y 15h30-18h30 considerados pico, debido a la gran afluencia vehicular y actividades de comercio.

La investigación determina que el punto 1 ubicado en las calles Espejo y Olmedo es la que tiene mayor incidencia de ruido con 86,8 dB en el horario de 08h30 a 11h30 y 88,4 db en el horario de 15h30 a 18h30 es decir que no cumplen con los límites permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A.

Para la elaboración de los mapas de ruido se utiliza el software libre Qgis través de interpolación IDW con los puntos tomados en los alrededores de las instituciones estudiadas debido a que el lugar de estudio es bastante pequeño no se puede evidenciar los niveles de ruido tan claramente pero se puede observar los puntos extremos de mínimo y máximo.

## **Recomendaciones**

Las autoridades deben mejorar las planificaciones del sistema de tránsito especialmente en horas consideradas pico, y evitar y/o mitigar los niveles altos de ruido causado por fuentes móviles y así se pueda cumplir con la aplicación de normativa ambiental para zonas residenciales, hospitalarias y educativas. Además se debe revisar las diversas actividades comerciales que existen en los alrededores de las instituciones.

Utilizar sonómetros que se encuentren calibrados y con certificación para que los datos obtenidos en el monitoreo tenga validez en una investigación.

Aplicar el método de interpolación Kriging para la elaboración de mapas de ruido, pero debe utilizar computadoras con especificaciones que le permitan una mayor precisión al momento de interpolar los valores sonoros tomados en puntos con distancias específicas.

## Referencias Bibliográficas

- Acero, J., Jaimes, M y Romero, G. (2016). Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura. Revista Tecnura, 20(49):152, sep 2016. ISSN 2248-7638. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a10.
- Alfie, M, y Salinas, O. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. Estudios demográficos y urbanos, 32(1), 65-96. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&tlng=es).
- Ariza, M y Ojeda, C. (2018). Validación del mapa de ruido de tráfico de la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito. UDLA-EC-TISA-2018-11. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9281>.
- Andaluz, C. (2009). Manual de Derecho Ambiental. Lima: Editorial Justicia. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/05/Manual-de-Derecho-Ambiental.pdf>.
- Barrigón, J; Montes, D; Rey, G y Vílchez, R. (2019). Mapas de ruido. La medida de la contaminación acústica en el medio urbano. [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/05\\_14.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/05_14.pdf).
- Burneo, C. (2003). Contaminación Ambiental por Ruido y Estrés en el Ecuador. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- BUREAU VERITAS, (2008). “Manual para la formación en Medio Ambiente”. Editorial Lex Nova paginas 331-370. ISBN (978-84-9898-027-1). España.
- Cattaneo, M., Vecchio, R., Lopez, M., Navilli, L. y Scrocchi, F. (2012). Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Buenos Aires. Grupo GIIS. Facultad de Ingeniería. Universidad de Palermo. Argentina. [https://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo\\_COINI\\_Cattaneo1.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo_COINI_Cattaneo1.pdf).
- Cusacani, F. (2020). Evaluación del ruido ambiental en los pantanos de Villa mediante la elaboración de mapas de ruido. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 1:1–81.

- Coriñaupa, Z. (2020). Análisis de la contaminación acústica y elaboración del mapa de ruido de la zona monumental del distrito de Huancayo-2020.
- Erazo, L. (2018). Contaminación Acústica causada por los medios de transporte, perjudica el Derecho Constitucional del Buen Vivir de los residentes de la zona de Santa Clara del Distrito Metropolitano de Quito del 2015. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15846/1/T-UCE-0013-JUR-030.pdf>.
- Jaramillo, A. (2007). Acústica la ciencia del sonido, 1ª ed.- Instituto metropolitano. ISBN. (978-958-98314-6-5).
- Herrera, L. (2006). Evaluación de la Contaminación en el Casco Central de la Ciudad de Latacunga. Presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga.
- Hernández, R., García, S., Hernández, F., Chunchu, G y Alvarado, V. (2018). El ruido vehicular: un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador. Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonia, 08:9–14, 2018.
- Jácome, A. (2013). Análisis a la exposición de ruido ambiental y propuesta de un sistema de insonorización a través de procedimientos técnicos para minimizar el impacto ambiental en la empresa CEDAL S.A, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi periodo 2012-2013. Presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Laura, J. (2018). Mapa de ruido del área de influencia del aeropuerto internacional Alfredo Rodríguez Ballón de la ciudad de Arequipa. Akrab Juara, 5 (1):43–54, 2020. <http://www.akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/article/view/919>.
- Mendoza, J. y Rodríguez, A. (2019). Ruido producido por el paso del tren, en la ciudad de Morelia Michoacán.: Mapa específico de ruido. Milenaria, Ciencia Y Arte, (14), 30–32. <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/view/33>.
- Narváez, J. (2015). Determinación del ruido ambiental provocado por el tráfico vehicular en el casco urbano del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. Periodo 2013. Presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2683/1/T-UTC-00219.pdf>.

- Ponze, D y Sierra, G. (2020). Elaboración de un mapa de ruidos para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el centro histórico del distrito de yanahuara.
- Ramírez, A y Domínguez, E. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 18:17–28. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/547/415>.
- Rodríguez, F y Juárez, L. (2020). Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 35(3):803–838, 2020. ISSN 0186-7210. doi: 10.24201/edu.v35i3.1934.
- Quintero, J. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(36):311–343.
- Salazar, A. (2012). Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile. Universidad de Barcelona. España.
- Sánchez, J y Santana, M. (2015). Monitoreo del ruido ambiental en los aserraderos del perímetro urbano en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, Período 2014 – 2015. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. Ecuador.
- Sexto, Felipe, (2007). “Sonómetros”. Edición: Argentina. <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/sonometr.htm>.
- Salas, R., y Barboza, E. (2016). Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. INDES, 88-96. SEGAT - Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo.
- Quispe, L. (2016). Evaluación del ruido producido por el parque automotor en el centro histórico de la ciudad de Trujillo, junio-noviembre, 2016. Trujillo.
- Vásconez, C. (2018). Evaluación del ruido de tráfico hacia diferentes zonas del interior del Hospital Axxis ubicado en la ciudad de Quito. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10079>.

# ANEXOS

**Figura 21.**

*Certificado de calibración*

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CC-4855-004-21




FRECUENCIA DE PRUEBA DE 8000Hz							
Nivel de Señal Aplicada dB	Nivel Esperado		Nivel Leído dB	Desviación		Tolerancia Linealidad de Nivel ± dB	Incertidumbre dB
	Relativa Er dB	Diferencial Ed dB		Relativa Er dB	Diferencial Ed dB		
34	-	-	35,1	-	-	± 1,0	0,078
35	-	-	31,2	0,1	-	± 1,0	0,078
36	32,1	32,2	32,3	0,2	0,1	± 1,0	0,078
37	33,1	33,3	33,2	-0,1	-0,1	± 1,0	0,078
38	34,1	34,2	34,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
39	35,1	35,2	35,3	0,2	0,1	± 1,0	0,078
40	36,1	36,3	36,3	0,2	0,0	± 1,0	0,078
41	37,1	37,2	37,2	0,1	-0,1	± 1,0	0,078
42	38,1	38,2	38,3	0,2	0,1	± 1,0	0,078
43	39,1	39,2	39,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
44	40,1	40,2	40,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
45	41,1	41,2	41,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
46	42,1	42,2	42,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
47	43,1	43,2	43,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
48	44,1	44,2	44,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
49	45,1	45,2	45,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
50	46,1	46,2	46,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
51	47,1	47,2	47,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
52	48,1	48,2	48,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
53	49,1	49,2	49,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
54	50,1	50,2	50,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
55	51,1	51,2	51,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
56	52,1	52,2	52,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
57	53,1	53,2	53,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
58	54,1	54,2	54,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
59	55,1	55,2	55,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
60	56,1	56,2	56,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
61	57,1	57,2	57,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
62	58,1	58,2	58,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
63	59,1	59,2	59,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
64	60,1	60,2	60,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
65	61,1	61,2	61,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
66	62,1	62,2	62,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
67	63,1	63,2	63,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
68	64,1	64,2	64,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
69	65,1	65,2	65,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
70	66,1	66,2	66,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
71	67,1	67,2	67,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
72	68,1	68,2	68,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
73	69,1	69,2	69,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
74	70,1	70,2	70,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
75	71,1	71,2	71,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
76	72,1	72,2	72,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
77	73,1	73,2	73,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
78	74,1	74,2	74,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
79	75,1	75,2	75,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
80	76,1	76,2	76,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
81	77,1	77,2	77,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
82	78,1	78,2	78,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
83	79,1	79,2	79,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
84	80,1	80,2	80,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
85	81,1	81,2	81,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
86	82,1	82,2	82,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
87	83,1	83,2	83,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
88	84,1	84,2	84,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
89	85,1	85,2	85,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
90	86,1	86,2	86,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
91	87,1	87,2	87,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
92	88,1	88,2	88,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
93	89,1	89,2	89,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
94	90,1	90,2	90,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
95	91,1	91,2	91,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
96	92,1	92,2	92,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
97	93,1	93,2	93,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
98	94,1	94,2	94,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
99	95,1	95,2	95,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078
100	96,1	96,2	96,2	0,1	0,0	± 1,0	0,078

RESULTADOS DE INDICACIÓN DE SOBRECARGA						
Frecuencia Hz	Nivel entrada dB	Leitura Esperada dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
1000	125,0	125,0	125,3	0,300	± 1,5	0,078
850	125,8	125,3	125,5	0,200	± 1,5	0,078
830	126,9	125,3	125,7	0,400	± 1,5	0,078
500	126,2	125,3	126,0	0,700	± 1,5	0,078
400	129,8	125,3	126,2	0,900	± 1,5	0,078
315	131,9	125,3	126,3	1,000	± 1,5	0,078

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto

OBSERVACIONES

La estimación de la incertidumbre expandida se realizó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$ , que para una distribución (de Student) con  $\nu=9$  (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la autorización escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Ana Bolaña	FECHA DE EMISIÓN: 2021-10-11
FECHA DE RECEPCIÓN DE ITEM: 2021-10-05	FECHA PROXIMA DE CALIBRACIÓN: 2022-10
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-10-09	

  
Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:  
  
Gerente Técnica

  
Firma electrónica

Este informe contiene 5 páginas(s). Página 5 de 5  
 Ciudad de Guayaquil, calle Lara no. 21 solar 35. Pbx: 042721007