



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL
TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN MORONA, CIUDAD
MACAS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE
PRESIÓN SONORA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el gado académico de:

INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: JANNESEE CAROLINA MARTÍNEZ MORA

DIRECTOR: ING. PATRICIO VLADIMIR MÉNDEZ ZAMBRANO

Macas – Ecuador

2019

© 2019, **Jannese Carolina Martínez Mora**

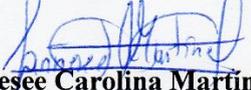
Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jannese Carolina Martínez Mora, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos.

Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

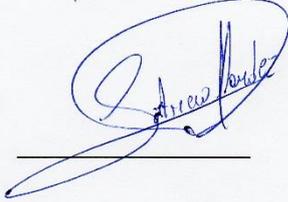
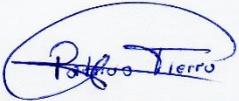
Macas, 28 de junio del 2018



Jannese Carolina Martínez Mora
140044667-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo proyecto técnico: **“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN MORONA, CIUDAD DE MACAS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA”** realizado por la señorita: **JANNESEE CAROLINA MARTÍNEZ MORA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Fausto Manolo Yaulema Garcés PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2019 - 07 - 22
Ing. Patricio Vladimir Méndez Zambrano DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2019 - 07 - 22
Ing. Luis Patricio Tierra Pérez MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 _____	2019 - 07 - 22

DEDICATORIA

Con sentimiento de cariño, amor y respeto, el presente trabajo quiero dedicarle de manera especial a mi Madre Luz, pilar fundamental en mi vida, ejemplo de perseverancia, humildad, responsabilidad y esfuerzo constante, quien ha sido mi apoyo y guía incondicional en los buenos y malos momentos durante todo este largo camino para alcanzar nuestra más anhelada meta, mi carrera profesional.

A mis hermanos, Antonio y Paola, quienes, con sus palabras de apoyo, siempre supieron motivarme, impulsándome a concretar esta larga trayectoria con perseverancia y firmeza.

A mi hijo Thiago, compañero de vida, mayor alegría y motivación, quien con su inocencia y amor incondicional supo alentarme con sus pequeños detalles.

A mi marido Juan Diego, quien con su apoyo incondicional y consejos supo alentarme y motivarme para culminar con esta meta. Gracias por caminar junto a mí en el camino de la vida.

A mis tíos, de manera especial Edison, Elieser y Sor. Francisca María de los Ángeles, quienes siempre supieron apoyarme, guiarme, brindándome palabras de aliento, recordándome que todo esfuerzo tiene su recompensa, que la vida suele poner barreras, pero con la perseverancia se las va a poder superar para alcanzar los objetivos tratados.

Carolina Martínez

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme vida, brindarme sabiduría y perseverancia en toda la etapa de mi carrera profesional.

A mi familia, especialmente a mi Madre, que, sin su apoyo incondicional, siendo una guía en mi vida, no hubiera alcanzado esta meta trazada. A ella le debo todo.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, sus docentes, quienes, a lo largo de mi carrera estudiantil, me han brindado conocimientos necesarios, permitiéndome crecer en el campo profesional, social y ético, que me servirán para contribuir al desarrollo y progreso en bien de la sociedad y el ambiente.

A mi director, Ing. Patricio Méndez, quien permitiéndome conocerlo como persona me brindo el tiempo necesario, siendo un apoyo incondicional y fundamental en el estructuración y culminación de este trabajo.

A mi evaluador, Ing. Patricio Tierra, quien me ha guiado en el desarrollo de este estudio, logrando realizar un buen trabajo final, impartíendome sus conocimientos de manera desinteresada.

Al Gobierno Descentralizado del Cantón Morona, sus funcionarios de los diferentes departamentos, quienes me brindaron todas las facilidades e información del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V, permitiendo de esta manera consolidar este trabajo.

A mis compañeros y amigos, Jorge, Diana, Bernardo, Marcos, Mayra, Katherine y Mónica, quienes a lo largo de la carrera estudiantil y en el proceso del desarrollo de este trabajo, me apoyaron para llegar a culminar con esta etapa profesional.

Carolina Martínez

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes de la investigación.....	5
1.2. Sonido.....	5
1.3. Propiedades del sonido.....	6
1.3.1. Amplitud.....	6
1.3.2. Periodo (T).....	6
1.3.3. Frecuencia (f).....	6
1.3.4. Velocidad del sonido (λ).....	6
1.3.5. Longitud de onda (λ).....	7
1.4. Ruido.....	7
1.4.1. Características del ruido.....	7
1.4.2. Fuentes de ruido.....	8
1.4.2.1. Tráfico rodado.....	8
1.4.2.2. Comunitario.....	8
1.4.3. Clases de ruido.....	9
1.4.3.1. Ruido Específico.....	9
1.4.3.2. Ruido Residual.....	9
1.4.3.3. Ruido Total.....	9
1.4.3.4. Ruido Impulsivo.....	9
1.4.3.5. Ruido Intermitente.....	9
1.4.3.6. Ruido de Fondo.....	9
1.4.3.7. Ruido Rosa.....	10

1.5.	Contaminación acústica	10
1.6.	Unidad de medida de la presión sonora.....	10
1.6.1.	Decibelios.....	10
1.7.	Equipos de medición de Ruido.....	11
1.7.1	Dosímetro.....	11
1.7.2.	Calibrador	11
1.7.3.	Sonómetro.....	11
1.7.3.1.	Modelo Básico	12
1.7.3.2.	Modelo Integrador.....	12
1.7.4.	Partes del sonómetro.....	12
1.7.4.1.	Micrófono.....	12
1.7.4.2.	Amplificador	13
1.7.4.3.	Ponderación.....	13
1.8.	Índice de valoración de ruido	15
1.8.1.	Nivel de Presión Sonora (NPS).....	15
1.8.2.	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (L_{eq})	15
1.9.	Mapas de Ruido.....	17
1.9.1.	Elaboración de mapas de ruido	17
1.9.1.1.	Kriging	18
1.9.1.2.	Distancia Inversa Ponderada (IDW)	18
1.9.2.	Representación gráfica de mapas de ruido.....	18
1.10.	Contaminación Acústica	19
1.10.1.	Control de la contaminación acústica.....	19

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1.	Datos geográficos del cantón Morona.....	21
2.1.1.	Localización.....	21
2.1.2.	División política.....	21
2.1.3.	Clima.....	22
2.1.4.	Velocidad del viento	22
2.1.5.	Transporte	23
2.2.	Identificación de la zona de estudio	23
2.2.1.	Ubicación.....	23

2.3.	Caracterización de la zona de estudio	25
2.3.1.	Características internas del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V.....	25
2.3.1.1.	Actividad Económica	25
2.3.1.2.	Áreas	25
2.4.1.	Características Externas del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal.....	30
2.4.2.	Uso de suelo del terminal terrestre.....	30
2.5.	Métodos	30
2.5.1.	Monitoreo de ruido ambiental.....	30
2.5.1.1.	Caracterización del área de estudio.....	31
2.5.1.2.	Identificación y ubicación de puntos críticos a monitorear.....	32
2.5.1.3.	Medición de ruido	34
2.5.1.4.	Equipos, herramientas e insumos para el monitoreo de ruido.....	34
2.5.1.5.	Horarios para el monitoreo ambiental.....	35
2.5.1.6.	Toma de datos y registro en hojas de campo	35
2.5.1.7.	Medición de ruido de fondo	36
2.5.1.8.	Correcciones Aritméticas	36
2.5.1.9.	Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido	37
2.5.1.10.	Recopilación de datos	38
2.5.1.11.	Mapa temático de ruido.....	39

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS	40
3.1.	Procesamiento de datos	40
3.1.1.	Nivel de presión sonora equivalente continuo (Lkeq) de las muestras.....	41
3.1.1.1.	Monitoreo del Punto 1 (Entrada de los usuarios al terminal).....	41
3.1.1.2.	Monitoreo del Punto 2 (Estacionamiento de vehículos y taxis).....	42
3.1.1.3.	Monitoreo del Punto 3 (Área de embarque intercantonal)	43
3.1.1.4.	Monitoreo del Punto 4 (Área de confitería)	44
3.1.1.5.	Monitoreo del Punto 5 (Área de comidas)	45
3.1.1.6.	Monitoreo del Punto 6 (Área de comercial).....	46
3.1.1.7.	Monitoreo del Punto 7 (Llegada de buses).....	47
3.1.1.8.	Monitoreo del Punto 8 (Área de embarque interprovincial)	48
3.1.1.9.	Monitoreo del Punto 9 (Área de estacionamiento de buses)	49
3.1.2.	Promedio de ruido residual o de fondo.....	50

3.1.3.	Correcciones aritméticas.....	51
3.2.	Mapa Cartográfico de Ruido del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V.	52
3.3.	Discusión.....	56
CONCLUSIONES.....		58
RECOMENDACIONES.....		59
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clases de Filtros de Ponderación de Frecuencia.....	13
Tabla 2-1:	Tipos de Ponderación Temporal.....	14
Tabla 3-1:	Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido (FFR)	16
Tabla 4-1:	Corrección por nivel de ruido de fondo.....	16
Tabla 5-1:	Gama de colores para la representación cartográfica de ruido	18
Tabla 1-2:	Coordenadas Terrestres Dr. Roberto Villarreal (UTM)	23
Tabla 2-2:	Empresas con frecuencias de origen en el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V.	29
Tabla 3-2:	Coordenadas de puntos de medición de ruido ambiental (UTM, WSG)	32
Tabla 4-2:	Frecuencia y periodo de tomas de ruido.....	35
Tabla 5-2:	Frecuencia y periodo de ruido residual.....	35
Tabla 6-2:	Corrección por nivel de ruido de fondo.....	37
Tabla 1-3:	Datos levantados en el monitoreo.....	40
Tabla 2-3:	Lkeq promedio del Punto 1	41
Tabla 3-3:	Lkeq promedio del Punto 2	42
Tabla 4-3:	Lkeq promedio del Punto 3	43
Tabla 5-3:	Lkeq promedio del Punto 4	44
Tabla 6-3:	Lkeq promedio del Punto 5	45
Tabla 7-3:	Lkeq promedio del Punto 6	46
Tabla 8-3:	Lkeq promedio del Punto 7	47
Tabla 9-3:	Lkeq promedio del Punto 8	48
Tabla 10-3:	Lkeq promedio del Punto 9	49
Tabla 11-3:	Promedio de ruido residual o de fondo.....	50
Tabla 12-3:	Resultados del monitoreo, Periodo 1 (07H00-08H00)	51
Tabla 13-3:	Resultados del monitoreo, Periodo 2 (12H00-13H00)	51
Tabla 14-3:	Resultados del monitoreo, Periodo 3 (18H00-19H00)	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Onda sinusoidal.....	5
Figura 2-1:	Componentes de un sonómetro.....	12
Figura 3-1:	Curvas de ponderación A, B, C	14
Figura 1-2:	Mapa de la división política del Cantón Morona.....	22
Figura 2-2:	Ubicación del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V.	24
Figura 3-2:	Flujograma de monitoreo de ruido ambiental del Terminal Terrestre	31
Figura 4-2:	Ubicación de puntos de monitoreo en el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal.. V.....	33
Figura 1-3:	Mapa temático de ruido del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V de Macas.. (periodo de la mañana).....	53
Figura 2-3:	Mapa temático de ruido del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V de Macas.. (periodo de la tarde)	54
Figura 3-3:	Mapa temático de ruido del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V de Macas.. (periodo de la noche)	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 1	41
Gráfico 2-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 2	42
Gráfico 3-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 3	43
Gráfico 4-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 4	44
Gráfico 5-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 5	45
Gráfico 6-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 6	46
Gráfico 7-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 7	47
Gráfico 8-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 8	48
Gráfico 9-3:	Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 9	49

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Uso y ocupación de suelo según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Morona
- ANEXO B:** Certificado de calibración del sonómetro PCE-322A
- ANEXO C:** Oficio de autorización para el desarrollo del trabajo de titulación
- ANEXO D:** Oficio de autorización de la información requerida del Terminal Terrestre
- ANEXO E:** Registro fotográfico de la ubicación de los puntos a monitorear
- ANEXO F:** Registro fotográfico del monitoreo acústico

RESUMEN

Se evaluó la contaminación acústica del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V. mediante los niveles de presión sonora que se genera, teniendo como objetivo conocer el valor de ruido ambiental existente. Se realizó un levantamiento de información en el área de estudio, identificando las zonas sensibles a la contaminación acústica, precisando nueve puntos de monitoreo; para la realización de la cartografía temática (mapa de ruido) se utilizó la herramienta informática ArcGIS aplicando la técnica de Distancia Inversa Ponderada (IDW). Se utilizó un sonómetro integrador tipo II configurado con ponderación A y en modo de respuesta lenta para la toma de datos determinando tres periodos (mañana, tarde y noche) mediante la metodología de 15 segundos reportando 5 muestras de 15s durante 10 minutos por cada punto obteniendo 405 muestras diarias. Los resultados se obtuvieron aplicando la metodología dada en la normativa Acuerdo Ministerial 097 Anexo 5 del Ministerio de Ambiente, mostrando que en los tres periodos establecidos los puntos P3 ubicado en el área de Embarque Intercantonal con 66.99 dB, P4 ubicado en el área de confitería con 68.00 dB, P7 ubicado en la llegada de buses con 68.52 dB y P8 ubicado en el área de Embarque Interprovincial con 67.64 dB, presentaron mayor nivel de ruido, superando el límite permisible de 55 dB. Determinando que el ruido que se produce en el terminal es influenciado por el ruido externo como las actividades económicas y tráfico vehicular liviano y pesado que se desarrollan alrededor de las instalaciones de área de estudio, generando un cambio de nivel de ruido en el terminal.

Palabras clave: <INGENIERÍA AMBIENTAL> <RUIDO AMBIENTAL>
<CONTAMINACIÓN ACÚSTICA> <PRESIÓN SONORA> <MAPA TEMÁTICO> <
DISTANCIA INVERSA PONDERADA (IDW)> <MORONA (CANTÓN)>

ABSTRACT

The acoustic contamination of the Dr. Roberto Villarreal Terrestrial Terminal was evaluated by means of the sound pressure levels that are generated, with the objective of knowing the value of existing environmental noise. Information was collected in the study area, identifying areas sensitive to noise pollution, specifying nine monitoring points; for the realization of the thematic mapping (noise map), the ArcGIS computer tool was used applying the Weighted inverse Distance (IDW) technique. A type II integrative sound level meter configured with A weighting was used and in slow response mode for taking data determining three periods (morning, afternoon and night) using the 15-second methodology reporting 5 samples of 15s for 10 minutes for each point obtaining 405 daily samples. The results were obtained by applying the methodology given in the regulations Ministerial Agreement 097 Annex 5 of the Ministry of Environment, shown that in the three periods established the P3 points located in the International Shipping area with 66.99 dB, P4 located in the confectionery area with 68.00 dB, P7 located on the arrival of buses with 68.52 dB and P8 located in the Interprovincial Boarding area with 67.64 dB, has a higher noise level, exceeding the allowable limit of 55 dB. Determining that the noise that is produced in the terminal is influenced by external noise such as economic activities and light and heavy vehicular traffic that are developed around the study area facilities, generating a change in noise level in the terminal.

Keywords: <ENVIRONMENTAL ENGINEERING>, <ENVIRONMENTAL NOISE>, <ACOUSTIC POLLUTION>, <SOUND PRESSURE>, <THEMATIC MAP>, <WEIGHTED REVERSE DISTANCE (IDW)>, <MORONA (CANTON)>

INTRODUCCIÓN

El ser humano diariamente vive rodeado en un mundo lleno de sonidos que son emitidos de forma constante, como es la voz humana, medios de comunicación, medios de transporte, los animales, el ambiente en general. La contaminación acústica es un problema para el hombre desde hace tiempo atrás, que surge principalmente por el crecimiento de los cascos urbanos y rurales lo que conlleva el aumento de las actividades socioeconómicas, según (Lliguicota, 2015). Las personas se ven afectadas de diferente manera al ruido, puesto que cada una de ellas tiene una sensibilidad distinta ante la presencia de este, sensibilidad que va a depender del lugar de trabajo o actividad que se realiza según (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Se considera al último miércoles de abril el Día de la Concienciación sobre el Ruido, día que es celebrado para concienciar al hombre sobre la contaminación acústica según (Ramos, 2018), que hace como referencia que los países más ruidosos del mundo son: India, Emiratos Árabes Unidos y Turquía, este listado fue realizado por una empresa especializada en audición Mimi Hearing Technologies (“Tecnologías Auditivas Mimi” empresa alemana especializada en tecnologías de audición), según (Pelmorex, 2018) este estudio se realizó para desarrollar una campaña de concienciación sobre el ruido en las redes sociales y los medios para que las personas perciban el problema de la contaminación acústica nos dice (clima Argentina, 2018).

(Cáceres, 2017) nos dice que el 70% del ruido ambiental global se da por la densidad de tránsito y el 30% restante por las actividades que realiza el hombre, es por ello que según análisis ejecutados en la ciudad de Cuenca durante el año 2015 y 2016 el nivel de ruido vehicular es de 80 decibeles, registrando mayor nivel sonoro en horas pico, tomando como referencia 31 puntos estratégicos.

La contaminación acústica es perjudicial para la vida del ser humano, se debe poner importancia puesto que, de acuerdo al tiempo de exposición y grado de ruido, puede afectar las horas de sueño, alterar la tranquilidad mental y la eficiencia de las personas explica (Bonifaz Mancheno, 2017).

Una de las principales fuentes de contaminación acústica es el tráfico vehicular centrado principalmente en las estaciones de buses, que causa el bullicio en las terminales, vehículos ruidosos y el incesante uso de las bocinas de los automóviles. Las actividades de transporte apoyan el aumento de las demandas de movilidad de los pasajeros y de mercancías,

especialmente en las zonas urbanas, aumentando los niveles de motorización y congestión, según (Bonifaz Mancheno, 2017).

En el cantón Morona se ha registrado un crecimiento poblacional proyectado del 2018 con 55,075 habitantes al 2019 con 56,679 habitantes, presentando un incremento demográfico y comercial, dando lugar al aumento de ruido lo que ocasiona molestias a la ciudadanía en general (INEC, 2010).

Por lo general, el estudio sobre la contaminación acústica está encaminada a medir los niveles alcanzados en determinados sitios del casco urbano expresando en dB, dB (A) o Leq, uno de sus usos prácticos es la realización de mapas acústicos donde se puede priorizar las zonas o calles más ruidosas expresa (Bonifaz Mancheno, 2017).

Es por ello, que el presente trabajo técnico “Evaluación de la contaminación acústica en el Terminal Terrestre del Cantón Morona, Ciudad Macas mediante la identificación niveles de presión sonora” ha sido un tema de importancia para el levantamiento de información acústica en el área hacer monitoreada y la realización de la su cartografía temática.

Planteamiento del problema

A pesar de que la contaminación acústica no tiene un alto nivel de peligrosidad para la vida humana; no puede ser ignorada, en consecuencia, la exposición reiterada al ruido, disminuye las horas de descanso, perturba la tranquilidad mental y la eficiencia en los individuos según (Bonifaz Mancheno, 2017).

Muchas de las veces la ciudadanía no suele estar informada sobre la contaminación acústica, a pesar de las molestias que puede causar el ruido generado principalmente por el sector del transporte vehicular que se concentra en las terminales, es así que en el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V. se ha realizado un estudio previo de ruido antes de su construcción, pero posteriormente a su funcionamiento no se han elaborado estudios actualizados donde muestren si existe contaminación acústica o no en sus instalaciones internas y externas en su ubicación actual.

Justificación

La posibilidad de establecer información como base de referencia servirá para la creación de nuevos objetivos conllevando a la planificación y mejoramiento de la calidad de vida, el estudio será fuente importante de información para que las autoridades una vez obtenido los resultados, pueda dar un seguimiento y aplicación de medidas de prevención y control para la contaminación por ruido, lo que ayudara a proteger la salud de la sociedad civil y del ambiente en el Terminal Terrestre de la ciudad de Macas (Bonifaz Mancheno, 2017).

Con este proyecto investigativo se pretende, informar a las autoridades los resultados obtenidos, para que por medio de socializaciones den a conocer a la ciudadanía la importancia de la contaminación acústica, sus impactos negativos, causas y efectos, ya que al comparar entre los datos encontrados con los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 097 en el Anexo V del Texto Unificado de Legislación Ambiental se podrá distinguir el grado de contaminación que la ciudadanía está expuesta.

Haciendo énfasis en los problemas mencionados y lo dispuesto en las leyes ambientales vigentes es importante realizar este proyecto ya que, al tomar la cantidad de decibeles en ciertos puntos estratégicos en horarios diurnos y nocturnos, se puede determinar en qué sectores se produce una mayor contaminación acústica, y al identificarlos, tomar medidas específicas que ayuden a disminuir esta contaminación.

Objetivos

General

Evaluar la contaminación acústica en el Terminal Terrestre del Cantón Morona, Ciudad Macas mediante la identificación de niveles de presión sonora.

Específicos

- Identificación de puntos críticos de contaminación acústica del Terminal Terrestre.
- Determinar niveles de ruido en base a la toma e interpretación de datos en el Terminal Terrestre de acuerdo al TULSMA Anexo 5 de los niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles máximos de vibración y metodología de medición
- Elaborar la cartografía temática de ruido ambiental del terminal terrestre.

1.3. Propiedades del sonido

1.3.1. Amplitud

Se determina como el nivel sonoro, siendo a mayor amplitud mayor sensación auditiva y se mide en Pascales, posee un umbral mínimo de percepción auditiva por debajo del cual no se distingue ningún sonido. También existe un límite que no puede ser superado sin el riesgo de perder la capacidad auditiva permanente, ambos umbrales son obtenidos mediante estadísticas esto hace que ciertas personas puedan percibir los sonidos por debajo del umbral auditivo y soportar presiones superiores del umbral auditivo (Bartí Domingo, 2013 pág. 11).

1.3.2. Periodo (T)

El periodo es el tiempo que tarda en efectuarse una onda o vibración completa, se representa con la letra T mayúscula y se mide en segundos (s), en otras palabras, es el tiempo que tarda en realizar una oscilación completa (Ardizzi, 2018 pág. 7).

$$T = \frac{1}{f}$$

Ecuación 1-1

1.3.3. Frecuencia (f)

La frecuencia se define según (Cañas Suares, 2017) como el número de variaciones de la presión acústica por segundo, dando la sensación de tonalidad, un sonido de tonalidad grave es un sonido de baja frecuencia y un sonido de tonalidad aguda es un sonido de alta frecuencia. Los sonidos que nos rodean tienen frecuencias mezcladas formando los sonidos complejos, aunque la mayoría son de baja frecuencia, se debe a que las vibraciones de baja frecuencia son más fáciles de producir y su capacidad de propagación es superior. Los ruidos que podemos percibir de origen natural o generados por el hombre tienen más del 95% de la energía concentrada en las bajas frecuencias. La frecuencia se mide en Hz (Hertz), donde 1Hz es 1 ciclo por segundo expresa (Jiménez, 2001).

1.3.4. Velocidad del sonido (λ)

La velocidad del sonido depende de las propiedades físicas del material en el que se propaga, cuando existe una separación entre los materiales del sonido la velocidad es diferente, una parte se transmite y otra se refleja según (Kane, y otros, 2007 pág. 491), es decir es la velocidad con que

las ondas sonoras se alejan de la fuente de origen y depende del medio en el que se propaga (Sbarato, y otros, 2007) .

1.3.5. Longitud de onda (λ)

La longitud de onda es la distancia en metros que una onda acústica ocupa en el medio por donde se propaga (Cañas Suares, 2017). Esta distancia depende de la velocidad del sonido en el medio de propagación y de la frecuencia. Generalmente el medio de propagación es el aire, pero también puede ser un líquido o un sólido (Bartí Domingo, 2013 pág. 12).

La relación entre la longitud de onda, frecuencia y la velocidad se expresa mediante la ecuación 2-1:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Ecuación 2-1

Dónde:

c: Es la velocidad del sonido en el medio en donde este se propaga y se expresa (m/s).

λ : Longitud de onda expresada en metros (m)

f: Frecuencia expresada en Hertz (Hz.)

1.4. Ruido

El ruido es un sonido desagradable que interfiere con las actividades humanas, analizando esta definición podemos afirmar en primera instancia que el ruido es un sonido, pudiendo aplicar los estudios de ruido con relación al sonido que no expone la rama de la física. En segunda instancia podemos decir que el sonido puede resultar desagradable para unas personas y para otras no según (Floría, 2007 pág. 307) .

1.4.1. Características del ruido

- El ruido es un fenómeno acústico producto de una sensación auditiva desagradable, en su aspecto físico es un sonido, y son las circunstancias subjetivas de los receptores quienes determinan la clasificación de un sonido como ruido según (Bonifaz Mancheno, 2017).

- “Complejo de medir y cuantificar, no deja residuos ni resulta acumulativo en el medio, tiene poco radio de acción y no se traslada a través de los sistemas naturales, por lo que resulta muy localizado” es el pensamiento de (Bonifaz Mancheno, 2017).
- “Integra a tres elementos independientemente: la fuente (generadora del contaminante), el medio (propagación) y el receptor (individuo o comunidad, con distinta sensibilidad auditiva)”, expresa (Bonifaz Mancheno, 2017).
- El ruido es un elemento perturbador que varía según las características del individuo como: edad, sexo; la actividad que se va realizar y los parámetros como: intensidad, frecuencia, duración según (Menéndez, y otros, 2007 pág. 454).
- El ruido originado por los vehículos de transporte y las operaciones de los puertos y aeropuertos afecta la salud humana, a través de un aumento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares nos dice (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.4.2. Fuentes de ruido

El ruido producido en los últimos años ha sufrido un incrementado en los países industrializados teniendo como resultado la inflación de la densidad de la población urbana, de la mecanización en la mayoría de las actividades y el uso de automóviles en el transporte de individuos y mercaderías expresa (Bonifaz Mancheno, 2017 pág. 7).

1.4.2.1. Tráfico rodado

El tráfico rodado es la fuente de ruido ambiental que posee el mayor índice de afectación a la población, siendo así que los automóviles contribuyen en su mayoría a la contaminación acústica continua o discontinuamente, produciendo efectos durante la totalidad de su trayectoria, convirtiéndose en un foco de contaminación múltiple como contaminación acústica, atmosférica, interfiriendo en el desplazamiento de los peatones libre y perturbando el orden urbano (El ruido nos mata en silencio, 2000 pág. 153).

1.4.2.2. Comunitario

El ruido comunitario engloba actividades comunitarias, tales como reparto de mercadería, conciertos musicales, mítines, manifestaciones, etc. (Cobo, 1997 pág. 38), teniendo efectos psicosociales y a la salud como: sentirse insatisfechos, irritados, ansiosos y agresivos (Efectos del ruido comunitario, 2000).

1.4.3. Clases de ruido

1.4.3.1. Ruido Específico

Es el ruido generado y emitido por una fuente fija de ruido (FFR) o una fuente móvil de ruido (FMR). Es el que se cuantifica y evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma a través del nivel de presión sonora continua equivalente corregido (Lkeq) (Ministra de Ambiente, 2015).

1.4.3.2. Ruido Residual

Es el ruido que se da en el ambiente en el que se lleva a cabo la medición en la falta del ruido específico al momento de tomar datos (Ministra de Ambiente, 2015).

1.4.3.3. Ruido Total

Es aquel ruido compuesto por el ruido específico y el ruido residual (Ministra de Ambiente, 2015 pág. 61).

1.4.3.4. Ruido Impulsivo

Ruido caracterizado por breves incrementos significativos de la presión sonora. La duración de un ruido impulsivo es generalmente inferior a 1s (Ministra de Ambiente, 2015) además suele ser más molesto que el ruido continuo (Salazar, 2009).

1.4.3.5. Ruido Intermitente

Es el que se interrumpe o cesa y prosigue o se repite, es decir, el nivel sonoro varía con el tiempo durante el día o la semana según la carga de trabajo (Chinchilla, 2002 pág. 113). Siendo menos dañino que el ruido continuo (Menéndez, 2007 pág. 327).

1.4.3.6. Ruido de Fondo

Ruido de fondo, constituye un matiz del ruido ambiental que se determina por la carencia de un foco o distintos focos perturbadores en el exterior, y equivale a un nivel de presión acústica, supera el 90% de un tiempo de observación suficientemente significativo, en ausencia del ruido objeto de la medición (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.4.3.7. Ruido Rosa

Llamado ruido rosa o rosado, es un ruido cuyo nivel sonoro es constante en todas las bandas de octava, se usa en medidas de aislamiento y en laboratorio. Es un ruido patrón que se caracteriza por una disminución de 3dB en la presión sonora cada vez que aumenta la banda de octava (ACUSTIPEDIA, 2012).

1.5. Contaminación acústica

Las fuentes naturales de ruido que se puede indicar son la lluvia, las tormentas, etc., determinado como ruido ambiental al ruido que emite la naturaleza y se mide con un micrófono de ambiente, este ruido está formado por la mezcla de otros ruidos como se puede determinar: tráfico, industria, comunidad (Cobo, 1997 pág. 38).

Identificado como el sonido externo no deseado o perjudicial producido por las actividades humanas, se le incluye el ruido que generan los medios de transporte, tráfico rodado, ferroviario, aéreo y actividades industriales según (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.6. Unidad de medida de la presión sonora

Al hablar de ruido, se habla de presión sonora, su unidad de medida es el Pascal; que resulta una magnitud muy grande en relación a los niveles sonoros que el oído puede captar, siendo el decibel la unidad para medir la presión sonora expresa (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.6.1. Decibeles

La capacidad del oído humano es mínima al momento de detectar las diferencias de presión, cuando los sonidos son fuertes, este problema se trata diseñando una unidad de medida llamada bel pero por la amplitud de los campos se lo ha denominado Decibel (dB), nombre dado en homenaje al científico Alexander Graham Bell, es una expresión logarítmica mas no línea según (Morganella, 2018 pág. 116), que mide la intensidad del presión del sonido, el decibel se relaciona de forma logarítmica con la intensidad de la presión real, reduciéndose la escala conforme, el sonido es más fuerte hasta que en los intervalos superiores es solo una medida burda de la intensidad de presión real (Asfahl, 2000 pág. 185).

1.7. Equipos de medición de Ruido

1.7.1 Dosímetro

Es un instrumento que suma el ruido recibido durante un determinado tiempo de medida, dando el valor de la dosis recibida en porcentaje, lo que nos ayuda a conocer el nivel de presión acústica equivalente del puesto de trabajo. Este aparato es preciso para medir la exposición de un trabajador durante su jornada laboral y el ruido no estacionario (Millanes, 2003 pág. 20).

1.7.2. Calibrador

Para realizar la calibración de los instrumentos de medida del ruido se utiliza un calibrador acústico, en su interior se encuentra un pequeño altavoz que emite un sonido uniforme con una presión acústica de 94 dB con una frecuencia de 1000 Hz. Cuando se pone en contacto el calibrador con el equipo de medida, deberá indicar el valor del sonido emitido por aquel, este sonido nos ayudara a verificar que la lectura del instrumentos sea la adecuada, caso contrario se debe utilizar el valor de referencia para ajustar la lectura del equipo de medida (Floría, 2000 págs. 130-131).

Por esto es necesario calibrar el sonómetro para asegurarnos de que el nivel entregado por éste realmente representa a la fuente sonora que se está midiendo y no solo un ruido filtrado (Martínez, 2017 pág. 32) .

1.7.3. Sonómetro

El sonómetro es el instrumento básico para medir los niveles de presión sonora en un determinado lugar y un determinado momento. Su funcionamiento responde al sonido a una aproximación como lo haría el oído humano, su unidad de medida es el decibelio (dB) expresa (Bonifaz Mancheno, 2017).

Existen distintos tipos de sonómetro en función de su precisión:

- **Sonómetro de inspección:** son sonómetros de baja precisión (tipo 3).
- **Sonómetro de uso general:** tiene una precisión media (tipo 2).
- **Sonómetro de gran precisión:** poseen una elevada precisión (tipo 1).
- **Sonómetro patrón:** su precisión es máxima (tipo 0).

1.7.3.1. Modelo Básico

Toma únicamente el nivel de presión instantáneo en decibel teniendo la opción de ponderación A/B en modos lento o rápido (Vazques, 2011).

Para realizar una determinación, el ruido debe mantenerse durante un tiempo superior a cuatro veces la constante del tiempo. Estos equipos no suelen descalibrarse, de todos modos, deben de comprobar la calibración, y en su caso, calibrarlos antes y después de cada determinación o serie de determinaciones (Menéndez, 2007 pág. 325).

1.7.3.2. Modelo Integrador

El sonómetro integrador mantiene los bloques con la configuración del sonómetro convencional, permitiendo variar el tiempo de integración del sonido desde varios segundos a horas manteniendo características de clase y tolerancia, su resultado es el nivel de ruido equivalente durante el tiempo t , el tiempo que el sonómetro ha integrado el ruido (Menéndez, 2008 pág. 294) .

1.7.4. Partes del sonómetro



Figura 2-1: Componentes de un sonómetro
Realizado por: Martínez Carolina, 2019

1.7.4.1. Micrófono

El micrófono es un dispositivo que transforma una señal acústica en una señal eléctrica, existen varios tipos de micrófonos; el más habitual es el de condensador. (Avilés, y otros, 2017 pág. 33) Así también es el componente principal del sonómetro y condiciona el resto de sus funciones (Innovación y Cualificación, y otros, 2016).

1.7.4.2. Amplificador

Su objetivo es aumentar la señal del micrófono lo suficiente como para permitir la medida de los niveles más bajos de presión sonora y mantener la amplificación (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.7.4.3. Ponderación

La finalidad de la ponderación de escala de frecuencias es acoplar los niveles de presión sonora a la respuesta en frecuencia del oído humano, la escala más utilizada, en la medición de los sonidos fuertes, es la escala de ponderación A según (ACUSTIPEDIA, 2012).

- *Ponderación de frecuencia*

Los filtros de ponderación frecuencial que se aplican a los niveles de presión captados por los medidores acústicos, se los eligen dependiendo de la variación de niveles de presión acústica que se quiera medir, se utiliza curvas isofónicas para ponderar el sonido a medir, ya que la respuesta en frecuencia debe cambiar (Tabla 1-1) (Figura 3-1) (Bonifaz Mancheno, 2017).

Tabla 1-1: Clases de Filtros de Ponderación de Frecuencia

Clase de Ponderación	Descripción
Curva A (dBA)	Mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano. Se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma. Por ello, es la curva que se utiliza a la hora de legislar.
Curva B (dBB)	Su función es medir la respuesta del oído ante intensidades para intensidades medias; actualmente es muy poco empleada y la mayoría de sonómetros ya no la contemplan.
Curva C (dBC)	Mide la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad (utilizado en su mayoría para ruido de impulso)
Curva D (dBD)	Empleado en mayor parte para estudiar el nivel de ruido generado por los aviones.
Curva U (dBU)	Se utiliza para medir ultrasonidos, no audibles por los seres humanos.

Fuente: (Bonifaz Mancheno, 2017)

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

El nivel sonoro más utilizado es con Ponderación A, ya que es la que más protege al hombre contra la agresión del ruido, por lo que cuando el nivel sonoro este ponderado se suele representar el valor acompañado con dB(A), obteniéndose así los niveles sonoros ponderados (Análisis y Control de Riesgos Ruidos, 2014 pág. 9).

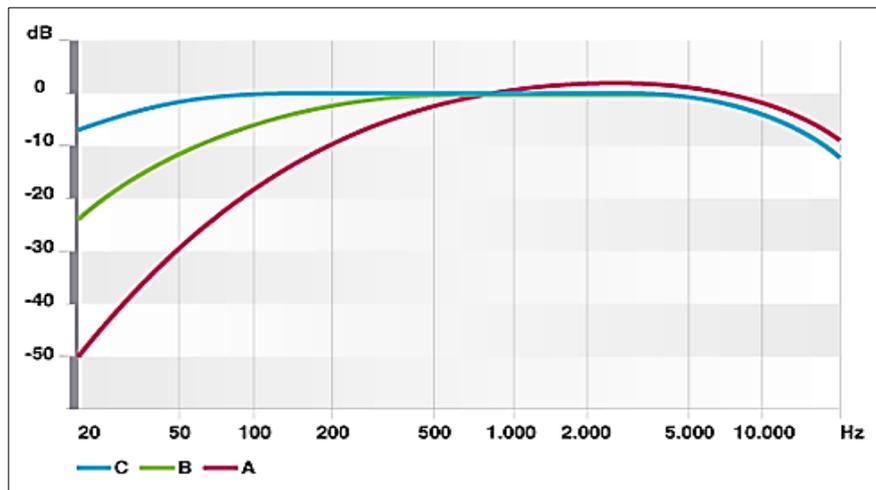


Figura: 3-1: Curvas de ponderación A, B, C
Fuente: (Percepción, 2011)

- *Ponderación temporal*

La ponderación temporal determina la rapidez con la que el equipo va a responder ante una variación del nivel sonoro que se está midiendo, definiendo así las siguientes ponderaciones, que van de menor a mayor velocidad de respuesta: lenta (*slow*), rápida (*fast*), impulsiva y pico; siendo las más utilizadas las tres primeras. De acuerdo a la variación del ruido que se está midiendo se emplea, ponderación temporal u otra según (Avilés, y otros, 2017 pág. 33).

Tabla 2-1: Tipos de Ponderación Temporal

Ponderación	Descripción
LENTA	Responde gradualmente ante acontecimientos sonoros. La media del tiempo es alrededor de un segundo.
RÁPIDA	Propone una respuesta al impulso sonoro más veloz. La constante de tiempo es menor (0.125 segundos) y puede manifestar escasas fluctuaciones sensibles a la ponderación lenta.
IMPULSIVO	Posee una constante de tiempo corta (35 milisegundos). Se utiliza para especificar cómo interviene en el oído humano la intensidad de sonidos de corta duración.
PICO	Permite medir niveles picos de presión sonora de pequeñas duraciones (50 microsegundos). Puede establecer el riesgo de daño auditivo ante los impulsos.

Fuente: (Bonifaz Mancheno, 2017)

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

1.8. Índice de valoración de ruido

1.8.1. Nivel de Presión Sonora (NPS)

Es el nivel de presión sonora uniforme y constante que contiene la misma energía que el ruido producido, se obtiene con una ponderación frecuencial y una ponderación temporal normalizada (Ecuación 3-1) (Bonifaz Mancheno, 2017).

$$NPS = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right) dB$$

Ecuación 3-1

Dónde:

p = presión sonora en N/m^2 o *Pascal*.

p_0 = presión de referencia $2 \times 10^{-5} N/m^2$ o *Pascal*.

1.8.2. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (L_{eq})

El nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{eq}) es el nivel de presión sonora promedio a lo largo del tiempo, es decir, el nivel de presión sonora constante que en el mismo intervalo de tiempo contiene la misma energía que el sonido promediado según (Pacho Antesano, 2012). El nivel sonoro continuo equivalente se utiliza para valorar el daño auditivo potencial que puede producir un nivel sonoro variable en el oído humano. (Millán, 2012 pág. 15) (Ecuación 4-1)

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times (10^{0.1L_{eqn_1}} + 10^{0.1L_{eqn_2}} + \dots + 10^{0.1L_{eqn_n}}) \right]$$

Ecuación 4-1

Dónde:

L_{Aeq} = Nivel de presión sonora equivalente, ponderada en A

n = número de mediciones

A continuación, se presenta la Tabla 3-1 donde nos expresa los niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido (FFR).

Tabla 3-1: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido (FFR)

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

Fuente: (Bonifaz Mancheno, 2017)

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

A los valores de nivel de presión sonora equivalente, que se determinen para la fuente objeto de evaluación, se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo. (Tabla 4-1)

Tabla 4-1: Corrección por nivel de ruido de fondo

Diferencia aritmética entre NPS de un FFR y NPSEQ de ruido de fondo (dBA)	Corrección
10 ó mayor	0
De 6 a 9	-1
De 4 a 5	-2
3	-3
Menor a 3	Medición nula

Fuente: (Bonifaz Mancheno, 2017)

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

1.9. Mapas de Ruido

Los mapas de ruido son aquellos que se diseñan para la evaluación global de la exposición de ruido de una zona determinada, por la existencia de diversas fuentes de ruido, así también proporciona información de dichas fuentes sonoras que causan la contaminación acústica, para la realización de predicciones globales de dicha zona. Es decir, un mapa de ruido es una representación gráfica de los niveles de ruido existentes en una zona, territorio, ciudad o espacio determinado por medio de una simbología adecuada (García, y otros, 2004 pág. 126).

La confección de mapas de ruido sirve para identificar y valorar la contaminación acústica y así ayudar a las instituciones públicas a tomar medidas contra la contaminación (Borderías, y otros, 2012 pág. 208).

Los mapas de ruido tendrán entre otros los siguientes objetivos:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona según (Navarra, 2003).
- Permitir la realización de predicciones globales para una zona (Navarra, 2003).
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras que sean adecuadas (Navarra, 2003).
- Un concepto mucho más complejo es el de planificación acústica, que incluye la ordenación territorial, la ingeniería de los sistemas de gestión del tráfico, la ordenación de la circulación, la reducción del ruido con medidas de aislamiento acústico y la lucha contra el ruido en su origen. (García, y otros, 2003 pág. 61).

La representación gráfica del ruido se representa de dos formas:

- Por medio de Isófonas, o líneas que unen puntos cuyos niveles de presión sonora son iguales (Bonifaz Mancheno, 2017).
- Por medio de Colores, en cuyo caso los puntos cuyo nivel de presión sonora son igual, se representan con un mismo color (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.9.1. Elaboración de mapas de ruido

Los sistemas de información geográfica (SIG) utilizan diferentes métodos para modelar el comportamiento de variables que cambian con la distancia. Siendo útiles los métodos de

interpolación, por tener la capacidad de producir una superficie de predicción, también pueden proporcionar alguna medida de la certeza o exactitud de las predicciones (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.9.1.1. Kriging

Esta técnica de interpolación, permite entregar resultados coherentes con la dinámica de la variable a interpolar, toma siempre como base la información real suministrada; siendo un predictor que no necesita que los datos tengan una distribución normal según (Bonifaz Mancheno, 2017).

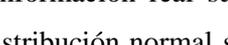
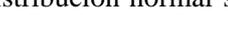
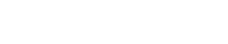
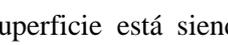
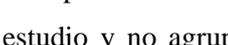
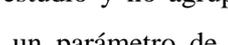
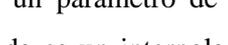
1.9.1.2. Distancia Inversa Ponderada (IDW)

La distancia inversa ponderada determina que la superficie está siendo impulsada por una variación local, tiene un mejor funcionamiento si los puntos de muestreo se encuentran distribuidos de forma uniforme por toda el área de estudio y no agrupados. Para calcular la superficie se debe tomar en cuenta la selección de un parámetro de potencia, así como la estrategia de búsqueda. La distancia inversa ponderada es un interpolador exacto, ya que los valores máximos y mínimos en la superficie interpolada solo se pueden dar en los puntos de muestreo según (Bonifaz Mancheno, 2017).

1.9.2. Representación gráfica de mapas de ruido

Para la representación cartográfica del lugar de estudio se toma como base la Norma UNE ISO 1996-2:1997, norma estandarizada en la representación de mapas de ruido, pudiendo representar los puntos de muestreo y valores agregados mediante una gama de colores (Tabla 5-1).

Tabla 5-1: Gama de colores para la representación cartográfica de ruido

Nivel Sonoro (dB)	Nombre del color	Color	Trama
56 – 58	Verde claro		Densidad baja
58.1 – 60	Verde		Densidad media
60.1 – 62	Verde oscuro		Densidad alta
62.1 – 64	Amarillo		Densidad baja
64.1 – 66	Ocre		Densidad media
66.1 – 68	Naranja		Densidad alta
68.1 – 70	Cinabrio		Densidad baja
70.1 – 72	Carmín		Densidad media
72.1 - 74	Rojo lila		Densidad alta
74.1 – 76	Azul		Densidad media
76.1 - 78	Azul oscuro		Densidad alta

Fuente: (Bonifaz Mancheno, 2017)

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

1.10. Contaminación Acústica

La contaminación acústica es un factor ambiental importante, ya que genera el sonido molesto e intempestivo según (Bonifaz Mancheno, 2017) este proviene de las actividades urbanas e instalaciones industriales, estas emisiones sonoras afectan de manera directa e indirecta a la calidad de vida del hombre por el sentido que lo percibe, el oído, que recepta los sonidos deseados y no deseados, generando así los trastornos fisiológicos y psicológicos (Domingo, 2010).

Es diferente a otros tipos de contaminación ya que no presenta ni olor, ni color y desaparece cuando la fuente se apaga, sin dejar rastro, no se lo transporta o acumula en el ambiente en una población determinada, la contaminación acústica es importante ya que puede presentar un déficit en el sistema auditivo que se produce ante la exposición al ruido por tiempos prolongados (What Does "Noise Pollution" Mean?., 2014).

En muchas ciudades, el tráfico vehicular es el responsable de la contaminación acústica, se ha evidenciado que ésta contaminación tiene efectos temporales como permanentes en los humanos y otros mamíferos según (Bonifaz Mancheno, 2017), mediante la afectación del sistema endócrino y nervioso, así como también interfiere en la capacidad de comprender una conversación, momentos de descanso (sueño), produciendo diversas discapacidades en la persona y cambios en su comportamiento normal (Ruido y Salud, 2009).

1.10.1. Control de la contaminación acústica

La contaminación acústica debe ser controlada, así como los demás tipos de contaminación, mediante medidas que regulen los niveles de ruido permisibles para los humanos, se evidencia que el ruido es un peligro para la salud y un serio problema ambiental, no es solo una molestia como se piensa (El ruido nos mata en silencio, 2000 pág. 158).

Todo indica que nos enfrentamos a un problema ambiental que debe ser mitigado mediante múltiples soluciones, siendo entre ellas:

- a) Planificación u ordenación ambiental; se deben realizar estudios de impacto ambiental acústico en toda planificación urbana, zonificando y aislando espacialmente las actividades ruidosas (El ruido nos mata en silencio, 2000).
- b) Convertir los espacios con mayor tránsito rodado en zonas de los peatones, limitando el uso de los vehículos como una opción y no como una necesidad (El ruido nos mata en silencio, 2000).

- c) Realizar campañas de sensibilización ciudadana, educado a las personas al uso del silencio, así como del ruido según (El ruido nos mata en silencio, 2000).
- d) Aumentar las normativas que regulan los niveles de ruido dadas en las ordenanzas municipales, para que sirvan como estrategias de control urbano ante el ruido expresa (El ruido nos mata en silencio, 2000 pág. 159)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Datos geográficos del cantón Morona

2.1.1. Localización

El cantón Morona al 2019 cuenta con una extensión territorial de 5095 km², es un territorio de convergencia y equilibrio, formado por una población intercultural que brinda calidez a su gente y a los visitantes, sus asentamientos se encuentran de forma ordenada en un entorno natural, en armonía con las actividades que ahí se producen, permitiendo el máximo aprovechamiento de sus recursos naturales (Gobierno Municipal del Cantón Morona, 2014-2019).

Siendo la parroquia urbana Macas, que posee la mayor población, cuenta con los servicios básicos e infraestructura en salud y educación, infraestructura vial adecuada, transporte público y vivienda predominante en buenas condiciones. Es la cabecera cantonal y centro administrativo, político, y financiero de la provincia debido a su condición de capital. Cuenta con una superficie de 53.47 km², con una población proyectada al 2017 de 24419, formada por 5 comunidades, con una altura de 1070 msnm (Gobierno Municipal del Cantón Morona, 2014-2019).

Morona limita al norte con los cantones Pablo Sexto y Huamboya, al sur con los cantones Sucúa y Logroño, al este con la provincia de Chimborazo y al oeste con el cantón Taisha. (Morona, 2016).

2.1.2. División política

El cantón Morona está constituido por 9 parroquias: siendo Macas su parroquia urbana, y las parroquias rurales son: 9 de Octubre, General Proaño, San Isidro, Sevilla Don Bosco, Sinaí, Cuchaentza, Río Blanco y Zuñac (Gobierno Municipal del Cantón Morona, 2014-2019).

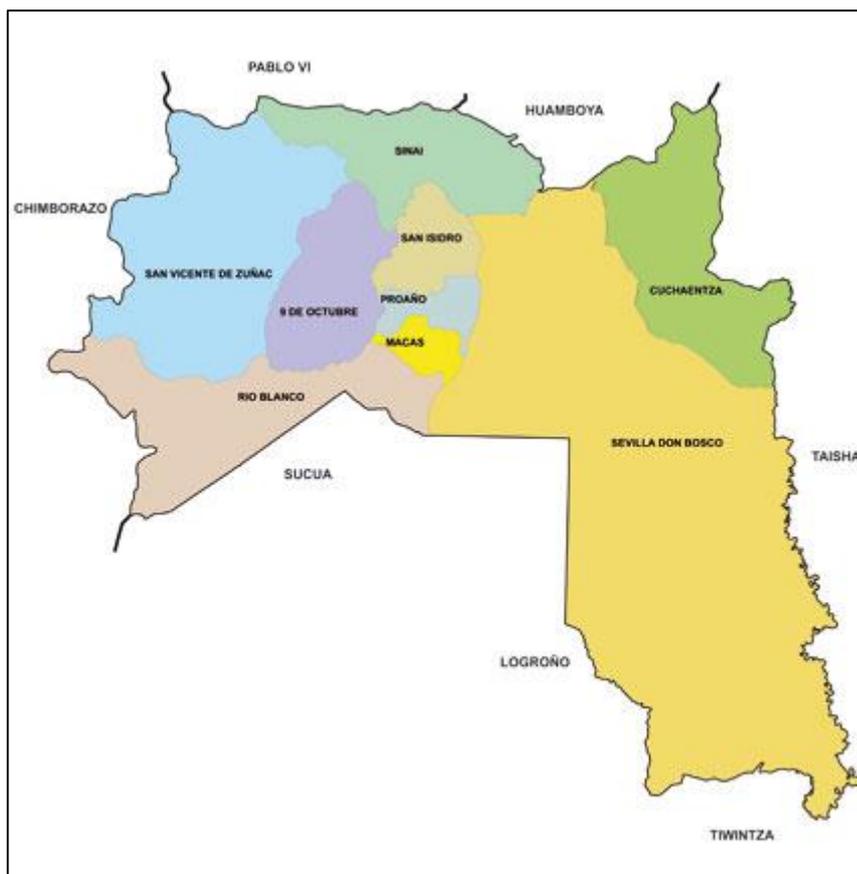


Figura 1-2: Mapa de la división política del Cantón Morona
Fuente: (Gobierno Municipal del cantón Morona, 2016)

2.1.3. *Clima*

La temperatura oscila entre los 3 – 6°C en las alturas que va de 3.500 a 4.200 msnm. Hasta los 26° C en las zonas bajas de 200 a 600msnm (Morona, 2016).

Las precipitaciones son más o menos uniformes durante todo el año, habiendo ciertos meses en los que las precipitaciones aumentan, varía en rangos comprendidos entre los 500 hasta los 3.000 mm, en este cantón no hay meses totalmente secos, la sabana amazónica alcanza precipitaciones superiores a los 3.000 mm esto es en los meses donde hay más precipitaciones (Morona, 2016).

2.1.4. *Velocidad del viento*

La velocidad promedio del viento por hora en Macas no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de aproximadamente 0,4 kilómetros por hora y de 5,3 kilómetros por hora (Gobierno Municipal del Cantón Morona, 2014-2019).

2.1.5. Transporte

El cantón Morona posee vías directas con el centro norte y sur del país, cuenta con una vía asfáltica de 63 km en su parte norte y una parte que conecta con los cantones del sur, se encuentra 20 km en proceso de asfaltado, la mayoría de su vialidad es de tercer orden con carreteras de lastre (Morona, 2016).

La construcción la vía Macas - Riobamba, que atraviesa el Parque Nacional Sangay, sirve para conectar a la Amazonía con la Sierra y la Costa ecuatoriana, así también las vías Evenecer – Macuma – Taisha que se encuentra en edificación, sirven para comunicar con el resto de los cantones de la provincia Morona Santiago, están también las vías Macas – San Luis – Sucúa, Macas – Méndez – Cuenca, Macas- Puerto Morona, y Macas-Limón Indanza-Gualaquiza (Morona, 2016).

2.2. Identificación de la zona de estudio

2.2.1. Ubicación

El Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V. del cantón Morona inaugurado el 23 de Febrero del 2018, está ubicado en el sector sur este de la ciudad de Macas en el barrio Universitario, Provincia Morona Santiago en la parroquia Macas, colinda con las calles Natividad Palacio, Gustavo Mancheno Guevara, la Avenida Desiderio Andramuño y Avenida Luis Felipe Jaramillo posee una área de 26096.26 m², a una altura de 1000 m.s.n.m , (Tabla 1-2)(Figura 1-2)

Tabla 1-2: Coordenadas Terrestres Dr. Roberto Villarreal (UTM)

Ubicación	Coordenadas UTM		Dirección
	X	Y	
Norte	819894	9743729	Parque la Familia
Sur	819717	9743604	Av. Desiderio Andramuño
Este	819892	9743642	Av. Luis Felipe Jaramillo
Oeste	819778	9743699	Calle Natividad Palacios

Fuente: (Cabrera, y otros, 2015)

Realizado por: Martínez Carolina. 2019

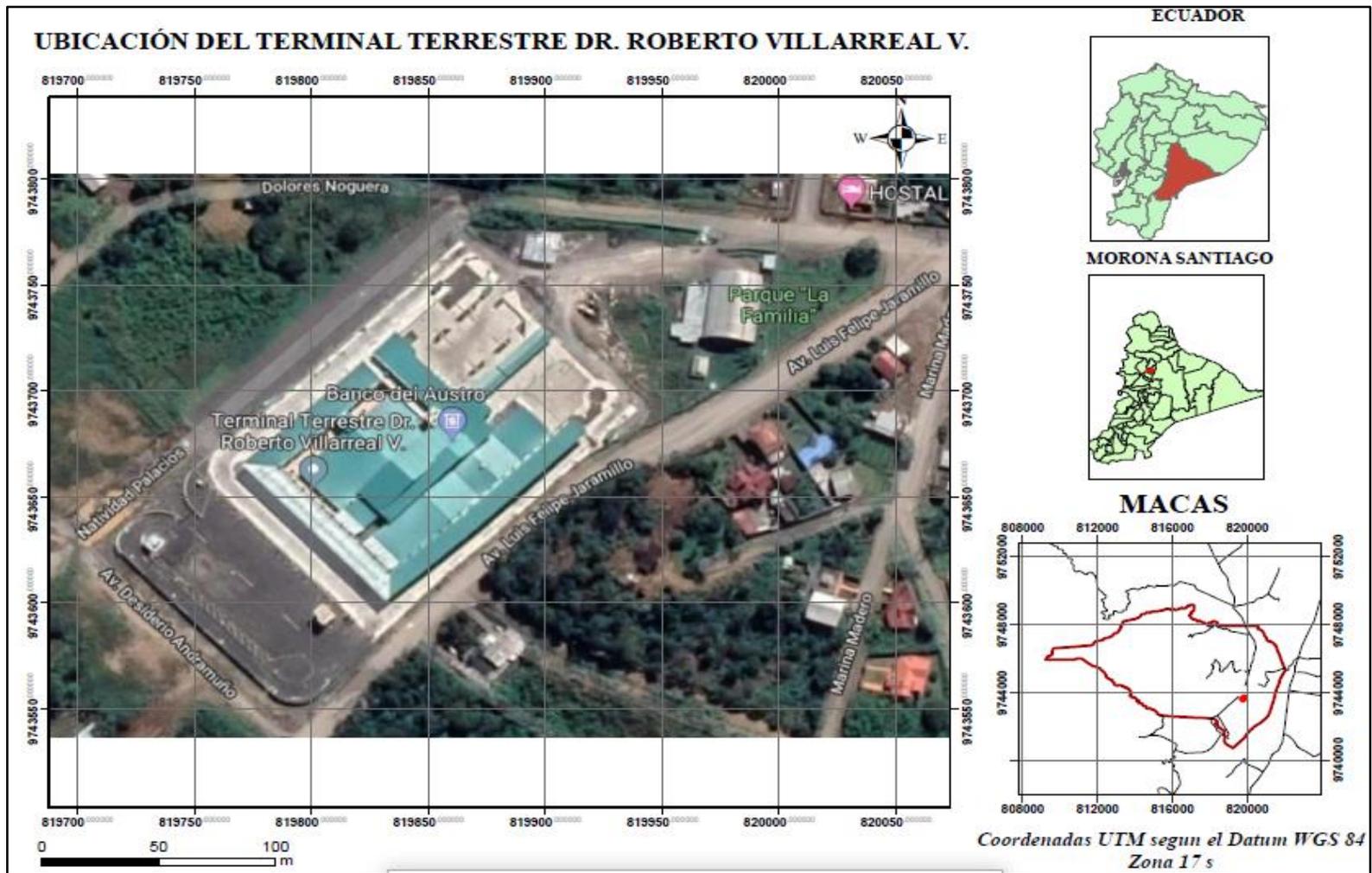


Figura 2-2: Ubicación del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V.
Realizado por: Martínez Carolina, 2019

El lugar donde está ubicado el terminal terrestre se caracteriza por ser una zona con precipitaciones medias anuales de 2500 a 3500 mm y con una temperatura que oscila entre los 16° C y 24° C, hidrográficamente está en la cuenca del río Zamora, subcuenca del río Upano y por el lugar no se encuentran fuentes de aguas naturales (Cabrera, y otros, 2015 pág. 10).

2.3. Caracterización de la zona de estudio

Para determinar la zona de estudio se toma como referencia las instalaciones internas y externas del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal y las actividades económicas de la zona, detallando a continuación:

2.3.1. Características internas del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V.

La parte interna del terminal terrestre consta de una planta alta y baja. La planta alta, no se encuentra en funcionamiento por lo que sus oficinas y salas se encuentran vacías, por otro lado la planta baja posee un área aproximada de 4973.36 m², misma que está formada por: departamento administrativo, departamento médico, área de encomiendas, boleterías, confiterías, patios de comidas, área comercial, sala de espera, cuarto comercial y baños (Cabrera, y otros, 2015).

2.3.1.1. Actividad Económica

Las principales actividades que se desarrollan en el interior del terminal son: actividades de frecuencias, servicios de transporte intercantonal, interprovincial, interparroquial, servicio de encomiendas y recaudación por concepto de arriendos bajo la responsabilidad de rentas (Cabrera, y otros, 2015).

2.3.1.2. Áreas

a) Área administrativa

En el área administrativa se encuentran las principales autoridades que se encargan de controlar y supervisar el movimiento y circulación de los usuarios, arrendatarios y vehículos, así como también el cumplimiento de las rutas y frecuencias autorizadas en general se encargara del buen manejo, desarrollo y planificación habitual del terminal (Cabrera, y otros, 2015).

b) Área de boletería

El terminal consta con 3 secciones de boletería: sección A compuesta por 10 locales, la sección B compuesta por 6 locales y la sección C compuesta por 6 locales haciendo un total de 22 oficinas que son utilizadas para la venta de boletos de las distintas cooperativas de transporte (Cabrera, y otros, 2015).

c) Área de espera

La sala de espera en el terminal está distribuida en dos partes junto a las oficinas de boletería de las diferentes cooperativas de transporte; los usuarios hacen uso de ésta hasta que el servicio de transporte llegue a la hora estimada de salida donde se movilizaran a su respectiva unidad de transporte (Cabrera, y otros, 2015).

En esta área se encuentran 3 islas comerciales:

- Imaginar impresiones.
- Sweet Fashion.
- Películas y accesorios de celulares.

d) Área de embarque y desembarque

Está constituida por 19 andenes de embarque en la que los transportistas se ubican de acuerdo a los turnos establecidos ayudando con el orden de salida para que los usuarios hagan uso según su lugar de destino y hora determinada. Esta área también consta de 5 andenes de desembarque en las diferentes unidades de transporte (buses) para el arribo de los pasajeros con su respectivo equipaje luego de haber cumplido su recorrido.

e) Área de confitería

Esta área está formada por 10 locales comerciales para el servicio de ventas varias, 2 baterías sanitarias y una oficina en la que se encuentra el encargado del control de salida y llegada de los diferentes transportistas.

f) Entrada y salida de vehículos

La entrada y salida de vehículos se encuentra en la parte frontal en la calle Gustavo Mancheno Palacios. La entrada cuenta con una caseta para el control de salida de buses urbanos, una caseta para el control de entrada y salida de vehículos particulares y una caseta para el control de entrada de las diferentes cooperativas de buses (Cabrera, y otros, 2015).

g) Parqueadero

El parqueadero se encuentra en la parte frontal derecha del terminal, posee un área para el estacionamiento de los vehículos particulares con 35 espacios que incluyen 3 puestos para personas con discapacidad, motocicletas /bicicletas con 7 espacios y servicio de taxis con 12 espacios en los que se encuentran las cooperativas (Cabrera, y otros, 2015):

- Cooperativa de taxis 29 de mayo.
- Cooperativa de taxis Esmeralda oriental
- Cooperativa de taxis 5 de agosto.
- Cooperativa de taxis oro y canela.
- Cooperativa de taxis taxtermac.

h) Estacionamiento de buses

Se encuentran en la parte de atrás del terminal por la Av. Desiderio Andramuño, consta de 28 estacionamientos para buses donde son limpiados para brindar un servicio de primera calidad, un local de descanso y limpieza que posee duchas, baños para el aseo y camas para el descanso de los usuarios (Cabrera, y otros, 2015).

i) Garita de control

Ubicada al frente de los andenes de salida y de llegada interprovincial e intercantonal donde se encuentra la guardianía municipal que controla el horario de salida de los buses y receipta los registros de pasajeros de las cooperativas de transporte que sale del terminal (Cabrera, y otros, 2015).

j) Baterías sanitarias

El servicio de baterías sanitarias se encuentra ubicada en 5 lugares distribuidos en el terminal, en cada espacio trabaja un responsable que se encarga del cobro y limpieza de los mismos (Cabrera, y otros, 2015).

k) Patio de comidas

Está compuesta de 12 locales para el servicio de alimentación 11 de ellos se encuentran en funcionamiento siendo:

- Aroma y café
- El Buen Sabor cafetería.
- Don Diego restaurant.
- La Súper Papa comida rápida.
- Hornados Riobambeñita.
- Gustó sabor tradicional.
- Pikete al paso
- El León Hambriento.
- Guayusa Fregada.
- El embarque restaurante.
- Juguete.

l) Área comercial

Consta de 9 locales comerciales de los cuales 6 se encuentran brindando diferentes servicios tales como son:

- Farmacia Vida Sana.
- Monse minimarket.
- Cabinas telefónicas Terminal Terrestre.
- Sumak churana.
- Copias, internet.
- Muebles rústicos.

m) Área de encomiendas

Esta área consta de 11 locales que brindan el servicio de envío y recepción de encomiendas de las cooperativas de transporte, posee también una batería sanitaria, un local comercial (Bunker IV), oficinas de la Junta Cantonal de Protección de Derechos de la Niñez y Adolescencia, del Consejo Cantonal de Protección de Derechos y un Departamento Médico que brinda el servicio gratuito a todos los usuarios que sufran de cualquier enfermedad.

n) Horarios de atención

El horario de atención al público son las 24 horas y los 365 días del año, en cada una de las oficinas se encuentra el personal encargado de vender los boletos, es decir durante todo el día hay movimiento del transporte interprovincial, intercantonal e interparroquial.

Tabla 2-2: Empresas con frecuencias de origen en el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal

COOPERATIVA	FLOTA VEHICULAR
Compañía de Transporte RAYO DEL LUNA	17
Compañía de Transporte VALLE DEL UPANO	16
Cooperativa de Transporte CIUDAD DE SUCÚA	17
Cooperativa de Transporte 16 DE AGOSTO	22
Cooperativa de Transporte CENTINELA DEL ORIENTE	40
Cooperativa de Transporte RIOBAMBA	50
Cooperativa de Transporte MACAS LIMITADA	43
Cooperativa de Transporte SANGAY	22
Cooperativa de Transporte TURISMO ORIENTAL	52
Cooperativa de Transporte LOJA	1
Rutas Orientales ORIENT RUT S.A.	16
Turis SAN FRANCISCO ORIENTAL	70
Transporte BAÑOS	2
Transporte UNIDOS	15
Compañía de Transporte Urbano TRANSVALDIVIA	18
Compañía de Transporte Urbano TRANSCUTUCÚ	16
Compañía de Transporte Urbano TRUJAMA S.A.	18

Fuente: (Administración, 2019)

Realizado por: Martínez Carolina., 2019

2.4.1. Características Externas del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal

El terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V. es una obra inaugurada en el 2018, por lo que el comercio en sus alrededores está en expansión, desarrollándose así locales como restaurantes, hostales, tienda de abastos, siendo estos servicios utilizados por los usuarios del terminal como por la ciudadanía de Macas, en las calles colindantes al terminal se encuentra las diferentes cooperativas de buses urbanos que prestan sus servicios en recorridos tanto de norte a sur como de sur a norte (Cabrera, y otros, 2015).

2.4.2. Uso de suelo del terminal terrestre

De acuerdo con la Ordenanza que sanciona el Plan de Actualización del Uso de y Ocupación del Suelo de la ciudad de Macas, PAUOS-M (Ecuador, 2019), en terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V. se encuentra ubicado en la zona 4 que mediante esta determinación y de acuerdo con la normativa vigente de ruido Acuerdo Ministerial Nro. 097 Anexo 5, establece que el terminal pertenece al tipo de uso de suelo de “Uso Múltiple (MT)” al encontrarse en dos tipos de uso de suelo (Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2) y Uso Comercial (CM)), además de acuerdo con esta ordenanza también se lo considera como de Uso Residencial (R1), teniendo como límite permisible 55 dB (Ministra de Ambiente, 2015).

2.5. Métodos

2.5.1. Monitoreo de ruido ambiental

Para la realización del monitoreo de ruido ambiental en el terminal terrestre de la ciudad de Macas Dr. Roberto Villarreal se creó el siguiente flujograma. (Figura 3-2) donde se determinan cada uno de los procesos que se van a realizar desde la caracterización del área de estudio previa autorización por parte de la Municipalidad del Cantón Morona (Anexo C) hasta el análisis de los resultados obtenidos, comparación con la Normativa vigente Acuerdo ministerial 097 Anexo 5 y conclusiones del estudio realizados en las instalaciones del Terminal Terrestre.

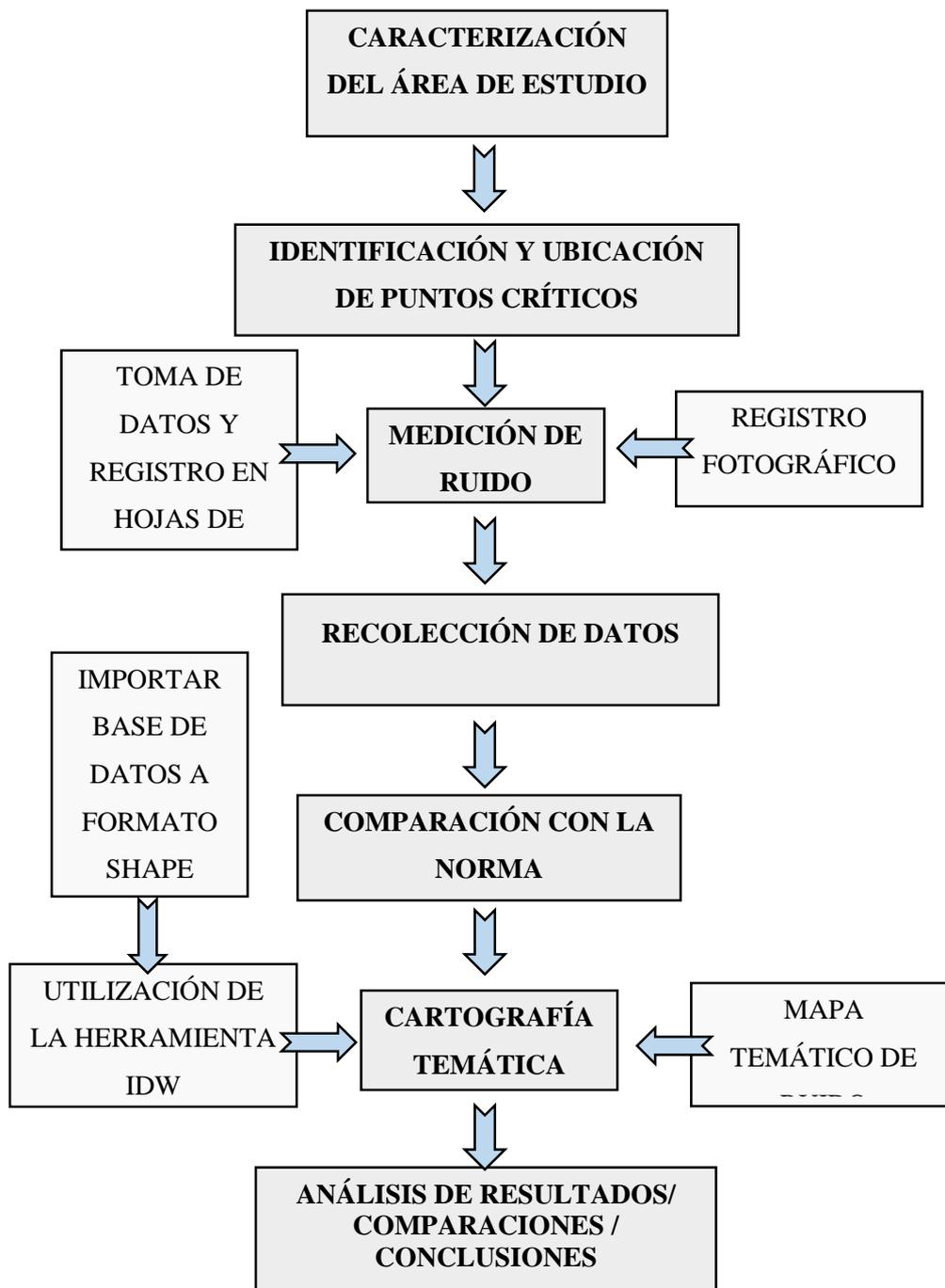


Figura 3-2: Flujograma de monitoreo de ruido ambiental del Terminal Terrestre
 Realizado por: Martínez Carolina, 2019

2.5.1.1. Caracterización del área de estudio

Para la realización del estudio de contaminación acústica en el terminal Dr. Roberto Villarreal, se pidió la debida autorización a la administración del terminal terrestre, de ahí se procedió hacer varias inspecciones internas y externas de las instalaciones, siendo fuente indispensable para la

recolección de información, posteriormente se identificaron y ubicaron los puntos críticos en los cuales se realizarán los respectivos monitoreos.

2.5.1.2. Identificación y ubicación de puntos críticos a monitorear

Para la identificación de los puntos a monitorear se realizó recorridos previos al terminal terrestre, determinando las zonas de mayor generación de ruido (puntos críticos). Con la ayuda del GPS (Global Positioning System) se realizó la toma de coordenadas geográficas UTM en zona 17 S de los puntos a monitorear, tomando como puntos de medida las zonas estratégicas de mayor generación de ruido en la parte interna y externa del terminal identificando nueve puntos a ser monitoreados (Tabla 3-2)

Tabla 3-2: Coordenadas de puntos de medición de ruido ambiental (UTM, WSG)

CODIFICACIÓN	UBICACIÓN			DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
	Norte	Este	Altura msnm		
P1	819858	9743694	1005	Calle Dolores Noguera	Entrada de los usuarios al terminal
P2	819851	9743714	1003	Calle Dolores Noguera y Natividad Palacios	Estacionamiento de vehículos y taxis
P3	819760	9743679	1000	Calle Natividad Palacios	Área de Embarque Intercantonal
P4	819745	9743662	1002	Calle Natividad Palacios y Av. Desiderio Andramuño	Área de confitería
P5	819827	9743645	998	Av. Luis Felipe Jaramillo	Área de comidas
P6	819889	9743685	1004	Av. Luis Felipe Jaramillo y Calle Dolores Noguera	Área comercial
P7	819861	9743666	1004	Av. Luis Felipe Jaramillo	Llegada de Buses
P8	819791	9743626	997	Av. Desiderio Andramuño	Área de Embarque Interprovincial
P9	819755	9743615	1004	Av. Desiderio Andramuño y Luis Felipe Jaramillo	Área de Estacionamiento de Buses

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

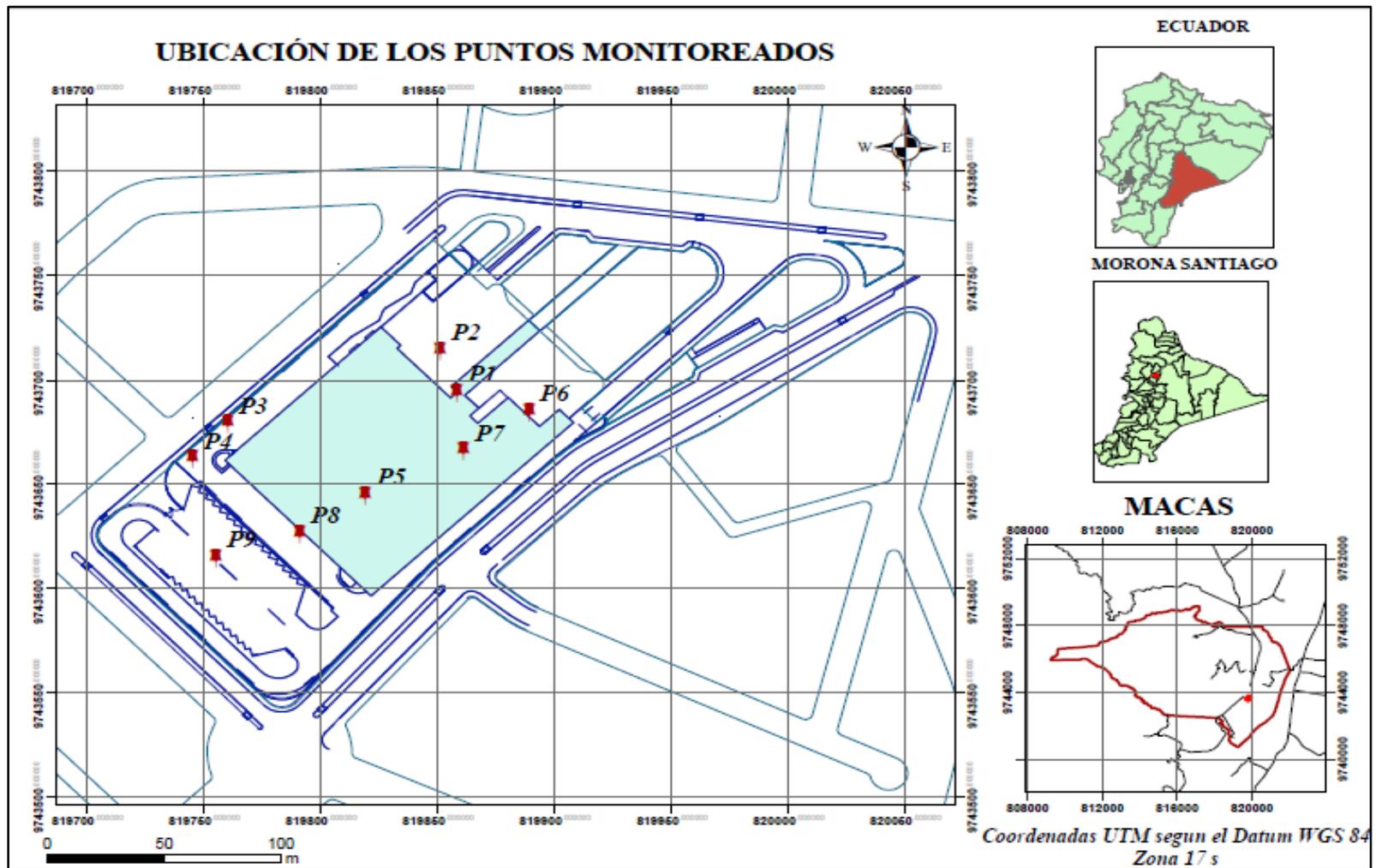


Figura 4-2: Ubicación de puntos de monitoreo en el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V.
Realizado por: Martínez Carolina. 2019

Así como también los puntos a ser monitoreados siguen lineamientos de acuerdo a la normativa que nos indica que la ubicación de cada punto debe estar a tres metros de una superficie reflectante para minimizar el reflejo del sonido (MAE, 2015).

2.5.1.3. Medición de ruido

La medición del ruido equivalente se realizó en base a lo determinado en los lineamientos del Acuerdo Ministerial Nro. 097 Anexo 5 Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles (Bonifaz Mancheno, 2017). Se empleó la ecuación 1-2

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} x (10^{0.1Leqn_1} + 10^{0.1Leqn_2} + \dots + 10^{0.1Leqn_n}) \right]$$

Ecuación 1-2

Dónde:

L_{Aeq} = Nivel de presión sonora equivalente, ponderada en A

n = número de mediciones

2.5.1.4. Equipos, herramientas e insumos para el monitoreo de ruido

a) Equipos

- Sonómetro integrador Tipo II, marca PCE-322A
- GPS marca GARMIN GPSmap 62
- Pantalla antiviento
- Trípode
- Cámara digital marca Sony DSC-W130

b) Herramientas

- Software “Arcmap 10.3”
- Software “Google Earth”
- Cartografía base y sistema de información geográfica

c) **Insumos**

- Suministros de oficina
- Libros de Contaminación Acústica o Ruido y afines
- Información digital

2.5.1.5. *Horarios para el monitoreo ambiental*

Antes de definir los horarios para las tomas de ruido se realizó una inspección en las instalaciones del terminal determinado las horas en las que existe un mayor ruido ambiental, definiendo tres horarios de monitoreo (periodos) siendo (Tabla 4-2):

Tabla 4-2: Frecuencia y periodo de tomas de ruido

Periodo	Horas	Frecuencia semanal
Periodo 1	07H00 a 08H00	7/7
Periodo 2	12H00 a 13H00	7/7
Periodo 3	18H00 a 19H00	7/7

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

El monitoreo se realizó durante toda la semana en los tres periodos antes especificados, siendo estos especialmente en las horas pico, para de esta manera obtener datos representativos de ruido.

De acuerdo a lo estipulado en la normativa ambiental vigente que nos especifica que las tomas para el ruido residual se realizarán en ausencia de ruido específico, siendo los horarios de medición (Tabla 5-2):

Tabla 5-2: Frecuencia y periodo de ruido residual

Periodo	Horas	Frecuencia Semanal
Periodo	01H00 a 03H00	1/7

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

2.5.1.6. *Toma de datos y registro en hojas de campo*

Para una mejor manipulación de información se registró un formato con el levantamiento y almacenamiento de datos de cada punto monitoreado en las instalaciones del terminal terrestre Dr. Roberto Villareal, detallando a continuación el proceso de las tomas:

- a) El sonómetro previamente calibrado se colocó en el trípode a una altura de 1.5 metros del suelo, en una posición vertical de 45° a 90°, posteriormente se coloca la pantalla antiviento en el micrófono para evitar las interferencias, así como también superficies reflectantes (MAE, 2015).
- b) Las mediciones de ruido se realizaron en ausencia de lluvias, truenos, viento, nieve o granizado ya que éstas, se consideran condiciones ambientales adversas y los valores de ruido no serían los reales (MAE, 2015).
- c) Configurando el sonómetro en modo de respuesta Lento (Slow) utilizada para medir ruidos que no fluctúan rápidamente y con ponderación A que se utiliza para establecer la contaminación acústica ambiental y la respuesta del oído humano según (Bonifaz Mancheno, 2017).
- d) Los datos emitidos por el sonómetro son L_{Amax} , L_{Amin} , L_{Aeq} , cuyos valores se registraron en la hoja de campo en los periodos anteriormente establecidos (P1, P2, P3), aplicando el método de 15 segundos (Leq 15s) reportando un mínimo de 5 muestras de 15 segundos cada una dando un total de 135 datos de campo obtenidos en cada periodo. (MAE, 2015)
- e) El investigador debe estar alejado mínimo 1 metro para evitar interferencias al momento de las mediciones. (MAE, 2015)
- f) Los datos reportados por el sonómetro serán válidos cuando la diferencia entre los valores obtenidos sea menor o igual a 4dB según (Bonifaz Mancheno, 2017).
- g) Para evidenciar cada una de las tomas se va realizando un registro fotográfico.

2.5.1.7. Medición de ruido de fondo

Para la obtención del ruido residual se aplicó la metodología de toma de datos y registro en hojas de campo, para obtener como resultado el promedio logarítmico del ruido de fondo en cada punto, desarrollándose la toma de estos datos en condiciones de ausencia de ruido generado por la fuente en horarios como se describe en la Tabla 3-3, siendo éstas las horas con menos influencia de las actividades que se desarrollan en el sector sur, barrio Universitario (MAE, 2015).

2.5.1.8. Correcciones Aritméticas

Según la norma ambiental vigente para ruido, Acuerdo Ministerial Nro. 97 Anexo 5 Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición de fuentes fijas y fuentes móviles que

nos dice que para los niveles de presión sonora equivalente se aplicara la corrección debido a nivel de ruido de fondo de acuerdo a la Tabla 4-2 (Bonifaz Mancheno, 2017):

Tabla 6-2: Corrección por nivel de ruido de fondo

Diferencia aritmética entre NPS de un FFR y NPSEQ de ruido de fondo (dBA)	Corrección
10 ó mayor	0
De 6 a 9	-1
De 4 a 5	-2
3	-3
Menor a 3	Medición nula

Fuente: (Bonifaz Mancheno, 2017)

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

2.5.1.9. Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido

- Para la obtención de nivel de ruido específico utilizamos la siguiente ecuación (Bonifaz Mancheno, 2017):

$$\text{Ruido específico} = \text{Ruido total} - K$$

Ecuación 2-2

Dónde:

K = Corrección por ruido residual

Para la contante **K** que es la corrección debido a la contribución de ruido residual, utilizamos la siguiente ecuación:

$$K = -10 \log (1 - 10^{-10\Delta L})$$

Ecuación 3-2

Dónde:

ΔL = Ruido Total promedio – ruido residual promedio

Utilizando:

$$\Delta Lr = LA_{eq,tp} - LA_{eq,rp} \quad (\Delta Lr \text{ se utiliza para calcular } Kr)$$

Donde el valor de la diferencia de nivel (ΔL) es válido cuando es igual o mayor a 3 dB, sino son valores nulos y las mediciones deberían volverse a tomar para encontrar valores verídicos al momento de realizar las mediciones.

- Para la corrección de presión sonora equivalente se empleó la siguiente ecuación (Bonifaz Mancheno, 2017):

$$L_{eq} = L_{Aeq} + Kr$$

Ecuación 4-2

Dónde:

Kr = corrección por ruido residual para el caso de mediciones del L_{Aeq}

2.5.1.10. *Recopilación de datos*

Para la recopilación de datos se elaboró una hoja de cálculo en Excel en el cual se detallan los datos obtenidos durante cada una de las mediciones según (Bonifaz Mancheno, 2017), en la que se encuentra los siguientes datos:

- Punto de monitoreo y codificación
- Coordenadas geográficas (X, Y, altura)
- Referencia de cada punto
- Datos de nivel de presión sonora máximo [L_{max} dB(A)]
- Datos de nivel de presión sonora mínimo [L_{min} dB(A)]
- Datos de nivel de presión sonora equivalente [L_{Aeq} dB(A)]
- Datos del nivel de ruido de fondo
- Valor de corrección (k)
- Datos de nivel de presión sonora equivalente corregido ($L_{K_{eq}}$)
- Cumplimiento con la normativa

2.5.1.11. *Mapa temático de ruido*

1. Las coordenadas tomadas de cada uno de los puntos a monitorear se almacenan en una hoja de cálculo (Excel), guardando en formato .xls, precisando los valores de: Pn, X, Y, Z (dB).
2. Al software ArcGIS 10.4 se le incorpora la hoja de cálculo Excel desde la pestaña de Arc Catálogo (Add Data).
3. Al añadir la hoja de cálculo de Excel a ArcGIS, se observa los datos obtenidos del monitoreo de ruido, así como sus coordenadas geográficas mediante el comando Display XY Data, desplegándose una ventana que nos ayudó a configurar el sistema de coordenadas, siendo UTM WSG 1984 Zona 17S, donde se visualizó los puntos monitoreados en el terminal terrestre con la información de los niveles de ruido.
4. Por medio de la herramienta Data-Export Data se almacenó la información que se desplegó de la pantalla en formato shapefiles.
5. Para la interpolación de datos se realizó lo siguiente:
 - Antes de realizar la interpolación se debe verificar que posea los atributos a ser procesados, siendo los niveles de ruido tomados en cada punto debidamente corregidos.
 - Se crea un nuevo marco de datos (New Data Frame), ingresando los datos tomados del sonómetro en formato shapefiles con la ayuda de la herramienta Tool Spatial Analyst, desplegándose una serie de métodos de interpolación: IDW, Spline, kriging, Natural Neighbors escogiendo el método de Interpolación: Distancia Inversa Ponderada (IDW).
 - Se realiza la interpolación de datos creando de esta manera un mapa con información de rangos de ruido, para finalmente clasificarlo en 5 rangos (colores) con la herramienta reclasificar (Reclassify)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Procesamiento de datos

Una vez completado el monitoreo acústico ambiental en el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V. de cada punto se realizó el procesamiento de datos tomando en cuenta la metodología del Acuerdo Ministerial 097 A donde se establece la ecuación logarítmica para obtener el nivel de presión sonora continuo equivalente (Lkeq) siendo así:

$$L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} x (10^{0.1Leqn_1} + 10^{0.1Leqn_2} + \dots + 10^{0.1Leqn_n}) \right]$$

Ecuación 1-3

Tabla 1-3: Datos levantados en el monitoreo

Puntos	PERIODO 1			PERIODO 2			PERIODO 3			PROMEDIOS		
	L. Max.	L. Min.	Lkeq									
P1	71.04	54.47	60.91	64.84	59.05	61.37	68.32	61.38	63.69	68.76	59.13	62.17
P2	65.40	58.05	59.97	64.04	55.77	59.77	65.78	58.00	62.45	65.14	57.40	60.91
P3	71.03	62.03	62.80	73.21	65.87	71.47	73.36	66.14	67.13	72.66	65.04	68.47
P4	72.67	63.54	65.46	72.82	63.81	68.11	72.29	63.53	70.53	72.60	63.63	68.51
P5	66.86	59.93	61.88	67.24	62.43	64.25	67.94	63.15	67.38	67.37	62.04	65.08
P6	66.28	57.04	63.21	65.02	58.19	61.03	70.61	59.89	64.23	68.00	58.53	63.02
P7	77.73	64.56	71.10	74.81	61.50	68.57	75.00	62.37	66.17	76.06	63.01	69.07
P8	75.25	65.24	63.95	73.83	65.37	67.99	70.56	61.43	71.16	73.62	64.35	68.62
P9	67.76	56.42	65.10	71.02	58.53	61.27	67.57	57.62	61.63	69.09	57.61	63.03

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

3.1.1. Nivel de presión sonora equivalente continuo (L_{eq}) de las muestras

Siguiendo el lineamiento dado en el Acuerdo Ministerial 097, el sonómetro se configuró en modo de respuesta lenta (slow) con ponderación de frecuencia A (dBA). A continuación, se muestran representaciones gráficas de los datos, donde se encontrará los promedios semanales de cada uno de los puntos en los 3 periodos diferentes.

3.1.1.1. Monitoreo del Punto 1 (Entrada de los usuarios al terminal)

Tabla 2-3: L_{eq} promedio del Punto 1

PUNTO 1			
ECUACIÓN: $L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times (10^{0.1L_{eqn_1}} + 10^{0.1L_{eqn_2}} + \dots + 10^{0.1L_{eqn_n}}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	60.70	61.72	63.71
MARTES	61.10	60.70	62.82
MIÉRCOLES	61.42	62.50	63.51
JUEVES	63.54	61.72	64.41
VIERNES	59.56	62.94	63.76
SABADO	59.41	59.70	62.15
DOMINGO	58.78	58.88	64.92
PROMEDIO	60.91	61.37	63.69
PROMEDIO TOTAL	62.17		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

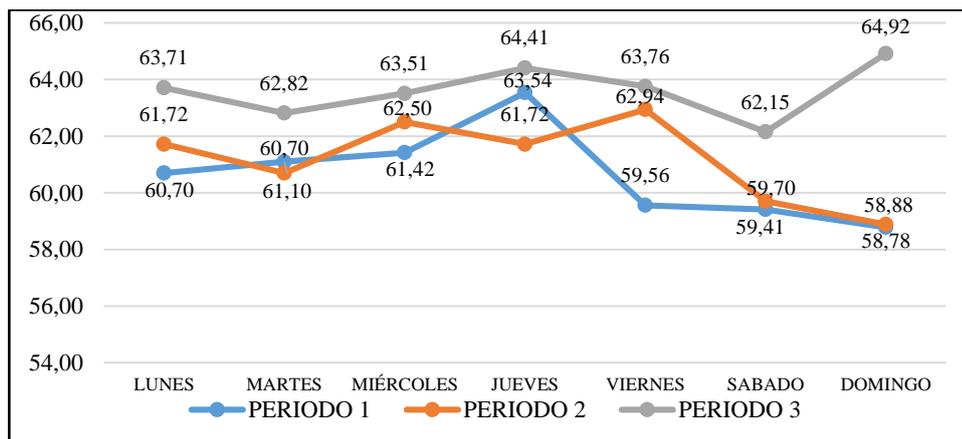


Gráfico 1-3: Promedio L_{eq} en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 1

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 1-3 podemos observar los resultados de los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 3 (noche) con 63.69 dB, seguido del periodo 2 (tarde) con 61.37 dB y el periodo 1 (mañana) con 60.91 dB, siendo estos los horarios con mayor afluencia de los usuarios del terminal y el desarrollo de actividades generadoras de ruido; la ubicación del punto P1 en la entrada de los usuarios y colinda con las calle Dolores Noguera; todos los valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB, dados en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.2. Monitoreo del Punto 2 (Estacionamiento de vehículos y taxis)

Tabla 3-3: Lkeq promedio del Punto 2

PUNTO 2			
ECUACIÓN: $L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times (10^{0.1L_{eqn_1}} + 10^{0.1L_{eqn_2}} + \dots + 10^{0.1L_{eqn_n}}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	60.00	59.30	64.00
MARTES	63.00	60.40	64.40
MIÉRCOLES	58.40	61.00	61.60
JUEVES	60.90	59.88	62.76
VIERNES	57.84	58.40	60.22
SABADO	58.20	61.20	62.10
DOMINGO	58.88	56.46	60.12
PROMEDIO	59.97	59.77	62.45
PROMEDIO TOTAL	60.91		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

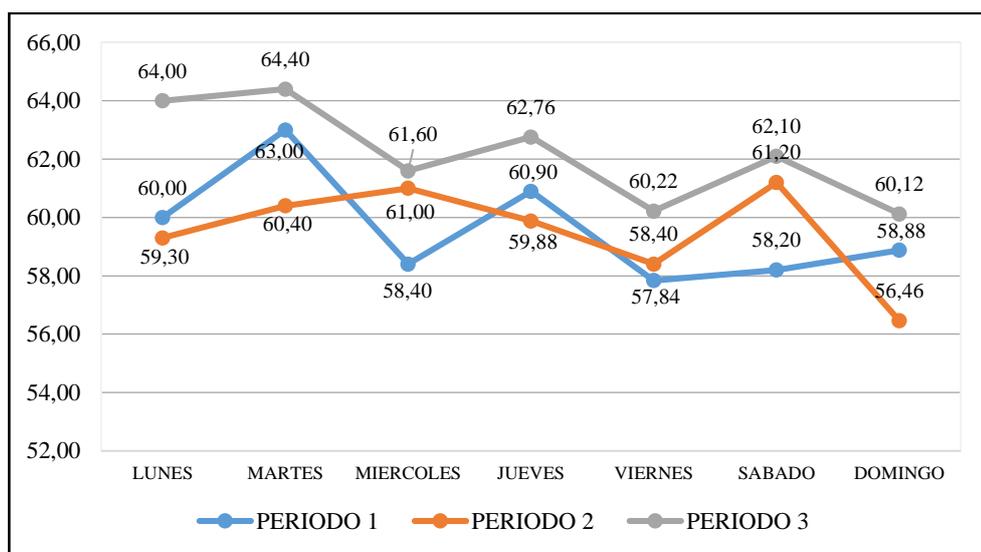


Gráfico 2-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 2
Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 2-3 podemos observar los resultados de los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 3 (noche) con 62.45 dB, seguido del periodo 1 (mañana) con 59.97 dB y por último el periodo 2 (tarde) con 59.77 dB, siendo estos los horarios con mayor afluencia de los usuarios del terminal y en el desarrollo de actividades generadoras de ruido, siendo la ubicación del punto P2 en el estacionamiento de vehículos particulares y taxis que colinda con las calles Dolores Noguera y Natividad Palacios; presenta un alto nivel de presión sonora por la noche ya que en este periodo generalmente se da una mayor afluencia de los usuarios y por ello el uso de taxis para su movilización, todos los valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB que se encuentran en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.3. Monitoreo del Punto 3 (Área de embarque intercantonal)

Tabla 4-3: Lkeq promedio del Punto 3

PUNTO 3			
ECUACIÓN: $L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times (10^{0.1Leqn_1} + 10^{0.1Leqn_2} + \dots + 10^{0.1Leqn_n}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	60.20	69.70	68.20
MARTES	68.20	68.10	67.90
MIERCOLES	58.40	68.30	69.30
JUEVES	59.30	66.90	68.40
VIERNES	62.90	74.24	65.38
SABADO	61.90	75.30	62.40
DOMINGO	58.04	70.16	64.36
PROMEDIO	62.80	71.47	67.13
PROMEDIO TOTAL	68.47		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

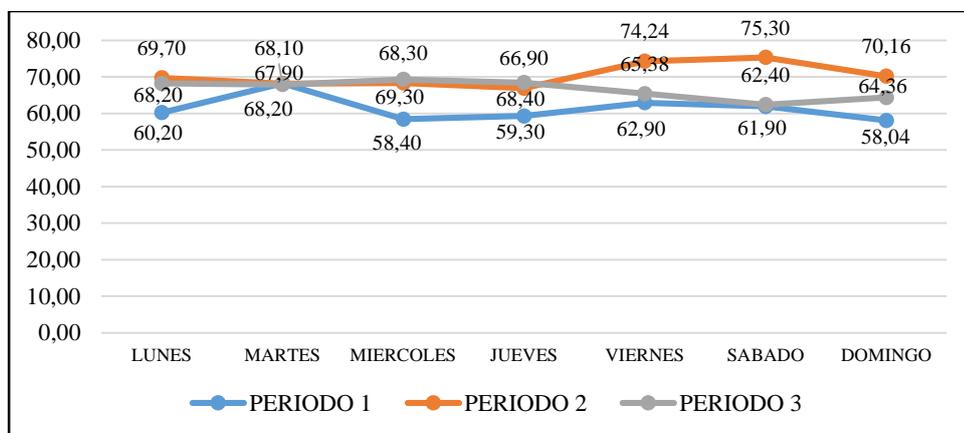


Gráfico 3-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 3
Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 3-3 podemos observar los resultados de los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 2 (tarde) con 71.47 dB, seguido del periodo 3 (noche) con 67.13 dB y por último el periodo 1 (mañana) con 62.80 dB, siendo la ubicación del punto P3 en el área de embarque Intercantonal y colinda con la calle Natividad Palacios; presenta un alto nivel de presión sonora por la tarde debido a que se presenta una mayor movilización de los buses urbanos hacia las diversas parroquias del cantón Morona, todos los valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB que se encuentran en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.4. Monitoreo del Punto 4 (Área de confitería)

Tabla 5-3: Lkeq promedio del Punto 4

PUNTO 4			
ECUACIÓN: $L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} (10^{0.1Leqn_1} + 10^{0.1Leqn_2} + \dots + 10^{0.1Leqn_n}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	69.10	69.90	70.10
MARTES	67.70	67.70	61.50
MIERCOLES	62.10	70.00	76.50
JUEVES	62.30	68.44	65.80
VIERNES	61.72	67.88	69.70
SABADO	65.30	65.20	69.40
DOMINGO	63.76	65.10	59.86
PROMEDIO	65.46	68.11	70.53
PROMEDIO TOTAL	68.51		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

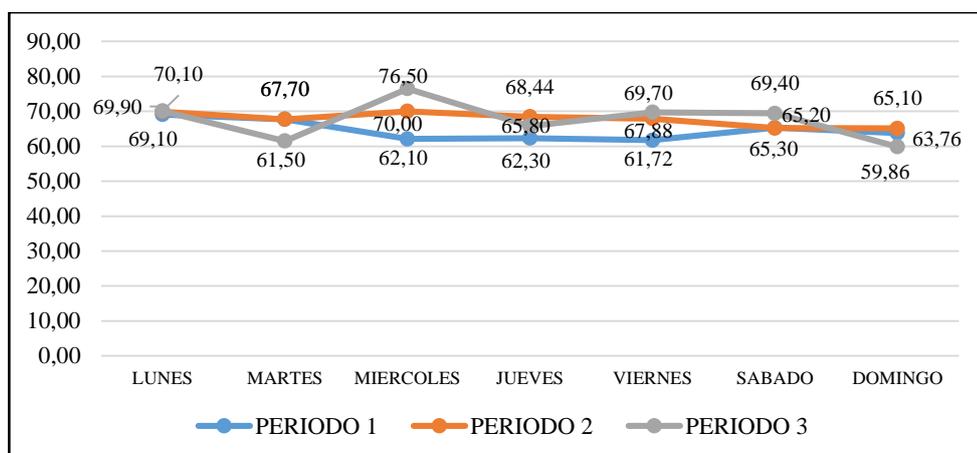


Gráfico 4-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 4

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 4-3 podemos observar los resultados de los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 3 (noche) con 70.53 dB, seguido del periodo 2 (tarde) con 68.11 dB y por último el periodo 1 (mañana) con 65.46 dB, la ubicación del punto P4 es en el área de confitería que colinda con las calles Natividad Palacios y Av. Desiderio Andramuño; de acuerdo a lo expuesto presenta un alto nivel de presión sonora por la noche ya que presenta mayor afluencia de los usuarios que se movilizan a sus viviendas, por esta área circulan los buses intercantonales e interprovinciales, todos estos valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB expuestos en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.5. Monitoreo del Punto 5 (Área de comidas)

Tabla 6-3: Lkeq promedio del Punto 5

PUNTO 5			
ECUACIÓN: $L_{eq_{PROM}} = 10 \log \left[\frac{1}{n} x (10^{0.1Leq_{n1}} + 10^{0.1Leq_{n2}} + \dots + 10^{0.1Leq_{nn}}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	60.90	63.10	70.20
MARTES	63.30	63.40	69.80
MIÉRCOLES	59.70	65.90	64.40
JUEVES	60.50	63.90	67.04
VIERNES	59.78	64.20	65.58
SABADO	65.20	60.10	65.10
DOMINGO	60.40	66.42	65.54
PROMEDIO	61.88	64.25	67.38
PROMEDIO TOTAL	65.08		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

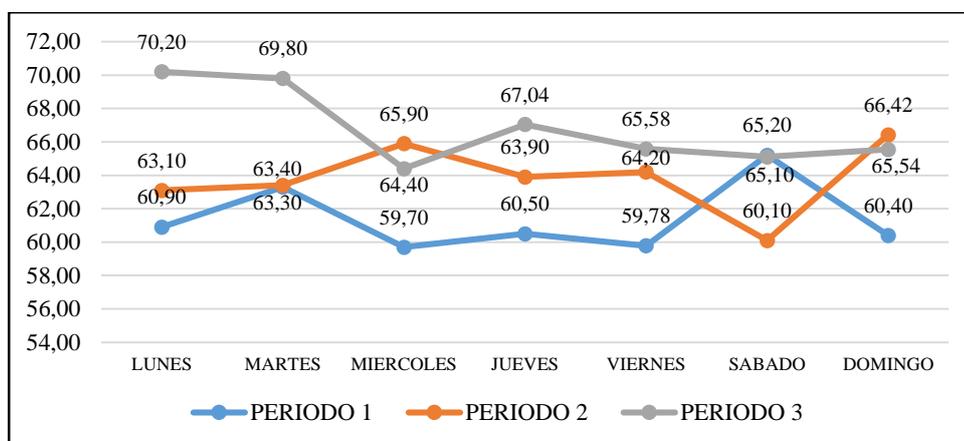


Gráfico 5-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 5

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 5-3 podemos observar los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 3 (noche) con 67.38 dB, seguido del periodo 2 (tarde) con 64.25 dB y por último el periodo 1 (mañana) con 61.88 dB, siendo la ubicación del punto P5 en el área de comidas y colinda con las calles Av. Luis Felipe Jaramillo; presenta un alto nivel de presión sonora por la noche ya que en este periodo generalmente existe mayor afluencia de los usuarios en el consumo de alimentos como comidas rápidas y comidas tradicionales, todos estos valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB que se encuentran en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.6. Monitoreo del Punto 6 (Área de comercial)

Tabla 7-3: Lkeq promedio del Punto 6

PUNTO 6			
ECUACIÓN: $L_{eq_{PROM}} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times (10^{0.1Leq_{n1}} + 10^{0.1Leq_{n2}} + \dots + 10^{0.1Leq_{nn}}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	69.40	60.30	65.70
MARTES	60.90	62.30	64.70
MIERCOLES	60.70	61.20	65.80
JUEVES	57.70	62.22	66.34
VIERNES	58.28	58.92	60.50
SABADO	58.10	60.60	57.90
DOMINGO	62.12	60.78	63.06
PROMEDIO	63.21	61.03	64.23
PROMEDIO TOTAL	63.02		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

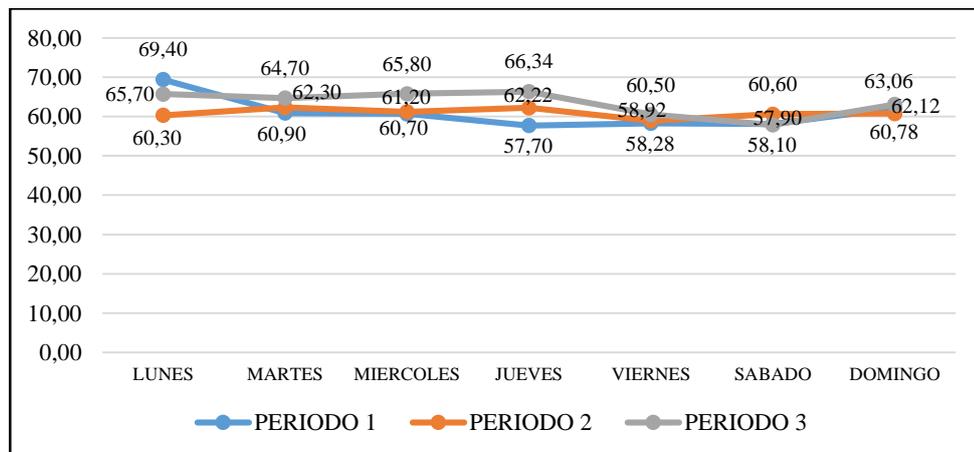


Gráfico 6-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 6

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 6-3 podemos observar los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 3 (noche) con 64.23 dB, seguido del periodo 1 (mañana) con 63.21 dB y por último el periodo 2 (tarde) con 61.03 dB, siendo la ubicación del punto P6 en el área comercial que colinda con la calle Dolores Noguera y la Av. Luis Felipe Jaramillo; presenta una mínima diferencia del nivel de presión sonora en los tres periodos debido a que los usuarios transitan continuamente en esta área de acuerdo a sus necesidades, todos los valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB que se encuentran en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.7. Monitoreo del Punto 7 (Llegada de buses)

Tabla 8-3: Lkeq promedio del Punto 7

PUNTO 7			
ECUACIÓN: $L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times (10^{0.1Leqn_1} + 10^{0.1Leqn_2} + \dots + 10^{0.1Leqn_n}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	64.30	68.70	64.40
MARTES	74.50	64.00	65.90
MIERCOLES	64.00	59.30	65.10
JUEVES	68.40	63.64	67.56
VIERNES	73.76	71.16	63.26
SABADO	73.60	73.10	65.20
DOMINGO	64.96	65.84	69.02
PROMEDIO	71.10	68.57	66.17
PROMEDIO TOTAL	69.07		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

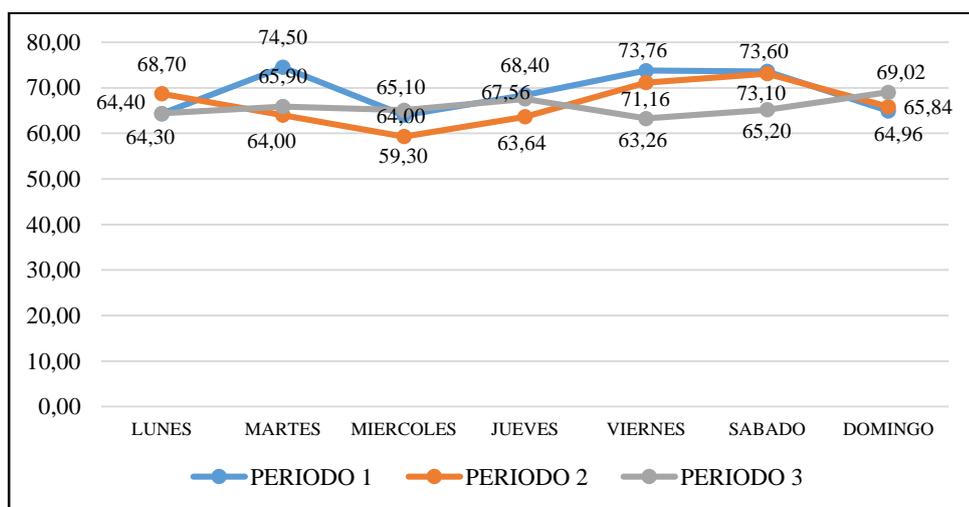


Gráfico 7-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 7
Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 7-3 podemos observar los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 1 (mañana) con 71.10 dB, seguido del periodo 2 (tarde) con 68.57 dB y por último el periodo 3 (noche) con 66.17 dB, siendo estos los horarios con mayor afluencia de los usuarios del terminal y en el desarrollo de actividades generadoras de ruido, la ubicación del punto P7 es en la llegada de los buses y colinda con la Av. Luis Felipe Jaramillo; presenta un alto nivel de presión sonora por la mañana debido a la llegada de los usuarios especialmente, estudiantes, de los diferentes cantones hacia la parroquia Macas, todos estos valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB que se encuentran en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.8. Monitoreo del Punto 8 (Área de embarque interprovincial)

Tabla 9-3: Lkeq promedio del Punto 8

PUNTO 8			
ECUACIÓN: $L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \times (10^{0.1Leqn_1} + 10^{0.1Leqn_2} + \dots + 10^{0.1Leqn_n}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	60.20	71.20	79.00
MARTES	68.60	68.20	57.00
MIERCOLES	60.30	68.70	55.40
JUEVES	62.40	69.04	62.40
VIERNES	63.68	64.82	64.24
SABADO	64.40	63.80	60.00
DOMINGO	60.76	65.36	67.64
PROMEDIO TOTAL	68.62		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

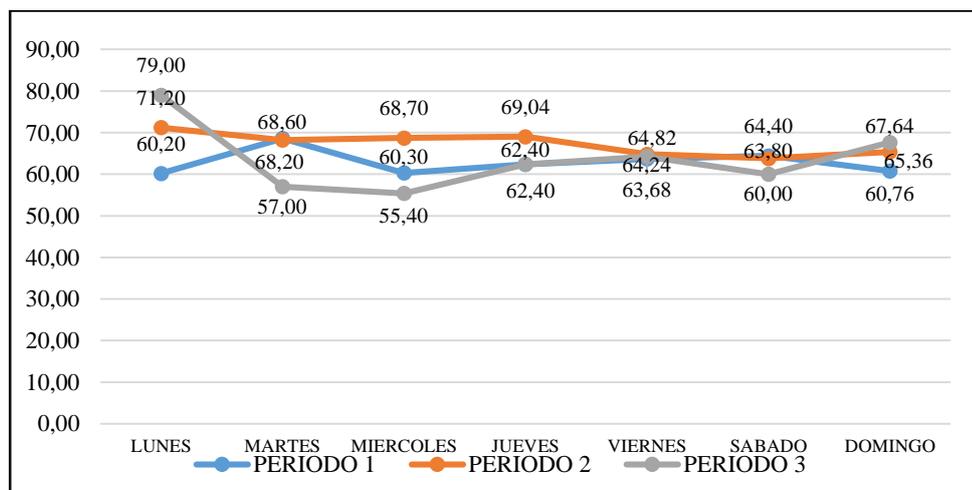


Gráfico 8-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 8

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 8-3 podemos observar los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 3 (noche) con 71.16 dB, seguido del periodo 2 (tarde) con 67.99 dB y por último el periodo 1 (mañana) con 63.95 dB, siendo estos los horarios con mayor afluencia de los usuarios del terminal y en el desarrollo de actividades generadoras de ruido, la ubicación del punto P8 es en el área de Embarque Interprovincial que colinda con la Av. Desiderio Andramuño; presenta un alto nivel de presión sonora por la noche ya que este periodo presenta una mayor afluencia de los usuarios que viajan a las diferentes ciudades del país, todos estos valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB que se encuentran en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.1.9. Monitoreo del Punto 9 (Área de estacionamiento de buses)

Tabla 10-3: Lkeq promedio del Punto 9

PUNTO 9			
ECUACIÓN: $L_{eqPROM} = 10 \log \left[\frac{1}{n} (10^{0.1Leqn_1} + 10^{0.1Leqn_2} + \dots + 10^{0.1Leqn_n}) \right]$			
DÍA	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
LUNES	69.50	55.10	61.20
MARTES	62.80	54.40	64.40
MIERCOLES	60.20	60.70	62.00
JUEVES	64.00	57.20	59.66
VIERNES	61.36	67.44	61.80
SABADO	66.90	59.30	62.00
DOMINGO	63.06	58.28	57.00
PROMEDIO	65.10	61.27	61.63
PROMEDIO TOTAL	63.03		

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

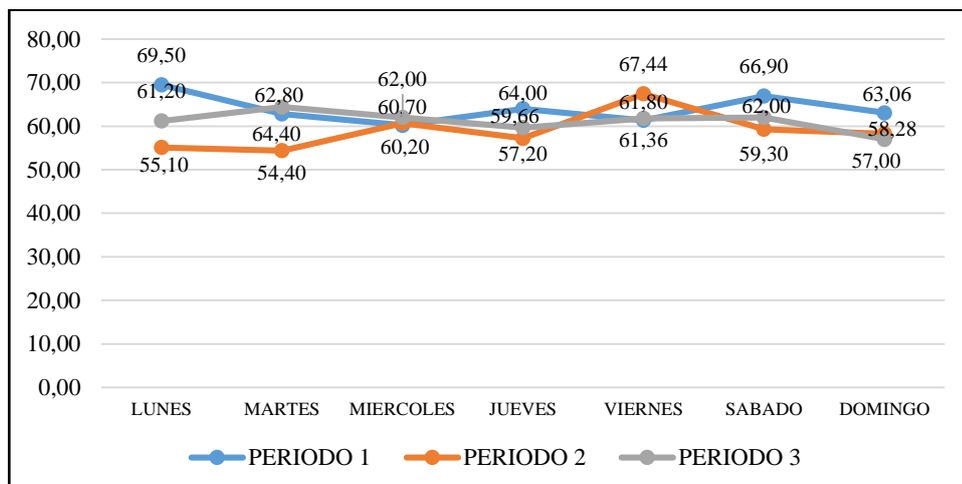


Gráfico 9-3: Promedio Lkeq en 3 periodos (mañana, tarde, noche) en el Punto 9

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

En el gráfico 9-3 podemos observar los niveles de presión sonora obtenidos en los tres periodos, presentando un mayor nivel de ruido continuo equivalente en el periodo 1 (mañana) con 65.10 dB, seguido del periodo 3 (noche) con 61.63 dB y por último el periodo 2 (tarde) con 61.27 dB, siendo estos los horarios con mayor afluencia de los usuarios del terminal y en el desarrollo de actividades generadoras de ruido, la ubicación del punto P9 es en el área de estacionamiento de buses que colinda con las Av. Desiderio Andramuño y Luis Felipe Jaramillo; presenta un alto nivel de presión sonora por la mañana ya que los buses salen a cumplir sus rutas diarias, todos estos valores superan los límites máximos permisibles de 55 dB que se encuentran en la norma vigente de ruido ambiental Acuerdo 097-Anexo 5.

3.1.2. Promedio de ruido residual o de fondo

Para la obtención de ruido de fondo o ruido residual se utilizó la misma ecuación de la obtención del nivel de presión sonora continuo equivalente, siendo:

Tabla 11-3: Promedio de ruido residual o de fondo

PUNTO DE MUESTREO	PERIODO	PROMEDIOS			AM. 097-ANEXO 5
		L. max (dBA)	L. min (dBA)	Leq (dBA)	
P1	01:00-02:00	60.12	54.86	56.38	NO CUMPLE
P2		55.70	50.76	53.14	SI CUMPLE
P3		56.32	50.34	50.74	SI CUMPLE
P4		53.76	46.00	46.97	SI CUMPLE
P5		60.40	57.44	57.51	NO CUMPLE
P6		61.38	58.32	56.86	NO CUMPLE
P7		58.52	50.72	51.48	SI CUMPLE
P8		52.02	48.18	48.30	SI CUMPLE
P9		49.72	44.78	46.17	SI CUMPLE

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

De los resultados obtenidos de la tabla 11-3 podemos observar que los puntos P1, P5 y P6 en ausencia de actividades diarias que se desarrollan en la localidad, presentan valores superiores a los límites máximos permisibles de 55 dB, es decir que estos puntos no cumplen con los límites vigentes del Acuerdo Ministerial 097; mientras que los puntos P2, P3, P4, P7, P8 y P9 en ausencia de las actividades diarias que se desarrollan en la localidad, están dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la norma vigente de ruido.

3.1.3. Correcciones aritméticas

Siguiendo con lo establecido en la normativa vigente, Acuerdo Ministerial 097 Anexo 5 del TULSMA se procedió a la comparación con los valores obtenidos y los límites máximos permisibles.

Tabla 12-3: Resultados del monitoreo, Periodo 1 (07H00-08H00)

Ubicación	Fuente [dB(A)]	Fondo [dB(A)]	Corrección	Leq corregido [dB(A)]	AM. 097-ANEXO 5	AM. 097 - ANEXO 5
P1	59.03	56.38	-2	57.03	55	NO CUMPLE
P2	58.97	53.14	-1	57.97	55	NO CUMPLE
P3	62.52	50.74	0	62.52	55	NO CUMPLE
P4	65.39	46.97	0	65.39	55	NO CUMPLE
P5	66.75	57.51	0	66.75	55	NO CUMPLE
P6	62.06	56.86	-1	61.06	55	NO CUMPLE
P7	71.05	51.48	0	71.05	55	NO CUMPLE
P8	63.83	48.30	0	63.83	55	NO CUMPLE
P9	65.05	46.17	0	65.05	55	NO CUMPLE

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 12-3; en el periodo 1, según los resultados de las mediciones de ruido ambiental, todos los puntos superan los límites máximos permisibles establecidos en la norma, indicando así que los puntos P4, P5, P7 y P9 presentan un mayor nivel de ruido que va de un rango de 65.05 a 71.05 decibeles, mientras que los puntos P1, P2, P3, P6 y P8 presentan un menor nivel de ruido en un rango que va de 57.97 a 63.83 decibeles.

Tabla 13-3: Resultados del monitoreo, Periodo 2 (12H00-13H00)

Ubicación	Fuente [dB(A)]	Fondo [dB(A)]	Corrección	Leq corregido [dB(A)]	AM. 097-ANEXO 5	AM. 097 - ANEXO 5
P1	59.72	56.38	-2	57.72	55	NO CUMPLE
P2	58.70	53.14	-1	57.70	55	NO CUMPLE
P3	71.44	50.74	0	71.44	55	NO CUMPLE
P4	68.08	46.97	0	68.08	55	NO CUMPLE
P5	63.21	57.51	-1	62.21	55	NO CUMPLE
P6	58.94	56.86	-2	56.94	55	NO CUMPLE
P7	68.49	51.48	0	68.49	55	NO CUMPLE
P8	67.95	48.30	0	67.95	55	NO CUMPLE
P9	61.50	46.17	0	61.50	55	NO CUMPLE

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 13-3; en el periodo 2, según los resultados de las mediciones de ruido ambiental, todos los puntos superan los límites máximos permisibles establecidos en la norma, indicando así que los puntos P3, P4, P7 y P8 presentan un mayor nivel de ruido que va de un rango de 67.95 a 71.44 decibeles, mientras que los puntos P1, P2, P5, P6 y P9 presentan un menor nivel de ruido en un rango que va de 56.94 a 62.21 decibeles.

Tabla 14-3: Resultados del monitoreo, Periodo 3 (18H00-19H00)

Ubicación	Fuente [dB(A)]	Fondo [dB(A)]	Corrección	Leq corregido [dB(A)]	AM. 097- ANEXO 5	AM. 097 - ANEXO 5
P1	62.80	56.38	-1	61.80	55	NO CUMPLE
P2	61.91	53.14	-1	60.91	55	NO CUMPLE
P3	67.03	50.74	0	67.03	55	NO CUMPLE
P4	70.51	46.97	0	70.51	55	NO CUMPLE
P5	66.90	57.51	0	66.90	55	NO CUMPLE
P6	63.35	56.86	-1	62.35	55	NO CUMPLE
P7	66.02	51.48	0	66.02	55	NO CUMPLE
P8	71.14	48.30	0	71.14	55	NO CUMPLE
P9	61.50	46.17	0	61.50	55	NO CUMPLE

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 14-3; en el periodo 3, según los resultados de las mediciones de ruido ambiental, todos los puntos superan los límites máximos permisibles establecidos en la norma, indicando así que los puntos P3, P4, P5, P7 y P8 presentan un mayor nivel de ruido que va de un rango de 66.02 a 71.14 decibeles, mientras que los puntos P1, P2, P6 y P9 presentan un menor nivel de ruido en un rango que va de 60.91 a 62.35 decibeles.

3.2. Mapa Cartográfico de Ruido del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V.

Con la utilización del Software ArcGIS y la interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW), se aplicó la colorimetría basada en la norma UNE ISO 1996-2; 1997, siendo los colores definidos para cada uno de los rangos acorde a los valores de ruido obtenidos, dando lugar a una representación cartográfica no muy diferenciada, por ello, para una mejor visualización se realizó una nueva clasificación de colores con un menor rango en los mapas temáticos de ruido, siendo esta categorización realizada para una mejor visualización de los niveles de ruido que emite el terminal, obteniendo así los siguientes mapas de ruido:

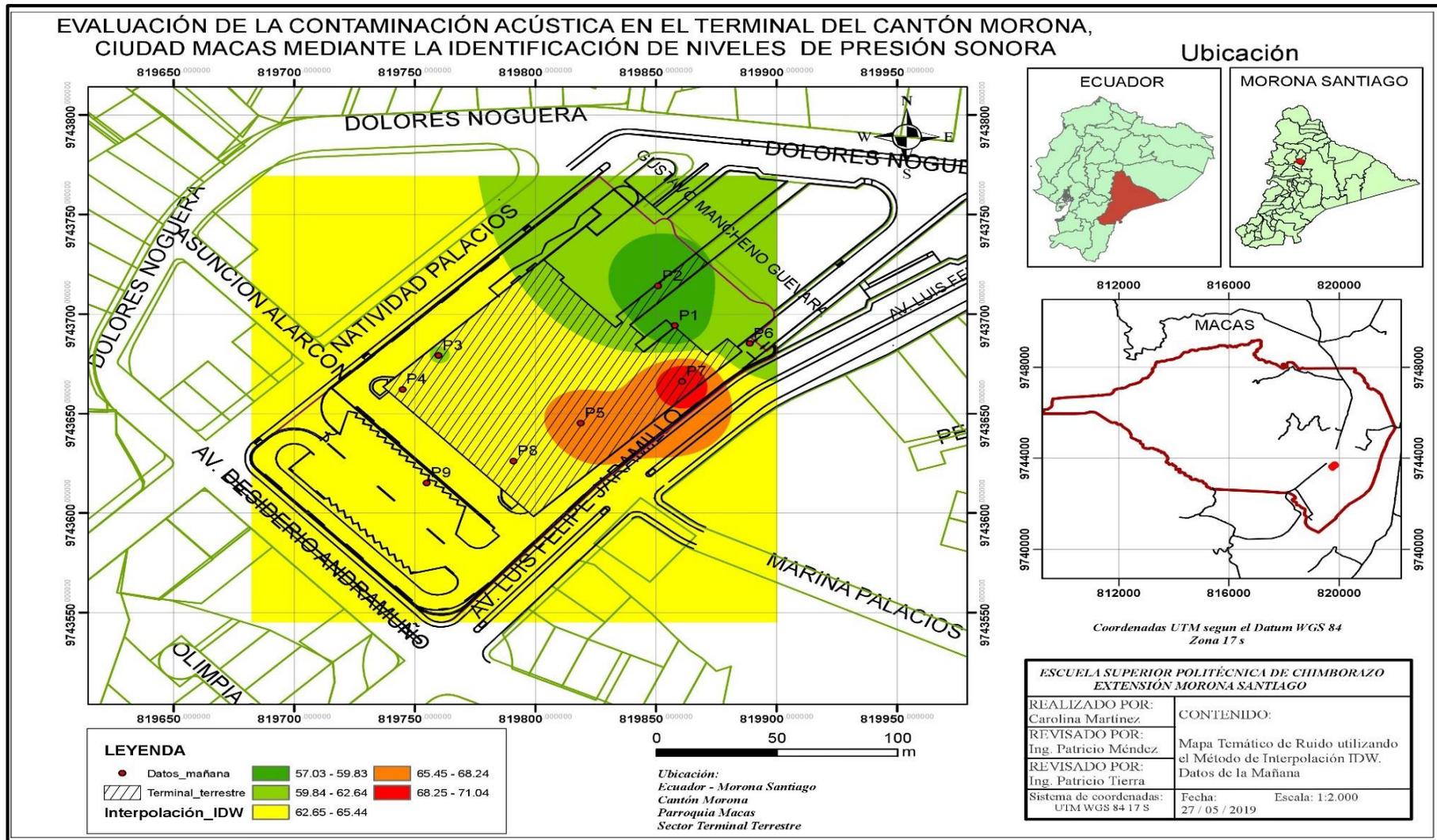


Figura 1-3: Mapa temático de ruido del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V de Macas (periodo de la mañana)
Realizado por: Martínez Carolina, 2019

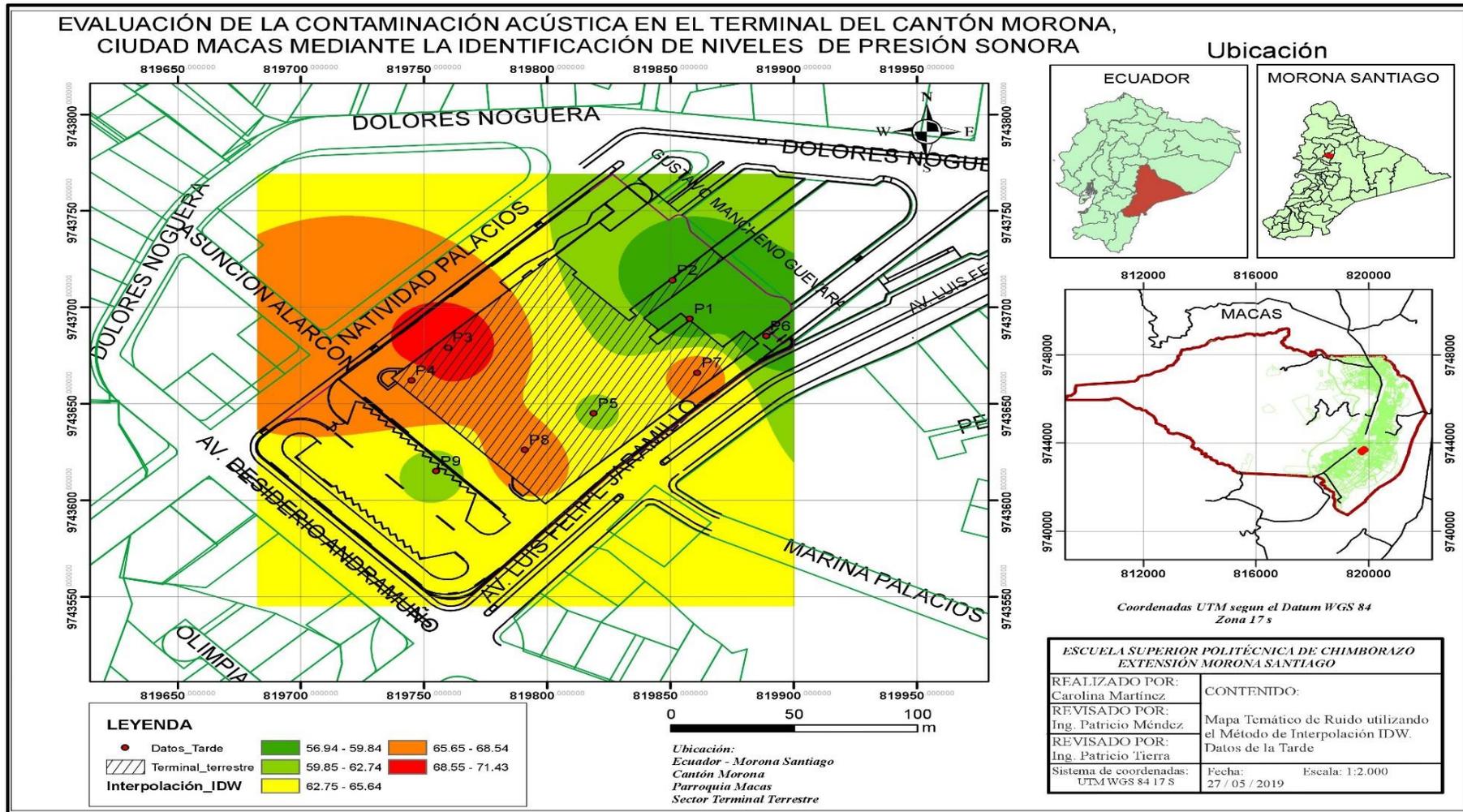


Figura 2-3: Mapa temático de ruido del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V de Macas (periodo de la tarde)
Realizado por: Martínez Carolina, 2019

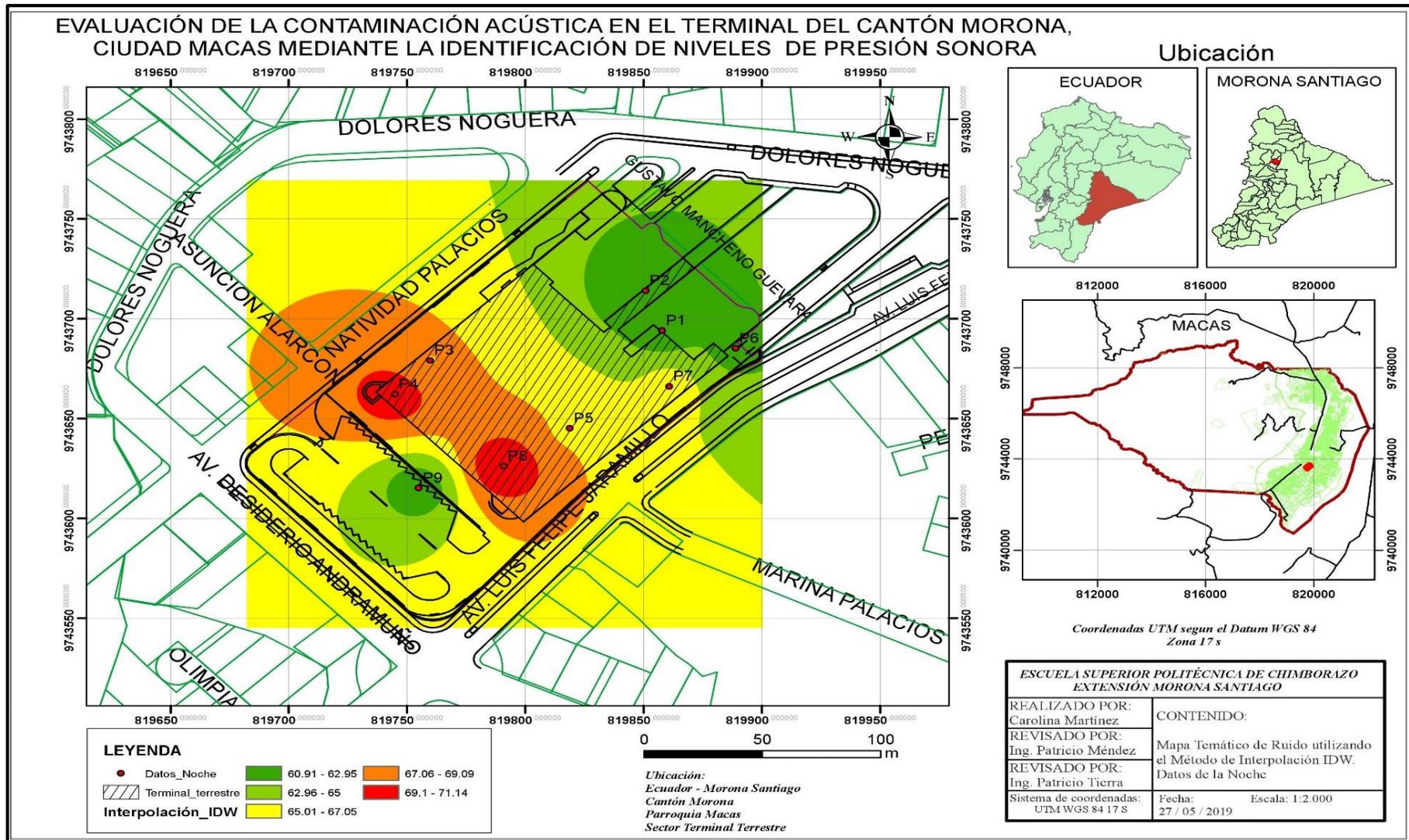


Figura 3-3: Mapa temático de ruido del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V de Macas (periodo de la noche)

Realizado por: Martínez Carolina, 2019

3.3. Discusión

Como resultado del monitoreo acústico ambiental producido en el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V. se verifica que el ruido producido son producto del mal mantenimiento de los buses, así también de fuentes externas ya que se encuentra limitado por avenidas con doble sentido de flujo vehicular en las cuales transitan vehículos livianos y de carga pesada en cualquier horario. (Bonifaz Mancheno, 2017) en su estudio de la contaminación acústica del terminal Interprovincial de Riobamba menciona que el *“Terminal Terrestre recepta la influencia del ruido externo, siendo las diferentes actividades económicas y tráfico vehicular que se desarrollan en la periferia de la localidad, los que ocasionan directamente la generación de ruido”*. Así mismo (Rivera, 2017) menciona que la carga vehicular es un factor directamente proporcional al ruido, ya que en sectores como el terminal siempre tendrá los niveles de presión sonora más elevados, recomendando así que donde la carga vehicular sea elevada no se debería construir edificios altos debido a que estos actúan como barreras para la dispersión del ruido.

Con la ayuda del software ArcGIS, y la herramienta IDW, se obtuvo los diferentes mapas temáticos de ruido en los periodos mañana, tarde y noche (Figura 10-4, Figura 11-4 Figura 12-4), identificando las zonas con mayor y menor nivel de ruido, (Marín, 2015) menciona en su trabajo investigativo acerca de un diseño de un plan de mitigación del nivel de ruido en el mercado de productores mayoristas de Ambato, *“que la herramienta de interpolación IDW tiene como objetivo conocer gráficamente las zonas de mayor conflicto donde el nivel de ruido podría sea dañino y molesto para la salud humana, y obtener una buena visualización”*.

El terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V., al estar formado por dos usos de suelo diferentes, (Ministra de Ambiente, 2015) resalta: *“Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el Lkeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación, dando un valor de 55 dB”*, siendo éste el principal problema ya que por lo indicado según la normativa todos los puntos monitoreados tuvieron valores superiores a los límites máximos permisibles

(Bonifaz Mancheno, 2017) indica en su trabajo de investigación que *“Las terminales terrestres en Ecuador, se encuentran ubicadas en centros poblados sin tomar en cuenta el uso de suelo en*

el que se encuentran lo que favorece al aumento del parque automotor, su relevancia ambiental se representa en el aumento de contaminantes por los gases de los combustibles y por los niveles de presión acústica, que son producidos por la circulación vehicular que exceden los niveles de ruido permisibles”

CONCLUSIONES

- Al terminar la investigación, como resultado final se precisó nueve puntos críticos en zonas estratégicas, previo a visitas a las instalaciones del terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V. estos puntos fueron elegidos de acuerdo a la sensibilidad acústica que se genera y a la relevancia de sus ubicaciones proporcionando datos significativos para la elaboración del mapa temático de ruido.
- Con la ayuda de la normativa, Acuerdo Ministerial 097-Anexo 5, se determinó que ninguno de los puntos monitoreados cumple con el límite máximo permisible de 55 dB de acuerdo a lo establecido según el uso de suelo en el que se encuentra el terminal terrestre (Uso Múltiple MT), sobrepasando los niveles de presión sonora.
- Mediante la elaboración de la cartografía temática de ruido para el terminal terrestre Dr. Roberto Villarreal V. de la ciudad de Morona en sus tres periodos (mañana, tarde y noche), se identificó y diferenció los valores de presión sonora dando lugar a tres mapas temáticos de ruido el cual, mediante una gama de colores, evidenciando mayor ruido ambiental en los puntos P4 con 68.00 dB ubicado en el área de confitería, P7 con 68.52 dB ubicado en la llegada de buses y P8 con 67.64 dB ubicado en el área de embarque interprovincial, mismos que colindan con avenidas y calles con afluencia vehicular

RECOMENDACIONES

- Para la aplicación del monitoreo de ruido es necesario investigar el área de estudio dentro del campo acústico que se va a evaluar para determinar los puntos críticos, tomando en cuenta la intensidad y características del entorno que pueden provocar contaminación acústica ambiental.
- Se recomienda, antes de realizar el monitoreo de ruido, contar con el equipo necesario para el monitoreo, evitando así fallas en las mediciones, también estar al tanto del manejo del equipo para evitar confusiones al momento de recopilar los datos acústicos.
- Al momento de realizar las tomas de ruido, se debe considerar las condiciones climáticas para evitar datos erróneos al momento del análisis de los mismos, es decir en ausencia de lluvias, tormentas, granizo.
- Se debe realizar un control mensual de los buses que circulan por el terminal, ya que algunos de ellos generan mucho ruido debido al mal mantenimiento de su motor.
- Canalizar el tráfico vehicular pesado por vías alternas, ya que volquetas, tractores y maquinaria pesada circulan durante las horas del día, provocando que el nivel de ruido aumente en el terminal.
- Se recomienda, realizar monitoreos de ruido anuales y trabajos complementarios a este tema de estudio, considerando la presente investigación, con el fin de generar medidas preventivas y control.

BIBLIOGRAFÍA

ACUSTIPEDIA. *INERCO Acústica*. [En línea] Sevilla-España, 09, 27, 2012. [Consulta: Abril 26, 2019.] Disponible en: [:http://www.inercoacustica.com/acustipedia/item/239-tipos-dhe-ruidos](http://www.inercoacustica.com/acustipedia/item/239-tipos-dhe-ruidos).

AMBIENTUM. *Ambientum*. [En línea] Madrid-España, Marzo 6, 2018. [Consulta: Abril 26, 2019.] Disponible en: <https://www.ambientum.com/ambientum/ruidos/la-contaminacion-acustica-un-riesgo-para-la-salud.asp>.

ARDIZZI, NICOLÁS. *El sonido*. [En línea] Junio 07 del 2018. [Consulta: Abril 26, 2019.] Disponible en: https://nanopdf.com/download/el-sonido-5b18ed89d9455_pdf.

ASFAHL, RAY. *Seguridad Industrial y Salud*. . México : PRENTICE HALL, 2000.

AVILÉS, RODRIGO Y PERERA, ROCÍO. *Manual de acústica ambiental y arquitectónica*. Madrid : Ediciones Paraninfo, SA, 2017.

BARTÍ DOMINGO, ROBERTO. *2 Acústica mediomambiental. Vol.I*. San Vicente : Club Universitario, 2013. pág. 11.

BONIFAZ MANCHENO, CATHERINE PAMELA. **2017.** *Evaluacion de la contaminación acústica en el terminal terrestre interprovincial de la ciudad de Riobamba* Trabajo de Titulación (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Biotecnología Ambiental. Riobamba-Ecuador : 2017.

BORDERÍAS, MARÍA DEL PILAR Y MARTÍN, EVA. *Medio Ambiente Urbano. Ciencias Ambientales*. Madrid : UNED, 2012.

CABRERA, CARLOS Y VILLAZHAÑAY, XAVIER. *Estudio de impacto ambiental al proyecto "construcción del terminal terrestre para la ciudad de macas"*. INSIGMA Ingeniería Geomática y Ambiente. Macas-Ecuador, 2015.

CÁCERES, DIEGO. *Estudio analiza el ruido ambiental en Cuenca. EL TIEMPO.Cuenca-Azuay*, Junio 14, 2017.

CAÑAS SUARES, Katherine del Rosario. *Efectos de la contaminación acústica en la vía durán-tambo km 4.5 cantón duran-ecuador.* Trabajo de titulación (pregrado). Universidad de Guayaquil.Facultad de Ciencias Naturales, Guayaquil - Ecuador. 2017.

CASADO GARCÍA, M. *Escuela de Ingeniería. Redes de ponderación acústica.* [En línea] Universidad de León, España 2011. [Consulta: 26 de abril del 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/34849204/Redes_de_Ponderaci%C3%B3n_Ac%C3%A1stica

CHINCHILLA, RYAN. *Salud y Seguridad en el trabajo.* Costa Rica, EUNED, 2002.

CLIMA ARGENTINA. *clima Argentina.* [En línea], Argentina 2018. [Consulta Julio 01, 2019.] <https://www.clima.com/noticias/estos-son-los-10-paises-mas-ruidosos-del-mundo>.

COBO, PEDRO. *Control activo de Ruido: principios y aplicaciones.* Madrid : CSIC, 1997.

DOMINGO, R. *Acústica medioambiental.* Vol. 1. s.l. : Club Universitario, 2010.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA. Ordenanza que sanciona el plan de actualización del uso y ocupación del suelo de la ciudad de macas pauos-m. Quito-Ecuador : LEXIS, 2019.

MARTIMPORTUGUÉS, CLARA, GALLEGRO, JAVIER Y RUIZ, *Efectos del ruido comunitario 1 y 2,* 2000, Revista de Acústica, Vol. 34, pág. 39.

MORENO, A Y MARTÍNEZ, P. *El ruido ambiental urbano en Madrid. Caracterización y evaluación de la población potencialmente afectable.* Madrid - España 2005, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, págs. 153-179.

BENASAYAG, EDUARDO M. *El ruido nos mata en silencio.* Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid- España, 2000. págs. 149-161.

RAMÍREZ, A Y DOMÍNGUEZ, E. *El ruido vehicular urbano: problemática agobiente de los países en las vías de desarrollo.* Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 35, Bogotá-Colombia, 2011., pag. 137-138

FLORÍA, PEDRO. *La prevención del ruido en la empresa.* Madrid-España. 2000 : Fundación Confemental,

FLORÍA, PEDRO MATEO. *Gestión de la higiene industrial en la empresa.* Madrid-España, 2007. Editorial ARTEGRAF S.A. ,

MATEO FLORIA, PEDRO. *Gestión de la Higiene Industrial en la Empresa.* 7° Edición. Madrid-España : editorial.ARTEGRAF, S.A, 2007.

GARCÍA, BENJAMÍN Y GARRIDO, FRANCISCO JAVIER. *La contaminación acústica en nuestras ciudades. Colección Estudios Sociales.* Barcelona-España : Fundación "la Caixa", 2003.

GARCÍA, BENJAMÍN Y GARRIDO, FRANCISCO. *La contaminación acústica en nuestras calles.* Barcelona-España : Fundación "La Caixa", 2003.

GARCIA, JAVIER, IVORRA, EUGENI Y COLLADO, JOSÉ MANUEL. *No me grites que es peor: Unidad de Educación Ambiental Sonora.* Valencia-España. 2004: Editorial Universidad de Valencia

GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA. *División político - administrativa* . [En línea] 2016, Ecuador, [Consulta: 26 de abril del 2019]. Disponible en: <http://www.morona.gob.ec/?q=content/divisi%C3%B3n-pol%C3%ADtico-administrativa>.

GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN MORONA, PCDOT. *Plan Estratégico Institucional del Gobierno Autónomo Descentralizado del Canton Morona.* Macas-Ecuador, 2014

GONZÁLEZ, MIGUEL, MAS, JUAN Y VIDAL, FRANCISCO. *Equipos de sonido y multimedia.* Madrid-España, 2017. Editorial EDITEX,

IBERACÚSTICA. *Iberacústica :control de ruido y vibraciones.* [En línea] 2007. [Consulta: Febrero 20, 2019.]. Disponible en : <http://www.iberacustica.com/faq/que-es-un-mapa-de-ruido/>.

INEC. Instituto nacional de estadísticas y censos. [En línea] Ecuador,2010. [Consulta: Abril 18, 2019.] Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>.

INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S.L Y ASESORES, TARGET. *Experto en gestión medioambiental.* Tomo1. 2016. s.l. : IC Editorial

ISO .*Determinación de los niveles de ruido ambiental.* Parte 2, Madrid : s.n., 1996.

JIMÉNEZ, BLANCA ELENA. *La Contaminación Ambiental en Mexico: causas, efectos y tecnología apropiada.* México, 2001 , DF : EDITORIAL LIMUSA, S.A ,

KANE, JOSEPH Y STERNHEIM, MORTON. *Física..* Barcelona-España, 2007. Editorial: Reverté,

SMITH, J. *La energía de las ondas.* [En línea] Unidad 7: Investigación y ciencia. 2007. [Consulta: abril 19,2019] Disponible en: www.oupe.es/es/mas-areas-educacion/secundaria/fisica-y-quimica/proyadarvenacional/proyadarve4fisicayquimica/Galeria%2520documentos/adarve_fiq_interior.pdf+&cd=12&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec

LLIGUICOTA, JAIME. *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de sucúa, mediante la identificación de niveles de presión sonora, para proponer un proyecto de ordenanza al gobierno autonomía descentralizado.* Trabajo de titulación (pregrado). Universidad Nacional de Loja. Área de agropecuaria y de recursos naturales renovables. Carrera de ingeniería en manejo y conservación del medio ambiente. Tena-Ecuador 2015 : s.n

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Registro Oficial, EDICIÓN ESPECIAL N° 387-Acuerdo 097-A.* Quito-Ecuador : LEXIS, 2015.

MARÍN, MARÍA.. *Diseño de un plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en el mercado de productores mayoristas del cantón ambato.* Trabajo de titulación (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de ciencias, Escuela de ciencias químicas Riobamba- Ecuador, 2015 s.n.,

MARTÍNEZ, DAVID. *Medidas de ruidos, prevención y protección (SEADI49PO).* Madrid-España 2017.: editorial CEP

MENÉNDEZ, FAUSTINO.. *Formación superior en prevención de riesgos laborales: parte obligatoria y común.* España, 2007 Editorial: LEX NOVA

MENÉNDEZ, FAUSTINO, Y OTROS.. *Formación superior en prevención de riesgos laborales.* 1° EDICION. España, 2007, Editorial: LEX NOVA,

MILLANES, ÁNGEL. *Formación y orientación Laboral* .España, 2003 s.l. Editorial: VARONA S.A,

TAPIA, LORENA: MINISTRA DE AMBIENTE. *Registro Oficial 097-A* [En línea] Quito-Ecuador, 2015, [Consulta: Febrero 21, 2019.] Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155135.pdf> pags. 60-66

MORGANELLA, WALTER. *La radio en la azotea.* Argentina 2018 1° Edición.

MORONA. *Gobierno Municipal del cantón Morona - sistema vial.* [En línea] Ecuador, 2016. [Consulta: Febrero 21, 2019.] Disponible en: <http://www.morona.gob.ec/?q=content/sistema-v%C3%ADal>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Manual de bioseguridad en el laboratorio 3º Edición.* OMS. Suiza : s.n., 2006.

PACHO ANTESANO, OSCAR FERRER. *La contaminación sonora por los equipos pesados en la extracción de materiales en el tajo Carahuacra Norte Volcán Compañía Minera S.A.A.* Unidad de Posgrado. (maestría), Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería en Minas, Huacayo-Perú : s.n., 2012.

PELMOREX. *clima Argentina.* [En línea] Argentina, 2018. [Consulta: Mayo 29, 2019.] Disponible: <https://www.clima.com/noticias/estos-son-los-10-paises-mas-ruidosos-del-mundo>.

PERCEPCIÓN. *Medida del nivel sonoro.* [En línea] 2011. [Consulta: Abril 05, 2019.] Disponible: <http://elruido.com/divulgacion/curso/medida.htm>.

RAMOS, PABLO. *eltiempo.es.* [En línea] 2018. [Consulta: Abril 01, 2019.] Disponible: <https://noticias.eltiempo.es/dia-mundial-del-ruido-ranking-de-los-paises-mas-ruidosos/>.

RIVERA, KAROLAY. *Estudio de ruido fluctuante, causante de contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Quevedo, provincia de los rios.* Quevedo : s.n., 2017.

RODRIGUE, J, COMTOIS, C Y SLACK, B. *The geography of transport systems.* Routledge : s.n., 2017.

SALAZAR, LORENA. *Análisis y medición de contaminación acústica en sectores de alta densidad vehicular de la ciudad de Quito.* Sangolquí-Ecuador, 2009 : s.n.,

SBARATO, DARIO, SBARATO, VIVIANA Y ORTEGA, JOSÉ. *Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la atmósfera.* Cordova-Argentina, 2007 Editorial: Brujas.

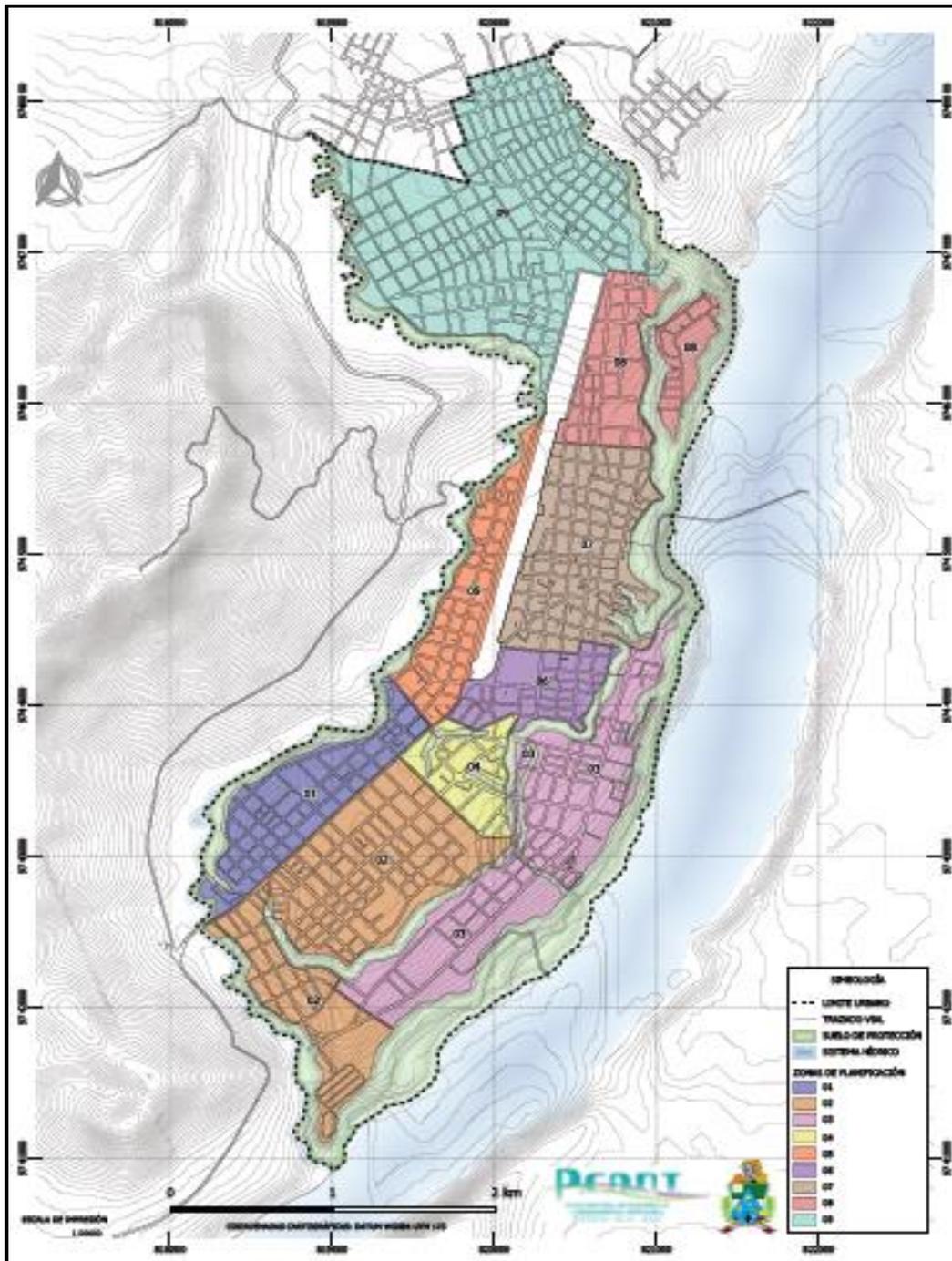
TAMIR, A Y RUIZ, FRANCISCO. *Ciencia y arte: El Sonido.* [En línea] 2007. [Consulta: Febrero 25, 2019.] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/8752>.

VAZQUES, MARIANA. *Tipos de sonómetros.* [En línea] 2011. [Consulta: Febrero 20, 2019.] Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/60222247/Tipos-de-sonometros>.

VERITAS, BUREAU. *Manual para la formación en medio ambiente.* España, Editorial: LEX NOVA S.A, 2008.

ANEXOS

ANEXO A: Uso y ocupación del suelo según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Morona



Fuente: Departamento de Planificación Urbana del cantón Morona

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Calibración N° TS12/10728 - R1

Calibration N°

Página 1 de 2 páginas

N° Anexos 2

Page 1 of 2 pages

Tecnologías Servincal S.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN

C/Kripton 19 A - 47012 Valladolid

Tfno: 983 218 214 Fax: 983 219 015

servincal@servincal.com

www.servincal.com



OBJETO: SONÓMETRO
Item

MARCA: PCE GROUP
Mark

MODELO: PCE-322A
Model

IDENTIFICACIÓN: 12087541
Identification

SOLICITANTE: GOB. AUT. DESCENTRALIZADO DE LA PROV. MORONA SANTIAGO
Applicant
24 DE MAYO Y BOLIVAR
MACU MORONA SANTIAGO,

FECHA/S CALIBRACIÓN:
Date/s of calibration

N° DE EXPEDIENTE: 16105
Expedient number

Signatario autorizado
Authorized signatory

Fecha de emisión
Date of issue

Firmado por: SERRANO ALONSO,
MARIA OLGA (AUTENTICACIÓN)
Fecha y hora: 07.01.2019 09:06:29

28 de diciembre del 2018

Cristina Pelaz Ferrero
Técnico de laboratorio

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones recogidas en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005.
Este documento garantiza la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales de los instrumentos utilizados en el laboratorio para las calibraciones, así como la precisión metodológica de los procedimientos y las capacidades de medida del laboratorio.
Este certificado NO podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

*This certificate is issued in accordance with the UNE-EN ISO/IEC 17025:2005.
This document assures traceability to national and international standards for instruments used in calibration laboratory, as well as methodological precision in procedures and the measurement capability of the laboratory.
This certificate may not be partiality reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

Calibración N° TS12/10728 - R1
Calibration N°Página 2 de 2 páginas
Page 2 of 2 pages**DATOS EQUIPO A CALIBRAR**

INSTRUMENTO: SONÓMETRO
MARCA/MODELO: PCE GROUP PCE-322A
IDENTIFICACIÓN: 12087541
ALCANCE: 30 - 130 dB
RESOLUCIÓN: 0,1 dB
SOLICITANTE: GOB. AUT. DESCENTRALIZADO DE LA PROV. MORONA SANTIAGO
FECHA RECEPCIÓN: 21/12/2018 **FECHA CALIBRACIÓN:** 28/12/2018

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

INSTRUMENTOS PATRÓN :	N° SERIE	N° CERTIFICADO
CALIBRADOR ACÚSTICO	036757	TS12/10216
TERMOHIGRÓMETRO	05900279	TS12/9948

PROCEDIMIENTO: TS-PC-07-28**PROCESO DE MEDIDA:**

Los valores medidos se han obtenido por comparación del sonómetro calibrado con un calibrador acústico de referencia. El procedimiento ha sido el de realizar cinco medidas situando el calibrador acústico a 94 dB. En la tabla siguiente aparecen la media de las medidas tomadas, la corrección a efectuar en dB, y la incertidumbre asignada al equipo de medida (U) en dB.

TRAZABILIDAD:

La trazabilidad de las medidas efectuadas se refiere a nuestros patrones de referencia calibrados periódicamente en laboratorios nacionales o internacionales, acreditados o reconocidos por ENAC, o a través de laboratorios participantes en intercomparaciones del BIPM.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Frecuencia (Hz)	Nivel de referencia (dB)	Lectura media (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)
1000,0	94,0	94,0	0,0	± 0,15

CONDICIONES AMBIENTALES:

TEMPERATURA (°C): 20 ± 1

HUMEDAD RELATIVA (%): < 60

LUGAR DE CALIBRACIÓN: Laboratorio Servincal**Este Certificado sustituye y anula al Certificado emitido anteriormente con el mismo número.**

Fecha de emisión 28 de diciembre del 2018

Número de expediente: 16105

Los resultados contenidos en el presente Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Este Certificado expresa fielmente el resultado de las medidas realizadas. TECNOLOGÍAS SERVINCAL no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse de un uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

ANEXO C: Oficio de autorización para el desarrollo del trabajo de titulación.



**Gobierno Municipal
del cantón Morona**

Oficio Nro. GMCM-ALC-2019-0312-OF

MACAS, 21 de febrero de 2019

Asunto: Autorización

Magister
Romané Peñafiel Moncayo
Directora de la Extesion Morona Santiago
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN
MORONA SANTIAGO**
Ciudad

De mi consideración:

A nombre del Gobierno Municipal del Cantón Morona, reciba un cordial y respetuoso saludo, deseándole los mejores éxitos en las funciones que usted desempeña.

En respuesta a su of. No. 118-D-ESPOCH-EXT-MS-2019, de fecha 19 de febrero de 2019, ingresado con tramite No. 0888, mediante el cual solicita autorización para el desarrollo del Trabajo de Titulación denominado: **“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DEL TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN MORONA POR MEDIO DE PRESIÓN SONORA”**, me permito informar a usted que la señorita Jannese Carolina Martínez, estudiante de la carrera Biotecnología Ambiental, se encuentra autorizada para que pueda realizar el Trabajo de Titulación; deberá coordinar con la Administradora del Terminal Terrestre Dr. Roberto Villarreal V.

Procuraremos brindar todas las facilidades que estén a nuestro alcance para que sus actividades sean desarrolladas con absoluta normalidad participando del beneficio mutuo.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,




Dr. Luis Tarcicio Ojeda Jarumillo
ALCALDE DEL CANTON MORONA

ANEXO D: Oficio de autorización de la información requerida del Terminal Terrestre.



**Gobierno Municipal
del cantón Morona**

Oficio Nro. GMCM-ALC-2019-0409-OF

MACAS, 28 de marzo de 2019

Asunto: Autorizado para que recopile la información necesaria para el desarrollo del trabajo de titulación

Magister
Romané Peñafiel Moncayo
Directora de la Extensión Morona Santiago
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN
MORONA SANTIAGO
Ciudad

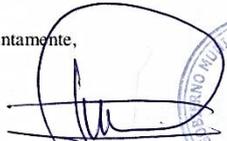
De mi consideración:

A nombre del Gobierno Municipal del Cantón Morona reciba un cordial saludo y el deseo de éxitos en las funciones que desempeña.

En atención al oficio No. 288-D-ESPOCH EXT-MS-19 de fecha marzo 26 de 2019, ingresado con trámite No. 1382, me es grato manifestar que el Gobierno Municipal del Cantón Morona, está dispuesto a recibir a la señorita **CAROLINA MARTINEZ MORA**, alumna de la carrera de Ingeniería Biotecnología Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Extensión Morona Santiago brindándole las facilidades para que recopile la información necesaria para el desarrollo del trabajo de titulación denominado: **"EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DEL TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE MACAS, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA"**.

Con sentimientos de consideración y estima me suscribo.

Atentamente,



Dr. Luis Tarcicio Ojeda Jaramillo
ALCALDE DEL CANTÓN MORONA

Copia:
Licenciado
Jimmy Marcelo Rivadeneira Jaramillo
Director de Gestión de Talento Humano

Dir.: Simón Bolívar entre 24 de Mayo y 9 de octubre
PBX. 593 (07) 2700 143 FAX: Ext 1002
E-mail: mmorona@macas.gob.ec
www.morona.gob.ec

ANEXO E: Registro fotográfico de la ubicación de los puntos a monitorear.



a. Equipo de posicionamiento global GPS



b. Toma de las coordenadas UTM

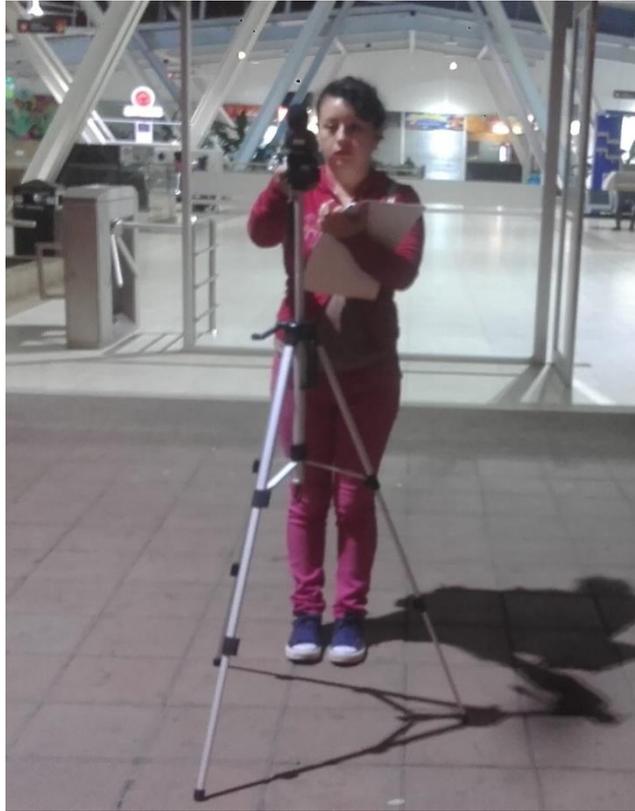
ANEXO F: Registro fotográfico del monitoreo acústico



Monitoreo punto P1



Muestreo punto P2



Muestreo punto P3



Muestreo punto P4



Muestreo punto P5



Muestreo punto P6



Muestreo punto P7



Muestreo punto P8



Muestreo punto P9