



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL
TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD
DE RIOBAMBA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: CATHERINE PAMELA BONIFAZ MANCHENO

TUTORA: MSc. RAFAELA VITERI

Riobamba - Ecuador

2017

© 2017, **Catherine Pamela Bonifaz Mancheno**

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.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo técnico: **“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, de responsabilidad de la señorita egresada Catherine Pamela Bonifaz Mancheno, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

MSc. Rafaela Viteri

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Diego Burbano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Catherine Pamela Bonifaz Mancheno, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales.

Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, agosto de 2017

Catherine Pamela Bonifaz Mancheno

C.I. 0603985748

Yo, Catherine Pamela Bonifaz Mancheno, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Catherine Pamela Bonifaz Mancheno

C.I. 0603985748

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicar a mis padres, Jorge y Laura, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida; cada logro y meta alcanzada es a ellos que les debo todo. A mis hermanas María José y Paola por ser las mejores amigas que tengo y siempre sacarme una sonrisa.

Pamela

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la vida y haber alcanzado un sueño. De manera especial quiero agradecer a la Dirección de Gestión Ambiental, Seguridad e Higiene del GADM Riobamba quienes me colaboraron con el equipo adecuado para el desarrollo de mi tesis. A mi familia, que nunca les terminare de agradecer por ser apoyo y guía en mi vida, les debo todo. A mi tutora Rafaela por permitirme conocerla como persona y como amiga en este tiempo y por brindarme el tiempo necesario para la realización de este trabajo. Y como no agradecer a mis queridos amigos si han sido parte de la mejor etapa de mi vida, que de una u otra manera me apoyaron con su granito de arena en mi tesis.

Pamela

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	XIV
SUMMARY	XV

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Sonido	4
2.2. Propiedades del sonido.....	5
2.2.1. Amplitud	5
2.2.2. Periodo (P)	5
2.2.3. Frecuencia (f)	5
2.2.4. Velocidad del sonido (c)	5
2.2.5. Longitud de Onda (λ)	6
2.3. Ruido	6
2.3.1. Características del ruido.....	6
2.3.2. Fuentes de ruido	7
2.3.2.1. Tráfico rodado.....	7
2.3.2.4. Actividades de ocio	7
2.3.3. Clases de Ruido.....	8
2.3.3.1. Ruido Específico	8
2.3.3.2. Ruido Residual.....	8
2.3.3.3. Ruido Impulsivo.....	8
2.3.3.4. Ruido Total	8
2.3.3.5. Ruido Intermitente	8
2.3.3.6. Ruido de Fondo.....	9

2.3.3.7. Ruido Rosa	9
2.4. Ruido Ambiental	9
2.5. Unidad de Medida	9
2.6. Equipos de medición de Ruido	10
2.6.1. Dosímetro	10
2.6.2. Calibrador	10
2.6.3. Sonómetro	10
2.6.3.1. Micrófono	11
2.6.3.2. Amplificador	11
2.6.3.3. Ponderación	12
2.7. Índices de valoración de ruido	14
2.7.1. Nivel de Presión Sonora (L o NPS)	14
2.7.2. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (L_{eq})	14
2.7.3. Niveles Corregidos	16
2.8. Mapas de Ruido	16
2.8.1. Elaboración de mapas de ruido	17
2.8.1.1. Kriging	17
2.8.1.2. IDW (Distancia Inversa Ponderada)	17
2.8.2. Representación gráfica de mapas de ruido	17
2.9. Contaminación Acústica	18
2.9.2. Control de la contaminación acústica	19

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Datos geográficos del cantón Riobamba	20
3.1.1. Localización	20
3.1.2. Extensión Territorial	20
3.1.3. División política	20
3.1.4. Clima	20
3.1.5. Transporte	21
3.2. Identificación de la zona de estudio	21
3.2.1. Ubicación	21
3.3. Métodos	22
3.3.1. Monitoreo de ruido ambiental	22

3.3.1.1. Caracterización del área de estudio.....	23
3.3.1.2. Ubicación de puntos a ser monitoreados.....	24
3.3.1.3. Equipos para el monitoreo de ruido	24
3.3.1.4. Calibración del equipo	24
3.3.1.5. Medición de nivel de ruido equivalente	25
3.3.1.6. Medición de ruido de fondo	26
3.3.1.7. Correcciones Aritméticas.....	27
3.3.1.8. Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido.....	27
3.3.1.9. Recopilación de datos	28
3.3.2 Mapa Temático de Ruido.....	29

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS.....	30
4.1. Caracterización de la zona de estudio	30
4.1.1. Características Internas del Terminal Terrestre Interprovincial.....	30
4.1.2. Características Externas del Terminal Terrestre Interprovincial.....	34
4.1.3. Uso de suelo del terminal.....	35
4.2. Puntos de Monitoreo	35
4.4. Resultados de Monitoreo	36
4.4.1. PUNTO 1	36
4.4.2. PUNTO 2	37
4.4.3. PUNTO 3	39
4.4.4. PUNTO 4	40
4.4.5. PUNTO 5	42
4.4.6. PUNTO 6	43
4.4.7. PUNTO 7	45
4.4.8. PUNTO 8	46
4.5. Correcciones Aritméticas.....	48
4.6. Mapa Cartográfico de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial.....	49
4.7. DISCUSIÓN	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Clases de Filtros de Ponderación de Frecuencia.....	12
Tabla 2-2: Tipos de Ponderación Temporal.....	14
Tabla 3-2: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido (FFR).....	15
Tabla 4-2: Corrección por nivel de ruido de fondo.....	16
Tabla 1-3: Coordenadas de Ubicación Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (UTM, WGS 84, Zona 17 S)	22
Tabla 2-3: Corrección por nivel de ruido de fondo.....	27
Tabla 1-4: Cuadro del número de frecuencias que salen del terminal.	33
Tabla 2-4: Empresas que tienen frecuencia de origen en el terminal terrestre interprovincial y flota vehicular.....	33
Tabla 3-4: Buses urbanos que brindan servicio en los alrededores del terminal terrestre	34
Tabla104-4: Coordenadas de los puntos de medición de ruido ambiental (UTM, WGS 84, Zona 17 S).....	35
Tabla 6-4: Resultados Monitoreo – Periodo de la mañana (7:00 a 8:00) am.....	48
Tabla 7-4: Resultados Monitoreo – Periodo de medio día (12:00 a 13:00) pm	48
Tabla 8-4: Resultados Monitoreo – Periodo de la tarde (18:00 a 19:00) pm	49

TABLA DE FIGURAS

Figura 1-2: Representación de una Onda Sinusoidal	4
Figura 2-2: Componentes típicos de un sonómetro.....	11
Figura 3-2: Curvas de Ponderación de Frecuencia.....	13
Figura 4-2: Gama de colores para la representación cartográfica de ruido.....	18
Figura 1-3: Ubicación del Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba.	22
Figura 2-3: Flujograma para el monitoreo de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Riobamba.....	23
Figura 1-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 1.....	36
Figura 2-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 1.....	37
Figura 3-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 2.....	37
Figura 4-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 2.....	38
Figura 5-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 3.....	39
Figura 6-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 3.....	40
Figura 7-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 4.....	40
Figura 8-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 4.....	41
Figura 9-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 5.....	42
Figura 10-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 5.....	43
Figura 11-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 6.....	43
Figura 12-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 6.....	44
Figura 13-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 7.....	45
Figura 14-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 7.....	46
Figura 15-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 8.....	46
Figura 16-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 8.....	47

Figura 17-4: Mapa temático de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (periodo de la mañana).	50
Figura 18-4: Mapa temático de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (periodo de medio día).....	51
Figura 19-4: Mapa temático de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (periodo de la tarde).....	52

RESUMEN

Se evaluó la contaminación acústica en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba; destacando los resultados obtenidos del monitoreo de ruido ambiental. Para la obtención de datos se utilizó un sonómetro integrador Tipo I, con ponderación frecuencial A y, respuesta lenta. Se realizaron tres periodos de medición en ocho puntos de medición establecidos, reportando como mínimo 5 muestras de 15 s, durante 10 minutos en cada punto. Los resultados muestran que en los tres periodos establecidos los puntos P1 (entrada de peatones al terminal) con 65.6 dB, P2 (Av. La Prensa y Daniel León Borja) con 66.4 dB y P3 (Av. Daniel León Borja y Epiclachima) con 65.7dB, presentaron un mayor nivel de ruido; superando los límites permisibles de la Normativa Ambiental vigente que establece como valor límite 55dB. Para la obtención de la cartografía temática de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial, se utilizó el Sistema de Información Geográfica ArcGIS mediante la técnica de interpolación IDW (Distancia Inversa Ponderada). Los resultados muestran que el ruido producido en el terminal, es producto de las fuentes externas al mismo, ya que se encuentra en la zona céntrica de la ciudad y está limitado por dos avenidas principales en doble sentido de flujo vehicular; por tanto las actividades económicas y tráfico vehicular que se desarrolla en la periferia de la localidad, son los causantes directos de la generación de ruido.

Palabras clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <RUIDO AMBIENTAL>, <CONTAMINACIÓN ACÚSTICA>, <NIVELES SONOROS>, <MAPA TEMÁTICO>, <IDW>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.

SUMMARY

Acoustic pollution was evaluated in the Interprovincial Terminal of city of Riobamba; highlighting the results obtained from environmental noise monitoring. To obtain data, we used a TIPO I integrating sound level meter, with frequency weighting A and slow response. Three measurement periods were performed at eight established measurement points, reporting at least 5 samples of 15 s, for 10 minutes at each point. The results show that in the three established periods the points P1 (entrance of pedestrians to the terminal) with 65.6 dB, P2 (Av. Daniel León Borja and Eplicachima) with 65.7 dB, presented a higher noise level; surpassing the permissible limits of the current Environmental Regulations that establishes as limit value 55 dB. To obtain thematic mapping of noise from the Interprovincial Terminal, the ArcGIS Geographic Information System was used by the IDW (Inverse Weighted Distance) interpolation technique. The results show that the noise produced in the terminal is a product of the sources external to it, since it is located in the central zone of the city and is limited by two main avenues in double sence of vehicular flow; therefore the economic activities and vehicular traffic that is developed in the periphery of the locality, are the direct cause of the noise generation.

Keywords; <BIOTECHNOLOGY>, <ENVIRONMENTAL ENGINEERING>, <ENVIRONMENTAL NOISE>, <ACOUSTIC CONTAMINATION>, <SOUND LEVELS>, <THEMATIC MAP>, <IDW>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano vive en un mundo lleno de sonidos. La voz humana, la música, los medios de transporte, las máquinas; prácticamente todo lo que nos rodea emite sonidos casi de forma ininterrumpida. La contaminación acústica no es un problema nuevo para el hombre, se debe principalmente al crecimiento de las ciudades a lo largo de los últimos años debido al incremento de diversas actividades socioeconómicas en los núcleos urbanos; siendo esta la causante de mayor preocupación en estas áreas a consecuencia de una densificación poblacional a causa de las diversas actividades socioeconómicas en usos de suelo mixto que incluyen, zonas industriales, residenciales, comerciales, entre otras.

Las personas no se ven afectadas de la misma manera por el ruido; puesto que, existe una gran variación en la sensibilidad individual al sonido, por cuanto va a depender del lugar o trabajo que desempeñan.

A pesar de que la contaminación acústica no es perjudicial para la vida humana; no se puede dejar pasar por alto, por cuanto la exposición repetida al ruido, reduce las horas de sueño, altera la tranquilidad mental y la productividad o la eficiencia en los seres humanos.

Una de las principales fuentes de contaminación acústica es el tráfico vehicular y el incesante uso de la bocina de los vehículos. Las actividades de transporte apoyan el aumento de las demandas de movilidad de los pasajeros y del transporte de mercancías, especialmente en las zonas urbanas. Pero las actividades de transporte, han dado lugar a niveles crecientes de motorización y congestión. Como resultado, el sector del transporte está cada vez más relacionado a los problemas ambientales (Rodríguez, et al, 2017).

Los niveles típicos de ruido se encuentran en las estaciones de buses, causado por el ruido y el bullicio de los terminales y vehículos ruidosos, la estimulación acústica puede tener una amplia gama de efectos sobre las personas, dependiendo del nivel y la situación en la que están expuestos (Rodríguez, et al, 2017).

Por lo general, el estudio sobre la contaminación acústica está orientada a medir los niveles alcanzados en determinados espacios urbanos expresados en dB, dB (A) o L_{eq} , y uno de los usos prácticos es plasmar los resultados en mapas acústicos y priorizar las zonas o calles más ruidosas (Muscar Benasayag, 2000, p.156).

Es por ello que, el presente trabajo técnico “Evaluación de la contaminación acústica en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba”, se ha visto propicio su realización para la obtención de información del área de estudio y su cartografía temática, aplicando el método de interpolación IDW.

1.1. Justificación

El Municipio de Riobamba, ha visto la necesidad imperante de conocer la problemática ambiental referente a la contaminación acústica producida en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba; por cuanto, mediante la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Riobamba, se estableció la información requerida para el desarrollo del presente estudio.

El antes mencionado, permitió recabar y generar información actual de la zona de estudio, de este modo se obtuvo los sitios de mayor influencia de ruido, mediante una metodología adecuada para el monitoreo de ruido ambiental; obteniendo de este modo los resultado de los niveles de ruido originados por diferentes fuentes, los mismos han sido comparados con la Normativa Ambiental Vigente 097 Anexo 5 (Ministerio del ambiente, 2015); de tal manera se ha plasmado en cartografía temática los resultados de los puntos monitoreados.

La posibilidad de crear información como base de referencia servirá para la creación de nuevos objetivos y metas basadas en evidencia, conllevando a la planificación y mejora de la prosperidad urbana; el estudio será fuente importante de información para que las autoridades una vez obtenido los resultados, puedan dar un seguimiento y aplicación de medidas de prevención y control para la contaminación por ruido, lo que ayudará a proteger la salud de la sociedad civil y del ambiente en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar la contaminación acústica del Terminal Interprovincial de la Ciudad de Riobamba.

1.2.2. Específicos

- Caracterizar la zona de estudio del Terminal Terrestre.
- Realizar un plan de monitoreo de ruido ambiental.
- Medir los niveles de ruido ambiental que se producen en el Terminal Terrestre.
- Elaborar la cartografía temática de ruido ambiental del Terminal Terrestre.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sonido

La acústica es la rama de la física que estudia el sonido, definiéndose como una alteración física en un medio (gas, líquido o sólido) que puede ser percibida mediante el oído humano, siendo el aire el principal medio de transmisión. El sonido se caracteriza por las propiedades de las ondas, como son la frecuencia, longitud de onda, amplitud y la velocidad en el aire que es la materia a través de la cual más comúnmente se mueve (Tamir y Beviá, 2007, p.2).

La variación de presión de sonido más simple produce la formación de una onda llamada onda sinusoidal (Figura 1-2).

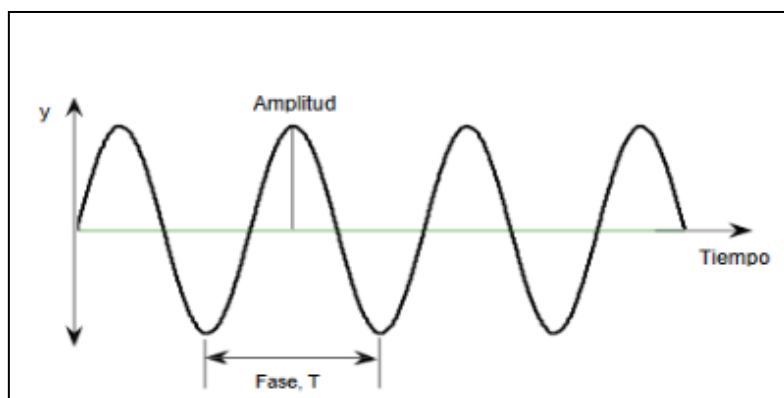


Figura 1-2: Representación de una Onda Sinusoidal

Fuente: Manual del estudiante, 2009, p.15

2.2. Propiedades del sonido

2.2.1. Amplitud

La amplitud o nivel sonoro, es la característica que una onda de sonido posee; a mayor amplitud mayor sensación auditiva, su unidad de medida es el Pascal. Existe un nivel de umbral mínimo y máximo de percepción auditiva; mínimo cuando el sonido no es percibido, y máximo cuando el sonido es percibido pero se corre el riesgo de perder la capacidad auditiva. Siendo subjetiva la percepción de un sonido para cada persona (Domingo, 2010, p.28).

2.2.2. Periodo (P)

Periodo o fase, es el tiempo transcurrido entre dos picos o senos sucesivos. Se relaciona con la frecuencia con la ecuación 1-1: (Pérez, 2003, p.80).

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

Ecuación 1-2

2.2.3. Frecuencia (f)

La frecuencia es el número de ciclos por segundo que una onda sonora completa pasa por un punto. (Manual del estudiante, 2009). Se mide en Hertz (Hz) o ciclos por segundo. Esta magnitud determina el tono de un sonido, es decir si este es grave o agudo; a mayor frecuencia de un sonido éste será más agudo y a menor frecuencia será más grave el sonido. El oído humano está capacitado para oír sonidos de frecuencias comprendidas entre los 20 Hz. y los 20.000 Hz (Pérez, 2003, p.80).

2.2.4. Velocidad del sonido (c)

Velocidad de propagación de las ondas en un medio, dependiendo de las condiciones en las que se encuentre. La velocidad de propagación de la onda es la misma para sonidos de cualquier frecuencia cuando el sonido se propaga en el mismo medio a la misma temperatura. La velocidad del sonido en el aire a condiciones normales es de 345 m/s (Pérez, 2003, p.80).

2.2.5. Longitud de Onda (λ)

El sonido al ser un movimiento ondulatorio se propaga por medio del aire. La longitud de onda es la distancia en metros que una onda acústica ocupa en el medio que se propaga. Esta distancia depende de la velocidad del sonido en el medio de propagación y de la frecuencia (Domingo, 2010, p.18).

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

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

Ecuación 2-2

Donde:

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

λ : Longitud de onda expresada en m

f: frecuencia expresada en Hz.

2.3. Ruido

Ruido es una mezcla compleja de sonidos, dando lugar a una sensación sonora molesta.

Desde el punto de vista físico, sonido y ruido son lo mismo, pero cuando el sonido comienza a ser desagradable, cuando no se desea oírlo, se lo denomina ruido. (García y Garrido, 2003, p.47)

2.3.1. Características del ruido

- Definido como fenómeno acústico al estar integrado por dos componentes, un componente físico (el sonido) y otro componente subjetivo que es la sensación de molestia en el receptor. (Muscar Benasayag, 2000, p.151)
- 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. (Ambientum, 2014)
- Integra a tres elementos independientemente: la fuente (generadora del contaminante), el medio (propagación) y el receptor (individuo o comunidad, con distinta sensibilidad auditiva) (Muscar Benasayag, 2000, p.154).
- Puede generar molestias o lesiones de oído, dando origen a la discapacidad auditiva en las personas (Observatorio de Salud, 2009).
- 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 (Rodrigue, et al., 2017).

2.3.2. Fuentes de ruido

El ruido producido en los últimos años se ha incrementado en los países industrializados como consecuencia del aumento de la densidad poblacional urbana, de la mecanización en la mayoría de las actividades y de la utilización creciente de vehículos de motor en el transporte de personas y mercancías.

2.3.2.1. Tráfico rodado

El tráfico rodado es la fuente de ruido ambiental con mayor índice de afectación a la población. Los automóviles contribuyen en mayor medida a la contaminación acústica en forma continua o discontinua; esparce sus efectos durante toda su trayectoria, convirtiéndose en un foco de contaminación múltiple: atmosférica, acústica, perturbando el orden urbano y el libre o cómodo desplazamiento de los peatones. (Muscar Benasayag, 2000, p.153)

2.3.2.4. Actividades de ocio

Actividades de tipo individual, generadas por la actividad humana y no debida al tráfico, en los que se puede producir un aumento considerable de los niveles sonoros. En este grupo se considera desde las conversaciones hasta sitios de diversión; siendo el segundo parámetro más importante como causa del ruido. (Xunta de Galicia, 2012)

2.3.3. Clases de Ruido

2.3.3.1. Ruido Específico

El ruido específico es un elemento del ruido ambiental que se puede identificar específicamente respecto a otros componentes y que está asociado a una fuente determinada. (ISO, 2005, p.19)

Es el que se cuantifica y evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en norma a través del $L_{K_{eq}}$ (Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido) (Acuerdo Ministerial 097. Anexo 5).

2.3.3.2. Ruido Residual

Es el ruido que permanece en un ambiente determinado, se lleva a cabo la medición siempre y cuando se supriman todos los ruidos específicos en estudio. (ISO, 2005, p.9)

2.3.3.3. Ruido Impulsivo

El ruido impulsivo corresponde a los incrementos de nivel de presión sonora elevado en periodos inferiores a 1 segundo. Como ejemplo de ruidos impulsivos tenemos: campanas de iglesias, detonaciones, manejo de herramientas de impacto, juegos de pelota, sonidos de un avión militar, entre otros. (ISO, 2005, p.11)

2.3.3.4. Ruido Total

Es el ruido global existente está presente en una situación determinada. Comúnmente el ruido total está compuesto por ruidos emitidos por varias fuentes (ISO, 2005, p.9)

2.3.3.5. Ruido Intermitente

Ruidos que solo se pueden observar durante determinados periodos de tiempo que se producen a intervalos regulares o irregulares y son tales que la duración de cada suceso es superior a aproximadamente 5 s. Es propio de ruido de vehículos con poco tráfico, trenes, aviones, compresores. (ISO, 2005, p.11)

2.3.3.6. Ruido de Fondo

Ruido de fondo, que constituye un matiz del ruido ambiental y se caracteriza por la ausencia de un foco o varios focos perturbadores en el exterior, y que equivale a un nivel de presión acústica que supera el 90% de un tiempo de observación suficientemente significativo, en ausencia del ruido objeto de la inspección. (García y Garrido, 2003, p.56)

2.3.3.7. Ruido Rosa

El ruido rosa es un sonido que se propaga de forma plana y se utiliza para realizar la calibración de material sonoro, su nivel sonoro es constante en todas las bandas de octava; utilizada en las mediciones de aislamiento y 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. (INERCO, 2012)

2.4. Ruido Ambiental

Catalogado como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, tráfico rodado, ferroviario y aéreo y, actividades industriales (García y Garrido, 2003, p.49)

El ruido ambiente es un resultado frecuente del transporte en las zonas urbanas; siendo el resultado acumulado de todo el ruido generado por los vehículos (entre 45 y 65 dB), perjudicando a la calidad de vida. (Rodrigue, et al, 2017)

2.5. Unidad de Medida

Al hablar de ruido, técnicamente se habla de presión sonora, su unidad de medida es el Pascal; resultando 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 (Muscar Benasayag, 2000, p.155). El decibel (dB) es un valor relativo y logarítmico, que expresa la relación del valor medido respecto a un valor de referencia. (Domingo, 2010, p.14).

2.6. Equipos de medición de Ruido

2.6.1. Dosímetro

Es una modalidad de sonómetro integrado que indica la dosis total de ruido. Útil para calcular el ruido a la que una persona está sometida. Registra el ruido y lo acumula registrando una suma total sobre una escala en un determinado tiempo; práctico en industrias donde el ruido varía en duración e intensidad, y donde el trabajador cambia de lugares. (Menéndez, 2007)

2.6.2. Calibrador

Instrumento destinado a calibrar la medida que ofrece un sonómetro antes y después de cada serie de mediciones, se debe aplicar al micrófono un calibrador acústico de clase 1 o clase 2 según las características del mismo (ISO 2009, p.8). Consiste en producir un sonido estable a una frecuencia predeterminada. La lectura del sonómetro hace coincidir con este sonido. (Manual del Estudiante, 2009)

Mediante la calibración se puede conocer la precisión e incertidumbre en los aparatos de medida; una calibración, por comparación con los correspondientes valores conocidos de una magnitud medida obtenidos con un equipo patrón. (Bureau, 2008, p.366)

2.6.3. Sonómetro

El sonómetro es el instrumento básico para medir los niveles de presión sonora, en un determinado lugar y un determinado momento. Su funcionamiento se responde al sonido a una aproximación como lo haría el oído humano; su unidad de medición es el decibelio (dB). (Bureau, 2008, p.365)

Se clasifican en función de su precisión en decibelios (dB) y dependiendo de la frecuencia en:

- Sonómetro de Clase 0: De precisión máxima, utilizada en laboratorios y como referencia.
- Sonómetro de Clase 1: De precisión elevada para la medición del nivel sonoro.
- Sonómetro de Clase 2: Tienen una precisión media, útil en mediciones de campo.
- Sonómetro de Clase 3: De baja precisión, empleado para inspecciones.

Modelo Básico:

Toma únicamente el nivel de presión acústica instantáneo de un ruido estable. (Vazques , 2011)

Modelo Integrador:

Los sonómetros integradores-promediadores se emplean para la medición del Nivel equivalente continuo ponderado A ($L_{Aeq, T}$) de cualquier tipo de ruido. (Vazques , 2011)

- El sonómetro está compuesto por las siguientes partes:

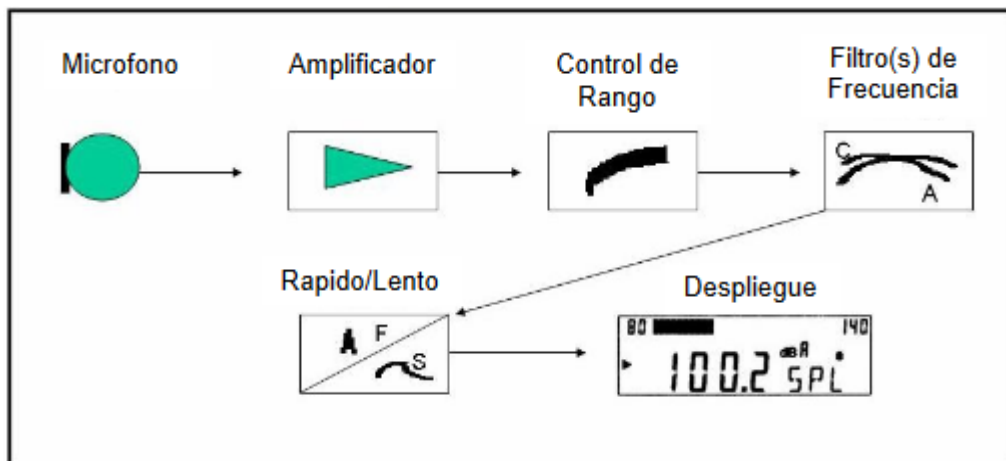


Figura 2-2: Componentes típicos de un sonómetro

Fuente: Módulo del Estudiante, 2009. Ruido, medición y sus efectos.

2.6.3.1. Micrófono

Es un transductor que convierte la señal acústica en señal eléctrica. Es el componente principal del sonómetro y condiciona al resto de sus funciones. El micrófono del sonómetro debe calibrarse antes y después de cada medición mediante un calibrador sonoro suministrado. (Menéndez, 2007)

2.6.3.2. Amplificador

Su objetivo es amplificar la señal del micrófono lo suficiente como para permitir la medida de los niveles más bajos de presión sonora y mantener la amplificación constante. (Sexto, 2000)

2.6.3.3. Ponderación

En las mediciones acústicas se utilizan una serie de ponderaciones, temporales y frecuenciales, para una correcta medición e interpretación de los datos. Tienen por objetivo ajustar los niveles de presión sonora a la respuesta en frecuencia (promedio) del oído humano. (INERCO, 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 (SPL) que se quiera medir, se utiliza curvas isofónicas para ponderar el sonido a medir, ya que la respuesta en frecuencia debe cambiar (Tabla 1-2) (Figura 3-2) (Casado, 2011).

Tabla 1-2: Clases de Filtros de Ponderación de Frecuencia

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 era 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: Vazques , 2011.

Realizado por: Bonifaz P, 2017

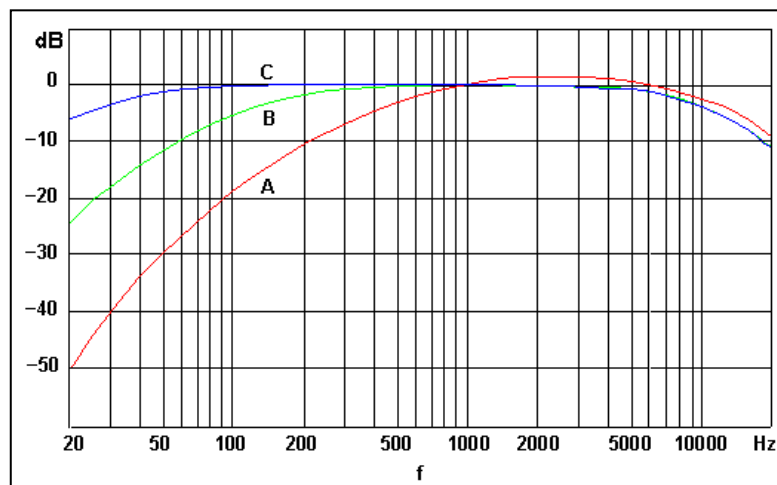


Figura 3-2: Curvas de Ponderación de Frecuencia
Fuente: Miraya, 2010.

La ponderación A es la escala más utilizada, está internacionalmente normalizada, recomendada por la EPA para describir el ruido medioambiental, además se ajusta su curva de ponderación a la respuesta del oído humano; en particular en la medición de los sonidos, se emplea para mediciones de: (Casado, 2011)

- Medición de ruido ambiental.
- Medición de ruido industrial.
- Ruidos de fondo.
- Mediciones para evaluar el daño potencial de sonidos nocivos para la salud. (Casado, 2011)

- *Ponderación temporal*

Para evitar diferencias de lecturas sobre señales sonoras iguales, los períodos de promediación de tiempo están unificados por varias normas internacionales; usualmente los medidores tendrán respuestas de tiempo que se puedan seleccionar, así como: rápida, lenta, impulso y pico (Tabla 2-2) (Pérez de Siles, 2001)

Tabla 2-2: Tipos de Ponderación Temporal

LENTA	El instrumento responde lentamente ante los eventos sonoros. El promediado de tiempo es de aproximadamente un segundo.
RÁPIDA	Brinda una respuesta al estímulo sonoro más rápida. La constante de tiempo es menor (0.125 segundos) y por tanto, puede reflejar fluctuaciones poco sensibles a la ponderación anterior.
IMPULSIVO	Tiene una constante de tiempo muy pequeña (35 milisegundos). Se emplea para determinar cómo influye en el oído humano la intensidad de sonidos de corta duración.
PICO	Permite cuantificar niveles picos de presión sonora de muy corta duración (50 microsegundos). Puede determinar el riesgo de daño auditivo ante los impulsos.

Fuente: Sexto, 2000

2.7. Índices de valoración de ruido

2.7.1. Nivel de Presión Sonora (*L* o *NPS*)

Es el nivel de presión sonora uniforme y constante que contiene la misma energía que el ruido producido, que se obtiene con una ponderación frecuencial y una ponderación temporal normalizada (Ecuación 3-2) (Acuerdo Ministerial 097. Anexo 5).

$$NPS = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) dB$$

Ecuación 3-2

Donde:

P= presión sonora en N/m² o Pascal.

P₀= presión de referencia 2x10⁻⁵ N/m² o Pascal.

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

El *L_{eq}* o Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente se define como el nivel de un ruido continuo que contiene la misma energía que el ruido medido, y consecuentemente también

posee la misma capacidad de dañar el sistema auditivo. Básico para cualquier medida de ruido desde el punto de vista técnico y normativo; permite diferenciar entre actividades y usos de suelo, en cuanto a niveles permisibles (Tabla 3-2) (Ecuación 4-2) (Moreno y Martínez, 2005, p. 159).

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

Ecuación 4-2

Donde:

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

n = número de mediciones

Tabla 3-2: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido (FFR)

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	L _{Keq} (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 L _{Keq} más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: usos de suelo Residencial + ID2 L _{Keq} para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45 dB	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del L _{Keq} para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4	

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015. Acuerdo Ministerial 097. Anexo 5

2.7.3. Niveles Corregidos

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 4-2).

Tabla 4-2: Corrección por nivel de ruido de fondo

Diferencia aritmética entre NPS de un FFR y NPS _{EQ} 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: Ministerio del Ambiente, 2015. Acuerdo Ministerial 097. Anexo 5

2.8. Mapas de Ruido

Mapa de ruido es la representación cartográfica del nivel de ruido acústico actual o futuro de una zona determinada. Este mapa es útil porque determina el grado de ruido al que está expuesto un determinado grupo de personas, a partir del diagnóstico se realizan planes para prevenir y reducir el ruido ambiental, en especial cuando éste es perjudicial para la salud (Hidalgo, 2010).

En cualquier espacio en el que se realicen actividades ruidosas es necesario realizar el mapa de ruido por cuestiones de salud pública y de compromiso con el medio ambiente con el fin de evaluar la contaminación y actuar en el espacio afectado. Un mapa de ruido es confiable cuando se interpretan de manera correcta los datos recopilados en el estudio (iberacústica, 2007).

El objetivo de la realización de un mapa de ruido es:

- Conocer y dar información tanto de la situación acústica como de las medidas que se toman para mejorarla o mantenerla en el caso de que ésta resulte adecuada.
- Elaborar planes de acción para la mejora y mantenimiento de las condiciones cuando éstas son favorables. (TrasguNet, 2016).

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.
- Por medio de Colores, en cuyo caso los puntos cuyo nivel de presión sonora es igual se representan con un mismo color. (iberacústica, 2007).

2.8.1. Elaboración de mapas de ruido

Los Sistemas de Información Geográfica 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 (Johnston, et al., 2001, p.51).

2.8.1.1. 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. (Johnston, et al., 2001, p.131)

2.8.1.2. IDW (Distancia Inversa Ponderada)

IDW asume que la superficie está siendo impulsada por variación local. Funciona mejor si los puntos de muestreo están distribuidos uniformemente por toda la zona y si no están agrupados. La superficie calculada usando IDW depende de la selección de un parámetro de potencia y la estrategia de búsqueda. IDW es un interpolador exacto, donde los valores máximo y mínimo en la superficie interpolada sólo pueden ocurrir en los puntos de muestreo (Johnston, et al., 2001, pp.114-117).

2.8.2. 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 para la representación de mapas de ruido; pudiendo representar los puntos de muestreo y valores agregados, mediante una gama de colores (Figura 4-2).

Nivel Sonoro (dB)	Nombre del Color	Color	Trama
< 35	Verde claro		Puntos pequeños, densidad baja.
35 - 40	Verde		Puntos medianos, densidad media.
40 - 45	verde Oscuro		Puntos grandes, densidad alta.
45 - 50	Amarillo		Líneas verticales, densidad baja.
50 - 55	Ocre		Líneas verticales, densidad media.
55 - 60	Naranja		Líneas verticales, densidad alta.
60 - 65	Cinabrio		Entramado de cruces, densidad baja.
65 - 70	Carmin		Entramado de cruces, densidad media.
70 - 75	Rojo Lila		Entramado de cruces, densidad alta.
75 - 80	Azul		Rayas verticales anchas.
80 - 85	Azul Oscuro		Totalmente negro

Figura 4-2: Gama de colores para la representación cartográfica de ruido.

Fuente: (UNE ISO 1996-2:1997)

2.9. Contaminación Acústica

La contaminación acústica es un factor ambiental importante, que produce el sonido molesto e intempestivo; proveniente de actividades urbanas e instalaciones industriales, generada por emisiones sonoras que afectan de manera directa o indirecta a la calidad de vida del hombre por medio del sentido del oído que da lugar a la percepción de sonidos no deseados y la generación de trastornos fisiológicos y psicológicos (Domingo, 2010).

Difiere de otro tipo de contaminante al no presentar olor, color, desaparecer cuando la fuente se apaga, no deja rastro, no se transporta o acumula en el ambiente una parte de la población, considera que la exposición al ruido es importante al presentar un déficit en su sistema auditivo, pero en realidad esta modificación en su sistema se produce por la exposición a ruido durante tiempos prolongados (González, 2014).

En la mayoría de las ciudades, el tráfico es el máximo responsable de la contaminación acústica. Existe evidencia que confirma que la contaminación acústica tiene efectos tanto temporales como permanentes en los humanos y otros mamíferos, a través de los sistemas endocrino y nervioso. Además la contaminación acústica interfiere en la capacidad para comprender una conversación normal y puede conducir a un número de discapacidades personales y cambios en el comportamiento. (Observatorio de Salud, 2009)

2.9.2. Control de la contaminación acústica

Como todas las demás contaminaciones, la contaminación acústica debe controlarse mediante medidas que regulen los niveles de ruido aceptables para los seres humanos. Es evidente que el ruido no es sólo una molestia, sino que es un serio problema ambiental y un peligro para la salud (Muscar Benasayag, 2000, p.158).

Todo indica que nos enfrentamos a un problema ambiental, para el que se proponen múltiples soluciones que solo se podrá mitigar a través de:

1. Planificación u ordenación ambiental; se deben realizar estudios de impacto en toda planificación urbana, zonificando y aislando espacialmente las actividades ruidosas
2. Convertir paulatinamente los espacios centrales urbanos en zonas peatonales,
3. “Pacificar el tráfico” limitando el uso del coche “el cual debe ser una opción y no una necesidad,
4. Campañas de sensibilización ciudadana, educar en el silencio y en el ruido.
5. Aplicación de normativas que reformulase y regule las ordenanzas municipales y sirvan como estrategias de control (Muscar Benasayag, 2000, p.159).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Datos geográficos del cantón Riobamba

3.1.1. Localización

El cantón Riobamba está situado a 2.754 metros sobre el nivel del mar, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito. Se encuentra a 175 km al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central y es la capital de la Provincia de Chimborazo. (PDOT-Riobamba, 2015-2030)

Y sus límites geográficos son: Norte el Cantón Guano y Penipe, Sur: Cantón Colta y Guamote, Este: Cantón Chambo, Oeste: Provincia de Bolívar (PDOT-Riobamba, 2015-2030).

3.1.2. Extensión Territorial

La extensión territorial de la ciudad de Riobamba es de 979.70 km².

3.1.3. División política

El cantón Riobamba está constituido por cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes; y de once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijés, San Luis, Pungalá y Licán. (PDOT-Riobamba, 2015-2030).

3.1.4. Clima

El clima en la Ciudad de Riobamba es por lo general frío y consta de dos estaciones, una húmeda y una seca. Los vientos en Riobamba pueden producir una sensación térmica de casi

0°C en algunas épocas del año la máxima temperatura diaria puede alcanzar los 25°C a 27°C (PDOT-Riobamba, 2015-2030).

3.1.5. Transporte

Riobamba cuenta con una red de vías de primer orden, asfaltadas casi en su totalidad en el área que corresponde al perímetro urbano. El acelerado crecimiento del parque automotor en la ciudad torna cada vez más complejo el tráfico vehicular, especialmente en vías principales de la ciudad y zonas de alta concentración de personas, como la zona comercial, los mercados de la ciudad, sectores cercanos a las Universidades y centros comerciales. (PDOT-Riobamba, 2015-2030)

El sistema de transporte del cantón cuenta con diferentes modalidades, transporte intra cantonal urbano, intra cantonal rural, inter provincial e intra provincial de acuerdo a los datos de la Agencia Nacional de Tránsito. La ciudad cuenta con el servicio de 7 operadoras con un total de 183 vehículos, cubriendo todo el perímetro mediante el recorrido de 16 líneas de buses. Además posee transporte de taxis, taxis ejecutivos, alquiler de camiones, camionetas, etc. (PDOT-Riobamba, 2015-2030)

Respecto al transporte inter e intra provincial, la ciudad cuenta con el servicio del Terminal Terrestre Interprovincial, lugar estratégico para el arribo y traslado tanto de buses como de usuarios, permitiendo una interconexión con la mayor parte de provincias del país, siendo ventaja competitiva con el resto de ciudades intermedias. (PDOT-Riobamba, 2015-2030)

3.2. Identificación de la zona de estudio

3.2.1. Ubicación

El Terminal Terrestre Interprovincial del Cantón Riobamba está ubicado en el sector noreste de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo en la Parroquia Lizarzaburu, Barrio Santa Faz, delimitada entre las Av. Daniel León Borja, Av. Eplicachima, Calle Princesa Toa y Av. De la Prensa. (Tabla 1-3)(Figura 1-3)

Tabla 1-3: Coordenadas de Ubicación Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (UTM, WGS 84, Zona 17 S)

Este (X)	Oeste (Y)
759982	9815941
759972	9815949
759965	9815923
759998	9816110

Realizado por: Bonifaz P., 2017



Figura 1-3: Ubicación del Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba.

Fuente: Google Earth, 2017

Realizado por: Bonifaz, P., 2017

3.3. Métodos

3.3.1. Monitoreo de ruido ambiental

Para proceder a la realización del monitoreo de ruido ambiental en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba se estableció el siguiente esquema (Figura 2-3).

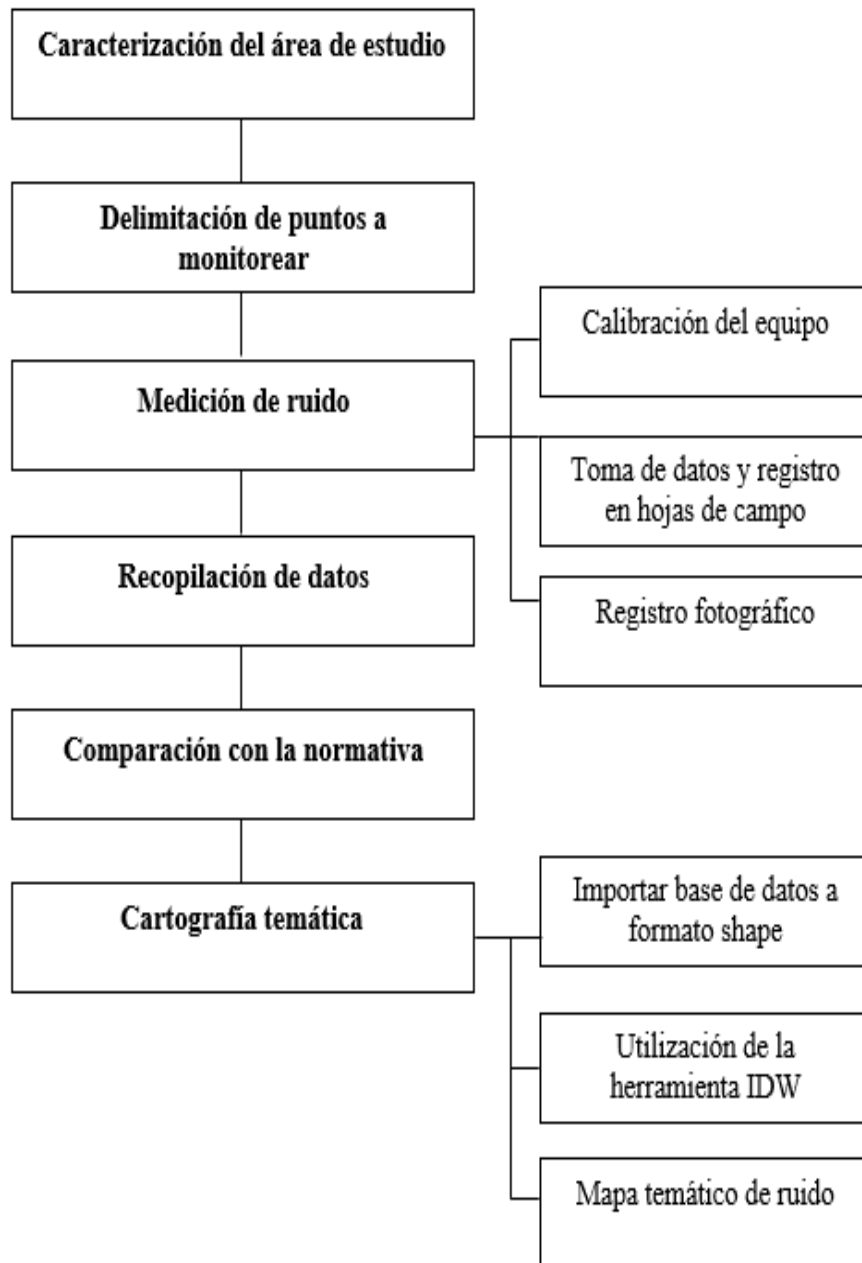


Figura 2-3: Flujograma para el monitoreo de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Riobamba

Realizado por: Bonifaz, P., 2017

3.3.1.1. Caracterización del área de estudio

Mediante la respectiva autorización por parte de la administración del terminal; se realizó varios recorridos por las instalaciones e inmediaciones del terminal terrestre, siendo fuente importante para la recopilación de información.

3.3.1.2. Ubicación de puntos a ser monitoreados

Los puntos de monitoreo se determinaron mediante una inspección previa a las instalaciones del terminal terrestre, donde se identificó las zonas de mayor generación de ruido. Se determinaron de acuerdo a la metodología de (Bureau, 2008), indica que el número y ubicación de puntos dependerá de la superficie y fuentes de ruido mayormente localizadas, debiéndose tomar como punto de medida las esquinas y los puntos medios de cada lado del perímetro del lugar de estudio en los que la percepción de las diferentes actividades sea clara. Una vez localizados los puntos se procede a su ubicación en coordenadas geográficas mediante el uso de GPS en DATUM WGS84.

3.3.1.3. Equipos para el monitoreo de ruido

Para el monitoreo de ruido ambiental, se utilizó los siguientes equipos:

- Sonómetro Integrador Tipo I, marca Delta OHM HD2010UC
- Calibrador HD 9101
- GPS marca Magellan eXplorist GC
- Pantalla antiviento
- Tripode
- Cargador de pilas recargables

3.3.1.4. Calibración del equipo

Para la Calibración del equipo por comparación de sonómetros, se aplicó el siguiente procedimiento:

- a) Se usa un micrófono de referencia
- b) El micrófono a ser calibrado se somete a la misma presión sonora que el micrófono de referencia.
- c) Se establece la comparación con los NPS de ambos micrófonos y conociendo la sensibilidad del micrófono de referencia es posible determinar la sensibilidad del micrófono en evaluación, mediante la ecuación 1-3

$$M_t = M_{ref} + L_t - L_{ref}$$

Ecuación 1-3

Donde:

M_t = Sensibilidad del micrófono en evaluación

M_{ref} = Sensibilidad del micrófono de referencia

L_t L_{ref} = NPS medidos para los respectivos micrófonos

Calibración por ruido rosa

Se ubica dos sonómetro a la misma altura y a la misma distancia de la fuente sonora; ésta emitirá un sonido particular, creando un triángulo espectral para que el sonido no sea reflejado por ninguna otra fuente, siendo importante para que los micrófonos capten el sonido de forma simultánea y los sonómetros den una lectura similar o pareja.

3.3.1.5. Medición de nivel de ruido equivalente

La medición de ruido se realizó en base a lo establecido 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. (Ministerio del Ambiente, 2015). Se utilizó la ecuación 2-3

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

Ecuación 2-3

Donde:

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

n = número de mediciones

A continuación se detalla las consideraciones para realizar la medición de nivel de ruido equivalente:

- Horarios de medición: mañana (07h00-08h00), medio día (12h00-13h00) y tarde (18h00-19h00).
- El operador debe alejarse lo máximo posible del equipo de medición, para evitar apantallar el ruido.
- Las mediciones deben realizarse en días estratégicos: libres de lluvia, truenos, viento o interferencia de ruidos ocasionales.
- El sonómetro fue programado con la ponderación temporal (lenta) y escala equivalente a la frecuencia de ponderación frecuencial A; fue ubicado a 1,3 metros del suelo mediante un trípode de soporte, evitando estructuras reflectantes que pudiesen interferir en el momento de la medición.
- Antes y después de cada medición, se debe realizar la calibración del equipo.
- Se aplicó el método de 15 segundos para el tiempo de medición; se toman y reportan un mínimo de 5 muestras de 15 segundos cada una.
- Los datos emitidos por el sonómetro ($L_{A,max}$ $L_{A,min}$ $L_{A,eq}$); se registraron en hojas de campo evidenciando los datos obtenidos durante el tiempo de medición, reportando 5 muestras con repeticiones de 15 segundos cada una, con un total de 120 datos obtenidos en campo.
- La serie de muestras reportadas se considerará válida, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos en ella, sea menor o igual a 4 dB.
- Como evidencia se va realizando un registro fotográfico de cada punto monitoreado.

3.3.1.6. Medición de ruido de fondo

Se aplicó la misma metodología descrita anteriormente para el nivel de ruido equivalente NPSeq, para tener como resultado el promedio logarítmico del ruido de fondo en cada uno de los puntos, siempre y cuando se desarrolle en condiciones de ausencia de ruido generado por la fuente.

Los valores de ruido de fondo fueron tomados, en días estratégicos, libres de lluvia, desde las 12h00 am a 02h00 am, siendo las horas con menos influencia de actividades en el sector.

3.3.1.7. Correcciones Aritméticas

Se aplicó la norma ambiental vigente para ruido, Acuerdo Ministerial Nro. 097 Anexo 5 Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. Se aplica para los datos de nivel de ruido equivalente y datos de nivel de ruido de fondo de acuerdo a la tabla 2-3

Tabla 2-3: Corrección por nivel de ruido de fondo

Diferencia aritmética entre NPS de un FFR y NPS _{EQ} 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: (Ministerio del Ambiente, 2015) Acuerdo Ministerial 097. Anexo 5

3.3.1.8. Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido

- El nivel de ruido específico se calculó mediante la ecuación 3-3

$$\mathbf{Ruido\ específico = Ruido\ Total - K}$$

Ecuación 3-3

Donde:

K= corrección por ruido residual

- Para la constante K (corrección debido a la contribución de ruido residual), se utilizó la ecuación 4-3

$$K = -10 \log (1 - 10^{-0,1\Delta L})$$

Ecuación 4-3

Donde:

ΔL = Ruido total promedio – ruido residual promedio ΔL

- Corrección de presión sonora equivalente, se utilizó la ecuación 5-3:

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

Ecuación 5-3

Donde:

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

3.3.1.9. Recopilación de datos

Se elaboró una hoja de cálculo en Excel en el que constan todos los datos obtenidos durante las mediciones, la que consta de los siguientes datos:

- Punto de monitoreo y su correspondiente descripción
- Coordenadas geográficas
- Fecha y hora de medición
- Datos de nivel de presión sonora máximo y su promedio (NPSmax [dB(A)])
- Datos de nivel de presión sonora mínimo (NPSmin [dB(A)])
- Datos de nivel de presión sonora equivalente ($L_{Aeq,t}$ [dB(A)])
- Datos de nivel de ruido de fondo
- Valor de corrección (k)
- Datos de nivel de presión sonora equivalente corregido (L_{keq})
- Cumplimiento con la normativa

3.3.2 Mapa Temático de Ruido

- 1) Las coordenadas geográficas de los puntos de monitoreo de ruido se almacenaron en un hoja de cálculo en el software Excel y se guardó en formato .xls, con sus respectivas etiquetas de descripción (id, x, y, z (dB)).
- 2) Añadir la hoja de Excel al software Arcmap 10.3, para esto se ubicó la dirección del archivo que contiene los datos desde el Arc catalogo (Add Data)
- 3) Una vez añadido la hoja de Excel al programa, se visualizó los datos con el comando (Display XY Data), se despliega una ventana donde se configuro el sistema de coordenadas proyectadas, en este caso UTM WGS 1984 Zona 17S, una vez configurado se visualizó los puntos tomados en campo, que contenían la información de ruido.
- 4) Se almaceno la información desplegada en pantalla a formato shape para su procesamiento para esto se usó la herramienta Data – Export Data.
- 5) Para interpolar los datos de ruido se implementó el siguiente procedimiento:
 - Para realizar una interpolación se necesita que los puntos tengan como uno de sus atributos la información a ser procesada, en este caso los niveles de ruido.
 - En la ArcToolBox se selecciona **3D ANALYST TOOLS/RASTER INTERPOLATION**, se despliegan los métodos conocidos en la mayoría de paquetes que realizan interpolación como por ejemplo: **IDW** (Ponderación de distancia inversa, es utilizada cuando tenemos un conjunto de datos bien distribuidos en el área), **Spline** (aconsejado para puntos bien repartidos en la superficie a calcular), **kriging** (cuando no se tiene una buena cobertura de puntos en la superficie), **Natural neighbors** (datos relativamente suficientes en la superficie a calcular).
 - Seleccionamos IDW y se configura las opciones que tiene la herramienta, obteniendo como resultado una imagen raster que contiene la información de ruido presente en el área de estudio.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la zona de estudio

Para la zona de estudio se tomó como referencia las instalaciones internas y externas del terminal terrestre y las actividades económicas de la zona, siendo detalladas a continuación:

4.1.1. Características Internas del Terminal Terrestre Interprovincial

El terminal está constituido por una nave principal en la que se desarrolla el funcionamiento habitual del mismo; el cual consta de, 20 oficinas que arriendan las diferentes cooperativas de transporte para la venta de boletos, servicios de encomiendas y oficinas administrativas para el cobro de servicios básicos, locales comerciales para el servicio de alimentación y venta de periódicos, oficina para información turística, islas para varios servicios adicionales, baterías sanitarias, salas de espera, andenes de revisión vehicular, de salida y llegada de pasajeros.

Actividad Económica

Las principales actividades que se desarrolla dentro del terminal están: Actividades de frecuencias, servicio de transporte interprovincial y recaudación por concepto de arriendos que está bajo la responsabilidad de Rentas.

Áreas

- *Área administrativa*

La Administración del Terminal, constituye el ente global del lugar en la que se encuentran las principales autoridades que se encargan del desarrollo y planificación habitual del mismo.

- *Área de boletería*

El terminal consta de 20 oficinas que arriendan las diferentes cooperativas de transporte para la venta de boletos y servicios de encomiendas; algunas cooperativas prestan el servicio de encomiendas en los exteriores del terminal.

- *Área de espera*

Distribuida en dos partes de la nave del terminal, junto a las oficinas de boletería, y al área de recaudación; los usuarios hacen uso de la misma hasta que el servicio de transporte llegue en un tiempo estimado para cumplir el horario de salida.

- *Área de embarque*

De acuerdo con los turnos establecidos para cada cooperativa, los transportes se ubican en 9 estacionamientos para que los usuarios hagan uso de los mismos según su lugar de destino.

Esta área también cuenta con el servicio de Ventas Varias; conformada por 17 casetas perteneciente a la “Asociación de Pequeños Comerciantes del Terminal”.

- *Entrada y salida de vehículos*

La entrada y salida de vehículos están ubicados en la calle Eplicachima. La entrada cuenta con la caseta de control de ingreso, en la que labora una persona que es la encargada del cobro del valor de entrada del vehículo, dependiendo del tipo de vehículo y su finalidad; en el caso de los buses, se otorga un ticket en el que se detalla la hora de ingreso y cooperativa a la pertenece cada unidad.

- *Garita de control*

Interviene la Policía Nacional, ubicada en la zona de embarque, se recepta los registros de usuarios de cada empresa de transporte que sale del terminal.

- *Baterías sanitarias*

El servicio de baterías sanitarias está distribuido en 4 sitios que cubren toda el área del terminal, cada sitio labora un responsable en turnos establecidos para el control y limpieza de los mismos.

- *Oficinas de servicios básicos*

Son oficinas de recaudación; las mismas que brindan los siguientes servicios:

- a) Empresa Eléctrica (EERSA)
- b) Punto de Recaudación (agua potable y varios servicios)
- c) Recaudación Municipal
- d) CNT
- e) Catastro Turístico
- f) Unión de Cooperativas de Transporte Chimborazo

- *Comercio*

El terminal cuenta con 4 locales comerciales para el servicio de alimentación y venta de periódicos, y 4 islas para varios servicios adicionales.

- *Horarios de atención*

El horario de atención al público son las 24 horas los 365 días del año; distribuidos en los siguientes turnos:

- Turno 1: 02H00 a.m. a 08H00 a.m.
- Turno 2: 08H00 a.m. a 14H00 p.m.
- Turno 3: 14H00 p.m. a 23H00 p.m.

El horario de funcionamiento es a partir de las 2:00 am a 10:00 pm, existiendo un control de frecuencias según contratos de operación para que las diferentes cooperativas cubran el horario estipulado. Fuera de los horarios de funcionamiento el terminal consta con cámaras de vigilancia en áreas estratégicas, así como también guardias de seguridad para el bienestar de los usuarios.

Número de frecuencias de las diferentes operadoras

Tabla 1-4: Cuadro del número de frecuencias que salen del terminal.

TURNO	No. DE FRECUENCIAS
Primer turno	92
Segundo Turno	127
Tercer turno	127
Total Frecuencias	336

Fuente: Padilla César. Administrador del Terminal

Realizado por: Bonifaz P., 2017

Tabla 2-4: Empresas que tienen frecuencia de origen en el terminal terrestre interprovincial y flota vehicular.

COOPERATIVA	FLOTA VEHICULAR
1. Cooperativa ALAUSI	29 UNIDADES
2. Cooperativa VENCEDORES:	21 UNIDADES
3. Cooperativa UNIDOS	32 UNIDADES
4. Cooperativa RIOBAMBA EXPRESS	2 UNIDADES
5. Cooperativa 10 DE NOVIEMBRE	29 UNIDADES
6. Cooperativa CHUNCHI:	12 UNIDADES
7. Cooperativa RIOBAMBA:	46 UNIDADES
8. Cooperativa 22 DE JULIO:	25 UNIDADES
9. Compañía CONDORAZO:	11 UNIDADES
10. Cooperativa SAN JUAN:	20 UNIDADES
11. Cooperativa ECUADOR:	21 UNIDADES
12. Cooperativa PATRIA	69 UNIDADES
13. Cooperativa CHIMBORAZO	21 UNIDADES
14. Cooperativa FLOTA BOLIVAR	43 UNIDADES
15. Cooperativa ATENAS	25 UNIDADES
16. Cooperativa ANDINA	13 UNIDADES
17. Cooperativa COLTA	23 UNIDADES
18. Cooperativa PANAMERICANA INTERNACIONAL	65 UNIDADES
19. Cooperativa OCCIDENTALES	63 UNIDADES
20. Cooperativa CEVALLOS	33 UNIDADES
21. Cooperativa BAÑOS	113 UNIDADES
22. Cooperativa EXPRESSO BAÑOS	36 UNIDADES
23. Cooperativa SAN FRANCISCO	53 UNIDADES
24. Cooperativa SANGAY	15 UNIDADES

Fuente: Padilla César. Administrador del Terminal

Realizado por: Bonifaz P., 2017

4.1.2. Características Externas del Terminal Terrestre Interprovincial

El terminal terrestre es considerado una zona altamente comercial, por su ubicación está rodeado de una gran diversidad de comercios al servicio tanto para los usuarios del terminal como para ciudadanía riobambeña; en las calles colindantes con el terminal, se encuentra la cooperativa de taxis “La Terminal”; así como también diferentes líneas de buses que prestan servicio en recorridos tanto de norte a sur como de sur a norte.

Tabla 3-4: Buses urbanos que brindan servicio en los alrededores del terminal terrestre

No. DE LÍNEA	RECORRIDO
Línea 1	Canónigo Ramos y continua por Av. Daniel León Borja y viceversa
Línea 2	Canónigo Ramos y continua por Av. Daniel León Borja y viceversa
Línea 3	Canónigo Ramos y continua por Av. Daniel León Borja y viceversa
Línea 7	Canónigo Ramos y continua por Av. Los Héroe y viceversa
Línea 9	Canónigo Ramos y continua por Av. Los Héroe y viceversa
Línea 10	Canónigo Ramos y continua por Av. Los Héroe y viceversa
Línea 11	Canónigo Ramos y continua por Av. Los Héroe y viceversa
Línea 13	Av. Pedro Vicente Maldonado y continua por Av. La Prensa y viceversa
Línea 14	Av. Pedro Vicente Maldonado y continua por Av. La Prensa y viceversa
Línea 15	Av. Pedro Vicente Maldonado y continua por Av. La Prensa y viceversa
Línea 16	Canónigo Ramos y continua por Av. Los Héroe y viceversa

Fuente: Padilla César. Administrador del Terminal

Realizado por: Bonifaz, P., 2017

Entre las principales actividades comerciales que se desarrollan en los alrededores del terminal se encuentran: sedes de las principales cooperativas de transporte, cooperativa de taxis “La Terminal”, zona de comida (Agachaditos), restaurantes, hoteles, vulcanizadoras, tiendas de abastos, basares, farmacias, peluquerías, iglesia, unidad de policía comunitaria (UPC), locales varios

4.1.3. Uso de suelo del terminal

De acuerdo con la Ordenanza Municipal Nro 05 Uso de suelo del cantón Riobamba, el terminal se encuentra ubicado en el sector P3-S2 y sector P7-S1 (Ver Anexo A); mediante esta indicación, conjunta con la normativa vigente de ruido Acuerdo Ministerial Nro. 097 Anexo 5, se establece que el terminal pertenece al tipo de uso de suelo de “Uso Múltiple (MT)” al encontrarse en dos tipos de suelo (Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2) y Residencial (R1)), teniendo como límite permisible 55dB (Ministerio del Ambiente, 2015).

4.2. Puntos de Monitoreo

Después de realizar la caracterización de la zona de estudio del terminal se determinó los sitios más significativos en niveles de ruido producidos que inciden en la rutina de transeúntes y vecinos de la localidad. Se identificó ocho puntos para el monitoreo de ruido en el Terminal Terrestre Interprovincial (Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Coordenadas de los puntos de medición de ruido ambiental (UTM, WGS 84, Zona 17 S)

N°	UBICACIÓN		CÓDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Norte	Este		
1	760072	9816080	P1	Av. La Prensa (entrada de usuarios al terminal)
2	759982	9815941	P2	Av. La Prensa y Daniel León Borja
3	759972	9815949	P3	Av. Daniel León Borja y Eplicachima
4	759981	9815956	P4	Av. Daniel León Borja y Eplicachima (entrada de buses al terminal)
5	760009	9816008	P5	Patio de maniobras
6	759960	9816008	P6	Av. Daniel León Borja y Eplicachima (salida de buses del terminal)
7	759965	9815923	P7	Eplicachima y Rey Cacha
8	759998	9816110	P8	Rey Cacha y Av. La Prensa

Realizado por: Bonifaz P., 2017

4.4. Resultados de Monitoreo

4.4.1. PUNTO 1

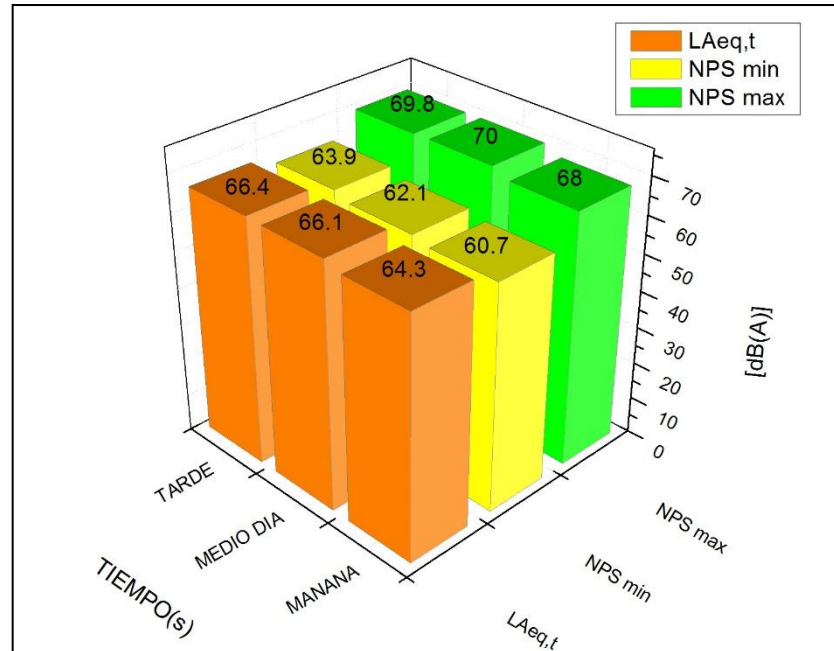


Figura 1-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 1.

Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 1 expuestos en la figura 1-4; los valores obtenidos de nivel de presión sonora equivalente en los tres periodos, presenta un mayor nivel de ruido en la tarde con 66.4 dB seguido a medio día con 66.1 dB y la mañana con 64.3 dB, siendo horarios con mayor desarrollo de actividades generadoras de ruido, además el punto P1 está ubicado en la entrada de peatones al terminal y colinda con la Av. La Prensa; los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

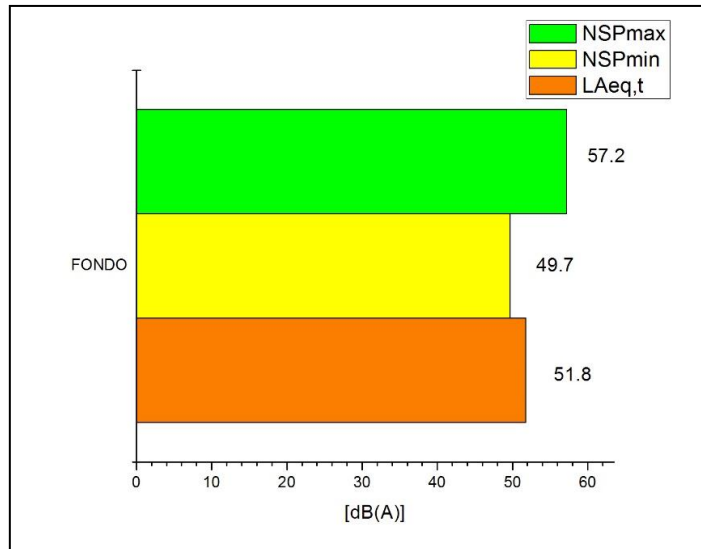


Figura 2-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 1.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 1 para ruido de fondo expuestos en la figura 2-4; el nivel presión sonora equivalente fue de 51.8 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.4.2. PUNTO 2

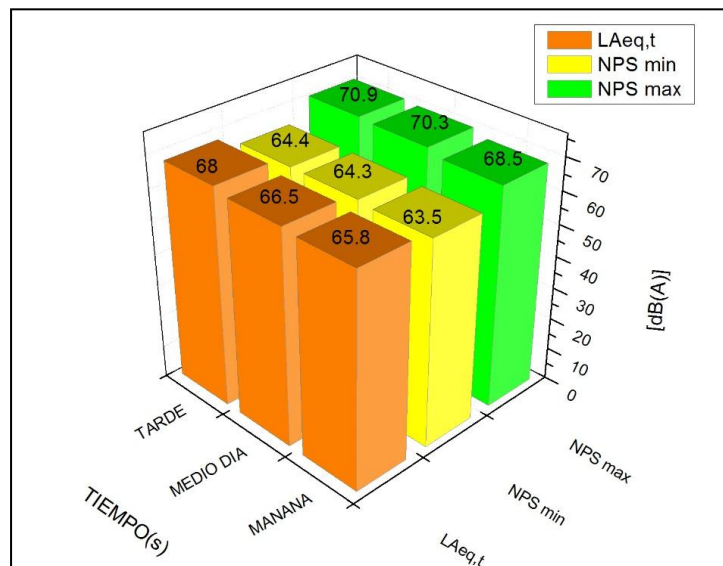


Figura 3-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 2.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 2 expuestos en la figura 3-4; los valores de nivel de presión sonora equivalente en los tres periodos, presentan un mayor nivel de ruido en la tarde con 68 dB, seguido por medio día con 66.5 dB y mañana con 65.8 dB. El punto P2 al estar ubicado en la esquina de dos avenidas principales y colindar con un redondel de intercambio vehicular diario, está sujeto a diferentes fuentes de ruido; los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

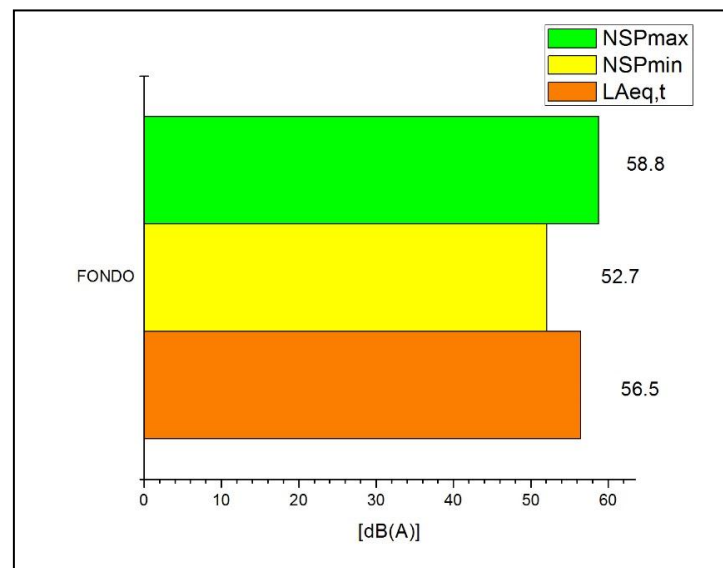


Figura 4-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 2.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 2 para ruido de fondo expuestos en la figura 4-4; el nivel presión sonora equivalente fue de 56.5 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.4.3. PUNTO 3

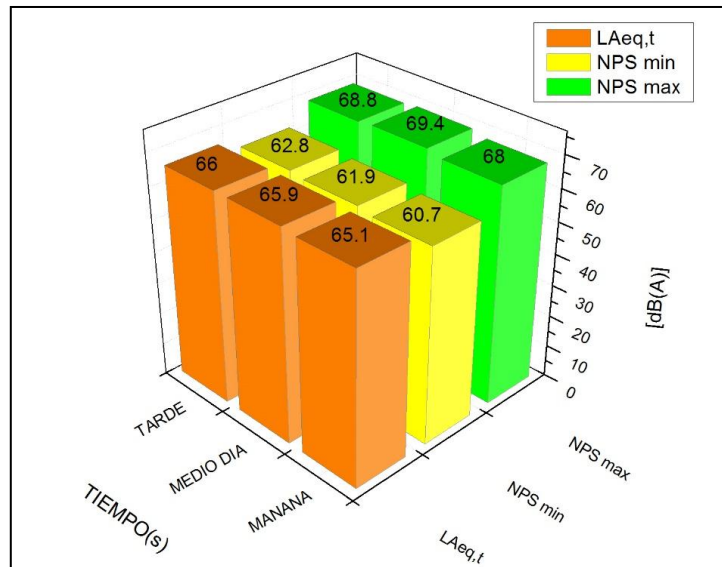


Figura 5-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 3.

Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 3 expuestos en la figura 5-4; los valores de nivel de presión sonora equivalente en los tres periodos, presentan un mayor nivel de ruido en la tarde con 66 dB, seguido por medio día con 65.9 dB, y la mañana con 65.1 dB. El punto P3 al estar ubicado en la Av. Daniel León Borja y cercano a una parada de buses, recibe la influencia diaria de diversas actividades generadoras de ruido; los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

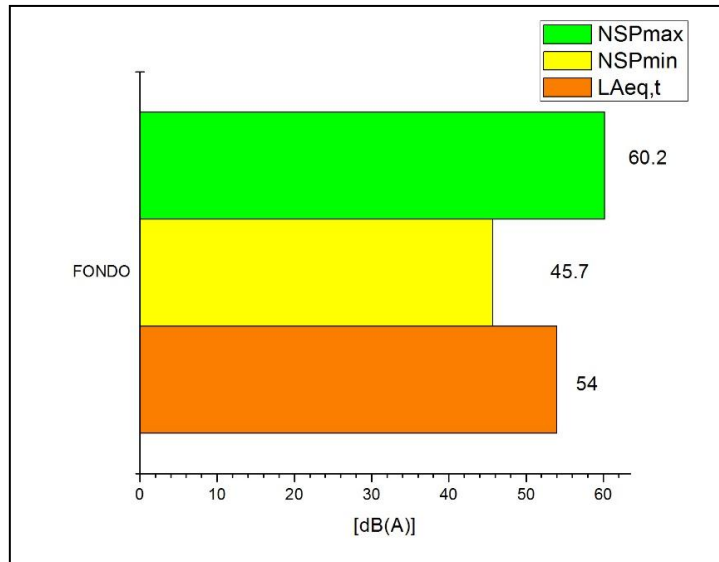


Figura 6-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 3.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 3 para ruido de fondo expuestos en la figura 6-4; el nivel de presión sonora equivalente presentó un valor de 54 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.4.4. PUNTO 4

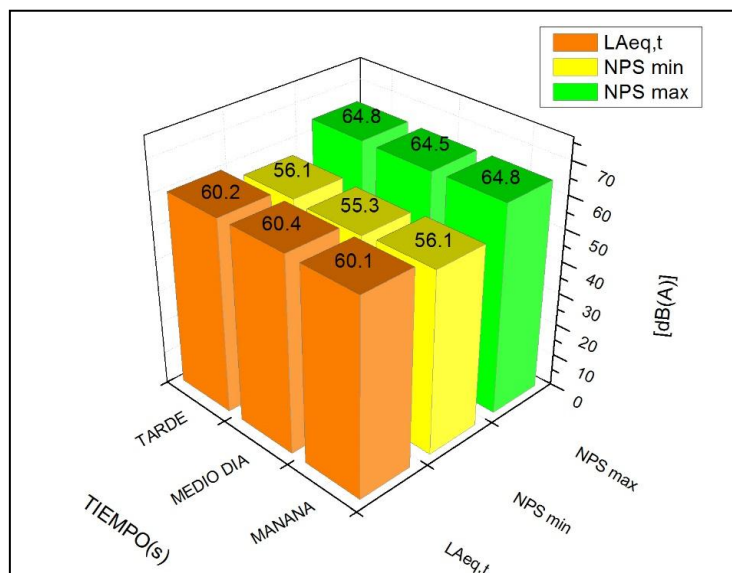


Figura 7-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 4.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 4 expuestos en la figura 7-4; los valores de nivel de presión sonora equivalente en los tres periodos, presentan una diferencia de nivel de ruido mínima, teniendo en la tarde 60.2 dB, medio día 60.4 dB y en la mañana 60.1 dB.

El punto P4 ubicado en la calle Epiclachima, recibe el arribo diario de buses al terminal, siendo ésta momentánea, además las actividades en este sector no se desarrollan con la misma concurrencia que los puntos anteriores; los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

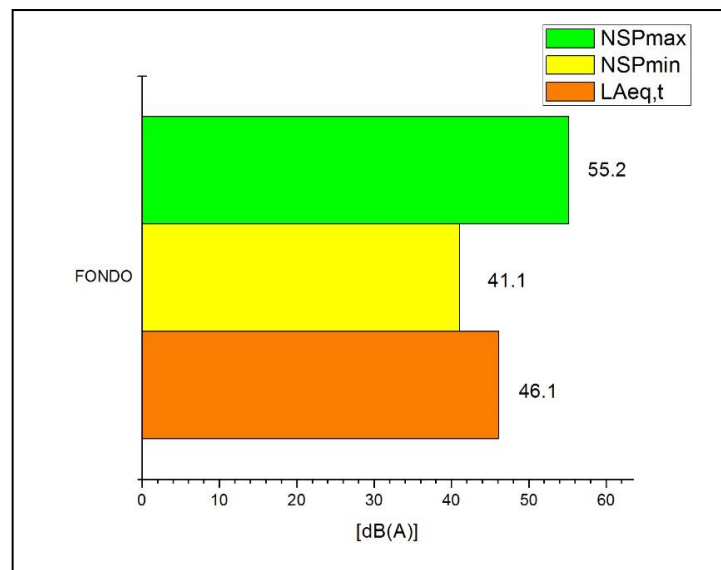


Figura 8-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 4.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 4 para ruido de fondo expuestos en la figura 8-4; el nivel de presión sonora equivalente presentó un valor 46.1 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.4.5. PUNTO 5

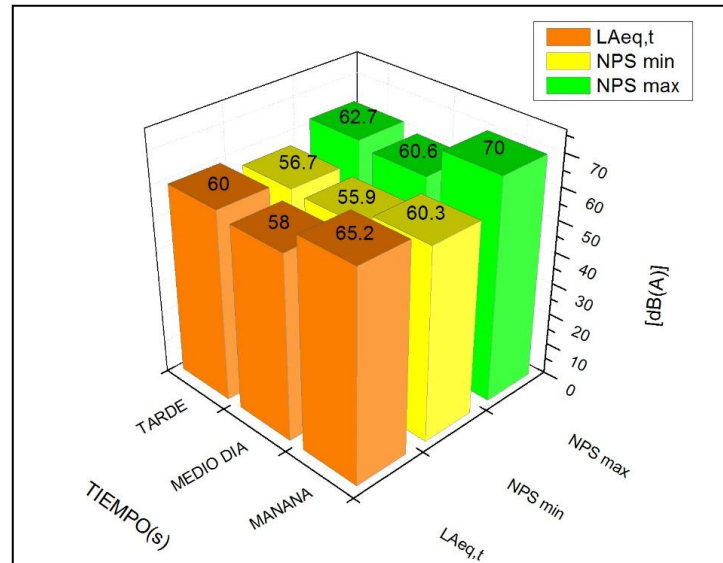


Figura 9-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 5.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 5 expuestos en la figura 9-4; los valores de nivel de presión sonora equivalente en los tres periodos, presentan un mayor nivel de ruido en la mañana de 65.2 dB y la tarde con 60 dB, mientras que el periodo de medio día presenta un nivel de ruido de 58 dB.

El punto P5 está ubicado en el patio de maniobras del terminal; el arribo y salida de frecuencias de buses del terminal son más concurrentes en la mañana y al medio día, por lo que se registra un valor menor en la tarde comparado con los otros periodos de medición; los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

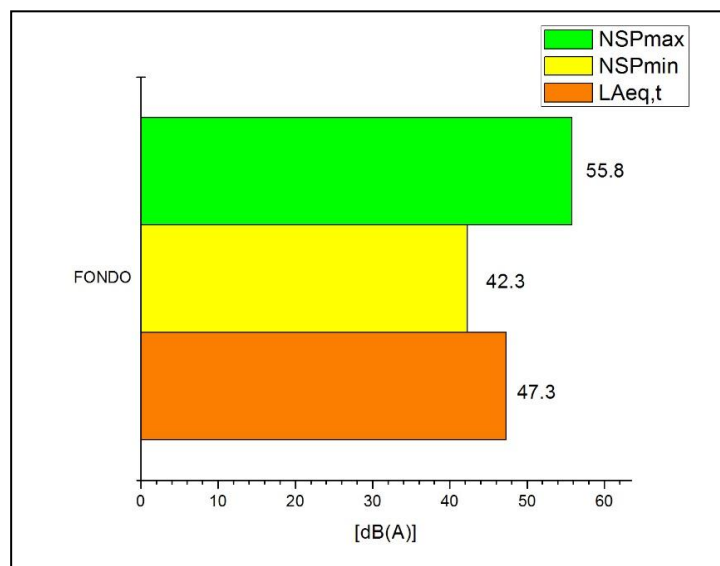


Figura 10-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 5.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 5 para ruido de fondo expuestos en la figura 10-4; el nivel presión sonora equivalente presentó un valor de 47.3 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.4.6. PUNTO 6

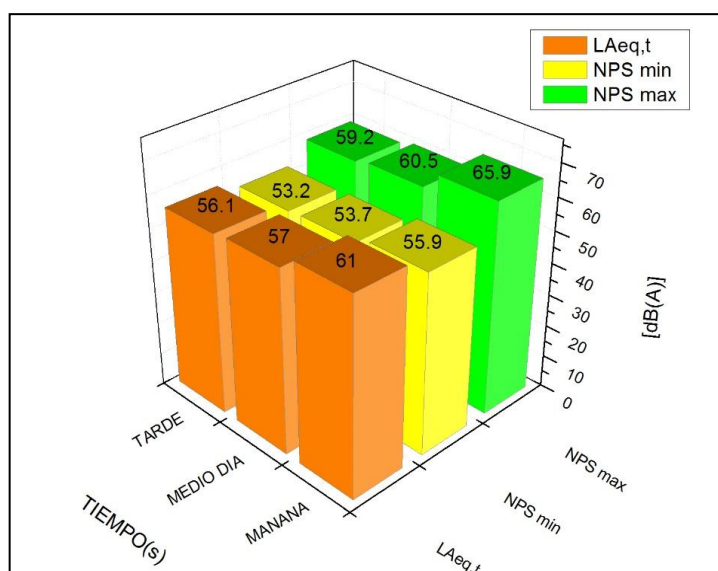


Figura 11-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 6.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 6 expuestos en la figura 11-4; los valores de nivel de presión sonora equivalente en los tres periodos, presentan un mayor nivel de ruido en la mañana con 61 dB, al medio día presenta un nivel de ruido de 57 dB y tarde presenta un nivel de ruido de 56.1 dB.

El punto P6 se encuentra en la salida de buses del terminal, ubicado en la calle Epiclachima, en la mañana tiene mayor afluencia vehicular y mayor desarrollo de actividades económicas, mientras que en la tarde hay un escaso movimiento de actividades del sector, los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097-Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

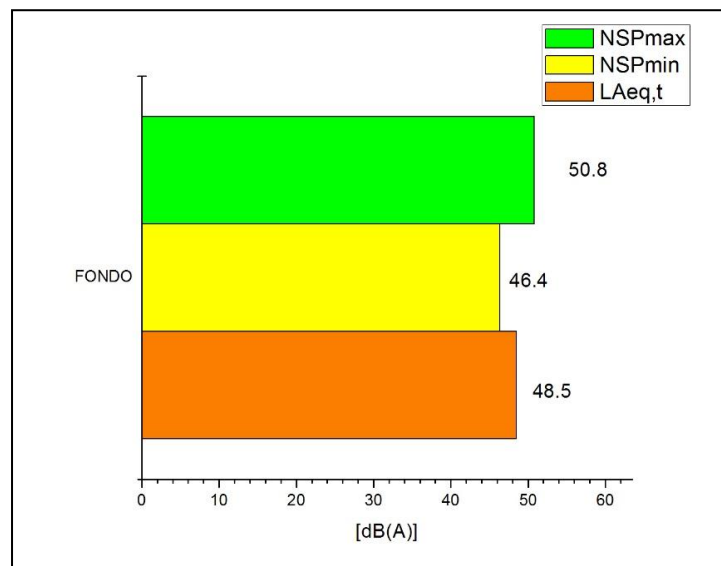


Figura 12-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 6.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 6 para ruido de fondo expuestos en la figura 12-4; el nivel de presión sonora equivalente presentó un valor de 48.5 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.4.7. PUNTO 7

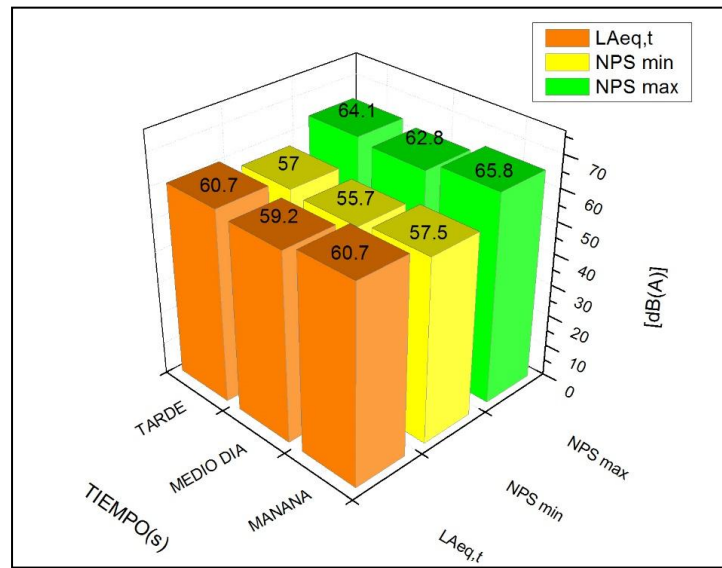


Figura 13-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 7.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 7 expuestos en la figura 13-4; los valores de nivel de presión sonora equivalente en los tres periodos, presentaron un nivel de ruido en la mañana de 60.7 dB y tarde con 60.7 dB, mientras que en el periodo de medio día presentó un nivel de ruido de 59.2 dB.

El punto P7 localizado en la esquina de la calle Rey Cacha y Epiclachima, posee un desarrollo comercial bajo comparado con las actividades que se desarrollan en las avenidas principales del terminal por lo que presenta un nivel de ruido bajo, los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

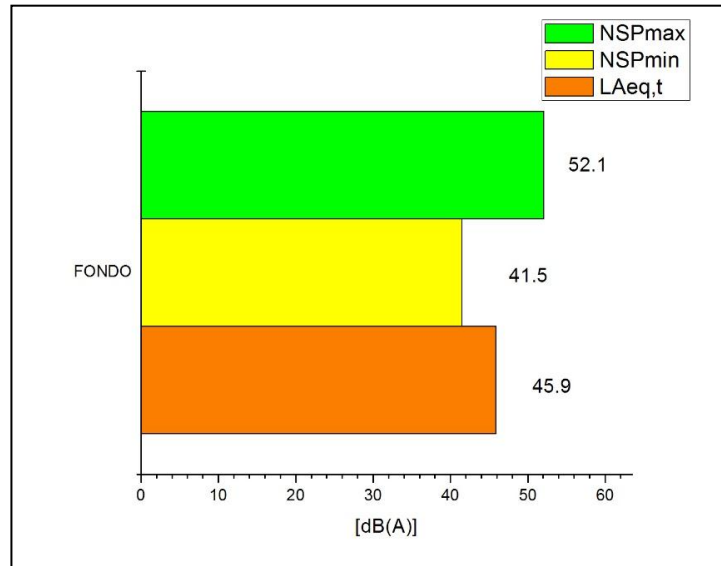


Figura 14-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 7.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 7 para ruido de fondo expuestos en la figura 14-4; el nivel de presión sonora equivalente presentó un valor de 45.9 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.4.8. PUNTO 8

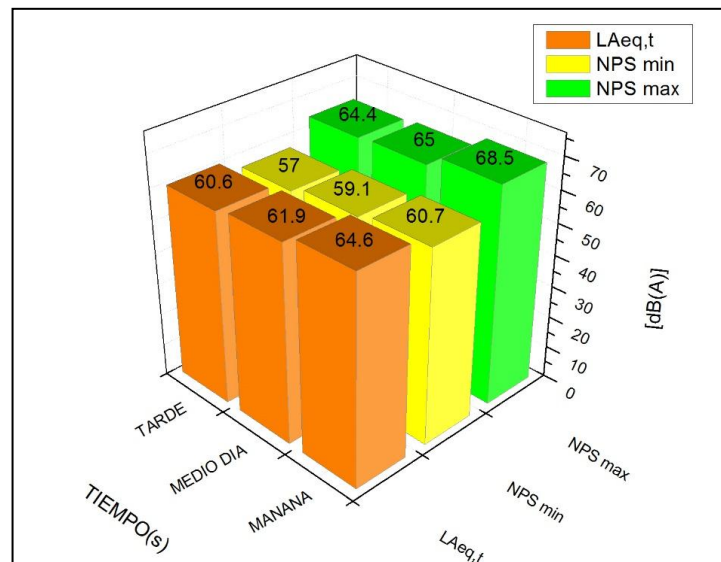


Figura 15-4: Datos de nivel de ruido ambiental en tres periodos (mañana, medio día, tarde) en el Punto 8.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 8 expuestos en la figura 15-4; los valores de nivel presión sonora equivalente en los tres periodos, presentan un mayor nivel de ruido en la mañana con 64.6 dB y medio día con un nivel de ruido de 61.9 dB, mientras que el periodo de la tarde presenta un nivel de ruido de 60.6 dB, siendo horarios con mayor desarrollo de actividades generadoras de ruido; el punto P8 ubicado en la Av. La Prensa y Rey Cacha, recibe la afluencia diaria de vehículos pero con poca congestión vehicular a diferencia de los puntos P1 y P2 en los que la congestión vehicular es muy característico de estos puntos; los valores superan los límites permisibles de 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5. (Ministerio del Ambiente, 2015).

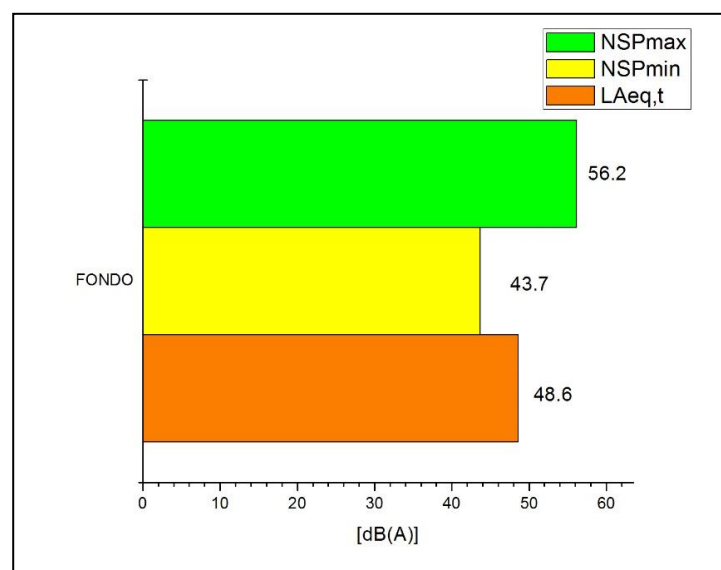


Figura 16-4: Datos de nivel de ruido de fondo en el Punto 8.
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De los resultados obtenidos en el Punto 8 para ruido de fondo expuestos en la figura 16-4; el nivel de presión sonora equivalente presentó un valor 48.6 dB en ausencia de actividades rutinarias de la localidad, encontrándose dentro de los límites permisibles que estipula la norma como límite a 55 dB; expuesto en la norma vigente de ruido Acuerdo 097- Anexo 5.

4.5. Correcciones Aritméticas

De los datos obtenidos se procedió a su comparación con el cumplimiento de la normativa de ruido vigente, obteniendo las siguientes tablas de resultados:

Tabla 6-4: Resultados Monitoreo – Periodo de la mañana (7:00 a 8:00) am

Ubicación	Fuente [dB(A)]	Fondo [dB(A)]	Corrección	Leq corregido [dB(A)]	AM. 097-ANEXO 5	AM. 097-ANEXO 5
P1	64.3	51.8	0	64.3	55	NO
P2	65.8	56.5	-1	64.8	55	NO
P3	65.1	54	0	65.1	55	NO
P4	60.1	46.1	0	60.1	55	NO
P5	65.2	47.3	0	65.2	55	NO
P6	61.6	48.5	0	61.6	55	NO
P7	61.6	45.9	0	61.6	55	NO
P8	64.6	48.6	0	64.6	55	NO

Realizado por: Bonifaz, P., 2017

De lo expuesto en la tabla 6-4; en el horario de la mañana según los resultados de las mediciones de ruido ambiental; todos los puntos superan el nivel de ruido de fondo, sobrepasando los límites permisibles como lo indica la norma; presentando un mayor nivel de ruido los puntos P1, P2, P3, P5 y P8, mientras que los puntos P4, P6, P7 presentan un menor nivel de ruido

Tabla 7-4: Resultados Monitoreo – Periodo de medio día (12:00 a 13:00) pm

Ubicación	Fuente [dB(A)]	Fondo [dB(A)]	Corrección	Leq corregido [dB(A)]	AM. 097-ANEXO 5	CPN
P1	66.1	51.8	0	66.1	55	NO
P2	66.5	56.5	0	66.5	55	NO
P3	65.9	54	0	65.9	55	NO
P4	60.4	46.1	0	60.4	55	NO
P5	58	47.3	0	58	55	NO
P6	57	48.5	-1	56	55	NO
P7	59.2	45.9	0	59.2	55	NO
P8	61.9	48.6	0	61.9	55	NO

Realizado por: Bonifaz, P., 2017

De lo expuesto en la tabla 7-4; en el horario de medio día según los resultados de las mediciones de ruido ambiental; todos los puntos superan el nivel de ruido de fondo, sobrepasando los límites permisibles como lo indica la norma; presentando un mayor nivel de ruido los puntos P1, P2, P3 y P8, mientras que los puntos P4, P5, P6 y P7 presentan un menor nivel de ruido.

Tabla 8-4: Resultados Monitoreo – Periodo de la tarde (18:00 a 19:00) pm

Ubicación	Fuente [dB(A)]	Fondo [dB(A)]	Corrección	Leq corregido [dB(A)]	AM. 097-ANEXO 5	CPN
P1	66.4	51.8	0	66.4	55	NO
P2	68	56.5	0	68	55	NO
P3	66	54	0	66	55	NO
P4	60.2	46.1	0	60.2	55	NO
P5	60	47.3	0	60	55	NO
P6	56.1	48.5	-1	55.1	55	SI
P7	60.7	45.9	0	60.7	55	NO
P8	60.6	48.6	0	60.6	55	NO

Realizado por: Bonifaz, P., 2017

De lo expuesto en la tabla 8-4; en el horario de la tarde según los resultados de las mediciones de ruido ambiental; todos los puntos superan el nivel de ruido de fondo, sobrepasando los límites permisibles como lo indica la norma; presentando un mayor nivel de ruido los puntos P1, P2 y P3 mientras que los puntos P4, P5, P7 y P8 presentan un menor nivel de ruido, existiendo una excepción en el punto P6 encontrándose dentro de los límites permisibles de ruido.

4.6. Mapa Cartográfico de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial

Mediante el Software ArcGIS y la herramienta IDW (Distancia Inversa Ponderada); se aplicó la colorimetría basada en la Norma UNE ISO 1996-2:1997, siendo los rangos de colores muy grandes acorde a los valores obtenidos, obteniendo una representación cartográfica no muy perceptible (Ver Anexo D); por lo que para una mejor visualización se realizó una subclasificación de colores en los mapas cartográficos; ésta categorización se ha realizado con el fin de discriminar de mejor manera los niveles de ruido generados en el terminal; obteniendo los siguientes mapas temáticos de ruido:

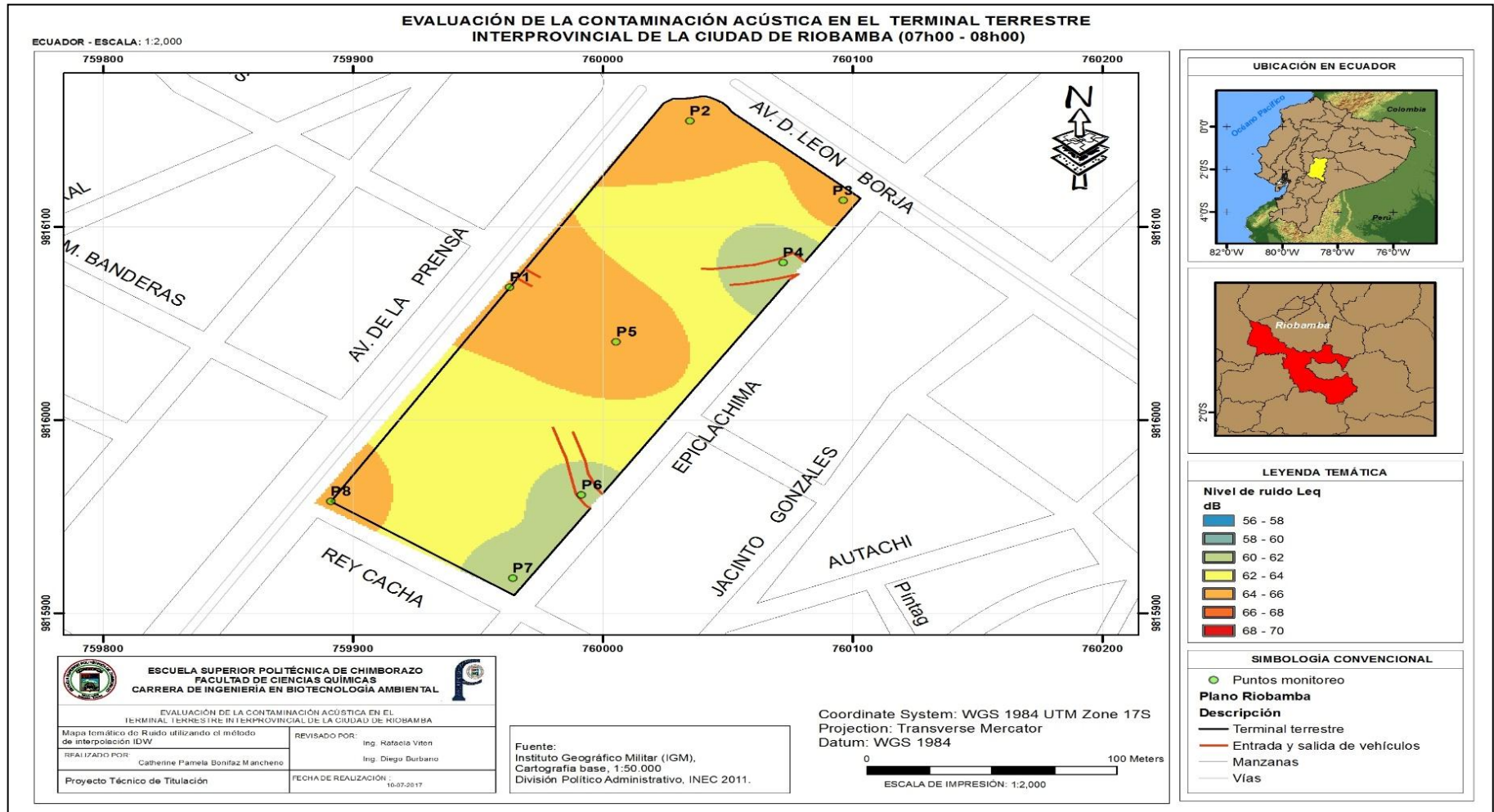


Figura 17-4: Mapa temático de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (periodo de la mañana).

Realizado por: Bonifaz P., 2017

De lo expuesto en la figura 17-4, el ruido que se produce en el horario de la mañana se encuentra en un rango de 60 dB a 66dB, localizados en los puntos adjuntos a las avenidas La Prensa y Daniel León Borja; además se localiza un nivel de ruido alto en el patio de maniobras del terminal por ser el horario de mayor número de salida de buses del terminal.

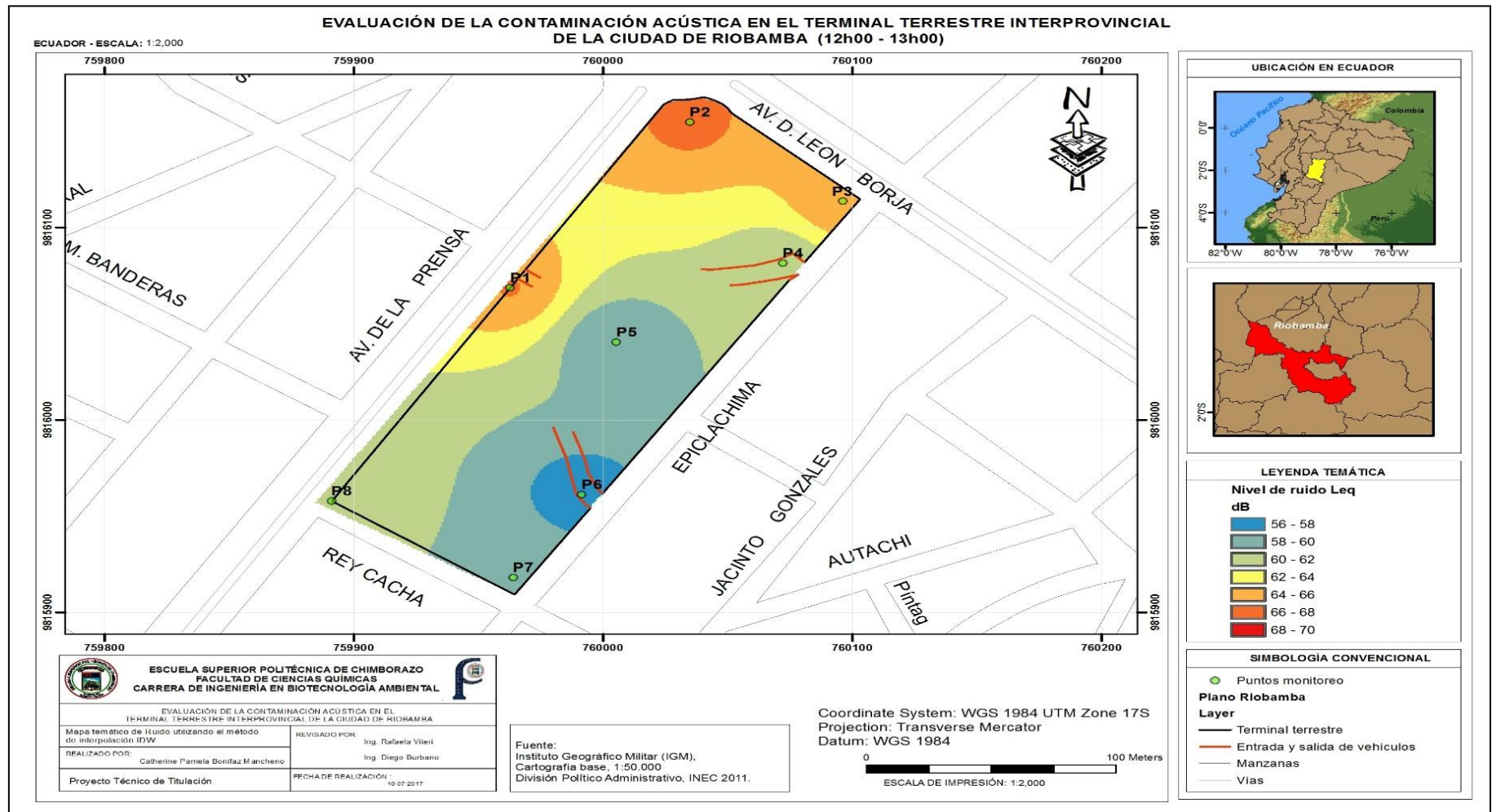


Figura 18-4: Mapa temático de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (periodo de medio día).
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De lo expuesto en la figura 18-4, el ruido que se produce en el horario de medio día se encuentra en un rango de 57 dB a 67 dB, localizados en los puntos adjuntos a las avenidas La Prensa y Daniel León Borja; además se localiza un bajo nivel de ruido correspondiente a los puntos adjuntos a la calle Epiclachima.

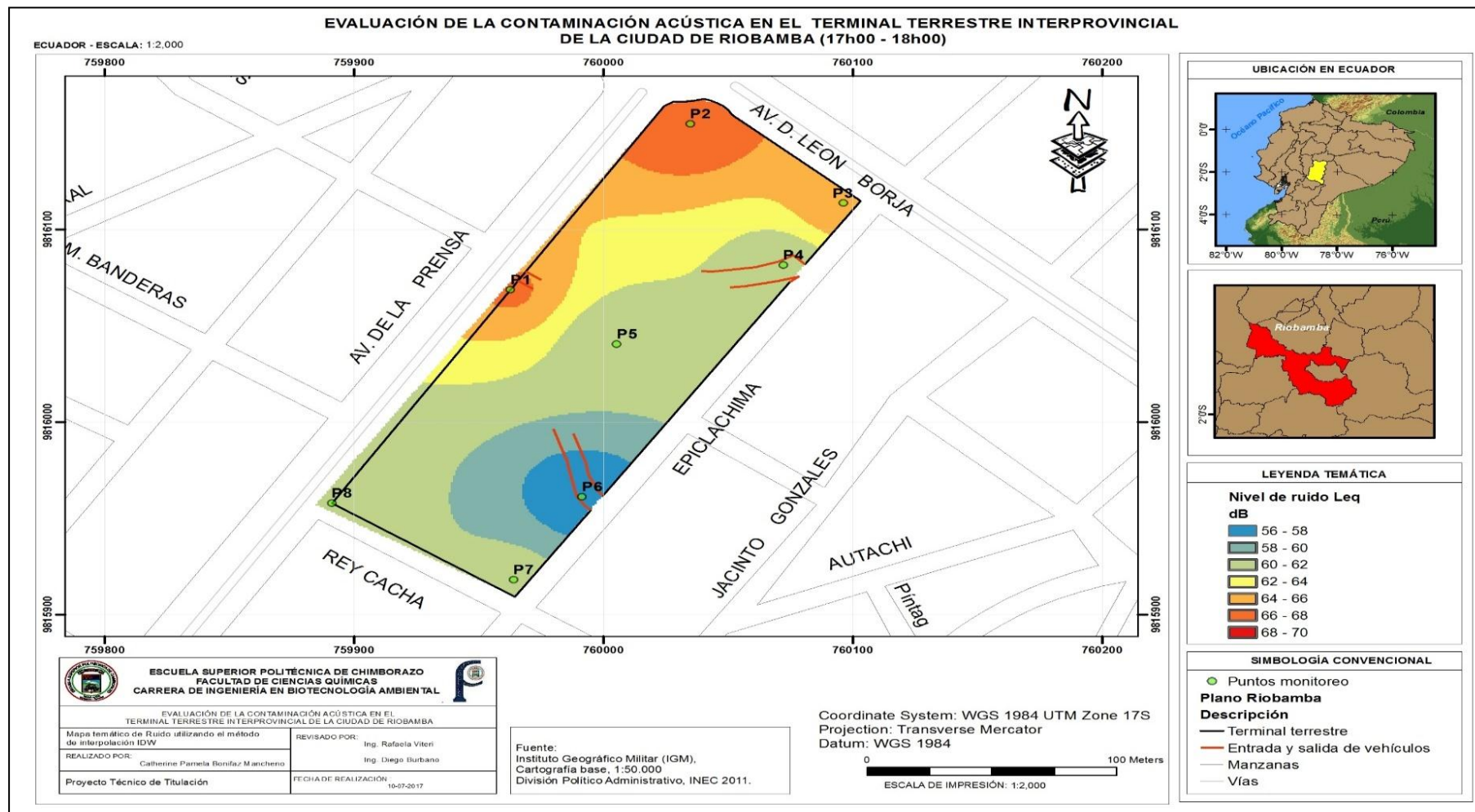


Figura 19-4: Mapa temático de ruido del Terminal Terrestre Interprovincial de Riobamba (periodo de la tarde).
Realizado por: Bonifaz P., 2017

De lo expuesto en la figura 19-4, el ruido que se produce en el horario de la tarde se encuentra en un rango de 56 dB a 69 dB, localizados en los puntos adjuntos a las avenidas La Prensa y Daniel León Borja; además se localiza un bajo nivel de ruido correspondiente a los puntos adjuntos a la calle Epiclachima.

4.7. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos se reportan valores máximos encontrados en los puntos P1 con 65.6 dB, P2 con 66.4 dB y P3 con 65.7dB. El punto P1, al estar ubicado en la entrada de peatones al terminal, está sujeto a la afluencia diaria de vehículos y usuarios del terminal, al momento de arribar al terminal lo hacen mediante el servicio de taxis por lo que es un factor más que aporta a la generación de ruido. El punto P2 ubicado en la esquina de la Av. Daniel León Borja, paralelo al redondel de Riobamba, permite el intercambio diario vehicular de norte a sur y este a oeste, más aun en horas pico, este punto presentó mayor nivel de ruido en los periodos monitoreados. Por ultimo tenemos el punto P3 ubicado en la Av. Daniel León Borja y Epiclachima, al encontrarse cercano a la parada de buses, tiene afluencia de peatones, además por este punto giran los buses para ingresar al terminal, siendo otro de los puntos identificados con mayor nivel de ruido.

Mediante la utilización del software ArcGIS, aplicando la herramienta IDW; se obtuvieron los mapas temáticos de ruido (Mapa 1-4), (Mapa 2-4), (Mapa 3-4); en los que se puede identificar las zonas con mayor y menor nivel de ruido; como lo establece Marín M. (2015) en su trabajo sobre el nivel de ruido en el Mercado Mayorista de la ciudad de Ambato; resalta que *“el uso de la herramienta IDW permite observar las zonas más conflictivas en el que el nivel de ruido puede ser molesto y a la vez dañino para la salud humana”*.

Los resultados obtenidos verifican que el ruido producido en el terminal, son producto de las fuentes externas, ya que se encuentra en la zona céntrica de la ciudad y está limitado por dos avenidas principales con doble sentido de flujo vehicular. Rivera K. (2016) en su estudio de contaminación acústica en la ciudad de Quevedo menciona que *“Las mediciones de ruido en el terminal, tienden a un cambio rápido en el nivel de ruido debido a la alta afluencia de automóviles, taxis, transportes urbanos, provinciales e interprovinciales, sumado a ello los comercios existentes”*. Así mismo Rubio D. (2015) en su investigación de la contaminación por ruido en el Terminal Terrestre del cantón Pujilí, destaca que *“El Terminal Terrestre presta sus servicios como establecimiento para el transporte urbano, siendo la principal fuente de contaminación el parque automotor ya que los puntos seleccionados para ser monitoreados demostraron un nivel de contaminación acústica”*

El Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba, al compartir dos usos de suelo, está sujeto al cumplimiento de niveles de ruido bajos, siendo el principal problema por lo que todos los puntos monitoreados sobrepasaron los límites permisibles de la Normativa Ambiental.

Torres L. (2016) destaca que *“los servicios de las terminales terrestres en Ecuador, están ubicados en centros poblados sin considerar el uso de suelo, contribuyendo al acrecentamiento del parque automotor, su incidencia ambiental está representada en la contribución de contaminantes por tipo de combustible y por los niveles de ruido ambiental, que son generados por la circularidad vehicular que sobrepasan los niveles de ruido permisibles”*.

CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos en los ocho puntos monitoreados en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba, todos los puntos incumplen con la Normativa ambiental vigente, establece como límite permisible 55 dB.
- De los tres periodos monitoreados, se identificó mayor nivel de ruido ambiental en los puntos P1 (entrada de peatones al terminal), P2 (Av. La Prensa y Daniel León Borja), P3 (Av. Daniel León Borja y Epiclachima) y P8 (Rey Cacha y Av. La Prensa), mismos que se encuentran próximos a las avenidas con mayor afluencia vehicular, incidiendo en el desarrollo diario del terminal terrestre de la ciudad de Riobamba.
- El P5 (Patio de maniobras del terminal) en el periodo de las mañanas registró mayor nivel de ruido con un valor de 65.2 dB, debido al mayor número de frecuencias de buses que arriban y salen del terminal; mientras que los puntos P4 (entrada de buses interprovinciales al terminal) con un valor de 60.2 dB y P7 (Epicachima y Rey Cacha) con un valor de 60.5 dB, registraron menor nivel de ruido ambiental
- El punto P6 (salida de buses interprovinciales) en el periodo de la tarde, es el único punto que cumple con los límites permisibles estipulados en la Normativa Ambiental, reportando un valor de 55.1 dB
- El Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba, recepta la influencia de ruido externo, siendo las diferentes actividades económicas y tráfico vehicular que se desarrolla en la periferia de la localidad, los que ocasionan directamente la generación de ruido.
- Se elaboró la cartografía temática de ruido para el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Riobamba para tres periodos (mañana, medio día, tarde), identificándose y diferenciándose mediante una gama de colores los niveles máximos y mínimos de ruido.

RECOMENDACIONES

- Para realizar el monitoreo de ruido, se recomienda contar con el equipo completo de monitoreo, para que no haya fallas en las mediciones o confusión al momento de tomar los datos, de lo posible contar con el software para manejo de datos.
- Tomar en consideración que al momento de realizar el monitoreo de ruido ambiente las condiciones climáticas sean óptimas, de esta manera no interferirá en el momento de la medición.
- Se debe considerar la reubicación del terminal por cuanto va ascendiendo el crecimiento demográfico de la ciudad de Riobamba y además sus instalaciones no abastecen el espacio suficiente para la recepción diaria de frecuencias de buses.
- Se recomienda a los organismos de control, realizar monitoreo de ruido en la zona del terminal Terrestre de la ciudad de Riobamba, en los puntos críticos identificados en este estudio con el fin de generar medidas de prevención y control.

BIBLIOGRAFÍA

AMBIENTUM, R., *Contaminación acústica y salud.* [En línea] 2004.
[Consulta: 09 febrero 2017]. Disponible en:
http://www.ambientum.com/revista/2004_01/RUIDO.htm

BUREAU VERITAS. Control y evaluación de la contaminación acústica. Manual para la formación en el medio ambiente. Lex Nova SA, 2008.

CASADO GARCÍA, M.; Escuela de Ingenierías. Redes de ponderación acústica. *Escuela de Ingenierías Industrial e Informática, Universidad de León*, 2011.

DOMINGO, R. *Acústica medioambiental. Vol. I.* Editorial Club Universitario, 2010.

ECUADOR. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Anexo 5. Acuerdo Ministerial No. 097. Quito. 2015.

GOINES, L., et al. Noise pollution: a modern plague. *Southern Medical Journal-Birmingham Alabama-*, 2007, vol. 100, no 3, p. 287.

GONZÁLEZ, A. What Does “Noise Pollution” Mean?. *Journal of Environmental Protection*, 2014, vol. 2014.

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN
RIOBAMBA.** *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Riobamba, 2015-2030*

GARCÍA, B.; GARRIDO, F. La contaminación acústica en nuestras ciudades. *Colección estudios sociales*, 2003, vol. 12.

HIDALGO, A., *Centro de Estudio y Control del Ruido (CECOR).* [En línea] 2010. [Consulta: 09 Mayo 2017]. Disponible en: <http://www.cecorsl.com/2010/12/20/mapas-de-ruido/>

IBERACÚSTICA, *iberacústica.* [En línea] 2007. [Consulta: 09 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.iberacustica.com/faq/que-es-un-mapa-de-ruido/>

INERCO, *INERCO acústica.* [En línea] 2012. [Consulta: 26 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.inercoacustica.com/acustipedia/item/411-frecuencia-y-ponderaci%C3%B3n-de-escala-de-frecuencias>

ISO 1996-2 Parte 2: *Determinación de los niveles de ruido ambiental.* Madrid, España.

ISO1996-1 Parte 1: *Magnitudes básicas y métodos de evaluación.* Madrid, España.

JOHNSTON, KEVIN, et al. *Using ArcGIS geostatistical analyst*. Redlands: Esri, 2001.

MENÉNDEZ RODRÍGUEZ V. Instrumentación Acústica. 2007

MESTRE SANCHO V. *Módulo I: Contaminación Ambiental*. Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008. Escuela de Organización Industrial.

MIRAYA, F., *Niveles sonoros*. [En línea] 2010.
[Consulta: 14 marzo 2017]. Disponible en:
<https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm>

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

MUSCAR BENASAYAG, E. El ruido nos mata en silencio. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 2000. pp. 149-161.

OBSERVATORIO DE SALUD Y MEDIOAMBIENTE. Ruido y Salud. Junta de Andalucía. 2009.

PÉREZ DE SILES, A. C. Aplicación informática orientada a la formación y evaluación de riesgos derivados de la exposición a ruido en ambientes industriales. *Universidad de Córdoba.*, 2001, vol. 20

RODRIGUE, J.; COMTOIS, C.; SLACK, B. *The geography of transport systems*. Routledge, 2017.

RUIZ, SIFREDO; AVILA, LUIS FONT. Incertidumbre de la medición: Teoría y Práctica. *L&S Consultores CA*, 2001.

SEXTO, Luis Felipe. El ruido: enemigo público número uno. La Habana, Cuba, 2000.

SUTER, Alice H. Naturaleza y efectos del ruido. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, 2001.

TAMIR, A.; BEVIÁ, F. Ciencia y arte: El sonido. 2007.

TARCAYA, S., *Medidas de Ruido.* [En línea]
[Consulta: 06 abril 2017]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/112698525/Conceptos-Ruido>

TRASGUNET, *El ruido.com.* [En línea] 2016.
[Consulta: 09 Mayo 2017]. Disponible en:
<http://www.elruido.com/portal/web/trasgunet/mapa-de-ruido1>

UNIVERSIDAD DE VIGO, *Cursos de prevención y control de la contaminación acústica.* [En línea] 2013.

[Consulta: 01 mayo 2017]. Disponible en:
<http://gcastro.webs.uvigo.es/PFC/Principal.html>

VAZQUES, M., *Tipos de sonómetros* [En línea] 2011.
[Consulta: 01 mayo 2017]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/60222247/Tipos-de-sonometros>

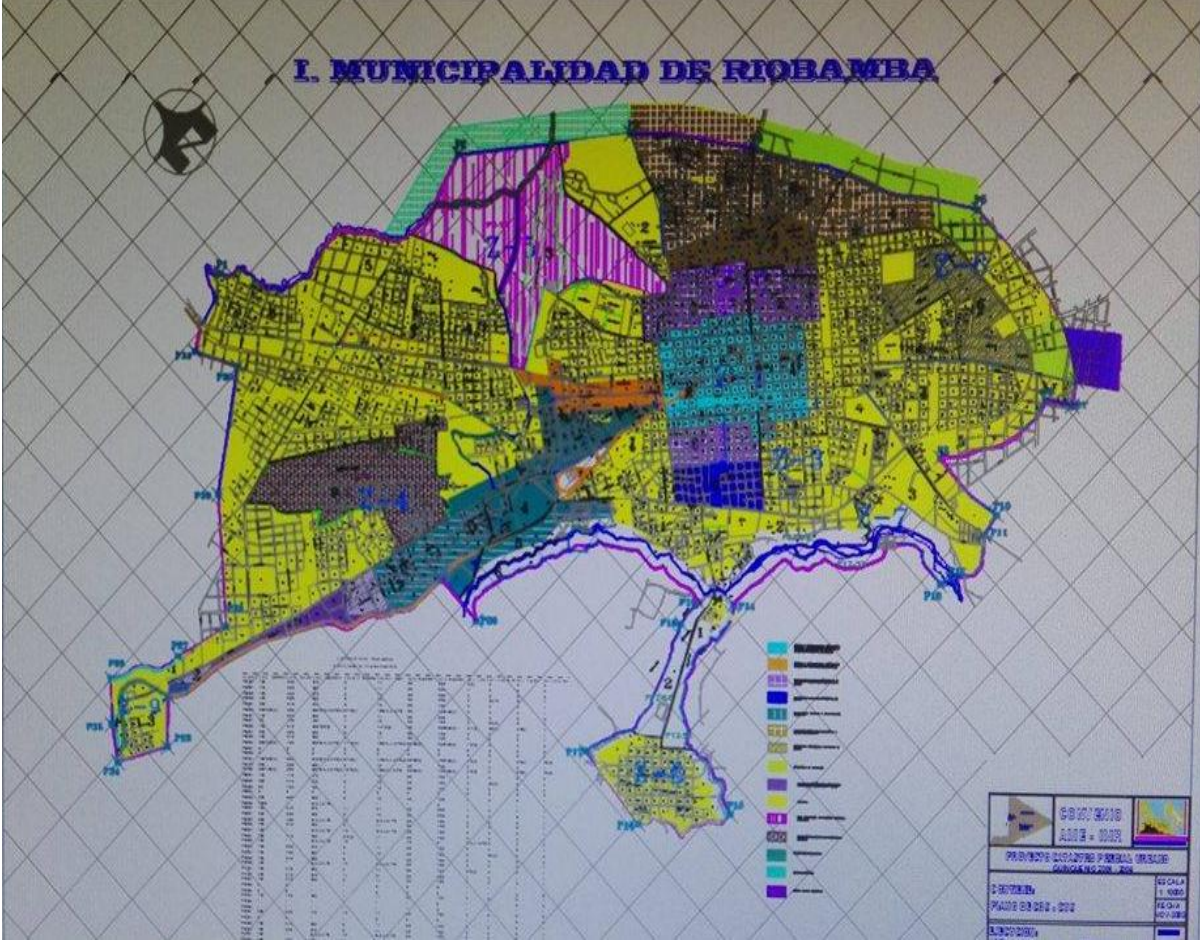
VEGA, Constantino Pérez, et al. Fundamentos de televisión analógica y digital. Ed. Universidad de Cantabria, 2003.

XUNTA DE GALICIA. Ruido Ambiental 2012. Consellería del Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras. España

ZENON, H. *El Sonómetro.* [En línea]
[Consulta: 01 mayo 2017]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/311232634/Sonometro>

ANEXOS

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



Fuente: Departamento de Planificación Urbana del cantón Riobamba

ANEXO B Método de comparación por prueba de calibradores



a) Calibración de sonómetros con el calibrador 3M QUEST.

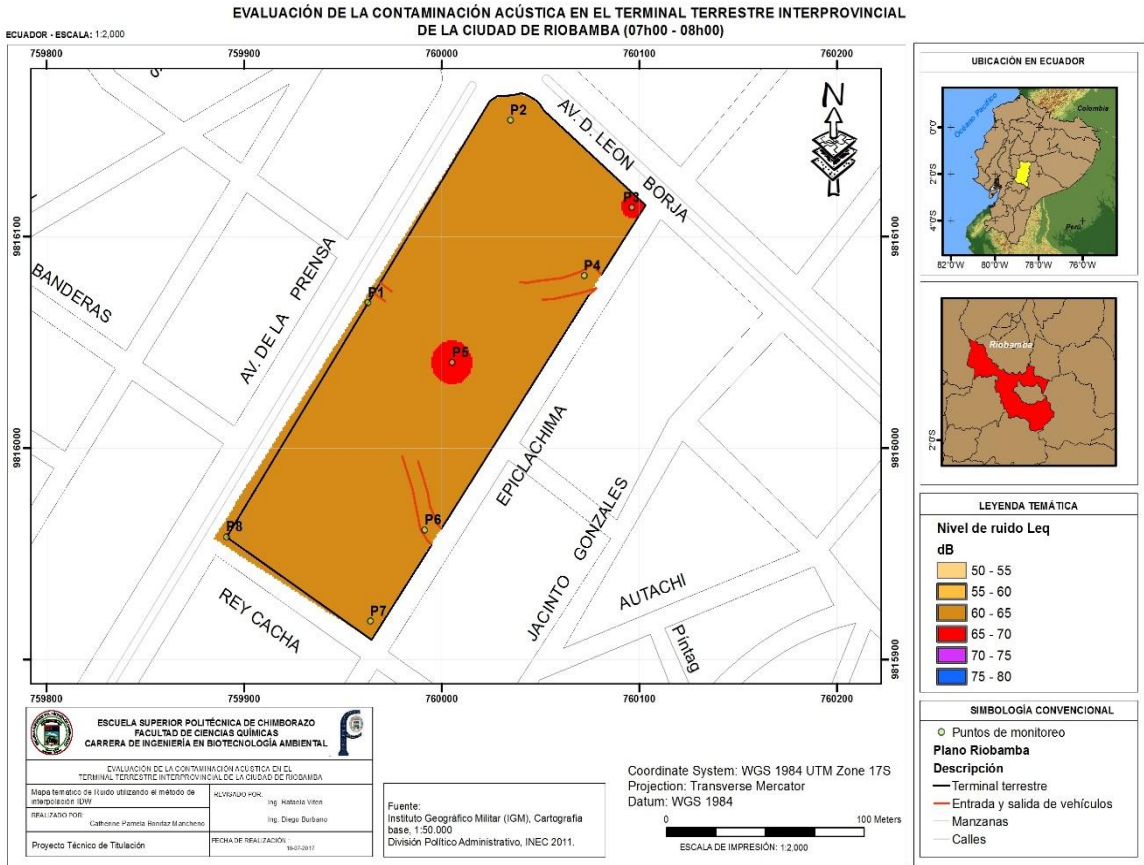


b) Calibración de sonómetros con el calibrador HD9101.

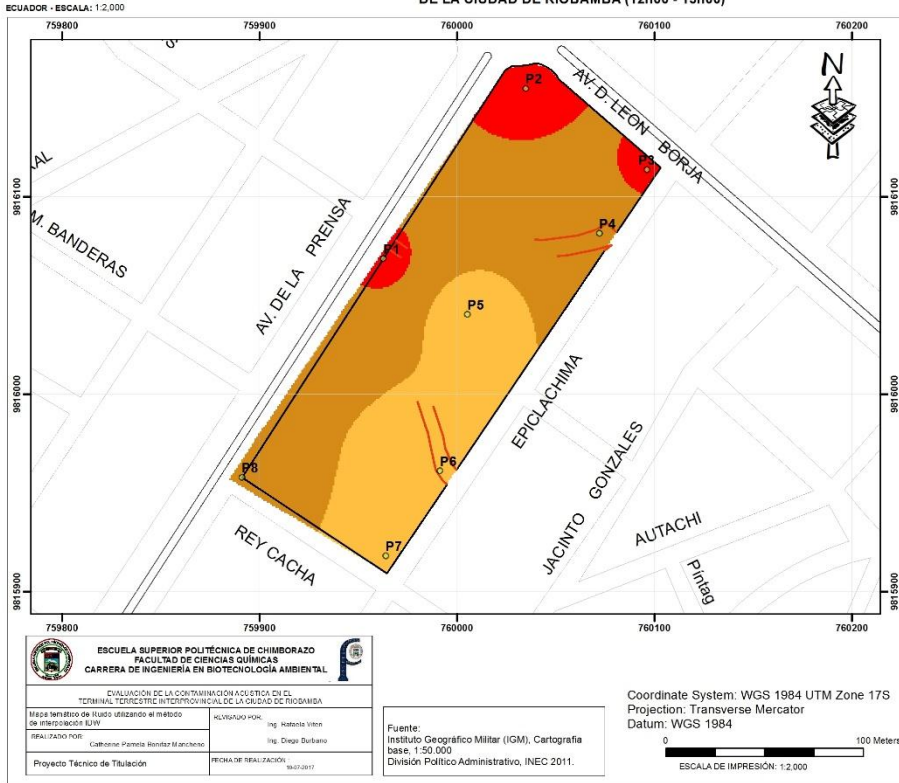
ANEXO C: Ajuste y calibración del nivel sonoro a 94 dB/114 dB.



ANEXO D Cartografía aplicada a tres periodos (mañana, medio día, noche) mediante la Norma UNE ISO 1996-2:1997



EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA (12h00 - 13h00)



UBICACIÓN EN ECUADOR

LEYENDA TEMÁTICA

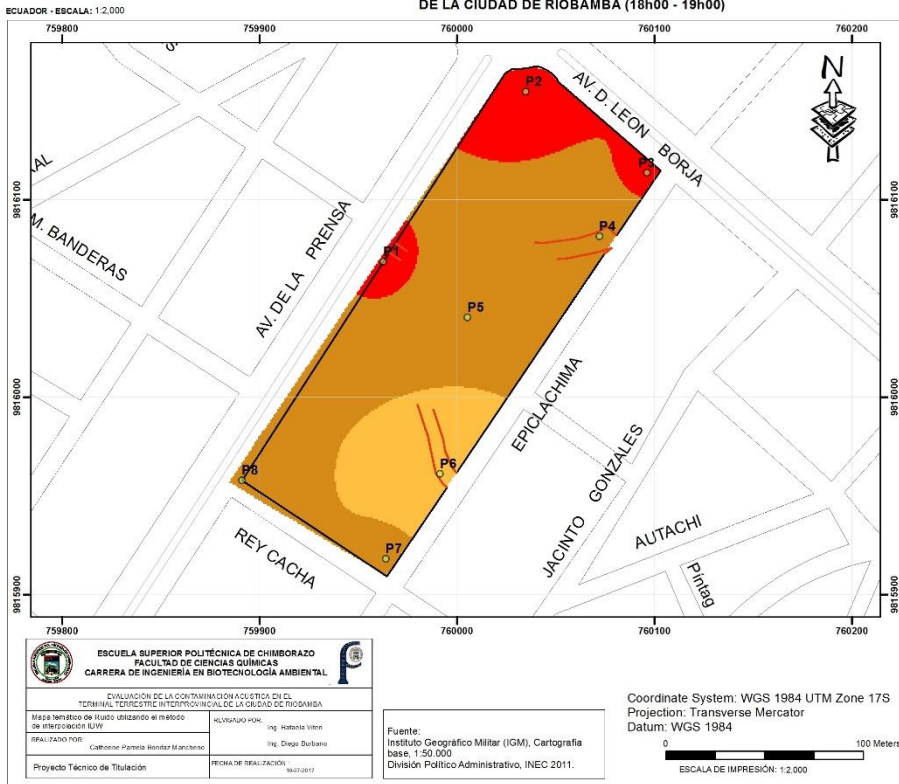
Nivel de ruido Leq dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 80

SIMBOLOGÍA CONVENCIONAL

- Puntos de monitoreo
- Plano Riobamba
- Descripción
- Terminal terrestre
- Manzanas
- Entrada y salida de vehículos
- Calles

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA (18h00 - 19h00)



UBICACIÓN EN ECUADOR

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel de ruido Leq dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 80

SIMBOLOGÍA CONVENCIONAL

- Puntos de monitoreo
- Plano Riobamba
- Descripción
- Terminal terrestre
- Manzanas
- Entrada y salida de vehículos
- Calles

ANEXO F Registro fotográfico



Monitoreo Punto 1



Monitoreo Punto 2



Monitoreo Punto 3



Monitoreo Punto 4



Monitoreo Punto 5



Monitoreo Punto 6



Monitoreo Punto 7



Monitoreo Punto 8