



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA



Tema:

**“ELABORACIÓN DE UN MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DIURNO DE LAS
PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE
AMBATO EN CONVENIO CON EL GAD MUNICIPALIDAD DE AMBATO”**

Trabajo de Titulación, modalidad de Experiencia Práctica de Investigación y/o Intervención, previa la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autora: Lorena Carolina Vargas Velastegui

Tutor: Químico Lander Pérez

Ambato – Ecuador

2015

APROBACIÓN POR EL TUTOR

Químico Lander Pérez

Siendo el Tutor del Trabajo de Titulación realizado bajo el tema: “Elaboración de un mapa de ruido ambiental diurno de las plataformas territoriales uno y cinco de la ciudad de Ambato en convenio con el GAD Municipalidad de Ambato”, realizado por la egresada Lorena Carolina Vargas Velastegui; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de un trabajo de investigación de Ingeniería Bioquímica; y la señorita egresada posee los méritos académicos suficientes para ser sometida a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Diciembre del 2015

.....
Químico Lander Pérez

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El presente trabajo de titulación: “Elaboración de un mapa de ruido ambiental diurno de las plataformas territoriales uno y cinco de la ciudad de Ambato en convenio con el GAD Municipalidad de Ambato”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido y efectos académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Ambato, Diciembre del 2015

.....
Lorena Carolina Vargas Velastegui

CI: 180461468-1

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Los miembros del tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Diciembre del 2015

Para constancia firman:

.....
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DE TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DE TRIBUNAL

*A mis Padres, que lucharon por
mi bienestar, mi educación y mi salud.
No conozco a nadie en este mundo a quienes
les deba más amor y agradecimiento.*

Lorena

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Ambrosio Vargas, gracias por ser el ejemplo de fuerza y perseverancia, por confiar en mis capacidades, por forjar mi carácter, por enseñarme que el que persevera triunfa. A mi madre Bertha Velastegui por su amor incondicional, por sus consejos y por ser mi mejor amiga. A los dos gracias por ser mi ejemplo de superación, la vida no me alcanzará para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

A la memoria de mi Mami Cuty por criarme con amor y dulzura, a mi hermana Gabriela gracias por todo el tiempo y paciencia que me diste mientras crecía, por motivarme y estar pendiente siempre de lo que hago. A mis hermanos Oscar y Fabián gracias por estar ahí cuando los necesité.

A Marcelo Tirado, la persona que más confía en mí, gracias por el cariño y el tiempo juntos, por cuidarme, por el apoyo y ayuda brindada, por ser mi mejor amigo y mi confidente.

A mis amigas/os Andrea China Condo, Diana Villarroel, Chyo Hernández, Majo Tapia, Fabián y Alex por todos estos años de amistad, por las aventuras y experiencias vividas, son recuerdos que jamás se borrarán de mi memoria.

A mi Kosiuko, mi fiel compañero gatuno, gracias por permanecer conmigo siempre, tus ojitos verdes iluminan mis días.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica y a todos los maestros que contribuyeron en mi formación académica, a los que no, de igual manera.

Al Químico Lander Pérez por aceptar ser el tutor de este proyecto, por la amistad y confianza, por su apoyo y asesoría para la realización de este trabajo.

A la Dirección de Gestión Ambiental del GADMA, de manera especial al Ing. David López y Geógrafo Pablo López por el apoyo y ayuda brindada durante el trayecto.

Y a todas las personas que de una u otra forma se presentaron en mi camino, que me enseñaron lo bueno y lo malo, gracias por las lecciones aprendidas.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS
TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD DE EXPERIENCIA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN Y/O
INTERVENCIÓN

PORTADA	i
APROBACIÓN POR EL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
EL PROBLEMA	2
1.1. Tema	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	4
1.3.1. General	4
1.3.2. Específicos	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes Investigativos	5
2.2. Hipótesis	8
2.2.1. Hipótesis nula	8

2.2.2.	Hipótesis alternativa	8
2.3.	Señalamiento de variables de la hipótesis.....	8
2.3.1.	Variables independientes	8
2.3.2.	Variables dependientes	8
CAPÍTULO III	9
MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1.	Materiales.....	9
3.2.	Métodos	9
3.2.1.	Zonas seleccionadas	9
3.2.2.	Identificación de fuentes generadoras de ruido	10
3.2.3.	Puntos de medición.....	10
3.2.4.	Horario de medición	10
3.2.5.	Equipo de medición	11
3.2.6.	Método de calibración del sonómetro	11
3.2.7.	Condiciones ambientales durante la medición	11
3.2.8.	Ubicación del sonómetro para la medición del ruido ambiental	11
3.2.9.	Método para la medición de ruido fluctuante.....	12
3.2.10.	Determinación de L_{Aeq}	12
3.2.11.	Determinación de la incertidumbre de medición.....	12
3.2.12.	Elaboración del mapa de ruido	13
3.3.	Análisis Estadístico.....	14
CAPÍTULO IV	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1.	Análisis y Discusión de los resultados.....	15
4.1.1.	Condiciones meteorológicas.....	15
4.1.2.	Comparación de los resultados obtenidos con la Norma Técnica vigente: Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA).....	19
4.1.3.	Incertidumbre de medición.....	22
4.1.4.	Análisis Estadístico de los datos registrados	25
4.1.5.	Elaboración de los mapas de contaminación acústica.....	30

4.2. Verificación de la hipótesis.....	33
CAPÍTULO V	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1. Conclusiones	34
5.2. Recomendaciones	35
MATERIALES DE REFERENCIA	37
Referencias Bibliográficas	37
ANEXOS	40
Anexo #1. Tabla resumen de monitoreo de ruido en las plataformas territoriales 1 y 2 de la ciudad de Ambato	40
Anexo #2. Parámetros meteorológicos de la Plataforma 1	44
Anexo #3. Parámetros meteorológicos de la Plataforma 5	46
Anexo #4. Escala de viento de Beaufort.....	46
Anexo #5. Informe de Resultados de Monitoreo de Ruido para la Plataforma 1	47
Anexo #6. Informe de Resultados de Monitoreo de Ruido para la Plataforma 5	50
Anexo #7. Localización y fotografías de los Puntos de Monitoreo de Ruido	52
Anexo #8. Uso de suelo de las Plataformas Territoriales Uno y Cinco de la Ciudad de Ambato.....	55
Anexo #9. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 9:00 – 10:00 AM.	56
Anexo #10. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 11:00 – 12:00 PM.	57
Anexo #11. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 12:00 – 13:00 PM.	58
Anexo #12. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 13:00 – 14:00 PM.	59
Anexo #13. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 14:00 – 15:00 PM.	60
Anexo #14. Certificado de calibración del sonómetro integrador Tipo I CESVA SC10161	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de colores para la elaboración del mapa de ruido según ISO 1996-2:2007	13
Tabla 2. Resultados de incertidumbre de medición siguiendo la Norma ISO 1996-2: 2007	23
Tabla 3. ANOVA correspondiente a la Plataforma 1	25
Tabla 4. Prueba de Múltiples Rangos correspondiente a la Plataforma 1	26
Tabla 5. ANOVA correspondiente a la Plataforma 5	28
Tabla 6. Prueba de Múltiples Rangos correspondiente a la Plataforma 5	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas seleccionadas dentro de la Zona urbana de la Ciudad de Ambato: Plataforma territorial 1 y 5.....	9
Figura 2. Localización de los Puntos de medición de ruido ambiental en las Plataformas 1 y 5 de la Ciudad de Ambato	10
Figura 3. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 20 al 24 de Julio del 2015	16
Figura 4. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 27 al 31 de Julio del 2015	16
Figura 5. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 03 al 07 de Agosto del 2015	17
Figura 6. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 10 al 14 de Agosto del 2015	17
Figura 7. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 17 al 21 de Agosto del 2015	18
Figura 8 – 12. Niveles de Ruido comparativos entre Laeqk de los Puntos monitoreados de la Plataforma 1 y la Normativa TULSMA	20

Figura 13 – 17. Niveles de Ruido comparativos entre Laeqk de los Puntos monitoreados de la Plataforma 1 y la Normativa TULSMA.	21
Figura 18. Gráfico de Caja y Bigotes correspondiente a la Plataforma 1	27
Figura 19. Gráfico de Caja y Bigotes correspondiente a la Plataforma 5	29

RESUMEN

En el presente trabajo se refleja la realidad de un problema que afecta a la toda la sociedad; la contaminación acústica es una consecuencia directa de las actividades que se desarrollan en la ciudad y que cada día genera más molestia en la comunidad. Para dar solución a esto se hizo imprescindible realizar una evaluación y caracterizar el ruido en tiempo y espacio.

Los puntos de monitoreo de contaminación acústica fueron determinados a través de herramientas de geoprocésamiento, considerando variables como: densidad de vías, densidad poblacional y áreas de conglomeraciones existentes (escuelas, estadios, mercados, paradas de autobuses). De esta manera se establecieron 19 puntos en la plataforma territorial 1 y 2 puntos en la plataforma territorial 5.

Para la evaluación del ruido se siguió la metodología propuesta en la norma ISO 1996 – 2: 2007 “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental”.

Los resultados de niveles de presión sonora fueron comparados con los límites máximos permisibles señalados en la norma técnica vigente: Reforma Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA). Como consecuencia de esto se manifiesta que ninguno de los puntos de emisión de ruido de ambas plataformas cumple con dicha norma, esto debido a la actividad antropogénica generada en la urbe.

La cartografía de la situación acústica fue elaborada mediante el software informático ArcGis 10.1 usando la herramienta distancia inversa ponderada (IDW) que permitió llevar a cabo un análisis espacial integral que reveló varios puntos críticos de emisión de ruido generados en la zona centro del casco urbano de Ambato.

ABSTRACT

In this paper the reality of a problem that affects the whole society is reflected; noise pollution is a direct consequence of the activities taking place in the city and every day generates more discomfort in the community. To solve this became essential to evaluate and characterize the noise in time and space.

The noise pollution monitoring points were determined through geoprocessing tools, considering variables such as road density, population density and areas of existing conglomerates (schools, stadiums, markets, bus stops). Thus 19 points were established in the territorial platform 1 and 2 points on platform 5.

For noise assessment methodology was followed proposed in the ISO 1996 – 2: 2007 Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise".

The results of sound pressure levels were compared with the maximum permissible limits in the current technical standard: Reform Unified Text of the Secondary Environmental Legislation (TULSMA). As a result it is stated that none of the noise emission points both platforms conforming to that standard, this due to anthropogenic activity generated in the city.

The mapping of the noise situation was developed through computer software ArcGIS 10.1 using the tool weighted inverse distance (IDW) allowed to carry out a comprehensive spatial analysis which revealed several critical points noise emission generated in the downtown area of the town of Ambato.

INTRODUCCIÓN

El ruido siempre ha sido un problema medioambiental para el hombre, de tal manera que ha interferido con la actividad de las personas tanto en sus hogares como en el trabajo, contribuyendo al deterioro de la calidad de vida y el medio ambiente.

El ruido urbano a diferencia de otros contaminantes no deja rastros, sin embargo las consecuencias generadas por el ruido pueden sentirse como efectos auditivos y psicosociales.

En este sentido, se percibe claramente que durante los últimos años debido a la gran expansión urbana e industrialización ha aumentado la contaminación acústica. Las principales fuentes que contribuyen al ruido en exteriores son los medios de transporte, industrias, construcciones, personas y animales.

Debido al creciente problema, Ecuador ha establecido una normativa ambiental destinada al control de fuentes fijas y móviles propagadoras de ruido: Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA), dicha norma es complementada con las ordenanzas emitidas por los Gobiernos Autónomos Municipales.

A pesar de la normativa existente, los reclamos por parte de la ciudadanía aún se mantienen, haciendo necesaria la búsqueda de instrumentos que permitan medir y manejar el problema.

Las campañas de monitoreo sistemático y la elaboración de mapas de ruido surgen entonces como alternativas de planificación urbana y gestión ambiental que permite obtener información visual del comportamiento acústico en una zona geográfica determinada que posibilitará a las entidades gubernamentales tomar decisiones en cuanto a los niveles mínimos y máximos permitidos de acuerdo con el uso de suelo de la ciudad.

Sobre esta base, el GAD Municipalidad de Ambato, a través de la Dirección de Gestión Ambiental y la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato realizan un acuerdo para realizar el proyecto “Elaboración del mapa de ruido de la Ciudad de Ambato” como herramienta estratégica para la reducción de la contaminación ambiental propuesta en la Agenda Ambiental del GADMA en 2012 que tiene como objetivo principal contar con un mapa estratégico de contaminación acústica de la ciudad de Ambato, que visibilice la generación de ruido en la ciudad. .

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

“ELABORACIÓN DE UN MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DIURNO DE LAS PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE AMBATO EN CONVENIO CON EL GAD MUNICIPALIDAD DE AMBATO”

1.2. Justificación

La contaminación ambiental supone un grave problema mundial que impide el desarrollo normal de los ciclos biológicos, geológicos y físicos del planeta que afecta a la salud y al equilibrio neuro-psíquico tanto del hombre como de la fauna del lugar.

Morejón y colaboradores (2013) mencionan que los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos como la pérdida de audición y psicológicos como la irritabilidad. El ruido actúa a través del órgano del oído sobre los sistemas nervioso central y autónomo, produciendo sordera y efectos patológicos produciendo malestar y dificultando la atención, comunicación, concentración, descanso y sueño.

El ruido ambiental, causante de la contaminación acústica, es propiciado por una combinación de fuentes móviles y fuentes fijas de impacto colectivo, el ruido emitido por una fuente fija afecta solamente a las personas que ocupan los inmuebles aledaños y próximos al local donde se encuentran instalados los equipos generadores de ruido. No existen estudios que permitan determinar las causas del ruido urbano y dimensionar el impacto en el ambiente y en la salud, pero es evidente que también las fuentes móviles como vehículos de transporte de carga, autobuses y automóviles son la causa principal del ruido de la ciudad (**El Telégrafo, 2013**). De esta forma se constituye como uno de los principales problemas medioambientales, generando un número cada vez mayor de quejas por parte de los habitantes.

Este es el caso de Ambato; una ciudad comercial en pleno crecimiento, y por lo tanto, con expansión de muchas actividades que potencialmente son ruidosas.

Los estudios acústicos y la realización de mapeo de ruido son herramientas necesarias y de gran utilidad para reorganizar el tráfico vehicular y prevenir a la población sobre su permanencia al aire libre en determinados sectores de la ciudad; así mismo se puede determinar de mejor manera la ubicación adecuada de escuelas, hospitales, urbanizaciones o parques industriales (**GADMA, 2012**).

Por estas razones el GAD Municipalidad de Ambato dentro de su Agenda Ambiental (2012 – 2018) ha delineado varios perfiles de proyectos, que han sido diseñados para responder a los objetivos y a los ejes estratégicos. Aquí se propone la elaboración del mapa de ruido ambiental de las plataformas 1 y 5 de la Ciudad de Ambato con el fin de evaluar la contaminación en dicho entorno considerado como el sector más ruidoso de la urbe debido a las actividades comerciales que ahí se realizan.

Por otro lado, en la norma técnica vigente para el control del ruido, se establece la obligatoriedad para los municipios con una población mayor o igual a 250.000 habitantes, elaborar mapas de ruido ambiental como un instrumento estratégico para la gestión de control de contaminación acústica y la planificación territorial (**Ministerio del Ambiente, 2015**). La población de la ciudad de Ambato es de 329.856 habitantes (**INEC, 2010**), por lo que se ve en la necesidad de contar con un mapa de ruido para la reducción de la contaminación ambiental causada por la elevada presión sonora emitida y de igual forma para preservar el bienestar y confort de los ciudadanos.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Elaborar un mapa de ruido ambiental diurno de las plataformas territoriales uno y cinco de la Ciudad de Ambato en convenio con el GAD Municipalidad de Ambato.

1.3.2. Específicos

- Medir el nivel de presión sonora equivalente (NPS_{eq}), el ruido de fondo y las condiciones ambientales: temperatura, presión y humedad relativa del aire en cada punto de medición de acuerdo a la norma ISO 1996-2:2007.
- Modelar la situación acústica existente usando normativa técnica internacional vigente.
- Identificar las zonas en las cuales el nivel de presión sonora supera lo indicado en la Norma Técnica vigente: Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

La contaminación acústica es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del medio ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula o traslada como las otras contaminaciones, también puede generar grandes daños en la calidad de vida de la gente si no se controla de forma adecuada (INEC, 2014).

Si el ruido es elevado durante un corto espacio de tiempo, el receptor sufre una pérdida temporal de su capacidad de audición. En cambio si el ruido permanece de forma continuada, se va perdiendo la capacidad auditiva de manera irreversible. Un sonido intenso y repentino por encima de los 140 dB que dure más de 5 ms, puede provocar lesiones graves en el oído. Para niveles por encima de los 165 dB suele provocar la ruptura de tímpano.

De igual forma, los efectos en el sistema nervioso se traducen en la tensión muscular y enfermedades como la neurosis, a través de este sistema nervioso quedan afectados otros órganos relacionados, como el corazón y arterias. Existe un aumento de presión arterial al exponerse a ruidos elevados, ya que el ruido elevado suele asociarse con una situación de peligro. Pueden observarse también una serie de efectos como taquicardia y disminución del ritmo cardíaco.

Los efectos psicológicos en cambio son básicamente interferencias en la comunicación oral, inhibición de las actividades mentales, interferencias con el sueño y otras molestias.

Las causas fundamentales de la contaminación acústica son, entre otras, el crecimiento de las ciudades y la población urbana y como consecuencia de esto, el incremento del parque automotor en los últimos años.

A nivel mundial existe una gran cantidad de trabajos de medición de ruido y mapeo para el control de la calidad del aire causado por la elevada presión sonora.

La dependencia de control de ruido de E.E.U.U. durante 1980 generó criterios para elaboración de mapas de ruido, exposición a ruido comunitario, efectos sobre la salud y medidas de mitigación. Entre los mapas de ruido que allí se han realizado se destacan el de San Francisco, elaborado en el año 2007 para vías, en donde se desarrolló un modelo digital para tráfico con el fin de actualizar el modelo de ruido TNM (Traffic Noise Model).

En Europa en cambio, la directiva del parlamento europeo en 2002, reglamentó la elaboración de mapas de ruido y la gestión del ruido ambiental. Dichos mapas deben actualizarse cada cinco años (**Secretaría Distrital del Ambiente, 2011**).

En América Latina, la cartografía sonora comenzó en Brasil, en 1997 la Universidad Federal de Minas Gerais realizó un mapa de ruido de la ciudad de Belo Horizonte, haciendo referencia a los horarios pico.

El mapeo de ruido urbano de Montevideo, Uruguay en 1999 contó con 160 puntos de medición ubicados en su mayoría sobre vías de circulación importante (**Viro, et al. 2002**).

Medrano y Arzabe (2011) realizan la distribución espacial del ruido de tres distritos y 54 puntos de medición en Cochabamba, Bolivia.

Al igual que en muchas ciudades del mundo, en nuestro país ya se ha tomado medidas para el control de la contaminación acústica mediante el monitoreo y la elaboración de mapas de ruido. **Rubianes (2009)** llevó a cabo el proyecto de elaboración de un mapa de ruido ambiental en la ciudad de Quito en cinco estaciones de monitoreo, se usó el software informático ArcGis, en donde se observó que en muchos puntos, los altos niveles de ruido corresponden mayoritariamente a la circulación vehicular. Los resultados de las mediciones de ruido incumplen la normativa vigente. **Iñiguez (2014)** levanto información de ruido ambiental en ciento quince puntos dentro de la ciudad de Loja, el mapa de ruido fue elaborado con el programa ArcGis 9.3.

En 1998 se realizó un estudio de medición y evaluación de polución sonora en la ciudad de Guayaquil que abarcó 10 puntos de monitoreo dentro del perímetro urbano, los resultados manifestaron elevados niveles de ruido en los sectores comercial e industrial cuyo principal causante fue el tránsito vehicular. El nivel de presión sonora excedió los índices máximos permisibles en el reglamento (**Jara, J. 1998**).

En Machala 13 puntos de monitoreo de ruido dentro del casco urbano permitieron identificar que en su mayoría los niveles de ruido exceden los permitidos por la OMS tanto en periodo diurno como nocturno (**Gonzaga, J. 2015**).

La **Universidad del Azuay** en 2012, dispuso 30 puntos de muestreo distribuidos a lo largo de la ciudad de Cuenca, los cuales sobrepasaron el umbral señalado por la norma TULSMA tanto en periodo diurno como nocturno. La representación espacial fue desarrollada por el método del inverso de la distancia ponderada (IDW) y el método Kriging del simulador ArcGis.

Con el fin de determinar los niveles de ruido de la zona centro de la ciudad de Ambato, **Burgos y Parra (2012)** realizaron la determinación de la contaminación acústica en 73 puntos de monitoreo distribuidos en un área de 11,55 km². Concluyeron que los valores sonoros promedio sobrepasan los límites establecidos por la norma. Para la distribución espacial del ruido urbano elaboran un mapa con el software ArcView. En dicho plano la inadecuada asignación de indicadores de ruido, no permite visualizar las zonas con mayor o menor cantidad de ruido, dificultando su interpretación.

Un estudio desarrollado por la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador en 2013 indica que en Ambato durante el día el nivel de ruido es mayor, ya que el 84% de ruido de la ciudad proviene del tránsito urbano, el 8% es de origen industrial, el 4% está en la construcción y el restante 4% es ruido de origen no especificado (**Universidad Central del Ecuador, 2008**).

En Ambato existen dos estudios previos que permiten conocer la situación de contaminación por ruido. De los estudios anteriores se deduce que la situación acústica en la ciudad requiere de un control permanente por parte de las autoridades correspondientes. La falta de periodicidad en estudios de esta clase no permite tener un registro del ruido fluctuante así como una representación espacial actual de dicha contaminación, y por lo tanto no se pueden tomar medidas inmediatas para su control,

puesto que la información dada por los mapas de ruido permite mejorar la planificación de las ciudades así como reducir el ruido en donde se concentra la mayor cantidad de población.

2.2.Hipótesis

2.2.1. Hipótesis nula

Las distintas fuentes de ruido analizadas no presentan diferencia significativa en la simulación de la situación acústica existente en las Plataformas 1 y 5 de la Ciudad de Ambato.

2.2.2. Hipótesis alternativa

Las distintas fuentes de ruido analizadas presentan diferencia significativa en la simulación de la situación acústica existente en las Plataformas 1 y 5 de la Ciudad de Ambato.

2.3. Señalamiento de variables de la hipótesis

2.3.1. Variables independientes

Fuentes de ruido analizadas

2.3.2. Variables dependientes

Simulación de la situación acústica existente en las Plataformas 1 y 5 de la Ciudad de Ambato.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

- Sonómetro integrador tipo I (CESVA SC 101)
- Calibrador acústico de clase 1 94 dB (CESVA)
- Anemómetro (Kestrel 4000)
- Sistema de Posicionamiento Global GPS (GARMIN 62 SC)
- Software ArcGis 10.1

3.2. Métodos

3.2.1. Zonas seleccionadas

La zona urbana de la ciudad de Ambato se encuentra ubicada aproximadamente entre $1^{\circ}20'$ de Latitud Sur y $78^{\circ}45'$ de Longitud Oeste (IGM, 2013). En el territorio ocupado por la ciudad se reconocen 5 plataformas territoriales. Las elegidas para el presente estudio fueron la plataforma 1 correspondiente al área de las Parroquias Miraflores, La Matriz, San Francisco, La Merced e Ingahurco y la plataforma 5 conformada por los sectores de La Península y Catiglata Baja (Municipalidad del Cantón Ambato, 2012).

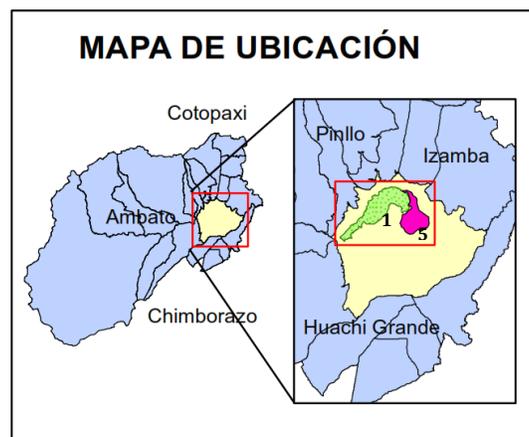


Figura 1. Plataformas territoriales 1 y 5, seleccionadas dentro de la Zona urbana de la Ciudad de Ambato – Provincia de Tungurahua. Imagen obtenida del paquete informático ArcMap 10.1. Elaborado por Vargas, L (2015).

3.2.2. Identificación de fuentes generadoras de ruido

Dentro de los factores que generan ruido, se consideró aquellos producidos por fuentes fijas (ruido comercial, industrial y viviendas) y se ajustó el modelo con la incorporación de fuentes móviles (tráfico vehicular).

3.2.3. Puntos de medición

Se estableció 21 puntos a través de herramientas de geoprocésamiento, considerando las siguientes variables: densidad de vías, densidad poblacional, áreas de conglomeraciones existentes (escuelas, estadios, mercados, paradas de autobuses) y estudios anteriores determinados a través de la evaluación ambiental base de ruido realizado por el GADMA en el 2012 (**Municipalidad de Ambato, 2012**).

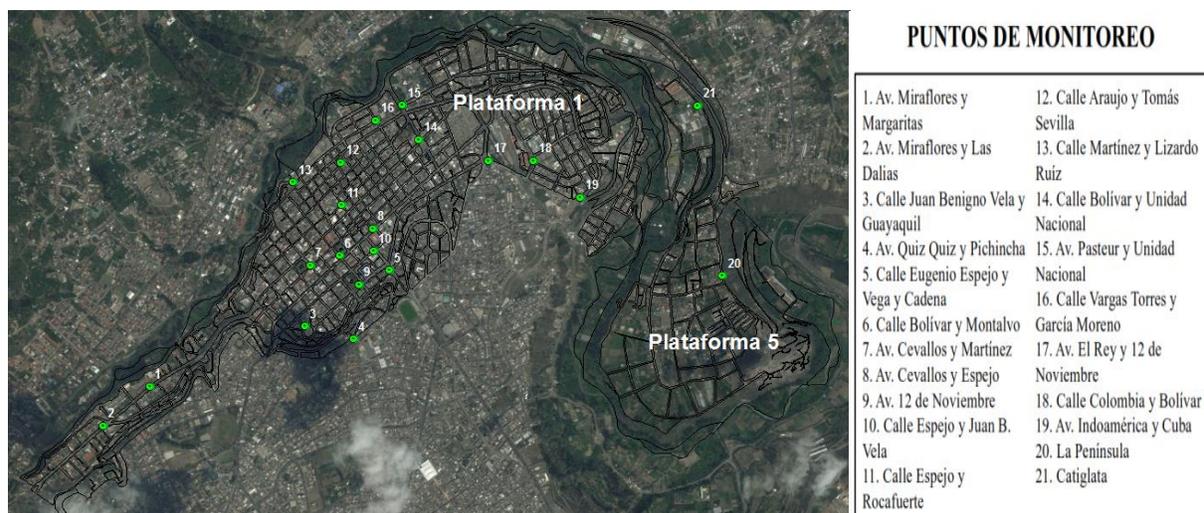


Figura 2. Imagen satelital de la ciudad de Ambato que indica la localización de los 21 puntos de medición de ruido ambiental dentro del perímetro urbano en las Plataformas territoriales 1 y 5. Imagen obtenida del paquete informático ArcMap 10.1. Elaborado por Vargas, L (2015).

3.2.4. Horario de medición

Se estableció el horario en base a los momentos en donde las fuentes emisoras de ruido difunden los niveles de presión sonora más altos. Se realizarán cinco mediciones de 9:00 AM a 15:00 PM de lunes a viernes.

3.2.5. Equipo de medición

Se utilizará un sonómetro integrador de clase 1, marca CESVA SC 101 (Resolución 0,1 dB) con filtro de ponderación A; ponderación frecuencial sugerida en la norma ISO 1996 – 2: 2007 salvo en el caso de ruidos impulsivos de alta energía. También se usará un micrófono CESVA C – 130 tipo condensador, pantalla protectora, calibrador acústico de clase 1 CESVA CB 006, batería y trípode (altura 1,50 m), ver especificaciones y certificado de calibración del equipo en el Anexo #14.

Se empleará también un anemómetro de marca Kestrel 4000, para medir la velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y presión del aire. Además se empleará un GPS (Sistema de posicionamiento global) de marca Garmin 62 sc para especificar las coordenadas del punto de medición

3.2.6. Método de calibración del sonómetro

Se medirá el nivel de presión sonora (NPS) del calibrador acústico de clase 1 con el sonómetro antes y después de cada medición. El NPS debe constar en el informe de mediciones (Anexo #5 y #6)

3.2.7. Condiciones ambientales durante la medición

Las mediciones no se efectuarán en condiciones adversas que puedan afectar el proceso de medición, por ejemplo: presencia de lluvias, truenos, etc. La toma de datos deberá llevarse a cabo, solamente, cuando la velocidad del viento sea igual o menor a 5 m/s.

3.2.8. Ubicación del sonómetro para la medición del ruido ambiental

El sonómetro se colocará sobre un trípode y ubicado a una altura de 1,5 m desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45° a 90°, sobre su plano horizontal. El operador deberá estar alejado del equipo, al menos 1 metro para evitar la reverberación.

3.2.9. Método para la medición de ruido fluctuante

Se registrarán al menos 5 mediciones con una duración de un minuto cada una, si se tratase de ruido estable o 10 mediciones de un minuto cada una si se tratase de ruido fluctuante, por cada punto monitoreado. Se reportará el ruido de fondo y el NPS_{eq} mínimo, máximo y promedio además de las condiciones ambientales (T° , P, %H).

3.2.10. Determinación de L_{Aeq}

El nivel de presión sonora equivalente se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq\ prom} = 10 \log 1/T \sum_{j=1}^{T_i} 10^{L_{Aeq} / T_i} dB$$

Dónde:

L: nivel de presión sonora

A: ponderación A

Eq: equivalente

T: tiempo total del ciclo

i: número de subciclos

L_{Aeq} : cada medición efectuada

3.2.11. Determinación de la incertidumbre de medición

$$u_{medida} = \sqrt{I^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

I: Debido a la instrumentación (dB). Se asigna un valor de 1 o 2 de acuerdo al tipo de instrumentación (tipo 1 o tipo 2)

X: Condiciones de operación (dB). Desviación promedio determinada a partir de las mediciones realizadas en condiciones de repetibilidad.

Y: Condiciones ambientales (dB). El valor depende de la distancia de medición y las condiciones meteorológicas que prevalecen.

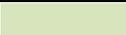
Z: Ruido residual (dB). El valor varía dependiendo de la diferencia entre los valores totales medidos y el sonido residual.

3.2.12. Elaboración del mapa de ruido

El software a utilizar será ArcGis 10.1 con ArcMap 10.1. Las coordenadas geográficas tomadas con el GPS serán descargadas y mapeadas en este programa, de tal forma se obtendrá la representación espacial de los puntos de monitoreo dentro del mapa de la ciudad de Ambato en formato raster. Consecutivo a esto se ingresarán los valores de LAeqk resultado del monitoreo diario de las mediciones de acuerdo a los horarios establecidos. La herramienta *ArcGis Spatial Analyst* permite llevar a cabo un análisis espacial integral mediante el método de *interpolación* de la superficie desde los puntos mapeados usando la técnica de *distancia inversa ponderada (IDW)*.

La gama de colores para la confección del mapa de ruido será la establecida por la norma ISO 1996-2:1997 (INEN, 2014).

Tabla 1. Tabla de colores para la elaboración del mapa de ruido según ISO 1996-2:2007

Nivel Sonoro (dB)	Nombre del Color	Color	Trama
56 – 58	Verde claro		Densidad baja
58,1 – 60	Verde		Densidad media
60,1 – 62	Verde oscuro		Densidad alta
62,1 – 64	Amarillo		Densidad baja
64,1 – 66	Ocre		Densidad media
66,1 – 68	Naranja		Densidad alta
68,1 – 70	Cinabrio		Densidad baja
70,1 – 72	Carmín		Densidad media
72,1 – 74	Rojo lila		Densidad alta
74,1 – 76	Azul		Densidad media
76,1 – 78	Azul oscuro		Densidad alta

Nota 1. Tabla de colores que representa el nivel sonoro (dB). Gama de colores adaptada de la Norma ISO 1996 – 2: 2007: Acústica. Descripción, Medición y Evaluación del Ruido Ambiental. INEN (2014)

3.3. Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos de la medición de ruido ambiental en la ciudad se tabularon con la aplicación Microsoft Excel para luego ser analizados con el software de análisis estadístico Statgraphics que permitió mediante el análisis de varianza (ANOVA) una correcta apreciación de los resultados y gráficos del estudio para aceptar o rechazar las hipótesis propuestas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis y Discusión de los resultados

4.1.1. Condiciones meteorológicas

La importancia de las condiciones meteorológicas en la contaminación atmosférica se reconoce observando las variaciones de la calidad del aire en una zona determinada en cierto tiempo. Existen factores ambientales que influyen en las mediciones de ruido, los mismos que se han considerado en este estudio.

El viento a través del micrófono por ejemplo, produce mucho ruido extraño. Para reducir esto, se utiliza siempre una pantalla anti viento (espuma porosa) para evitar que el ruido del viento no distorsione la medida y obtener a cambio datos falsos.

La humedad en cambio puede afectar principalmente a los micrófonos, si la humedad relativa es alta o hay presencia de lluvias no se realizan las mediciones debido a que esto arrojaría datos erróneos de la medición. La humedad máxima obtenida durante 5 semanas de medición fue de 73,4%. El margen de funcionamiento del equipo es del 25 – 90%, que indica que está dentro de lo establecido.

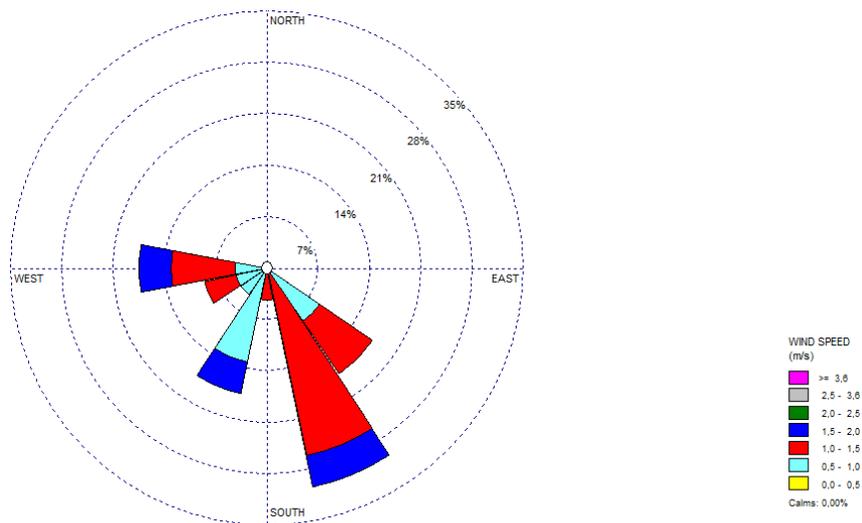
En cuanto a la temperatura, el sonómetro utilizado puede operar de 0 a 50 °C, sin embargo hay que evitar los violentos cambios de temperatura que pueden llegar a una condensación del micrófono, el mayor valor obtenido fue 29,8 °C por lo que la medición no se vio influenciada.

La presión atmosférica puede afectar la respuesta de ruido ambiental cuando se realizan mediciones de ruidos agudos de alta frecuencia (**Ramos, 2007**).

Por cada sitio de medición de ruido ambiental se tomaron lecturas de temperatura, presión, humedad relativa, velocidad y dirección del viento imperantes en el momento mismo de la medición durante los diferentes horarios (ver Anexo #2 y #3).

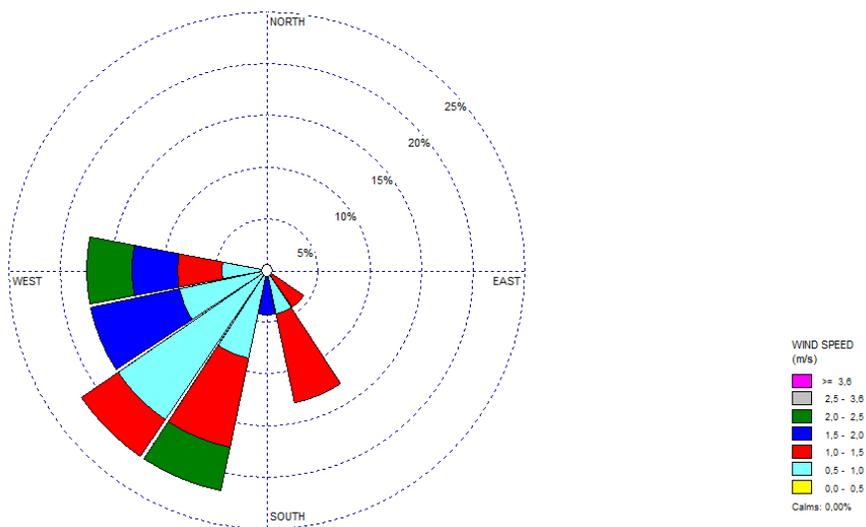
Lo relacionado con velocidad y dirección del viento se presenta a continuación en forma gráfica para cada semana de monitorización de ruido.

Figura 3. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 20 al 24 de Julio del 2015



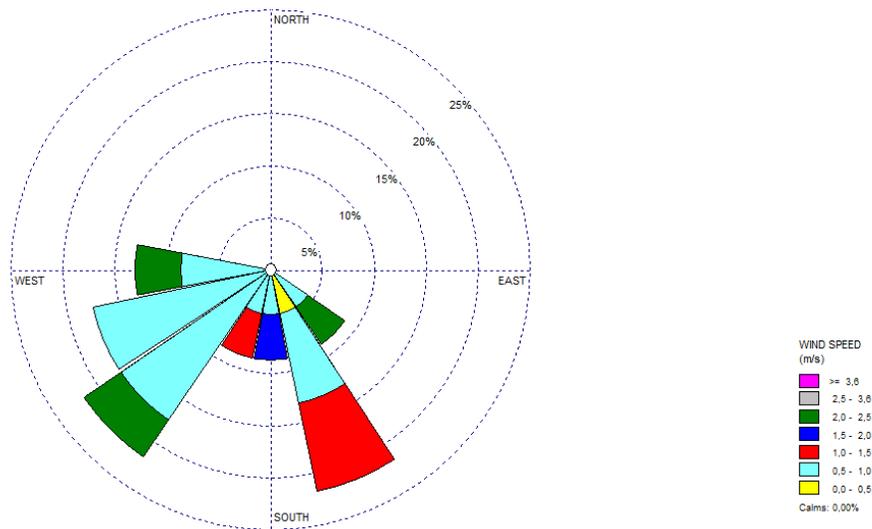
Nota: Demostración gráfica de la velocidad y dirección del viento desarrollada en el programa WindRose PRO. La velocidad promedio del viento en la semana: 1,071 m/s. El promedio de la presión: 750,440 hPa. La humedad promedio: 54,008 % y la temperatura: 20,304 °C. Elaborado por Vargas, L (2015).

Figura 4. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 27 al 31 de Julio del 2015



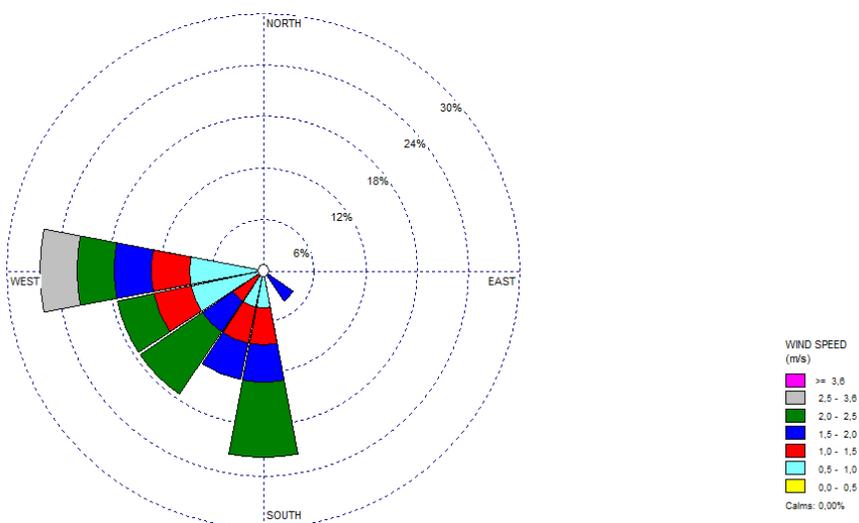
Nota: Demostración gráfica de la velocidad y dirección del viento desarrollada en el programa WindRose PRO. La velocidad promedio del viento en la semana: 1,176 m/s. El promedio de la presión: 751,684 hPa. La humedad promedio: 54,144 % y la temperatura: 20,360 °C. Elaborado por Vargas, L (2015).

Figura 5. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 03 al 07 de Agosto del 2015



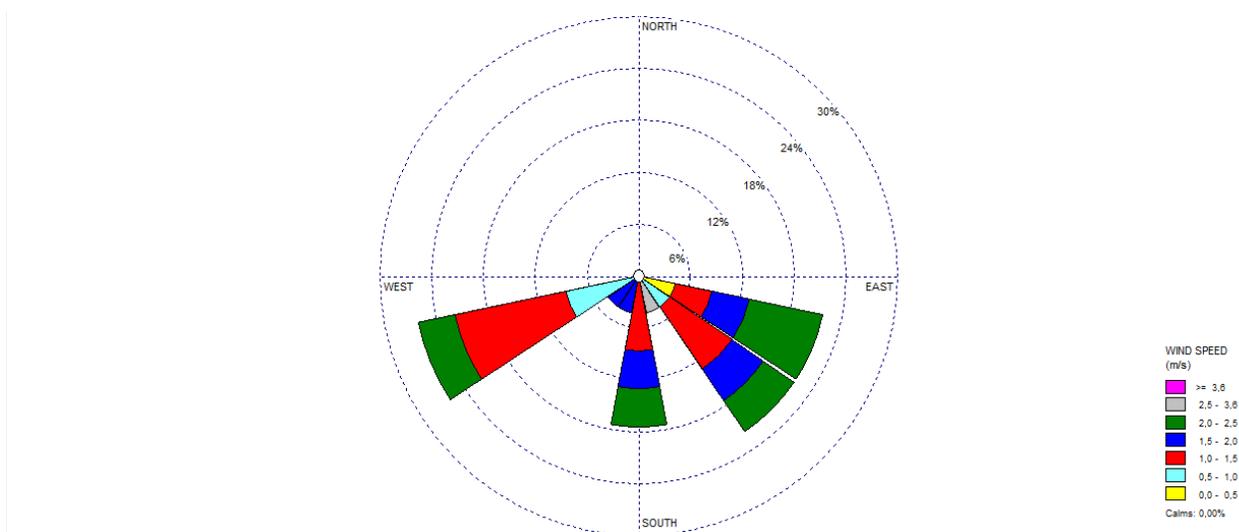
Nota: Demostración gráfica de la velocidad y dirección del viento desarrollada en el programa WindRose PRO. La velocidad promedio del viento en la semana: 1,003 m/s. El promedio de la presión: 754,456 hPa. La humedad promedio: 50,616 % y la temperatura: 20,024 °C. Elaborado por Vargas, L (2015).

Figura 6. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 10 al 14 de Agosto del 2015



Nota: Demostración gráfica de la velocidad y dirección del viento desarrollada en el programa WindRose PRO. La velocidad promedio del viento en la semana: 1,333 m/s. El promedio de la presión: 750,740 hPa. La humedad promedio: 55,900 % y la temperatura: 19,465 °C. Elaborado por Vargas, L (2015).

Figura 7. Velocidades y direcciones de viento predominantes correspondientes a la semana del 17 al 21 de Agosto del 2015



Nota: Demostración gráfica de la velocidad y dirección del viento desarrollada en el programa WindRose PRO. La velocidad promedio del viento en la semana: 1,820 m/s. El promedio de la presión: 750,470 hPa. La humedad promedio: 60,110 % y la temperatura: 18,411 °C. Elaborado por Vargas, L (2015).

La figura 3 muestra la rosa de los vientos registrada durante la tercera semana de julio del 2015, en donde el valor promedio de velocidad es 1,07 m/s, que según la escala de viento Beaufort (ver Anexo #4), donde describe el tipo de viento, expresa que 1,07 m/s pertenece a ventolina. El 52,2% de las velocidades tomadas en dicha semana se encuentra entre 1 a 1,5 m/s y su dirección predominante Sureste.

Los vientos de la semana 2 tuvieron un promedio de 1,17 m/s, pertenecientes a la escala ventolina. El 43,5% de los datos tomados están dentro del rango de 0,5 a 1 m/s. La dirección del viento predominante fue Suroeste.

Como se aprecia en la figura 5, la dirección del viento dominante es Suroeste, el promedio de la velocidad del viento fue 1 m/s; ventolina. La mayoría de datos caen dentro del rango de 0,5 a 1 m/s lo que representa el 65,2%.

La velocidad promedio del viento en la semana 4 fue de 1,53 m/s; ventolina en dirección Suroeste. Dentro del rango de 0,5 a 1 m/s y de 2 a 2,5 m/s se encuentran mayoritariamente los datos, lo que representa el 26,1% para cada categoría.

En la semana final, la dirección del viento fue Sureste, el valor promedio fue 1,42 m/s y el 34,8% de los valores tomados están dentro de 1 a 1,5 m/s.

Cabe destacar que las tendencias de la dirección y velocidad del viento muestran un comportamiento similar entre las semanas de medición, en todo el tiempo de medición la corriente de aire fue leve y no sobrepasó de los 5 m/s lo que asegura la confiabilidad de los datos, ya que las mediciones de ruido según la norma TULSMA deben llevarse a cabo, solamente cuando la velocidad del viento sea igual o menor a 5 m/s.

4.1.2. Comparación de los resultados obtenidos con la Norma Técnica vigente: Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA)

Cada día el cumplimiento de las normas ambientales se hace más exigente, esto debido a que la contaminación ambiental se ha tornado un serio problema a nivel global.

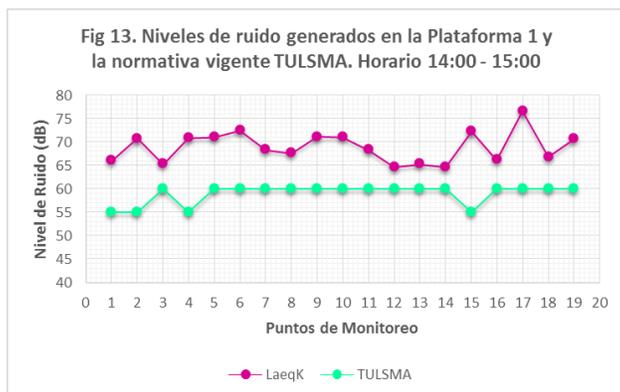
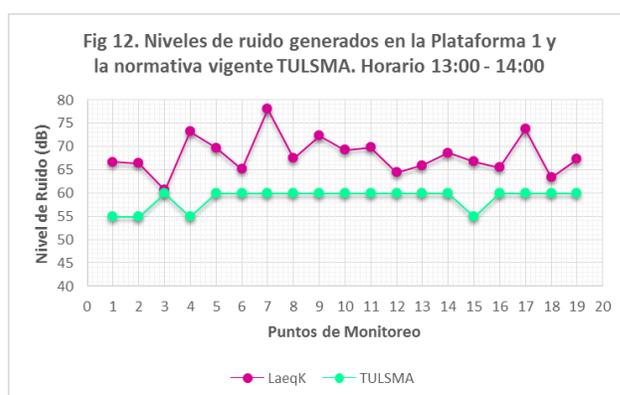
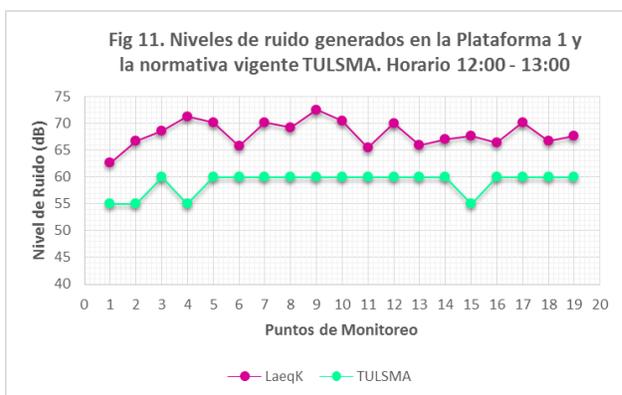
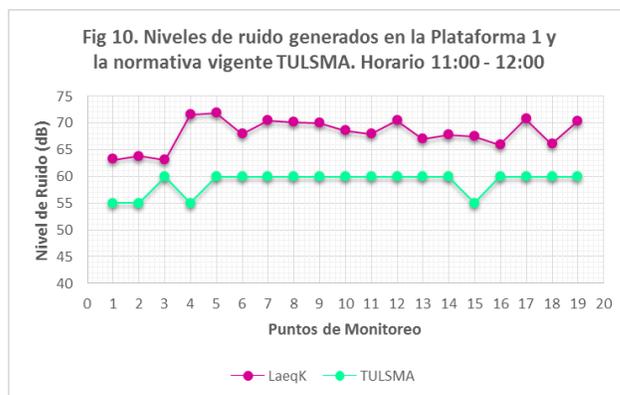
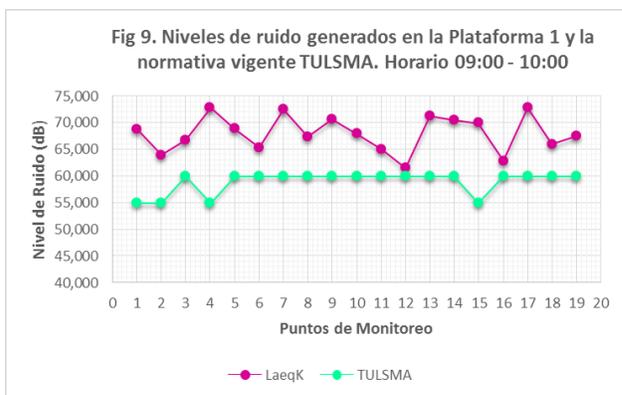
Nuestra ciudad a través del gobierno municipal permite controlar y legislar la contaminación ambiental acústica por medio de ordenanzas y normas que se verifican con inspecciones periódicas a puntos críticos generadores de ruido.

Los puntos de monitoreo estudiados en el periodo diurno se ubicaron en dos diferentes plataformas y corresponden a diferentes usos de suelo.

El nivel de presión sonora continua equivalente corregido LAeqk obtenido de la evaluación de ruido no puede exceder los niveles fijados en la norma técnica vigente TULSMA de acuerdo al uso de suelo al que pertenecen, dentro de dicha norma se presentan diez diferentes usos de suelo. De acuerdo al levantamiento de datos otorgado por la dirección de planificación del GADMA, dentro de las plataformas 1 y 5 existen 4 tipos diferentes de uso de suelo: protección ecológica (PE), residencial (RI), comercial (CM) y agrícola residencial (AR). Los puntos de monitoreo de ruido ambiental se encuentran dentro de suelo comercial y residencial. La norma vigente TULSMA manifiesta que para el uso de suelo Comercial (CM) el valor máximo permisible es 60 dB y para el uso Residencial (RI) es 55 dB.

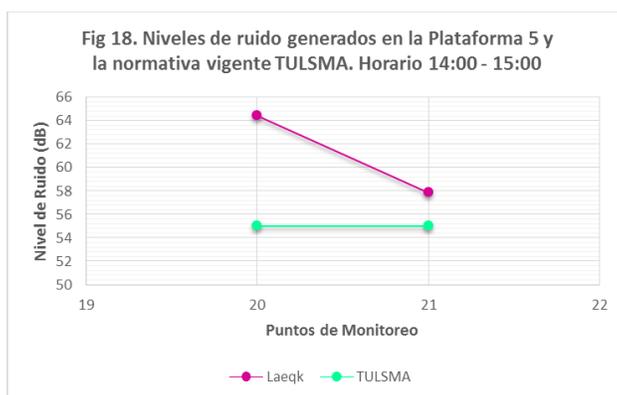
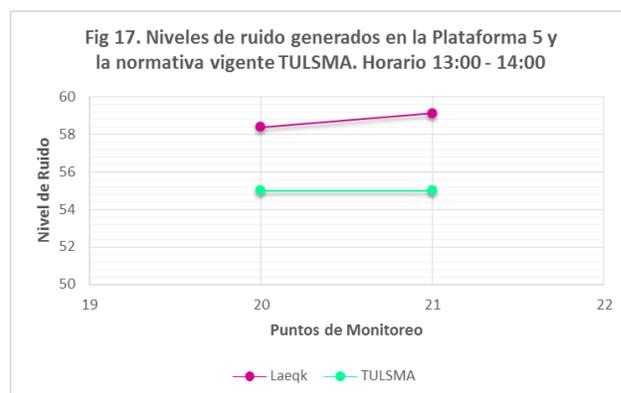
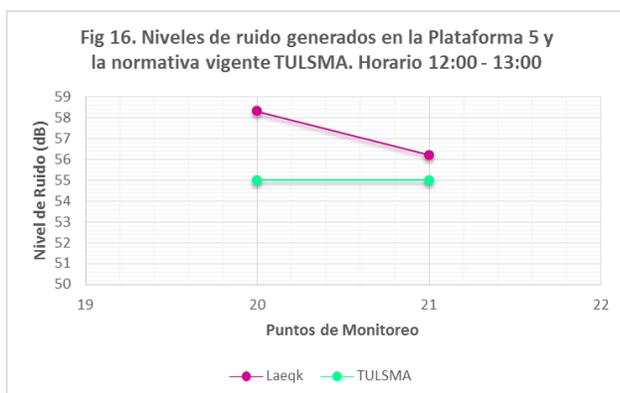
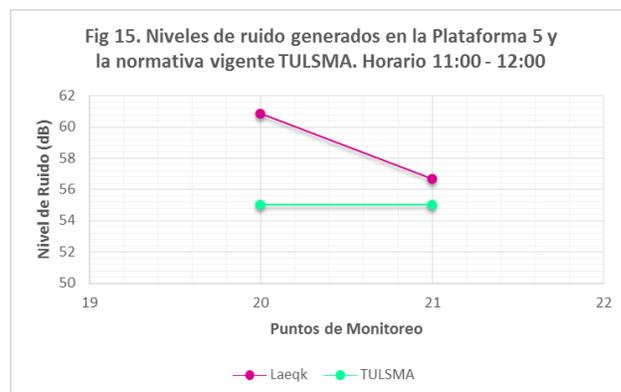
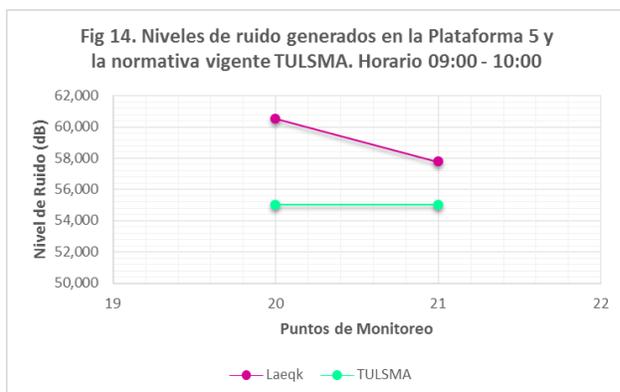
En el Anexo #8 se presenta el mapa de uso de suelo de las ya mencionadas plataformas territoriales de la ciudad y la ubicación de los puntos de monitoreo de ruido para el presente estudio.

Figura 8 – 12. Niveles de Ruido comparativos entre LAeqk de los Puntos monitoreados de la Plataforma 1 y la Normativa TULSMA



Nota: Los diagramas de puntos representan el grado de covariación de los valores del nivel de ruido de los puntos monitoreados de la Plataforma 1 en horario de 09:00 AM – 15:00 PM versus el límite máximo permisible de acuerdo al Uso de Suelo de la Norma Técnica Vigente TULSMA del Ecuador del 2015. Nivel máximo permitido en Zona Residencial: 55 dB y Zona Comercial: 60 dB. Elaborado por Vargas, L (2015).

Figura 13 – 17. Niveles de Ruido comparativos entre LAeqk de los Puntos monitoreados de la Plataforma 1 y la Normativa TULSMA.



Nota: Los diagramas de puntos representan el grado de covariación de los valores del nivel de ruido de los puntos monitoreados de la Plataforma 5 en horario de 09:00 AM – 15:00 PM versus el límite máximo permisible de acuerdo al Uso de Suelo de la Norma Técnica Vigente TULSMA del Ecuador del 2015. Nivel máximo permitido en Zona Residencial: 55 dB. Elaborado por Vargas, L (2015).

Como se observa en las figuras anteriores, dentro de todos los horarios establecidos en la plataforma territorial 1, los 21 puntos estudiados superan en un 100% los niveles máximos permitidos, es decir 60 dB (ver Anexo #1). Las razones de incumplimiento se deben al flujo vehicular intenso y vehículos en mal estado, el uso innecesario de bocinas, construcciones, comerciantes informales, ruido emitido por parlantes de locales comerciales, alarmas y sirenas y el flujo de peatones en las calles.

Con el monitoreo de ruido de los lugares mencionados se pudo observar que las calles de la zona céntrica de la ciudad están saturadas de tráfico vehicular debido al incremento del parque automotor. Una alternativa a esto es el reordenamiento de flujo vehicular y la categorización exclusiva de las vías para evitar el congestionamiento del transporte terrestre. De igual forma sucede con los puntos monitoreados en la plataforma 5, que corresponden a una zona residencial, estos también incumplen la norma, superando el nivel máximo permitido de 55 dB, esto sucede debido al flujo vehicular de transporte pesado en el caso de la Península debido a la entrada que lleva a las minas de material de construcción. Además existen pequeños aserraderos cuyas maquinarias son ruidosas por lo que los niveles de ruido van desde 58 hasta 64 dB, que no se consideran de gran impacto pero que de igual forma perturban a la comunidad.

El GADMA en función del grado de cumplimiento de esta norma podrá señalar zonas de restricción temporal permanente de ruido, así como proponer planes de acción correctivo y preventivo con el objetivo de minimizar el nivel de presión sonora para cumplir lo impuesto por la norma vigente y mejorar la calidad ambiental

4.1.3. Incertidumbre de medición

Dado que siempre existe un margen de duda en el resultado de cualquier medición, se hace necesario conocer cuán grande es el margen de error.

La norma ISO 1996 – 2: 2007; “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental” establece normas generales para la evaluación y la expresión de la incertidumbre de medida utilizando un modelo matemático que incluye todas las variables que realizan un aporte significativo a la incertidumbre asociada al resultado de ensayo.

La incertidumbre del nivel de presión sonora viene condicionada por la fuente sonora, el intervalo de tiempo de medición, las condiciones de operación (repetibilidad de las lecturas), instrumentación, condiciones ambientales y sonido residual.

La incertidumbre de medida es un parámetro asociado al resultado de las mediciones, que caracteriza la dispersión de los valores que pueden atribuirse a la magnitud de medida y se expresa como incertidumbre expandida (U).

Tabla 2. Resultados de incertidumbre de medición siguiendo la Norma ISO 1996-2: 2007 al 95% de confianza

Puntos de monitoreo	Horario de medición	Laeq	LAeqk	u	U	Incertidumbre de ruido
1		65,5790	65,4895	5,020	10,0407	65,489 ± 10,04
2		66,4262	66,3241	5,181	10,3621	66,324 ± 10,36
3		65,0566	64,912	4,505	9,0097	64,912 ± 9,00
4		71,9773	71,9711	5,079	10,1578	71,971 ± 10,15
5		70,3500	70,3468	4,305	8,6090	70,346 ± 8,60
6		67,3573	67,3417	3,614	7,2272	67,341 ± 7,22
7		71,9577	71,9569	3,561	7,1213	71,956 ± 7,12
8		68,4024	68,3985	2,974	5,9489	68,398 ± 5,94
9		71,3376	71,3376	3,481	6,9629	71,337 ± 6,96
10		69,4740	69,474	2,916	5,8325	69,474 ± 5,83
11		67,3933	67,3559	4,144	8,2871	67,355 ± 8,28
12		66,3215	66,2291	2,714	5,4273	66,229 ± 5,42
13	09:00	67,1579	67,1346	3,359	6,7185	67,134 ± 6,71
14	^a 15:00	67,7565	67,7442	3,314	6,6287	67,744 ± 6,62
15		68,8540	68,8494	3,540	7,0794	68,849 ± 7,07
16		65,4435	65,3843	3,168	6,3357	65,384 ± 6,33
17		72,8514	72,8514	4,536	9,0715	72,851 ± 9,07
18		65,8811	65,8154	3,588	7,1762	65,815 ± 7,17
19		68,7366	68,7318	3,568	7,1357	68,731 ± 7,13
20		60,5048	60,5005	4,253	8,5053	60,500 ± 8,50
21		57,5339	57,5292	3,488	6,9755	57,529 ± 6,97

Nota: Incertidumbre de medición siguiendo la Norma ISO 1996 – 2: 2007. Laeq: Nivel de presión continuo equivalente. LAeqk: nivel de presión continuo equivalente corregido. u: Incertidumbre estándar. U: Incertidumbre expandida. La incertidumbre está representada al 95% de intervalo de confianza. Elaborado por Vargas, L (2015).

Cuando se efectúan una serie de medidas de una misma magnitud no se puede concluir que su incertidumbre sea cero, ya que los errores quedan ocultos debido a que son menores que la incertidumbre asociada al equipo de medición.

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k = 2$, para una distribución normal (Gaussiana), correspondiente a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. Cualquier medida dentro de esta gama de valores es tolerada y percibida como correcta.

Estos datos de incertidumbre al sumarse o restarse del valor del nivel sonoro continuo equivalente corregido definen el intervalo dentro del cual existe la probabilidad de encontrar el valor verdadero igual a un nivel de confianza del 95%.

Dybowski (2015) menciona algunas maneras de mejorar la precisión en la medición, hacer la medición con un instrumento que tiene el más alto nivel de precisión, repetir la misma medida varias veces para conseguir un buen valor, realizar la medición en condiciones controladas ya que puede variar el resultado de acuerdo a condiciones climáticas por ejemplo.

La estimación de la medida del error probable es de especial importancia, los valores aquí mostrados permiten determinar que los resultados del estudio de medición son de calidad.

Un error en el resultado final para modelar los mapas de ruido habría provocado cálculos incorrectos para su representación y un mal diseño de los planes preventivos y correctivos de la situación acústica en la ciudad.

4.1.4. Análisis Estadístico de los datos registrados

Para poder analizar convenientemente un fenómeno complejo y variable como el ruido, se hace necesario el empleo de herramientas estadísticas.

El análisis de varianza permite comprobar la hipótesis nula de que las medias poblacionales son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

$$\mathbf{H_0: } \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{19}$$

$$\mathbf{H_a: } \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_{19}$$

Tabla 3. ANOVA correspondiente a la Plataforma 1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	542,895	18	30,1609	5,58	0,0000
Intra grupos	411,076	76	5,40889		
Total (Corr.)	953,971	94			

Nota: Tabla de Análisis de Varianza (ANOVA) de la Plataforma territorial 1. Contraste de la hipótesis nula (H_0) de los promedios muestrales de los 19 puntos de monitoreo. Valor $p > 0,05$ se acepta H_0 . Valor $p < 0,05$ se rechaza H_0 . Elaborado por Vargas, L (2015).

La tabla ANOVA se basa en la descomposición de la varianza de los datos en dos componentes: Entre grupos e Intra grupos. El valor estadístico F es igual a 5,58 y el valor P de la prueba F es menor que 0,05 indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 19 puntos de monitoreo de ruido de la Plataforma 1 a un nivel del 95% de confianza, es decir se rechaza la H_0 y se acepta la H_a de que las medias son diferentes entre sí.

Tabla 4. Prueba de Múltiples Rangos correspondiente a la Plataforma 1**Pruebas de Múltiple Rangos**

Método: 95,0 porcentaje

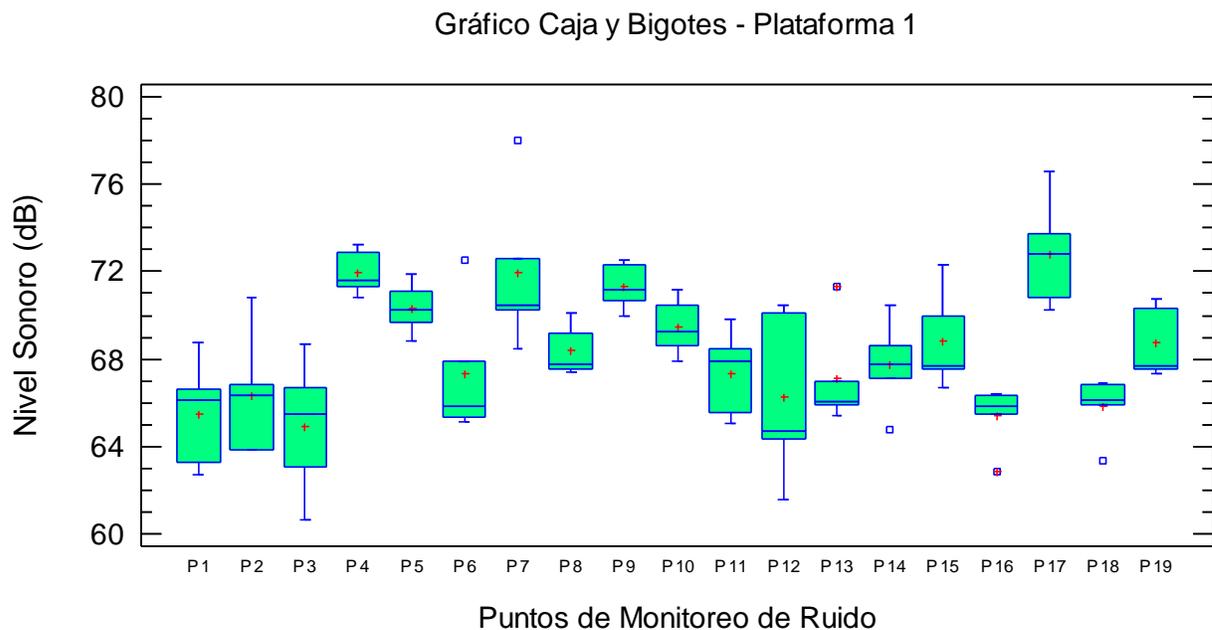
<i>Puntos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
P 3	5	64,912	X
P 16	5	65,3842	X
P 1	5	65,4896	XX
P 18	5	65,8156	XXX
P 12	5	66,229	XXXX
P 2	5	66,3238	XXXX
P 13	5	67,1346	XXXXX
P 6	5	67,3418	XXXXX
P 11	5	67,356	XXXXX
P 14	5	67,7442	XXXXXX
P 8	5	68,3984	XXXXX
P 19	5	68,7316	XXXXX
P 15	5	68,8494	XXXX
P 10	5	69,4742	XXXX
P 5	5	70,347	XXXX
P 9	5	71,3376	XXX
P 7	5	71,9568	XX
P 4	5	71,971	XX
P 17	5	72,8514	X

Nota: Prueba de múltiples rangos. Estimación de los grupos homogéneos al 95% de confianza mediante una comparación de medias muestrales. Elaborado por Vargas, L (2015).

La prueba de múltiples rangos determina que medias muestrales son significativamente diferentes de otras realizando una comparación múltiple al 95 % de confianza.

Se identifican en la tabla 9 grupos homogéneos según la alineación de las X's en la columna mostrando que entre aquellos niveles que comparten una misma columna de X's no existe diferencia significativa

Figura 18. Gráfico de Caja y Bigotes correspondiente a la Plataforma 1



Nota: Representación visual que describe la dispersión y simetría de los niveles de ruido obtenidos en los diecinueve puntos de medición de la Plataforma 1. Se observan tres cuartiles y los valores mínimo y máximo de los datos, sobre un rectángulo, alineado verticalmente. Elaborado por Vargas, L (2015).

Esta figura proporciona una visión general de la simetría de la distribución de los datos, los puntos 2, 14 y 17 presentan una distribución simétrica, el resto de sitios muestran una distribución asimétrica.

Las localidades 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15 y 19 exhiben una asimetría positiva, esto muestra que los datos tienden a concentrarse en la parte inferior de la distribución.

En cambio los puntos 1, 3, 11, 16 y 18 exhiben una asimetría negativa o sesgada a la izquierda ya que los datos tienden a concentrarse hacia la parte superior de la distribución.

Los valores atípicos que están fuera de la distribución se presentan en los lugares 6, 7, 13, 14, 16, 18.

Tabla 5. ANOVA correspondiente a la Plataforma 5

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	22,073	1	22,073	5,88	0,0415
Intra grupos	30,0341	8	3,75426		
Total (Corr.)	52,1071	9			

Nota: Tabla de Análisis de Varianza (ANOVA) de la Plataforma territorial 5. Contraste de la hipótesis nula (H_0) de los promedios muestrales. Valor $p > 0,05$ se acepta H_0 . Valor $p < 0,05$ se rechaza H_0 . Elaborado por Vargas, L (2015).

La tabla ANOVA se basa en la descomposición de la varianza de los datos en dos componentes: Entre grupos e Intra grupos. El valor estadístico F es igual a 5,88 y el valor P de la prueba F es $0,0415 < 0,05$ indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 2 puntos de monitoreo de ruido de la Plataforma 5 a un nivel del 95% de confianza, es decir se rechaza la H_0 y se acepta la H_a de que las medias son diferentes entre sí.

Tabla 6. Prueba de Múltiples Rangos correspondiente a la Plataforma 5**Pruebas de Múltiple Rangos**

Método: 95,0 porcentaje

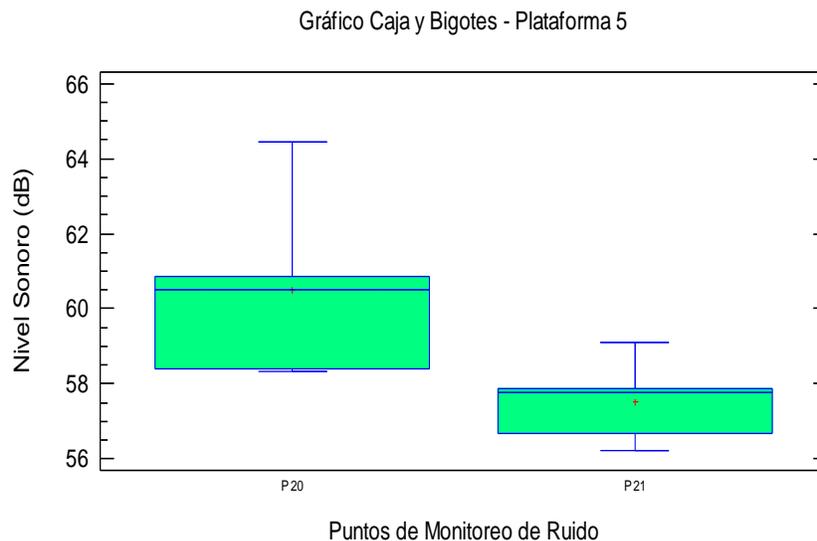
<i>Puntos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
P 21	5	57,5292	X
P 20	5	60,5006	X

Nota: Prueba de múltiples rangos. Estimación de los grupos homogéneos al 95% de confianza mediante una comparación de medias muestrales. Elaborado por Vargas, L (2015).

La prueba de múltiples rangos determina que medias muestrales son significativamente diferentes de otras realizando una comparación múltiple al 95 % de confianza.

Se identifican en la tabla 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en la columna mostrando que entre aquellos niveles que comparten una misma columna de X's no existe diferencia significativa

Figura 19. Gráfico de Caja y Bigotes correspondiente a la Plataforma 5



Nota: Representación visual que describe la dispersión y simetría de los niveles de ruido obtenidos en los dos puntos de medición de la Plataforma 5. Se observan tres cuartiles y los valores mínimo y máximo de los datos, sobre un rectángulo, alineado verticalmente. Elaborado por Vargas, L (2015).

Esta representación visual facilita una visión general de la simetría de la distribución de los datos, en donde el punto 20 presenta una distribución simétrica, y el sitio 21 muestra una distribución asimétrica negativa o sesgada a la izquierda ya que los datos tienden a concentrarse hacia la parte superior de la distribución.

No se presentan valores atípicos dentro de la distribución.

4.1.5. Elaboración de los mapas de contaminación acústica.

Viro (2002) indica que los mapas de ruido son una representación gráfica del ruido de un área geográfica determinada, en la cual los niveles sonoros se muestran como curvas de nivel.

Dichos mapas son una táctica efectiva y parcialmente económica de manejo, administración y manipulación de datos referentes al ruido y constituyen herramientas fundamentales de gestión, planificación y control de ruido ambiental. Mediante el empleo de estas herramientas se pueden definir zonas aptas para distintos usos y construcciones, hacen que se reconozcan fácilmente áreas de alta exposición al ruido donde se requieren acciones, y áreas menos expuestas donde el ruido no debe incrementarse, todo esto llevado a cabo por medio del plan de ordenamiento territorial (POT).

Con la utilización del método del Inverso de la Distancia Ponderada (IDW) del software ArcGis 10.1 se han elaborado los mapas de ruido para los distintos horarios y plataformas. Este método se apoya en el concepto de continuidad espacial, con valores más parecidos para posiciones cercanas que se van diferenciando conforme se incrementa la distancia.

Al ser un método exacto y ajustarse en su localización a los datos, generalmente dibuja en el mapa círculos concéntricos, denominados “bull eyes”, que gradúan los cambios bruscos en los valores (**Esri, 2012**).

Para obtener los mapas de ruido, dicha herramienta toma en cuenta factores como los 21 puntos establecidos a interpolar, la ponderación de cada punto que en el caso de que pertenezca a una zona residencial fue de 0,4 y 0,6 para zona comercial, el nivel de presión sonora continuo equivalente corregido L_{Aeqk} , el rango de ruido ambiental en decibeles y los colores que se aplicarán en cada caso para diferenciar la intensidad de ruido de acuerdo a la norma ISO 1996 – 2: 2007.

A través de estos datos, la herramienta IDW utiliza un método de interpolación que estima los valores de las celdas entre los 21 puntos en ambas plataformas urbanas, calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra cerca de cada celda de procesamiento. Cuanto más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando, más influencia o peso tendrá en el proceso de cálculo del promedio.

En las representaciones cartográficas generadas se puede observar los niveles de contaminación sonora representados por medio de colores de acuerdo a la norma ISO 1996-2: 2007 que se presentan en una zona concreta y en un periodo de tiempo determinado.

Como se puede observar en el Anexo #9 correspondiente a las 9:00 – 10:00 AM, los valores máximos de emisión de ruido son los sectores 4 (Av. Quiz Quiz y Pichincha), 7 (Av. Cevallos y Martínez) y 17 (Av. El Rey y 12 de Noviembre) que se representan con el color rojo lila y se encuentran dentro de 72 – 74 dB, dos decibeles por debajo del rango anterior se encuentran los puntos 9 (Av. 12 de Noviembre), 13 (Calle Martínez y Lizardo Ruíz) y 14 (Bolívar y Unidad Nacional) representados por el color carmín. En cuanto a las emisiones de tipo bajo, el punto 21 (Catiglata) simbolizado por el color verde claro se halla entre 56 – 58 dB.

El comportamiento de las emisiones en el Anexo #10 indica que de 11:00 – 12:00 PM, el punto 4 (Av. Quiz Quiz y Pichincha), 5 (Eugenio Espejo y Vega y Cadena), 7 (Av. Cevallos y Martínez), 9 (Av. 12 de Noviembre), 17 (Av. El Rey y 12 de Noviembre) y 19 (Av. Indoamérica y Cuba) son los sitios de mayor emisión de ruido dentro de 70 a 72 dB, todos estos correspondientes a la plataforma 1. La zona con el mínimo valor de emisión es el 21 (Catiglata) perteneciente a la plataforma 5 de la ciudad, cuyo nivel de presión sonora es 57,767 dB.

El nivel sonoro en el intervalo de tiempo de 12:00 – 13:00 PM (Anexo #11), muestra que el sitio 9 (Av. 12 de Noviembre) sobrepasa los 72 dB, en cambio en un rango de 70 a 72 dB están los lugares 4 (Av. Quiz Quiz y Pichincha), 5 (Eugenio Espejo y Vega y Cadena), 7 (Av. Cevallos y Martínez), 10 (Calle Espejo y Juan B. Vela) y 17 (Av. El Rey y 12 de Noviembre). El valor mínimo de emisión sonora es 56,214 dB emitido en Catiglata.

En el Anexo #12, en el horario de 13:00 a 14:00 PM las altas emisiones de ruido se mantienen, siendo 78,006 dB el máximo de emisión localizado en la Av. Cevallos y Martínez representado por el color azul oscuro, los puntos 4 (Av. Quiz Quiz y Pichincha), 9 (Av. 12 de Noviembre) y 17 (Av. El Rey y 12 de Noviembre) aparecen dentro del rango de 72 a 74 dB. En la Plataforma 5, en el sector Catiglata se presenta la emisión sonora mínima a esta hora: 58,387 dB simbolizado en el mapa con el color verde.

Para el horario de 14:00 – 15:00 PM, como se señala en el Anexo #13, la localidad 17 (Av. El Rey y 12 de Noviembre) emitió un valor de 76,617 dB, el máximo percibido en dicho

horario, además los puntos 7 (Av. Cevallos y Martínez) y 15 (Av. Pasteur y Unidad Nacional) pertenecientes al rango de 72 a 74 decibeles también se consideran valores elevados de contaminación acústica. Sin embargo Catiglata de la Plataforma 5 sigue siendo el lugar con la mínima emisión de ruido con 57,866 dB, esto debido a que en dicha zona el tráfico vehicular es mínimo casi nulo y no se encuentran fuentes fijas de emisión de ruido. Gracias al modelamiento de la situación acústica, se ha podido localizar los sitios en donde se presenta un nivel de presión sonora elevado, estos son la Av. Quiz Quiz y Pichincha (4), Av. Cevallos y Martínez (#7), la Av. 12 de Noviembre (#9) y la Av. El Rey y 12 de Noviembre (#17) pertenecientes a la Plataforma 1, esto sucede debido a la cercanía de dichos puntos a establecimientos que generan un gran movimiento de gente y vehículos, estos factores inclusive hacen que el nivel de presión sonora exceda los límites permisibles según la norma vigente, superando el valor de 65 dB, nivel máximo de emisión de ruido para un uso de suelo comercial.

Los resultados de la modelación de la situación acústica aquí mostrada en comparación con el estudio de ruido realizado en 2012 por los autores Burgos y Parra muestra una variación significativa ya que en mencionado año se obtienen en la plataforma 1 valores superiores a 70 dB en los 33 puntos de monitoreo, en cambio los datos actuales indican que en varios lugares se ha logrado disminuir el nivel de presión sonora, mostrando un valor mínimo de 60,645 dB hasta un valor máximo de 78,006 dB. Tal descenso se debe a que en la Agenda ambiental de Ambato elaborada en el 2012, se proponen campañas de concientización en establecimientos educativos, dichas campañas se hicieron efectivas con el nombre de “Ambato más vivo, menos ruido”, también se han realizado capacitaciones a los señores transportistas para disminuir el uso innecesario de la bocina, así como la socialización de las multas a aplicarse en caso de incumplimiento de la ordenanza con el fin de normar la generación de ruido.

El presente trabajo se puso a disposición de la Dirección de Gestión Ambiental del GADMA, el mismo que cumple con las expectativas de la Municipalidad y que será útil para la planificación y toma de decisiones para la reducción de contaminación acústica en la ciudad.

4.2. Verificación de la hipótesis

A través de los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que las distintas fuentes de ruido analizadas presentan diferencia significativa en la simulación de la situación acústica existente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La contaminación debido al ruido ambiental es significativa y sobrepasa en todos los casos el límite permisible según la normativa vigente TULSMA, que establece que el nivel máximo de presión sonora para uso comercial es 65 dB y uso residencial 55 dB en horario diurno. Esto debido a las actividades antropogénicas que generan contaminación acústica ambiental como construcción, industrias, medios de transporte, personas e incluso animales.
- Las condiciones meteorológicas evaluadas no han influido directamente en los resultados finales, la fuerza del viento en las diferentes zonas de la urbe está por debajo del límite establecido en la norma. Las cifras de temperatura, humedad y presión están dentro del margen de funcionamiento del equipo lo que asegura la confiabilidad de los datos.
- Se modeló la situación acústica existente usando normativa técnica internacional vigente y se representó por medio del uso del software ArcGis 10.1 y su herramienta Inverse Distance Weighting (IDW) que permitió la interpolación entre los valores de los puntos monitoreados para obtener la superficie estimada de acuerdo al nivel sonoro.
- Los mapas de ruido ambiental diurno muestran a la Av. Cevallos y Martínez (Parque Cevallos), Av. 12 de Noviembre (Parque 12 de Noviembre), Av. El Rey y 12 de Noviembre (Redondel de Cumandá) y Av. Quiz Quiz y Pichincha como puntos críticos que presentan un elevado nivel de presión sonora en la Plataforma urbana 1 pertenecientes al uso de suelo comercial, superando en promedio los 70 decibeles durante el monitoreo ambiental, siendo el nivel máximo permisible de 60 dB en horario diurno.

5.2. Recomendaciones

- Normalizar el control de las emisiones de ruido por parte de fuentes fijas y móviles por medio de programas de vigilancia y ordenanzas municipales que indiquen los límites permisibles para cada actividad con el fin de que la población mantenga un alto índice de bienestar social.
- La Dirección de Gestión Ambiental del GADMA deberá efectuar campañas de concientización ambiental para la ciudadanía, con énfasis en la contaminación acústica, indicando sobre las causas que lo originan, las consecuencias y la prevención de la exposición de la población a altos niveles de ruido.
- Implementar un sistema de monitoreo continuo y control de las emisiones sonoras en los puntos críticos ya mencionados dentro de la ciudad de Ambato, así como planes de acción preventivos, reductores y reparadores por medio de la Dirección de Gestión Ambiental .
- Actualizar periódicamente la información sobre la contaminación acústica ambiental y los mapas de ruido para monitorear su evolución.
- Utilizar la información resultante del monitoreo de la contaminación acústica para controlar el crecimiento urbano de la población mediante modificaciones de los criterios de uso de suelo en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) a través de la Dirección de Catastros y Avalúos de la Municipalidad de Ambato.
- Poner a disposición de la población los resultados obtenidos de la medición de ruido ambiental con el fin de que desarrollen un criterio de la contaminación ambiental actual a través de la Dirección de Informática del Municipio de Ambato.
- La dirección de Tránsito, Transporte y Movilidad del GADMA deberá a través del monitoreo de puntos críticos, disminuir el uso innecesario de bocinas, así como la reorganización del tráfico vehicular implementando la medida de tráfico “Pico y Placa” a fin de minimizar el colapso de vehículos en horas pico y disminuir como consecuencia de esto el nivel de ruido por fuentes móviles.
- Para el posterior establecimiento de puntos de monitoreo se recomienda que la diferencia entre los niveles de presión sonora entre dos puntos adyacentes de la

grilla dentro del mapa urbano no superen los 5 dB para que los resultados se muestren más precisos.

- Para el modelamiento de la situación acústica a futuro, verificar si el software a utilizar cumple con los requisitos que se necesitan y no presente complicaciones al momento de ejecutarse, de preferencia que sea una herramienta únicamente usada para la elaboración de mapas de ruido.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

1. Burgos A. Parra N. (2012). Determinación de la Contaminación Acústica en la Zona Centro de la Ciudad de Ambato. Universidad Tecnológica Indoamericana, Ambato-Ecuador. Recuperado el 12 de mayo de 2015, de: <http://www.uti.edu.ec/documents/investigacion/volumen1/05Burgos.pdf>.
2. De la Lanza, G. Cáceres, C. Adame, S & Hernández, S. (1999). Diccionario de hidrología y ciencias afines. (pp. 120). México.
3. Dybowski, C. (2015). Error Analysis for the Physical Chemistry Laboratory. Universidad de Delaware. (pp. 5). Newark. Estados Unidos.
4. El Telégrafo. (2013, 05 de noviembre). El excesivo ruido preocupa al Cabildo de Ambato. p.8.
5. Esri. (2012). Tutorial de análisis espacial. (pp. 32). Recuperado el 10 de octubre de 2015 de: http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/pdf/tutorial_spatial_analyst.pdf.
6. FUNIBER. (2007). Contaminación acústica. (pp. 68 – 70). España.
7. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato (GADMA). (2012). Agenda Ambiental Ambato. (pp. 51 – 52). Ambato- Ecuador.
8. Gonzaga, J. (2015). Evaluación de impacto acústico del tráfico rodado en el centro urbano de la ciudad de machala a partir de modelamiento acústico y mapas de ruido. Universidad de las Américas. (pp. 80 – 81). Quito. Ecuador.
9. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2014). Acústica, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de Ruido Ambiental (ISO 1996-2: IDT). Primera edición. Quito- Ecuador.
10. Instituto Geográfico Militar (IGM). (2013). Carta Geográfica de Ambato. I.G.M. Quito- Ecuador. Esc. 1:250.000.
11. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2010). Fascículo Provincial Tungurahua. Datos adicionales (pp. 8). Administración Central Quito- Ecuador.

12. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2014). Módulo de Información Ambiental. (pp. 4 – 8). Administración Central Quito- Ecuador.
13. Iñiguez A. (2014). Análisis Espacio- Temporal del ruido ambiental en la ciudad de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Recuperado el 12 de mayo de 2015, de: http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/9812/1/Iniguez_Armijos_John_Paul.pdf.
14. Jara, J. (1998). Medición y evaluación de la polución sonora (ruido) en la ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. (pp. 64 – 66). Guayaquil. Ecuador.
15. Medrano H. Arzabe J. (2011). Mapa de ruido de los distritos 10, 11 y 12 de la ciudad de Cochabamba. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de: <http://ucbconocimiento.ucbca.edu.bo/index.php/ran/article/view/129>.
16. Ministerio del Ambiente. (2015). Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI (pp. 139 – 150). Quito - Ecuador.
17. Morejón, E. Lóriga, L & Padrón, A. (2013). Contaminación ambiental por ruido, enfoque educativo para la prevención en la salud. (pp. 2 – 4). Pinar del Río – Cuba.
18. Municipalidad del Cantón Ambato. (2012). Reforma y Codificación de la Ordenanza General del Plan de Ordenamiento Territorial de Ambato. (pp. 20 – 38). Ambato - Ecuador.
19. Ramos, R. (2007). Medidas de Ruido. Recuperado el 16 de octubre de 201, de http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos_ruido.pdf.
20. Rubianes, F. (2009). Elaboración de un mapa de ruido ambiental para determinar la ubicación más apropiada de los puntos de monitoreo para la Red Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Zonas 2: Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y Tumbaco. Recuperado el 13 de mayo de 2015, de: <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/handle/123456789/389>.
21. Secretaría Distrital de Ambiente, Colombia. (2011). Elaboración de mapas de ruido ambiental en las localidades de Suba, Usaquén, Bosa, Tunjuelito, Ciudad Bolívar, Rafael Uribe, Usme y San Cristóbal del distrito capital. Recuperado el 05 de mayo de 2015, de:

<http://www.unicundi.edu.co/documents/proyectosespeciales/prodintelectual/3-Informe-secretaria-distrital-ambiente.pdf>.

22. Universidad Central del Ecuador. (2008). Proyecto de Calidad del Aire de la Ciudad de Ambato. (pp. 121 – 127). Quito – Ecuador.
23. Universidad del Azuay. (2012). Mapa de Ruido del área Urbana de la Ciudad de Cuenca. Recuperado el 12 de mayo de 2015, de: http://cga.cuenca.gob.ec/Informacion_Ambiental/Mapa%20de%20Ruido.pdf.
24. Viro E. Bonello O. Gavinowich D. Ruffa F. (2002). Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados. Facultad de Ingeniería de Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 20 de mayo de 2015, de: <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/protoc-fiuba.pdf>.

ANEXOS

Anexo #1. Tabla resumen de monitoreo de ruido en las plataformas territoriales 1 y 2 de la ciudad de Ambato

Punto	Lugar	Plat	Fecha	Hora	Uso Suelo	RUIDO (dB)																	Laeqk μ	TULSMA	U
						Fondo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	MAX	MIN	Laeqk						
1	Av. Miraflores y Margaritas	1	20 - 24 Jul 2015	9:00-9:10	RI	51,9	63,2	63,5	58,1	67,4	76,8	70,8	58,5	57,7	62,6	63,6	83,8	49,6	68,7678	65,489	55	10,04			
				11:00-11:10		51,9	62,9	55,3	58,3	64,1	55,4	65,6	69,6	58,6	63,1	56,3	84,5	44,7	63,2328						
				12:00-12:10		51,9	64,0	63,9	56,3	62,1	62,6	59,2	55,9	61,5	67,5	63,2	85,8	47,0	62,6861						
				13:00-13:10		51,9	58,7	71,1	64,8	69,2	57,1	59,7	59,1	58,6	71,8	65,8	84,2	46,8	66,6378						
				14:00-14:10		51,9	61,8	69,3	58,3	65,6	67,8	66,5	63,2	57,1	70,6	64,0	85,1	47,6	66,1231						
2	Av. Miraflores y Margaritas	1	20 - 24 Jul 2015	9:00-9:10	RI	51,9	56,8	58,2	58,6	54,3	72,5	58,8	62,4	61,0	59,1	60,1	77,7	47,4	63,8504	66,324	55	10,36			
				11:00-11:10		51,9	68,5	57,7	60,2	59,0	65,5	59,7	63,9	61,8	66,9	62,8	80,8	48,0	63,8000						
				12:00-12:10		51,9	75,6	55,3	56,2	67,8	54,5	61,9	59,0	57,4	59,3	62,4	81,5	49,3	66,8055						
				13:00-13:10		51,9	63,2	67,7	59,2	60,6	60,3	71,9	62,2	70,4	58,7	65,8	82,2	51,9	66,3413						
				14:00-14:10		51,9	65,7	61,5	65,9	68,7	66,6	78,7	64,4	58,7	63,3	73,1	94,6	51,3	70,8233						
3	Calle Olmedo y Guayaquil	1	20 - 24 Jul 2015	9:00-9:10	CM	51,9	59,6	60,0	57,9	60,5	60,1	62,3	56,3	61,2	75,6	65,5	83,7	53,0	66,7107	64,912	60	9,00			
				11:00-11:10		51,9	56,4	58,1	67,8	60,9	67,7	58,1	58,3	64,9	58,1	62,6	90,0	52,8	63,0480						
				12:00-12:10		51,9	58,6	59,5	65,7	72,3	64,9	76,1	57,5	59,7	64,7	66,1	85,5	53,2	68,6948						
				13:00-13:10		51,9	59,1	62,3	62,2	58,2	59,5	60,2	60,5	63,9	56,5	62,4	85,0	52,0	60,6452						
				14:00-14:10		51,9	65,4	69,2	64,4	58,9	63,5	59,2	58,6	65,7	66,7	69,1	79,6	52,5	65,4613						
4	Av. Quiz Quiz	1	20 - 24 Jul 2015	9:00-9:10	RI	51,9	80,6	66,4	74,1	60,9	63,5	70,1	73,6	68,9	65,1	60,9	86,2	57,3	72,8649	71,971	55	10,20			
				11:00-11:10		51,9	70,2	59,8	65,1	61,3	75,3	69,2	68,1	78,0	69,4	69,4	90,9	52,0	71,6099						
				12:00-12:10		51,9	61,3	79,2	69,5	72,5	69,1	67,7	67,8	62,2	61,1	61,2	91,8	53,1	71,3054						
				13:00-13:10		51,9	72,0	69,7	71,0	66,9	78,7	70,5	69,1	69,7	77,9	64,4	87,8	59,8	73,2200						
				14:00-14:10		51,9	70,5	68,3	66,4	75,1	68,5	70,5	69,2	73,9	68,9	69,1	78,2	59,3	70,8551						
5	Av. Bolivariana	1	20 - 24 Jul 2015	9:00-9:10	CM	51,9	61,7	67,4	71,2	70,9	67,2	73,1	65,5	63,6	69,3	66,3	86,7	60,6	68,8415	70,347	60	8,60			
				11:00-11:10		51,9	68,9	79,4	68,8	66,5	62,6	69,6	62,3	67,6	72,5	70,4	88,3	60,6	71,8767						
				12:00-12:10		51,9	65,1	67,9	64,5	75,5	69,0	67,0	71,9	73,3	66,8	65,0	89,7	58,6	70,2314						
				13:00-13:10		51,9	65,8	70,5	64,4	61,3	65,5	64,0	76,3	69,5	71,2	65,1	89,2	57,8	69,6857						
				14:00-14:10		51,9	69,8	73,6	77,4	69,1	65,5	65,8	66,7	66,5	63,6	71,6	89,7	58,0	71,0985						

6	Calle Bolivar y Montalvo	1	27 - 31 Jul 2015	9:00-9:10	CM	51,9	66,6	63,7	64,7	62,5	66,7	63,9	67,4	63,6	63,0	67,4	82,3	57,5	65,3216	67,342	60	7,20
				11:00-11:10		51,9	74,6	66,8	66,2	61,5	66,7	60,6	64,0	65,0	69,0	65,7	83,3	56,2	67,9279			
				12:00-12:10		51,9	63,8	61,3	72,2	64,4	67,0	63,8	61,5	59,8	66,0	62,2	93,7	57,0	65,8038			
				13:00-13:10		51,9	65,7	64,1	66,1	63,9	62,2	65,1	64,1	69,0	61,9	64,0	88,1	57,6	65,0899			
				14:00-14:10		51,9	75,5	64,6	65,5	77,4	77,7	68,8	67,4	69,2	60,9	63,6	84,7	55,7	72,5652			
7	Av. Cevallos y Martinez	1	27 - 31 Jul 2015	9:00-9:10	CM	51,9	70,7	69,2	77,8	71,0	75,2	74,3	71,9	61,3	65,2	69,1	83,8	56,0	72,5783	71,957	60	7,10
				11:00-11:10		51,9	69,2	71,9	69,1	71,4	68,4	72,7	65,5	71,7	72,2	66,9	86,6	59,1	70,4575			
				12:00-12:10		51,9	70,5	71,8	72,7	73,0	69,1	67,9	67,0	67,4	68,9	69,4	89,2	60,9	70,2614			
				13:00-13:10		51,9	72,5	70,5	71,6	73,2	75,8	75,6	71,8	84,4	74,6	82,4	78,5	73,5	78,0062			
				14:00-14:10		51,9	67,4	68,5	68,8	62,0	71,5	68,7	66,4	70,6	69,6	63,5	90,2	61,6	68,4812			
8	Av. Cevallos y Espejo	1	27 - 31 Jul 2015	9:00-9:10	CM	51,9	65,3	70,6	71,6	62,4	66,3	64,1	62,8	67,5	65,4	67,9	84,4	56,2	67,4084	68,399	60	5,90
				11:00-11:10		51,9	67,7	70,3	68,7	73,9	68,9	65,9	70,2	70,8	70,1	69,8	93,0	60,8	70,1070			
				12:00-12:10		51,9	71,6	65,2	68,3	71,2	65,3	68,9	69,9	72,2	61,1	68,3	94,3	59,9	69,1972			
				13:00-13:10		51,9	69,3	65,2	64,0	69,9	67,2	67,6	67,0	67,4	69,4	63,2	94,5	60,3	67,5140			
				14:00-14:10		51,9	68,4	64,3	68,6	61,7	62,7	68,0	66,3	71,4	68,1	69,5	87,6	61,0	67,7662			
9	Av. 12 de Noviembre	1	27 - 31 Jul 2015	9:00-9:10	CM	51,9	67,0	69,3	74,6	68,6	65,9	73,3	70,0	73,0	67,9	67,8	87,7	61,6	70,6827	71,338	60	7,00
				11:00-11:10		51,9	69,9	67,3	70,8	71,6	69,0	70,5	62,8	71,3	72,6	67,1	89,2	60,7	69,9784			
				12:00-12:10		51,9	73,7	67,7	67,4	71,0	75,6	72,6	70,7	69,8	74,5	74,4	89,5	64,4	72,5272			
				13:00-13:10		51,9	67,6	71,3	80,0	67,4	65,6	68,8	67,3	70,2	70,5	68,4	92,9	62,1	72,3029			
				14:00-14:10		51,9	72,8	64,8	67,5	69,3	77,2	63,6	71,0	68,1	68,6	71,6	86,2	60,8	71,1967			
10	Calle Espejo y Juan Benigno Vela	1	27 - 31 Jul 2015	9:00-9:10	CM	51,9	67,8	65,2	71,2	64,7	67,8	70,0	70,2	65,5	65,2	64,9	85,3	61,1	67,9181	69,474	60	5,80
				11:00-11:10		51,9	68,1	70,2	70,8	66,6	63,3	64,3	67,0	68,9	67,5	71,9	89,8	61,7	68,5876			
				12:00-12:10		51,9	72,6	69,0	70,5	67,2	70,8	66,5	68,1	68,5	73,1	72,5	87,3	69,8	70,4467			
				13:00-13:10		51,9	73,4	71,2	62,8	71,6	67,9	64,6	66,0	63,5	70,0	68,9	91,8	60,3	69,2661			
				14:00-14:10		51,9	68,3	71,2	68,8	70,4	71,8	68,8	75,6	72,8	68,9	67,8	89,7	60,5	71,1516			
11	Calle Eugenio Espejo y Rocafuerte	1	03 - 07 Ago 2017	9:00-9:10	CM	51,9	66,0	62,4	65,3	65,0	61,2	61,7	64,4	65,7	68,7	65,1	85,3	48,5	65,0346	67,356	60	8,287
				11:00-11:10		51,9	65,2	61,5	65,9	67,3	70,1	68,3	70,1	69,4	70,3	61,1	86,5	58,7	67,8968			
				12:00-12:10		51,9	61,4	61,1	60,5	62,8	65,6	67,1	72,1	61,5	65,2	60,8	91,2	51,5	65,5419			
				13:00-13:10		51,9	61,9	74,6	62,5	62,2	76,3	60,3	63,3	71,5	61,3	61,5	85,1	48,7	69,8280			
				14:00-14:10		51,9	67,2	62,0	74,1	66,4	60,7	61,9	70,4	63,5	64,2	71,8	87,4	52,7	68,4782			

12	Calle Araujo y Tomas Sevilla	1	03 - 07 Ago 2017	9:00-9:10	CM	51,9	59,9	65,4	65,0	58,6	59,7	60,3	60,0	63,8	58,7	59,4	89,1	52,6	61,5421	66,229	60	5,427
				11:00-11:10		51,9	72,0	73,1	68,6	71,1	68,4	71,6	68,6	68,5	66,7	71,5	97,4	62,0	70,4490			
				12:00-12:10		51,9	66,9	68,5	70,7	71,3	69,2	70,8	68,3	71,5	67,9	72,4	90,5	62,8	70,0854			
				13:00-13:10		51,9	61,7	59,7	60,7	58,8	64,4	66,6	60,4	69,5	64,4	65,6	80,7	52,7	64,3601			
				14:00-14:10		51,9	58,7	62,7	63,2	64,3	65,4	62,1	66,5	68,2	65,5	64,2	87,7	52,1	64,7086			
13	Calle Martinez y Lizardo Ruiz	1	03 - 07 Ago 2017	9:00-9:10	CM	51,9	68,6	65,5	70,4	72,1	64,0	75,8	68,4	72,6	67,7	74,2	90,1	51,5	71,3294	67,135	60	6,718
				11:00-11:10		51,9	71,5	69,9	68,5	63,3	67,6	67,0	60,8	61,1	63,8	62,3	83,6	51,9	67,0035			
				12:00-12:10		51,9	67,3	67,4	64,4	63,8	67,2	60,2	67,8	67,6	61,2	66,8	96,4	54,6	66,0085			
				13:00-13:10		51,9	61,9	65,3	64,5	62,3	70,3	63,2	65,8	67,8	61,5	67,7	85,2	53,6	65,9364			
				14:00-14:10		51,9	63,2	65,6	61,2	67,0	61,1	66,9	65,2	69,4	64,7	62,4	80,5	54,6	65,3953			
14	Calle Bolivar y Unidad Nacional	1	03 - 07 Ago 2017	9:00-9:10	CM	51,9	75,2	64,3	65,6	66,5	68,0	64,7	74,9	67,0	65,9	72,5	83,7	56,6	70,4435	67,744	60	6,629
				11:00-11:10		51,9	70,9	67,6	70,7	70,0	66,7	65,9	62,1	64,5	65,7	64,7	86,3	54,6	67,7438			
				12:00-12:10		51,9	71,7	61,1	69,2	64,6	61,1	64,1	65,6	67,6	70,1	60,1	81,1	55,9	67,1026			
				13:00-13:10		51,9	66,3	62,5	68,7	69,3	67,6	69,6	70,5	68,5	67,6	70,9	89,3	60,2	68,6451			
				14:00-14:10		51,9	68,3	63,0	66,1	61,2	62,0	63,7	62,5	64,1	65,4	66,4	94,5	53,8	64,7862			
15	Av. Pasteur y Unidad Nacional	1	03 - 07 Ago 2017	9:00-9:10	RI	51,9	66,6	68,7	70,7	68,8	74,5	73,8	63,8	63,0	62,8	69,7	89,1	54,1	69,9617	68,849	55	7,079
				11:00-11:10		51,9	60,1	67,2	63,2	62,4	64,0	65,6	71,9	67,8	68,4	70,8	93,9	51,9	67,5236			
				12:00-12:10		51,9	64,8	61,3	63,4	66,9	67,7	62,2	72,6	65,5	65,0	71,8	99,7	50,1	67,7005			
				13:00-13:10		51,9	70,9	69,5	65,2	65,8	67,2	62,4	65,3	64,1	65,7	62,9	87,4	52,4	66,7153			
				14:00-14:10		51,9	74,3	72,5	68,3	71,6	69,2	70,1	69,7	70,2	74,8	75,7	89,7	65,1	72,3457			
16	Vargas Torres y Garcia Moreno	1	10 -14 Ago 2015	9:00-9:10	CM	51,9	58,5	58,8	68,1	61,3	65,2	62,5	59,8	62,1	63,4	59,1	76,9	50,3	62,8250	65,384	60	6,336
				11:00-11:10		51,9	60,7	62,7	60,8	68,8	61,4	63,4	68,9	65,9	69,8	63,9	88,2	55,8	65,8643			
				12:00-12:10		51,9	63,4	69,2	68,1	67,6	67,2	62,4	65,4	66,2	66,4	62,4	88,1	51,9	66,3790			
				13:00-13:10		51,9	58,9	65,9	61,7	68,9	67,1	64,4	67,0	62,8	67,9	60,5	85,9	53,9	65,5062			
				14:00-14:10		51,9	65,6	69,4	67,4	63,9	67,8	65,5	65,1	68,5	61,2	62,5	95,7	55,4	66,3469			
17	Av. El Rey y 12 de Noviembre	1	10 -14 Ago 2015	9:00-9:10	CM	51,9	76,5	73,8	71,0	65,7	71,5	77,8	68,0	71,1	67,2	68,9	95,1	61,2	72,8227	72,851	60	9,072
				11:00-11:10		51,9	67,1	73,6	72,7	70,3	68,8	73,6	63,5	64,8	71,5	71,4	88,4	61,0	70,8299			
				12:00-12:10		51,9	65,2	66,9	70,6	66,5	68,1	68,5	64,9	65,6	77,2	69,4	88,2	62,1	70,2368			
				13:00-13:10		51,9	66,8	66,7	69,8	79,8	77,9	66,8	68,5	73,9	68,8	72,3	92,9	61,7	73,7503			
				14:00-14:10		51,9	65,0	70,2	64,6	68,0	67,7	71,4	85,1	72,1	78,1	70,8	92,5	59,8	76,6174			

18	Calle Colombia y Bolivia	1	10 -14 Ago 2015	9:00-9:10	CM	51,9	69,7	65,7	63,5	64,6	60,5	60,9	70,8	60,8	66,8	60,4	90,5	59,6	65,9119	65,815	60	7,176
				11:00-11:10		51,9	69,0	60,5	60,4	62,1	68,1	70,9	66,6	62,9	64,9	61,2	89,2	49,8	66,1286			
				12:00-12:10		51,9	67,8	70,4	68,1	63,6	64,9	63,2	62,8	66,1	65,4	68,8	82,9	49,8	66,8079			
				13:00-13:10		51,9	62,2	60,1	64,5	61,3	58,6	61,0	65,3	69,2	60,6	58,8	77,7	49,6	63,3278			
				14:00-14:10		51,9	64,6	60,2	71,0	66,4	68,7	68,9	64,9	68,6	62,0	61,2	85,7	52,7	66,9010			
19	Av. Indoamerica	1	10 -14 Ago 2015	9:00-9:10	CM	51,9	65,4	66,7	64,5	63,1	66,3	64,5	64,3	72,9	70,7	64,8	87,1	49,9	67,5624	68,732	60	7,136
				11:00-11:10		51,9	72,3	72,7	69,2	63,7	73,7	70,3	67,8	67,1	67,9	70,1	88,8	55,1	70,3333			
				12:00-12:10		51,9	68,3	64,8	64,4	68,8	61,7	62,0	65,3	68,5	67,8	72,8	91,1	53,4	67,6773			
				13:00-13:10		51,9	63,9	69,4	70,1	62,2	61,9	69,1	66,2	71,5	61,3	62,7	90,6	54,6	67,3307			
				14:00-14:10		51,9	67,6	66,3	74,3	69,2	69,3	65,1	70,5	76,2	65,4	67,5	87,5	56,3	70,7554			
20	Calle Caracas y Bogotá	5	10 -14 Ago 2015	9:00-9:10	RI	41,2	57,1	55,8	55,2	56,3	50,3	55,2	63,6	63,1	59,8	65,9	78,8	46,3	60,5130	60,500	55	8,505
				11:00-11:10		41,2	62,5	60,5	59,3	58,9	64,9	62,2	55,5	57,8	58,8	60,6	92,5	45,7	60,8428			
				12:00-12:10		41,2	56,1	57,4	55,0	56,8	59,4	61,2	51,2	57,4	59,1	61,3	78,2	45,3	58,3150			
				13:00-13:10		41,2	55,5	49,3	51,8	46,3	53,8	56,3	64,8	53,1	63,5	52,1	82,3	45,3	58,3879			
				14:00-14:10		41,2	62,4	64,3	58,9	64,6	60,8	56,3	68,3	60,8	57,7	69,8	79,1	50,4	64,4436			
21	Catiglata	5	17 - 21 Ago 2015	9:00-9:10	RI	41,2	56,6	51,0	59,9	55,1	54,2	60,6	52,8	57,1	58,1	61,3	79,4	47,8	57,7669	57,529	55	6,976
				11:00-11:10		41,2	57,8	54,1	51,6	55,2	53,7	57,4	61,1	53,6	56,1	57,9	82,7	47,3	56,6844			
				12:00-12:10		41,2	58,1	51,7	49,3	56,0	55,3	52,1	57,2	59,4	53,2	59,1	80,3	47,7	56,2140			
				13:00-13:10		41,2	64,0	53,3	56,4	56,9	56,6	51,9	52,9	58,5	57,7	63,8	86,9	45,5	59,1140			
				14:00-14:10		41,2	56,2	61,6	51,9	57,8	56,9	53,3	60,3	58,7	56,1	57,6	84,6	50,1	57,8668			

Elaborado por: Vargas, L (2015)

Anexo #2. Parámetros meteorológicos de la Plataforma 1

PUNTO	FECHA	HORA	Velocidad del viento (m/s)				Presión (hPa)	Humedad %H	Temperatura °C
			V1	V2	V3	Vm			
1	20 - 24 jul	9:00-9:10	0,7	0,9	1,8	1,133	752,6	56,3	19,5
		11:00-11:10	1,1	0,6	1,4	1,033	752,0	67,8	17,1
		12:00-12:10	0,9	1,1	1,1	1,033	752,2	64,3	17,7
		13:00-13:10	2,1	0,5	0,5	1,033	751,1	48,6	20,7
		14:00-14:10	0,7	1,5	1,1	1,100	752,3	49,2	18,3
2	20 - 24 jul	9:00-9:10	0,5	1,5	0,9	0,967	751,9	70,7	15,5
		11:00-11:10	1,3	0,6	1,2	1,033	750,9	65,0	17,7
		12:00-12:10	1,2	0,6	0,7	0,833	749,8	49,9	21,4
		13:00-13:10	0,5	0,7	1,3	0,833	750,7	51,7	22,5
		14:00-14:10	1,7	1,9	0,8	1,467	749,2	39,7	24,1
3	20 - 24 jul	9:00-9:10	0,5	0,7	0,9	0,700	753,2	69,6	15,3
		11:00-11:10	0,5	0,7	0,8	0,667	751,3	34,5	26,8
		12:00-12:10	0,7	0,4	1,2	0,767	751,3	46,9	22,1
		13:00-13:10	1,3	0,7	2,2	1,400	751,5	50,0	22,1
		14:00-14:10	0,7	1,5	0,9	1,033	750,4	43,0	21,9
4	20 - 24 jul	9:00-9:10	0,4	0,5	1	0,633	748,1	62,1	17,4
		11:00-11:10	1,6	1,4	1,1	1,367	747,3	60,8	19,1
		12:00-12:10	1,7	1,1	2,5	1,767	746,9	52,4	20,0
		13:00-13:10	1,8	1,5	1,2	1,500	744,6	41,9	22,4
		14:00-14:10	1,6	0,9	1,1	1,200	747,9	56,3	20,0
5	20 - 24 jul	9:00-9:10	0,7	0,5	1	0,733	752,4	68,6	19,9
		11:00-11:10	0,9	1,1	0,6	0,867	752,2	53,2	20,4
		12:00-12:10	0,5	1,6	2,2	1,433	750,2	50,2	20,5
		13:00-13:10	1,9	1,3	1,1	1,433	750,4	48,4	23,3
		14:00-14:10	0,8	1	0,6	0,800	750,6	49,1	21,9
6	27 - 31 jul	9:00-9:10	0,8	1,5	1,8	1,367	752,4	59,2	18,5
		11:00-11:10	0,8	1,3	0,5	0,867	751,5	65,9	18,1
		12:00-12:10	0,5	0,9	1,3	0,900	752,5	61,4	17,4
		13:00-13:10	0,6	1,1	0,4	0,700	751,3	56,5	20,1
		14:00-14:10	0,6	1,1	0,9	0,867	751,2	33,8	23,9
7	27 - 31 jul	9:00-9:10	0,8	1,1	1,3	1,067	752,5	73,4	16,3
		11:00-11:10	1,6	0,8	2,9	1,767	752,2	58,6	20,8
		12:00-12:10	1,1	2,3	1,6	1,667	751,4	61,5	18,8
		13:00-13:10	1,6	1,1	1,5	1,400	751,5	60,2	18,2
		14:00-14:10	0,9	1,5	2,1	1,500	750,7	58,0	19,0
8	27 - 31 jul	9:00-9:10	0,5	0,8	0,3	0,533	752,7	64,2	16,5
		11:00-11:10	0,4	0,8	0,6	0,600	751,8	51,1	21,8
		12:00-12:10	1,2	0,6	0,9	0,900	751,9	43,8	25,1
		13:00-13:10	0,8	2,2	1,7	1,567	751,9	48,9	22,7
		14:00-14:10	0,9	1,1	0,8	0,933	751,2	54,1	19,4
9	27 - 31 jul	9:00-9:10	0,8	1	0,5	0,767	752,4	65,7	16,5
		11:00-11:10	1,8	0,9	1,1	1,267	752,7	45,0	22,4

		12:00-12:10	1,2	0,7	1,5	1,133	751,3	47,6	22,9
		13:00-13:10	2,5	1,8	1,6	1,967	751,2	58,6	19,2
		14:00-14:10	0,8	1,1	1,3	1,067	751,0	55,6	18,4
		9:00-9:10	0,5	0,8	1,1	0,800	752,2	67,7	15,6
10	27 - 31 jul	11:00-11:10	1,2	0,9	1,5	1,200	751,2	54,6	22,1
		12:00-12:10	0,8	0,9	1,2	0,967	751,4	51,2	21,1
		13:00-13:10	2,6	1,8	1,9	2,100	751,5	42,4	24,4
		14:00-14:10	1,5	1,8	1,2	1,500	750,5	39,6	29,8
		9:00-9:10	0,3	0,5	0,8	0,533	754,0	40,1	22,1
11	03 - 07 ago	11:00-11:10	0,9	1,1	0,5	0,833	753,9	50,9	17,5
		12:00-12:10	0,5	0,8	1	0,767	753,2	53,7	22,8
		13:00-13:10	0,5	0,6	0,9	0,667	751,4	46,7	25,0
		14:00-14:10	0,5	0,9	0,8	0,733	752,5	31,3	23,8
		9:00-9:10	0,3	0,6	0,5	0,467	754,2	40,8	17,1
12	03 - 07 ago	11:00-11:10	0,2	0,4	0,7	0,433	754,6	39,2	24,6
		12:00-12:10	0,8	0,5	0,7	0,667	754,3	41,5	21,6
		13:00-13:10	0,6	0,4	0,8	0,600	753,7	40,1	25,4
		14:00-14:10	0,5	0,8	0,4	0,567	752,4	50,4	20,8
		9:00-9:10	0,6	0,8	0,6	0,667	754,8	52,5	18,6
13	03 - 07 ago	11:00-11:10	0,5	0,9	1	0,800	755,2	55,7	16,6
		12:00-12:10	0,8	1,1	0,9	0,933	753,7	30,9	24,1
		13:00-13:10	0,9	0,7	1	0,867	755,1	50,4	17,3
		14:00-14:10	0,5	0,6	0,9	0,667	755,4	53,6	18,5
		9:00-9:10	0,9	1,1	0,8	0,933	754,6	54,1	19,3
14	03 - 07 ago	11:00-11:10	2,2	1,8	2	2,000	755,7	51,5	18,1
		12:00-12:10	1,9	1,5	2,5	1,967	754,6	68,6	16,5
		13:00-13:10	2,2	1,7	1,5	1,800	754,3	68,5	15,9
		14:00-14:10	1,6	3,3	1,9	2,267	753,0	48,7	19,4
		9:00-9:10	0,8	1,1	0,5	0,800	756,1	59,0	17,5
15	03 - 07 ago	11:00-11:10	1	0,9	1,3	1,067	755,8	52,5	22,8
		12:00-12:10	1,5	1,1	0,9	1,167	757,1	50,4	21,6
		13:00-13:10	0,9	1,1	1,5	1,167	756,2	68,4	17,3
		14:00-14:10	1,1	2,5	1,5	1,700	755,6	65,9	16,4
		9:00-9:10	0,5	0,7	0,9	0,700	754,9	64,1	17,8
16	10 - 14 ago	11:00-11:10	1,3	0,8	1,5	1,200	755,6	53,9	18,8
		12:00-12:10	0,5	0,9	0,7	0,700	754,3	44,6	22,2
		13:00-13:10	0,7	1	0,5	0,733	756,3	51,1	21,5
		14:00-14:10	0,5	1,1	0,9	0,833	755,2	62,7	17,5
		9:00-9:10	1,9	1,5	1,3	1,567	754,7	63,8	18,1
17	10 - 14 ago	11:00-11:10	1,5	1,8	1,1	1,467	754,8	65,9	17,9
		12:00-12:10	1,4	2	1,2	1,533	753,7	52,0	19,5
		13:00-13:10	0,8	1,5	0,9	1,067	751,9	37,0	24,7
		14:00-14:10	2,5	2,2	1,8	2,167	754,6	52,5	19,8
		9:00-9:10	0,9	1,3	1,5	1,233	756,8	50,8	20,2
18	10 - 14 ago	11:00-11:10	0,9	1,5	1,1	1,167	754,8	64,3	17,2
		12:00-12:10	1,9	2,5	1,5	1,967	754,2	65,7	16,4
		13:00-13:10	0,9	0,7	0,7	0,767	754,7	48,2	20,3
		14:00-14:10	1	0,7	0,9	0,867	753,0	39,2	24,0
19	10 - 14	9:00-9:10	0,9	0,5	1,2	0,867	755,3	72,3	16,3

ago	11:00-11:10	2,5	1,8	1,5	1,933	754,5	62,1	18,5
	12:00-12:10	2,5	1,8	2,9	2,400	755,8	57,6	17,5
	13:00-13:10	1,2	1,5	0,8	1,167	755,6	54,6	20,7
	14:00-14:10	3	2,2	1,8	2,333	754,1	55,6	20,4

Elaborado por: Vargas, L (2015)

Anexo #3. Parámetros meteorológicos de la Plataforma 5

PUNTO	FECHA	HORA	Velocidad del viento (m/s)				Presión (hPa)	Humedad %H	Temperatura °C
			V1	V2	V3	Vm			
20	10 - 14 ago	9:00-9:10	3,7	2,4	1,9	2,667	758,2	68,1	16,7
		11:00-11:10	2,4	1,8	2,2	2,133	757,1	66,3	17,6
		12:00-12:10	1,8	2,5	2,8	2,367	755,8	59,1	18,,3
		13:00-13:10	1,8	1,2	2,4	1,800	758,2	51,1	21,2
		14:00-14:10	2,3	1,6	1,7	1,867	757,7	65,6	17,3
21	17 - 21 ago	9:00-9:10	0,9	1,1	1,2	1,067	759,7	54,2	22,0
		11:00-11:10	1,4	1,2	0,9	1,167	759,4	61,1	17,2
		12:00-12:10	1,5	2,9	1,7	2,033	759,2	56,8	17,6
		13:00-13:10	1,6	1,2	2,1	1,633	759,8	58,5	18,3
		14:00-14:10	1,3	1,4	1,7	1,467	759,6	60,3	17,8

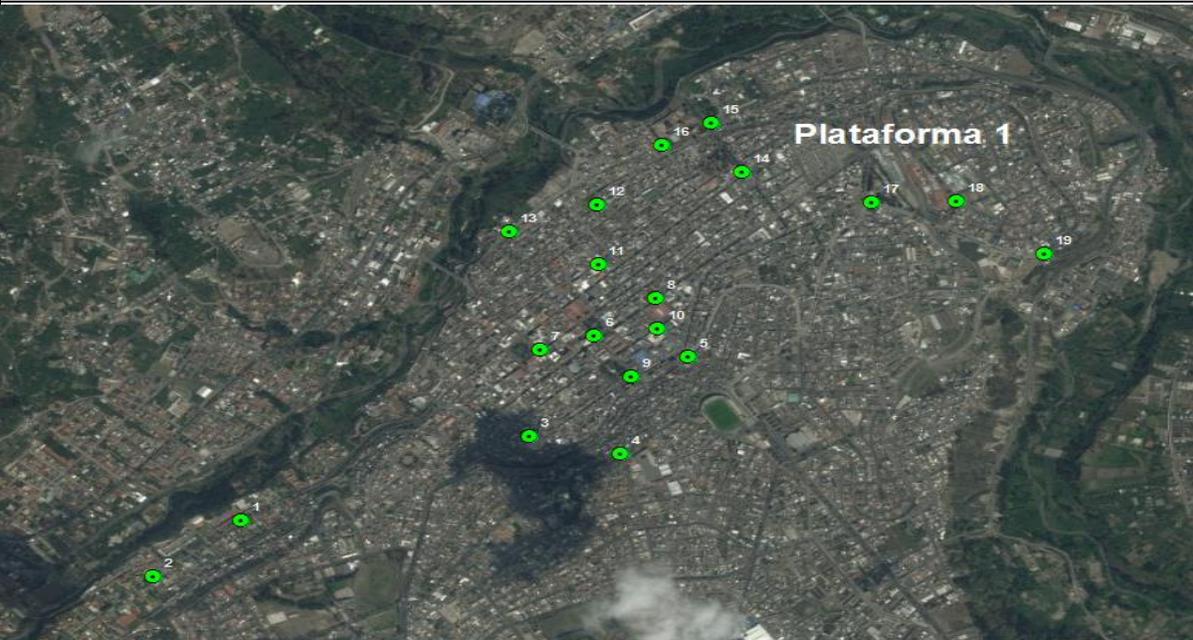
Elaborado por: Vargas, L (2015)

Anexo #4. Escala de viento de Beaufort

Cifra	Nombre	V (m/s)
0	Calma	0 – 0,2
1	Viento ligero	0,3 – 1,5
2	Brisa ligera	1,6 – 3,3
3	Brisa suave	3,4 – 5,4
4	Brisa moderada	5,5 – 7,9
5	Brisa fresca	8 – 10,7
6	Brisa fuerte	10,8 – 13,8
7	Temporal moderado	13,9 – 17,1
8	Temporal fresco	17,2 – 20,7
9	Temporal fuerte	20,8 – 24,4
10	Temporal total	24,5 – 28,4
11	Tormenta	28,5 – 32,6
12	Huracán	>32,7

Fuente: De la Lanza, et al (1999)

Anexo #5. Informe de Resultados de Monitoreo de Ruido para la Plataforma 1

INFORME DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL			
Informe No	1		
Nombre de la entidad	GAD Municipalidad de Ambato		
Descripción	Monitoreo de Ruido Ambiental		
Fecha de realización de monitoreo:	20 de julio- 07de agosto de 2015		
Fecha de emisión:	Septiembre de 2015		
Tabla N 1. Identificación de fuentes de Ruido			
Tipo de fuente	Fija y Móvil	Tipo de ruido	Continuo
Ubicación de la fuente	Plataforma 1	Estado de la fuente	Activa
Figura N1. Croquis de Ubicación de Puntos de Monitoreo			
			
Simbología	● Puntos de monitoreo de ruido		
Norte	El río Ambato, desde su intersección con el puente Jaramillo hasta su intersección con el Puente del Socavón		
Sur	Desde el punto geográfico E-765884,46, N.9° 863.010,12., hacia arriba hasta la intersección con la Av. Manuela Sáenz.		
Este	Río Ambato, desde su intersección con el Puente del Socavón, hasta el punto geográfico E-765884,46, N.9° 863.010,12.		
Oeste	Intersección escalinata con la avenida Manuela Sáenz y por esta hasta el puente Jaramillo sobre el Río Ambato.		

Equipo Utilizado			Sonómetro CESVA SC 101					
Fecha de Calibración del equipo			25/09/2014					
NPS Calibración			94 dB					
Puntos	Hora	Intervalo de Medición	Nivel de Presión Sonora Laeq Media (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Nivel de presión sonora corregido LAeqk (dB)	Incertidumbre (dB)	Temperatura (°C)	
1 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	65,5790	51,9	65,489	10,04	18,7	
2 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	66,4262	51,9	66,324	10,36	20,2	
3 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	65,0566	51,9	64,912	9,00	21,6	
4 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	71,9773	51,9	71,971	10,20	19,8	
5 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	70,3500	51,9	70,347	8,60	21,2	
6 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	67,3573	51,9	67,342	7,20	19,6	
7 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	71,9577	51,9	71,957	7,10	18,6	
8 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	68,4024	51,9	68,399	5,90	21,1	
9 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	71,3376	51,9	71,338	7,00	19,9	
10 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	69,4740	51,9	69,474	5,80	22,6	
11 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	67,3933	51,9	67,356	8,29	22,2	
12 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	66,3215	51,9	66,229	5,43	21,9	
13 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	67,1579	51,9	67,135	6,72	19,0	
14 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	67,7565	51,9	67,744	6,63	17,8	
15 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	68,8540	51,9	68,849	7,08	19,1	
16 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	65,4435	51,9	65,384	6,34	19,6	
17 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	72,8514	51,9	72,851	9,07	20,0	
18 -D Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	65,8811	51,9	65,815	7,18	19,6	
19 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	68,7366	51,9	68,732	7,14	18,7	
Puntos	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento	Uso de Suelo	Elementos Reflectantes	Presión (hPa)	Ubicación Geográfica	
1 - Diurno	57,24	1,0667	SE	Residencial	No	752,04	762861 X	9861811 Y
2 - Diurno	55,4	1,0267	SE	Residencial	No	750,50	762568 X	9861569 Y
3 - Diurno	48,8	0,9133	SE	Comercial	No	751,54	763841 X	9862201 Y

4 - Diurno	54,7	1,2933	SE	Residencial	No	746,96	764152 X	9862120 Y
5 - Diurno	53,9	1,0533	SE	Comercial	No	751,16	764380 X	9862557 Y
6 - Diurno	55,36	0,9400	SO	Comercial	No	751,78	764061 X	9862631 Y
7 - Diurno	62,34	1,4800	SO	Comercial	No	751,66	764061 X	9862631 Y
8 - Diurno	52,42	0,9067	SO	Comercial	No	751,90	763874 X	9862584 Y
9 - Diurno	54,5	1,2400	SO	Comercial	No	751,72	764186 X	9862465 Y
10 - Diurno	51,1	1,3133	SO	Comercial	No	751,36	764276 X	9862688 Y
11 - Diurno	44,54	0,7067	SO	Comercial	No	753,00	764072 X	9862971 Y
12 - Diurno	42,4	0,5467	SO	Comercial	No	753,84	764070 X	9863240 Y
13 - Diurno	48,62	0,7867	SO	Comercial	No	754,84	764326 X	9863468 Y
14 - Diurno	58,28	1,7933	SO	Comercial	No	754,44	764572 X	9863382 Y
15 - Diurno	59,24	1,1800	SO	Residencial	No	756,16	764460 X	9863606 Y
16 - Diurno	55,28	0,8333	SO	Comercial	No	755,26	764290 X	9863509 Y
17 - Diurno	54,24	1,5600	SO	Comercial	No	753,94	765003 X	9863254 Y
18 - Diurno	53,64	1,2000	SO	Comercial	No	754,70	765298 X	9863247 Y
19 - Diurno	60,44	1,7400	SO	Residencial	No	755,06	765594 X	9863018 Y
Puntos	Altitud (msnm)	Altura fuente (m)	Altura micrófono(m)	Ubicación micrófono	Observaciones			
1 – 19 Diurno	2600	1,5	1,2	E	El ruido es generado en su mayoría por vehículos que transitan en las calles, en muchas de las ocasiones están en mal estado y emiten ruidos fuertes, el uso innecesario de la bocina, comerciantes ambulantes, música proveniente de locales comerciales, personas y animales.			
Análisis realizado por			Lorena Vargas Velastegui					
Ensayo realizado según el procedimiento de la Norma ISO 1996 - 2:2007 & TULSMA								

Realizado por: Vargas, L (2015)

Anexo #6. Informe de Resultados de Monitoreo de Ruido para la Plataforma 5

INFORME DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL	
Informe No	2
Nombre de la entidad	GAD Municipalidad de Ambato
Descripción	Monitoreo de Ruido Ambiental
Fecha de realización de monitoreo:	10 - 21 de agosto de 2015
Fecha de emisión:	Septiembre de 2015

Tabla N 1. Identificación de fuentes de Ruido

Tipo de fuente	Fija y Móvil	Tipo de ruido	Continuo
Ubicación de la fuente	Plataforma 5	Estado de la fuente	Activa

Figura N1. Croquis de Ubicación de Puntos de Monitoreo



Simbología	● Puntos de monitoreo de ruido
Norte	Avenida Indoamérica (Puente curvo)
Sur	Desde el PG. E-767.472,55 N- 9°862.442,05 en el Río Ambato aguas arriba hasta el PG. E-765.784,91, N-9°862.202, 61
Este	Calle Barquisimeto, intersección con la Punta del Este
Oeste	Desde el PG. E-765.784,91 N-9°862.202,01 en el Río Ambato por este, aguas arriba hasta el puente curvo.

Equipo Utilizado			Sonómetro CESVA SC 101					
Fecha de Calibración del equipo			25/09/2014					
NPS Calibración			94 dB					
Puntos	Hora	Intervalo de Medición	Nivel de Presión Sonora Laeq Media (dB)	Ruido de Fondo (dB)	Nivel de presión sonora corregido LAeqk (dB)	Incertidumbre (dB)	Temperatura (°C)	
20 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	60,505	41,2	60,500	8,51	18,2	
21 - Diurno	9:00 - 15:00	10 de 10 min	57,534	41,2	57,529	6,98	18,6	
Puntos	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento	Uso de Suelo	Elementos Reflectantes	Presión (hPa)	Ubicación Geográfica	
20 - Diurno	62	2,1667	SO	Residencial	No	757,40	766493 X	9862522 Y
21 - Diurno	58,2	1,4733	SE	Residencial	No	759,50	766336 X	9863601 Y
Puntos	Altitud (msnm)	Altura fuente (m)	Altura micrófono(m)	Ubicación micrófono	Observaciones			
20 - Diurno	2600	1,5	1,2	E	El ruido es generado en su mayoría por vehículos que transitan en las calles, aserraderos y comerciantes ambulantes.			
21 - Diurno	2600	1,5	1,2	E				
Análisis realizado por			Lorena Vargas Velastegui					
Ensayo realizado según el procedimiento de la Norma ISO 1996 - 2:2007 & TULSMA								

Realizado por: Vargas, L (2015)

Anexo #7. Localización y fotografías de los Puntos de Monitoreo de Ruido

DIRECCIÓN	PLATAFORMA	FOTOGRAFÍA
Av. Miraflores y Margaritas (UE Inmaculada)	1	
Av. Miraflores y Dalias (UE León Becerra)	1	
Calle Juan Benigno Vela y Guayaquil (Plaza Urbina)	1	
Av. Quiz Quiz y Pichincha (Padres Josefinos)	1	
Calle Eugenio Espejo y Vega y Cadena	1	
Calle Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)	1	
Av. Cevallos y Martínez (Parque Cevallos)	1	

Av. Cevallos y
Espejo
(Mercado Modelo)

1



Av. 12 de
Noviembre
(Parque 12 de
Noviembre)

1



Calle Espejo y Juan
Benigno Vela
(Mercado Artesanal)

1



Calle Espejo y
Rocafuerte
(UE Juan Montalvo)

1



Calle Araujo y
Tomás Sevilla
(Plaza Primero de
Mayo)

1



Calle Martínez y
Lizardo Ruiz
(Colegio UNE)

1



Calle Bolívar y
Unidad Nacional
(Plazoleta Segunda
Constituyente)

1



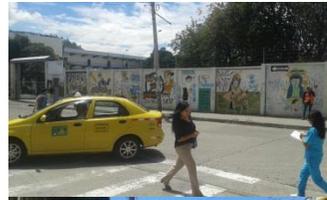
Av. Pasteur y
Unidad Nacional
(Hospital Ambato)

1



Av. Vargas Torres y
García Moreno
(UE Ambato)

1



Av. El Rey y 12 de
Noviembre
(Redondel de
Cumandá)

1



Calle Colombia y
Bolivia
(Mercado Juan
Cajas)

1



Av. Indoamérica y
Cuba
(Redondel
Ingahurco)

1



Calle Caracas y
Bogotá
(La Península)

5



Catiglata

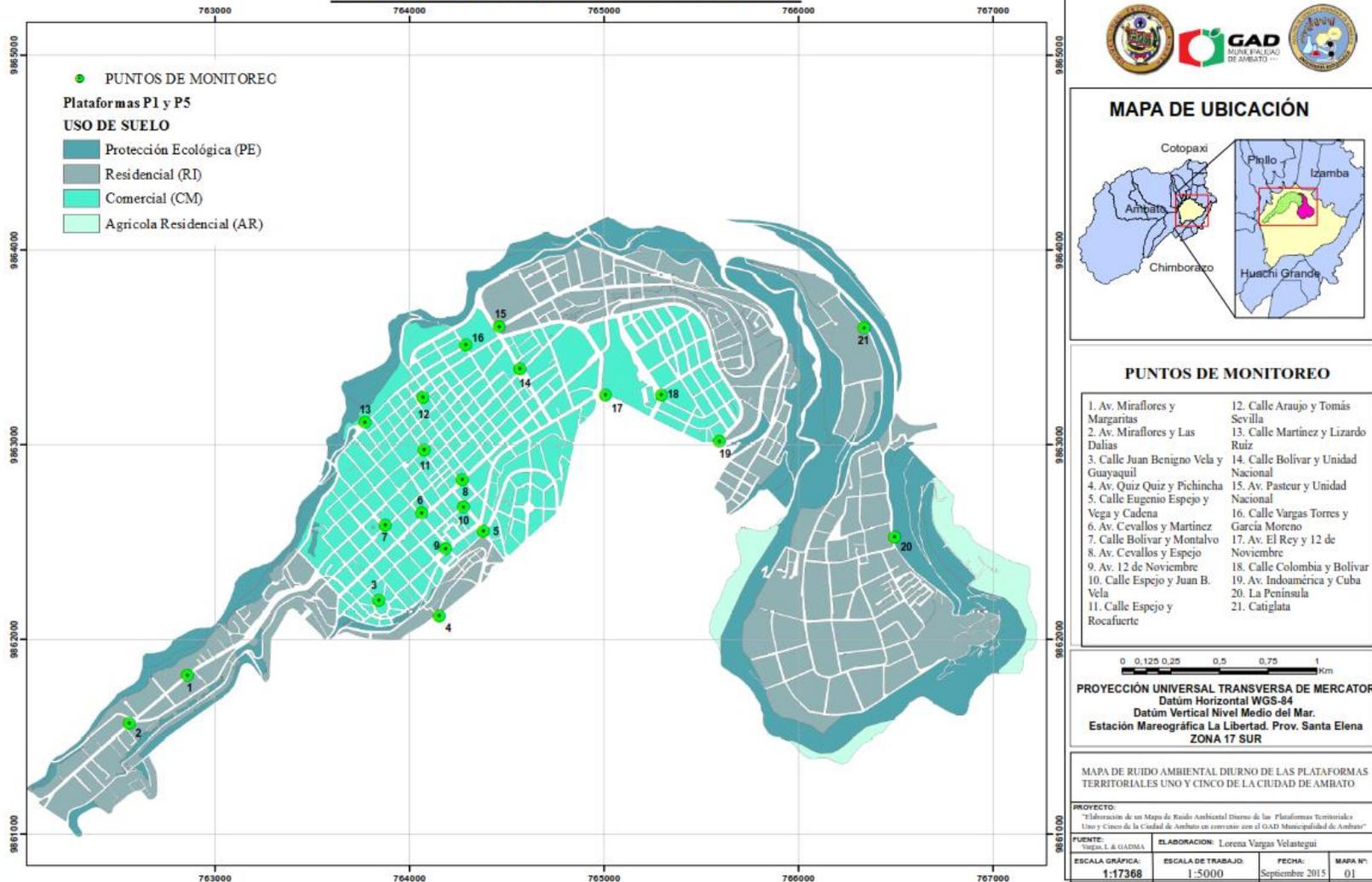
5



Realizado por: Vargas, L (2015)

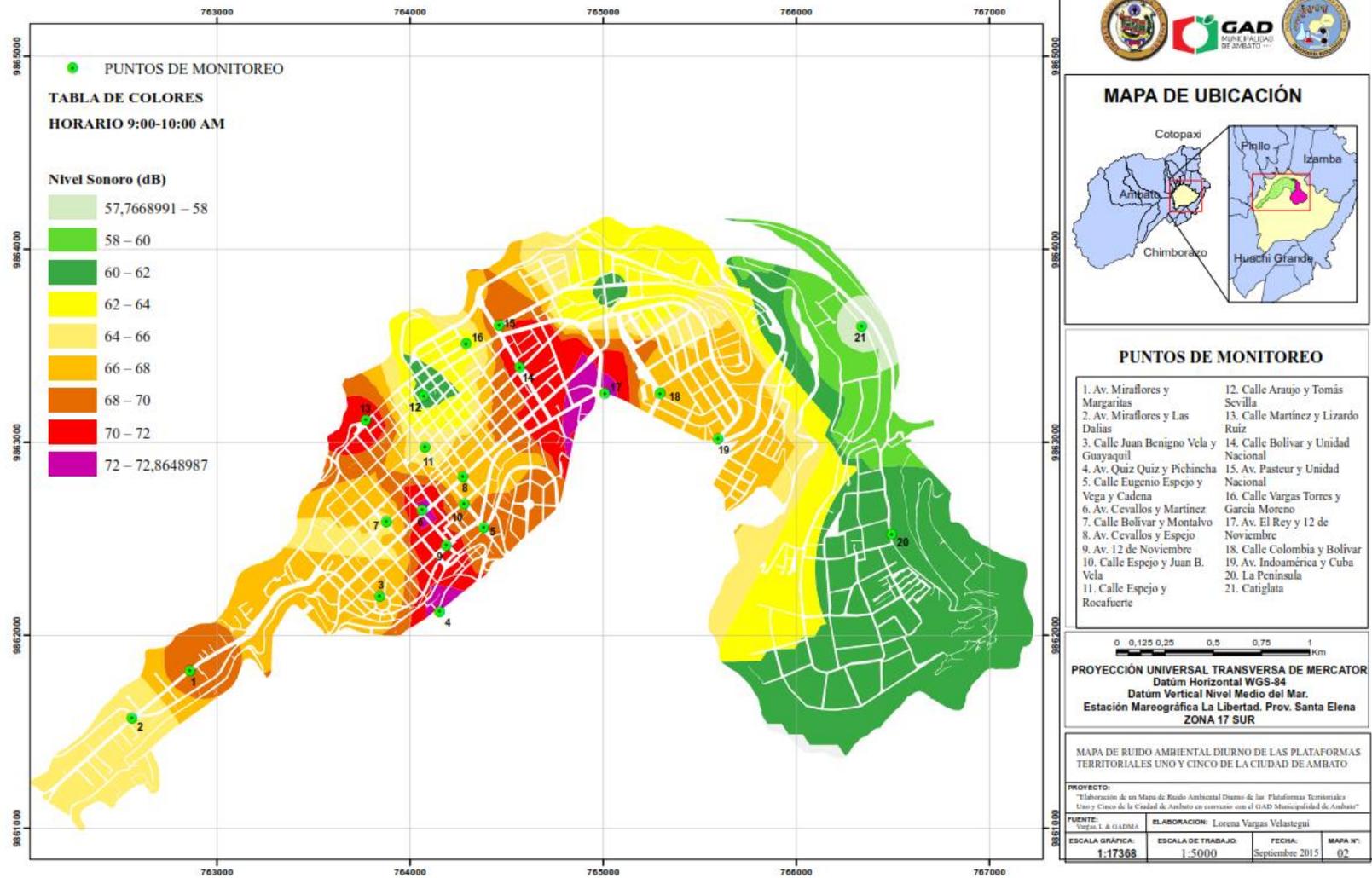
Anexo #8. Uso de suelo de las Plataformas Territoriales Uno y Cinco de la Ciudad de Ambato

USO DE SUELO DE LAS PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE AMBATO



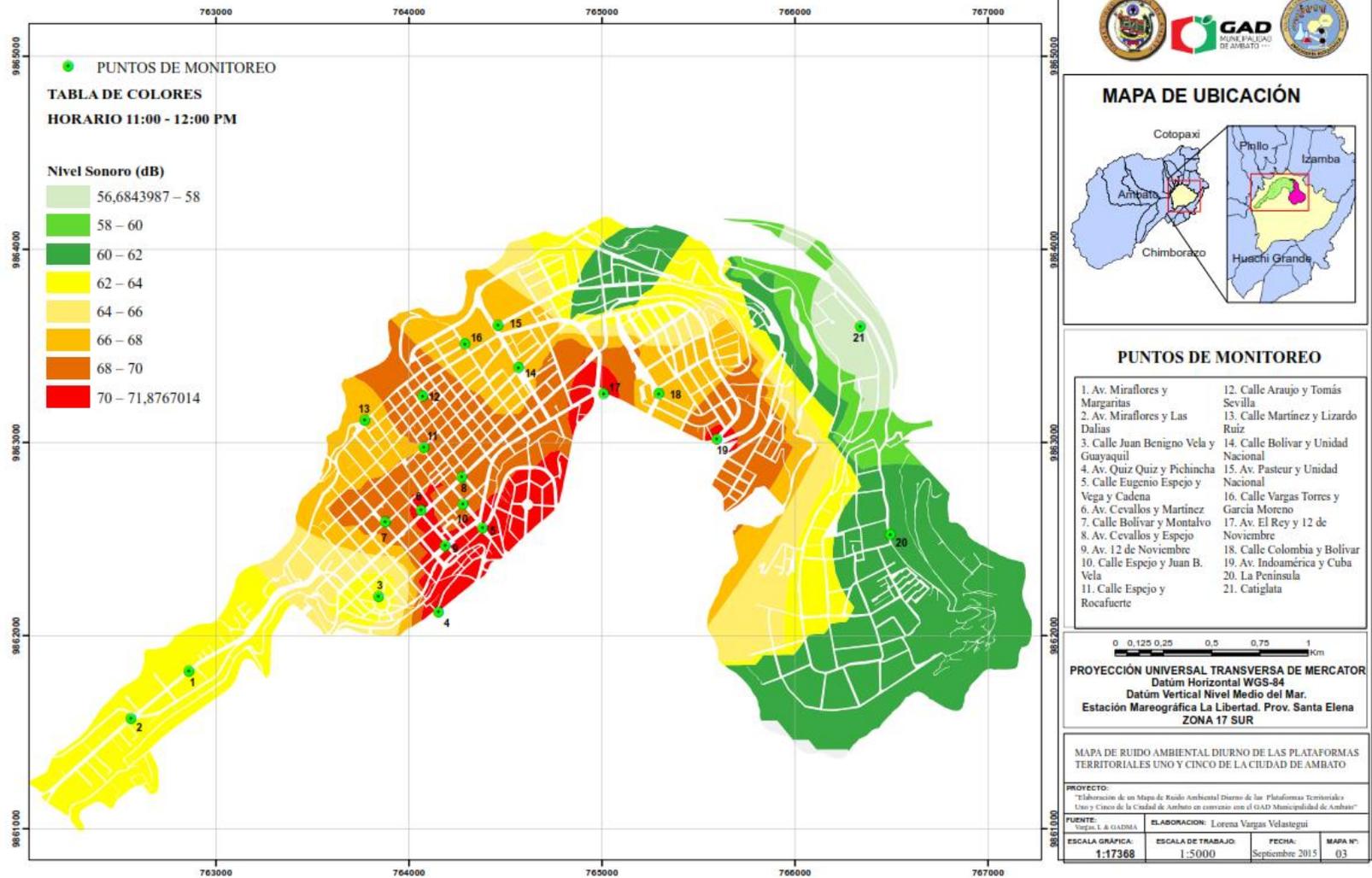
Anexo #9. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 9:00 – 10:00 AM.

MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DIURNO DE LAS PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE AMBATO



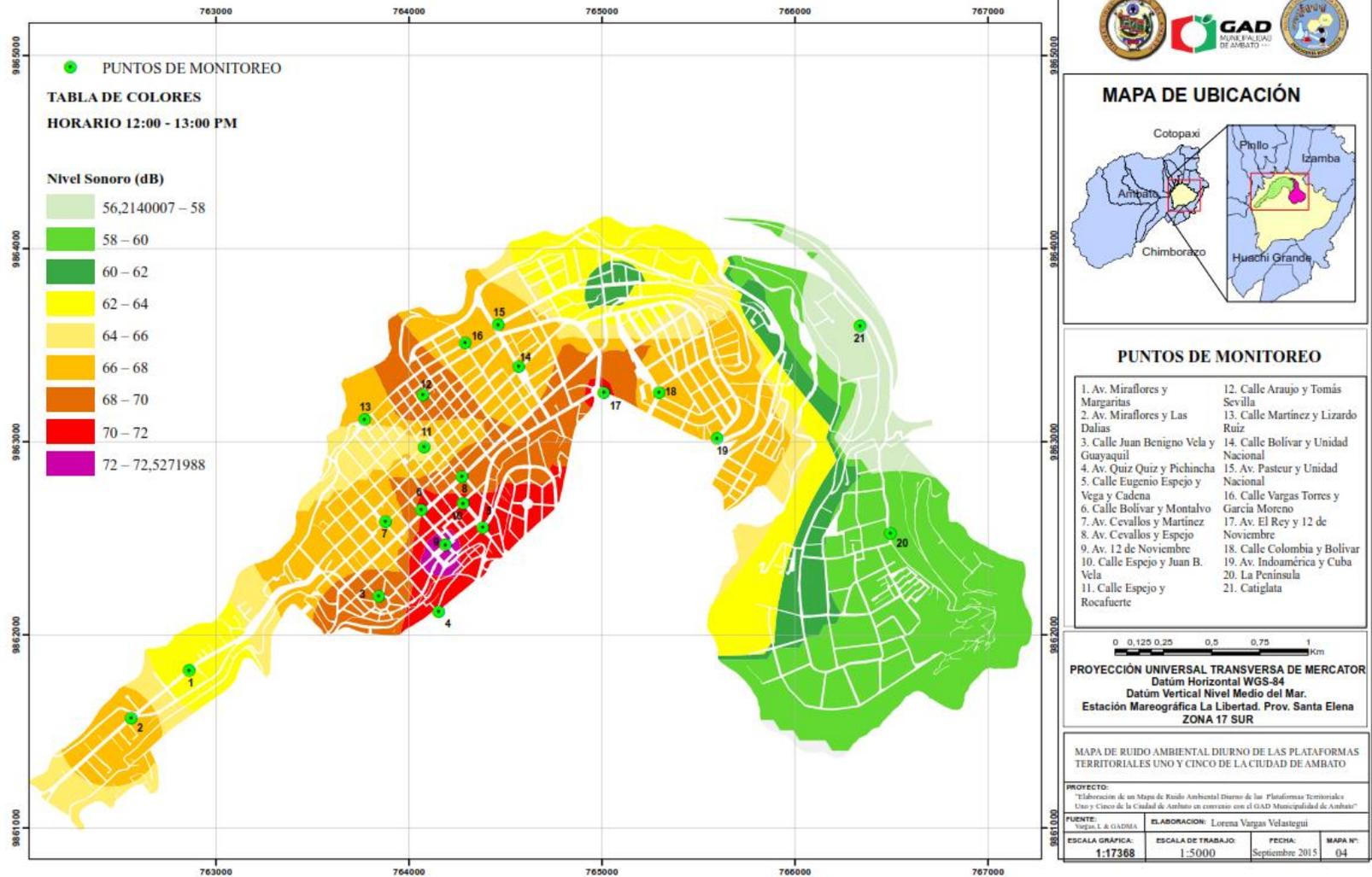
Anexo #10. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 11:00 – 12:00 PM.

MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DIURNO DE LAS PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE AMBATO



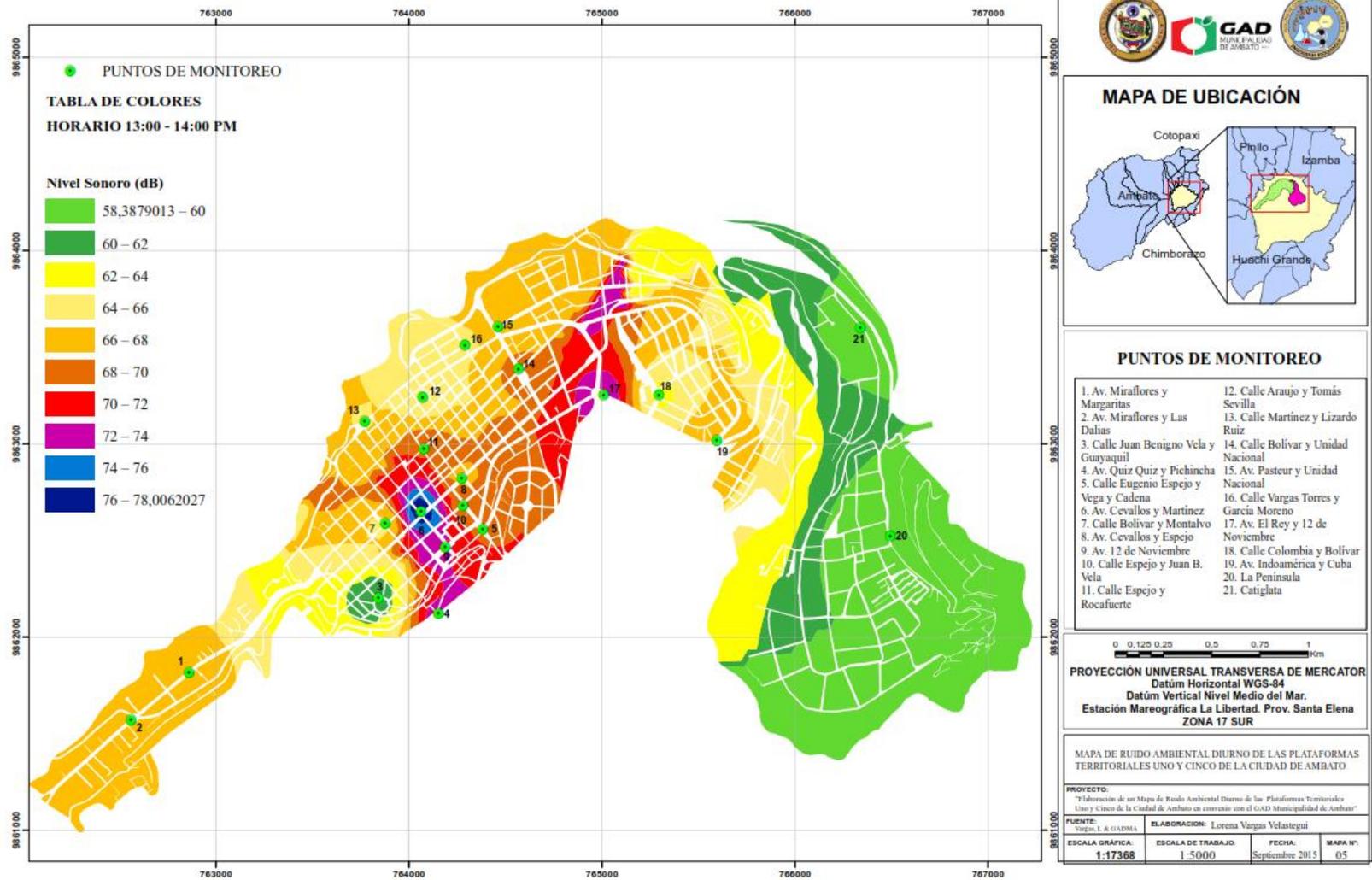
Anexo #11. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 12:00 – 13:00 PM.

MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DIURNO DE LAS PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE AMBATO



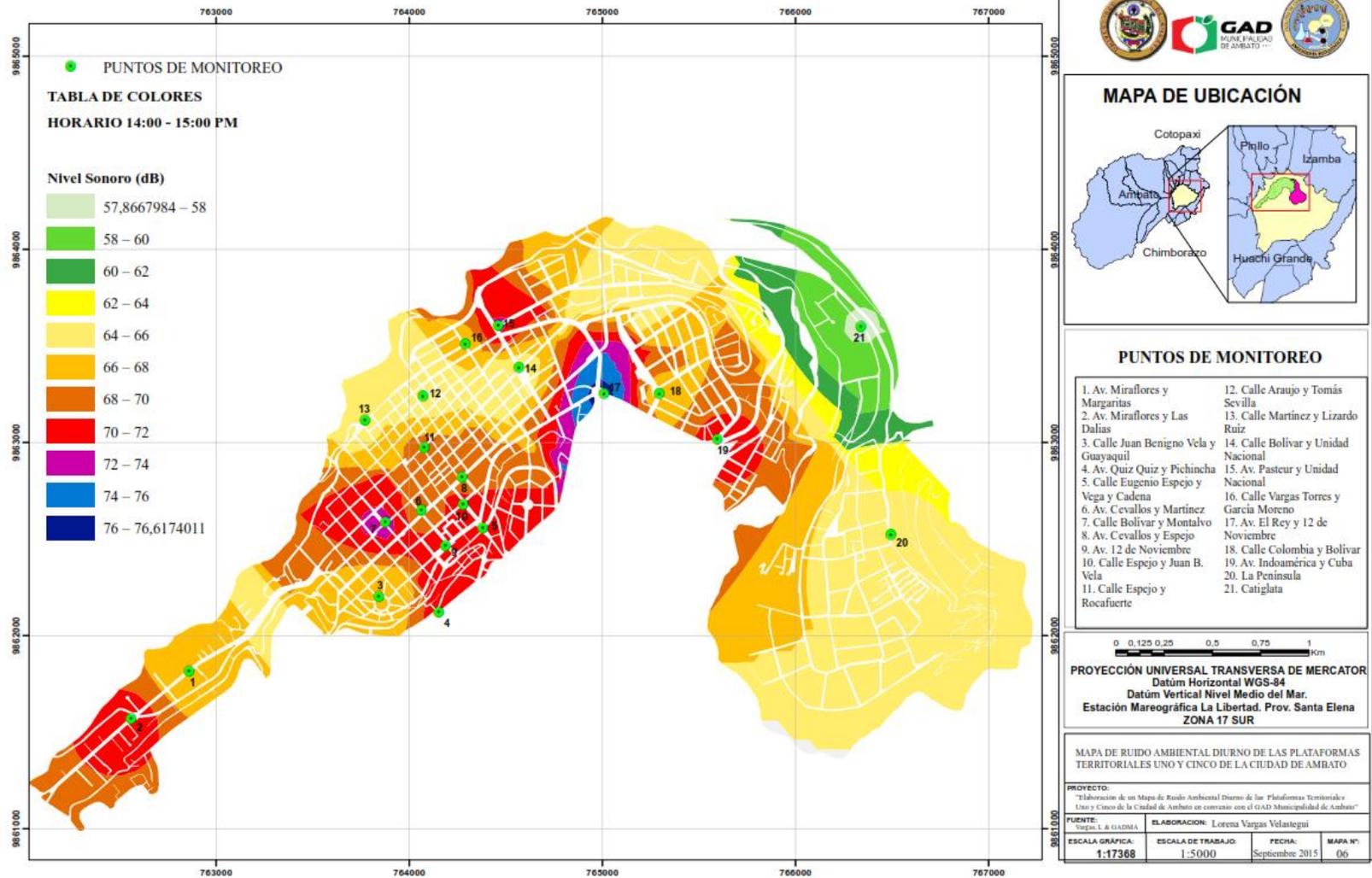
Anexo #12. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 13:00 – 14:00 PM.

MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DIURNO DE LAS PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE AMBATO



Anexo #13. Mapa de Ruido Ambiental de las Plataformas Territoriales 1 y 5 de Ambato. Horario 14:00 – 15:00 PM.

MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DIURNO DE LAS PLATAFORMAS TERRITORIALES UNO Y CINCO DE LA CIUDAD DE AMBATO



Anexo #14. Certificado de calibración del sonómetro integrador Tipo I CESVA SC101

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

NÚMERO: 14/00850

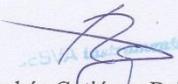
CESVA *instruments, s.l.u.*
Laboratorio de metrología

Maracaibo, 6
08030 BARCELONA
ESPAÑA
Teléfono 934 335 240 / Fax 933 479 310

La calibración se ha efectuado siguiendo los procedimientos de calibración P027 (Revisión 04) para los tests acústico y eléctrico, basados en las normas CEI/IEC 61672-1:2002, CEI/IEC 61672-2:2003 y CEI/IEC 61672-3:2006.

INSTRUMENTO:	Sonómetro
MARCA:	CESVA
MODELO:	SC101
NÚMERO DE SERIE:	T239765
MICRÓFONO:	C-130, número de serie 13208
CLASE:	1
FECHA DE VERIFICACIÓN:	2014-09-16
FECHA DE EMISIÓN:	2014-09-17
RESULTADO DE LA VERIFICACIÓN:	Dentro de especificaciones en los valores medidos

SUBJEFE DEL LABORATORIO


Rubén Gutiérrez Bajo

