

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA GENERADA POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE IBARRA

López T. Diego, López V. Steffanny

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo conocer si existe contaminación acústica generada por automotores en la zona urbana de la ciudad de Ibarra, en horarios establecidos (7h00-9h00, 12h00-14h00, 17h00-19h00). En la primera parte se procedió a recolectar información sonora (Decibeles) en 54 puntos de monitoreo de la zona urbana de la ciudad, con los cuales se creó mapas de ruido con el Software ArcGIS. De esta forma se procedió a realizar un análisis estadístico y cartográfico del ruido excesivo que originaba afectaciones de 78-80 dB en zonas sensibles como: hospitalarias, residenciales y educativas. En la segunda parte se tomó datos del ruido motor (tubo de escape) en 381 automotores (Automóviles, motocicletas, camiones, tráileres, camionetas, entre otros) que atravesaban el proceso de matriculación; de donde se obtuvo que, los automotores que emitieron ruidos excesivos son: las motocicletas con un 75%, camionetas con un 56%, jeeps con un 36%, automóviles con un 32% y en su totalidad el transporte pesado.

Palabras clave:

Contaminación acústica, decibeles, mapas de ruido, presión sonora continua equivalente.

Abstract

This work aims to know if there is noise pollution generated by motor vehicles in the urban area of the city of Ibarra, at established times (7h00-9h00, 12h00-14h00, 17h00-19h00). In the first part we proceeded to collect sound information (Decibels) in 54 monitoring points of the urban area of the city, with which noise maps were created with the help of the ArcGIS Software. In this way, a statistical and cartographic analysis of the excessive noise that caused 78-80 dB affectations in sensitive areas such as: hospital, residential and educational was carried out. In the second part, data of motor noise (exhaust pipe) was taken in 381 cars (Automobiles, motorcycles, trucks, trailers, vans, among others) that went through the registration process; from which it was obtained that, the motorists that issued excessive noise are: motorcycles with 75%, trucks with 56%, jeeps with 36%, automobiles with 32% and in its entirety heavy transport.

Keywords:

Acoustic pollution, decibels, noise maps, equivalent continuous sound pressure.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica (65 dB), es un agente degradante de la salud pública de las personas (OMS, 2009); que produce: pérdida total o parcial de la capacidad auditiva, afectación al sistema nervioso central, deficiencia de la capacidad motriz, ansiedad, estrés, deficiencia para conciliar el sueño entre otras (Boggio, 2014). El incremento interanual del 8% en cuanto al parque automotor, es uno de los factores más importantes en cuanto a la generación de ruidos molestos, debido a la aglomeración de vehículos en horas pico, falta de vías de descongestionamiento y circulación de vehículos que emiten sonidos molestos. Por esto, las autoridades ambientales deben buscar formas para mitigar esta problemática con la ayuda de la aplicación de normativas ambientes de control de ruido. En Ecuador, existen normativas ambientales vigentes, pero en la ciudad de Ibarra no se aplica ningún tipo de metodología en cuanto a la búsqueda de información sonora en ciudad, lo que ha ocasionado una falta de concienciación de autoridades y ciudadanía, para la prevención de ruidos excesivos emitidos fuentes móviles (automotores). Es por esto que este estudio busca indicar si existe afectación de niveles de ruido excesivo en la zona urbana de la ciudad de Ibarra, especialmente en zonas sensibles como: hospitalarias, educativas y residenciales en los tres horarios establecidos y considerados pico

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Existen trabajos del análisis y afectación de contaminación acústica. En España, alrededor del 20% de los habitantes

correspondiente a 80 millones de personas, sufrían niveles de ruido excesivo principalmente originado por el aumento del tráfico rodado, siendo la fuente principal fuente sonora contaminante (Arana, y otros, 2013).

En la ciudad de Medellín, se realizó la investigación correspondiente a la metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido. En el mismo que, se procedió a tomar puntos de monitoreo en el área de estudio. Donde se trazó una cuadrícula dividida en casillas cuadradas de 400 metros de lado y en el centro de cada una de ellas se precisó un punto de medición, para un total de 418 puntos de medición. El cual concluye que Medellín puede ser considerada una ciudad altamente ruidosa, con niveles de ruido promedio de 72 dB(A) en el día y 68 dB(A) en la noche, respecto a los límites permisibles establecidos en su normativa (Yepes, Gómez, Sánchez, & Jaramillo, 2009).

En la ciudad de Quito, se realizó el estudio referente a la elaboración de mapas de ruido ambiental para determinar la ubicación más apropiada de puntos estratégicos en la Red Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito. En este caso, se llevó a cabo la toma de muestras sonoras en horarios de la mañana, medio día y noche. Se utilizó el programa ArcGIS para la creación de mapas de ruido en cada estación de monitoreo. En cuanto a las tomas de datos, se realizaron por un lapso de un minuto durante cinco meses en cada punto de monitoreo. Donde se concluye que, los mayores factores contaminantes son los vehículos (Landázuri & Rubianes, 2009).

Un último trabajo de investigación es en la ciudad de Azogues, donde fue evaluada la contaminación acústica de la zona urbana en dos periodos, octubre-noviembre del 2014 y enero-febrero del 2015. De igual forma, éste utiliza el método de trazo de cuadrículas, basándose en el área de objeto de estudio y de la magnitud de la misma, para la

determinación de los puntos de monitoreo a una distancia de 500 metros de largo y ancho, del cual se obtuvo un total de 52 casillas y 52 puntos de medición. Es importante señalar que los resultados de las mediciones fueron superiores a los límites permisibles y la principal causa de la contaminación acústica es el tráfico vehicular (Squisilí, 2015).

III. METODOLOGÍA

Se propone seis pasos para analizar la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Ibarra

3.1. Selección de puntos de monitoreo en principales arterias viales.

Se utilizó el método de rejillas y viales, que consiste en trazar una distancia fija, en este caso de 400 metros de lado, los mismos que arrojaron a 54 estaciones de monitoreo en aproximaciones a nodos y a esquinas con gran afluencia vehicular en el área de estudio de la zona urbana de la ciudad (Romeu, y otros, 2006).

Es importante señalar que los puntos están divididos a través de circuitos debido a que la proyección de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), conforma por niveles administrativos a la planificación de: zonas, distritos y circuitos, donde éste último contiene a una parroquia o conjunto de ellas (SEMPLADES, 2012). Es por esto que en este estudio se utilizó la planificación por circuitos que contienen ministerios de Educación, Salud y Unidad de policía comunitaria, debido a que no existe una planificación por barrios. La ciudad de Ibarra está constituida por 11 circuitos (Totoras, las Rieles, Arcángel, Amazonas, la Florida, Guayabillas, Complejo deportivo, Azaya, Caranquis, Estadio y los Ceibos), los mismos que conforman el área de estudio de la investigación.

3.2. Selección de equipo de medición

En cuanto a la selección del instrumento de monitoreo se utilizó en el estudio de campo un sonómetro tipo 2, DIGITECH, destinado arrojar datos en decibeles con una frecuencia de 1 segundo, éste elemento de medición cumplió con las normativas vigentes establecidas por la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 61672 (ICE 61672, 2002)

3.3. Ubicación geográfica de puntos de monitoreo

La investigación ubicó las coordenadas geográficas de cada punto en UTM (Coordenadas x, y, z) y WGS 84 (Latitud, longitud).

3.4. Horarios de monitoreo

En la selección de horarios de monitoreo se tomó en cuenta el incremento del tránsito vial en horarios pico, debido al ingreso o salida de estudiantes en el área de estudio (Norte, 2016). Se definieron tres horarios de monitoreo como: 7h00-9h00, 12h00-14h00, 17h00-19h00 durante siete días en cada punto.

3.5. Intervalos de medición

El tiempo de monitoreo se realizó durante 11 minutos en los tres horarios establecidos, durante 7 días (Yepes, Gómez, Sánchez, & Jaramillo, 2009).

3.6. Recolección de información sonómetro-ordenador

La recolección de información fue recogida a través del instrumento de medición (sonómetro), que fue calibrado para cada turno de medición. Los datos arrojados fueron tomados para cada segundo en intervalos de 11 minutos, lo que generó un total de 630 tomas en cada estación de monitoreo. El estudio fue elaborado durante 7 días en los 3 horarios

establecidos, los mismos que generaron 715,000 dato sonoros.

En cuanto se obtuvo la información de presión sonora, se procedió aplicar la ecuación logarítmica de presión sonora continua equivalente (Leq_A) que se detalla a continuación.

$$Leq_A = 10\text{Log}\left(\frac{1}{T_n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}\right) \quad [1]$$

L_i = nivel de presión sonora (dB)

T_n = intervalo de tiempo en cada medición

i: Número de datos en cada toma

Una vez que se obtuvo la información de Leq_A se procedió a calcular valores máximos, mínimos y promedios para la representación estadística y cartográfica

3.7. Elaboración cartográfica de mapas de ruido

Una vez obtenida la información de los niveles de presión sonora continuo equivalente se procedió a efectuar la elaboración de mapas de ruido a través de los métodos de interpolación Kriging e IDW. Hay que tomar en cuenta que el método Kriging fue seleccionado para la elaboración de resultados debido, a que tiene una mayor precisión en cuanto a la interpolación de valores sonoros tomados en puntos con distancias específicas (Enrique, 2016).

3.8. Análisis inferencial del ruido motor (tubo de escape) de los automotores.

Este monitoreo se lo realizó en los patios de la Empresa Pública Movildelnor, donde se procedió a tomar mediciones del ruido motor (tubo de escape) a 381 vehículos. Este monitoreo se lo aplicó a diversos tipos de vehículos que

atravesaban el proceso de matriculación anual. La recolección de información se la efectuó de acuerdo a la normativa (ISO/FDIS5130, 2007), correspondiente al proceso de toma de datos del ruido motor (tubo de escape) en diversos tipos de automotores estacionados. Una vez que se registró los tres monitoreos por vehículo; se comparó los resultados con los límites permisibles de ruido en la normativa vigente del Distrito Metropolitano de Quito (Quito, 2008).

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En lo que respecta al análisis estadístico, en el período lunes-viernes (7h00-9h00, 12h00-14h00, 17h00-19h00), el análisis del promedio total de datos del período lunes-viernes en las tres jornadas un 69.4% de los valores están concentrados en los niveles de 70-76 dB(A), los mismos que son comparados con la Normativa de TULAS (Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente), excediendo los niveles permisibles en las horas pico monitoreadas de la zona urbana de la ciudad (Tulas, 2013).

Tabla I. Rangos de niveles de presión sonora de lunes-viernes (Promedios)

| LUNES - VIERNES | | | |
|-----------------|------------|--------------|--------------|
| Rango dB(A) | Nº Datos | Porcentaje % | % Categorías |
| 60 - 62 | 3 | 0.4% | |
| 62 - 64 | 6 | 0.7% | |
| 64 - 66 | 19 | 2.3% | 25.6% |
| 66 - 68 | 49 | 6.0% | |
| 68 - 70 | 130 | 16.0% | |
| 70 - 72 | 256 | 31.6% | |
| 72 - 74 | 223 | 27.5% | 69.4% |
| 74 - 76 | 83 | 10.2% | |
| 76 - 78 | 29 | 3.6% | |
| 78 -80 | 7 | 0.9% | 5.1% |
| 80 -82 | 5 | 0.6% | |
| TOTAL | 810 | 100% | |

Tabla II. Rangos de niveles de presión sonora de sábado-domingo (Promedios)

| SÁBADO - DOMINGO | | | |
|------------------|------------|--------------|--------------|
| Rango dB(A) | Nº Datos | Porcentaje % | % Categorías |
| 60 - 62 | 0 | 0.0% | |
| 62 - 64 | 6 | 1.9% | |
| 64 - 66 | 11 | 3.4% | 24.1% |
| 66 - 68 | 20 | 6.2% | |
| 68 - 70 | 41 | 12.7% | |
| 70 - 72 | 102 | 31.5% | |
| 72 - 74 | 83 | 25.6% | 71.6% |
| 74 - 76 | 47 | 14.5% | |
| 76 - 78 | 11 | 3.4% | |
| 78 -80 | 3 | 0.9% | 4.3% |
| 80 -82 | 0 | 0.0% | |
| TOTAL | 324 | 100% | |

En la siguiente figura 1, se muestra el histograma de la mayor concentración de presión sonora equivalente en el período de lunes-viernes en las 3 jornadas.

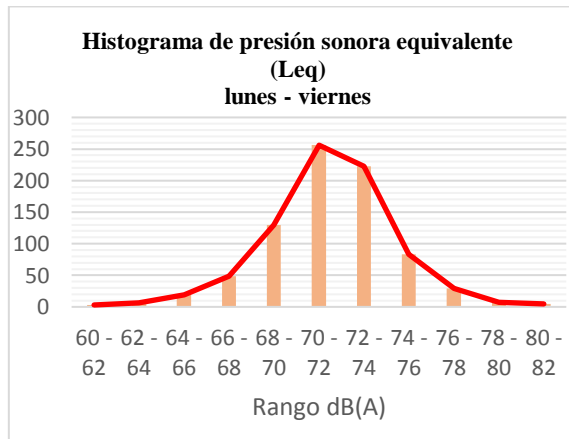


Figura 1. Histograma de presión sonora equivalente (Leq) lunes-viernes

En cuanto al período de sábado-domingo el análisis del promedio total de datos en las tres jornadas es 71.6%, en los rangos de 70-76 dB(A), los mismos que son comparados con la Normativa TULAS, los mismos que exceden los niveles permisibles en las horas pico monitoreadas de la zona urbana de la ciudad.

En la figura 2, se muestra el histograma de la mayor concentración de presión sonora equivalente en el período de sábado-domingo en las 3 jornadas.

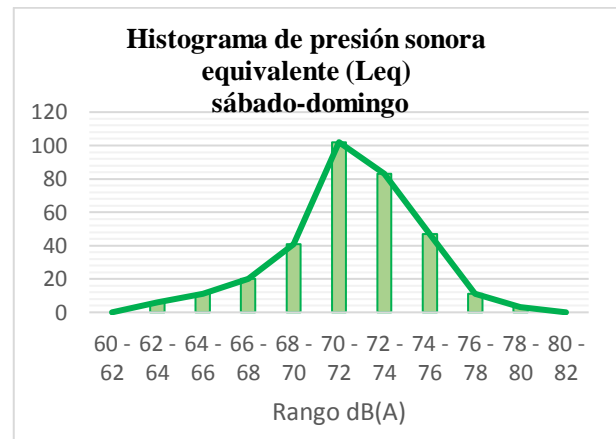


Figura 2. Histograma de presión sonora equivalente (Leq) sábados-domingos

En el análisis estadístico de lunes-domingo, en el turno de la (7h00-9h00) se ubicó el nivel más alto de 80.8 dB en el día jueves correspondiente al circuito Amazonas (Bomba de la terminal). En la jornada de (12h00-14h00), el día con el valor más alto de ruido fue el martes en el circuito Estadio (Sector piscina Olímpica) con 81 dB. En lo que respecta a la tarde y noche (17h00-19h00), existieron dos valores excesivos los días

jueves en el circuito la Florida (Sector Yacucalle) con 78,8 dB y en el circuito Amazonas (Mercado Amazonas) con 78 dB.

En lo que concierne al análisis cartográfico elaborado con el método de interpolación Kriging en los períodos de lunes- viernes y sábado-domingo en las tres jornadas se identifica lo siguiente.

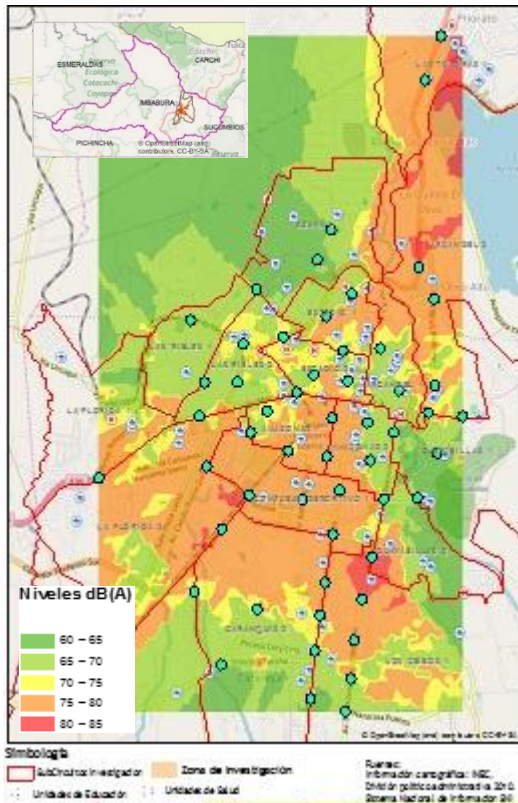


Figura 3. Kriging lunes-viernes (Jornada completa)

En la figura 3, existe una mínima representación de color rojo, correspondiente a 80-85 dB (A) en los circuitos: los Ceibos, Arcángel y Totoras. En lo que respecta a niveles de 75-80 (A) con color naranja se encuentra la mayor concentración de contaminación acústica en los circuitos de: los Ceibos, la Florida, Complejo deportivo, Amazonas, Arcángel, Estadio, las Totoras; se debe tomar en cuenta que en todos los circuitos anteriormente mencionados existen pequeñas proporciones de color amarillo

correspondiente a rangos de 70-75 dB (A). Con el color verde se presentan los niveles de 65-70 dB (A), correspondientes a los circuitos: Caranquis, Guayabillas y Azaya

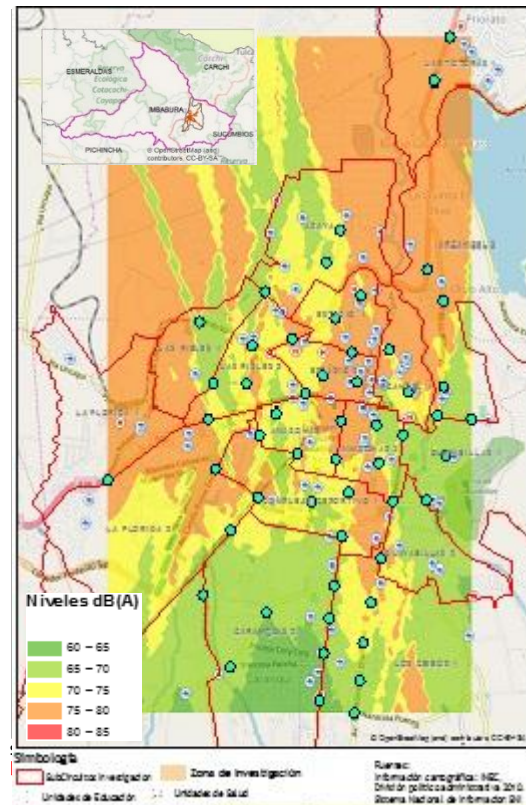


Figura 4. Kriging sábado-domingo (Jornada completa)

En la figura 4, se identifica que la mayor representatividad de contaminación acústica se encuentra en los rangos de 75-80 dB (A), representados de color naranja en los circuitos: Totoras, Arcángel, Estadio, Amazonas, las Rieles, la Florida, Complejo deportivo y los Ceibos; de igual forma también existen pequeñas proporciones de color amarillo correspondiente a 70-75 dB (A). En lo que respecta a rangos de 65-70 dB (A), representados de color verde, existen circuitos como: Caranquis, Guayabillas, los Ceibos y Azaya.

En el análisis inferencial del monitoreo de ruido motor (tubo de escape), se obtuvo los siguientes resultados.

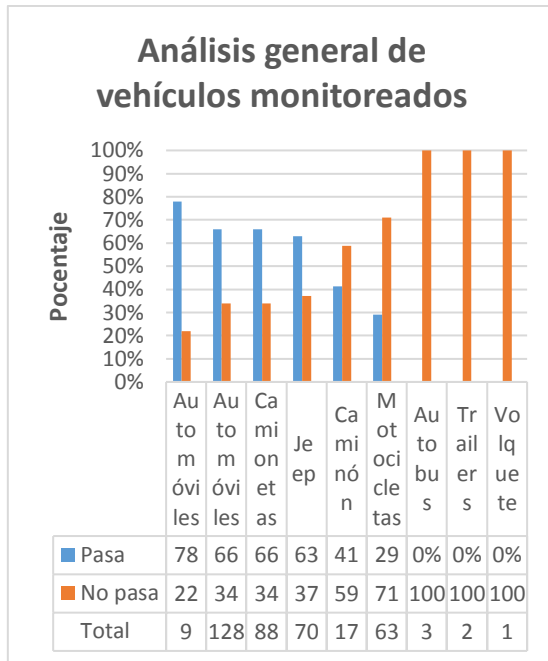


Figura 5. Análisis general de vehículos monitoreados

Existe un porcentaje de todos los tipos de vehículos monitoreados, debido a que excedieron los límites permisibles de ruido ambiental; en especial las motocicletas y el transporte pesado.

V. CONCLUSIONES

En la selección de puntos se utilizó el muestro espacial de rejilla y viales, donde se definieron 54 ubicaciones de monitoreo, la toma de datos de la realizó a través de un sonómetro tipo 2 con ponderación A y calibrado a 94 dB. Los horarios de monitoreo definidos son de: 7h00-9h00, 12h00-14h00, 17h00-19h00 considerados

pico, debido a la gran afluencia vehicular.

- Por medio del levantamiento de mapas acústicos, se identificó que, en la totalidad de la zona urbana de la ciudad de Ibarra, existen afectaciones con altos índices de ruido en comparación con lo establecido en la normativa ambiental para zonas educativas y hospitalarias con niveles de 45 dB en el día y 35 dB en la noche y en zonas residenciales con niveles de 50 dB en el día y 40 dB en la noche. Los sectores más afectados en los períodos de lunes-viernes fueron los circuitos de: La Florida (ECU 911, Red Eléctrica, Supermaxi), Amazonas (Sector la Terminal, Mercado Amazonas), Los Ceibos (Sector el GOE) y Estadio (Sector piscina olímpica) con niveles de 78-80 dB, tomando en cuenta que los niveles permisibles. Durante la jornada comprendida entre sábado-domingo, los circuitos afectados fueron: Arcángel (Av. 17 de Julio, UE Particular Oviedo), La Totoras (Sector Liceo Aduanero); Los Ceibos (CI. Kids), Amazonas (Basílica) con niveles de 76-78 dB.
- En cuanto a la afectación de zonas sensibles en los horarios establecidos, en la jornada de lunes-viernes existió un total de 38 centros educativos y 10

centros hospitalarios afectados con un 69.4% del tiempo en horas pico con niveles entre 70 a 76 dB. En lo que respecta a sábado-domingo existió afectación a 43 centros educativos y 5 centros hospitalarios en un 71.6% del tiempo en horas pico con niveles entre 70 a 76 dB. Sobrepasando el nivel permisible establecido por la norma ambiental de 45 dB durante el día y 35 dB en la noche.

■ En cuanto al análisis inferencial realizado en los patios de RTV de la empresa Movildelnor, en lo que respecta a toma de muestras del ruido motor (tubo de escape). Se identificó que un alto índice de vehículos matriculados no cumplieron con la normativa vigente, de los cuales se constató que las motocicletas con 75%, las camionetas con 56%, los jeeps con 36%, los automóviles con 32% y los vehículos de clase pesada en su totalidad, excedieron los límites permisibles de ruido ambiental y por ende son agentes móviles contaminantes de las calles y avenidas de la zona urbana de ciudad de Ibarra

REFERENCIAS

1. Arana, Miguel, y otros. 2013. *Innovación para el control del ruido ambiental*. Cuenca : s.n., 2013.
2. Boggio, Manuel. 2014. Revista médica electrónica portapapeles médicos. *Efectos del ruido sobre el sueño en la persona*. [En línea] 2014. <http://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/efectos-ruido-sueno-dormir/>.
3. Enrique, Carlos. 2016. Emplacación del metodo IDW, Spline y Kriging. [En línea] 12 de Febrero de 2016. <http://respuestas.acolita.com/2581/cuando-empelo-el-tipo-de-interpolacion-idw-spline-o-kriging>.
4. ICE 61672. 2002. Norma Internacional. *Electroacústica: Sonómetros*. Ginebra : s.n., 2002, págs. 14-21.
5. ISO/FDIS5130. 2007. *Measurements of sound pressure level emitted by stationary road*. 2007.
6. Landázuri, F y Rubianes, J. 2009. “Elaboración de un mapa de ruido ambiental para determinar la ubicación más apropiada de los puntos de monitoreo del ruido ambiental en el distrito metropolitano de Quito. *Yumpu*. [En línea] 2009. <https://www.yumpu.com/es/document/view/37772619/mapa-de-ruido-de-quito-zona-2pdf>.
7. Norte, El. 2016. Diario regional independiente. [En línea] 23 de Diciembre de 2016. <http://www.elnorte.ec/ibarra/66545-congesti%C3%B3n-en-horas-pico-en-las-calles-de-ibarra-por->

%C3%A9poca-
navide%C3%B1a.html.

8. OMS, Organización mundial de la salud. 2009. Occupational and community noise. 2009, pág. 60.
9. Quito, Distrito Metropolitano de. 2008. [En línea] 2008.
http://www.cytdelosandes.com/documents/Resoluci%C3%83%C2%B3n_No.002-SA-2014.pdf.
10. Romeu, J, y otros. 2006. *Spatial sampling for night levels estimation in urban environments. Journal of the acoustical Society of America.* 2006.
11. Saquisilí, Silvia Carmita. 2015. Universidad de Cuenca. *Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues.* [En línea] 2015.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21945/1/TESIS.pdf>.
12. SENPLADES. 2012. Proceso de desconcentración del ejecutivo en los niveles administrativos de planificación. Quito : s.n., 2012, págs. 6-16.
13. Tulas. 2013. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. *libro VI Anexo 5.* 2013.
14. Yepes, Dora L, y otros. 2009. Metodología de la elaboración de mapas acústicos. [En línea] 2009.
<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n158/a03v76n158.pdf>.