

El ruido vehicular: un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador

Car noise: a pollution problem in the city of Loja, Ecuador

Raquel Hernández-Ocampo^{a,*}, Santiago García-Matailo^a, Félix Hernández-Ocampo^b, Guillermo Chunchu Viñamagua^c, Vinicio Alvarado-Jaramillo^a

^a*Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Guillermo Falconi. Loja, Ecuador.*

^b*Consultoría Ambiental. Bolívar y Quito. Loja, Ecuador.*

^c*Consultoría Ambiental. Francisco Nariño. Loja, Ecuador.*

Resumen

Este artículo trata sobre la contaminación acústica generada por los vehículos en las calles de mayor tránsito y congestión en la ciudad de Loja, ubicada en la Región Sur del Ecuador. Las mediciones fueron realizadas con un sonómetro integrador con analizador portátil de precisión. Los datos debidamente georeferenciados se presentaron en mapas de ruido en los que se pueden apreciar presiones sonoras que llegan hasta los 82 dBA en horas pico; este análisis muestra el ruido generado por el parque vehicular en el periodo 2007-2015. La información que se genera con este trabajo es de utilidad al momento de plantear una adecuada normativa local, para reducir los niveles de presión sonora en la ciudad de Loja y evitar daños a la salud pública de la población que se encuentra expuesta a esta forma de contaminación.

Palabras claves: Ruido; Decibel; Contaminación acústica; Medio ambiente; Presión sonora.

Abstract

This article deals with noise pollution caused by vehicles that circulate on streets with the highest rate of traffic jams in the city of Loja, located in the Southern Region of Ecuador. Measurements were made by using an integrated sound level meter with a portable accuracy parser. The georeferenced data was presented through a mapping system which showed sound pressure that reached the 82 dBA in rush hours; this shows the noise level produced by vehicles in 2007-2015 period. The information here obtained will be useful in order to create the most appropriate regulations to reduce the sound pressure in the city of Loja, and to avoid public health problems among the population exposed to this type of pollution.

Keywords: Noise; Decibel; Noise pollution; Environment; Sound pressure.

1. Introducción

El ruido se define como una combinación de sonidos que produce una sensación desagradable, molesta e indeseable y que puede ocasionar daños en la salud de las personas que están expuestas a él (Ramírez González and Domínguez Calle, 2015). Desde hace años, el ruido se ha convertido en un factor de contaminación constante en la mayoría de las ciudades, ya que provoca un grave problema con efectos fisiológicos, psicológicos,

económicos y sociales, especialmente el generado por el transporte urbano que produce impactos adversos que afectan al ambiente, la salud y la seguridad de los ciudadanos, la economía, la sociedad y, en general, la calidad de vida de la población que vive y desarrolla sus actividades laborales en las ciudades. Varios estudios médicos muestran que el tráfico vehicular tiene efectos negativos sobre la salud de las personas: el ruido puede generar pérdida de la audición, trastornos del sueño, estrés y enfermedades mentales, a lo que se puede añadir el sedentarismo y obesidad derivados de la dependencia del uso de modos de transporte motorizados (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2006; Europe Intelligent Energy, 2009; Quintero González, 2012).

A lo largo de la historia las ciudades han evolucionado, así

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: raquel.hernandez@unl.edu.ec (Raquel Hernández-Ocampo)

como sus ventajas, población y servicios. Sin embargo, este avance no ha sido gratuito y han ido apareciendo distintos retos, entre ellos la contaminación acústica que es un problema de importancia en las ciudades actuales que deben lidiar con un crecimiento acelerado (Noriega, 2017). A nivel mundial la principal causa de la contaminación acústica es la actividad humana, en realidad el ruido ha existido desde la antigüedad, pero es a partir de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades, cuando comienza a aparecer el problema de la contaminación acústica urbana.

En la actualidad los vehículos constituyen la principal fuente de ruido en las ciudades; aproximadamente el 80 % del ruido que se produce en ellas es ocasionado por el tránsito vehicular. Esto debido a que en la década de los sesenta se ha producido un aumento exponencial de los vehículos de transporte y de su utilización, que ha generado un incremento de los niveles de ruido en los ambientes exteriores, principalmente en los núcleos urbanos (Rascón Chávez et al., 2012).

El ruido que se genera por el tráfico se ve influenciado por el incremento de la velocidad, deterioro del vehículo y la superficie de rodamiento, como adoquines, concreto hidráulico y asfalto, además influye el volumen vehicular y tipos de vehículos de acuerdo a su clasificación (Rascón Chávez et al., 2012).

En la ciudad de Loja habitan aproximadamente 180.617 habitantes según el último censo realizado (INEC, 2010) y conviven con un parque automotor que ha venido aumentando de forma considerable cada año; lo preocupante es el crecimiento experimentado entre el año 2000 y el 2006, de 8.000 se incrementó a 19.869 vehículos y hasta el año 2014 aumentó a 39.933 vehículos (Jefatura de Tránsito y Transporte Terrestre, 2014). El parque automotor se ha seguido incrementando hasta alcanzar los 42.520 automóviles que constan como matriculados en marzo de 2018 (Diario Crónica, 2018). El objetivo del presente estudio se basa en la medición del ruido generado por el parque vehicular durante el periodo 2007-2015, de modo que se pueda conocer los niveles del ruido en especial en horas pico (07H00 a 09H00; 11H00 a 13H00; 17H00 a 19H00) en las que los vehículos están congestionados (circulación a bajas velocidades), con los motores encendidos generando niveles de ruido más altos, lo que incluso se incrementa debido a la impaciencia de los conductores que por la intención de avanzar hacen funcionar las bocinas.

2. Material y Métodos

La ciudad de Loja se encuentra ubicada al Sur del Ecuador en el valle de Cuxibamba (Figura 1), con una altitud de 2.100 msnm y situada a 4° de latitud Sur, con una extensión de 5.186,58 ha (52 km²). Se caracteriza por tener un clima temperado-ecuatorial subhúmedo, caracterizado por una temperatura media de 16 °C, y una precipitación anual de 900 mm (GEO-Loja, 2007).

Para conocer la contaminación acústica en la ciudad de Loja, se realizaron mediciones de presión sonora en los sitios identificados como lugares con mayor afluencia vehicular (Figura 1) en los sectores centro, norte, sur oriental y occidental, durante

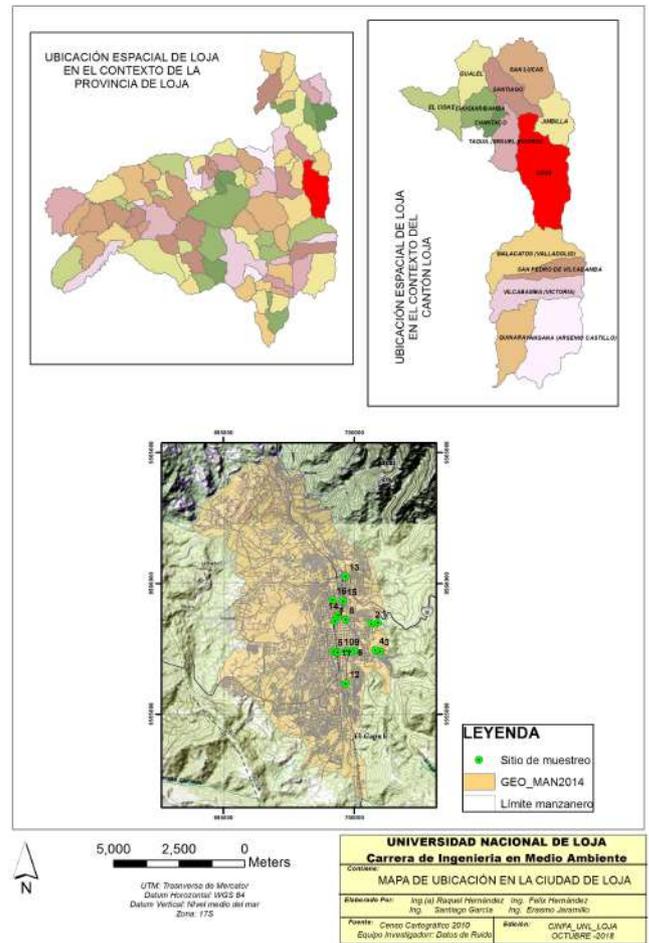


Figura 1: Mapa de la ubicación geográfica de la ciudad de Loja.

las horas pico: 07H00 a 09H00, de 11H00 a 13H00 y de 17H00 a 19H00.

2.1. Medición de los niveles de ruido

El equipo utilizado para las mediciones de los niveles de ruido fue un Sonómetro Integrador con Analizador Portátil de Precisión OHM 2010, previamente calibrado, el cual se colocó en un trípode a una altura de 1,50 metros del nivel del suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados sobre un plano horizontal, lejos de obstáculos y teniendo en cuenta que el viento sea igual o menor a 5 m/s y que no exista precipitaciones (TULSMA, 2015).

Las mediciones se realizaron cada año entre octubre y febrero desde 2007 hasta 2015 en los cuatro sectores de estudio, y tuvieron un intervalo de tiempo de 10 minutos, realizando 3 repeticiones por muestra, por lo que en total se tomaron 1.125 por año. Se realizó las mediciones con la siguiente configuración: 1) ponderación frecuencial "A", que se usa comúnmente para programas ambientales o de conservación del oído tales como pruebas reglamentarias de la OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos de América) y cumplimiento de la normatividad vigente en cada región (Quintero González, 2012); 2) ponderación temporal "Fast"; 3)

tiempo de muestra y almacenamiento “Preset time” (TULSMA, 2015).

2.2. Procesamiento de la información

Los resultados obtenidos de los tres horarios se promediaron utilizando la siguiente fórmula (Näf Cortés, 2013):

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq}}{10}} \right] \quad (1)$$

donde: L_{Aeq} = Es el nivel de presión acústica (dB) continuo equivalente ponderado “A” obtenido en la medición n
 N = Número de mediciones realizadas.

2.3. Elaboración de mapas de ruido

Para poder sistematizar los resultados obtenidos en los sectores centro, norte, sur oriental y occidental de la ciudad de Loja, se procedió a la elaboración de mapas de ruido con la aplicación de Sistemas de Información Geográfica utilizando el programa QGIS versión 3.4, para lo cual se siguió los siguientes pasos:

- Tratamiento de datos
- Digitalización de puntos muestreados y enlace a la base de datos
- Fase de interpolación de los datos de presión sonora con el método de interpolación inverso distancia, utilizando la herramienta IDW (Ponderación de Distancia Inversa).

Para establecer los criterios de clasificación de los niveles de presión sonora, se tomó como referencia el Libro VI, Anexo 5 (TULSMA, 2015) referente a la Norma técnica que establece los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles. Los mapas de niveles sonoros fueron elaborados con la representación de líneas isófonas que se delimitan por los siguientes rangos:

- Nivel bajo (verde): 55 – 59 dBA
- Nivel medio bajo (amarillo): 60 – 64 dBA
- Nivel medio (naranja): 65 – 69 dBA
- Nivel medio alto (rojo claro): 70 – 74 dBA
- Nivel alto (rojo intenso): 75 – 79 dBA
- Nivel muy alto (rojo púrpura): > 80 dBA

3. Resultados

Se identificó que la presión sonora en las calles céntricas de la ciudad de Loja (calles Ramón Pinto, Lauro Guerrero, Av. Manuel Agustín Aguirre y Av. Universitaria), en los tres horarios, alcanza valores entre 71,30 a 72,17 dBA en las calles principales y de 64,26 a 71,69 dBA en las calles secundarias.

En el centro de la ciudad en la intersección de las calles Samaniego y Ramón Pinto, se registró un valor de 80,1 dBA; en

el sector norte de la ciudad de Loja, los mayores niveles de presión sonora se registraron en las avenidas Cuxibamba y Nueva Loja, por estas vías circulan gran cantidad de vehículos livianos y de transporte público, destacándose un máximo nivel de presión sonora en la intersección de la Av. Nueva Loja y Riobamba de 82,1 dBA en el horario de 17H00 – 19H00. En las calles secundarias el nivel de presión sonora más alto se registró en la calle Guaranda entre Gran Colombia y Machala en el horario de 11H00 – 13H00 con un valor de 79,8 dBA. Como un aspecto relevante se destacan valores de baja presión sonora de 59,4 dBA en la calle Salinas entre Machala y Nueva Loja en el horario de 07H00 – 09H00, debido al menor movimiento vehicular.

Por otra parte, en el sector sur occidental, las calles con mayores niveles de presión sonora son: Manuel Agustín Aguirre, Lauro Guerrero, Ramón Pinto, Pio Jaramillo y Manuel Carrión Pinzano, en los tres horarios, con valores que van de 66,62 a 78,62 dBA.

En la zona sur – oriental de la ciudad de Loja, se determinó que el mayor nivel de presión sonora registrado fue de 77,49 dBA y se dio en la calle Gobernación de Mainas entre Chaguar-pamba y Sucre y el menor valor 57,26 dBA que se registró en la calle Zapotillo.

Luego de revisar los resultados, se sintetiza en la Tabla 1 los datos promedios de las mediciones de presión sonora en los tres horarios de 07H00 – 09H00, 11H00 – 13H00 y de 17H00 – 19H00.

En las calles principales de la ciudad de Loja, en los cuatro sectores de estudio se observa que existen valores similares de presión sonora en los tres horarios, debido a que se encuentran altamente transitadas tanto por buses que realizan su recorrido diario, también por la elevada circulación de taxis y por los automóviles particulares de toda índole, los cuales originan aumento de los niveles de ruido y en las calles secundarias se evidencia que en los sectores Centro y Occidental los niveles de presión sonora son más altos, debido a que existe mayor tráfico vehicular, y en el sector Norte y Sur Occidental los niveles son menores a los otros sectores por el menor tráfico vehicular en las horas pico (Tabla 1).

En el centro de la ciudad de Loja se registraron en el horario de 07H00 a 09H00 valores entre 69,58 a 71,86 dBA en las calles Ramón Pinto, Lauro Guerrero, Av. Manuel Agustín Aguirre y Av. Universitaria. En el sector occidental en las calles principales se destaca que en el horario de 07H00 a 09H00 la mayoría de niveles de ruido se encuentra en los rangos 72,32 a 71,30 dBA en calles principales y de 66,93 a 70,03 dBA en calles secundarias. En la Figura 2 se observa la coloración de acuerdo a los rangos de los niveles de presión sonora.

En el horario de 11H00 a 13H00 en la ciudad de Loja existen valores de 64,26 a 72,17 dBA, cuya variación va entre los niveles de ruido promedio de $\pm 7,21$ dBA. En las calles principales en los cuatro sectores de estudio se observa que existen valores similares de presión sonora, debido a que se encuentran altamente transitadas tanto por buses que realizan su recorrido diario, con una variación de $\pm 0,86$ dBA, como a la elevada circulación de taxis y automóviles particulares, los cuales originan aumento de los niveles de ruido (Figura 3).

Con respecto al horario de 17H00 – 19H00 se obtuvieron

Tabla 1: Valores promedios de ruido (dBA) en las calles principales y calles secundarias, en los tres horarios de estudio de la ciudad de Loja.

SECTORES DE LA CIUDAD DE LOJA	CALLES PRINCIPALES			CALLES SECUNDARIAS		
	07H00-09H00	11H00-13H00	17H00-19H00	07H00-09H00	11H00-13H00	17H00-19H00
Centro	71,9	72,0	71,6	69,6	70,0	70,6
Norte	72,2	72,2	72,0	66,9	64,3	66,9
Occidental	71,3	71,5	71,6	70,0	71,7	70,3
Sur oriental	72,3	71,8	72,0	68,9	69,1	69,2

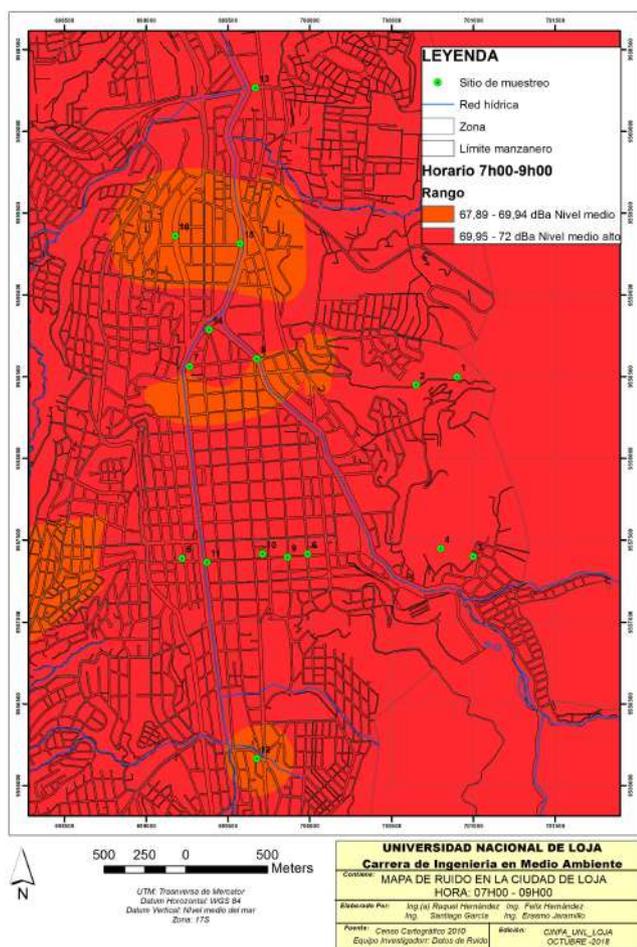


Figura 2: Mapa de ruido de la ciudad de Loja en horario de 07H00 – 09H00.

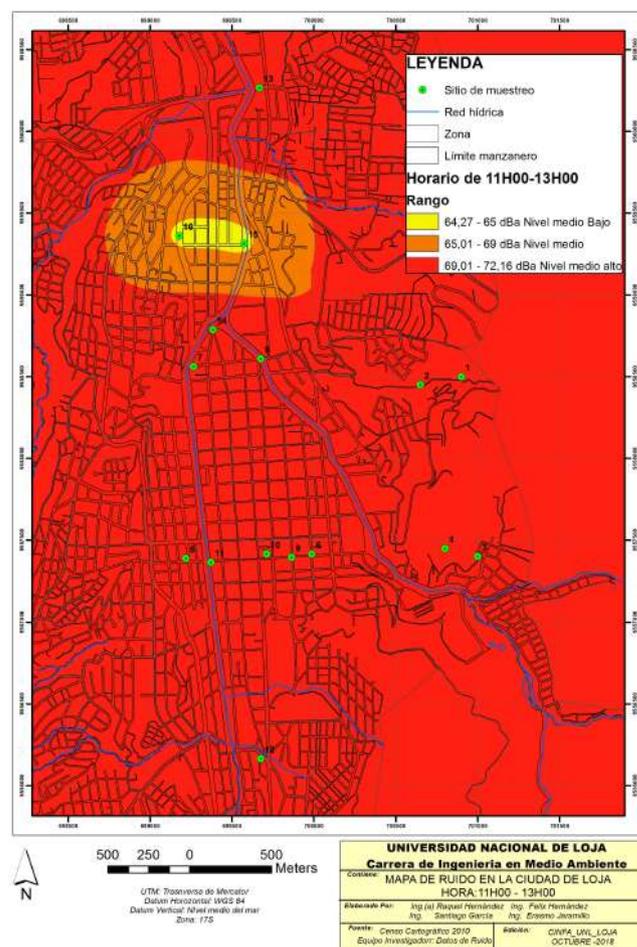


Figura 3: Mapa de ruido de la ciudad de Loja en horario de 11H00 – 13H00.

valores de 66,93 dBA en calles secundarias y de 72,3 dBA en calles principales, se considera que estos valores fueron elevados por la alta circulación de vehículos de transporte público, vehículos pesados y livianos como se muestra en la Figura 4, según la coloración de los rangos de los niveles de presión sonora definidos. Por otra parte, se observa que la variación entre los niveles de ruido promedio es de $\pm 5,37$ dBA.

4. Discusión

De los resultados obtenidos se puede observar que en la totalidad de los casos, las mediciones sobrepasan los límites

máximos permisibles (65 dBA en el horario diurno de acuerdo a lo que establece la normativa ambiental del Ecuador, que se señala en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente en la reforma de mayo de 2015 del Libro VI, Anexo 5 que trata de los límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.), en especial en las horas pico. Los niveles de ruido encontrados en horas pico en calles principales de los sectores centro, norte, sur oriental y occidental de la ciudad de Loja, presentan puntos críticos donde los valores alcanzan los 82,1 dBA; este nivel es comparable a distintas ciudades del mundo como lo señala el estudio de Ramírez González et al. (2011),

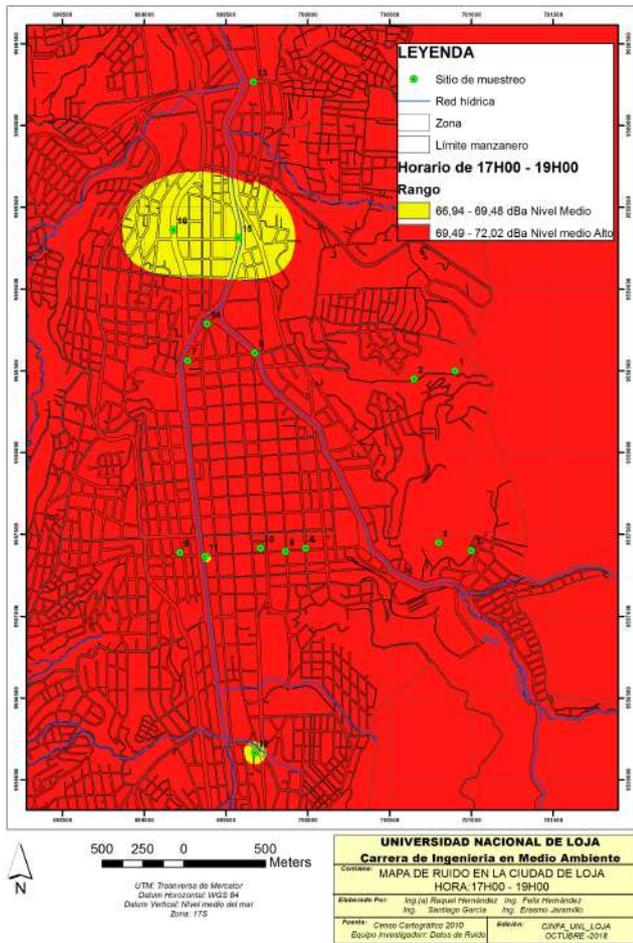


Figura 4: Mapa de ruido de la ciudad de Loja en horario de 17H00 – 19H00.

que muestran cifras de ruido vehicular obtenidas en distintas ciudades del mundo: Pamplona, 60 a 75 dBA; Valencia, promedios superiores a 65 dBA y casi siempre a 70 dBA (Gaja et al., 2003); Cáceres, 70 dBA con el 88 % de las mediciones sobre 66 dBA (Morillas et al., 2002); Teherán, 35 % de los registros por encima de 70 dBA (Alimohammadi et al., 2005); Jalgaon, $87,9 \pm 5$ dBA (Ingle et al., 2005); El Cairo, niveles medios por encima de 80 dBA (Ali and Tamura, 2003); Assiut, niveles medios superiores a 80 dBA; Beijing, nivel promedio de 75,6 dBA (Li et al., 2002; Li and Tao, 2004); Lanzhou, nivel promedio de 69,3 dBA (Ma et al., 2006); Ciudad de Panamá, el 75 % de los registros máximos están por encima de 100 dBA (Corrales and Henríquez, 2000); Curitiba, el 93,3 % de los sitios evaluados exhiben niveles mayores a 65 dBA durante el día, 80,6 % a 70 dBA y 40,3 % a 75 dBA (Trombetta Zannin, 2008); La Plata, algunos vehículos producen ruidos entre 60 y 80 dBA, y constituyen el 80 % del ruido de la ciudad (Rivera and Guerry, 2019).

En la ciudad de Loja, las cuatro zonas muestreadas (Centro, Norte, Occidente y Sur Oriental) presentan un mayor flujo vehicular de servicio público con 14 buses en 10 min/cuadra, 20 vehículos pesados en 10 min/cuadra y 180 vehículos livianos en 10 min/cuadra en algunos casos en malas condiciones

(Hernández and Quizhpe, 2007).

De la misma manera y en las mismas zonas estudiadas pero en calles secundarias el tráfico se caracteriza por ser de tipo liviano, aquí los niveles de presión sonora también sobrepasan los niveles establecidos en la norma ecuatoriana, vale la pena recalcar que no solo el uso de bocinas, sirenas y alarmas, son los causantes de presión sonora: de acuerdo al estudio realizado por Ramírez González et al. (2011), el ruido vehicular se origina en el desplazamiento automotor y en los procesos de aceleración – desaceleración propios de la detención y arranque de los vehículos. También son factores que generan presión sonora la presencia de algunos semáforos en mal estado, presencia de pendientes y a la preferencia de circulación (calles principales) que existe en la Ciudad de Loja que es de Norte a Sur y viceversa (Hernández and Quizhpe, 2007; Ruilova and Bustamante, 2010; Salinas and Vicente, 2010; Aguirre Collahuazo and Iñiguez Torres, 2010; Arias Tandazo et al., 2015).

Los resultados de esta investigación muestran que el tráfico vehicular es uno de los principales responsables del problema de contaminación sonora que padece la ciudad de Loja, así mismo es importante recalcar que el ruido vehicular genera molestias directas sobre la población sometida a altos niveles de presión sonora y se incrementa cuando hay presencia de transporte público. Por otra parte, estudios audiométricos en policías de tránsito y trabajadores urbanos en Sao Paulo, mostraron pérdida auditiva en el 28,5 % de los estudiados (Melo Barbosa and Alves Cardoso, 2005) y resultados similares se obtuvieron en Jalgaon (India), donde se encontraron impedimentos auditivos en los policías de tránsito (Ingle et al., 2005).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, a través de la Jefatura de Gestión Ambiental, realizó en diciembre de 2013 y enero de 2014, un monitoreo del ruido en la ciudad de Loja, para buscar alternativas y medidas correctivas. Entre las medidas adoptadas estuvo la implementación del doble carril en las calles Sucre, Olmedo, 18 de Noviembre, Ramón Pinto y Gran Colombia, con el fin de agilizar y mejorar la circulación vehicular; en estas calles se registró valores comprendidos entre 71,73 a 80,13 dBA (Hernández, 2014).

Finalmente, las medidas de mitigación para la reducción de los niveles de ruido originado por la circulación de automotores en la ciudad de Loja, pueden plantearse como lo señala el estudio de Rascón Chávez et al. (2012): elaborar una normativa legal que obligue a reducir los niveles de ruido (uso adecuado de bocinas y alarmas y eficiencia en silenciadores) de los vehículos, así como mejorar el diseño de las vías y los materiales que se utilizan para su construcción.

5. Conclusiones

Los niveles de presión sonora registrados en las cuatro zonas muestreadas en la ciudad de Loja sobrepasan la normativa vigente y pueden, por lo tanto, generar daños irreparables en la salud de las personas con consecuencias crónicas como la pérdida de la audición y agudas como cefaleas e irritabilidad. Por lo tanto, es posible afirmar que la ciudad de Loja enfrenta un serio problema de contaminación acústica.

La principal causa del problema en referencia es el parque automotor (livianos, buses de transporte público, vehículos pesados y motocicletas). Vale resaltar que el efecto de los vehículos en los niveles de presión sonora y en la sensación de molestia causada a la población ya no solo es cuestión de la cantidad de automotores sino también de la velocidad de circulación de los mismos, regulación del tránsito, del mal estado, ausencia o mala ubicación de señalética, debido a procesos de regeneración urbana que se vienen dando, de las pendientes por la orografía característica de la ciudad, además debemos considerar que el modelo de ciudad tradicional ha venido evolucionando de acuerdo a las necesidades de la sociedad en la ciudad de Loja, la centralización de servicios públicos, privados y de educación, así como la falta de estacionamientos permiten que se genere caos en el tránsito y consiguientemente contaminación acústica.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a los estudiantes de la Universidad Nacional de Loja, a los técnicos del Centro Integrado de Geomática Ambiental (CINFA) y técnicos del Municipio de Loja, quienes han sido parte del trabajo de campo que ha permitido conocer los niveles de presión sonora que genera el parque automotor en la ciudad de Loja.

Referencias

- Aguirre Collahuazo, F. and Iñiguez Torres, P. V. (2010). Estudio de la contaminación acústica derivada del parque automotor en la zona sur-oriente de la ciudad de Loja. B.S. thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Ali, S. A. and Tamura, A. (2003). Road traffic noise levels, restrictions and annoyance in greater Cairo, Egypt. *Applied Acoustics*, 64(8):815–823.
- Alimohammadi, I., Nassiri, P., Behzad, M., and Hosseini, M. (2005). Reliability analysis of traffic noise estimation in highways of Tehran by Monte Carlo simulation method. *Iranian Journal of Environmental Health, Science and Engineering*, 2(4):229–236.
- Arias Tandazo, N. V., Rosillo, G., and Carolina, A. (2015). Evaluación de la contaminación acústica derivada del parque automotor en el sector sur de la ciudad de Loja. B.S. thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Corrales, A. and Henríquez, F. (2000). Contaminación por ruido debido al tráfico vehicular: un problema diario que va en aumento en la ciudad de Panamá. *Tecnología Hoy*, 4(1):24–27.
- Diario Crónica, . (2018). En Loja incrementa el parque automotor.
- Europe Intelligent Energy, . (2009). Intelligent use of energy at school, “Transporte sostenible y movilidad: manual para estudiantes”, Programa de Energía Inteligente para Europa, Comisión Europea, Italia, page 3.
- Gaja, E., Gimenez, A., Sancho, S., and Reig, A. (2003). Sampling techniques for the estimation of the annual equivalent noise level under urban traffic conditions. *Applied Acoustics*, 64(1):43–53.
- GEO-Loja (2007). *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano*. Loja.
- Hernández, R. (2014). *Informe de monitoreo de ruido*. Jefatura de Gestión Ambiental, Loja-Ecuador.
- Hernández, R. and Quizhpe, M. (2007). El ruido vehicular como causa de trastornos psicosomáticos en los habitantes del centro de la ciudad de Loja. B.S. thesis, Universidad Nacional de Loja.
- INEC (2010). *Censo de Población y Vivienda*.
- Ingle, S. T., Pachpande, B. G., Wagh, N. D., and Attarde, S. B. (2005). Noise exposure and hearing loss among the traffic policemen working at busy streets of Jaipur urban centre. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(1):69–75.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, . (2006). Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible. Madrid, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Jefatura de Tránsito y Transporte Terrestre, . (2014). *Informe de actividades*. Loja-Ecuador.
- Li, B. and Tao, S. (2004). Influence of expanding ring roads on traffic noise in Beijing city. *Applied Acoustics*, 65(3):243–249.
- Li, B., Tao, S., and Dawson, R. (2002). Evaluation and analysis of traffic noise from the main urban roads in Beijing. *Applied Acoustics*, 63(10):1137–1142.
- Ma, G., Tian, Y., Ju, T., and Ren, Z. (2006). Assessment of traffic noise pollution from 1989 to 2003 in Lanzhou city. *Environmental Monitoring and Assessment*, 123(1-3):413–430.
- Melo Barbosa, A. S. and Alves Cardoso, M. R. (2005). Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of São Paulo in Brazil. *Auris Nasus Larynx*, 32(1):17–21.
- Morillas, J. B., Escobar, V. G., Sierra, J. M., Gómez, R. V., and Carmona, J. T. (2002). An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. *Applied Acoustics*, 63(10):1061–1070.
- Näf Cortés, R. R. (2013). *Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial*. FREMAP.
- Noriega, J. (2017). *Análisis del campo sonoro y la molestia de la contaminación acústica en ciudades mediante el uso de redes de sensores*. Phd., Universidad Católica de Murcia, Murcia-España.
- Quintero González, J. R. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(36):311–343.
- Ramírez González, A. and Domínguez Calle, E. A. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 18:17–28.
- Ramírez González, A., Domínguez Calle, E. A., and Borrero Marulanda, I. (2011). El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35:143–156.
- Rascón Chávez, O. A., Téllez Gutiérrez, R., Mendoza Sánchez, J. F., and López Domínguez, M. G. (2012). *Impacto ambiental del ruido producido por el transporte carretero*. Academia de Ingeniería de México.
- Rivera, J. and Guerry, A. (2019). “propuesta de evaluación de impacto ambiental vial para la ciudad de la Plata”.
- Ruilova, A. and Bustamante, R. (2010). Contaminación acústica derivada del parque automotor en el sector norte de la ciudad de Loja. B.S. thesis, Universidad Nacional de Loja.
- Salinas, P. and Vicente, D. (2010). Estudio de la contaminación acústica producida por el parque automotor en la zona occidental de la ciudad de Loja. B.S. thesis, Universidad Nacional de Loja.
- Trombetta Zannin, P. H. (2008). Occupational noise in urban buses. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(2):232–237.
- TULSMA (2015). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*.