



Ingeniera en gestión ambiental, graduada de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (valeiton96@gmail.com)

Caracterización de la contaminación por ruido del casco central de San Rafael de Heredia, Costa Rica

Valeria Leiton Álvarez

A nivel mundial la contaminación por ruido se ha convertido en la segunda amenaza medioambiental, creciendo proporcionalmente con el incremento poblacional (Berrezueta et al., 2018). La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que aproximadamente el 5 % (o 360 millones) de los habitantes del mundo tiene una discapacidad auditiva, producto de la exposición al ruido excesivo (Śliwińska y Zaborowski, 2017). De acuerdo con Akintunde et al. (2020), el ruido es un nivel de sonido inaceptable que crea molestias, obstaculiza la paz mental y física y puede inducir un daño severo a la salud; además mencionan como fuentes: el tráfico rodado, aviones, equipos de construcción, industria, y otras actividades humanas.

Estudios realizados en varios países revelaron que la principal fuente de ruido urbano proviene del tráfico vehicular (Bostanci, 2018). Este no es un fenómeno exclusivo de los países desarrollados, sino también de aquellos que se encuentran en desarrollo, y que implica un peligro para la salud ambiental, por lo que debe atenderse (Zamorano et al., 2019). Este fenómeno acústico se considera como

contaminante dado que produce diferentes afectaciones al ser humano, causando: molestia, dificultad para conciliar el sueño, dolor de cabeza, estrés, insomnio, hipertensión, discapacidad auditiva, trastornos gastrointestinales, entre otros (Chaux y Acevedo, 2019).

El control del ruido en comparación con otros contaminantes se dificulta por no contarse, en muchos casos, con el conocimiento de los niveles de ruido en la zona de estudio (Morales, 2017). Para su solución, se utilizan mapas de ruido, que indican el estado actual de la contaminación por ruido de una ciudad. También, ayudan a visualizar la distribución del ruido y en la planificación para mitigar los efectos adversos del ruido (Bostanci, 2018; Oyedepo et al., 2019), además de determinar y catalogar los usos del suelo e implementar un plan de ordenamiento ambiental territorial sobre el ruido (Berrezueta et al., 2018).

Así, el propósito de este trabajo fue el de caracterizar el nivel de

contaminación por ruido presente en el casco central del distrito de San Rafael de Heredia, Costa Rica mediante el uso de estaciones de monitoreo acústico y la elaboración de un mapa de ruido utilizando el software de modelación CadnaA. A partir de los resultados se podrá evaluar el cumplimiento con los límites de ruido establecidos en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido (Decreto No. 39428-S, 2015). Dicho proyecto se realizó en conjunto con el Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (PROCAME) de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional.

Para el desarrollo de este estudio, se realizaron mediciones en total 8 puntos (Figura 1). La toma de datos se realizó del 1 al 15 de septiembre del 2020. Además, se utilizó como guía el Protocolo de Ruido Ambiental de Colombia (República de Colombia, 2006) y la ISO 1996-2 (2009), ya

que en Costa Rica no existe una metodología para la creación de mapas de ruido.

Se utilizaron cuatro estaciones de monitoreo de ruido Svantek SV 307, los cuales integran un sonómetro clase 1 según los requisitos de la IEC 61260:2002 e IEC 61672-1:2013. Los equipos se ubicaron entre 5 m a 6 m de altura en posición horizontal y el panel en dirección opuesta como se muestra en



Figura 1. Ubicación de los puntos de monitoreo en San Rafael de Heredia. Elaborado utilizando la plataforma GoogleEarth.

la **Figura 2**. La instalación de los equipos la realizó la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH).

Se utilizó el software CadnaA versión 2020 MR1 bajo la licencia de la Universidad Nacional para la creación del mapa de ruido. Este software permite predecir y evaluar el ruido ambiental producido por diferentes fuentes, tales como industriales, aéreas o por tráfico vehicular (Calderón y Tacuri, 2016). El modelo de cálculo utilizado fue el modelo alemán RLS 90/DIN 1800.

Para la evaluación de los niveles de ruido diurno (6 a.m. a 8 p.m.) y nocturno (8 p.m. a 6 a.m.) en cada punto de monitoreo, se realizó la comparación de los *niveles de presión sonora continuo equivalente* en decibeles A (dBA) del **Decreto N° 39428-S (2015)** para los dos horarios en la zona receptora comercial (**Cuadro 1**). Cabe mencionar que las mediciones se realizaron bajo las restricciones sanitarias por la emergencia nacional presentada por la COVID-19.

Para obtener la incertidumbre de la medición, se siguió lo establecido en la norma INTE/ISO/IEC 98-3:2017, la cual

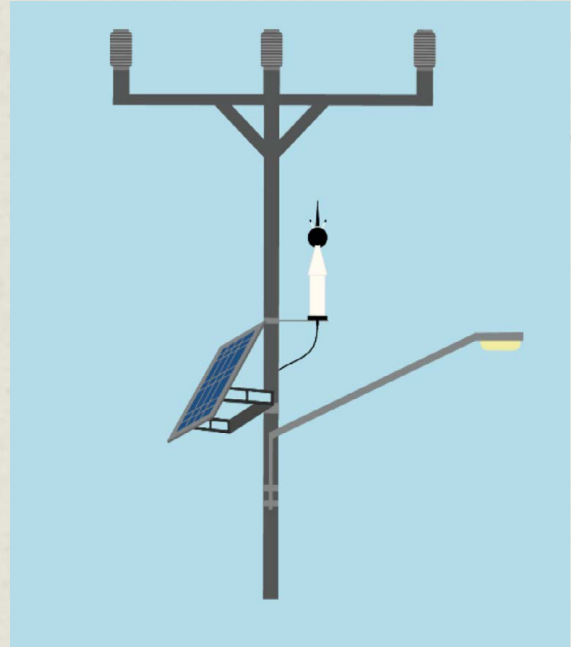


Figura 2. Esquema colocación de los equipos de monitoreo en los postes de luz.

establece los lineamientos para la evaluación de la incertidumbre por medio de la Ley de Propagación de la Incertidumbre. Una vez finalizado el monitoreo acústico ambiental en el casco central de San Rafael de Heredia, se realizó el procesamiento de los datos y el cálculo del nivel de presión sonora continua equivalente ponderados A (Leq(A)) utilizando el software estadístico

Cuadro 1. Límites de niveles de sonido en decibeles A (dBA) para cada fuente emisora según horario.

Zona receptora	Horario	
	Diurno	Nocturno
Zona Residencial	65	45
Zona Comercial	70	55
Zona Industrial o Agrícola/pecuaria	70	60
Zona Tranquila	50	45
Zona mixta	70	45

Fuente: Decreto N° 39428-S (2015).

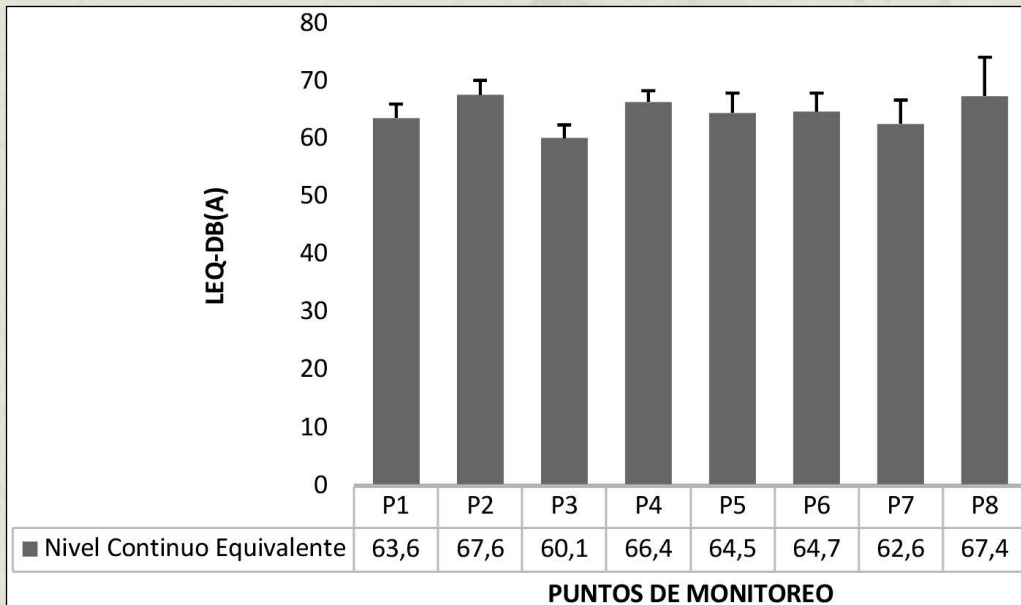


Figura 3. Nivel continuo equivalente durante el periodo diurno.

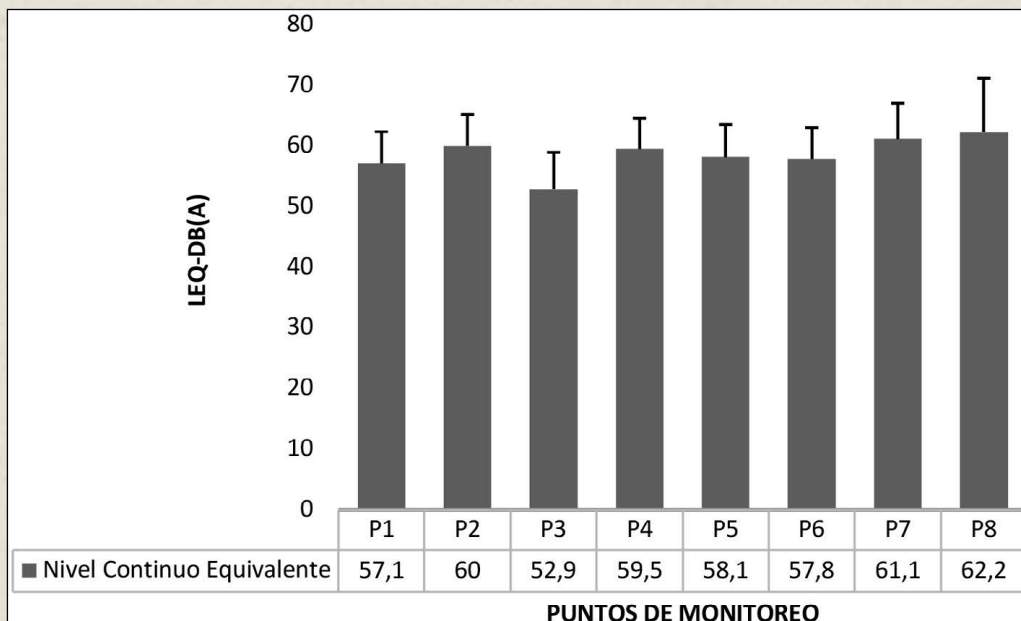


Figura 4. Nivel continuo equivalente durante el periodo nocturno.

Excel. Los resultados se muestran en las Figuras 3 y 4 y se puede observar que el P3 presenta en los dos horarios los menores niveles de ruido, caso contrario al P8,

el cual presentó los niveles de ruido más altos a lo largo del monitoreo. Respecto al P8, este corresponde al punto ubicado cercano a la escuela Pedro María Bonilla y se

registraron niveles de 67.4 ± 6.7 dBA para el horario diurno y 62.2 ± 8.9 dBA para el horario nocturno. [Lozano y Figueroa \(2020\)](#) indican que el ruido del tráfico vehicular y del comercio, a partir de los 35 dBA en las aulas escolares, generan interferencia en la comunicación oral de los alumnos y produce efectos negativos sobre el rendimiento académico.

La INTE/ISO/IEC 98-3:2017 menciona que el resultado de una medición es sólo una estimación del valor del mensurando, y únicamente se halla completo cuando está acompañado de la incertidumbre de dicha estimación. Por ejemplo, en la **Figura 3** el P8, a pesar de que el L_{eqA} obtenido fue de 67.4 dBA, con el cálculo de la incertidumbre en su límite superior sobrepasa los 70 dBA, lo cual incumpliría con el límite nacional establecido; lo mismo sucede con el P2 en el mismo periodo mientras que los demás puntos sí cumplen con el límite para horario diurno en la zona comercial (**Cuadro 1**). Por su parte, los resultados de las mediciones en horario nocturno no cumplen con el límite nacional en ningún punto (**Figura 4**); aun considerando la existencia de restricciones vehiculares sanitarias. Sumado a lo anterior, el valor guía de la OMS en el tráfico durante el día se fija en 70 dBA, mientras que el valor durante la noche se fija en 45 dBA, evidenciando que la proporción de personas expuestas a los niveles de ruido que superan los valores de referencia de la OMS son mayor durante la noche que durante el día ([Paschalidou et al., 2019](#)).

Adicionalmente, los puntos 2, 4 y 6 se encontraban ubicados a lo largo de la calle 39, la cual es una carretera nacional, en donde se registraron mayores valores de ruido en comparación al punto 5 de la avenida 35, en donde se concentra la mayor cantidad de comercios de la zona, siendo las vías de mayor aforo vehicular las que presentan mayores niveles de presión sonora. Las vías de la avenida 35 y un trayecto de la calle 39 son de un solo sentido, mientras que las de la avenida 33 son de doble sentido, por tanto, los sitios con doble vía registraron los mayores niveles de L_{eqA} . [Mier \(2017\)](#) menciona que, en términos generales, el 80 % del nivel de ruido es debido a vehículos a motor, el 10 % a las industrias, el 6 % a ferrocarriles y el 4 % a bares, locales públicos, discotecas y talleres industriales. Aunque los niveles de sonido en el entorno no son tan altos para causar daño a la audición, el sonido puede ser molesto y causar estrés, alteraciones del sueño y disminución del rendimiento ([Mier, 2017](#)). [Morales \(2017\)](#) señala que una de las fuentes predominantes de contaminación sonora es la congestión del parque automotor seguido de los locales comerciales, coincidiendo que ambos factores se suscitan en la zona. Según [Ramazani et al. \(2018\)](#), en zonas comerciales, la mayoría de las actividades son realizadas en un horario establecido; sin embargo, para algunas áreas, hay una carga de tráfico constante durante todo el día.

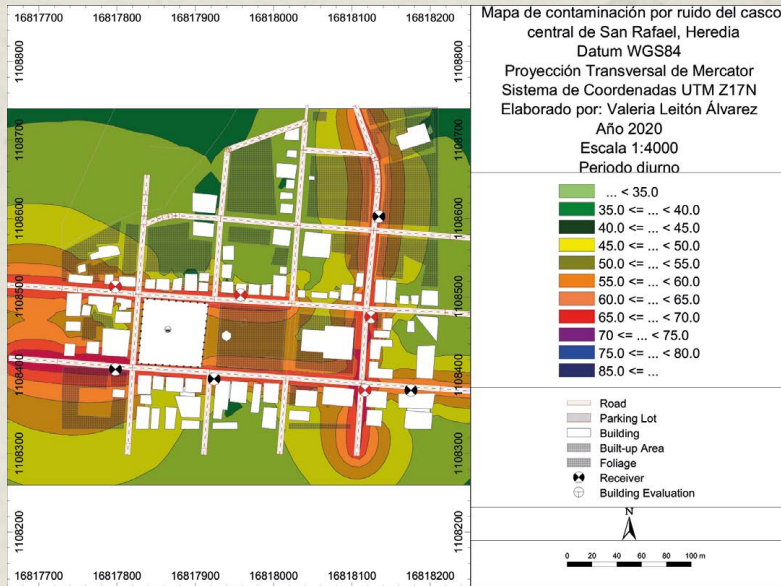


Figura 5. Mapa de contaminación por ruido del casco central de San Rafael para el periodo diurno.

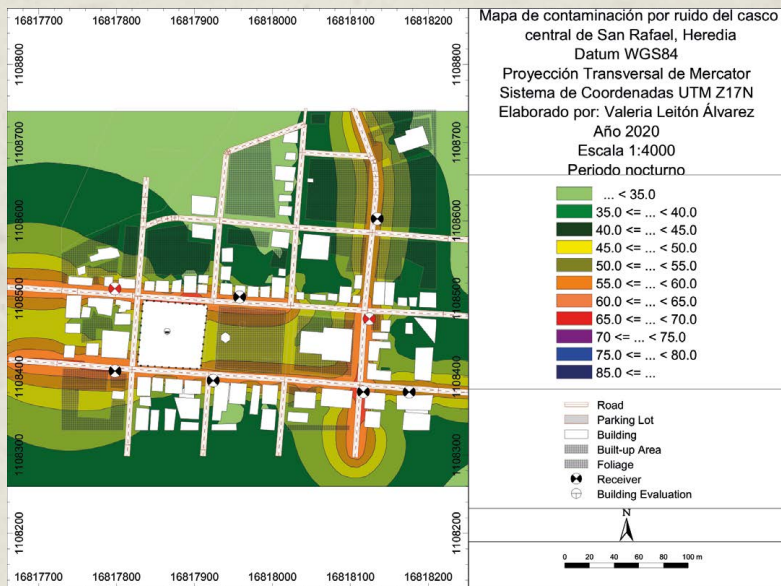


Figura 6. Mapa de contaminación por ruido del casco central de San Rafael para el periodo nocturno.

Para un mejor entendimiento y visualización de la distribución del ruido en la zona de estudio, en las **Figuras 5 y 6** se presentan los mapas según los horarios

evaluados utilizando el software CadnaA.

En el mapa presentado para el periodo diurno (**Figura 5**), se puede observar que los niveles de presión sonora son más elevados, y que la distribución del ruido cambia según las edificaciones o la presencia del parque central. También, se denota que las carreteras son las principales fuentes de emisión, diferenciándose las vías que emiten mayores niveles de ruido. Durante el periodo nocturno (**Figura 6**) los niveles de presión sonora son más bajos debido a la variación del flujo vehicular y actividad comercial con respecto al periodo diurno, amplificado por las restricciones sanitarias vehiculares.

A nivel nacional, en el 2018 se realizaron tres mapas de contaminación por ruido en los cascos urbanos de Heredia, Alajuela y Belén. Para el caso de Heredia, se obtuvieron valores desde 65 dBA hasta los 104

dBA; Belén presentó niveles de 41.6 dBA y 74.8 dBA, finalmente en Alajuela se registraron valores desde 65 dBA hasta los 70 dBA ([Bermúdez et al., 2018](#)); caso similar

presentó Moya y Monge (2015), quienes desarrollaron un mapa de ruido para el casco central de San José, en donde se obtuvo que todos los sitios muestreados presentaron niveles de ruido superiores a los que establece la legislación. Es importante recalcar que dichos resultados se obtuvieron antes de la emergencia sanitaria provocada por la COVID-19 y sin la presencia de restricciones; sin embargo, da una idea de la contaminación por ruido a nivel país.

La generación de mapas de ruido contribuye a la planificación urbana y al desarrollo sostenible. No obstante, la mayoría de los estudios sobre los efectos del uso del suelo tienen limitaciones metodológicas debido a que no han investigado los niveles de ruido. Así, es necesario innovar la gestión del paisaje sonoro como una tarea holística (Lercher, 2019), ya que la evaluación de este indicador aportará a las políticas públicas, planificación y acciones que tienen que gestionar y desarrollar los gobiernos e instituciones relacionadas con el desarrollo territorial, que mitiguen el ruido a niveles de aceptabilidad (Calero et al., 2017).

En conclusión, existe contaminación por ruido en San Rafael de Heredia aun considerando las restricciones vehiculares sanitarias consecuencia de la COVID-19. Se insta a crear un protocolo de generación de mapas de ruido en Costa Rica, siendo estos instrumentos fundamentales para la generación de planes de mitigación sonora y el desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de la población.

Referencias

- Akintunde, E. A., Bayei, J. Y. y Akintunde, J. A. (2020). Noise level mapping in University of Jos, Nigeria. *GeoJournal*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10135-w>
- Bermúdez Hidalgo, L., Castro Solís, J., Vetrani Chavarria, K., Murrell Blanco, M., Barraza, D. y Méndez Flores, M. (2019). Creación de mapas acústicos en los cantones de Heredia, Alajuela y Belén, como indicadores de la contaminación sónica. *Revista Geográfica de América Central*, 4(61E), 175-195. <https://doi.org/10.15359/rgac.61-4.9>
- Berrezueta Berrezueta, J., Berrú Cabrera, J., Oyola Estrada, E. y Zambrano Zambrano, W. (2018). Metodología para la elaboración de mapas de ruido urbano en la ciudad de Machala. In *Conference Proceedings*, 2(2), 157-165. <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/index>
- Bostanci, B. (2018). Accuracy assessment of noise mapping on the main street. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3343-z>
- Calero, M., Calero, L. y Andrade, M. (2017). Indicador ambiental-acústico en la calidad de vida urbana de Guayaquil. *Revista científica Yachana*, 6 (3), 93-100.
- Calderón Peralvo, F. y Tacurri Ortega, C. (2016). *Modelación de ruido por tráfico vehicular en la calle Mariscal Lamar en la Ciudad de Cuenca. Universidad de Azuay*. [Trabajo Final de Graduación, Universidad del Azuay, Ecuador] <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5477>
- Chaux Álvarez, L.M. y Acevedo Buitrago, B. (2019). Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá. *Revista científica*, (35), 234-246. <https://doi.org/10.14483/23448350.13983>
- Decreto N°39428-S. Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. 23 de noviembre del 2015. D.O. No. 20 (Costa Rica)
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2017). INTE/ISO/IEC guía 98-3:2017. Incertidumbre de medida. Parte 3: Guía para la expresión de la incertidumbre de medida

- Lercher P. (2019) Noise in Cities: Urban and Transport Planning Determinants and Health in Cities. In: Nieuwenhuijsen M., Khreis H. (eds) Integrating Human Health into Urban and Transport Planning. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74983-9_22
- Lozano Becerra, E. y Figueroa Llaxa, F. (2020). *Niveles de ruido y percepción de sus efectos en los estudiantes de la institución educativa Rafael Olascoaga, Cajamarca, 2019*. [Trabajo de graduación, Universidad Privada del Norte, Perú.] <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23859/Lozano%20Becerra%20Elida%20-%20Figueroa%20Llaxa%20Flor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mier Tapia, F. (2017). *Optimización de mapas de ruido a través de sistemas de información geográfica. Caso de estudio: centro histórico de Quito*. [Tesis de Bachillerato, Quito, Universidad de las Américas, Ecuador]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8315>
- Morales Jiménez, L. (2017). *Evaluación de los niveles de ruido para la elaboración de un mapa acústico diurno del Centro Histórico de Trujillo, 2017*. [Tesis, Universidad César Vallejo, Perú] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22494>
- Moya Bonilla, J. y Monge Monge, E. (2015). *Caracterización de la distribución de los niveles de presión sonora para el casco central del cantón de San José*. [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6379/Ruido%20San%20Jos%C3%A9.%20Jos%C3%A9%20Moya-%20Evandry%20Monge.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oyedepo, S., Adeyemi, G., Olawole, O., Ohijeagbon, O., Fagbemi, O., Solomon, R., Ongbali, S., Babalola, O., Dirisu, J., Efemwenkikie, U. y Adekeye, T. (2019). A GIS-based method for assessment and mapping of noise pollution in Ota metropolis, Nigeria. *MethodsX*, (6), 447-457. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.02.027>.
- Organización Internacional de Normalización (ISO) (2009). UNE-ISO 1996-2:2007. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- Paschalidou, A., Kassomenos, P., Chonianaki, F. y Valkouma, T. (2019). 3-year noise monitoring and strategic noise mapping in an extended motorway. *Environmental Science and Pollution Research*, (26), 15608–15616. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04966-w>
- Ramazani, M., Mosaferi, M., Rasoulzadeh, Y., Pourakbar, M., Jafarabadi, M. y Amini, H. (2018). Temporal and spatial evaluation of environmental noise in urban area: a case study in Iran. *Int. J. Environ. Sci. Technol*, (15), 1179–1192. <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1462-4>
- República de Colombia. (2006). *Protocolo para la medición de emisión de ruido, ruido ambiental y realización de mapas de ruido*. Resolución 627 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <http://www.ceo.org.co/images/stories/CEO/ambiental/documentos/Normas%20ambientales/2001-2010/2009/Protocolo%20de%20ruido%20ambiental.pdf>
- Śliwińska Kowalska, M. y Zaborowski, K. (2017). WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and permanent hearing loss and tinnitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10), 1139. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph14101139>
- Zamorano González, B., Peña Cárdenas, F., Velázquez Narváez, Y., Vargas Martínez, J.I. y Parra Sierra, V. (2019). Contaminación por ruido y el tráfico vehicular en la frontera de México. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 7(19), 27-35. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67506>