

## Contaminación sonora en la ciudad de Barranca-Lima-Perú

### Noise pollution in Barranca city -Lima - Perú

Zoila R. Lira-Camargo<sup>1,a,\*</sup>, Sarela C. Alfaro-Cruz<sup>1,b,#</sup>, Juan E. Villanueva-Tiburcio<sup>2,c,%</sup>

#### Resumen

Diversas publicaciones, reportan efectos dañinos por contaminación sonora siendo de importancia médica y social; que provocan en las personas efectos como estrés, ansiedad, problemas cardiovasculares, deterioro cognitivo y disminución del estado físico entre otros. El objetivo de la investigación fue monitorear el sonido in situ en la ciudad de Barranca, Lima – Perú e identificar los decibeles al cual estarían sometidos algunas zonas de protección especial y comercial. El registro de sonido se realizó con un sonómetro, en los frentes de instituciones educativas, centros de salud, y zonas comerciales. Los resultados mostraron que el nivel sonoro superó el límite máximo tolerable de 50 dB establecido en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, en las zonas de protección especial como el Colegio Ventura Ccalamaqui y Hospital de Barranca Cajatambo y zonas mixtas como mercado y centro comercial. En conclusión, la contaminación sonora en las zonas evaluadas en la ciudad de Barranca, supera los límites máximos establecidos, obteniéndose máximos de 79,32±2,07 dB, sobre todo el primer día laborable en inicio de semana; los altos niveles sonoros provocarían consecuencias negativas en la salud.

**Palabras clave:** nivel de ruido, contaminación ambiental, medidor del nivel de sonido, riesgo a la salud.

#### Abstract

Several publications report that the health effects of noise pollution are of medical and social importance; causing in people effects such as stress, anxiety, cardiovascular problems, cognitive impairment and decreased physical condition among others. The objective of the investigation was to monitor the sound with measurements in situ in Barranca city, Lima - Peru and to identify the decibels to which some special and commercial protection zones would be subject. The sound recording was done with a sonometer, in the fronts of educational, health center and commercial areas. The results showed that the sound level exceeded the maximum tolerable limit of 50 dB established in Supreme Decree No. 085-2003-PCM, in special in protection areas such as Ventura Ccalamaqui College, Barranca Cajatambo Hospital and mixed areas such as market and commercial center. In conclusion, the noise pollution in the areas evaluated in Barranca city exceeds the established maximum limits, obtaining maximums of 79.32 ± 2.07 dB, especially on the first working day at the beginning of the week; high noise levels would cause adverse effects on people's health.

**Keywords:** noise level, environmental pollution, sound level meter, health hazards.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Barranca, Barranca, Perú

<sup>2</sup>Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú

**E-mail,** <sup>a</sup>zlira@unab.edu.pe, <sup>b</sup>salfaro@unab.edu.pe, <sup>c</sup>juanedvi@unheval.edu.pe

**Orcid ID:** <sup>\*</sup><https://orcid.org/0000-0002-9755-4135>, <sup>#</sup><https://orcid.org/0000-0001-7383-8056>,  
<sup>%</sup><https://orcid.org/0000-0002-1541-7525>

**Recibido:** 01 de julio de 2020

**Aceptado para publicación:** 28 de octubre de 2020

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)



## Introducción

En la actualidad, en diversas ciudades el ruido es un agente perturbador (Vienneau et al., 2015). La palabra ruido deriva del latín "nausea" que implica "sonido no deseado" o "sonido que es ruidoso, desagradable o inesperado" (Çolakkadioğlu & Yücel, 2017; Ruggeiro, 2016). El incremento del ruido se relaciona con el incremento del desarrollo industrial, el avance de la tecnología, el comercio (Guijarro-Peralta et al., 2016), el incremento de las urbanizaciones (Okokon et al., 2018), entre otras fuentes se tiene a los altavoces, automóviles, aviones, trenes, trabajos de construcción, radios, micrófonos, entre otros (Muralikrishna & Manickam, 2017), en diversos países, la búsqueda de estrategias recreativas, hace que la gente migre a desarrollar diversas actividades lo que incrementa la contaminación sonora (de Paiva Vianna et al., 2015; Urbiotica, 2016), a ello se suma el desconocimiento de los ciudadanos sobre los estándares máximos permitidos del sonido (Berrospi-Noria et al., 2019). El elevado ruido perjudica gravemente la salud humana, disminuyendo el rendimiento en las actividades laborales diarias de la población, en la escuela reduciendo el rendimiento intelectual, el trabajo, en el hogar, además perturba el sueño, causa problemas cardiovasculares y psicofisiológicos, también provoca cambios en el comportamiento social (Khan et al., 2018; WHO, 2019), así como el incremento en el sobrepeso en niños (Bloemsma et al., 2019), riesgo de demencia (Andersson et al., 2018; Dzhambov et al., 2018) y riesgo de anomalías congénitas (Pedersen et al., 2017). En la actualidad, la contaminación sonora se considera como problema de salud humana (Halim, 2019; NIH, 2019), el sonido puede ser medido utilizando aplicaciones que se pueden instalar en celulares, sensores inteligentes y sonómetros (Maijala et al., 2018; Zamora et al., 2017). En Europa se estima que provoca un costo financiero de 0,4% del PBI total de la Unión Europea (NOISE IN EU, s. f.). En Reino Unido, Finlandia, Alemania, Países Bajos y España las personas estarían dispuestas a pagar desde € 90 por persona por año para evitar riesgo a la salud a causa de contaminación sonora, (Stansfeld, 2015). Diferentes investigaciones reportan consecuencias negativas del ruido, al interior de los hospitales (Tonne et al., 2016; Xyrichis et al., 2018), como en colegios (Chan et al., 2015; Kalimeri et al., 2016). Por ejemplo en Cernavoda-Rumania los límites sonoros estuvieron fuera de los permitidos por la Comunidad Europea, se prevé que ocasionará problemas a la salud en sus habitantes (Manea et al., 2017). En el Departamento de Lima, a 190 km al noroeste de la capital, se ubica la Provincia de Barranca, en la cual a través de Acuerdo de Consejo N° 0176-2015-AL/CPB del 18 de diciembre de 2015 se aprobó el Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Barranca 2015-2021, entre las principales actividades económicas está la agricultura y la pesca, sin embargo, en los últimos años, la ciudad

de Barranca ha mostrado un crecimiento acelerado en el aspecto, industrial y automotriz, derivado de ello se percibe el incremento en la contaminación sonora, por el momento se desconoce el nivel de contaminación por sonido, el cual permitiría proponer establecer estrategias para considerar acciones correctivas. Según de Souza et al., (2020) es recomendable realizar el estudio y validación adecuada del número/tiempo de mediciones necesarias para determinar el nivel acústico en una determinada zona. Se desarrolló una investigación descriptivo correlacional, para el cual, el objetivo de la investigación fue realizar un monitoreo de la contaminación sonora a partir de mediciones in situ en la ciudad de Barranca, Lima – Perú e identificar los decibeles al cual estarían sometidos algunas zonas de protección especial y comercial.

## Materiales y método

### Materiales

Se utilizó un sonómetro Center 390 Data Logger Sound Level con rango de frecuencia de 20 Hz ~ 8KHz y rango de medida de 30 – 130 dB. Laptop marca Lenovo.

### Método

#### Área de estudio

El desarrollo del estudio se realizó en la ciudad de Barranca, Provincia de Lima Norte, ubicada a 190 km al noroeste de la ciudad de Lima, Perú (Figura 1). Según el sistema de coordenadas UTM, se ubica: 184 011E, 8 790 524 N, 240 765 E, 8 857 995 N; posee una superficie de 1355.87 km<sup>2</sup>, con 133904 habitantes y con una densidad poblacional de 98.76 hab/km<sup>2</sup>. La ciudad de Barranca se encuentra en próspero crecimiento, con afluencia de turismo, que aporta al desarrollo económico de la Provincia de Barranca, con base en la agricultura y la industria pesquera, además se destaca la presencia de instituciones educativas de nivel primario y secundario, mercado de abasto, supermercado, hospital y universidades.

### Metodología

La investigación es de tipo descriptivo correlacional, se obtuvieron datos de sonido mediante un sonómetro (Center 390 Data Logger Sound Level) con rango de frecuencia de 20 Hz ~ 8KHz y rango de medida de 30 – 130 dB, el monitoreo se realizó en diferentes lugares de la ciudad de Barranca a diferentes horas del día, luego de obtener los datos se procedió su procesamiento y análisis. Para el desarrollo metodológico, se tomaron como referencias las investigaciones desarrolladas por Marjanović et al., (2017); Morawska et al., (2018) y Sarnat et al., (2018), para considerar las zonas donde se registró el sonido, se tuvo como referencia el mapa de la ciudad de Barranca, Lima - Perú, posteriormente se identificaron las variables como hora de afluencia vehicular, zonas de comercio, Hospital, Centro de educación, asimismo se identificó 4 lugares

**Figura 1: Mapa de zonas donde se realizó el monitoreo del sonido a diferentes horas del día. La imagen global se obtuvo de Google maps**



importantes para el estudio (Tabla 1), la investigación se llevó a cabo por seis meses durante el año 2019, los datos se registraron con un equipo sonómetro Center 390 Data Logger Sound Level los días laborales de lunes a viernes a horas 7 a.m., 10 a.m., 1 p.m. y 3 p.m.,

#### Análisis estadístico

Los resultados del monitoreo de sonido en los diferentes lugares de la ciudad de Barranca se sometieron a un análisis unifactorial ( $p < 0.05$ ), se utilizó el software STATGRAPHICS Centurión XVI Versión DEMO.

**Tabla 1: Lugares de monitoreo de sonido en la ciudad de Barranca**

Lugar	Ubicación/ intersección	Horario de registro de sonido*
Colegio Ventura Ccalamaqui	Av. Miguel Grau N° 447	7 a.m., 10 a.m.,
Hospital de Barranca Cajatambo	Av. Nicolás de Piérola N° 210-224	1 p.m. y 3 p.m.
Centro Comercial Polvos Azules	Jirón Progreso y Jirón Arequipa	
Supermercado Metro	Av. 9 de diciembre y Calle Castilla	

\* Para cada lugar donde se realizó la investigación, se consideraron los horarios de 7 a.m., 10 a.m., 1 p.m. y 3 p.m.

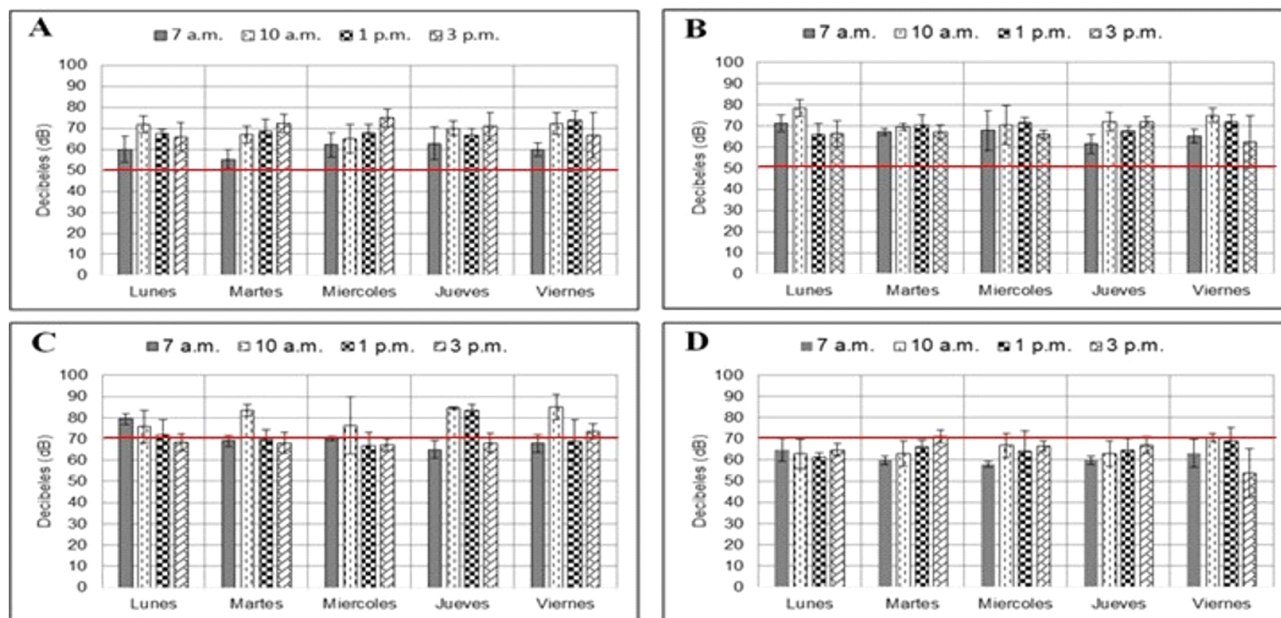
#### Análisis de datos y discusión

En la ciudad de Barranca están inmersas actividades como el comercio, transporte y diversas actividades humanas, todas ellas contribuyen al incremento en la generación de ruido.

Los resultados (Figura 2), mostraron diferencias significativas, en los lugares donde se obtuvieron los registros de intensidad de sonido.

Con respecto a la intensidad de sonido registrado en el frontis del Colegio Ventura Ccalamaqui (Figura 2A), hubo diferencias estadísticas durante el tiempo en la cual se evaluaron la intensidad de sonido. Con respecto al frontis del Hospital de Barranca Cajatambo (Figura 2B), los lunes a las 7 a.m. y 10 a.m. mostraron los mayores niveles de sonido; mientras que en el frontis del centro comercial Polvos Azules (Figura 2C), los días martes hasta viernes, a las 10 am se registraron altos niveles de sonido, sin embargo, en el frontis

**Figura 2: Intensidad de sonido en diferentes lugares en la ciudad de Barranca. A) Colegio Ventura Ccalamaqui B) Hospital Cajatambo C) Centro Comercial Polvos Azules, D) Frontis de Super mercado Metro. Línea de color rojo, representa el nivel sonoro máximo permitido según Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.**



del supermercado Metro (Figura 2D), el nivel de sonido registrado mostraron diferencias significativas entre los días y horas en las cuales se desarrolló la investigación.

La contaminación acústica, conocido también como sonido excesivo y molesto, produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas. Está conformado por elementos que provocan ruido, degradación ambiental y por último el efecto sobre la calidad de vida (Guijarro-Peralta et al., 2016).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el frontis del Colegio Ventura Ccalamaqui (Figura 2A), no hubo diferencia estadística desde los lunes hasta los jueves durante las cuales se realizaron los registros de intensidad sonora. Por ejemplo, a las 7 a.m. durante las semanas se obtuvieron el promedio de  $59,96 \pm 5,87$  dB, sin mostrar diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ), lo mismo ocurrió para los horarios de 10 a.m. y 3 p.m. obteniéndose promedios de  $69,18 \pm 5,24$  dB y  $68,89 \pm 4,52$  dB ( $p > 0,05$ ), sin embargo, los viernes a la 1 pm se obtuvieron  $73,84 \pm 4,46$  dB, los cuales fueron diferentes ( $p > 0,05$ ) con respecto a los otros días de las semanas.

En el frontis del Hospital de Barranca Cajatambo (Figura 2B), los lunes a las 7 a.m., y 10 a.m. mostraron los mayores niveles de sonido con  $71,14 \pm 2,44$  dB y  $78,34 \pm 3,43$  dB, mientras que a la 1 p.m. los días lunes se registraron  $65,80 \pm 5,51$  dB que fueron diferentes ( $p < 0,05$ ) con respecto a los días jueves y viernes con  $71,86 \pm 3,37$  y  $67,64 \pm 2,19$  dB ( $p > 0,05$ ), asimismo, entre los días lunes, martes y miércoles no hubo diferencias ( $p > 0,05$ ); a las 3 p.m., los

jueves y viernes se registraron  $71,98 \pm 2,38$  y  $62,54 \pm 2,06$  dB con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), mientras que los días lunes, martes y miércoles no fueron diferentes estadísticamente ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, los límites de sonido registrado durante todos los horarios sobrepasan el nivel permitido de 45 dB (Andrade et al., 2016) o 50 dB (DS N° 085, 2003).

En el frontis del centro comercial Polvos Azules (Figura 2C), los lunes a las 7 am se registraron  $79,32 \pm 2,07$  dB los cuales mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con respecto a los otros días de la semana. Referente al horario de 10 a.m. no hubo diferencias estadísticas durante la semana (obteniéndose rangos de  $75,84 \pm 4,97$  dB hasta  $85,18 \pm 4,97$  dB). Los días jueves a la 1 pm se obtuvo  $83,56 \pm 4,05$  dB, que mostró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto los otros días de las semanas. Sin embargo, en el horario de las 3 pm, los viernes se obtuvieron  $73,50 \pm 2,65$  dB los cuales no mostraron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) con respecto a los lunes y martes, pero si fue diferente ( $p < 0,05$ ) a los días miércoles jueves con  $67,38 \pm 2,96$  y  $68,10 \pm 4,52$  dB ( $p > 0,05$ ). La alta intensidad sonora ( $79,32 \pm 2,07$  dB) obtenido los lunes a las 7 a.m., estaría relacionado con la afluencia de los comerciantes y consumidores que concurren al centro comercial.

La intensidad sonora en el frontis del supermercado Metro (Figura 2D), los días lunes y miércoles a las 7 am se obtuvieron  $64,66 \pm 5,33$  y  $57,98 \pm 1,44$  dB los cuales mostraron diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) sin embargo los días martes, jueves y viernes no mostraron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ). Los viernes a las 10 am., mostraron diferencias con el

mayor nivel de sonido ( $70,56 \pm 23,48$  dB), mientras que a la 1 pm no hubo diferencias estadísticas. Sin embargo, los viernes a las 3 p.m. se reportó el nivel más bajo de ruido con  $55,18 \pm 3,62$  dB, el cual mostro diferencias ( $p < 0,05$ ) con respecto a los otros días de la semana. El alto nivel de sonido de los lunes estaría relacionado con el inicio de actividades comerciales, asimismo, el bajo nivel sonoro registrado los viernes a las 3 pm se relacionaría con la poca presencia de consumidores en el supermercado.

Los principales responsables de la emisión de sonido identificados en los distintos lugares monitoreados fueron el flujo vehicular, las bocinas de los vehículos, flujo de trimóviles como los Bajaj, motocicletas lineales; asimismo, los edificios y las calles angostas no ayudan a la disminución del sonido (Yuan et al., 2019), según Muralikrishna & Manickam, (2017), las manifestaciones de los efectos de la contaminación acústica repercute de manera negativa, por lo general son posteriores en el tiempo. Guijarro-Peralta et al., (2016), mencionan que el nivel de ruido mínimo y máximo que el humano puede soportar, oscila entre 0 dB y 160 dB (como niveles mínimo y máximo que el oído humano tolera). Evidencias científicas reportados en Europa, evidencian riesgo de salud, por la prevalencia del ruido a causa del sistema de transporte vehicular (Brown & van Kamp, 2017), con niveles superiores a 55 dB (Jarosińska et al., 2018). Según la Organización Mundial de Salud, en zonas como Hospitales no debe superar 40 dB, en viviendas 50 dB, colegios 55 dB (en la parte externa) y en zonas industriales 70 dB (Berglund et al., 1999). En el Perú, el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM da a conocer sobre diversas zonas en las cuales se reglamenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido; de acuerdo a zonas monitoreadas, se identificó zonas comerciales y zonas de protección especial; en la zona comercial la presión sonora permitida es de 70 dBA como máximo, en las zonas de protección especial el límite máximo de presión sonora es 50 dBA; los resultados obtenidos de sonido en zonas de protección especial como el Colegio Ventura Ccalamaqui y Hospital Barranca Cajatambo superaron los 50 dB, así como en algunos horarios en la zona comercial de Polvos Azules (70 dB); la contaminación sonora influiría de manera negativa en la actividades y salud de las personas (Münzel & Daiber, 2018; Vienneau et al., 2015), sin embargo en el Frontis de Supermercado Metro los niveles sonoros permanecieron por debajo del límite máximo con excepción de las 3 pm durante algunos días de la semana. Ante los altos niveles sonoros, las autoridades deben considerar estrategias para reducir la contaminación sonora, por ejemplo ayudaría bastante la emisión de una ordenanza municipal para que los conductores reduzcan el uso de bocinas (claxon) en los vehículos motorizados; otra estrategia sería quizás que a futuro las urbanizaciones se diseñen con la inclusión de árboles y parques ya que está demostrado que su

presencia disminuye el sonido (Ow & Ghosh, 2017; Vladimir & Madalina, 2019; Yuan et al., 2019).

## Conclusiones

La contaminación sonora en la ciudad de Barranca, los días lunes a las 7 a.m. supera los límites máximos establecidos; en las zonas de protección especial como en el frontis del Colegio Ventura Ccalamaqui y Hospital Barranca Cajatambo se registraron  $59,96 \pm 5,87$  dB y  $78,34 \pm 3,43$  dB, mientras que en las zonas mixtas como el centro comercial polvos azules y centro comercial Metro se registró  $79,32 \pm 2,07$  dB y  $64,66 \pm 5,33$  dB; ante ello y de acuerdo al rápido crecimiento de la ciudad es necesario que se comience a diseñar e implementar estrategias para disminuir el nivel de contaminación sonora, ya que como se tiene conocimiento a través de diferentes reportes de investigación, el ruido superior a los límites establecidos ocasiona problemas de salud en las personas.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Barranca por el financiamiento al trabajo de investigación a través del Proyecto de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística.

## Fuente de financiamiento

La presente investigación fue financiado por la Universidad Nacional de Barranca

## Contribución de los autores

Todos los autores participaron en todo el proceso de la investigación.

## Conflicto de Interés

Declaramos no tener conflicto de interés.

## Referencias bibliográficas

- Andersson, J., Oudin, A., Sundström, A., Forsberg, B., Adolfsson, R., & Nordin, M. (2018). Road traffic noise, air pollution, and risk of dementia – results from the Betula project. *Environmental Research*, 166, 334-339. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.008>
- Andrade, K. P., de Oliveira, L. L. A., Souza, R. P., & de Matos, I. M. (2016). Noise level measurement and its effects on hospital employees based on complaint reports. *Revista CEFAC*, 18(6), 1379-1388. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201618619815>
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H., & Team, W. H. O. O. and E. H. (1999). Guidelines for community noise. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>
- Berrospi-Noria, J. P., Rosales-Córdova, J. N.,

- Huaranga-Navarro, H., & Alarcon-Cajas, Y. R. (2019). Ecología acústica y el paisaje sonoro en una comunidad de Huánuco, Perú. *Investigación Valdizana*, 13(3), 156-164. <https://doi.org/10.33554/riv.13.3.344>
- Bloemsma, L. D., Wijga, A. H., Klompaker, J. O., Janssen, N. A. H., Smit, H. A., Koppelman, G. H., Brunekreef, B., Lebret, E., Hoek, G., & Gehring, U. (2019). The associations of air pollution, traffic noise and green space with overweight throughout childhood: The PIAMA birth cohort study. *Environmental Research*, 169, 348-356. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.026>
- Brown, A. L., & van Kamp, I. (2017). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review of Transport Noise Interventions and Their Impacts on Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph14080873>
- Chan, K. M. K., Li, C. M., Ma, E. P. M., Yiu, E. M. L., & McPherson, B. (2015). Noise levels in an urban Asian school environment. *Noise & Health*, 17(74), 48-55. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.149580>
- Çolakradioğlu, D., & Yücel, M. (2017). Modeling of Tarsus-Adana-Gaziantep highway-induced noise pollution within the scope of Adana city and estimated the affected population. *Applied Acoustics*, 115, 158-165. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.08.029>
- De Paiva Vianna, K. M., Alves Cardoso, M. R., & Rodrigues, R. M. C. (2015). Noise pollution and annoyance: An urban soundscapes study. *Noise & Health*, 17(76), 125-133. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.155833>
- De Souza, T. B., Alberto, K. C., & Barbosa, S. A. (2020). Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil. *Applied Acoustics*, 157, 107023. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107023>
- DS N° 085. (2003). *Decreto Supremo N° 085—2003—PCM*.- Reglamento de estándares calidad ambiental para ruido. <http://siar.regionloreto.gob.pe/normas/reglamente-estandares-calidad-ambiental-ruido>
- Dzhambov, A. M., Markevych, I., Tilov, B., Arabadzhiev, Z., Stoyanov, D., Gatseva, P., & Dimitrova, D. D. (2018). Pathways linking residential noise and air pollution to mental ill-health in young adults. *Environmental Research*, 166, 458-465. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.031>
- Guijarro-Peralta, J., Terán-Narváez, I., & Valdez-González, M. M. (2016). Determinación de la contaminación acústica de fuentes fijas y móviles en la vía a Samborondón en Ecuador. *Ambiente y Desarrollo*, 20(38), 41-52. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd20-38.dcaf>
- Halim, S. (2019, julio 22). *Noise pollution effects: What do you think it does to humans? Health Europa*. <https://www.healtheuropa.eu/noise-pollution-effects/92504/>
- Jarosińska, D., Héroux, M.-È., Wilkhu, P., Creswick, J., Verbeek, J., Wothge, J., & Paunović, E. (2018). Development of the WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: An Introduction. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 813. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040813>
- Kalimeri, K. K., Saraga, D. E., Lazaridis, V. D., Legkas, N. A., Missia, D. A., Tolis, E. I., & Bartzis, J. G. (2016). Indoor air quality investigation of the school environment and estimated health risks: Two-season measurements in primary schools in Kozani, Greece. *Atmospheric Pollution Research*, 7(6), 1128-1142. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.07.002>
- Khan, J., Ketzler, M., Kakosimos, K., Sørensen, M., & Jensen, S. S. (2018). Road traffic air and noise pollution exposure assessment – A review of tools and techniques. *Science of The Total Environment*, 634, 661-676. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.374>
- Maijala, P., Shuyang, Z., Heittola, T., & Virtanen, T. (2018). Environmental noise monitoring using source classification in sensors. *Applied Acoustics*, 129, 258-267. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.08.006>
- Manea, L., Manea, A., Florea, D., & Tarulescu, S. (2017). Road Traffic Noise Pollution Analysis for Cernavoda City. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 252, 012057. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/252/1/012057>
- Marjanović, M., Grubeša, S., & Žarko, I. P. (2017). Air and noise pollution monitoring in the city of Zagreb by using mobile crowdsensing. *2017 25th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)*, 1-5. <https://doi.org/10.23919/SOFTCOM.2017.8115502>
- Morawska, L., Thai, P. K., Liu, X., Asumadu-Sakyi, A., Ayoko, G., Bartonova, A., Bedini, A., Chai, F., Christensen, B., Dunbabin, M., Gao, J., Hagler, G. S. W., Jayaratne, R., Kumar, P., Lau, A. K. H., Louie, P. K. K., Mazaheri, M., Ning, Z., Motta, N., ... Williams, R. (2018). Applications of low-cost sensing technologies for air quality monitoring and exposure assessment: How far have they gone? *Environment International*, 116, 286-299. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.018>
- Münzel, T., & Daiber, A. (2018). Environmental Stressors and Their Impact on Health and Disease with Focus on Oxidative Stress. *Antioxidants & Redox Signaling*, 28(9), 735-740. <https://doi.org/10.1089/ars.2017.7488>
- Muralikrishna, I. V., & Manickam, V. (2017). Chapter Fifteen—Noise Pollution and Its Control. *En Environmental Management* (pp. 399-429). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00015-4>
- NIH. (2019). *Noise Pollution: Your Environment, Your Health* | National Library of Medicine. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31111111/>

- Town. <https://toxstown.nlm.nih.gov/sources-of-exposure/noise-pollution>
- NOISE IN EU. (s. f.). *Socio-economic impact. NOISEINEU*. Recuperado 5 de agosto de 2020, de [http://www.noiseineu.eu/en/14-socioeconomic\\_impact/subpage/view/page/57](http://www.noiseineu.eu/en/14-socioeconomic_impact/subpage/view/page/57)
- Okokon, E. O., Taimisto, P., Turunen, A. W., Amoda, O. A., Fasasi, A. E., Adeyemi, L. G., Juutilainen, J., & Lanki, T. (2018). Particulate air pollution and noise: Assessing commuter exposure in Africa's most populous city. *Journal of Transport & Health*, 9, 150-160. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.04.003>
- Ow, L. F., & Ghosh, S. (2017). Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics*, 120, 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.01.007>
- Pedersen, M., Garne, E., Hansen-Nord, N., Hjortebjerg, D., Ketzler, M., Raaschou-Nielsen, O., Nybo-Andersen, A. M., & Sørensen, M. (2017). Exposure to air pollution and noise from road traffic and risk of congenital anomalies in the Danish National Birth Cohort. *Environmental Research*, 159, 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.031>
- Ruggeiro, A. (2016). Noise Pollution: What the Scientific Community Can Do? *Environment Pollution and Climate Change*, 1(1), 1-2. <https://doi.org/10.4172/2573-458X.1000e102>
- Sarnat, J. A., Russell, A., Liang, D., Moutinho, J. L., Golan, R., Weber, R. J., Gao, D., Sarnat, S. E., Chang, H. H., Greenwald, R., & Yu, T. (2018). Developing Multipollutant Exposure Indicators of Traffic Pollution: The Dorm Room Inhalation to Vehicle Emissions (DRIVE) Study. *Research Report (Health Effects Institute)*, 196, 3-75.
- Stansfeld, S. A. (2015). Noise Effects on Health in the Context of Air Pollution Exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), 12735-12760. <https://doi.org/10.3390/ijerph121012735>
- Tonne, C., Halonen, J. I., Beevers, S. D., Dajnak, D., Gulliver, J., Kelly, F. J., Wilkinson, P., & Anderson, H. R. (2016). Long-term traffic air and noise pollution in relation to mortality and hospital readmission among myocardial infarction survivors. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219(1), 72-78. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.09.003>
- Urbiotica. (2016, mayo 27). *Noise pollution and its impact on cities today*. Urbiotica. <https://www.urbiotica.com/en/noise-pollution-impact-cities-today/>
- Vienneau, D., Perez, L., Schindler, C., Lieb, C., Sommer, H., Probst-Hensch, N., Künzli, N., & Rössli, M. (2015). Years of life lost and morbidity cases attributable to transportation noise and air pollution: A comparative health risk assessment for Switzerland in 2010. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(6), 514-521. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.05.003>
- Vladimir, M., & Madalina, C. (2019). Optimizing urban landscapes in regard to noise pollution. *Procedia Manufacturing*, 32, 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.197>
- WHO. (2019, abril 12). *Noise*. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise>
- Xyrichis, A., Wynne, J., Mackrill, J., Rafferty, A. M., & Carlyle, A. (2018). Noise pollution in hospitals. *BMJ*, 363. <https://doi.org/10.1136/bmj.k4808>
- Yuan, M., Yin, C., Sun, Y., & Chen, W. (2019). Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China. *Sustainable Cities and Society*, 101678. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101678>
- Zamora, W., Calafate, C. T., Cano, J.-C., & Manzoni, P. (2017). Accurate Ambient Noise Assessment Using Smartphones. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/s17040917> cias y educación. Condiciones y análisis crítico