

Contaminación acústica en la Ciudad de Córdoba: hacia la construcción del mapa de ruido

Por Sebastián Coca; Brenda Yelicich; Leandra Abadia & Arturo Maristany¹

Resumen

Uno de los principales contaminantes “silenciosos” en la actualidad, es el ruido. Los efectos no son tan evidentemente notorios como otros contaminantes debido a sus características intrínsecas. Por este motivo no recibe la importancia que requiere. Desde el CIAL y en conjunto con distintos organismos se viene trabajando para la elaboración del mapa de ruido de la Ciudad de Córdoba. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos durante el proceso de construcción del mapa de ruido y las herramientas utilizadas.

Palabras clave: contaminación acústica - ruido urbano - mapa de ruido - modelo de simulación

Abstract

One of the main "silent" pollutants today is noise. The effects are not as obviously noticeable as other pollutants due to its intrinsic characteristics. For this reason it does not receive the importance it requires. The CIAL, in conjunction with various agencies, has been working on the preparation of a noise map of the Córdoba's city. This paper presents the results obtained during the process of constructing the noise map and the tools used.

Keywords: acoustic pollution - urban noise - noise map - simulation model

Introducción

La exposición al ruido puede generar efectos nocivos para la salud, como irritabilidad, cansancio crónico, estrés psicológico, mal humor, dificultades de concentración y hasta incidencia en enfermedades cardiovasculares. La Organización Mundial de la Salud (OMS) registró un empeoramiento de los efectos desde su primer informe publicado en 1995, a la par del incremento de las principales fuentes de ruido: el tráfico urbano, ferroviario y aéreo. A partir del informe de la OMS, se conformó una "tabla de riesgo", en la cual, a medida que aumentan los niveles de ruido durante el sueño, se agravan los efectos en la salud. Hasta 30 dB no se observaron efectos biológicos sustanciales; entre 30 y 40 dB se incrementan los movimientos del cuerpo, los disturbios del sueño y la excitación y por encima de los 40 dB se incrementan los problemas de salud. Se estima que 120 millones de personas tienen deficiencia auditiva, siendo uno de los riesgos ocupacionales irreversibles más frecuentes. En países en desarrollo, no sólo el ruido ocupacional, sino también el ruido ambiental, es un factor de riesgo para la creciente deficiencia auditiva.

A comienzos de los años 60 la ciudad de Córdoba ya era una de las ciudades argentinas más ruidosas, motivado por un crecimiento industrial acelerado y por la existencia de normativas que resultaban insuficientes para un efectivo control de la problemática de la contaminación acústica. En estos sesenta años la situación no ha cambiado sustancialmente, por el contrario, ha seguido deteriorándose. Si bien se han realizado algunas mejoras y avances en las reglamentaciones sobre ruido para la Ciudad, las mismas siempre se han visto superadas por el crecimiento poblacional y de la actividad socioeconómica. Estos indicadores siempre se encuentran asociados a la producción de ruido, factor que es reconocido internacionalmente como uno de los primeros contaminantes

¹ CIAL – FAUD – UNC; sebastian.coca@unc.edu.ar, brenda.yelicich@mi.unc.edu.ar, leandra.abadia@unc.edu.ar y amaristany@unc.edu.ar

que afectan las condiciones de confort y de calidad ambiental de las ciudades.

Encuestas y mediciones de los niveles sonoros referidos a la contaminación acústica urbana en Córdoba, realizadas en años anteriores desde el Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas de la Universidad Nacional de Córdoba (CIAL), y con la colaboración de organismos tales como la Defensoría del Pueblo de la Provincia de Córdoba, Secretaría de Ambiente de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba y la Escuela de Fonoaudiología del UNC, demostraron la importancia que tiene el problema del ruido para la población de la Ciudad. Los niveles sonoros relevados en diferentes zonas de la ciudad, principalmente sobre los corredores viales y en el área central, superan ampliamente los valores máximos recomendados por organismo internacionales como la OMS. Se identifican las principales fuentes de contaminación acústica a las bocinas, sirenas, la construcción y de locales de esparcimiento y fiestas. Ésta problemática no es exclusiva del área central de la Ciudad, por el contrario, está presente en todos los niveles de densificación y categorías de ocupación urbana.

La contaminación acústica ocasiona múltiples problemas sociales y técnicos, todos ellos interrelacionados y en su mayoría de compleja resolución. Para dar respuesta de manera integral al problema generado por los ruidos excesivos es necesario realizar una planificación acústicamente adecuada de las áreas urbanas a partir de criterios regulatorios y normativos que deberían ser el resultado de procesos de estudio principalmente derivados de la demanda social frente al problema del ruido.

Antecedentes y desarrollo

La exposición al ruido puede generar efectos nocivos para la salud. Estos efectos se han agravado en los últimos años (OMS) y se han incrementado las principales fuentes de ruido, en su mayoría relacionadas con los medios de transporte. La contaminación acústica ocasiona múltiples problemas sociales y técnicos, todos ellos interrelacionados y en su mayoría de compleja resolución. No sólo el ruido ocupacional, sino también el ruido ambiental, son un factor de riesgo para la creciente deficiencia auditiva. Para dar respuesta de manera integral al problema generado por los ruidos excesivos, principalmente derivados de la demanda social, es necesario realizar una evaluación de la situación de contaminación acústica actual de la Ciudad de Córdoba. Se hace necesario realizar mediciones objetivas de ruido en la ciudad, las cuales deberán estar complementadas con simulaciones por software y georreferencias en un Sistema de Información Geográfico (SIG).

En la actualidad, la evaluación del ruido ambiental se está llevando a cabo, en la mayoría de las ciudades, a través de técnicas de simulaciones numéricas para modelar la contaminación acústica. Estas técnicas de cálculo han sido normalizadas y validadas, siendo en la actualidad reconocidas internacionalmente. Las herramientas de modelado y simulación permiten, no sólo la obtención de mapas de niveles sonoros, sino la evaluación de la población expuesta a los diferentes niveles de ruido. Esto aportaría los datos necesarios para la construcción de un Mapa de Ruido Urbano, que permitiría a futuro el desarrollo de criterios regulatorios y normativos para una gestión integral y una planificación adecuada de las áreas urbanas, al analizar la normativa de ruido vigente y considerar a este contaminante como uno de los indicadores ambientales que pueden condicionar el ordenamiento de la ciudad.

Desde el CIAL, y en conjunto con distintos organismos, se han realizado actividades para abordar la problemática del ruido urbano:

- Encuestas a la población.
- Elaboración de material disponible en formato digital.
- Capacitación a docentes para promover la concientización.
- Creación del Observatorio de Ruido Córdoba.
- Creación de la página de Reporte de Ruidos molestos.
- Creación del mapa de ruido preliminar de la Ciudad de Córdoba con mediciones de niveles de presión sonora.
- Creación del mapa de ruido construido con simulaciones numéricas.

El Observatorio de Ruido Córdoba. Relevamiento de la demanda social

El Observatorio de Ruido de la ciudad de Córdoba (ORC) nace como una acción interdisciplinaria orientada al

relevamiento y sistematización de datos referidos a la problemática de ruido en nuestra ciudad con la consecuente realización de acciones tendientes a su control y evaluación.

El observatorio de ruido está orientado principalmente a actuar como receptor de las demandas sociales. Se creó la página web del Observatorio de Ruido Córdoba a los efectos de mantener un canal de comunicación e información sobre la temática y la recepción permanente de la demanda de los vecinos. Asimismo, mantiene un monitoreo permanente de la situación del ruido en la Ciudad. Se relevan indicadores acústicos objetivos y subjetivos destinados a formular un diagnóstico de los efectos reales y potenciales que el ruido en la Ciudad de Córdoba produce sobre las personas, fijar criterios y recomendaciones para reforzar la normativa vigente sobre ruidos molestos, entre otros. En la página es posible realizar reportes de ruidos molestos, donde se solicitan distintos datos relevantes para la construcción y monitoreo a través de distintos indicadores. En los reportes, además de especificar cualitativamente el grado de molestia (escala de 1-5; 1: poco molesto - 5: insoportable), deben estar geolocalizados y también es posible subir audios que ayuden con la descripción del problema (Figura 1). Cada círculo representa un reporte realizado. Se presenta, a modo de ejemplo, la información pública de un reporte.

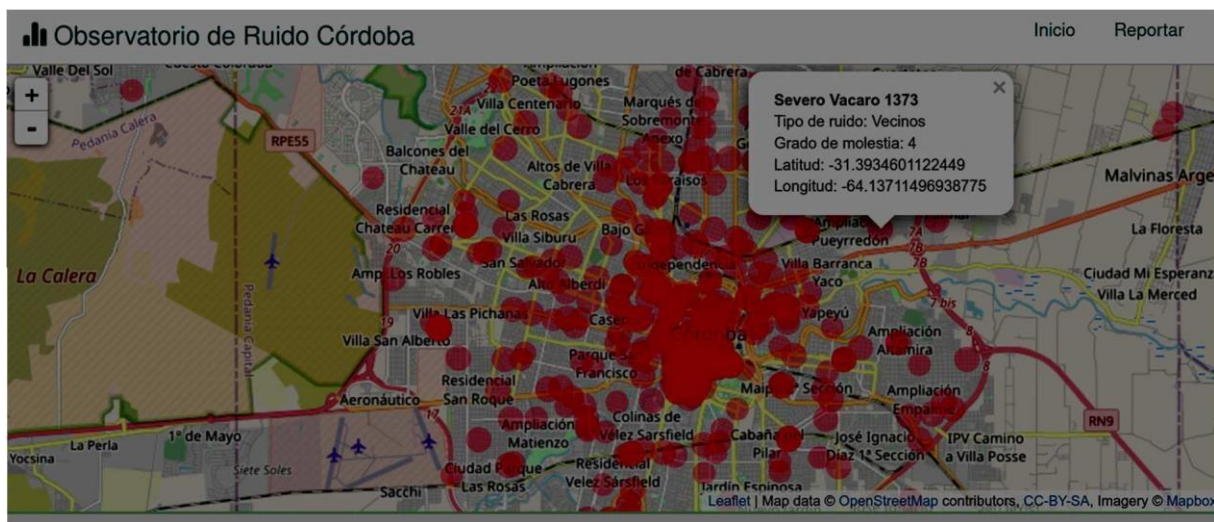


Figura 1 - Captura de pantalla de la Página de Reportes de Ruidos molestos, ubicada dentro de la página del ORC, donde se observan distintos reportes realizados por la sociedad. Cada círculo rojo corresponde a un reporte. Se muestra el detalle de un reporte

Asimismo, se implementó un sistema de encuesta online cargado en la plataforma de la UNC y desarrollada bajo LimeSurvey. La encuesta de carácter abierta, posee un espectro de preguntas referidas al tema del ruido como contaminante. La encuesta, y su difusión en los medios, permiten iniciar las actividades de concientización en la población y simultáneamente detectar el nivel de preocupación de la población frente al ruido. En la Figura 2 se presenta la página de la encuesta online (imagen de la izquierda), donde se releva información que posteriormente se utiliza para la construcción y evaluación de los indicadores. A la derecha se observa la distribución geográfica de la ubicación de las personas que realizaron la encuesta. Se puede observar una correlación de la distribución geográfica entre los datos de la Figura 1 y la Figura 2, que se corresponden con la ubicación de las principales fuentes generadoras de ruido en la Ciudad.



Figura 2. Página de la encuesta online (derecha); Geolocalización de las encuestas realizadas (izquierda)

En la Figura 3 se presenta un diagrama de texto como valoración subjetiva del ruido, donde a mayor tamaño mayor es la molestia que percibe el encuestado (izquierda); mientras que los principales efectos del ruido que revelaron las encuestas se presentan en un diagrama de torta (derecha).

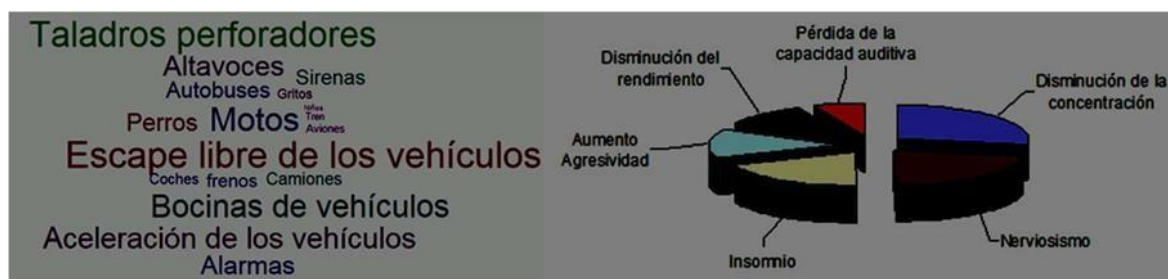


Figura 3. Resultados de las encuestas. Derecha: diagrama de texto como valoración subjetiva del ruido (mayor tamaño se corresponde a mayor molestia). Izquierda: diagrama de torta con los principales efectos del ruido relevados.

La página del ORC se convirtió en un instrumento no sólo de evaluación de la opinión de los habitantes sino también en un indicador del nivel de compromiso de la población.

Concientización y capacitación

Se realizó una campaña de capacitación y concientización a través de la formación, por parte de los equipos técnicos de la EsFo (Escuela de Fonoaudiología) y del CIAL, orientada a docentes de las Escuelas Municipales de Córdoba, los que actuaron como promotores de la problemática de ruido. Este grupo se capacitó para la difusión, en el ámbito escolar, de los efectos del ruido sobre la salud, las pautas para su mitigación y control, las características teóricas básicas del problema y las normativas vigentes referidas al control y fiscalización del ruido.

Se trabajó en dos instancias: el desarrollo de un taller de capacitación para los docentes municipales y posteriormente la implementación en aula de una actividad específica en relación al problema de la contaminación sonora y sus efectos en la salud. Dichas actividades podían ser planteadas por ciclos o integradas institucionalmente, según criterio del/los docentes autores de los proyectos. En esta etapa se buscó generar conciencia social sobre el ruido y sus efectos en diversos espacios comunitarios, en este caso fueron acotados a las escuelas primarias. Se trabajó de manera conjunta con funcionarios de la Dirección de Educación de la Municipalidad de Córdoba. Se capacitaron 45 (cuarenta y cinco) docentes de las 37 (treinta y siete) escuelas municipales, quienes realizaron la transferencia de los conocimientos adquiridos durante la capacitación. El resultado implicó un número importante de alumnos de escuelas primarias involucrados en la problemática de ruido, sus efectos y las estrategias para su control.

Situación actual de ruido en la ciudad

Mediciones y simulaciones acústicas

Para dar respuesta de manera integral al problema generado por los ruidos excesivos, principalmente derivados de la demanda social, es necesario realizar una evaluación objetiva de la situación de contaminación acústica actual de la Ciudad. Para esto se realizaron mediciones objetivas de los niveles de presión sonora del ruido, las cuales se complementaron con simulaciones numéricas por software, ambos georreferenciados en un SIG. La herramienta, aparte de ser utilizada profesionalmente, es un excelente soporte para capacitación, enseñanza e investigación, que permite predecir, gestionar y/o estudiar el ruido ambiental en diversos escenarios al considerar distintas configuraciones del tránsito (principal fuente del ruido en las ciudades). Las técnicas de cálculo numérico utilizadas han sido normalizadas y validadas, siendo en la actualidad reconocidas internacionalmente. Las herramientas de modelado y simulación permiten, no sólo la obtención de mapas de niveles de presión sonora, sino la evaluación de la población expuesta a los diferentes niveles de ruido.

En conjuntos con las evaluaciones objetivas y subjetivas, las simulaciones aportan los datos necesarios para la construcción de un Mapa de Ruido Urbano (MRU). El MRU brinda parámetros e indicadores para el desarrollo de criterios regulatorios y normativos para una gestión integral y una planificación adecuada de las áreas urbanas, que en conjunto con la normativa de ruido vigente se pueden utilizar para el ordenamiento de la ciudad.

Durante el año 2018 y en conjunto con la Municipalidad de Córdoba, se realizaron mediciones de niveles de presión sonora equivalente en el área central extendida de la Ciudad. Esto permitió elaborar el mapa de contaminación acústica preliminar. Se continuó el estudio con simulaciones numéricas físico-matemáticas con el uso de software destinado a evaluar los niveles de presión sonora en contextos urbanos determinados, los resultados de las simulaciones se contrastaron con las mediciones realizadas para validar y verificar las configuraciones utilizadas.

Resultados obtenidos

La evaluación de la situación de ruido se realizó en el área central de la ciudad de Córdoba y los barrios colindantes. A partir del estudio de los usos del suelo y actividades presentes en el sector a analizar, se puede determinar que la principal fuente de ruido es el tráfico vehicular.

Fue necesario determinar las vías principales y secundarias de la ciudad, para reconocer los sectores de mayor circulación, y realizar un cálculo promedio estimativo del tránsito vehicular; dato necesario para las simulaciones.

Los puntos de mediciones se establecieron a partir del análisis previo, en conjunto con los datos georreferenciados en la página de Reportes de Ruidos molestos. Esto resultó en considerar sectores críticos de la ciudad con una o dos vías claves. También se consideraron los sectores que rodean las plazas y el parque Sarmiento, para estudiar el impacto que estos espacios verdes generan en el entorno. Para las simulaciones, se consideraron las alturas de los edificios tomadas de la normativa urbanística (Ordenanzas N°8057 y N°8256 de ocupación de suelo en la Ciudad de Córdoba), y las velocidades admitidas para cada tipo de vía y los recorridos de los colectivos para determinar las cantidades de vehículos pesados por hora.

Mediciones objetivas

En esta primera serie de mediciones, se consideraron 52 puntos en un sector que abarca los barrios Centro y Nueva Córdoba (donde se tomaron la mayor cantidad de mediciones), Cofico, San Martín, General Paz, Junior, Observatorio, Alberdi y Parque Sarmiento. Se trabajó con los puntos más conflictivos de la ciudad. El trabajo de campo se desarrolló en días hábiles y en horario diurno (durante la mañana y la tarde). Se utilizó un Medidor de Nivel Sonoro CESVA tipo P-05 A-10815 colocándolo a una altura de 1,5 m sobre el nivel del suelo, y protegiéndolo del viento (ISO 1996, IRAM 4113). En cada punto se realizaron mediciones de Niveles de Presión

Sonora Equivalente en decibeles compensados "A" (dBA), y análisis espectral por octavas y tercios de octavas, con un tiempo de integración de 15 minutos por punto.

Se relevaron niveles de ruido que van desde los 46 dB a los 77 dB. Se observa que en el 73% de los puntos de medición los niveles superan los 70 dB, principalmente en las avenidas. Los niveles de ruido más altos se dan en los cruces principales. Las zonas peatonales alcanzan niveles próximos a los 65 dB. Los niveles más bajos se registraron en las zonas de mucha vegetación, como el Parque Sarmiento y el interior de las plazas, con niveles entre los 46 dB y los 69 dB. En la mayoría de los casos los niveles de ruido medidos sobrepasan los 55 dBA, valor máximo aconsejado por la OMS.

La Figura 4 presenta los datos relevados en uno de los puntos de medición. La información registrada en cada punto corresponde con el grupo de descriptores de ruido de carácter estadístico. Como se observa en este punto, el valor del nivel de presión sonora equivalente supera los 70 dB. También se incluye un cuadro con presenta el análisis espectral por tercios de octava y se incluye material fotográfico relevante al punto en estudio.

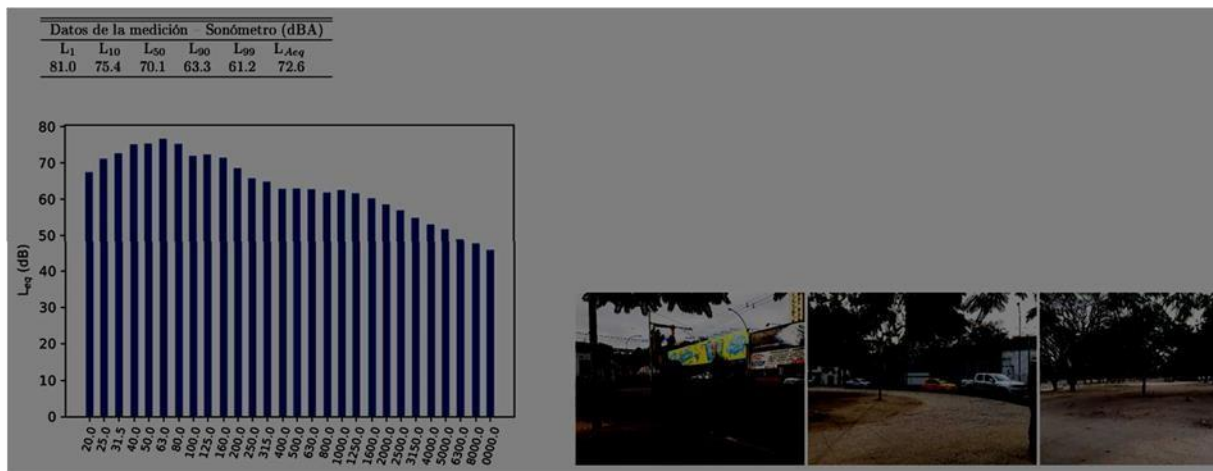


Figura 4. Se presentan los datos relevados de uno de los puntos seleccionados. Se presenta la tabla con las mediciones efectuadas (de carácter estadístico) de un grupo de descriptores de ruido. El cuadro muestra el análisis espectral en tercios de octava. Se incluye material fotográfico relevante al punto en estudio.

Simulaciones numéricas

Con el objetivo de calibrar el software, se realizaron pruebas sobre la Avenida Colón, comprobando las diferencias o similitudes de los resultados obtenidos al modificar los parámetros en el modelo, como: alturas, sentidos de circulación de calles, condiciones de contorno adecuadas al considerar las vías que definen el sector en estudio, supresión de los espacios verdes en la geometría de las edificaciones, entre otros. Todos los datos SIG utilizados fueron descargados del repositorio online abierto de la Municipalidad de Córdoba. Posteriormente, se consideraron diversos sectores de la ciudad, principalmente rodeando a un espacio verde y con ejes importantes de circulación. En esos sectores, se realizaron simulaciones, a modo de prueba, observando las variaciones en los resultados al modificar ciertos factores o parámetros del modelo. Se ejecutaron simulaciones diurnas y nocturnas, adaptando las condiciones del tráfico en cada caso. Asimismo, se estudiaron parámetros de tipo de suelo y topografía, y la influencia en la incorporación de los mismos. Se realizó el estudio tanto en cortes como en planimetrías, observando los resultados de cada modificación realizada en el modelo.



Figura 5. Se presenta el Mapa de Ruido diurno resultante de la simulación numérica.

La Figura 5 presenta el Mapa de Ruido diurno resultante de la simulación numérica correspondiente al sector en estudio. Se observa como las avenidas principales presentan los mayores niveles de contaminación y en las zonas de plazas y Parque Sarmiento la contaminación acústica es significativamente menor, alcanzando diferencias de hasta 20 dB respecto a las avenidas principales. La costanera, por sus propias características presenta menor contaminación acústica. El área central presenta los mayores niveles, mientras que las vías secundarias los niveles disminuyen, lo cual se acentúa en los barrios aledaños al centro.

Comparación mediciones - simulación

Al considerar los valores obtenidos en las simulaciones, y que los distintos mapas presentan los resultados en rangos de niveles de 5 dB, se observa gran similitud con las mediciones realizadas, en la mayoría de los casos. Las diferencias pueden tener su origen en las condiciones adaptadas para el modelado numérico, una incorrecta estimación del tránsito vehicular o por no contemplar los diferentes tipos de suelo, entre otros. Una vez verificada estas posibles diferencias, el modelo simulado representará con mayor verosimilitud la recreación de las condiciones acústicas relevadas en las mediciones. Podemos observar esta diferencia notoria en el caso del Parque Sarmiento, donde la simulación presenta valores altos en comparación con las mediciones cuando no se considera el tipo de suelo. Situación que cambia al incorporar este parámetro, resultando valores más bajos, incluso en algunos puntos inferiores a las mediciones. Con respecto a las zonas peatonales, en las simulaciones se obtienen valores por debajo de las mediciones. Esto puede deberse a que la simulación sólo contempla fuentes de ruido al tránsito vehicular y no al peatonal; en cambio en las mediciones se registran todo tipo de sonidos, desde gritos de vendedores a pasos de los peatones.

Conclusiones

Entre los principales resultados del proyecto se destacan: la identificación de indicadores subjetivos (“molestos” o “muy molestos”) que además evidencian conciencia por parte de la ciudadanía; determinación de “zonas conflictivas” a partir de los datos recolectados de los reportes de ruido; que los niveles de ruido del área central extendida de la Ciudad de Córdoba superan ampliamente las recomendaciones de la OMS; que las simulaciones realizadas y en proceso permiten hasta el momento reafirmar los resultados obtenidos y presentar escenarios prospectivos para la planificación.

Se puede concluir que la Ciudad de Córdoba presenta un alto grado de contaminación acústica, al considerar las condiciones actuales de tránsito. Esto se encuentra avalado por las mediciones y simulaciones realizadas, y conlleva a una necesidad urgente de planificación de la ciudad considerando esta problemática, para que la misma no siga creciendo y sea mitigada.

Finalmente, se entiende que es ineludible una continua revisión de las reglamentaciones específicas que regulen una planificación en función del ruido, al mismo tiempo se necesita generar conciencia en la población sobre la importancia de la lucha contra el ruido y mecanismos adecuados para la resolución de los conflictos que genera.

Bibliografía

- Badilla Muñoz, P.; Matus Rios, A.; Soto Liebe, G.; Soto Mediana, K. (2006) *Características audiológicas de comerciantes establecidos en la vía pública expuestos a ruido urbano de la Provincia de Santiago, Chile*. Trabajo final. Escuela de Fonoaudiología. Universidad de Chile.
- Barrigón Morillas, J; Vichez Gómez, R; Méndez Sierra, J; Tejeiro Vidal, C; Bueno, L “*Presentación de una encuesta para la realización de estudios sociales sobre el impacto del ruido urbano*”. Departamento de Técnicas, Medios y Elementos de la Construcción. Universidad de Extremadura-Escuela Politécnica.
- Berglund, B.; Lindvall, T.; Schwela, D.; Goh, Kee-Tai. (2002). “*Guidelines for Community Noise*”. World Health Organization (WHO). www.who.int/peh/noise/guidelines2.html
- Coca S., Abadía L. & Maristany A., VII Congreso Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología. A. Isoglio; J.A. Echeverry-Mejía; P.F. García (compiladores). (2020) - 1ª ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Sociales.
- EPA, 1981 Environmental Protection Agency EPA. (1981). *Noise Effects Handbook. A Desk Reference to Health and Welfare Effects of Noise*. USA. Noise Pollution Clearinghouse.
- González G. M., Santillán, A. (2006). Del Concepto de Ruido Urbano al de Paisaje Sonoro. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 1(10). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Llimpe, C; Recuero, M; Moreno, J. “*Encuestas sobre molestias causadas por el ruido en el Centro Histórico de Lima, Perú: Análisis Subjetivo relacionada al estudio objetivo*”. GI2A2. Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Maristany A., Abadía L., Valentini J. (2013). Contaminación Sonora en el Área Central de la Ciudad de Córdoba. *Libro En Clave Ciudadana*. Red Ciudadana Nuestra Córdoba.
- Recuero López, M. (2003). “*Contaminación Acústica*”. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Madrid.
- Software LimeSurvey: <https://www.limesurvey.org/> Software OrbisGIS: <http://orbisgis.org/>
- Sommerhoff J., Recuero M., Suarez E., (2004). *Community noise survey of the city of Valdivia, Chile*. *Applied Acoustics*, 65, pp 643–656.
- Suárez, E., Recuero, M. (2002). *Metodologías Simplificadas para Estudios en Acústica Ambiental: Aplicación en la Isla de Menorca*. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica, Departamento de Mecánica y Fabricación, E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, España.