

## COMPORTAMIENTO TEMPORAL DEL RUIDO URBANO EN SECTOR DEL MICROCENTRO DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA

### TEMPORAL BEHAVIOR OF URBAN NOISE IN DOWNTOWN OF THE CITY OF CÓRDOBA

Jorge A. Pérez Villalobo<sup>a</sup>, Horacio H. Contrera<sup>a</sup>, Raúl A. Bodoira<sup>a</sup>, Valentín I. Lunati<sup>a</sup> y  
María A. Hinalaf<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>*Centro de Investigación y Transferencia en Acústica, CINTRA, Unidad Asociada del CONICET, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, X5016ZAA Córdoba, Argentina, jorgeperezvillalobo@gmail.com, <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/cintra>*

<sup>b</sup>*Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Enrique Barros s/n, X5016ZAA Córdoba, Argentina, <http://www.fono.fcm.unc.edu.ar>*

**Palabras clave:** ruido urbano, contaminación sonora, Córdoba, análisis temporal del ruido.

**Resumen.** Elevados niveles sonoros presentes en una zona determinan un alto grado de contaminación acústica en dicho sector, por lo que en estos casos, es importante analizar y caracterizar la evolución en el tiempo de los niveles de ruido en un punto dado. Con esta finalidad, se realizaron mediciones continuas a lo largo de varias semanas en un punto fijo ubicado en una vivienda unifamiliar del microcentro de la ciudad de Córdoba (Argentina). Se determinó el parámetro sugerido por la normativa de ruido internacional, es decir, el nivel sonoro continuo equivalente para distintos intervalos de tiempo. El relevamiento contempló tanto días laborables como no laborables. Los resultados muestran que durante el horario diurno los niveles sonoros son elevados en la semana completa, y que en horario nocturno si bien los niveles son inferiores con respecto a los diurnos, exceden los niveles máximos recomendados por las guías internacionales. También es importante destacar que de los resultados se infiere que la noche acústica es corta en los días laborables y casi inexistente los fines de semana.

**Keywords:** urban noise, noise pollution, Córdoba, noise temporal analysis.

**Abstract.** High sound levels present in an area determine a high degree of noise pollution in this sector, so in these cases, it is important to analyze and characterize the time evolution of noise levels at a given point. With this objective, continuous measurements were made in several weeks at a fixed point located in a single-family house in downtown of the city of Córdoba (Argentina). The parameter suggested by the international noise regulation was calculated, that is the equivalent continuous sound level for different time intervals. The survey included working days and non-working days. The results show that during the daytime the sound levels are high in the whole week, and at night, although the levels are lower than the day, exceed the maximum levels recommended by international guidelines. It is also inferred from the results, that the acoustic night is short on weekdays and almost non-existent on weekends.

## 1 INTRODUCCIÓN

Entre los principales problemas de polución ambiental que presentan los grandes centros urbanos, el ruido suele estar considerado entre los primeros, en orden de importancia, y siendo la contaminación atmosférica la que lidera este ranking (García Rodríguez, 2006). Esto se traduce en un detrimento de la calidad de vida de sus habitantes.

Se puede aseverar que la contaminación acústica es en gran medida común a todos los centros urbanizados y que la cantidad de habitantes que se ven afectados por este flagelo es cada vez mayor y que seguirá aún incrementándose en el futuro resultado de la creciente urbanización, aumento del tránsito vehicular, etc. Hay diferentes opiniones y puntos de vista acerca de cuál es la fuente de ruido que causa más molestia. Sin embargo, respecto del ruido urbano, se puede afirmar sin ninguna duda que el ruido del tránsito es el más rechazado por las personas (Lam et al., 2009; Méline et al., 2013; EEA, 2014). Ya en 1978 un estudio mostraba que en los Estados Unidos alrededor del 46 % de la población urbana se sentía molestanda por el ruido, de los cuales el 86 % identificaban al ruido del tránsito como la principal fuente de molestia (Fidell, 1978). Investigaciones más recientes coinciden con esto último, determinando que el ruido de los vehículos es la fuente acústica más importante en los entornos urbanos y que globalmente los niveles sonoros ambientales en las ciudades han aumentado, mayormente a partir de 1980, debido al incremento del tránsito automotor (EEA, 1994; Montalvão et al., 2011). Esto lleva a que, por ejemplo en el caso de la Unión Europea, más del 50 % de su población esté expuesta a niveles de ruido superiores a los 55 dBA debido al transporte rodado (Sánchez Sánchez et al., 2015)

Los efectos que estos elevados niveles de ruido pueden producir en la población que se encuentra expuesta durante prolongados períodos de tiempo, son bien conocidos en algunos casos, aunque a la vez constantemente aparecen estudios que demuestran nuevos efectos nocivos o riesgos asociados con este contaminante. Existen efectos tanto psicológicos como fisiológicos. Entre estos últimos hay que mencionar quizás el más importante y común, como lo es la pérdida de la capacidad auditiva, pero sin menospreciar otros riesgos asociados al sistema cardiovascular –como el incremento en la presión sanguínea, la elevación del ritmo cardíaco y la vasoconstricción–. Por otro lado, entre los efectos psicológicos, el ruido puede provocar incremento en el nivel de estrés, cambios de comportamiento, disminución de la capacidad cognitiva, entre otros. (Berglund et al., 1999; Basner et al., 2014)

Ante este flagelo y con la intención de fijar valores que sirvan de referencia en todo lo relacionado al ruido ambiental, la Organización Mundial de la Salud (OMS) fijó niveles guía para distintos tipos de situaciones y horarios (Berglund et al., 1999).

El presente estudio tuvo como finalidad analizar en un sector específico del microcentro de la ciudad de Córdoba (Argentina) –caracterizado por una alta densidad de tráfico rodado– el comportamiento temporal diario de la contaminación sonora durante un período prolongado.

## 2 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el presente estudio, en primera instancia se definió estratégicamente un punto ubicado sobre una avenida céntrica de intenso tránsito vehicular donde se desarrollan distintos tipos de actividades (comercial, residencial, hospitalaria, entre otras). Todo el sector definido como microcentro de la ciudad había sido caracterizado acústicamente con anterioridad a través de mapas de ruido (Pérez Villalobo et al., 2016), de donde se desprendía que una de las arterias que presentaba los niveles más elevados de ruido, era la Av. Colón. Por ello, se seleccionó un edificio de departamentos –ubicado en Av. Colón 532– de 11 plantas (planta baja y diez pisos) erigido sobre el lateral Norte de la avenida con circulación Oeste-

Este, ver [Figura 1](#).



Figura 1: Imagen satelital del sector analizado.

El flujo vehicular promedio por esta arteria era de aproximadamente 2230 vehículos/h durante el día (7 % de pesados), y 190 vehículos/h por la noche (6% de pesados). El edificio cuenta con edificaciones colindantes de altura y características similares a ambos lados y al frente, formando una arteria con un *perfil U*. Puntualmente se desarrolló en un departamento ubicado en el 2° piso, a una altura de 8 m con respecto al nivel de vereda y con ventanas hacia la calle. Específicamente las mediciones se efectuaron en el balcón del departamento, el cual sobresale respecto del plano de fachada aproximadamente 1,5 m, y posee una extensión hacia el interior de 4 m. El equipamiento de medición fue ubicado a 0,5 m de la baranda (la cual es de varillas de acero, resultando transparente a las ondas sonoras) y del lado interno del balcón. En la [Figura 2](#) que se presenta a continuación se muestra la ubicación del equipo de medición.

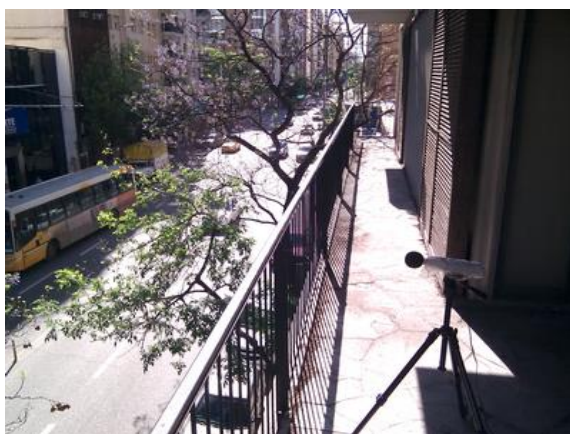


Figura 2: Imagen del punto de medición.

En este punto el equipo quedó instalado en forma fija dado que se relevaron los niveles sonoros instantáneos las 24 h del día, durante 14 días continuos, integrando tanto días laborables y no laborables.

El instrumental utilizado fue un medidor de nivel sonoro marca Bruel & Kjaer modelo 2250 clase 1. Siguiendo las buenas prácticas de relevamiento sonoro, se realizaba diariamente una verificación de la calibración del medidor, a la vez que se descargaba la información del instrumento a una computadora y se revisaba el estado general y la batería del equipamiento. Todo esto interrumpía el monitoreo durante no más de 3 minutos diarios.

Asimismo, es importante resaltar que dado que el equipo medidor de nivel sonoro no contaba con un micrófono para uso en forma permanente a la intemperie, las mediciones continuas se llevaron a cabo del lado interior del balcón, como ya se mencionó. Sin embargo, también se realizaron varias mediciones de corta duración (aproximadamente 30 minutos) en distintos días y horarios con un segundo equipo instalado del lado externo al balcón y en forma simultánea con las desarrolladas del lado interno. Con la ayuda de un boom (prolongador) el micrófono del segundo equipo se instaló a 1,5 m de la baranda –externo a esta– y sobre el plano vertical coincidente con el cordón cuneta de la Av. Colón. Al comparar el comportamiento, es decir, el andar de la función nivel sonoro vs. tiempo entre las mediciones internas y externas, se constató que el perfil era el mismo, y se observó una diferencia promedio entre ambos del orden de 0,9 dBA (niveles mayores del lado externo). Con este dato se corrigieron los valores relevados en el interior, y son los expresados en la [Figura 3](#). Aplicando esta corrección se cumplía con las recomendaciones planteadas por la [IRAM 4113-2:2010](#) en cuanto al procedimiento de medición *in situ* para la determinación de los niveles de ruido ambiental (a excepción de la altura de montaje, que en este caso era de 8 m).

El principal parámetro de ruido que se registró es el nivel sonoro continuo equivalente,  $L_{Aeq}$ , a intervalos de 1 h ([Crocker, 2007](#)), definido por la ecuación (1)

$$L_{Aeq} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \int_0^T p^2 dt / p_0^2 \right) \quad (1)$$

donde el período  $T$  es especificado para 1 h, y siendo  $p$  la presión sonora instantánea, y  $p_0$  la presión sonora de referencia (20  $\mu$ Pa).

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la metodología de medición planteada anteriormente, los resultados de ruidos obtenidos a lo largo de dos semanas, son los que se presentan a continuación.

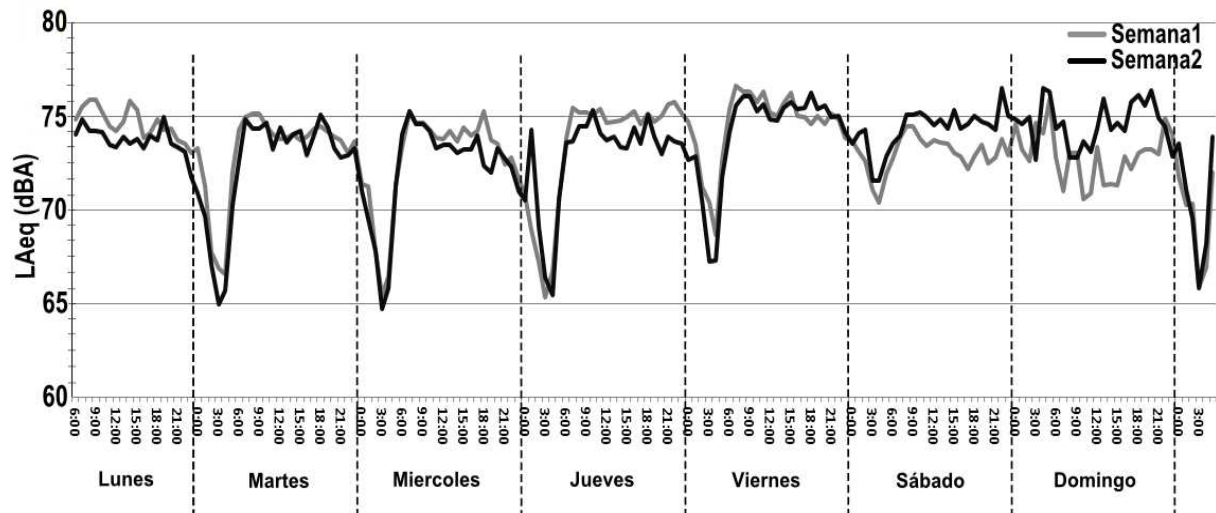


Figura 3: Comportamiento temporal del ruido en el punto de medición.

Del análisis de la Figura 3 se puede extraer que los niveles sonoros durante los días laborables (lunes a viernes), presentan escasa variabilidad –del orden de los 73 a 76 dBA– en el horario comprendido entre las 7:00 y 23:00 h aproximadamente, con leves picos máximos de ruido alrededor de las 8:00 h y en algunos casos también a las 19:00 h. Los días viernes los niveles son más elevados que en el resto de los días laborables. Podría decirse que la “noche acústica” comienza alrededor de la 1:00 h y concluye próximo a las 6:00 h, esto significa una noche relativamente corta. Los niveles sonoros más bajos (próximos a 65 dBA) se dan alrededor de las 3:00 h. La noche acústica del viernes-sábado es muy corta.

En los días no laborables (sábados y domingos) el comportamiento es distinto, dado que los niveles sonoros presentan menor variabilidad desde el amanecer del sábado hasta la noche del domingo, con una leve disminución de los niveles sonoros durante la mañana dominical. La noche acústica del sábado-domingo prácticamente no existe y durante la madrugada del domingo –alrededor de las 5:00 h– se presentan los mayores picos de ruido de todo el fin de semana. La diferencia de niveles existente entre los días no laborables de la semana 1 y la semana 2, podría deberse a que la primera coincidía con el fin de mes y la segunda con el comienzo de mes, lo que estaría provocando un cambio perceptible en la actividad comercial y de ocio en el área analizada que tiene su correlato en lo acústico.

Si se contemplan los catorce días –laborales y no laborales– el nivel sonoro equivalente diurno (7:00 a 19:00 h),  $L_d$ , presenta un valor de 74,5 dBA; el nivel equivalente por la tarde (19:00 a 23:00 h),  $L_e$ , un valor de 74,2 dBA, y el nivel equivalente nocturno (23:00 a 7:00 h),  $L_n$ , unos 72,2 dBA. El parámetro representativo durante las 24 h, es decir, el nivel equivalente día-tarde-noche,  $L_{den}$ , es de 78,9 dBA (Directiva UE, 2002).

## 4 CONCLUSIONES

El estudio desarrollado permitió conocer el comportamiento de los niveles sonoros en el sector según los días de la semana y las distintas horas del día. Puede decirse que, en general, los niveles medidos de día –73 dBA a 76 dBA– son altos, presentando escasa variabilidad durante los días laborables de la semana –lunes a viernes–, aunque el día viernes esos niveles sonoros se incrementan. Otro resultado importante es la comprobación que a medida que transcurren los días de la semana la noche acústica se va acortando dado que los niveles sonoros se incrementan progresivamente. Cabe resaltar este resultado, dado que al menos durante dos noches a la semana los residentes de la zona pueden ser altamente perturbados en sus horas de descanso, especialmente si sus dormitorios dan a la calle y el aislamiento de la edificación no es apropiado para el ambiente sonoro del entorno.

Tomando como referencia los niveles publicados por la OMS (Berglund et al., 1999) para molestia generada por el ruido, se infiere que los valores diurnos  $L_d=74,5$  dBA y  $L_e=74,2$  dBA, relevados en este sector del microcentro de la ciudad de Córdoba, sobrepasan ampliamente los 55 dBA recomendados para ambientes exteriores de viviendas en ese horario. En tanto que en el horario nocturno, también se observa que el nivel representativo  $L_n=72,2$  dBA está muy por encima de los valores recomendados para ambientes exteriores de dormitorios durante la noche (45 dBA). Dejando en claro que el sector presenta un elevado grado de contaminación sonora en los distintos horarios y a lo largo de toda la semana.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido posible gracias al apoyo de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado (SCTyP) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), el CINTRA (UA del CONICET) de la UTN-Facultad Regional Córdoba y el Departamento de Ingeniería Civil de la UTN-Facultad Regional Córdoba.

## REFERENCIAS

- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., Stansfeld, S., Auditory and nonauditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383:1325-1332, 2014.
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D., Guidelines for community noise. *World Health Organization*, WHO, 1999.
- Crocker, M., *Handbook of noise and vibration control*. 1st ed. New York, 2007.
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. *Evaluación y gestión del ruido ambiental*. Diario oficial de la UE L189/12-25, del 25 de Junio de 2002.
- European Environment Agency (EEA), Noise in Europe 2014. EEA Report No.10/2014.
- European Environment Agency (EEA). Europe's environment: the dobri assessment. Copenhagen. October 1994.
- Fidell, S., Nationwide urban noise survey. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64:198-206, 1978.
- García Rodríguez, A. *La contaminación acústica. Fuentes, evaluación, efectos y control*. Sociedad Española de Acústica, 1º edición. Madrid, 2006.
- IRAM 4113-2, *Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2 - Determinación de niveles de ruido ambiental*. Argentina, 2010.
- Lam, K., Chan, P., Chan, T., Au W., Hui, W., Annoyance response to mixed transportation noise in Hong Kong. *Applied Acoustics*, 70:1-10, 2009.
- Méline, J., Van Hulst, A., Thomas, F., Karusisi, N., Chaix, B., Transportation noise and annoyance related to road traffic in the French Record study. *International Journal of Health Geographics*, 12:44, 2013.

- Montalvão, I., Bertoli, S., Zannin, P., Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju – Brazil. *Science of the Total Environment*, 412:66-76, 2011.
- Perez Villalobo, J., Contrera, H., Bodoira, R., Cáceres, E., Hinalaf, M., Serra, M., Characterization of noise pollution in downtown of Cordoba city. *Proceedings XXII International Congress on Acoustics ICA 2016 – X Congreso Iberoamericano de Acústica FIA 2016*, 311, 2016.
- Sánchez Sánchez, R., Fortes Garrido, J., Bolívar, J., Characterization and evaluation of noise pollution in a tourist coastal town with an adjacent nature reserve. *Applied Acoustics*, 95:70-76, 2015.