



ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA SONORA ASOCIADA A LA ACCESIBILIDAD DE CIUDADES ANDALUZAS DE TAMAÑO MEDIO CON CASCO HISTÓRICO

PACS: 43.50 Sr

Serrano, Susana; Vida, Jerónimo; Ruiz, Diego P.
Dpto. Física Aplicada
Facultad de Ciencias
Universidad de Granada
18071 Granada
Tel: +34 958 249 096
Fax: +34 958 243 214
E-mail: serrano@ugr.es; jvida@ugr.es; druiz@ugr.es

ABSTRACT

The environmental quality of a town depends on different factors, noise born in it is one of them. This pollutant is becoming more important in our nowadays society, and this fact is the cause that its valoration, analysis and management are increasingly included in studies and actions developed in the cities.

This communication shows an analysis of noise pollution levels in urban centres of the following cities Antequera, Priego de Cordoba and Guadix, which have centres with a high historical-cultural value. The objective of this study is to characterize the noise associated with the approached roads to the centre and to test and adapt basic noise models to predict future changes in noise values associated with modifications in the traffic flow to the centre. The measured levels show a strong dependence on both composition and flow traffic and urban development structure in the moment of the measurements.

RESUMEN

La calidad ambiental de una ciudad depende de diversos factores, siendo el ruido soportado en la misma uno de ellos. La mayor importancia con la que empieza a verse a este contaminante hace que la valoración, análisis y gestión del mismo esté presente cada vez más en los estudios y actuaciones desarrollados en las ciudades.

El presente documento muestra un análisis de los niveles de contaminación por ruido en los núcleos urbanos de los municipios de Antequera, Priego de Córdoba y Guadix, municipios que cuentan con centros de un alto valor histórico-cultural. El objetivo de este estudio es caracterizar el ruido asociado con las vías de entrada y testear y adaptar modelos básicos de predicción de ruido para estimar cambios futuros en los niveles de ruido asociados con modificaciones en el flujo de tráfico hacia el centro. Los niveles medidos presentan una clara dependencia de la estructura urbanística así como del volumen y composición del tráfico existente en el momento de la valoración del ruido.

CAMPAÑA DE MEDIDAS

La campaña de medidas acústicas se ha realizado, por este orden, en las localidades de Antequera (Málaga), Priego de Córdoba (Córdoba) y Guadix (Granada) En cada población los registros se han adquirido conforme a la normativa legal vigente en Andalucía en materia de medición, evaluación y valoración de ruidos y vibraciones [1][2][3][4]. El instrumental empleado ha sido un sonómetro Tipo I marca CESVA SC20-C propiedad del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Granada, bajo la custodia y mantenimiento de la Unidad de Acústica Física y Ambiental (UAFA) que garantiza en todo momento su óptimo funcionamiento conforme a las establecido en la normativa antes indicada.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para el análisis de los resultados obtenidos, se han considerado tres zonas diferenciadas en cada municipio: Casco Antiguo (CA), Zona Comercial y de Residencia (ZCR) y Vías de Acceso (VA). Los resultados experimentales obtenidos en cada municipio en función de esta clasificación, se expresan en las siguientes Tablas:

CIUDAD	Lugar medidas	L ₁₀ (dBA)	L ₅₀ (dBA)	L ₉₀ (dBA)	L _{eq} (dBA)
Antequera 11/02/2002	Plaza Mercado	67,6	61,9	58,3	65,8
	Trinidad	71,4	63,4	56,4	71,0
	Mercillas	69,3	60,7	55,1	66,9
Priego de Córdoba 06/03/2002	San Marcos	75	67,3	61,0	72,1
	Cervantes	73,2	64,5	56,5	70,2
	Plaza del Ayuntamiento 1	74,8	68,1	61,5	72,0
	Rivera	74,3	65,6	58,0	71,2
	Plaza del Ayuntamiento 2	74,6	66,2	59,6	73,1
Guadix 30/09/2002	Avda. Mariana Pineda	74,3	67,2	59,0	71,9
	San Miguel	73,1	64,4	54,3	71,6
	Cruz de Piedra	65,5	57,1	48,6	63,8
	Plaza de la Catedral	68,8	60,8	54,4	68,1

Tabla 1: Puntos de medida en función del municipio catalogados como CASCO ANTIGUO

CIUDAD	Lugar medidas	L ₁₀ (dBA)	L ₅₀ (dBA)	L ₉₀ (dBA)	L _{eq} (dBA)
Antequera 11/02/2002	Infante D. Fernando 1	75,4	70,9	67,5	72,8
	Plaza San Sebastián	74,8	68,8	63	72,7
	Infante D. Fernando 2	77,1	69,8	63,7	74,5
Priego de Córdoba 06/03/2002	Estación Autobús 1	78,5	73,1	68,6	76,9
	Estación Autobús 2	76,6	69,3	60,7	75,1
Guadix 30/09/2002	Centro de Salud	62,7	54,2	48,9	60,9
	Avda. Medina Olmos (Catedral)	76,6	70,2	65,6	74,2
	Avda. Medina Olmos (Cuartel GC)	75,1	69,9	64,8	73,3

Tabla 2: Puntos de medida en función del municipio catalogados como ZONA COMERCIAL y de RESIDENCIA

CIUDAD	Lugar medidas	L ₁₀ (dBA)	L ₅₀ (dBA)	L ₉₀ (dBA)	L _{eq} (dBA)
Antequera 11/02/2002	Cuesta de Archidona	76,9	69,5	60,6	73,5
	Alameda 1	73,4	66,9	61,3	71,2
	Alameda 2	73,3	68,2	63,2	71,8
	Avda. La Legión	74	64,9	59	70,6
	Alameda 3	75,8	69,1	64,6	73,5
Priego de Córdoba 06/03/2002	Plaza de Toros	75,6	66,6	56,7	72,2
	Polideportivo	72,9	56,8	49,3	73,9
	Guardia Civil	73,3	67,7	59,5	70,5
Guadix 30/09/2002	Ctra. de Granada	77,5	69,0	60,9	73,8
	Camino Paulenca	70,1	60,2	54,5	68,3
	Avda. Buenos Aires	78,3	70,4	63,3	76,3

Tabla 3: Puntos de medida en función del municipio catalogados como VÍAS DE ACCESO

ANÁLISIS Y VALORACIÓN GLOBAL

De forma global, considerando todos los municipios, el valor medio de los descriptores o índices de valoración para cada una de esas zonas es el siguiente:

INDICES DE VALORACION MEDIOS (dBA)				
ZONA	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{eq}
CASCO ANTIGUO	71,8	63,9	56,9	69,8
ZONA COMERCIAL Y DE RESIDENCIA	74,6	68,3	62,9	72,6
VÍAS DE ACCESO	74,6	66,3	59,4	72,3

Tabla 4: Valor medio de los índices de valoración para cada zona considerada

Como puede observarse existe una clara diferencia entre la zona Casco Antiguo y el resto, reflejado en un valor inferior del nivel equivalente (L_{eq}) así como de los otros indicadores. Este nivel, 69,8 dBA, es superior a los 55 dBA considerado por la Organización Mundial de la Salud como nivel medio que permite cierta comodidad acústica en zonas de residencia [5]. No obstante, es ligeramente inferior a los 70 dBA recomendados por este Organismo para “zonas de actividad comercial e industrial con tráfico de vehículos” y en los Cascos Antiguos de los municipios considerados existe normalmente actividad comercial aunque con escasa presencia de tráfico. Esta circunstancia se manifiesta en un valor inferior del ruido de fondo (L_{90}) y de pico (L_{10}) con respecto a las otras zonas consideradas.

Los resultados obtenidos para las otras dos zonas son más parecidos, aunque cualitativamente existen diferencias notables que se pueden observar en distintos valores de ruido de fondo. La mayor velocidad de los vehículos en las Vías de Acceso, unido a la existencia de bandas sonoras en algunos casos, da lugar a un nivel equivalente de igual magnitud que en la Zona Comercial y de Residencia. No obstante, la menor intensidad, en general, de este tráfico y la menor agitación debida a comercio o tránsito de personas, se puede manifestar en un ruido de fondo inferior (59,4 dBA) en las Vías de Acceso con respecto a la ZCR (62,9 dBA).

MODELIZACIÓN DEL RUIDO. LA PREDICCIÓN DE NIVELES SONOROS

Del análisis efectuado se constata que la contaminación acústica ambiental tiene su origen en las actividades humanas, de las cuales las principales son, de mayor a menor importancia, los medios de transporte (tráfico), las actividades industriales, actividades de ocio, actividades comunitarias y obras públicas [6]. De todas ellas y en la mayoría de los puntos analizados, la fuente de ruido que produce más molestias es el tráfico (según los estudios de la JJAA en torno al 80 % del ruido soportado en las ciudades andaluzas tiene su origen en el tráfico de vehículos). Muestra de ello lo tenemos en el siguiente gráfico (Fig.1), en el que la principal diferencia en el nivel sonoro entre ambos puntos de similares características es el caudal de vehículos:

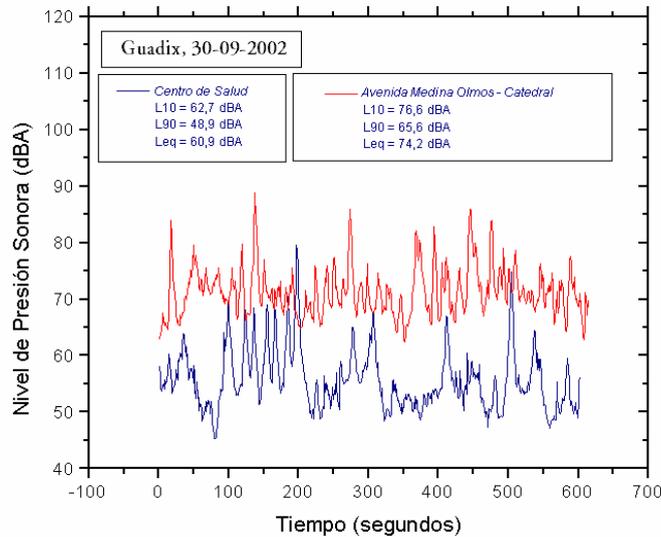


Fig 1. Evolución temporal de los Niveles de Presión Sonora en dos puntos de la categoría ZCR de Guadix.

Debido a ello se han utilizado para caracterizar el nivel sonoro en las ciudades modelos predictivos para ruido de tráfico, que como puede comprobarse explica de forma muy satisfactoria los niveles medidos en las vías escogidas. Para ello es importante evaluar los distintos factores que influyen en los niveles de ruido medidos. A continuación se va a proceder a predecir el nivel de ruido usando modelos experimentales que arrojan como resultado el nivel continuo equivalente en función de las distintas variables involucradas en el problema. Antes de mostrar los resultados obtenidos analicemos las variables que van a influir en los resultados.

En primer lugar, la producción de ruido por parte del tráfico rodado depende fundamentalmente del volumen de tráfico (expresado normalmente como el índice medio horario IMH ó número de vehículos que transitan en la vía por cada hora). En la inmensa mayoría de los modelos, el impacto del volumen de tráfico en el nivel sonoro responde a una expresión logarítmica del tipo:

$$L_{eq} = a + 10 \log(IMH (1 + b * p))$$

donde a y b son constantes específicas del problema, p es el porcentaje de vehículos pesados, y L_{eq} es el nivel equivalente básico. Esta expresión implica que es el caudal de tráfico el factor fundamental que influye en el nivel de ruido presente en el ambiente urbano. Este nivel equivalente básico se ve incrementado por otros factores que pueden significar incrementos de hasta el 30 % del nivel básico anterior.

Estas nuevas variables que contribuyen entre otras a incrementar el ya de por sí elevado ruido de tráfico que soportan nuestras ciudades, son las siguientes: tipo de fuente considerada en función del caudal, pavimento, topografía edificios, pendiente de la calzada, tipo de conducción, etc.

Teniendo en cuenta todos estos factores, se ha aplicado un modelo semiempírico para la predicción de niveles sonoros en algunas vías significativas de las ciudades donde se ha realizado este estudio. El modelo aplicado es el modelo propuesto por el MOPU (Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental: Carreteras y ferrocarriles), que se basa en la disponibilidad de datos tales como el índice medio horario, porcentaje de vehículos pesados, configuración urbano-topográfica (altura de las edificaciones, anchura de vía, ángulo de visibilidad de la calzada), y características de la vía (pendiente de la calzada y características del pavimento). A partir de estos datos medidos o evaluados en las distintas vías, así como correcciones introducidas al modelo original para tener en cuenta la

influencia de las motocicletas en los niveles sonoros ambientales, se han obtenido los resultados expresados en las tablas que se muestran a continuación:

ANTEQUERA	Trafico medio IMH	Porcentaje de pesados	Anchura via (m)	Distancia fachadas (m)	Altura edificios (m)	L _{eq} predicho	L _{eq} predicho a pie fachada	L _{eq} medido (dBA)
VALOR MEDIO EN LA POBLACIÓN	1118	0,02	8	15	9	70,9	67,5	
Alameda 2	1494	0,02	10	17	12	71,3	68,4	71,8
Plaza San Sebastián	828	0,02	8	15	12	72,1	67,9	72,7
Infante D. Fernando 2	724	0,01 Motos 0,11	8	15	12	75,0	70,8	74,5

Tabla 6: Comparación entre nivel sonoro medido y predicho en función de las variables indicadas en ANTEQUERA

PRIEGO	Trafico medio IMH	Porcentaje de pesados	Anchura via (m)	Distancia fachadas (m)	Altura edificios (m)	L _{eq} predicho	L _{eq} predicho a pie fachada	L _{eq} medido (dBA)
VALOR MEDIO EN LA POBLACIÓN	368	0,09	5,5	15,5	9	71,8	68,3	
San Marcos	402	0,09 MOTOS	5,5	15,5	9	72,2	68,77	72,1
Estación Autobús 1	1302	0,13 MOTOS	6	15,5	9	77,8	74,5	76,9
Estación Autobús 2	636	0,07 MOTOS	5,5	15,5	9	73,5	68,7	75,1

Tabla 7: Comparación entre nivel sonoro medido y predicho en función de las variables indicadas en PRIEGO

GUADIX	Trafico medio IMH	Porcentaje de pesados	Anchura via (m)	Distancia fachadas (m)	Altura edificios (m)	L _{eq} predicho	L _{eq} predicho a pie fachada	L _{eq} medido (dBA)
VALOR MEDIO EN LA POBLACIÓN	1158	0,06	11	14,5	12	69,7	68,58	
Avda. Medina Olmos (Catedral)	1218	0,06 MOTOS	11	14,5	CALLE L	72,2	69,27	74,2
Avda. Medina Olmos (Cuartel GC)	1158	0,06 MOTOS	11	14,5	CALLE L	71,9	69,0	73,3

Tabla 8: Comparación entre nivel sonoro medido y predicho en función de las variables indicadas en GUADIX

En las tablas anteriores se muestra los factores más significativos anteriormente comentados que influyen en los niveles sonoros y que se han utilizado en los modelos predictivos, como son el IMH, porcentaje de pesados, anchura de la vía, distancia entre las fachadas y altura media de los edificios. El resultado del modelo se muestra en la columna 7 justo para el punto de medida, y en la columna 8 el resultado predicho justo sobre la fachada de los edificios, valor que se puede tomar como referencia de comparación. En la última columna se muestran los resultados experimentales medidos en los municipios en cuestión. Si se comparan los resultados se observa el buen acuerdo entre el modelo y la realidad sonora, justificando por un lado, el origen del ruido medido y por otro la influencia relativa de los distintos factores antes comentados.

Por último, teniendo en cuenta los datos obtenidos en lo referente al nivel de ruido medido y predicho en las ciudades analizadas, podemos realizar un breve análisis de las tipologías urbanas encontradas. En el casco antiguo, generalmente la edificación es del tipo cerrado, con fachadas construidas en la faja perimetral, cerrando uno o varios patios interiores. Las calles tiene generalmente forma en U, es decir, con edificaciones en ambos lados, y los ruidos generados en ellas sufren escasas pérdidas en los rebotes entre fachadas, debido al bajo

coeficiente de absorción de las mismas. La estrechez de algunas vías hace que en ocasiones menos de un 10 % del ruido directo escape por la parte superior. Si a ello unimos el adoquinado que muestran algunas vías concluimos que constituyen zonas en las que el ruido generado se ve débilmente amortiguado. Sin embargo, la limitación del caudal de tráfico o la peatonalización hace que no se registren niveles insoportables de ruido para los habitantes de estas zonas, predominando en ocasiones el ruido procedente de actividades comunitarias.

En las zonas de la periferia o de las vías de acceso se encuentran normalmente vías más anchas, con tipologías más abiertas, aunque expuestas a un elevado caudal de circulación de vehículos que incrementa los niveles de ruido. En este caso, una adecuada disposición de la trama o red urbana, pavimentos drenantes, una planificación urbanística adecuada y el uso de edificaciones en isla cerrada con gran profundidad edificable serían fundamentales para la reducción de los niveles sonoros observados, que en muchas ocasiones superan las recomendaciones de la OMS para evitar efectos lesivos sobre la salud humana.

CONCLUSIONES

El nivel sonoro equivalente medido en los núcleos estudiados presenta de media un valor de 71,6 dBA, valor algo superior a la media hallada para ciudades andaluzas en estudios previos [7], si bien tenemos que tener en cuenta que este valor no es representativo para todo el núcleo urbano ya que las medidas se efectuaron en todo momento en el margen de las vías de circulación. Si tenemos en cuenta los niveles sonoros registrados en otras vías de circulación de poblaciones con mayor número de habitantes [8] estos niveles resultan ser inferiores debido al menor caudal de tráfico soportado

Tras el estudio de los niveles de ruido en los núcleos urbanos podemos afirmar que en lo referido al ruido ambiental, y sobre todo cuando éste procede principalmente del tráfico rodado, el planeamiento urbanístico del territorio se convierte en algo fundamental. En este planeamiento el utilizar los modelos predictivos para la modelización del ruido procedente del tráfico y realizar las oportunas modificaciones para conseguir unos niveles de ruido aceptables para la población es primordial, de modo que pequeñas variaciones en una primera fase pueden dar lugar a una disminución importante del ruido como ha quedado demostrado tras este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental
- [2] Reglamento de la Calidad del Aire, aprobado mediante decreto 74/1996, de 20 de febrero
- [3] Orden de 23 de febrero de 1996, que desarrolla el decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de la Calidad del Aire, en materia de medición, evaluación y valoración de ruidos y vibraciones
- [4] Orden de 3 de septiembre de 1998, por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección del medio ambiente contra los ruidos y vibraciones
- [5] Guidelines for Community Noise. Organización Mundial de la Salud. Ed. By Birgitta Berglund, Thomas Lindvall and Dietrich Schwela, April 1999.
- [6] Harris, Cyril M. "Manual de medidas acústicas y de control del ruido". Ed. Mc.Graw-Hill. 1995.
- [7] Arriaga Sanz, José M^a; Flores Pereita, Pedro; Flores Domínguez Rodino, Pedro; Casado Sola, Matias. "Estudio de la contaminación ambiental acústica en Andalucía. Análisis comparativo entre ciudades de más de 50.000 habitantes y ciudades entre 20.000 y 50.000 habitantes". Actas del Tecniacústica 2001.
- [8] S. Serrano Ortiz, J. Vida Manzano, D.P. Ruiz Padillo "Estudio del problema de ruido de tráfico generado por la autovía de circunvalación de Granada". Actas del Tecniacústica 2002.