

EL MÉTODO DE CATEGORIZACIÓN APLICADO AL ESTUDIO DE RUIDO DE UNA CIUDAD EXTREMEÑA DE PEQUEÑO TAMAÑO

PACS: 43.50.Sr

Rey Gozalo, Guillermo; Barrigón Morillas, Juan Miguel; Gómez Escobar, Valentín; Carmona del Río, Javier; Vílchez-Gómez, Rosendo; Méndez Sierra, Juan Antonio.
Dpto. de Física Aplicada, Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura.
Avda. de la Universidad s/n,
10071 Cáceres. España
Tel.: 34 927 257 195
Fax: 34 927 257 203
guille@unex.es

ABSTRACT

In Zafra town, with a population of 16.218 inhabitants, we elaborated a map of diurnal noise using a sampling method based on the different use of the streets of the city as a way of communication between the different zones of the city or between the city and other urban cores or other zones of the territory. This sampling method, called categorization method, allowed us to stratify the urban noise in five categories that presented significant differences except between the category 2 and 3.

RESUMEN

En la localidad extremeña de Zafra, con una población de 16.218 habitantes, hemos elaborado un mapa de ruido diurno utilizando un método de muestreo basado en la diferente utilidad que las calles de la ciudad tienen como medio de comunicación entre las distintas zonas de la ciudad o entre la ciudad y otros núcleos urbanos u otras zonas del territorio. Este método de muestreo, denominado método de categorización, nos permitió estratificar el ruido urbano en cinco categorías las cuales presentaban diferencias significativas excepto entre la categoría 2 y 3.

INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida. Las fuentes de ruido que más contribuyen a esta clase de contaminación son los medios de transporte, y en especial el tráfico rodado [1].

Sin embargo, diversos estudios realizados los últimos años han puesto de manifiesto que la existencia de niveles de contaminación sonora más o menos elevados no es un fenómeno

exclusivo de las grandes ciudades, sino que, con mayor o menor importancia, esta misma situación se produce también en ciudades de tamaño medio e incluso pequeño [2, 3].

Este fenómeno de contaminación acústica observado en ciudades pequeñas, nos motivó a llevar a cabo el presente estudio, enmarcado en un trabajo más amplio, en la localidad de Zafra.

La localidad de Zafra, con una población de 16.218 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2008), se encuentra al sur de Extremadura aproximadamente a 72 km de Badajoz. Es uno de los municipios más importantes de la provincia de Badajoz, cabeza industrial de la comarca Zafra-Río Bodión. Se espera que en los próximos años llegue a duplicar su población debido a su estratégica situación en el centro de un importante nudo de comunicaciones que unen varias capitales provinciales y regionales: Badajoz, Mérida, Sevilla, Huelva y Córdoba.

El 61,6% de la población de Zafra se encuentra empleada en el sector servicios, seguido del sector industrial con un 25,5% y, por último, tenemos la construcción con un 10,2% y la agricultura 2,7% (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Tesorería General de la Seguridad Social, 2007).

Además de analizar la situación acústica de una ciudad de pequeño tamaño, otro de los objetivos que nos planteamos en este trabajo fue estudiar el funcionamiento del método de categorización en estas localidades de este tamaño. Este método de muestreo se basa en estratificar las calles según su utilidad como medio de comunicación entre las diferentes zonas de la ciudad o entre la ciudad y otros núcleos urbanos u otras zonas del territorio. Este método ha sido utilizado en trabajos anteriores tanto en grandes ciudades como ciudades de tamaño medio [4, 5, 6].

METODOLOGÍA

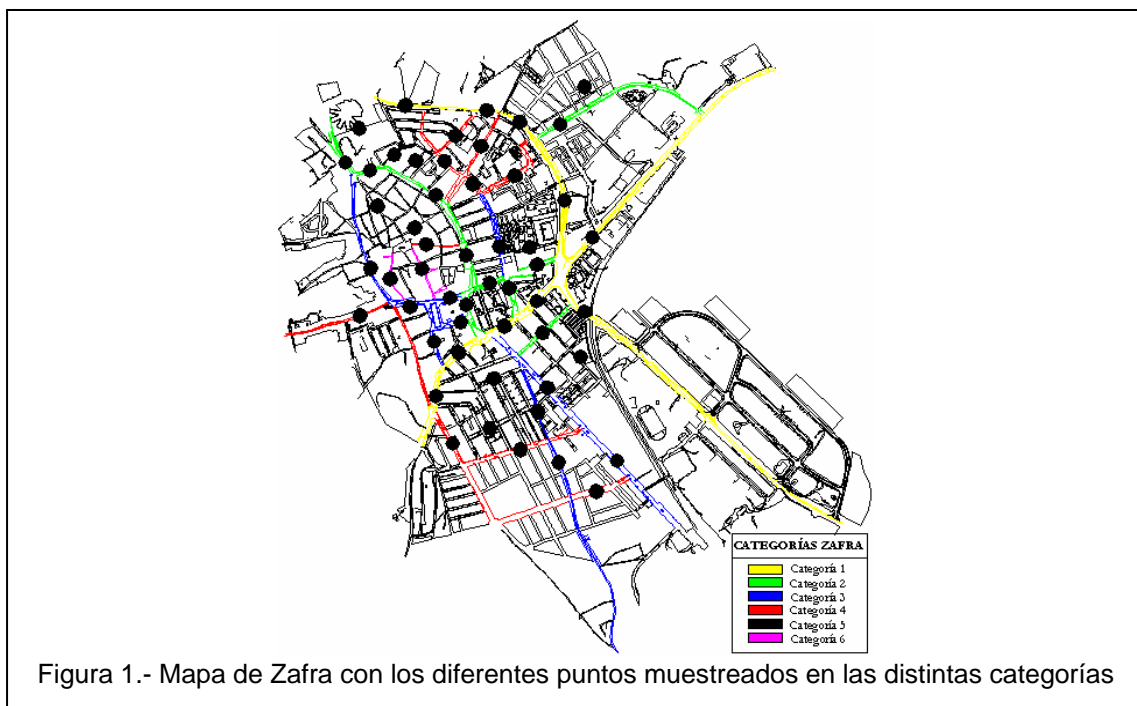
El método de categorización descansa en la suposición, ampliamente contrastada, de que el tráfico representa la fuente de ruido urbano más importante en la gran mayoría de las calles de nuestras ciudades. Además, sustentándonos en la conocida relación existente entre el nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}) y el logaritmo del flujo de tráfico ($\log Q$) [7], se asume que el tráfico representa la mayor fuente de variabilidad del ruido, tanto espacial como temporal [8]. Existen otros factores relacionados con esta fuente sonora, pero de menor importancia, que también afectan a su variabilidad espaciotemporal como son: el tipo de tráfico, la velocidad, la anchura de la calle, la altura de los edificios... [9].

Como consecuencia, parece razonable pensar en una estratificación del ruido, existente en las diferentes calles de la ciudad, basada en las definiciones de unas categorías que tengan en cuenta esta variabilidad [1]. Para ello, el conjunto de categorías se ha de basar en la diferente utilidad que las calles de las ciudades tienen como medio de comunicación entre las diferentes zonas de la ciudad o entre la ciudad y otros núcleos urbanos u otras zonas del territorio. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, la estratificación de las calles se hizo en base a las siguientes definiciones y que han sido utilizadas en estudios anteriores [5, 6]:

- Categoría 1: Vías de utilización preferente para comunicar la ciudad con otras zonas peninsulares (carreteras, para ciudades del tipo estudiado, de carácter nacional) y para intercomunicar estas vías entre ellas a través de la zona urbana (en general, serán vías de dirección indicada o señalizada).
- Categoría 2: Vías urbanas que dan acceso desde las de la categoría anterior a nodos de distribución principales de la ciudad. También se incluyen en esta categoría las vías que son usadas de forma alternativa a las de la categoría anterior dada la saturación que éstas pueden presentar en muchas ciudades.
- Categoría 3: Se incluyen en ella, por un lado, las vías que comunican la ciudad con otras zonas regionales (carreteras, por tanto, de carácter regional o comarcal) y, por otro, las

- vías urbanas que dan acceso desde las anteriores a centros de interés o que comunican, de forma clara, las anteriores entre sí.
- Categoría 4: Vías de intercomunicación entre las anteriores. Además, se incluyen en esta categoría, las principales vías de los diferentes barrios que no han sido incluidas en categorías previas.
 - Categoría 5: Se incluyen en ella, todas las calles de la ciudad (excepto las peatonales) que no han sido incluidas en las categorías anteriores.
 - Categoría 6: Calles peatonales.

Una vez estratificadas las diferentes calles de la ciudad, en cada una de las categorías, se seleccionaron al azar diez puntos de muestreo (excepto en la categoría 6), al igual que en otros estudios anteriores [4, 5, 6]. La selección aleatoria de puntos dentro de cada una de las categorías 1, 2, 3 y 4, se realizó en función de la longitud total de la categoría (suma de la longitud de todas las vías pertenecientes a esa categoría). En cambio, en la categoría 5, al tener numerosas calles y, generalmente, de pequeña longitud, la selección de los puntos de muestreo se realizó a partir del número de calles. En la categoría 6 únicamente se seleccionaron dos puntos de muestreo debido a su pequeña extensión. En la figura 1 se muestra un mapa de la localidad de Zafra con las diferentes categorías y los puntos muestreados en éstas, resultando un total de 52 puntos de muestreo.

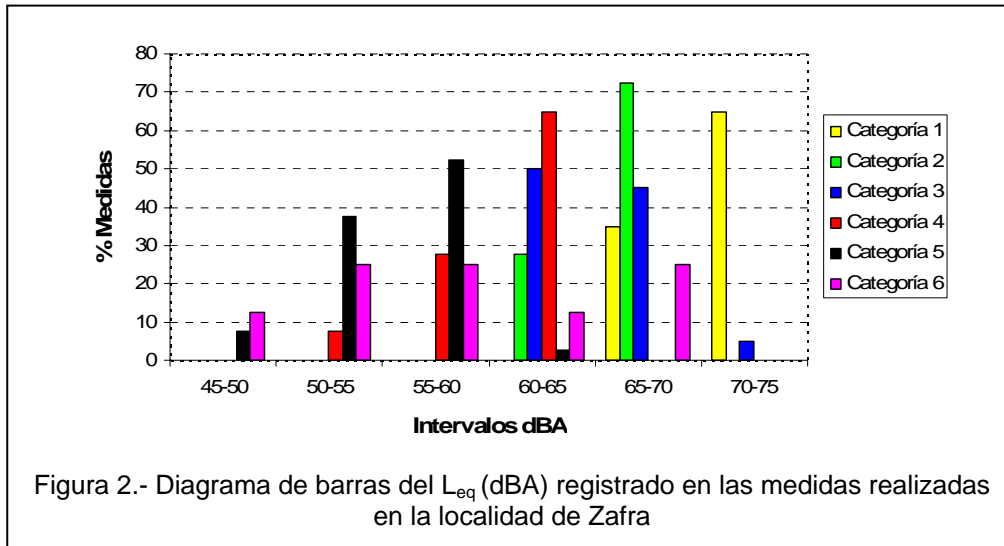


En cada punto de medida se tomaron cuatro medidas de 15 minutos, en diferentes intervalos horarios a lo largo del periodo diurno. En cada medida se rellenó una hoja de toma de datos, con toda la información pertinente para posteriores análisis. Los índices recogidos fueron: el nivel equivalente (L_{eq}), los índices percentiles L_1 , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} y L_{99} y los niveles máximo y mínimo (L_{max} y L_{min}), aunque para el presente trabajo sólo se analizó el L_{eq} . Se utilizó la ponderación temporal rápida (F) y la ponderación A en frecuencias.

Las medidas fueron realizadas en horario diurno, los días laborables durante el mes de abril del presente año. Se utilizaron sonómetros Brüel & Kjaer 2250L, que eran calibrados (calibrador Brüel & Kjaer 4231) inmediatamente antes y después de cada serie de medidas. Todas las medidas se realizaron bajo las condiciones descritas en la norma ISO 1996-2: 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores sonoros (L_{eq}) registrados en el total de las 208 medidas realizadas en Zafra se muestran en el diagrama de barras de la figura 2. En este diagrama de barras podemos ver el porcentaje de medidas que se encuentran en los diferentes intervalos de L_{eq} (dBA) en función de la categoría a la que pertenecen.



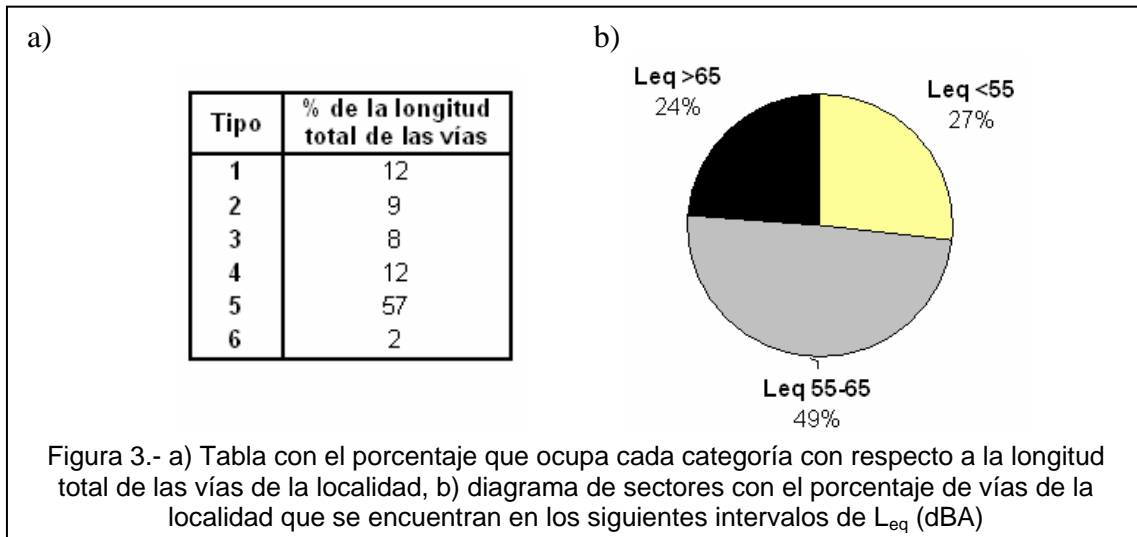
A tenor de los resultados mostrados en la figura 2, si los comparamos con los valores de referencias propuestos por organismos internacionales (OMS y OCDE) y por legislaciones nacionales (R.D. 1367/2007 por el que se desarrolla la Ley 37/2003) obtenemos que:

- El nivel de 50 dBA considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como molestia moderada es superado por el 100% de las medidas realizadas en las categorías 1, 2 y 3, y por el 92,5% y el 87,5% de las medidas realizadas respectivamente en la categoría 5 y 6.
- El nivel de 55 dBA considerado por la OMS como molestia importante es nuevamente superado por el 100% de las medidas realizadas en las categorías 1, 2 y 3, pero en el caso de las categorías 5 y 6 es superado en el 55% y en 37,5% respectivamente.
- El nivel de 65 dBA, nivel límite tanto para la OCDE como para el R.D. 1367/2007 para el periodo diurno, es superado por el 100% de las medidas realizadas en la categoría 1, el 72,5 % de las medidas de la categoría 2, el 50% de las medidas realizadas en la categoría 3 y el 25 % de las medidas realizadas en la categoría 6. Ninguna de las medidas realizadas en la categoría 4 y 5 superaron dicho nivel. A estas zonas que registran niveles superiores a 65 dBA, también se le conocen como "*black acoustic zones*". Este nombre se debe al alto riesgo que tiene la población que habita en estas zonas de padecer efectos negativos sobre la salud [10]. Aunque las categorías 1, 2 y 3 ocupan una extensión con respecto al total de las vías de la localidad del 12%, 9% y 8% respectivamente, la población que se concentra en estas categorías durante el periodo diurno es comparable con la población total que reside en el municipio. Esto se debe a que en estas vías se localizan los sitios de trabajo de la mayoría de la población que reside tanto en la localidad de Zafra como en las localidades vecinas.

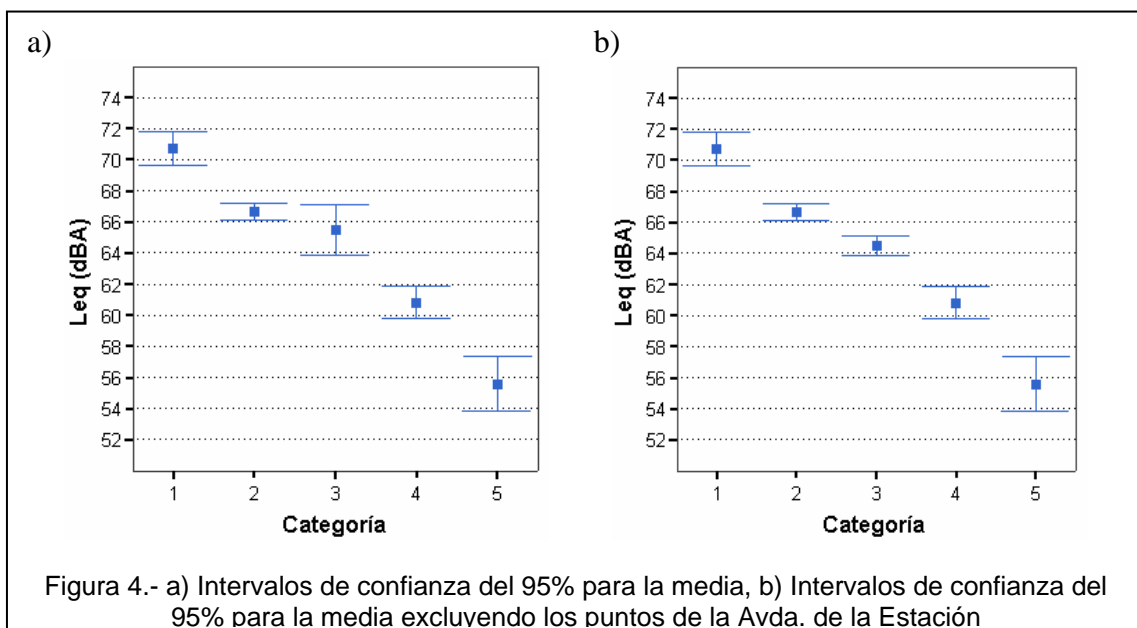
En el siguiente análisis se calculó el porcentaje de la longitud total de las vías que se encontraba en los siguientes intervalos de L_{eq} : < 55 dBA, 55-65 dBA y >65 dBA (figura 3b). Para ello, se tuvo en cuenta las extensiones que ocupan las vías en las distintas categorías de la localidad de Zafra (figura 3a) y el porcentaje de medidas que se encuentran en los diferentes intervalos de L_{eq} (dBA) en función de la categoría a la que pertenecen (figura 2).

A tenor de los resultados mostrados en el diagrama de sectores (figura 3b), el 73% de la longitud total de las vías está sometida a niveles superiores a 55 dBA, considerado por la OMS como molestia importante. Así, como también, el 49% estaría dentro de lo que se conoce como "grey acoustic zones" y el 27% de las "black acoustic zones".

El resultado de estos análisis nos indica cómo la contaminación sonora también es un problema que atañe a las pequeñas ciudades y, por lo tanto, los niveles sonoros registrados pueden afectar al desenvolvimiento de las actividades cotidianas de los habitantes de dicha localidad.



Otro de los objetivos planteados en este trabajo, fue estudiar el funcionamiento de este método en pequeñas localidades. Para ello, ayudándonos de la estadística descriptiva, se analizó los intervalos de confianza de la media aritmética del valor de L_{eq} (dBA) registrado en los distintos puntos muestreados en las distintas categorías. El valor de cada punto de muestreo se obtuvo de la media energética de las 4 medidas que se realizaron en cada punto. En este análisis se obvió la categoría 6, por la pequeña extensión que ocupa con respecto al resto de categoría (2% de la longitud total de las vías de la localidad). Los resultados de la estadística descriptiva se muestran en la figura 4.



A tenor de los resultados mostrados en la figura 4a, la media sigue un orden decreciente de la categoría 1 a la categoría 5. Así, el valor obtenido en la categoría 1 es de 70´7 dBA, en la categoría 2 de 66´7, en la categoría 3 de 65´5, en la categoría 4 de 60´8 y en la categoría 5 de 55´6. Los intervalos para el 95% de confianza se encuentran bastante diferenciados excepto entre la categoría 2 y la categoría 3. Este solapamiento se debe principalmente a la existencia de dos valores elevados que se han registrado en dos puntos localizados en la Avda. de la Estación, cuya afluencia de tráfico tanto pesado como ligero es similar a la de una categoría 1. Esto se debe principalmente a que se trata de una zona de acceso a la zona industrial sumado a la presencia de adoquines en el pavimento.

En cambio, si excluimos del análisis los valores sonoros alcanzados en los puntos de la Avda de la Estación, la diferencia entre las categorías 2 y 3 para un 95% de confianza se hace patente como muestra la figura 4b. El elevado nivel sonoro encontrado en esta avenida (categoría 3) plantea una posible redefinición de la categoría 1, incluyendo en la misma los accesos a zonas exteriores a la ciudad de gran importancia económica y social.

CONCLUSIONES

- El 73% de la longitud total de las vías registran niveles sonoros superiores a 55 dBA, considerado por la OMS como molestia importante, y el 27% el nivel de 65 dBA, considerado por la OCDE como niveles que pueden atentar seriamente contra la salud. Esto nos indica que la contaminación sonora es un problema que también atañe a las pequeñas ciudades y, por lo tanto, los niveles sonoros registrados pueden afectar al desenvolvimiento de las actividades cotidianas de los habitantes de dicha localidad.
- El método de categorización ha conseguido una estratificación significativa a un nivel de confianza del 95% de las diferentes vías de una localidad de pequeño tamaño excepto para una vía perteneciente a la categoría 3 debido a sus características funcionales (acceso a una zona industrial) y arquitectónica (presencia de pavimento adoquinado).

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ha realizado gracias a la ayuda otorgada por la Junta de Extremadura (Proyecto PRI06A271) y el FEDER.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Brown, A.L.; Lam, K.C. *Urban Noise Surveys*. Applied Acoustic, 20, 1987, 23-39.
- [2] Barrigón, J.M.; Gómez Escobar, V.; Méndez, J.A.; Vílchez, R. *Study of noise in a small Spanish Town*. International Journal of Acoustic Vibration 7(4), 2002, 231-237.
- [3] Rey, G; Barrigón, J.M.; Gómez Escobar, V. *Ruido Urbano en Olivenza*. V Congreso Ibérico de Acústica, el XXXIX Congreso Español de Acústica TECNIACÚSTICA 2008 y el Simposio Europeo de Acústica. Coimbra 20-22 de octubre, 2008, 83.
- [4] Barrigón, J.M.; Gómez Escobar, V.; Méndez, J.A.; Vílchez, R.; Trujillo, J. *An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain*. Applied Acoustic 63, 2002, 1061-1070.
- [5] Barrigón, J.M.; Gómez Escobar, V.; Méndez, J.A.; Vílchez, R.; Vaquero, J.M. *Measurements of noise pollution in Badajoz City, Spain*. Acta Acustica united with Acustica. 91(4), 2005, 797-801.
- [6] Barrigón, J.M.; Gómez Escobar, V.; Méndez, J.A.; Vílchez, R.; Vaquero, J.M.; Trujillo, J. *A categorization method applied to the study of urban road traffic noise*. Journal of the Acoustical Society of America 116, 2005, 2844-2852.
- [7] García, A.; Bernal, D. *The prediction of traffic noise levels in urban areas, proceedings*. International Conference on Noise Control Engineering (Internoise 85), Munich, 1985
- [8] Nelson, P.M. *Transportation Noise*. Reference Book. Butterworth & Co, 1987, London
- [9] García, A. *La contaminación sonora en la Comunidad Valenciana*. Consell Valencià de Cultura, Generalidad Valenciana, 1995
- [10] Belojevi, G.; Jakovlev, B. *Subjective reactions for traffic noise with regard to some personality traits*. Environmental Internacional, 23, 1997, 221-226