

## **ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA MEDIDAS DE CORTA DURACIÓN DE RUIDO URBANO**

PACS: 43.50.Sr

Barrigón Morillas, Juan Miguel; Gómez Escobar, Valentín; Floriano Sánchez, Sergio Antonio; Alfayate Blanco, Iván; Méndez Sierra, Juan Antonio; Vílchez-Gómez, Rosendo; Carmona del Río, Francisco Javier; Rey Gozalo, Guillermo.

Dpto. de Física Aplicada, Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura.

Avda. de la Universidad s/n,

10071 Cáceres

Tel.: 34 927 257 195

Fax: 34 927 257 203

barrigon@unex.es

### **ABSTRACT**

One of the main difficulties, in order to measure noise at street level, is to know the time required to make sure that the result is representative of the noise in that area. In this study, we conducted an analysis of the stability of measurements for different profiles of streets, U, L and open, with different numbers of lanes assets, depending on use and location within the city, and for different flows of vehicles.

### **RESUMEN**

Una de las principales dificultades de la medición de nivel de ruido en calle, consiste en conocer el tiempo necesario de medida para que el resultado sea representativo del ruido en dicha zona. En este trabajo, realizamos un análisis de la estabilidad de mediciones realizadas para distintos perfiles de calles, U, L y abiertas, con diferentes números de carriles activos, en función del uso y localización dentro de la ciudad, y para diferentes flujos de vehículos.

### **INTRODUCCIÓN**

Una de las características que presenta el ruido urbano es su falta de estabilidad temporal en prácticamente cualquier localización, de forma que en una medida de campo, normalmente los valores registrados del nivel sonoro fluctúan considerablemente a lo largo del tiempo, en muchos casos en instantes temporales muy cercanos entre ellos. Este hecho conlleva una dificultad añadida a la hora de medir ruido urbano que puede implicar que las medidas se alarguen considerablemente, si deseamos evaluar adecuadamente los indicadores sonoros recomendados en las legislaciones.

Se hace, por lo tanto, necesaria la realización de estudios que, bien con relación a largos períodos temporales (meses o años), bien con relación a períodos temporales cortos (minutos u horas) permitan conocer la capacidad de evaluar los valores de los indicadores sonoros correspondientes en cada punto de medida.

En este sentido, en este trabajo presentamos un estudio de la estabilidad del nivel sonoro continuo equivalente obtenido en medidas correspondientes a intervalos temporales que se mueven en el rango de varios minutos de duración.

Para los objetivos de este trabajo utilizaremos, por tanto, el nivel sonoro continuo equivalente corregido con la curva de ponderación A ( $L_{Aeq}$ ), definido en la norma ISO 1996 [1] como la energía media ponderada A de un ruido, promediado durante un tiempo de medida, o lo que es lo mismo, el nivel continuo que tiene la misma energía acústica ponderada A que el ruido fluctuante real durante el mismo período de tiempo. Hay que añadir que la normativa ISO que define el  $L_{Aeq}$ , no da ningún valor sobre el tiempo que ha de tener la duración de la medida. Algunos autores ([2] Glaser y Silver 1979, [3] Flynn y Yaniv 1985, [4] y [5] Barrigón et. al 2002 y 2005) han utilizado en sus trabajos un tiempo total de 15 minutos, como tiempo han considerado suficiente para alcanzar la estabilidad del nivel sonoro continuo equivalente, como una aplicación general para las medidas realizadas en calle.

Por tanto, pretendemos en este trabajo obtener el valor del tiempo de medida que, en condiciones reales de ruido urbano y para diferentes situaciones de flujos de tráfico y presencia de fuentes sonoras en el entorno, permite obtener una estabilidad del valor del nivel sonoro continuo equivalente tomando como referencia el valor que se obtiene para este indicador en el tiempo de quince minutos. Asimismo, hemos considerado diferentes configuraciones urbanísticas. En este sentido, las medidas se han realizado en calles con edificios a ambos lados, con edificios a un solo lado, y en vías abiertas interurbanas sin viviendas a los lados. Además, las diferentes calles medidas presentan variabilidad con relación al número de carriles en cada una de ellas.

## **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

Todas las calles en las que fueron realizadas las pruebas pertenecen a la ciudad de Cádiz.

Todas las medidas han sido realizadas con el sonómetro Brüel & Kjær modelo 2238 con su firmware de registro de datos (BZ7204), siguiendo la normativa ISO 1996, en lo que se refiere a las distancias a suelo y a otras superficies reflectantes, sobre trípode y con pantalla antiviento, y por supuesto, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas advertidas en dicha norma.

En cuanto al tiempo de medida, se consideró que un tiempo de 15 minutos sería razonable para la consecución de la estabilidad. En todo caso serían los resultados posteriores los que confirmarían o no ésta hipótesis de trabajo.

El tiempo de integración empleado fue de 10 segundos. Este valor, bastante pequeño, fue seleccionado con el único objetivo de tener una alta precisión temporal, aunque no es imprescindible para la consecución de los objetivos del trabajo que presentamos.

Una vez obtenidos los datos, para su análisis, se estudió su distribución estadística, la media energética y su desviación estándar. También calculamos el nivel equivalente por minutos y el global de toda la medida para compararlos con el flujo de vehículos. De este modo, observando la evolución del nivel acumulado a lo largo de la medida en relación con el volumen de tráfico, podríamos obtener el momento en el que aparece la estabilidad.

Para el análisis de los resultados hemos de definir previamente dos tiempos (expresados en minutos:segundos) de estabilización que hemos empleado:

- EST. 1: Corresponde al tiempo a partir del cual los valores obtenidos no van a diferir más de 1,0 dB del valor final.
- EST. 0,5: Análogo al anterior, pero con un margen de 0,5 dB.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Análisis preliminar

Las diferencias en el nivel continuo durante cada medida son mucho más evidentes en condiciones de poco tráfico, que con un caudal abundante, como podemos ver en la Figura 1. Para estas dos mediciones realizadas en las calles de prueba con perfil "L", los valores obtenidos para la etiqueta de tráfico escaso corresponden a un flujo medio de 2,8 vehículos/minuto, y aquellos marcados como tráfico denso, corresponden a un flujo medio de 24,9 vehículos/minuto.

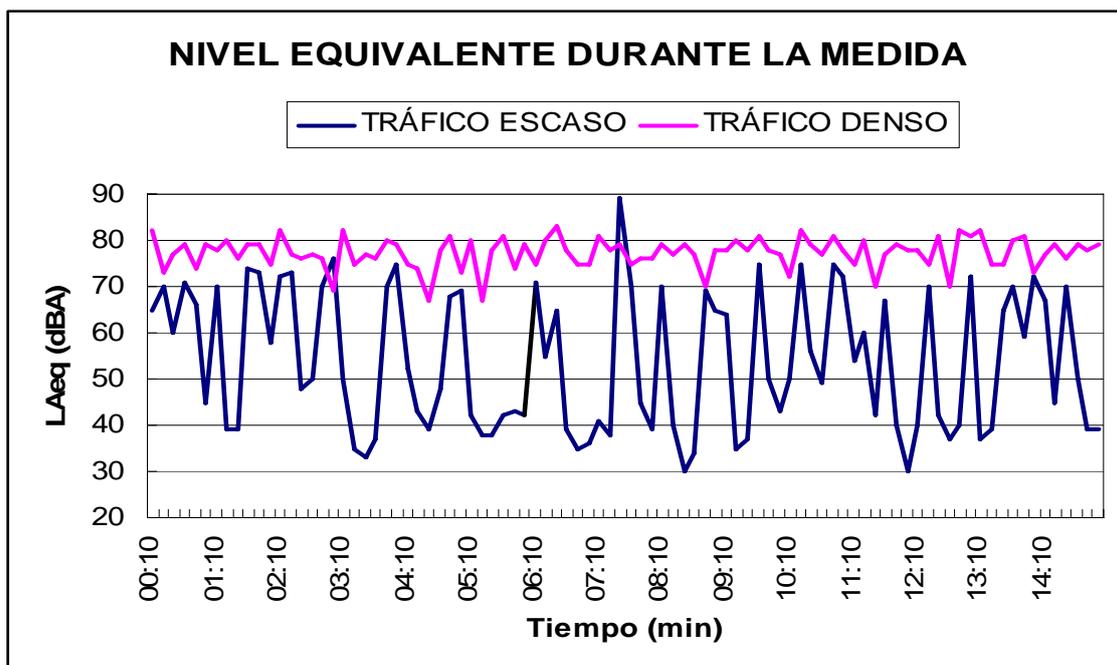


Figura 1: Evolución del nivel equivalente durante la medida en dos condiciones diferentes de flujo de tráfico.

Al haber un flujo muy intenso de vehículos sube considerablemente el nivel de ruido medio, lo que propicia que las variaciones instantáneas de nivel sean menos destacadas, además las fuentes más ruidosas se vuelven mucho menos perceptibles e influyen en menor medida en la estabilización del nivel equivalente acumulado.

En las calles en “L”, pero especialmente en las vías abiertas la distribución de niveles se ensancha. Si el caudal de vehículos es muy escaso aparecerán dos concentraciones de niveles (Figura 2), una a niveles altos, correspondientes al paso de vehículos, y otra a niveles bajos correspondientes al ruido de fondo. Por el contrario, si el tráfico es muy intenso, únicamente aparecerá una zona de concentración de niveles altos, acompañada de una larga cola de niveles más bajos, que se corresponden con los breves períodos de calma. En este caso, de nuevo los flujos de vehículos fueron de 2,8 y 24,9 vehículos/minuto respectivamente, igual que en la Figura 1 anterior.

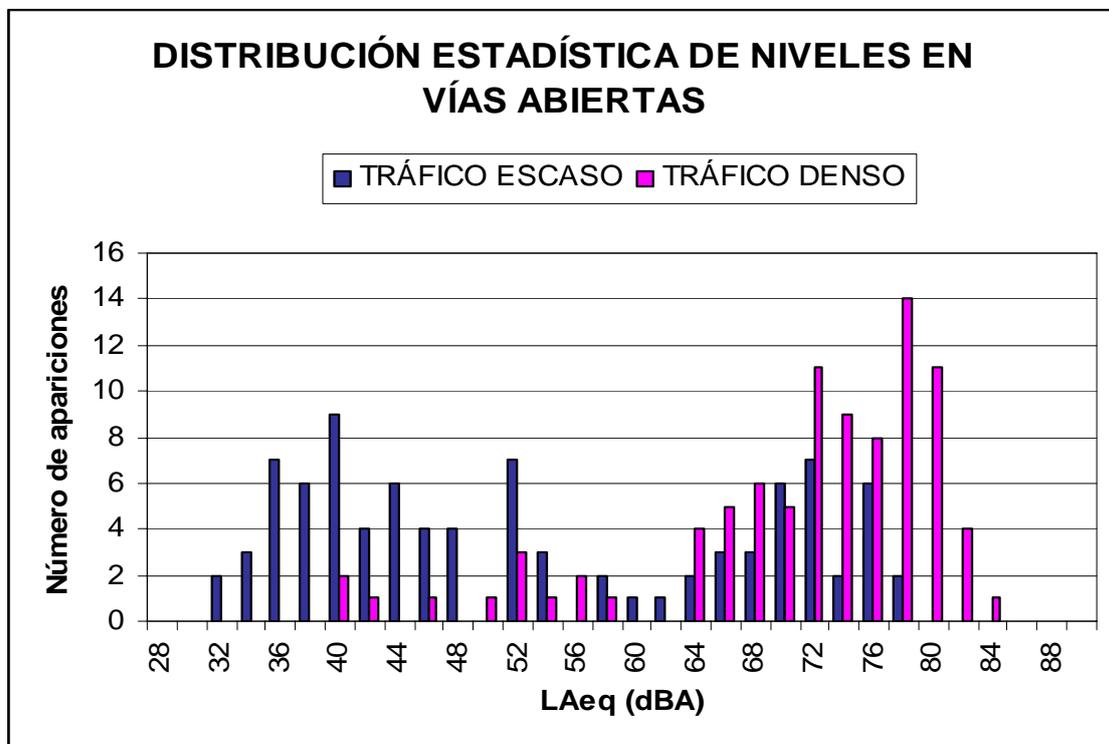


Figura 2: Distribución estadística de los niveles obtenidos durante dos medidas con condiciones diferentes de flujo de tráfico.

Veremos a continuación cómo han ido cambiando estos resultados según el perfil de calle y el número de carriles.

### Calles en “U”

En la tabla 1 se muestran ejemplos de algunos de los resultados obtenidos para este tipo de calles. En ella aparecen indicados el número de carriles, el flujo medio de vehículos por minuto, el nombre de la calle, la hora de la medida, los tiempos de estabilización anteriormente señalados, y la presencia o no de eventos altamente ruidosos.

Tipo	Nº carriles	Calle y nº	Hora medida	Flujo/min	EST.1	EST.0,5	Evento ruidoso
U	1	Camino Llano 13-15	23:00	2,7	4:30	5:20	NO
U	1	Camino Llano 13-15	14:00	7,0	12:00	13:00	SÍ
U	1	Camino Llano 13-15	14:00	7,4	3:00	4:10	NO
U	1	Camino Llano 13-15	13:00	8,0	7:30	8:40	SÍ
U	2	Av. S. Pedro Alcán. 7	21:00	2,7	8:10	10:30	SÍ
U	2	Av. S. Pedro Alcán. 7	20:00	4,3	5:50	8:30	NO
U	4	Av. Gil Cordero 11	0:00	4,3	11:50	13:20	SÍ
U	4	Av. Gil Cordero 11	13:00	24,1	5:00	5:50	NO

Tabla 1: Tiempos de estabilización (min:seg) para las calles con perfil en "U"

Fácilmente podemos observar en la tabla anterior que la presencia de algún evento ruidoso (motos de gran potencia, bocinas, frenazos, vehículo muy pesado, etc.), cambia completamente el estado de la medida alargando el tiempo final de estabilización. Por el contrario cuando durante la medida el ruido en la zona es el normal por flujo de tráfico, los tiempos de estabilización se reducen bastante, a veces incluso a la mitad o más.

#### Calles en "L"

En la Tabla 2 se muestran algunos ejemplos de los resultados para este tipo de calles.

Tipo	Nº carriles	Calle y nº	Hora medida	Flujo/min	EST. 1	EST.0,5	Evento ruidoso
L	2	Viena 16	22:00	7,6	2:30	4:40	NO
L	2	Viena 16	20:00	17,4	8:40	10:20	SÍ
L	4	Av. Hern. Cortés 38-40	0:00	5,1	8:30	9:50	NO
L	4	Av. Hern. Cortés 38-40	18:00	34,7	4:20	9:50	NO

Tabla 2: Tiempos de estabilización (min:seg) para las calles con perfil en "L"

De nuevo vemos el efecto de eventos ruidosos por encima del nivel normal de la zona: aumenta el tiempo de estabilización, aunque parece que en menor medida que en el caso de calles en "U".

#### Calles Abiertas

En la Tabla 3 se muestran ejemplos de los resultados para este tipo de calles

Tipo	Nº carriles	Calle y nº	Hora medida	Flujo/min	EST. 1	EST.0,5	Evento ruidoso
A	2	Ctra. Casar-Cáceres km 3	11:00	2,8	6:00	12:40	SÍ
A	2	Ctra. Salamanca km 551	12:00	24,9	0:50	0:50	NO
A	4	Ctra. Malpartida km 50	13:00	13,6	5:50	6:50	NO
A	4	Av. Universidad km 44	17:00	17,1	3:50	13:20	SÍ

Tabla 3: Tiempos de estabilización (min:seg) para las calles abiertas

De nuevo la presencia de eventos ruidosos alarga la estabilización.

## Análisis Global

En la Tabla 4 se muestran los resultados medios obtenidos según la presencia o no de fuentes ruidosas. Para calcular estos resultados, hemos tenido en cuenta los valores obtenidos en 29 mediciones en calles con perfil en "U", 8 mediciones para calles con perfil en "L", y 17 mediciones para calles abiertas:

Sin fuentes muy ruidosas		Con fuentes muy ruidosas	
Tipo Calle	EST. 0,5	Tipo Calle	EST. 0,5
U	7:54	U	9:04
L	7:06	L	8:26
A	9:44	A	9:45

Tabla 4: Tiempos medios de estabilización (min:seg) para vías en "U", "L" y Abiertas, con y sin fuentes ruidosas

Vemos claramente que la presencia de fuentes ruidosas alarga el tiempo de estabilización, y que este parece seguir de mayor a menor el siguiente orden según el perfil de la vía: vías en "L", vías en "U" y finalmente vías abiertas.

## CONCLUSIONES

- La presencia de eventos ruidosos por encima del nivel normal debido al flujo de tráfico alarga el tiempo de estabilización.
- La presencia de flujos elevados de vehículos suele disminuir el tiempo de estabilización.
- La estabilización parece alcanzarse antes en las vías con perfil en "L", que en aquellas con perfil en "U" o abiertas.
- Nunca se han superado los 15 minutos de medida sin haber alcanzado antes estabilización, al menos con un margen de 0,5 dBA.

## REFERENCIAS

- [1] ISO 1996-2:2007(E) **(2007)** "Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of environmental noise levels" (International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland).
- [2] Glaser, E.R. and Silver, C.A. **(1979)**. "The use of stratification to improve the design efficiency of community noise surveys" J. Acoust. Soc. Am., **65**, 1467-1473.
- [3] Flynn, D.R. and Yaniv, S.L. **(1985)** "Relations among different frequency rating procedures for traffic noise" J. Acoust. Soc. Am., **77**, 1436-1446.
- [4] Barrigón Morillas, J.M.; Gómez Escobar, V.; Méndez Sierra, J.A.; Vílchez Gómez, R.; and Trujillo Carmona, J. **(2002)**, "An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain", Appl. Acoust., **65**, 1061-1070.
- [5] Barrigón Morillas, J.M.; Gómez Escobar, V.; Méndez Sierra, J.A.; Vílchez Gómez, R.; Vaquero, J.M. and Trujillo Carmona, J. **(2005)**, J. Acoust. Soc. Am., **117(5)**, 2844-2852.