

ESTUDIO DE UN MODELO DE PREDICCIÓN DE RUIDO PARA UN DETERMINADO TIPO DE VÍA URBANA EN LA CIUDAD DE LEÓN

PACS: 43.50.Rq

García Ortiz, Eduardo¹; Fuentes Robles, Marcos²; Cepeda Riaño, Jesús³; Búrdalo Salcedo, Gabriel⁴; de Barrios Carro, Mercedes⁵.

Laboratorio de Acústica Aplicada. Universidad de León.

Campus de Vegazana, 24071, León (España).

Tfno: 34 987 291 777

¹e.garcia.ortiz@unileon.es; ²marcos.fuentes@unileon.es; ³jesus.cepeda@unileon.es;

⁴gabriel.burdalo@unileon.es; ⁵m.debarrios@unileon.es

www.unileon.es/lab/acustica/

ABSTRACT

Applied acoustics laboratory of the university of leon, from the data collected in the realization of the león acoustic map, has tried to develop a method for making a noise prediction model, based on statistical descriptors for different situations basis on different types of urban roads.

This paper is a part of that work, namely the development of the method applied for the strrets whose configuration corresponds to type I, street type relatively common in the urban system.

Keywords: urban noise, noise prediction, noise map.

RESUMEN

El Laboratorio de Acústica Aplicada de la Universidad de León, a partir de lo datos recogidos en la realización del Mapa Acústico de la ciudad de León, ha intentado desarrollar un método para confeccionar un modelo de predicción de ruido, basándose en descriptores estadísticos, para las diferentes situaciones existentes en cuanto a la tipología de las diferentes vías urbanas.

En la presente comunicación se presenta una parte de dicho trabajo, en concreto el desarrollo del método aplicado para las vías cuya configuración corresponde al tipo en L, un caso de vía relativamente frecuente en el medio urbano.

Palabras-clave: ruido urbano, predicción de ruido, mapa acústico.

1.- LA CONFECCIÓN DE LOS MAPAS ACÚSTICOS.

El ruido urbano es debido, principalmente, al ruido de tráfico. El ruido del tráfico viene determinado por una serie de factores: el ruido individual de cada vehículo; la composición del flujo de tráfico; la pendiente de la calle; el tipo de vía. Los mapas de ruido son registros geo-referenciados de los niveles sonoros junto con otra información acústica obtenida en una determinada área. Un mapa puede ser obtenido por medida, por simulación, predicción o cálculos, o mediante una mezcla de los métodos anteriores.

Cuando los mapas son medidos, sirven como herramientas para detectar problemas o zonas a proteger. Si los mapas son calculados, los mapas de ruido permiten realizar estudios de impacto acústico en la planificación urbana.

No obstante, debido al alto coste que implica hacer un mapa de ruido hoy en día es recomendable utilizar métodos que permitan actualizarlo sin realizarlo de nuevo por completo. Nuestro sistema permite obtener un modelo con posibilidades de corrección para futuros cambios en las condiciones.

2.- CONFECCIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE RUIDO

El cálculo está basado en métodos estadísticos. El origen de la información son los resultados del "Mapa Acústico de León 2002". Los principales datos utilizados para el estudio fueron los siguientes:

- Leq = Nivel de ruido equivalente en dBA, medido en cada punto.
- Vpe/h = Número de vehículos pesados (camiones, autobuses, etc.) por hora en cada punto.
- Vli/h = Numero de vehículos ligeros (coches) por hora en cada punto.
- Mot/h = Numero de motocicletas por hora en cada punto.
- RP = Ruido predominante en cada punto (voz, tráfico, trabajos en la calle, etc.)
- $Zona$ = Residencial, zonas verdes, etc.
- $Altura$ = Altura de los edificios (metros).
- $Anchura$ = Anchura de la calle (metros).
- $Tipo$ = Calles es "U", "L", calles abiertas, plazas.
- $Sentido$ = Doble, único, calles peatonales.
- CA = Carriles de aparcamiento: uno, dos, ninguno.
- TP = Tipo de pavimento: asfalto, hormigón, piedra, otros tipos especiales de pavimento.

Está claro que, con esta información, podría ser complicado obtener una única ecuación que explicara todo el ruido de las calles. Por esta razón, decidimos hacer un primer estudio que nos eliminara parte de la información de partida y nos dejara sólo las variables realmente útiles. De hecho, un alto número de variables no garantiza un correcto ajuste, al contrario, el modelo de dispersión podría aumentar. Con este objetivo marcado, se prescindió de las variables "ruido predominante" y "zona".

Sin embargo, en los resultados preliminares, observamos que los coeficientes de determinación obtenidos con nuestras ecuaciones eran muy pequeños. Este hecho nos llevó a redefinir el problema.

Decidimos que era más lógico elaborar un modelo para cada tipo de calle ("U", "L", plazas, calles peatonales). En esta comunicación estudiamos los resultados para las calles de tipo "L", con edificaciones a un solo lado de la calle.

Una vez clasificada toda la información por cada tipo de calle, hemos buscado cuales son los modelos con el mejor ajuste a nuestra situación.

Para cada tipo de calles fueron hechas las siguientes consideraciones:

- Modelo de regresión lineal múltiple.
- Modelo de regresión lineal simple.
- Modelo de estimación curvilínea, el cual está compuesto por:
 1. Modelo lineal
 2. Modelo logarítmico
 3. Modelo inverso
 4. Modelo cuadrado
 5. Modelo cúbico

6. Modelo compuesto
7. Modelo de potencia
8. Modelo "S"
9. Modelo logístico
10. Modelo de crecimiento
11. Modelo exponencial

3.- MODELO DE REGRESIÓN MULTIVARIABLE PARA CALLES DE TIPO "L"

Las variables introducidas son:

- Vehículos pesados
- Vehículos ligeros
- Motocicletas
- Carriles de aparcamiento
- Anchura de calle
- Altura de edificios

Descriptores estadísticos	Media	Desviación <i>standard</i>	Número
Leq	65,16	3,73	43
Pesados veh./h	6,87	7,18	43
Ligeros veh./h	162,83	97,84	43
Motos/h	4,56	3,33	43
Carriles <i>parking</i>	1,19	0,79	43
Ancho de calle (m)	20,09	7,06	43
Altura edificios (m)	17,98	8,64	43

Tabla 1. Estadísticos descriptivos - Calles tipo "L"

Correlación Pearson	Leq	Vpe	Vli	Motos	Carriles estac.	Altura edificios	Anchura calle
Leq	1,000	0,551	0,747	0,562	-0,416	-0,034	-0,061
Vpe	0,551	1,000	0,640	0,418	-0,359	-0,198	0,165
Vli	0,747	0,640	1,000	0,620	-0,320	0,271	0,269
Motos	0,562	0,418	0,620	1,000	-0,314	0,182	0,272
Carriles parking	-0,416	-0,359	-0,320	-0,314	1,000	0,222	-0,107
Altura edificios	-0,034	-0,198	0,271	0,182	0,222	1,000	0,499
Anchura calles	-0,061	0,165	0,269	0,272	-0,107	0,499	1,000

Tabla 2. Coeficientes de correlación

En la tabla de correlaciones es posible observar que la variable que influye más en el nivel de ruido equivalente (Leq) es el número de vehículos ligeros por hora, con un coeficiente de 0,747.

5.- RESUMEN DE LOS MODELOS.

Una vez estudiados los modelos ya mencionados en el apartado 2, obtenemos los siguientes coeficientes de ajuste R^2 para cada uno de los casos:

Modelo	RLM	RLS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R ²	> 0,655	0,539	0,539	0,647	0,490	0,602	0,618	0,525	0,651	0,510	0,525	0,525	0,525

Tabla 3. Resumen de modelos

Vemos que el modelo con mejor ajuste es el “**modelo de potencia**”, por lo que partiremos de él para obtener la ecuación correspondiente.

6.- MODELO PARA CALLES EN L.

Como hemos visto el modelo de potencia es el que mejor se ajusta a este tipo de calles, con los siguientes resultados:

R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error típico de la estimación
0,810	0,655	0,651	0,033

Tabla 4. Coeficientes de correlación

	Coeficientes no <i>standardizados</i>	
	B	Error típico
Ln (Nº vehículos)	0,068	0,005
(Constante)	46,772	1,348

Tabla 5. Coeficientes calles en L

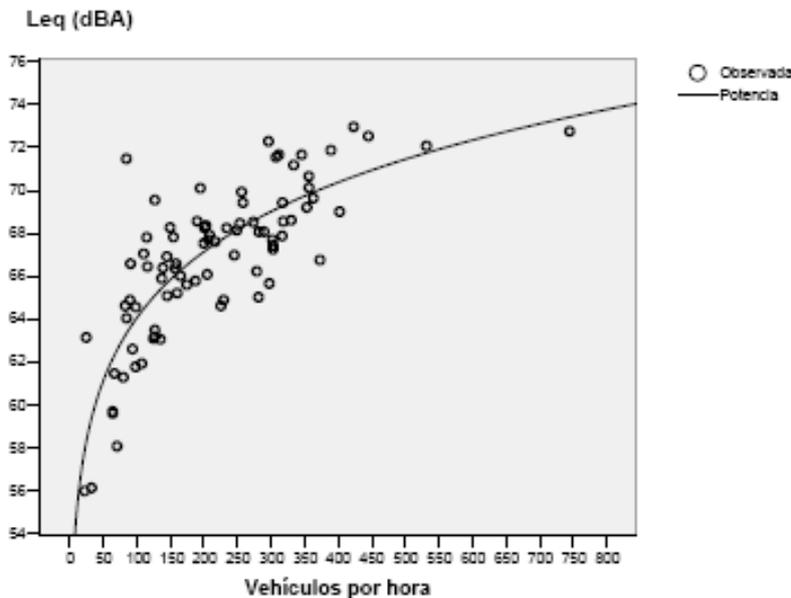


Figura 1. Ajuste del modelo

En la gráfica podemos observar cómo la ecuación de aplicación del modelo se ajusta a la nube de puntos.

El error medio (residuo) es:

$$Err_{med} = \frac{\sum |y - y_{pro}|}{n^o} = \frac{138,538}{83} = 1,669$$

Trataremos de afinar más nuestros resultados; para ello utilizaremos gráficas con los residuos, es decir, con los errores que cometemos en cada punto. Así, por ejemplo, trataremos el tema en primer lugar desde el punto de vista de la “altura de los edificios”.

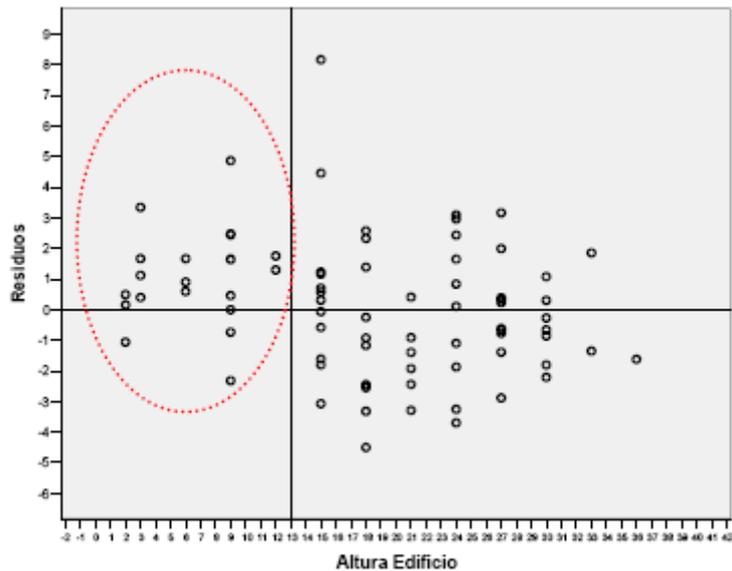


Figura 2. Distribución de residuos según altura

Se puede comprobar en la gráfica que para valores de altura de edificio inferiores a 13 m los residuos se distribuyen en su mayoría en la parte positiva del eje, por lo que podríamos mejorar nuestro modelo introduciendo un factor de corrección positivo para estos valores.

Hallando la media de los errores en esta zona, se obtiene que el factor de corrección ideal a introducir es de +1 dBA, siempre que la altura de los edificios sea menor de 13 m. Se puede comprobar que el error medio ha mejorado ligeramente, siendo ahora de 1,584.

A continuación, miraremos la tendencia de los errores en función de la anchura de la calle.

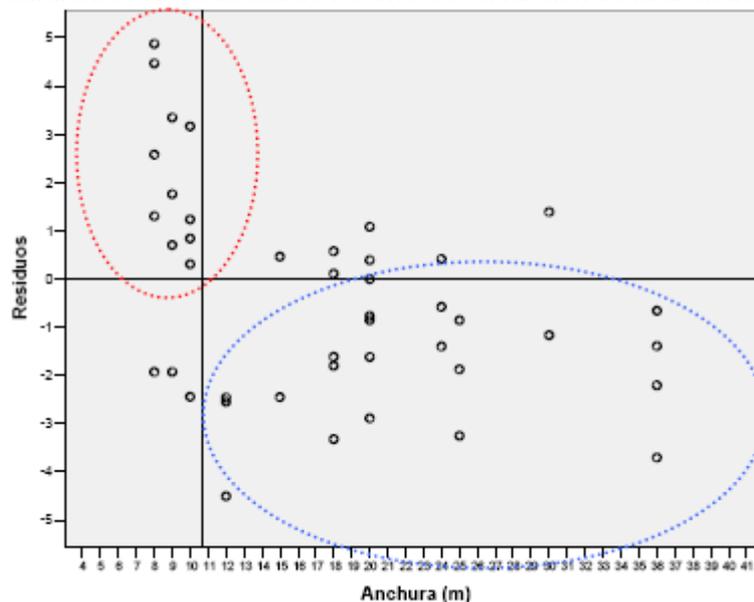


Figura 3. Distribución de residuos según anchura de la calle.

Como puede verse, para anchuras de la calle menores o iguales a 10 m los residuos son en su mayoría positivos, ocurriendo lo contrario para anchuras mayores de 10 m.

Del estudio subsiguiente, se deduce que habría que aplicar diferentes correcciones según que la anchura de la calle fuera bien superior a 10 m, bien inferior o igual a 10 m, o finalmente en caso de que no redispusiera del dato.

El error medio cometido sería de 1,385 dBA, lo que confirma la mejora experimentada con las correcciones halladas.

$$L_{eq} = 46,772(N^{\circ} vehic)^{0,068} + \Delta ancho + \Delta alto$$

Siendo:

$N^{\circ} vehic = N^{\circ} coches + N^{\circ} motos + N^{\circ} pesados$

$\Delta alto = +1$ dBA, para altura de edificios < 13 m

$\Delta ancho = +1,3$ dBA para anchura ≤ 10 m

-1 dBA, para anchura > 10 m

0 dBA, si no se dispone de la anchura

El modelo es válido siempre y cuando el número total de vehículos esté comprendido entre 20 y 750 veh/hora.

7.- CONCLUSIONES

Nuestro modelo es una alternativa a los modelos de propagación, más económica y adaptada a las características peculiares de cada ciudad, en este caso específico aplicable a calle de tipo "L".

Un modelo de este tipo nos permite buscar áreas y zonas con el mismo comportamiento acústico, identificando los mejores puntos para las medidas.

Además es posible estudiar la evolución del ruido a través de los años, diseñando nuevas infraestructuras con criterios acústicos y analizar la modificación de los factores externos que influyen.

REFERENCIAS

García Ortiz, E.; Cepeda Riaño, J.; Fuentes Robles, M. et al (2005) "Mapa Acústico de León-2002". Universidad de León. Secretariado de Publicaciones. ISBN 84-9773-205-7. León, España.

Uesaka, Katsumi; et al. (2000). "Prediction and evaluation methods for road traffic noise in built-up areas". Proc. of 29th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering. InterNoise 2000. Niza, Francia.