

APROXIMACIÓN A LA CONFECCIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DE LA CIUDAD DE LEÓN (ESPAÑA)

PACS: 43.50.Rq.

de Barrios Carro, Mercedes¹; García Ortiz, Eduardo²; Cepeda Riaño, Jesús³; Búrdalo Salcedo, Gabriel⁴; Fuentes Robles, Marcos⁵.

Laboratorio de Acústica Aplicada. Universidad de León.

Campus de Vegazana,

24071, León (España). www.unileon.es/lab/acustica/

Tfno: +34 987 291 777

¹m.debarrios@unileon.es; ²e.garcia.ortiz@unileon.es; ³jesus.cepeda@unileon.es;

⁴gabriel.burdalo@unileon.es; ⁵marcos.fuentes@unileon.es

ABSTRACT

Applied Acoustics Laboratory of the University of León has elaborated the 1st phase of the strategic noise map of the city, as a preview of the future complete map of León. This phase is related to the study of an area of León, specifically the Downtown with a total population of, approximately, 11,000 inhabitants.

The present paper discusses the basic methodology of the study, focusing on the most important determining factors such as traffic density and population distribution, as well as the results obtained and the approach to be used for the realization of the next global map phase.

Keywords: urban noise, acoustic saturated zone, acoustic map.

RESUMEN

El Laboratorio de Acústica Aplicada de la Universidad de León ha confeccionado la 1ª fase del Mapa Estratégico de Ruido de dicha ciudad, como un avance de lo que ha de ser el Mapa completo de León. Dicho avance se ha concretado en el estudio de una parte de León, específicamente el Distrito Centro, con una población total aproximada de 11.000 personas.

En la presente comunicación se analizan tanto la metodología base del estudio, incidiendo en los factores más determinantes, tales como las densidades de tráfico y la distribución poblacional, así como en los resultados obtenidos y el planteamiento que ha de servir para la realización próxima del Mapa global.

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

1. INTRODUCCIÓN

La confrontación entre mapas de ruido realizados exclusivamente por mediciones y los mapas predictivos, ha desembocado en abordar la confección de mapas de ruido predictivos, pero con una condición, la validación de sus resultados, que en ocasiones entraña especial dificultad. Todo ello ha concluido en la necesidad de realizar “mapas estratégicos de ruido”, basados en programas de simulación, y que han de constituir una auténtica herramienta de gestión del ruido.

La base legislativa la encontramos principalmente en cuatro documentos.

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- R. D. 1513/2005, que desarrolla la Ley 37/2003, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental
- Real Decreto 1367/2007, de desarrollo de la Ley del Ruido.

La legislación estatal mencionada exige que las aglomeraciones urbanas de más de 100.000 habitantes tengan confeccionado su Mapa estratégico de Ruido antes de 16 de julio de 2012, cuestión que reafirma la Ley del Ruido de Castilla y León que extiende dicha obligación a las aglomeraciones de más de 20.000 habitantes.

A pesar de las fechas expuestas, el Ayuntamiento de León, con la especial sensibilidad que ha manifestado desde hace años frente al problema del ruido, con fecha enero de 2007 encargó al Laboratorio de Acústica Aplicada de la Universidad de León la realización de una 1ª fase del mencionado Mapa, cuyo objeto era el estudio de un distrito de la ciudad.

2. METODOLOGÍA

2.1. Indicadores de ruido y períodos temporales

Índice de ruido día-tarde-noche, L_{den} . Se expresa en decibelios (dB), y se determina mediante la expresión siguiente

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

El Real Decreto 1513/2005 permite reducir el período tarde en una o dos horas y alargar los períodos día y/o noche. Además, permite modificar la hora de comienzo del periodo día y, por consiguiente, cuando empiezan la tarde y la noche.

A la hora de realizar este trabajo se consideró que lo más apropiado en la selección de los distintos tramos horarios era estudiar la vida cotidiana de la ciudad de León. No es una ciudad que madrugue mucho, pues es una ciudad pequeña y los lugares de trabajo están próximos a las viviendas. El tramo horario de tarde se diferencia de la vida europea, siendo más nocturno. Lo cual provoca que el periodo horario de noche comience más tarde. Con todas estas consideraciones se decidió que los distintos periodos horarios quedarán de la siguiente manera:

- Día: Le corresponderán 12 horas, de 8:00 a 20:00 h. El comienzo de este periodo se retrasó una hora.
- Tarde: Le corresponderán 3 horas, de 20:00 a 23:00 h. Este periodo horario se redujo en una hora y su comienzo se retrasó en una hora.
- Noche: Le corresponderán 9 horas, de 23:00 a 8:00 h. Este periodo horario se amplió en una hora.

Por lo tanto, la expresión del L_{den} quedará de la siguiente forma:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 3 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 9 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

En cuanto al resto de indicadores se ha estado a lo dispuesto en la normativa ya citada.

2.2. Software utilizado

Se ha manejado el software Cadna A. Posteriormente, para la extrapolación de los resultados a sistemas de información geográfica (SIG), se ha utilizado ArcGis.

2.3. Área de estudio

La ciudad se divide desde el punto de vista municipal en 10 distritos, comprendiendo a su vez barrios o polígonos industriales. Este trabajo se centra en el distrito 2, que se corresponde con el centro de la ciudad. Es una zona esencialmente de viviendas, muy comercial, con algunos edificios administrativos importantes, sin industrias ni rondas de circulación, que apenas ha experimentado cambios ni crecimiento en su urbanización en los últimos años.

En cuanto a edificios y zonas sensibles a la contaminación acústica se han tenido en cuenta los Centros de Salud, Hospitales, Sanatorios, Facultades, Centros de Enseñanza Primaria y Secundaria, Colegios, Institutos, Conservatorios, Escuelas, Guarderías, Rectorado, etc.

2.4. Material cartográfico

La base cartográfica sobre la que se puede y se aconseja realizar los Mapas Estratégicos de Ruido básicos es la cartografía digital del Centro Nacional de Información Geográfica (C.N.I.G.) a escala 1/25.000.

Para este trabajo el Ayuntamiento de León nos facilitó un plano del Municipio de León en AUTOCAD, si bien sin líneas topográficas y sin actualizar desde antes del año 2000. El no poder disponer de la topografía de la ciudad no fue un gran inconveniente, pues León no tiene grandes desniveles topográficos dignos de mención.

2.5. Edificaciones

Cadna A importa directamente los objetos y es capaz de referenciarlos si estos cumplen con unos requisitos, por ejemplo que los edificios no se formen a partir de líneas individuales sino que sean polilíneas cerradas. En el material cartográfico proporcionado los edificios estaban definidos con líneas individuales y por eso se tuvo que retocar gran parte de la cartografía redibujando todas las edificaciones teniendo en cuenta los retranqueos importantes.

Es preciso conocer las alturas de los edificios, monumentos, murallas y todo tipo de obstáculos. Dicha información se extrajo del dato "número de plantas de edificio" en formato texto contenido en la cartografía. Existían varias edificaciones de las que no disponíamos de su altura por lo que se tuvo que consultar el Catastro. Para asignar altura del edificio se tomó una altura media de 3 metros por planta. También se comprobó in situ la altura de los edificios, pues ni el Catastro tiene totalmente actualizado el plano de la ciudad de León.

2.6. Población

Para calcular los mapas de exposición es necesario saber la población que habita en el área de estudio. La población perteneciente al distrito 2 se divide en 4.816 hombres y 6.114 mujeres formando un total de 10.930 habitantes. El Ayuntamiento de León nos facilitó la demografía del

distrito 2 repartida según el número de portal de cada calle. De esta manera tuvimos que localizar el edificio que se correspondía con cada portal para asignarle sus habitantes.

Al haber considerado los retranqueos importantes de cada edificio tuvimos que tenerlos en cuenta a la hora de distribuir la población. Cada retranqueo fue considerado como un nuevo edificio con una altura diferente a la del edificio al que correspondía ese retranqueo. Para repartir los habitantes de ese conjunto de edificios que comprendían un número de portal se hizo de forma proporcional al volumen con el que contaba cada edificio.

2.7. Fuentes de ruido

Para realizar el Mapa Estratégico de Ruido del distrito 2 sólo se ha tenido en cuenta el tráfico rodado como fuente de ruido. Como ya se comentó anteriormente, este distrito no dispone de industrias y la estación de tren de Matallana se encuentra próxima, pero fuera de él. Dentro del tráfico rodado distinguiremos entre vehículos ligeros y vehículos pesados.

Para importar las vías de circulación de Autocad al programa Cadna A se transformaron en polilíneas abiertas. Solamente se importó el eje central de la calzada (sin diferenciar entre los carriles), asignando luego sólo una anchura y una única intensidad de vehículos.

Para cada vía se introdujeron los siguientes datos:

- Anchura de la calzada.
- Superficie de la calzada: Se consideró asfalto bituminoso para todas las vías excepto para las peatonales y la Av. Ordoño II, que cuentan con adoquinado.
- Velocidad de los vehículos ligeros y de los vehículos pesados: El programa Cadna A asume como velocidad mínima 20 km/h. El Servicio de Tráfico nos informó de la velocidad media en la ciudad de León, siendo ésta de 22-23 km/h. Se realizó una clasificación con los distintos tipos de calles asignando una velocidad a cada tipo de calle, como se explicará más adelante.
- Flujo: El tipo de flujo de tráfico, parámetro complementario al de la velocidad, tiene en cuenta la aceleración, desaceleración, carga del motor y flujo de tráfico en pulsos o continuo. Estas correcciones deben aplicarse cuando la velocidad es baja (inferior a 60 km/h). Para las vías de circulación del distrito 2 se consideró un flujo continuo en pulsos. Es un flujo con una proporción significativa de vehículos en transición, inestables en el tiempo y en el espacio
- Densidad de tráfico: Se introdujeron en cada vía los datos horarios de aforo de vehículos, es decir los vehículos ligeros a la hora y el valor medio de vehículos pesados expresados en tanto por ciento con respecto al valor de densidad horaria. Para conocer la densidad de tráfico se hizo un estudio del tráfico de la ciudad con el cual se realizó una clasificación de las distintas vías de circulación, como a continuación se explicará.

Se clasificaron las calles según el tráfico teniendo en cuenta varios parámetros, como la velocidad, el número de vehículos que circulan, el porcentaje de pesados y la importancia en cuanto a distribución del tráfico dentro de la ciudad. Se obtuvo la clasificación siguiente:

		<i>Vehículos-hora</i>			<i>Pesados (%)</i>			<i>Velocidad (km/h)</i>
		<i>Día</i>	<i>Tarde</i>	<i>Noche</i>	<i>Día</i>	<i>Tarde</i>	<i>Noche</i>	
A	Rondas de circunvalación	2.100	2.100	1.000	8,6	2,1	2,5	90
	2.000							
B	Avenidas principales	1.900	1.600	500	6,6	3,1	5	50
	1.500-2.000							

C	Avenidas secundarias	1.100	1.000	300	4,5	2,5	3,3	50
	1.000-1.500							
D	Avenidas terciarias	700	700	225	5	2,8	4,4	50
	500-1.000							
E	Calles vecinales principales	350	350	100	4,3	2,8	5	30
	200-500							
F	Calles vecinales secundarias	100	75	20	1	1,3	0	30
	-200							
G	Calles sin salida	70	30	20	0	0	0	20
	-100							

Tabla 1: Clasificación de las vías según el tráfico.

Esta categorización de calles supuso un gran trabajo, que comprendió una serie de estudios y comprobaciones:

a) En primer lugar, se tuvieron en cuenta las recomendaciones indicadas en el documento "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure".

b) Se dispuso de los datos de tráfico correspondientes al Mapa Acústico de León del 2001.

c) Se tuvo acceso a los datos de los aforadores de tráfico que el Ayuntamiento de León tiene colocados en la ciudad, en número total de 52. De ellos, en este distrito se sitúan únicamente 8.

d) Como complemento de los anteriores, se realizó un conteo manual de tráfico mediante visitas in situ a las diferentes vías del distrito.

e) Por otra parte, también están instaladas en nuestra ciudad diferentes cámaras de tráfico. Se preparó un dispositivo que nos permitió obtener y analizar los datos recogidos en dichas cámaras.

2.8. Validación de resultados

En cuanto a la validación de resultados se han tenido en cuenta dos tipos de validaciones. Por un lado, se ha comprobado la validez de la clasificación de calles en cuanto a tráfico se refiere y por otro, los niveles de ruido obtenidos con el programa de predicción.

Las principales razones por las que se realizó la validación del modelo de cálculo empleado fueron las siguientes:

- Contrastar los niveles sonoros reales obtenidos en dichos puntos durante el periodo de muestreo con los datos resultantes en dichos puntos al introducir al modelo los datos no acústicos obtenidos durante dicho periodo de muestreo.

- Analizar, en los casos en que se observasen diferencias significativas entre el valor medido y el valor calculado, las causas de dichas diferencias.

Tras un meticuloso trabajo al efecto, y hechas las correcciones oportunas, se consideró que los datos obtenidos por el modelo predictivo se aproximaban a los datos obtenidos en las medidas in situ dándose por buenos los datos calculados.

3. RESULTADOS

3.1. Presentación

Una vez que se ha validado la simulación, los resultados procedentes de la simulación acústica (curvas isófonas e información de niveles sonoros de receptores en fachada), se exportaron a

un Sistema de Información Geográfica (SIG), con el fin de elaborar finalmente el Mapa Estratégico de Ruido del distrito 2 de León.

Para llevar a cabo la impresión gráfica de los distintos mapas de ruido para aglomeraciones, el Ministerio de Medio Ambiente recomienda una escala 1/5.000, pero el distrito 2 de la ciudad de León no puede considerarse una aglomeración por lo que no se empleará dicha escala sino una más acorde a las dimensiones del distrito 2 para poder ser representado con el detalle justo.

No existe ningún formato de representación gráfica común para las aglomeraciones. El Ministerio de Medio Ambiente, en el documento "Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los Mapas Estratégicos de Ruido. Aglomeraciones", de enero de 2007, recomienda ajustarse a alguno de los tipos siguientes:

- Representación de niveles sonoros mediante isófonas
- Representación de niveles en fachada de edificios
- Representación de niveles sonoros por tramos de calles.

3.2. Mapas de niveles sonoros

Dada la limitación de esta comunicación, se comentarán algunos resultados de los mapas de niveles sonoros correspondientes al distrito objeto de estudio.

Los mapas de niveles sonoros son mapas de isolíneas que representan los niveles de inmisión que los focos de ruido ambiental generan en el entorno y permiten analizar las zonas más y menos expuestas al ruido. En estos planos se muestran las líneas isófonas (líneas que delimitan áreas con el mismo nivel sonoro), en los periodos de día, tarde, noche y 24 horas y para cada uno de los focos de ruido establecidos (en este trabajo el tráfico rodado).

Los mapas de niveles sonoros permiten identificar las calles del distrito 2 de León que generan los niveles más altos. En este sentido, se presentan aquellas vías urbanas que generan un nivel de ruido situado en el rango más elevado:

Lday	Levening	Lnight	Lden
Guzmán	Guzmán	Guzmán	Guzmán
La Condesa	Plaza Sto. Domingo	Ordoño II	Ordoño II
Plaza San Marcos	Plaza San Marcos	Plaza San Marcos	Plaza San Marcos
Ordoño II	Ordoño II	Plaza Sto. Domingo	La Condesa
Plaza Sto. Domingo	La Condesa	La Condesa	Plaza Sto. Domingo

Tabla 2: Vías más ruidosas del distrito 2.

Con la tabla anterior se comprueba que en todos los índices de ruido, Lday, Levening, Lnight y Lden, tenemos las mismas calles como las más ruidosas. En la tabla están ordenadas de más ruidosa a menos ruidosa. Según el índice de ruido estudiado una misma vía puede variar su lugar en la tabla anterior, excepto la Plaza de Guzmán, que en todos los índices de ruido se presenta como la vía de circulación con mayores niveles de ruido.

4. CONCLUSIONES

Los Mapas Estratégicos de Ruido representan una situación promedio anual, cuya definición a partir de mediciones in situ en un territorio extenso como el cubierto en este trabajo es inviable, con el agravante de la dificultad para mantener actualizada la información, así como para evaluar la evolución del ruido, debido a las propias incertidumbres asociadas a la medición, que no permiten la comparación de la evolución.

Para realizar el Mapa Estratégico de Ruido del distrito 2 de León hubo que buscar y adecuar laboriosamente la información de la que se disponía. Pero finalmente, a la hora de validar los

resultados con medidas in situ, se comprobó que al haber trabajado con datos exactos los resultados obtenidos se aproximaban mucho a la realidad.

Una vez analizados estos resultados llegamos a las siguientes conclusiones:

- Las vías urbanas con más tráfico son, lógicamente, las que presentan mayores niveles de ruido, destacando las plazas de distribución de tráfico en avenidas principales y secundarias, como la Plaza de Guzmán el Bueno, que ha resultado ser la vía más ruidosa del distrito 2.
- La existencia de parques, zonas peatonales y calles amplias, da lugar a la existencia de grandes áreas donde los niveles de ruido descienden.
- Los niveles de ruido obtenidos dependen enormemente del volumen de tráfico que soportan las vías pero también tiene importancia si el tipo de asfalto es adoquinado y si la velocidad es excesiva, así como la tipología de las calles y sus edificios.
- Igualmente, la anchura de la calle y la altura de los edificios, constituyen factores relevantes en cuanto a su incidencia en los resultados.

Este Mapa, relativo a un único distrito pretende ser la antesala del Mapa total de la ciudad de León y no habrá de quedar en una mera representación cartográfica, sino que deberá tener una gran utilidad como instrumento de diagnóstico de cara a la consiguiente confección de un Plan de acción.

REFERENCIAS

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

European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure".

Ministerio de Medio Ambiente, CEDEX "Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los Mapas Estratégicos de Ruido, Grandes Ejes Viarios, Grandes Ejes Ferroviarios y Aglomeraciones. Comunidades Autónomas".