

## **ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN DE MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO EN REDES VIARIAS. APLICACIÓN A LA AUTOVÍA A-64**

PACS 43.50.Rq

Fuentes Robles, Marcos; García Ortiz, Eduardo; Cepeda Riaño, Jesús; De Barrios Carro, Mercedes; Búrdalo Salcedo, Gabriel. García de La Peña, David  
Universidad de León – Laboratorio de Acústica Aplicada  
Edificio Tecnológico II – Escuela de Ingenierías  
Campus de Vegazana – León  
España  
Tel / Fax: +34 987 291 777  
E-Mail: [acustica.lab@unileon.es](mailto:acustica.lab@unileon.es) – Web: [www3.unileon.es/lab/acustica](http://www3.unileon.es/lab/acustica)

### **ABSTRACT**

The imminent obligation of making strategic maps of noise in the main urban masses and axes of communication of our country, forces us to study the methodology and the departure data that will use for the realization of this maps. In this communication the process and the results are analyzed of one of the first proposed maps for the development ministry (in the highway A-64), commenting the so much main opposing difficulties in the gathering of the variables as in the development of the map, concluding with a final study that analyzes the coherence of the obtained results.

### **RESUMEN**

La inminente obligación de realizar mapas estratégicos de ruido en las principales aglomeraciones urbanas y ejes de comunicación de nuestro país hace necesario el estudio de la metodología y de los datos de partida con los que se va a contar para la realización de dichos mapas. En esta comunicación se analizan el proceso y los resultados de la realización de uno de los primeros mapas propuestos por el ministerio de fomento (en la autovía a-64), comentando las principales dificultades encontradas tanto en la recolección de las variables como en el desarrollo del mapa, concluyendo con un estudio final que analiza la coherencia de los resultados obtenidos.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental y de la Ley del Ruido y su Reglamento, compromete a los Estado Miembros a la realización de mapas estratégicos de ruido de grandes ejes viarios (aquellos con tráfico superior a 6.000.000 veh/año en una primera fase, y con tráfico superior a 3.000.000 veh/año en la segunda fase). Un año más tarde, deberá además haber completado planes de acción asociados a esos mapas. En la actualidad no se dispone de un método nacional español para la elaboración de mapas de ruido que pudiera ser adaptado a lo exigido en la Directiva. Por el momento no existen normas, instrucciones o recomendaciones que describan las características y requisitos de elaboración de mapas de ruido.

## 2. ANTECEDENTES

El objeto de la presente comunicación es servir como elemento de debate a la prestación de Servicios de Asistencia Técnica a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, para la redacción del Estudio “Elaboración de los mapas estratégicos de ruido de las carreteras de la red del Estado”, de acuerdo a lo estipulado en la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental y en la Ley del Ruido 37/2003 y sus posteriores Reglamentos.

El presente documento resume el siguiente tramo de carretera de la red asturiana: Autovía A-64 (Oviedo-Lieres) desde el P.K. 14,71 en su intersección con la AS-249 a la altura de Novalín hasta el P.K. 26,01 en su intersección con la N-634 a la salida de El Berrón, que hace un total de 11,30 Km. pasando además por las localidades de La Vega, La Revollada, Requejo, Guaricio, La Torre, Pola de Siero, Posada, La Parte, Mudarri, La Cuesta, Orial, Carbajal y Gijón.

Un mapa estratégico es un mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada o para poder realizar predicciones globales para dicha zona. Constan de dos partes diferenciadas:

- mapas de niveles sonoros: son mapas de líneas isófonas realizados a partir del cálculo de niveles sonoros en puntos receptores que abarcan toda la zona de estudio en las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones del Ministerio de Fomento.
- mapas de exposición al ruido en el que figuran los datos relativos a edificios, viviendas y población expuestos a determinados niveles de ruido en fachada de edificios, y otros datos exigidos por la Directiva 2002/49/CE y la Ley del Ruido.

En la fase A se obtiene el mapa estratégicos de ruido básico en papel normalizado A2. Además, se delimitan en caso de existir las zonas con uso predominante residencial, colegios y hospitales y áreas que requieran una especial protección contra la contaminación acústica que estando sometidos a un nivel sonoro  $L_{den} > 55$  dBA y que con criterios justificados de densidad de población, hayan de ser objeto de la elaboración de un mapa estratégico de ruido detallado.

La fase B se centra en las zonas eminentemente urbanas definidas en el mapa estratégico de ruido básico, se debe realizar un estudio más detallado en papel normalizado A3. Se recopilan y generan los datos necesarios que no han sido obtenidos en la fase anterior para poder evaluar los niveles de emisión originados por la carretera, los niveles de inmisión en el entorno de la misma y la exposición al ruido de la población en la zona estudio, con el grado de precisión exigido por el nuevo tamaño de papel.

## 3. METODOLOGÍA

Los indicadores que se aplican en la elaboración de los mapas estratégicos de ruido son el  $L_{den}$  (indicador de ruido de 24 horas) y el  $L_{noche}$  ( $L_{night}$ , indicador de ruido para el periodo nocturno de 23 a 7horas), tal y como se definen en la Directiva 2002/49/CE. Además se presentan también por separado los resultados correspondientes a los indicadores  $L_{día}$  y  $L_{tarde}$ . La altura del punto de evaluación es de 4 metros sobre el nivel del suelo.

Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios con el objetivo de elaborar los mapas de exposición al ruido se considerará únicamente el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en la fachada del edificio donde se realiza la evaluación, aunque sí se considerarán las reflexiones en el resto de los edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

En la actualidad no existe ningún método de cálculo en España, el método de cálculo para el ruido de tráfico rodado que se ha venido considerando el más adaptable a la realidad española, es el método nacional de cálculo francés “NMPB-Routes-96. El número de reflexiones considerado para el cálculo de niveles sonoros es 2 y el software utilizado CADNA.

En la elaboración del mapa estratégico de ruido básico el área de estudio vendrá delimitada por la longitud del tramo de carretera y por una banda con un ancho que puede ser variable, esta banda será en definitiva la que nos defina la “huella sonora” de la red viaria en estudio. Se deben tomar las precauciones necesarias para prolongar el inicio y final del tramo la longitud suficiente para tener en cuenta la continuidad de la emisión acústica de la carretera, y poder efectuar con el rigor necesario los cálculos de los niveles sonoros de inmisión en los extremos del tramo en estudio, porque es precisamente esa “huella” la que define nuestro trabajo, no los puntos kilométricos inicial y final de la carretera.

En todo caso, el área de estudio debe incluir al menos la zona correspondiente a los niveles de inmisión  $L_{den} > 55$  dB y  $L_{noche} > 50$  dB. Como recomendación general se adoptará como anchura de la zona de estudio 1,5 veces la distancia máxima delimitada por los valores  $L_{den} = 55$  dB y  $L_{noche} = 50$  dB, aunque esta distancia puede ser menor, siempre que el área analizada incluya el desarrollo completo de las isófonas correspondientes a estos valores.

En nuestro estudio, para asegurar la inclusión de estos valores en nuestro tramo de estudio hemos optado por una banda de ancho constante de 500m a cada lado de la autovía, con unos resultados satisfactorios. No obstante será la experiencia, el proceso de aprendizaje continuo y la adquisición del *know-how* del método lo que nos ayudará en cada situación a definir previamente al cálculo la dimensión de la banda en la que realizar los cálculos.

### 3.1. Inputs De La Simulación

La base cartográfica sobre la que realizamos los mapas estratégicos de ruido básico es la cartografía digital del Centro Nacional de Información Geográfica Nacional, también es perfectamente válida la información de otros Servicios Cartográficos manteniendo las nomenclaturas y características básicas de la cartografía del CNIG. Los planos disponen de información de curvas de nivel cada 10 m. Se podría ir a detalles inferiores, pero con la precaución de estudiar posibles discontinuidades que nos quedarán ocultas al utilizar curvas de nivel más distanciadas. En cualquier caso se deben adecuar los planos disponibles a la situación real existente incorporando a los mismos las edificaciones y otros elementos significativos que se hayan detectado en la inspección del tramo en estudio y que por el desfase temporal de la cartografía no estuvieran incluidos en la misma.

En la actualidad la normativa estatal no recoge los valores numéricos de los límites de presión acústica a considerar. Esta situación se repite en algunas Comunidades Autónomas y en gran parte de los Municipios de nuestro país. Por eso, hasta la fecha, habrá que recurrir en muchas situaciones a las recomendaciones de la OMS o del libro verde de la UE contra el ruido. Nosotros optamos, por los siguientes límites: 62 dBA durante el día y 55 durante la noche

#### Meteorología

A efectos de caracterizar, desde el punto de vista meteorológico, las condiciones de propagación del ruido en el ámbito de la zona de estudio pueden aparecer dudas sobre cómo obtener información fiable en este apartado. Existen varios organismos estatales que tienen publicaciones sobre el tema, entre los que cabe señalar:

- Ministerio de Fomento.
- Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (M.A.P.A.)
- Instituto Nacional de Meteorología (I.N.M.)

Aunque la metodología propuesta para el cálculo de la propagación del sonido establece valores por defecto, es útil verificar si existen datos representativos de la zona de estudio y se deben recopilar los datos meteorológicos relativos a intensidades y dirección de los vientos (acción que no es necesaria ISO9613 ya que no las considera) y a evolución de los gradientes de temperatura. Este aspecto es importante y una somera lectura de la norma NMPB-96 nos hará ver que la base del éxito de este método está en el profundo estudio que hace de la propagación del sonido. De hecho se trata de métodos, que partiendo de una fuente sonora perfectamente definida por su potencia sonora, basan todo su desarrollo en cómo se produce

la propagación de la perturbación producida por esa fuente.

Por defecto, y salvo que en el desarrollo reglamentario de la Ley del Ruido o recomendaciones de la Comisión Europea establezcan otro criterio, se consideran las recomendadas por el grupo de trabajo europeo WG-AEN, con los siguientes porcentajes de ocurrencia de condiciones favorables a la propagación del ruido: 50 % para el día, 7 % para la tarde y 100 % en la noche. Por lo que respecta a la temperatura y la humedad relativa, se obtienen con total comodidad en el INM

### Tráfico

Los datos básicos de tráfico necesarios para el cálculo de los niveles sonoros son los suministrados por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, de acuerdo con los datos de aforos de la Red del Estado.

	Inicio	PK inicio	Final	PK final	Ligeros			
					Intensidad (Veh/hora)		Velocidad (km/h)	
Autovía A-64 (Asturias)	AS-249	14,71	AS-1	21,97	Día	1602	Día	110
					Tarde	1858	Tarde	110
					Noche	291	Noche	110

Además, se deben introducir las características de la vía que obtendremos del proyecto de la misma y de la inspección "in situ", entre los datos necesarios se encuentra la descripción completa de la carretera en dimensiones; su perfil longitudinal del eje o ejes del tramo de carretera objeto de estudio. Las coordenadas x, y, z del eje son necesarias para situar la fuente de emisión de ruido: este perfil se puede observar en su vista longitudinal desde los programas de cálculo; La naturaleza del suelo. En este caso es herbácea. Este tipo de suelo presenta un coeficiente de absorción acústica de 0,64.

### Población

Se ha recopilado información sobre población en el INE y usos del suelo del área de estudio. Se deben señalar, como mínimo en caso de existir, los usos del suelo de tipo residencial, hospitales y colegios, y aquellos otros que pudiera establecer el desarrollo reglamentario de la Ley del Ruido.

Se clasificarían los edificios según sus usos y se estimará la población asignada a cada edificio. Los edificios están definidos por la cota de la base, el número de plantas y la altura del edificio.

En este caso como se carece de hospitales, colegios, se ha tomado un uso de suelo homogéneo con unos niveles máximos permitidos expuestos y explicados en el apartado 4.4.2 (datos relativos al ruido ambiental) de la memoria. El cálculo del número de personas expuestas a los diferentes rangos y según el periodo del día en el que se encuentren (día, tarde, noche, y total (Lden)) se ha realizado obteniendo el nº de habitantes totales en cada localidad según lo marcado por el instituto nacional de estadística para el año 2005 y calculando el área total edificable en cada localidad. La relación supuesta es:

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ habitantes totales} & \text{----- Superficie total edificable (m}^2\text{)} \\ \text{N}^\circ \text{ habitantes expuestos} & \text{----- Superficie expuesta (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

Para el cálculo de la superficie se ha tenido en cuenta el número de plantas. De esta forma se pueden obtener datos que estimen el número de personas expuestas al ruido

## 4. RESULTADOS

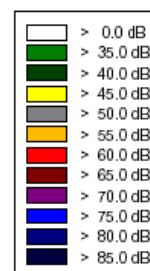
### 4.1. Fase A

#### Mapas de niveles sonoros:

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio.

Hemos observado que la representación por líneas isófonas no se distingue bien en los planos con lo que hemos optado por una degradación de colores; esto nos da una idea mucho mas clara que las líneas isófonas.

Los rangos estudiados y su representación por colores se ven en la figura de la derecha. Se han generado con una altura de 4 metros y en dBA los mapas de niveles sonoros Lden, Ldía, Ltarde en dB y Lnoche. La ubicación de los puntos receptores de cálculo se basará en una malla de paso regular con anchura media de paso de 30m. Nuevamente se debe decir que en función de las discontinuidades del entorno esta cifra podrá variar. Los mapas deben tener un formato digital y estar georreferenciados para su posterior incorporación a un sistema de información geográfica.



**Mapas de exposición al ruido:** Omitimos este punto porque los comentarios son análogos a lo que digamos en la fase B.

#### 4.2. Fase B

Como resultado de la Fase A, se determinarán las zonas que serán objeto de estudio en la Fase B. Corresponden a zonas urbanas de carácter residencial y a zonas docentes y hospitalarias. Las zonas seleccionadas deben incluir al menos la zona correspondiente a los niveles de inmisión Lden > 55 dBA y Lnoche >50 dBA.

#### Mapas de niveles sonoros:

Son mapas de líneas isófonas elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de toda la zona de estudio. La ubicación de los puntos receptores de cálculo se basa en una malla de paso regular o variable con una anchura media de malla de 10 m en nuestro estudio. Estos mapas de niveles sonoros deberán servir para delimitar zonas de afección y para la información pública.

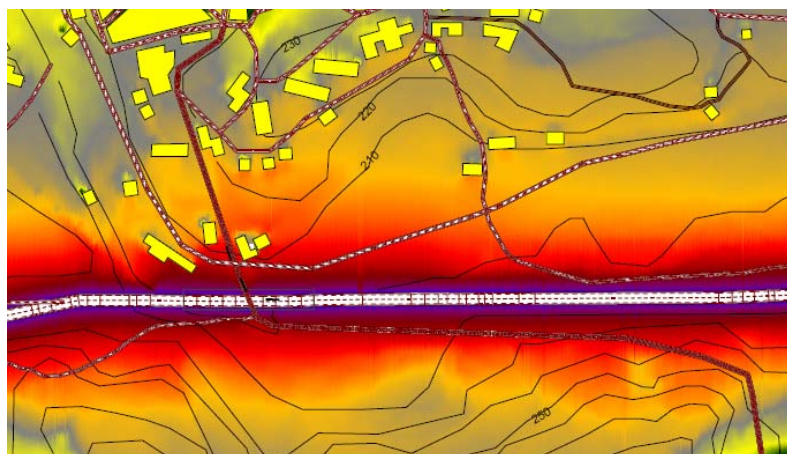


Fig. 1 - Mapa de niveles sonoros Lnoche – Pola de Siero

#### Mapas de exposición al ruido:

Relacionan los niveles de ruido en fachada de edificios de viviendas con el número de viviendas y personas que habitan en ellas. Se considera únicamente el sonido incidente sobre la fachada del edificio que se analiza en cada caso, pero teniendo en cuenta las posibles reflexiones en el resto de los edificios y obstáculos. Si el modelo informático utilizado no fuera capaz de realizar el cálculo por fachadas en estas condiciones (*que no es nuestro caso*), se procederá asignando a cada fachada los puntos de receptores que van a representar el nivel de ruido en la fachada. Estos puntos receptores formarán parte en general de los puntos receptores utilizados para el cálculo de los mapas de niveles sonoros. Se restarán 3 dB a los niveles obtenidos en estos puntos. Se asignará un valor al nivel sonoro en la fachada en función de los valores obtenidos en los puntos receptores asociados a esa fachada. Este valor deberá ser una media o una media ponderada, no el valor máximo. Una vez obtenidos los niveles de

ruido en fachada, se asignará este nivel de ruido en fachada a la población resultante de distribuir la población total del edificio en función de la longitud de cada fachada.

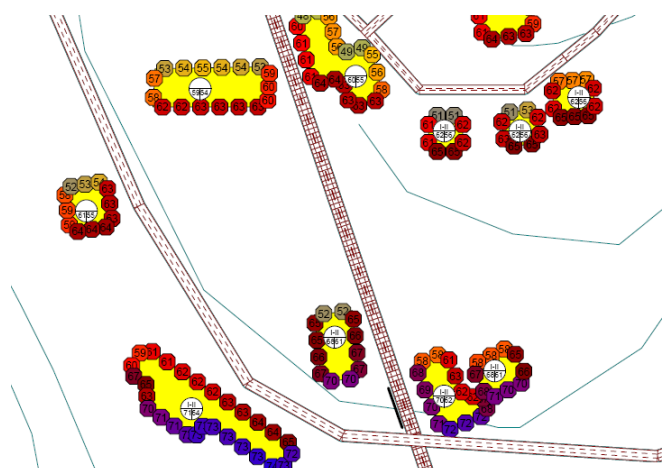


Fig. 2 - Lden en fachadas – Pola de Siero

### Relación de receptores puntuales colocados al azar

Se trata de obtener los valores L<sub>día</sub>, L<sub>tarde</sub>, L<sub>noche</sub> y L<sub>den</sub> en ciertos puntos representativos al aire libre donde puede haber personas y comprobar si cumplen los niveles máximos considerados. Hemos considerado como altura media de una persona 1,50 m. colocando a esta altura los receptores, altura media del oído humano.

LOCALIDAD: POLA DE SIERO		Nivel Lr				Valor Límite		Coordenadas		
Nombre	ID	Día (dBA)	Noche (dBA)	Tarde (dBA)	Lden (dBA)	Día (dBA)	Noche (dBA)	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	Parking	53,6	48,1	55,0	57,3	62,0	55,0	8586,31	2947,90	229,93
2	zona de paseo	50,5	45,3	52,0	54,4	62,0	55,0	7933,21	2859,70	229,64
4	río Nora	50,7	45,3	52,1	54,5	62,0	55,0	7562,35	2815,76	211,50

## 5. CONCLUSIONES

Se hace necesario que los municipios tengan Ordenanzas normas que regulen las actuaciones de los edificios colindantes con la autovía definiendo los usos del suelo, estableciendo los criterios y procedimientos y delimitando la zona de servidumbre de la autovía. La evolución del tráfico y por tanto de los niveles sonoros debe revisarse periódicamente.

En nuestro estudio en todas las localidades existen fachadas expuestas a valores por encima de los considerados límites.

Por lo que respecta a las exigencias marcadas en los Pliegos, se piden los mapas estratégicos de ruido básicos a escala 1/25.000 en papel A-1 y los mapas estratégicos detallados a escala 1/5.000 en A-3 pero no todos los programas de cálculo permiten escalar los mapas; lo habitual en el trabajo con programas CAD, por ejemplo, es trabajar en escala natural y posteriormente escalar en la impresión y esa nos parece la forma más correcta. Además hay determinados entornos urbanos donde estas escalas pueden no ser muy adecuadas, pero si es cierto que el usar unas escalas normalizadas permite uniformidad en los trabajos. También los Pliegos sugieren que se deben obtener los mapas mediante líneas isófonas pero lo cierto es que la interpretación visual de éste tipo de mapas es bastante pobre.