

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO EN CATALUNYA

Pacs: 43.50.Sr

Jiménez Díaz, Santiago¹; Romeu Garbí, Jordi¹; Pàmies Gómez Teresa¹; Majó Torrent, Maite²

¹ Laboratorio de Ingeniería Acústica y Mecánica, LEAM. Universidad Politécnica de Cataluña
C/ Colom, 11 08222 Terrassa, Barcelona
Tel. +34 937 398 146, Fax. +34 937 398 145
E-Mail: santiago.jimenez@upc.edu

² Departament de Medi Ambient i Habitatge
Av. Diagonal 523-525, 08029 Barcelona.

ABSTRACT

The Directive 2002/49 on evaluation and management of the environmental noise demands in case of agglomerations, a series of information that one must communicate to the Commission, between which there is the number of persons whose housings are exposed to every range of values of L_{den} and L_{night} in dBA. In this work they present the criteria contemplated in the delimiting of the agglomerations inside Catalonia's territory, as well as the methodologies used in the estimation of the sonorous levels and of the population exposed to the different indicators of noise, as well as, the obtained results.

RESUMEN

La Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental demanda en caso de aglomeraciones, una serie de datos que hay que comunicar a la Comisión, entre los que se encuentran: el número de personas cuyas viviendas están expuestas a cada rango de valores de L_{den} y de L_{night} en dBA. En este trabajo se presentan los criterios contemplados en la delimitación de las aglomeraciones en el interior del territorio de Catalunya, así como las metodologías utilizadas en la estimación de los niveles sonoros y de la población expuesta a los diferentes indicadores de ruido, así como, los resultados obtenidos.

INTRODUCCIÓN

El Decreto 176/2009, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 16/2002 de protección contra la contaminación acústica, [1] cuya principal finalidad es el desarrollo de esta Ley y a su vez lograr la adecuación de aquellos preceptos de carácter básico de la normativa estatal y europea que inciden directamente en la normativa catalana, [2] [3] contempla que tanto las

entidades locales que constituyan una aglomeración, como los titulares de infraestructuras viarias cuyo tráfico supere los 3.000.000 de vehículos al año, de los grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 30.000 trenes al año, de los grandes aeropuertos cuyo tráfico supere los 50.000 movimientos al año y de los grandes puertos, han de elaborar y aprobar, mapas estratégicos de ruido, de acuerdo con los criterios comunes fijados para la Unión Europea.

DEFINICIÓN DE AGLOMERACIÓN

Se ha definido la aglomeración como el sector del territorio que contiene una población igual o superior a 100.000 habitantes, con una densidad mínima de población de 3.000 hab/km². También se puede constituir una aglomeración con distintos municipios o zonas de municipios que cumplan con el criterio de densidad y que estén distanciadas un máximo de 500 m entre sí.

A partir de esta definición, y mediante el uso de orto fotos a escala 1:5000 disponibles en el Instituto Cartográfico de Catalunya [4] y datos obtenidos del último padrón de los municipios, se han determinado las aglomeraciones de la tabla 1. Resultando un total de 10 aglomeraciones formadas por 23 municipios diferentes, lo que significa aglomeraciones que engloban a 3.343.779 habitantes en la comunidad autónoma de Catalunya. [5] [6]

Tabla 1. Aglomeraciones municipales y supramunicipales en Catalunya

<i>Aglomeración</i>	<i>Habitantes</i>
<i>Barcelonès I</i>	1.649.131
Barcelona	1.615.908
Sant Adrià del Besós	33.223
<i>Barcelonès II</i>	338.397
Badalona	215.329
Sta. Coloma de Gramenet	117.336
<i>Baix Llobregat I</i>	446.629
Hospitalet de Llobregat	253.782
Cornellà de Llobregat	85.180
Esplugues de Llobregat	46.586
Sant Feliu de Llobregat	42.628
Sant Joan Despi	31.647
Sant Just Desvern	15.365
<i>Baix Llobregat II</i>	107.763
Viladecans	62.563
Gavà	45.190
Sant Boi	82.428
<i>Vallès Occidental I</i>	248.069
Sabadell	203.969
Barberà del Vallès	30.271
Badia del Vallès	13.829
<i>Vallès Occidental II</i>	209.042
Terrassa	206.245
Viladecavalls (Can Trias)	2.797
<i>Gironès</i>	123.247
Girona	94.484
Salt	28.763
<i>Lleida</i>	131.731
<i>Mataró</i>	119.780
<i>Reus</i>	107.770

DEFINICIÓN Y CONTENIDO DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LAS AGLOMERACIONES

Según la Directiva 2002/49/CE [3] un mapa estratégico de ruido, es un mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de las diferentes fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona.

El Decreto 176/2009 considera a los mapas de capacidad acústica y los mapas estratégicos de ruido como instrumentos para la gestión ambiental del ruido, además define el mapa estratégico de ruido como la representación de los datos relativos alguno de los aspectos siguientes:

- Situación acústica existente, expresada de acuerdo con un índice de ruido. Mapa de ruido
- Superación de un valor límite de acuerdo con el mapa de capacidad acústica.
- Número estimado de personas situadas en una zona expuesta al ruido
- Número estimado de viviendas, escuelas y hospitales en una zona determinada que están expuestos a valores específicos de un índice de ruido.

Los mapas estratégicos de las aglomeraciones han de tener especialmente en cuenta el ruido que proviene del tráfico rodado, del tráfico ferroviario, de los aeropuertos y de las zonas industriales, incluyendo los puertos.

Las superaciones de los valores límite se determinan a partir de la comparación entre la situación acústica existente y los objetivos de calidad acústica establecidos en el mapa de capacidad acústica correspondiente a una zona determinada. [5] [6]

Mapa de Ruido

El mapa de ruido se realiza de acuerdo con los criterios que indica la Llei 16/2002 de protección contra la contaminación acústica así como los criterios generales que se apuntan en la norma ISO-1996, además de las indicaciones del propio ayuntamiento de forma que los resultados sean representativos del ambiente acústico de todo el territorio municipal. Más que un conjunto de datos que presentan el estado acústico de la aglomeración, el mapa es una herramienta que da pie y coherencia a la política de gestión del ruido urbano. [7] El mapa así realizado cumple con los siguientes requisitos básicos:

- *Representatividad territorial:* Los puntos de medida se seleccionan con criterios relacionados con el uso del territorio, adaptando las medidas a las fuentes de ruido.
- *Representatividad temporal:* Se realizan medidas de larga duración que permiten establecer la evolución sonora a lo largo de las 24 horas del día, en función de las tipologías de calle y uso del territorio.
- *Discriminatorio del origen del ruido:* En las medidas se determinan las fuentes de ruido predominantes, que son reflejadas en mapas independientes, la combinación de las cuales da como resultado el mapa total. El conocimiento de las fuentes de ruido posibilita realizar actuaciones encaminadas a la disminución del ruido.
- *Versatilidad:* El ruido no ha de ser tratado como un agente independiente del resto de variables que componen el tejido urbano. La información sobre la contaminación acústica se debe poder relacionar fácilmente con otros datos como puede ser la población, ubicación de actividades, tráfico etc. Por eso los datos de ruido se introducen en el SIG del propio ayuntamiento, de manera que sean utilizables por el personal del propio ayuntamiento en etapas posteriores a la elaboración del mapa.
- *Rigurosidad:* las medidas serán suficientes para asegurar la fidelidad del mapa a la

realidad, con márgenes de error muy inferior a los 5 dBA de rango de representación que recoge la Ley de protección contra la contaminación acústica y otras normativas.

En la elaboración del mapa de ruido se realizan tanto medidas de corta duración como de larga duración. La ubicación de los puntos de medida en la calle se ha escogido de forma que la posición fuera representativa de las características de la calle. En los casos en que una misma calle presenta varias características que puedan afectar al nivel sonoro resultante, se han realizado más de una medida.

Las medidas de larga duración (mínimo 24 horas) determinan la evolución temporal de la inmisión sonora en un punto determinado durante todo un día. Estas medidas van encaminadas a poder obtener un modelo que permita estimar los niveles sonoros nocturnos en función de la tipología y uso de cada calle. [8] Por otra parte, permiten conocer la variabilidad de los niveles sonoros a lo largo del día, de manera que son útiles para establecer el horario óptimo para la realización de las medidas de corta duración.

Mapa de Capacidad Acústica

Los mapas de capacidad acústica se han elaborado de acuerdo a lo que prevé el Decreto 176/2009 por el cual se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 16/2002 de protección contra la contaminación acústica, en el cual se fijan los criterios para la elaboración de este tipo de mapas, han de tener en cuenta los objetivos de calidad acústica del territorio i los valores límite de inmisión aplicables a los diferentes tipos de emisores acústicos. [1]

El mapa de capacidad acústica consiste en la agrupación de las diferentes áreas del territorio donde se permiten los mismos niveles límite de inmisión. Se delimitan las diferentes zonas acústicas en función del uso predominante del suelo, dónde para cada zona se le asigna un nivel límite de inmisión de ruido, fijado como un objetivo de calidad. En la zonificación acústica del territorio además de considerar el uso predominante del suelo, también se consideran la existencia de infraestructuras de transporte o equipamientos, así como, la realidad sonora existente. Este mapa debe permitir poner condiciones o limitaciones en el uso del territorio con el fin de preservar la calidad del ambiente sonoro de la aglomeración. [9] [10]

Todo el suelo urbano y urbanizable ha de estar asociado a un tipo de zona acústica. Conocida la zona es posible saber el nivel de inmisión correspondiente y, por tanto, también es posible determinar las implicaciones que se deriven para su utilización, ya sea como limitaciones para el uso industrial, como condiciones para la construcción de nuevas viviendas, como condiciones para la implantación de nuevas actividades económicas, etc.

Los mapas de capacidad acústica establecen la zonificación acústica del territorio y los valores límite de inmisión de acuerdo con las zonas de sensibilidad acústica y los usos del suelo, dependiendo de si se trata de zonas urbanizadas existentes o zonas a urbanizar, de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 2. Valores límite de inmisión de acuerdo al Decreto 176/2009 [1]

Usos del suelo	Valores límite de inmisión en dB(A)		
	$L_d (7 h - 21 h)$	$L_e (21 h - 23 h)$	$L_n (23 h - 7 h)$
ZONA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA ALTA (A)			
(A1) Espacios de interés natural y otros	-	-	-
(A2) Predominio del suelo de uso sanitario, docente y cultural	55	55	45
(A3) Viviendas situadas en entorno rural	57	57	47
(A4) Predominio del suelo de uso residencial	60	60	50

ZONA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA MODERADA (B)			
(B1) Coexistencia de suelo de uso residencial con actividades i/o infraestructuras de transporte existentes	65	65	55
(B2) Predominio del suelo de uso terciario diferente a (C1)	65	65	55
(B3) Áreas urbanizadas existentes afectadas por suelo de uso industrial	65	65	55
ZONA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA BAJA (C)			
(C1) Usos recreativos y de espectáculos	68	68	58
(C2) Predominio de suelo de uso industrial	70	70	60
(C3) Áreas del territorio afectadas por sistemas generales de infraestructuras de transporte o otros equipamientos públicos	-	-	-

Valores de atención: en las zonas urbanizadas existentes y para los usos del suelo (A2), (A4), (B2), (C1) i (C2), i para las viviendas existentes en el medio rural (A3), el valor límite de inmisión se incrementa en 5 dB(A).

Mapa de Superación de los Niveles Límites

Elaborada la propuesta de mapa de capacidad acústica, se puede representar en un mapa las diferencias existentes entre el nivel sonoro medido o asignado a cada calle en el mapa acústico y el nivel límite de inmisión correspondiente a la misma calle, en función de la zona de sensibilidad a la que haya sido asignada. Así pues, se extraen los diferentes mapas de superación de los niveles límite de inmisión, respecto a la propuesta de mapa de capacidad.

- Mapa de superación de los niveles límite de inmisión diurnos.
- Mapa de superación de los niveles límite de inmisión nocturnos.

Para representar la superación de los niveles límite de inmisión, se ha escogido una escala gráfica, de forma que facilite la identificación de las calles donde se superan los niveles límite de inmisión indicados en el Decreto 176/2009, para las cuales sería necesario elaborar planes de actuación.

Población Expuesta a los Diferentes Niveles de Ruido

La Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental [3] exige una serie de información que debe comunicarse a la comisión, entre la que se encuentra el número de personas cuyas viviendas están expuestas a cada rango de valores de L_{den} en dBA a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo.

A pesar de que el nivel sonoro en fachada puede variar con la altura, el cálculo de población expuesta a cada uno de los rangos, se realiza a partir de los valores medidos o calculados a 4 metros de altura de acuerdo a lo establecido en la Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Los datos de población contemplados en el último padrón municipal facilitados por el ayuntamiento, se introducen en el mismo SIG en el que se introdujeron los datos relativos al mapa acústico, con el objetivo de realizar la evaluación de la población expuesta a cada intervalo de nivel sonoro. [11] [12] [13][14][15]

Los datos de población se han introducido en el SIG por dirección postal, de manera que a cada dirección postal le corresponde la suma de habitantes empadronados en aquella dirección. El cálculo de la población expuesta se ha realizado asignando el nivel sonoro del tramo de calle a las direcciones postales (y población asignada previamente) correspondiente al tramo de calle, y así para todos los tramos de calle del municipio.

Para evaluar de forma detallada la población expuesta a los diferentes niveles de ruido, se ha considerado que un cierto porcentaje de viviendas no comunican directamente con el exterior de la vía pública, sino que dan a interiores de la manzana con niveles sonoros muy inferiores a los de las calles que limitan la manzana. [16]

El cálculo de la población expuesta al interior y al exterior de las manzanas se puede determinar según la metodología siguiente:

Primero, se determina que manzanas cumplen la condición expuesta en el párrafo anterior, a partir de la información suministrada por la distribución parcelaria y orto imágenes del municipio. A continuación se calcula el perímetro total de cada manzana (perímetro exterior + interior).

Seguidamente se determina por un lado el perímetro de fachada expuesto al nivel sonoro de la vía pública y de otro el perímetro de fachada expuesto al nivel sonoro del interior de la manzana.

A partir de los datos obtenidos para una muestra representativa de viviendas que forman estas manzanas interiores, se ha calculado el porcentaje de la población expuesta al interior y al exterior. Calculándolo de la siguiente forma:

$$\% \text{ de población expuesta al nivel interior} = \frac{\text{Perímetro de fachada del interior}}{\text{Perímetro total de la fachada}} \quad (1)$$

$$\% \text{ de población expuesta al nivel de calle} = \frac{\text{Perímetro de fachada del exterior}}{\text{Perímetro total de la fachada}} \quad (2)$$

Estos porcentajes, aplicados a la población atribuida a las direcciones postales de las manzanas consideradas, dan la población expuesta a la calle y población expuesta al interior de manzana. A la población expuesta a la calle se le ha asignado el nivel sonoro correspondiente al tramo de calle, mientras que a la población al interior, se le ha asignado el nivel estimado del patio interior de la manzana (fachada tranquila), [3] que es el nivel sonoro más elevado de las calles que rodean a la manzana de viviendas minorado entre 15 y 20 dBA. La estimación se basa en un conjunto de medidas realizadas en manzanas de viviendas que forman patio interior de diversos municipios.

Así pues, del total de las manzanas que disponen de patio interior de manzana, el 30 % de población está expuesta al nivel sonoro correspondiente al interior de la manzana, mientras el 70 % de población restante está expuesta al nivel sonoro correspondiente a las calles.



Figura 2. Ejemplo de manzana de viviendas con población afectada por diferentes niveles sonoros.

Los resultados obtenidos para el conjunto de aglomeraciones muestran, que entre el 3 % y 6 % de la población está expuesta a los niveles sonoros determinados en el interior del patio de las manzanas, es decir, disponen de una fachada tranquila.



Figura 3. Distribución de la población expuesta al indicador L_{den} . Cada punto indica la dirección postal y población asignada en función del nivel sonoro del tramo de calle.

RESULTADOS

En las tablas 3 y 4 se representa el número estimado de personas (expresado en centenas) y el porcentaje de población expuesta a cada uno de los rangos de valores del nivel día-tarde-noche L_{den} y del nivel noche L_n de las aglomeraciones de ámbito supramunicipal y municipal de Catalunya de las cuales se dispone de datos. [17]

Tabla 3. Población expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{den}

Población expuesta	
Valores L_{den} dBA	Población centenas
<55	3.635
55-60	4.952
60-65	8.666
65-70	7.230
70-75	4.429
>75	975

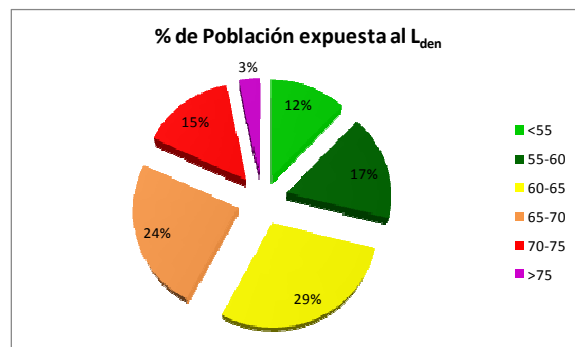
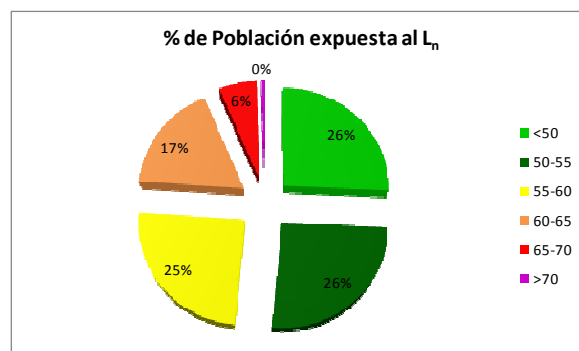


Tabla 4. Población expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n

Población expuesta	
Valores L_n dBA	Población centenas
<50	8.095
50-55	7.569
55-60	7.121
60-65	5.116
65-70	1.674
>70	113



CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos relacionados con el L_{den} , se desprende, que el 29% de la población está por debajo de los 60 dBA, mientras que un 29% se encuentra entre 60 y 65 dBA, un 24% se encuentra entre 65 y 70 dBA, un 15% está expuesta a niveles de L_{den} entre 70-75 dBA. Únicamente el 3% de la población se encuentra expuesta a niveles L_{den} superiores a 75 dBA.

Respecto al L_n , se observa que el 26% de la población está por debajo de los 50 dBA, mientras que un 26% se encuentra entre 50 y 55 dBA, un 25% se encuentra entre 55 y 60 dBA, un 17% está expuesto a niveles de L_n entre 60-65 dBA. Tan solo el 6% de la población se encuentra expuesta a niveles L_n entre 65 y 70 dBA.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a los Ayuntamientos que han depositado su confianza en el Laboratori d'Enginyeria Acústica i Mecànica (LEAM), permitiendo participar y colaborar en la gestión integral del ruido de su municipio. También hacer extensivo este agradecimiento a todos y cada uno de los técnicos municipales de las diferentes áreas o servicios relacionados directa o indirectamente con la gestión del ruido, que con su ayuda y colaboración inestimables, han hecho posible este artículo.

REFERENCIAS

- [1] Decret 176/2009, pel que s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, DOGC núm, 5506 de 16-11-2009.
- [2] Real Decreto 13/67/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, BOE núm, 254 de 24-10-2007.
- [3] Directive 2002/49/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, Journal of the European Communities 18,07,2002.
- [4] Web ICC v1,8 2010 Institut Cartogràfic de Catalunya, Generalitat de Catalunya.
- [5] Majó M.; Romeu R.; Sánchez A.; Sumpsi C. *Las Aglomeraciones municipales frente al ruido ambiental: Una Estrategia de gestión*, Tecniacustica 2006, Proceedings 37º Congreso Nacional de Acústica Encuentro Ibérico de Acústica in CD-ROM.
- [6] Web Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya
- [7] Jiménez S.; Alsina A.; Pàmies T. *Gestión integral del ruido urbano, Mapa acústico de Terrassa*, Tecniacústica 2005, Proceedings 36º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Symposium, CD-Rom, Revista de Acústica, vol,36, núm, 3-4, 2005.
- [8] Jiménez S.; Genescà M.; Romeu J.; Sánchez A. *Estimation of night traffic noise levels*, Acta Acustica united with Acustica, 94, (2008) 563-567.
- [9] Alsina A.; Jiménez S.; *Gestión integral del ruido urbano, Mapa de capacidad acústica de Terrassa*, Tecniacústica 2005, Proceedings 36º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Symposium, CD-Rom, Revista de Acústica, vol,36, núm, 3-4, 2005.
- [10] Ventura F, *Comparing noise zoning experiences in municipalities of several italian cities*, Proceedings of Internoise 2003, Korea August 25-28, 2003, CD-Rom.
- [11] Alsina A.; Pruñanosa F. *Mapa estratégico de ruido de Terrassa. Aplicación web para su visionado en la red. Acústica 2008*. Proceedings V Congreso Ibérico de Acústica, 40º Congreso Español de Acústica, y EAA Symposium. CD-Rom, 2009.
- [12] González M,A, et al, *El manejo de datos, pilar del cartografiado estratégico del ruido y los planes de acción*, Acústica 2008, Proceedings V Congreso Ibérico de Acústica, 39º Congreso Español de Acústica, y EAA Symposium, CD-Rom, 2008.
- [13] Lembo P, et al, *Noise mapping of the town of Naples, Methodology and analysis of results with a GIS system*, Proceedings of Euronoise 2003, Naples, 2003, CD-Rom.
- [14] Zambon G.; Radaelli S. *The Milan agglomeration Strategic Noise Map*. Proceedings of Euronoise 2009. Edinburgh, 2009. CD-Rom.
- [15] Hintzsche M.; Popp C. *Strategic action planning in Hamburg - an approach for large agglomerations*. Proceedings of Euronoise 2009. Edinburgh, 2009. CD-Rom.
- [16] Jiménez S.; Romeu J.; Pàmies T.; Guasch S. *Sistemas de información geográfica en la gestión integral del ruido, Acústica 2008*, Proceedings V Congreso Ibérico de Acústica, 39º Congreso Español de Acústica, y EAA Symposium, CD-Rom, 2008.
- [17] S. Jiménez; J. Romeu; T. Pàmies; M. Majó *Agglomeration Noise Strategic maps in Catalonia*. Proceedings of Internoise 2010, Lisbon Portugal 13-16 June 2010, CD-Rom.