

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS NIVELES
SONOROS AMBIENTALES EN PARCELAS DONDE SE UBICARÁN
EDIFICIOS**

PACS: 43.50.Ba

Jose Ignacio Riesco García; Ángel Arenaz Gombáu; Ana E. Espinel Valdivieso.
AUDIOTEC S.A. - Centro Tecnológico Acústico S.L.
C/ Juanelo Turriano, 4. Parque Tecnológico de Boecillo.
47151 Boecillo. Valladolid, España
Tel: 00 34 983 361 326 Fax: 00 34 983 361 327
E-Mail: cta@audiotec.es
Web: www.audiotec.es

ABSTRACT

Law of Castilla y León Noise, 5 / 2009 of June 4, sets up in Article 28 that prior to the granting of new licenses to construct buildings for housing, hospital, welfare, educational or cultural use, promoters must present an acoustic study, using predictive calculation methods to evaluate the noise levels of Ld, Le, Ln and Lden, and assess the fulfillment of acoustic quality objectives in each case.

Since the entry into force of this Act, Audiotec has made a large number of these acoustic studies, both small real estate developments and major urban projects. Thanks to the acquired experience in this period, we have developed our own methodology, which is presented in this article and deals with these acoustic studies in a thorough and simple way.

RESUMEN

La Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León, establece en el artículo 28 que previamente a la concesión de nuevas licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, asistenciales, educativos o culturales, el promotor deberá presentar un estudio acústico, empleando métodos de cálculo predictivos, para evaluar los índices de ruido Ld, Le, Ln y Lden y valorar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables a cada caso.

Desde la entrada en vigor de la Ley, Audiotec ha realizado un gran número de estos estudios acústicos, tanto para pequeñas promociones inmobiliarias, como para proyectos urbanísticos de gran envergadura. La experiencia acumulada en este periodo nos ha permitido desarrollar una metodología propia, que se plantea en este artículo, que afronta de forma minuciosa y sencilla estos estudios acústicos.

1.- INTRODUCCIÓN

Previamente a la ejecución de un proyecto constructivo en edificación, tanto la legislación vigente en materia de acústica ambiental como el Documento Básico DB HR, protección frente

al ruido, establecen la necesidad de conocer los niveles de ruido ambiental presentes en el entorno de la parcela y en las fachadas de los edificios a construir.

En particular, la **Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León**, establece en el Capítulo II, relativo al control acústico en la edificación, la necesidad por parte del promotor de edificaciones destinadas a viviendas, centros educativos y culturales, usos hospitalarios y asistenciales de presentar un estudio acústico realizado por una Entidad de Evaluación Acústica, empleando una metodología definida en la Ley, previamente a la concesión de nuevas licencias de construcción.

Para las áreas urbanizadas existentes, se establecen como objetivos de calidad acústica la no superación de los valores límite que aparecen en el Anexo II de la Ley, los cuales se indican a continuación:

AREA RECEPTORA	ÍNDICES DE RUIDO dB(A)			
	Ld 7h -19h	Le 19h – 23 h	Ln 23 h- 7h	Lden
Tipo 1. Área de silencio	60	60	50	61
Tipo 2. Área levemente ruidosa	65	65	55	66
Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa -Uso de oficinas o servicios y comercial -Uso recreativo y espectáculos.	70 73	70 73	65 63	73 74
Tipo 4. Área ruidosa	75	75	65	76
Tipo 5. Área ruidosa	Sin determinar			

Tabla 1. Valores objetivo para el ruido ambiental en áreas urbanizadas existentes.

Por otra parte, en el Documento Básico DB HR protección frente al ruido, se establecen los aislamientos acústicos a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$ que deben existir entre un recinto protegido y el exterior en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , en la zona donde se ubica el edificio.

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

Tabla 2. Valores de aislamiento acústico $D_{2m,nT,Atr}$ en dBA entre recintos protegidos y el exterior en función del índice de ruido día, L_d .

Seguidamente se explicará la metodología operativa que ha desarrollado AUDIOTEC para llevar a cabo estos estudios acústicos, y su posterior utilización para valorar el grado de cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables, así como para la definición y diseño de los aislamientos acústicos de fachadas en el proyecto del edificio.

2.- METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES SONOROS AMBIENTALES

2.1. Elaboración del estudio acústico

Los estudios acústicos de ruido ambiental permiten determinar los niveles de ruido generados por los principales focos sonoros en el entorno de ubicación de la parcela objeto de estudio, como pueden ser el ruido por tráfico rodado, el ruido producido por el ferrocarril, el ruido debido a industrias y actividades o el ruido de las actividades aeroportuarias.

En la metodología desarrollada por AUDIOTEC, la evaluación de los índices de ruido y de los niveles de ruido ambiental se realiza mediante métodos de cálculo predictivos durante los periodos de evaluación Ld, Le, Ln y Lden. Para ello se emplean los métodos de cálculo recomendados en el anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre. Una vez desarrollado el modelo, se realiza un muestreo con medidas “in situ” con el fin de contrastar y validar los datos obtenidos con el programa de cálculo predictivo.

Las fases en las que se divide la elaboración de un estudio acústico son las siguientes:

▪ **Recopilación de la información de partida**

Primeramente se recopila toda la información necesaria para el correcto desarrollo de los trabajos. Entre la información obtenida, se encuentra la siguiente:

- Planos de ubicación de la zona de estudio, con la siguiente información:
 - Información cartográfica de las carreteras y líneas de ferrocarril actuales.
 - Información de los edificios, barreras y obstáculos.
 - Curvas de nivel.
- Ortofotos del área de estudio.
- Información disponible de los aforos de tráfico en las carreteras y otras infraestructuras de transporte contempladas.
- Recopilación de información de otras fuentes de ruido.



Fig. 1: Ejemplo de información cartográfica de partida

▪ **Trabajo de campo: campaña de mediciones “in situ”**

En esta fase de trabajo se lleva a cabo una visita al lugar en donde está localizada la parcela. En primer lugar se realiza un reconocimiento del terreno, donde se recoge la información siguiente:

- Inventario de las fuentes de ruido presentes,
- Ubicación y capacidad de las vías de transporte próximas a la parcela,
- Caracterización de las parcelas y edificios próximos a la parcela objeto de estudio,
- Análisis de los distintos tipos de terrenos,

- Caracterización de los flujos de tráfico de las de las vías de transporte,
- Velocidades de los vehículos en las vías,
- Tipo y estado de pavimento.

Tras la realización de estas tareas, se procede a realizar una campaña de mediciones “in situ” de los niveles de presión sonora en estado preoperacional, con el fin de caracterizar los focos de ruido presentes y de validar el modelo acústico generado.

Las mediciones se llevan a cabo mediante varios muestreos representativos en los indicadores acústicos a caracterizar, prolongando el periodo de medida durante el tiempo suficiente para que se establezca el nivel sonoro medido y obtener un valor representativo de los niveles sonoros existentes. En cada punto y medida se obtiene el Leq (dBA) durante el periodo de medida.

En cada punto de medida, además de registrar el parámetro acústico Leq (dBA) que caracteriza el ruido ambiental en el punto de medición y durante el periodo de medición, se registran paralelamente otros datos de interés para poder validar y contrastar los resultados, como las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y velocidad del viento).

▪ **Creación del modelo predictivo**

A partir de la documentación recopilada, de la información recogida durante la campaña de mediciones “in situ” y de la cartografía propia se realiza un modelo del entorno en que se ubica la zona objeto de estudio. En dicho modelo se trazan las infraestructuras viarias, los edificios presentes en la zona, las curvas de nivel y el resto de información cartográfica de interés.

Una vez realizado el modelo, se procede a definir y ajustar los parámetros de cálculo acústico, entre los que se encuentran:

- Propiedades de absorción del aire
- Condiciones meteorológicas
- Propiedades de absorción del terreno
- Número de reflexiones consideradas
- Definición del radio de cálculo.

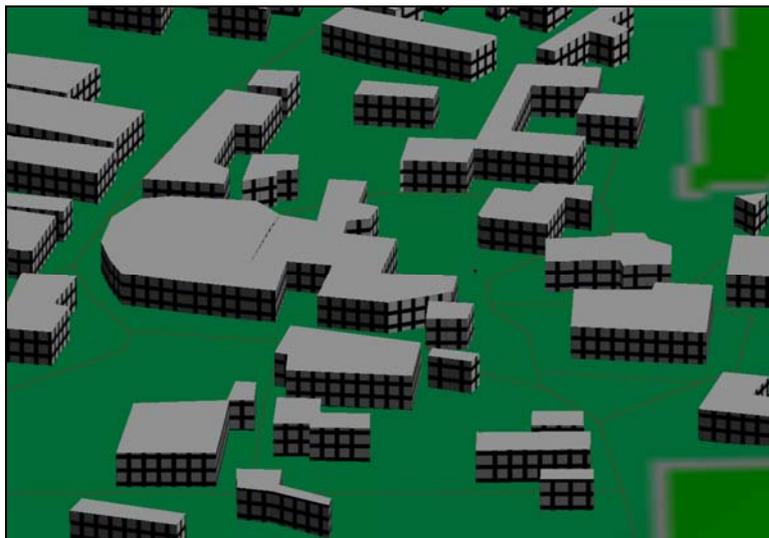


Fig. 2: Ejemplo de modelo predictivo

A continuación se definen los atributos de los puntos y mallas receptoras.

▪ **Validación del modelo predictivo**

Para validar y ajustar el modelo predictivo creado se introduce en el modelo los datos de los focos de ruido y los aforos de tráfico para la situación actual a partir de la información obtenida durante el trabajo de campo. En base a los datos de entrada implementados, se corre el modelo y se obtienen los resultados en los puntos receptores definidos. Los valores obtenidos se comparan con las correspondientes mediciones “in situ” realizadas en los mismos puntos, para contrastar los niveles sonoros reales con los niveles resultantes de los cálculos predictivos.

▪ **Representación de la situación acústica actual**

Una vez validado el modelo, y con la misma configuración de propiedades y atributos empleada en el proceso de validación, se procede a realizar las simulaciones de la situación preoperacional (situación actual), tanto en los puntos receptores como en la malla definida. Con los valores obtenidos, se representa la siguiente información:

- Niveles sonoros en los puntos receptores para los indicadores L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}.
- Plano de curvas isófonas para los indicadores L_{día}, L_{tarde}, L_{noche} y L_{den}.



Fig. 3: Ejemplo de representación de curvas isófonas

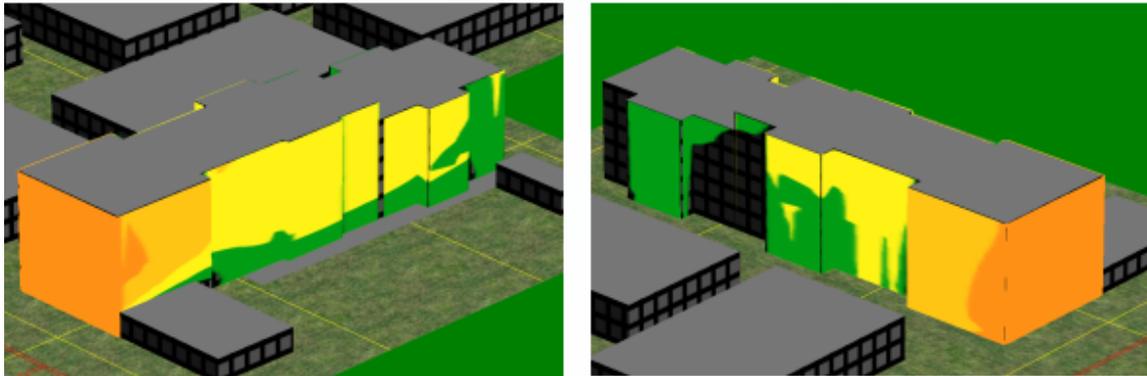
▪ **Análisis de resultados**

Por último, los resultados obtenidos en la etapa anterior se comparan con los valores límite objetivo y se analiza si en la parcela objeto de estudio, para el tipo de área acústica previsto, se exceden o no los objetivos de calidad acústica previstos.

2.2. Análisis de los niveles sonoros en las fachadas del edificio

Los estudios acústicos, cuya metodología se ha descrito en el apartado anterior, permiten no solo caracterizar la situación acústica en el entorno de una determinada parcela, sino también predecir los niveles sonoros estimados en las fachadas de los futuros edificios que estén proyectados sobre la parcela.

Para ello, en el propio software de cálculo se pueden ubicar las futuras edificaciones con las plantas y alturas definidas, y predecir a qué niveles sonoros estarán sometidas las distintas fachadas, de modo que sirvan como base para la realización del proyecto acústico de las fachadas.



Fachada D

Fachada B

Fig. 4: Ejemplo de representación en 3D de niveles sonoros en fachada

Por defecto, en los mapas de ruido los valores de niveles sonoros en el exterior del edificio se dan para la altura de 4 m. sobre el nivel del suelo. Dichos niveles, además de cambiar en función de la orientación y distancia a los focos de ruido, decrecerán con la altura, siendo, por lo general, menos ruidosas las fachadas de los pisos más elevados.

Debido a esta circunstancia, y con el fin de optimizar los aislamientos de las fachadas, en la metodología empleada por AUDIOTEC se realiza un cálculo y representación de los niveles sonoros en 3D con distintos cortes verticales en donde pueden apreciarse los niveles de ruido a distintas alturas de las fachadas del edificio objeto de estudio, y por lo tanto se podrán definir los distintos aislamientos acústicos necesarios en función de dichos niveles.

2.3. Diseño y proyecto de los aislamientos acústicos de las fachadas

Una vez conocidos los niveles sonoros para el indicador L_d que incidirán en las distintas alturas y fachadas de un edificio, se hace necesario establecer el aislamiento acústico necesario y las soluciones constructivas a emplear.

Para ver el aislamiento acústico necesario, se preverá lo dispuesto en las Tablas 2.1. y 3.4. del DB HR. A continuación se presenta un ejemplo de aplicación:

- Fase 1: Se calcula el nivel sonoro, L_d , obtenido a partir del mapa sonoro en el exterior de la fachada de un dormitorio de la 5ª planta de un edificio residencial. Dicho nivel sonoro es de 68 dBA.
- Fase 2: Se va a la tabla 2.1. del DB HR y se observa que para un L_d de 68 dBA, el aislamiento acústico de la fachada deberá ser de 37 dBA.

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

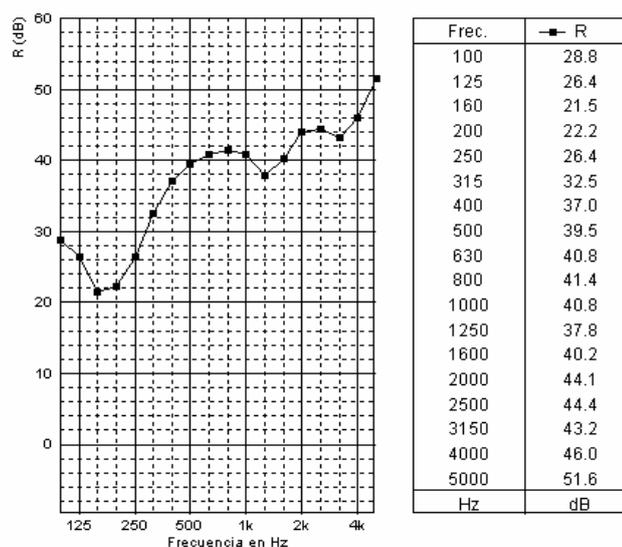
¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

- Fase 3: Se define el porcentaje de huecos que va a haber en la fachada del dormitorio (Ej: un 50%), y se va a la tabla 3.4. del DB HR para ver la exigencia en este caso

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % R_A dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠ 100 % R_A dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos				
			$R_{A,tr}$ de la ventana y de la caja de persiana y $D_{n,e,A}$ del aireador dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	

- Fase 4: Se analiza si la solución constructiva definida para la parte ciega cumple con cualquiera de los tres valores establecidos de aislamiento acústico R_A para las zonas ciegas. Dicho análisis se realiza comprobando los certificados de aislamiento acústico de la solución de la zona ciega de la fachada, o bien mediante la utilización del Catálogo de soluciones constructivas. Normalmente, las soluciones más usuales de las zonas ciegas de fachadas cumplen con cualquiera de los valores establecidos en la tabla. En caso contrario, sería conveniente mejorar acústicamente el sistema para la parte ciega de la fachada con el objeto de abaratar posteriormente el coste de las ventanas.
- Fase 5: Una vez definida la solución para la parte ciega de la fachada, el siguiente paso consiste en establecer el aislamiento acústico de la zona de huecos de la fachada. En nuestro ejemplo, y suponiendo que el aislamiento acústico de la zona ciega de la fachada es superior a 50 dBA, el aislamiento acústico de la ventana, R_{Atr} , deberá ser de 37 dBA. Para ello se buscará información de algún fabricante de ventanas que pueda proporcionarnos un certificado acústico que justifique que dicha ventana tenga un aislamiento mínimo R_{Atr} de al menos 37 dBA. En este punto cabe destacar que el valor R_{Atr} se obtiene de sumar al valor de aislamiento R_w obtenido en un ensayo en cámara normalizada, el factor de corrección C_{tr} .



$R_{req}(C;C_w) = 39 (-2; -6)$ dB
 $R_{rota} = 38$ dB(A)
 $R_{reco} = 33$ dB(A)

Ejemplo de ensayo de aislamiento acústico de una ventana en el que se ve que el valor de R es 39 dB, mientras que el R_{tr} es de 33 dBA, por lo que dicha ventana no serviría para este caso.

3. CONCLUSIONES

- La realización de estudios acústicos en parcelas destinadas a edificaciones es, además de necesario para la concesión de licencias de construcción, según se establece en leyes como la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León, imprescindible para poder definir en proyecto el aislamiento acústico necesario para sus fachadas.
- La metodología operativa propuesta para la realización de los estudios acústicos contempla, además de la realización de los mapas de ruido a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo sobre la superficie de la parcela, la posibilidad de evaluar los niveles de ruido sobre todas las fachadas de los edificios proyectados para las distintas alturas de los mismos.
- La opción alternativa que ofrece el CTE DB HR para los casos en que no se ha realizado estudio acústico, en muchos casos no es válida para garantizar una adecuada protección y calidad de vida de los ciudadanos en el interior de sus viviendas.
- Con la elaboración de estudios acústicos, especialmente si se particularizan para las fachadas a distintas alturas, se puede optimizar la elección de los cerramientos necesarios, reduciendo sus costes.