

Barreras Acústicas⁽¹⁾

*J. Pfretzschner, F. Simón, R.M^a. Rodríguez, A. Moreno
Instituto de Acústica (CSIC), Serrano 144, 28006 Madrid.*

Tel: 34 91 5 61 88 06

Fax: 34 91 4 11 76 51

E-mail: iacjp36@ia.cetef.csic.es

PACS: 43.20.Fn, 43.50.Gf

Resumen

El trabajo describe las investigaciones realizadas en relación con la protección acústica proporcionada por pantallas y barreras acústicas contra el ruido de tráfico.

Entre las principales aportaciones documentadas figuran el diseño y realización de un índice de protección, que mediante un único número sirve para definir las características extrínsecas de dichos dispositivos, índice que junto a los correspondientes a las intrínsecas (absorción, aislamiento), permiten calificar el comportamiento de las pantallas.

Otro aspecto de singular relevancia lo constituye el diseño y realización de pantallas absorbentes autoportantes, constituidas con granza de caucho obtenida a partir de neumáticos de desecho.

Abstract

This paper describes the research carried out in relation with the acoustic protection provided by acoustic screens and noise barriers against traffic noise.

Among the principal contributions depicts the development of a single rating index that characterizes the extrinsic properties of a noise barrier. This index together with the intrinsic ones (absorption and isolation), defines the behaviour of a noise screen.

Another relevant field of research is the design and construction of absorbent noise screens, made with rubber crumb obtained from discarded tires.

Introducción

Desde el punto de vista acústico, la correcta ordenación urbanística y de edificación de viviendas requiere el conoci-

miento previo no sólo de las características físico - acústicas del terreno donde va a tener lugar, sino también de las del ruido ambiental. Cuando las planificaciones urbanísticas no son las adecuadas, por falta de previsión, o por condicionantes históricos, la consecución o aproximación a condiciones de ruido satisfactorias necesita de soluciones adicionales, que en el momento actual están constituidas por las denominadas pantallas o barreras acústicas.

Puede decirse, que el desarrollo de este tema responde a la demanda social ante el Instituto de Acústica. Efectivamente, a finales de los años 80 y principios de los 90, son múltiples las industrias dedicadas a la fabricación de pantallas acústicas que se acercan a nuestros laboratorios con objeto de caracterizar sus productos, caracterización que comporta fundamentalmente la medida del aislamiento acústico y en ocasiones a la absorción acústica del dispositivo. A través de las entrevistas mantenidas con las mismas, así como con diversos representantes de la comunidad acústica, percibimos que los aspectos teóricos involucrados en la difracción acústica están muy poco desarrollados en nuestra sociedad especializada, aspecto básico en el estudio de la protección acústica que presentan estos dispositivos.

Pérdidas por inserción e índices de calificación.

Para el cálculo de las pérdidas por inserción suministrada por una pantalla, la mayoría de los especialistas se conformaba con utilizar los ábacos de Maekawa desarrollados 20 años antes junto con una serie de reglas empíricas sobre las posibilidades de aplicación de los mismos en función de las posiciones de la fuente acústica y del receptor respecto de la barrera. Ante esta situación en el año 91 decidimos presentar un proyecto de investigación al PN con objeto de profundizar en esta compleja temática. Tras la concesión

¹Este artículo forma parte del número de la revista de Acústica que se editó con motivo de la conmemoración del XXV Aniversario del Instituto de Acústica, Vol XXXI N^{os} 3 y 4

del mismo, comenzamos por el estudio de la teoría geométrica de la difracción (J. B. Keller) por ser la de aplicación más adecuada, a las situaciones usuales de protección contra la contaminación sonora, además de constituir la base para cualquier futuro desarrollo teórico.

Se realizó un estudio sistemático de los distintos algoritmos al uso en la bibliografía internacional, en el que se pusieron de manifiesto sus propiedades y limitaciones, con lo que se aclaraban las prácticas de excepcionalidad de los usos particulares. Se estudiaron y esclarecieron los distintos modelos de pantallas con cumbrera, de moda en la literatura científica del momento.

También se pudo comprobar, que si bien la comunidad científica y en especial el grupo de trabajo de normativa comunitaria de la UE estaban debatiendo sobre la caracterización de las propiedades intrínsecas de las pantallas acústicas (absorción, aislamiento), no abordaban el tema, quizás más interesante bajo el punto de vista del usuario, de la caracterización de la capacidad de protección acústica, o pérdidas por inserción de una pantalla. El tema despertó nuestro interés, y a partir de aquel momento dedicamos un gran esfuerzo a investigar las posibilidades de encontrar un índice de número único que sirviera para caracterizar las pérdidas por inserción en función de una serie de parámetros representativos de la pantalla y del entorno en que ésta se ha de disponer, con objeto de una posible normalización.

Existe tal proliferación de modelos de barreras y maneras diferentes de aplicación, que las distintas administraciones, conscientes de los perjuicios que esta situación puede acarrear tanto en lo que a la protección acústica real como al mercado de productos se refiere, tienen la necesidad de establecer normativas y reglamentaciones para racionalizar el sector. En este sentido se debe mencionar la Directiva Europea nº 106 de 1988, sobre productos de Construcción en cuyo Documento Interpretativo nº 5, relativo a Condicionantes Acústicos se recoge la conveniencia de caracterizar cada barrera con un único valor de una magnitud o índice global, y urge para que se acometa el estudio de tal índice, tarea asumida por el Comité CEN 226.

El interés de la UE en dar respuesta al problema hace que prosperen rápidamente los índices globales correspondientes a las características intrínsecas de las barreras (aislamiento y absorción acústicos). Ahora bien, estas magnitudes no determinan la protección que uno de estos dispositivos introduce tras su instalación. Son las pérdidas por inserción, IL , el parámetro que determina el grado de protección ante el ruido intrusivo, y es por tanto esta

magnitud en la que se debe basar cualquier baremo que pretenda ordenar de algún modo la calidad de estos dispositivos. El problema que se plantea consiste en que, al ser una magnitud extrínseca, no depende únicamente de las características constitutivas del material sino que su valor está relacionado con factores de forma y tamaño de la barrera, topografía y naturaleza acústica del emplazamiento en el que se ubica, e incluso con factores meteorológicos

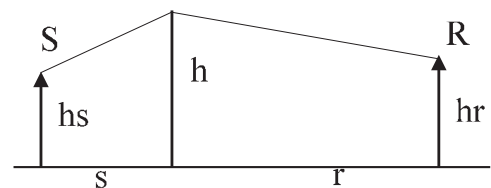


Figura 1. Posiciones del emisor y receptor respecto de la pantalla plana seminfinita.

Una vez comprobada de forma numérica y experimental la excelente concordancia de los diferentes algoritmos que expresan las pérdidas por inserción, se verificó que todos presentan un comportamiento asintótico cuando se representa IL en función de las coordenadas del receptor, r , hr , para valores fijos del emisor s , hs , y altura de la pantalla, H , como puede apreciarse en las figuras 1 y 2.

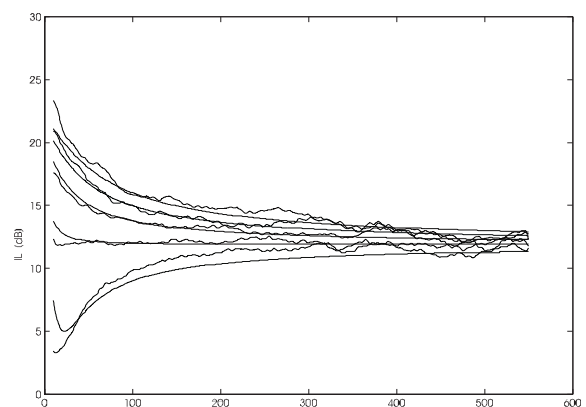


Figura 2. Pantalla seminfinita. Comparación de resultados experimentales y teóricos sobre modelo a escala reducida en campo libre

Todos los haces de curvas presentan tres zonas bien definidas. En la primera, IL disminuye con la distancia de recepción, r , de forma que las zonas más próximas a la barrera están más protegidas. Lo contrario ocurre en la segunda zona, donde las IL aumentan con r . Ambas posiciones tienen un límite en el valor de IL , el cual está definido por una asíntota horizontal cuando r tiende a infinito y que define la tercera zona en la que las IL son constantes (IL_{∞}). Se encontró que para unas distancias de recepción lo suficientemente grandes, el número de Fresnel que define las pérdidas por inserción sólo depende de la diferencia de caminos acústicos que partiendo de la

fuente inciden sobre el vértice de la pantalla y sobre la misma pantalla, (para una frecuencia de emisión dada), por lo que el índice de protección definido para estas condiciones se independiza de los parámetros de recepción. Supóngase que las pérdidas por inserción están definidas como:

$$IL = L_B - L_A$$

Siendo L_B el nivel de presión directa en ausencia de la pantalla y L_A el campo de presiones difractado por la pantalla. La existencia de una asíntota para las IL significa que para largas distancias entre la barrera y el receptor la protección es constante, y:

$$L_A = L_B - IL_\infty$$

En donde IL_∞ es el valor asíntótico de las pérdidas de inserción expresado en decibelios. En este caso, para distancias de recepción suficientemente lejanas de la pantalla, la ley de propagación para el campo acústico difractado en presencia de la pantalla es el mismo que el correspondiente al campo directo menos la constante IL_∞ . Por tanto, en este caso el campo acústico difractado por la barrera puede caracterizarse como emanado por una fuente puntual colocada en la misma posición que la fuente real pero emitiendo un nivel de presión sonora IL_∞ dB menor.

Se pueden plantear situaciones más complejas como la inclusión del suelo, cuyas reflexiones dependen de la forma y naturaleza del mismo. En este caso se vuelve a observar el comportamiento asíntótico de las $IL(r)$, existiendo una relación sencilla entre los IL_∞ para esta situación, con los del caso anterior. Si varía la forma del vértice de la pantalla, o cumbre, cobra una especial relevancia la distribución espacial de los rayos difractados, de forma que en el caso (por ejemplo) de una cumbre cilíndrica, las posiciones definidas por un ángulo de difracción, θ , pequeño tienen mayor protección, mientras que para valores de $\theta > 90^\circ$ la protección es menor que para pantallas con difracción por arista.

A partir de 1992, los resultados que vamos desarrollando se comunican a nuestra comunidad de acústicos en las reuniones anuales de Tecniacústica promovidas por la Sociedad Española de Acústica. Además se presentan trabajos de fin de carrera en diversas escuelas de ingeniería de la especialidad, una tesis doctoral así como diversas publicaciones en las revistas internacionales de la especialidad. Relacionados con el tema, se han desarrollado tres proyectos de investigación financiados por el Plan Nacional, la Unión Europea así como múltiples contratos de investigación con empresas del sector.

Pantallas absorbentes ecológicas

Durante el transcurso del segundo proyecto, surge la idea de utilizar materiales de recuperación para la realización de pantallas acústicas absorbentes. Entre las diferentes posibilidades de reutilizar materiales contaminantes del medio ambiente nos decantamos por los neumáticos de desecho con un gran impacto medio ambiental que se incrementa de forma exponencial, constituyendo una de las preocupaciones actuales de la UE, debido al rápido crecimiento de vehículos de tracción mecánica (ver apartado de materiales acústicos).

Tras los pertinentes estudios y puesta a punto de un laboratorio específico para la medida de las características acústicas intrínsecas de los materiales granulares, se desarrollaron unos modelos de barreras acústicas que quedaron protegidos mediante la correspondiente patente. Se realizaron varios prototipos a escala reducida y en muestras de gran tamaño para su estudio en Cámara Reverberante. Dentro del proyecto LIFE – RUENUV se dieron las pautas para la construcción de probetas aglomeradas con caucho, aspecto cubierto por la empresa Dragados. Los resultados fueron excelentes desde el punto de vista acústico; sin embargo mecánicamente el producto final es autoportante pero rígido. La investigación continúa con el estudio de aglomerantes poliméricos, que otorguen al producto final características elásticas (muy convenientes para la absorción de impactos) sin merma de sus propiedades acústicas; de ellas, la absorción se puede modelar con el espectro del ruido incidente para una mayor eficacia.

Otro aspecto cubierto, en aras de una mejora de la absorción acústica de los paneles confeccionados con estos productos granulares fué el diseño de corrugaciones, relieves o formas específicas que incrementen la eficacia acústica, manteniendo constante el volumen por unidad de área. Los

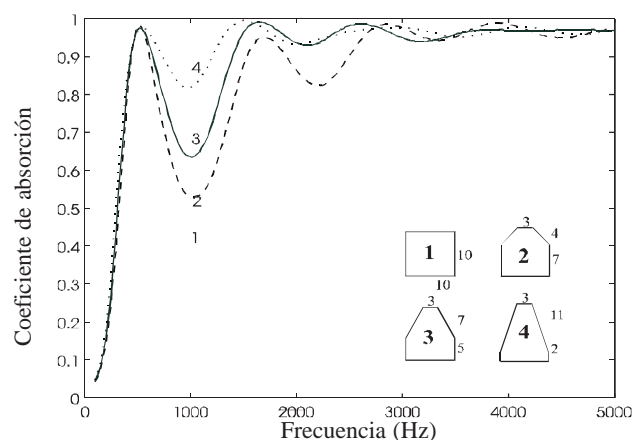


Figura 3. Absorción acústica de diferentes probetas con volúmenes equivalentes

algoritmos diseñados se han comprobado en ensayos de laboratorio, figura 3.

Se continúan investigaciones teórico – experimentales para bajar la primera frecuencia de resonancia de la curva de absorción a partir de cavidades y/o mezclas de productos de distintas densidades, lo que aligeraría además la masa superficial de la pantalla autoportante.

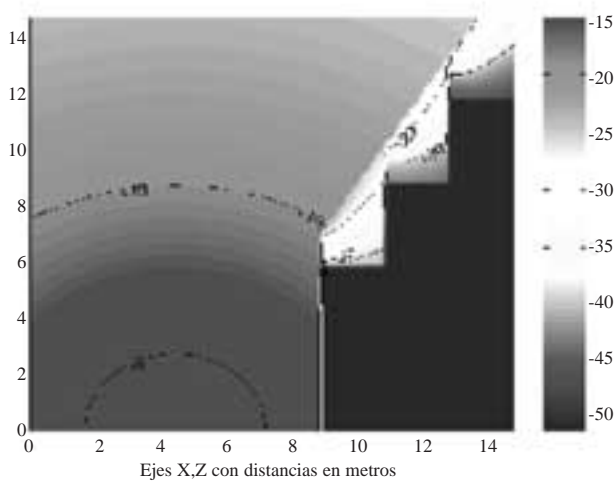


Figura 4. Distribución de la presión acústica difractada por las terrazas de un edificio con fachada escalonada.

Protección acústica y urbanismo

Otros aspectos estudiados se han centrado en las posibles diferencias existentes entre la protección proporcionada por pantallas planas seminfinitas y cuñas, que pueden concretarse en taludes, esquinas de edificios, etc. Se ha encontrado que para distancias próximas al vértice o arista difractora, la difracción por cuñas presenta valores de IL mayores que la de aristas, sucediendo lo contrario a medida que aumenta la distancia de recepción.

El tema sigue abierto, centrándose en la influencia de los fenómenos de difracción sobre el urbanismo, en especial su contribución a la distribución de las edificaciones frente a las vías de circulación así como el tipo de terreno existente entre ambos.

En cuanto a los estudios de planificación urbanística se ha tratado la influencia del tipo de fachadas en la disminución del efecto “cañón acústico” que se produce en calles con edificios a ambos lados de la calzada. Así edificios escalonados además de producir una autoprotección acústica, entre 5 a 7 dBA de las viviendas retranqueadas, ayudan a la reducción drástica del campo reverberante entre fachadas (figura 4).