



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Atenuación acústica del hormigón en función de la frecuencia del ruido

Autor: David Colorado Aranguren

Institución: Universidad Alfonso X El Sabio

e-mail: dcolara@uax.es

Otros Autores: Laura Abad Toribio, Luis Couceiro Martínez, Tomás García Martín, Marta Serrano Pérez, María de la O Moreno Balboa (Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio)

RESUMEN

Durante las últimas décadas ha ido creciendo la conciencia social de que el ruido es algo más que una molestia. Los ciudadanos y por consiguiente, las administraciones públicas conciben ya los ruidos generados por las infraestructuras de transporte como un problema serio. El ruido ha pasado a ser un agente contaminante de primer orden y afecta diariamente a millones de personas. El ruido del tráfico rodado o la cercanía a una vía de ferrocarril pueden condicionar seriamente la calidad de vida de las personas que viven o trabajan cerca de estos focos emisores. Por todo esto, las pantallas o barreras acústicas instaladas en las proximidades de las vías de circulación con elevados niveles de ruido, constituyen el medio más eficaz y extendido para la disminución de las afecciones que el ruido intrínseco a estas fuentes producen en su entorno [1].

El hormigón es un elemento tradicionalmente presente en todas las obras civiles y es el material más utilizado en la fabricación de barreras antiruido ya que sus características físicas garantizan una buena defensa frente al ruido a la vez que una más que aceptable durabilidad y resistencia, por lo que se lleva utilizando con éxito en Europa durante los últimos 60 años [2].

Muchos materiales utilizados como aislantes acústicos presentan intervalos de máxima eficacia entremezclados con otros en los que la misma disminuye hasta casi anularse. En este estudio se profundiza en el análisis del comportamiento del hormigón frente al ruido en función de las frecuencias predominantes del sonido emitido.

En la UAX, se han modelizado pantallas de hormigón mediante maquetas a escala de distintos espesores y se han ensayado en el interior de una caja anecoica frente a una fuente sonora puntual de frecuencia variable. De esta manera se ha comparado experimentalmente el funcionamiento del hormigón frente a distintos ruidos.

Actualmente la elección de la tipología de pantalla acústica se hace en muchos casos atendiendo a criterios estéticos, económicos o de durabilidad. El conocimiento de los gaps acústicos del hormigón puede conducir a la industria al diseño de pantallas de hormigón en función de la tipología de ruido que se quiera atenuar y a la sustitución del hormigón por otro material si su eficacia frente al ruido no es la adecuada

Palabras Clave: Pantalla acústica, hormigón, atenuación, sonido, frecuencias, maqueta a escala

1. INTERVALOS DE FRECUENCIA

La existencia de intervalos de frecuencia o “band gaps” para los cuales una radiación no es capaz de atravesar un cierto medio o material no es nueva, si bien en las últimas décadas se ha profundizado mucho en su conocimiento teórico. Las radiaciones principalmente estudiadas han sido electromagnéticas pero alguna de las aplicaciones derivadas de su estudio puede ser aplicada a las emisiones acústicas.

El objetivo de analizar los intervalos de frecuencia prohibidos para un material es conseguir diseñar un material aislante a la carta, que nos permita suprimir ciertas radiaciones o ruidos molestos o perjudiciales.

Existen dos líneas principales de investigación sobre las estructuras de bandas. En primer lugar, el estudio de cristales semiconductores con ciertas simetrías permite descubrir intervalos de bandas de frecuencia muy marcados. Si se utilizan las teorías de redes aplicadas a estas estructuras se puede comprobar teóricamente qué frecuencias se anulan completamente. Un caso particular de estos estudios es el de los materiales piezoeléctricos, en los cuales el campo electromagnético y el tensional se acoplan, resultando de ello un comportamiento aislante muy bueno para ciertos intervalos de frecuencia [3].

La segunda línea de investigación, menos teórica, tiene sus cimientos en las distintas teorías de tubos que permiten diseñar dispositivos que, por su geometría principalmente, crean en su interior interferencias destructivas que anulan ciertas frecuencias. Los estudios de Kundt son claros ejemplos de ello [4].

Todos los estudios teóricos demuestran que es posible diseñar materiales que anulen ciertas frecuencias, pero la fabricación o utilización de los mismos tiene un coste económico elevado. Por esta razón, los materiales aislantes utilizados habitualmente son materiales con un comportamiento aceptable en un rango amplio de frecuencias, sin que los fabricantes planteen su uso en función de las emisiones que se quieren evitar.

Así, el hormigón, el ladrillo cerámico, el cartón yeso, las lanas minerales o el acero son utilizados genéricamente como aislantes acústicos ya que se sabe que funcionan. Sin embargo, el cómo funcionan no es tan conocido.

En el siguiente apartado se detalla el sistema experimental diseñado con el objetivo de comprobar cómo es el comportamiento acústico del hormigón.

2. METODOLOGÍA DE ENSAYO

El sistema experimental diseñado para el ensayo consta de varias partes [5]:

- **Placa de hormigón:** se ha fabricado una pantalla de hormigón a escala de dimensiones rectangulares de 45,5 cm de ancho, 47,5 cm de alto y 3 cm de espesor. El hormigón atiende a una dosificación de cemento habitual, a base de árido fino, siendo esto último requerido por el proceso de fabricación. De esta manera la pantalla modelizada presenta una densidad de 2040 kg/m³. Con objeto de dotar a la estructura de resistencia a flexión y evitar la fisuración, se ha introducido en el interior de la misma un ligero mallazo de acero.
- **Caja anecoica:** se ha fabricado una caja de madera de ocumen de dimensiones exteriores 50x50x50 cm (largo, alto, ancho). El material elegido es muy habitual en maquetería y presenta buenas condiciones tanto acústicas como resistivas. La caja está desprovista del techo y la cara frontal, siendo en esta donde se encaja la placa de hormigón antes descrita.
- **Dispositivo electroacústico:** se ha utilizado un altavoz profesional con objeto de simular una fuente de ruido puntual. El altavoz ha sido colocado delante de la pantalla de hormigón, emitiendo ruido de distintas frecuencias puras, seleccionadas mediante un equipo de sonido anexo.
- **Sonómetros:** se han utilizado dos aparatos de tipo T-1 con objeto de medir la atenuación acústica de la pantalla. El primero de los mismos se ha colocado entre el foco emisor de ruido y la pantalla. El segundo de ellos, se ha situado en el interior de la caja anecoica, justo detrás de la pantalla.

La diferencia entre las lecturas de los dos sonómetros nos indica la atenuación producida por la pantalla para cada ruido. El dispositivo está colocado en un laboratorio de manera que las condiciones de todos los ensayos realizados sean idénticas. El valor de la atenuación obtenida está íntimamente ligado al lugar en el que se realiza el ensayo, ya que las reflexiones del sonido en las paredes y techo del laboratorio afectan a la lectura del segundo sonómetro. De esta manera, los valores obtenidos no pueden ser entendidos como valores absolutos de la atenuación acústica de la pantalla, pero sí que pueden ser objeto de un estudio comparativo de atenuación en función de la frecuencia, si las condiciones de ensayo son idénticas.

Las frecuencias de ruido emitidas representan un amplio rango del espectro habitual de ruido que se encuentra en entornos de carreteras, líneas de ferrocarril e industrias y fábricas. No es muy habitual encontrar al ser humano expuesto a ruidos de frecuencias superiores a los 10 kHz, por lo que ese ha sido el límite establecido.

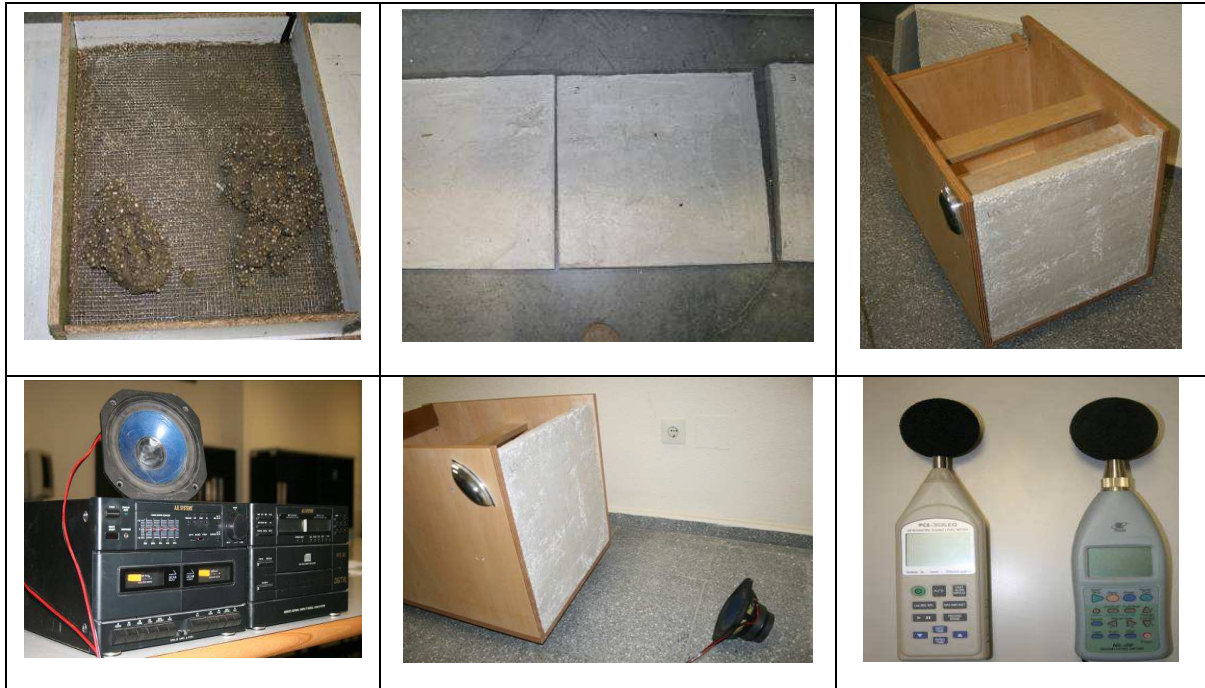


Figura 1: fotografías de los distintos elementos que configuran el sistema experimental

3. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para cada frecuencia de ruido se ha repetido el ensayo un total de 5 veces con objeto de trabajar con valores medios estadísticos y descartar posibles errores de medición. De esta manera, se han realizado un total de 70 ensayos, siendo los valores medios los que se incluyen en la tabla I.

Pantalla de hormigón de espesor 3 cm		
Nº de ensayo	Frecuencia (Hz)	Atenuación (dB)
1	100	3,5
2	160	9,4
3	250	13,5
4	400	9,2
5	630	15,1
6	1000	20,3
7	1500	11,1
8	2000	8,5
9	3000	7,4
10	4000	2,8
11	5000	11,7
12	6300	14,4
13	8000	21,4
14	10000	13,0

Tabla I: Resultados experimentales de la atenuación acústica de la pantalla en función de la frecuencia de ruido

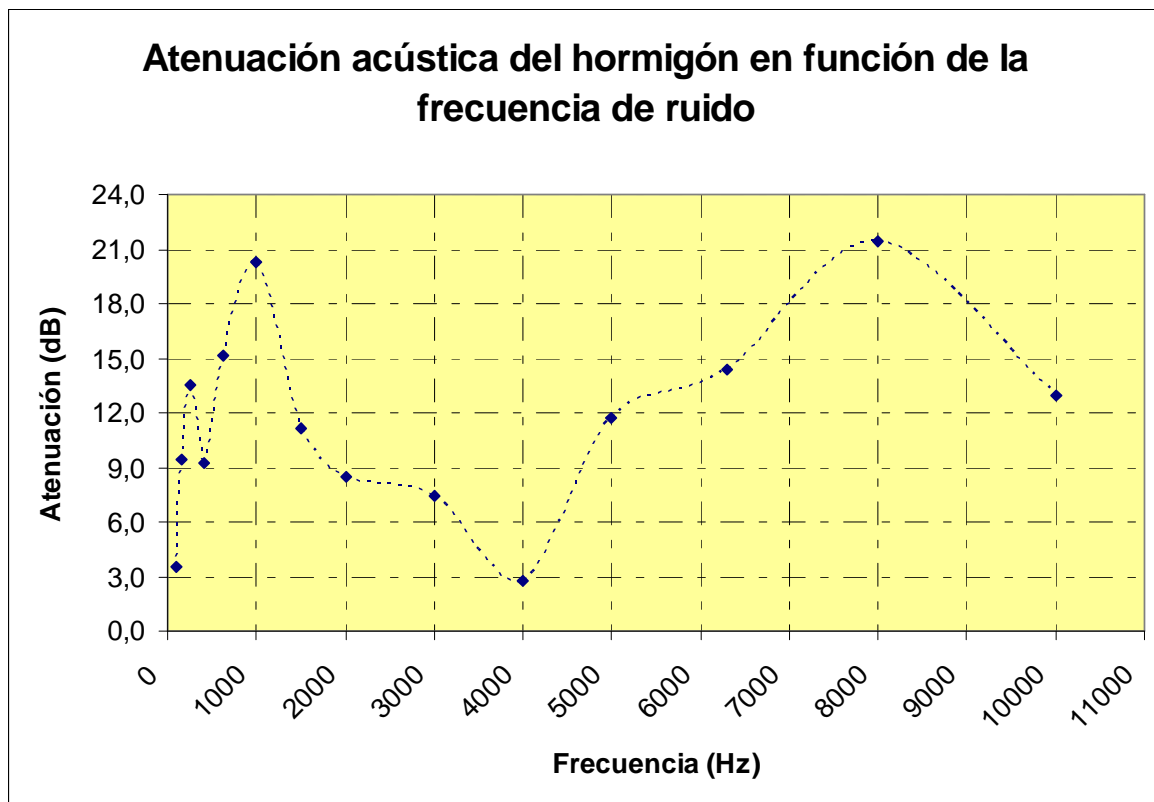


Figura 2: representación gráfica de los resultados

La gráfica anterior muestra un comportamiento poco homogéneo por parte del material ensayado. De este análisis experimental se puede fácilmente extraer la conclusión de que el hormigón funciona muy bien como aislante acústico para frecuencias de ruido de 1 kHz y de 8 kHz, mientras que para 4 kHz su respuesta es francamente mala.

Las limitaciones del ensayo no permiten concretar con exactitud los intervalos de buen y mal funcionamiento acústico del hormigón, ya que con el dispositivo electroacústico utilizado tan solo se han podido emitir 14 frecuencias distintas, quedando un amplio rango del espectro sin chequear. De esta manera, se debe prestar mucha atención a que la unión de los puntos en la gráfica no representa más que una posible línea de tendencia. El comportamiento alrededor en el entorno de 1 kHz, puede dar una idea aproximada de cómo cambia el comportamiento del material variando poco la frecuencia. Queda la puerta abierta a futuras investigaciones que amplíen el rango de frecuencia estudiado con más valores.

4. CONCLUSIONES

A luz de los resultados obtenidos se puede afirmar que el hormigón no presenta un comportamiento homogéneo como aislante acústico. Se han detectado dos bandas de frecuencia en las que su eficacia es elevada y una en la que por el contrario apenas se produce atenuación de ruido. Estos datos pueden servir como base de futuras investigaciones que profundicen en el análisis de un rango mayor del espectro de ruido, si bien tienen ya utilidad por sí mismos ya que pueden justificar la utilización o la desestimación del hormigón como material de pantalla acústica en función de la frecuencia de ruido que se quiere evitar.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto 1.010.102 Banco de Santander/Fundación UAX

6. REFERENCIAS

- [1] Alegre, Dámaso (2008): *“Medidas correctoras de impacto acústico en infraestructuras (II/II) Pantallas acústicas y otros dispositivos reductores de ruido para carreteras y ferrocarriles”*, Anales de mecánica y electricidad
- [2] Bello-Morales, Antonio, *“El hormigón como material básico para pantallas antirruído”* Revista Cemento Hormigón, Año LXI, Mayo 1990, nº 680, pp 525-537
- [3] L. Fernández, V. R. Velasco, F. García-Moliner: *“Transverse Acoustic Waves in Piezoelectric Superlattices”* Europhysics Letters, 3(6), pp. 723-728, marzo 1987
- [4] Alba, Jesús; Marant, Vincent, Aguilera, Juan Luis; Ramis, Jaime, *“Criterios de selección de materiales acústicos absorbentes con técnicas basadas en tubo de Kundt”*, Tecnicústica Gandía 2006
- [5] L. Abad, R. Magro, M. de la O. Moreno, M. Serrano, *“Diseño de una maqueta para medidas de atenuación de ruido en tráfico rodado”*, Tecnología@ y desarrollo/Medioambiente y Desarrollo. ISSN 1696-8085. 2010.