

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CÁMARA DE TRANSMISIÓN DEL LABORATORIO DE ACÚSTICA DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

PACS 43.55.Rg

Barrigón Morillas, Juan Miguel¹; Vilchez Gómez, Rosendo¹; Soletto Rubio, Emilio¹; Méndez Sierra, Juan Antonio¹; Gómez Escobar, Valentín¹; Rey Gozalo, Guillermo¹

¹Departamento de Física Aplicada, Escuela Politécnica. Universidad de Extremadura

Avda. de la Universidad s/n,
10071 Cáceres

Tfno.: (+34) 927 25 71 95

Fax.: (+34) 927 25 72 03

Correo-e: barrigon@unex.es

ABSTRACT

After a period of more than two years of construction, the transmission chamber of the Laboratory of Acoustics was delivered in late 2009, on the campus of the University of Extremadura in Cáceres.

We present in this communication the results and conclusions of the characterization of the camera. The following parameters were measured: reverberation time, sound field distribution, etc.

RESUMEN

Tras un período de más de dos años de construcción, la cámara de transmisión del edificio del Laboratorio de Acústica fue entregada a finales del 2009, en el campus de la Universidad de Extremadura en Cáceres.

Presentamos en esta comunicación los resultados y conclusiones del trabajo de caracterización de dicha cámara. Para ello se han medido diferentes parámetros: tiempo de reverberación, distribución del campo sonoro, etc.

INTRODUCCIÓN

Últimamente ha crecido la preocupación por la calidad acústica en la edificación. Como resultado de esta preocupación se ha producido un incremento de las exigencias legislativas para proteger la salud del usuario frente a las molestias o enfermedades que el ruido puede producir, tal y como establece el Documento Básico (DB) HR – Protección frente al ruido.

Todo esto ha producido un aumento de las necesidades de caracterizar y desarrollar acústicamente nuevos materiales y soluciones constructivas. Para contribuir al desarrollo tec-

nológico de la región en este aspecto, gracias a la financiación de los fondos FEDER, la Universidad de Extremadura (UEX) ha construido unas nuevas instalaciones de investigación en el campus de Cáceres para el Laboratorio de Acústica del Departamento de Física Aplicada. Estas instalaciones cuentan con una cámara reverberante y otra de transmisión horizontal.

En este artículo, presentamos el primer estudio realizado para caracterizar la cámara de transmisión horizontal y establecer si cumple las exigencias normativas actuales. En caso contrario, se realizarán las mejoras necesarias para alcanzar dichas exigencias. En otro de los artículos presentados en este congreso, describimos el estudio de la cámara reverberante.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La cámara de transmisión horizontal está situada en el edificio anexo al nuevo centro de investigación de la Escuela Politécnica, junto a la cámara reverberante y demás habitáculos para almacenamiento y control de las mediciones.

En la figura 1 podemos observar una vista de la planta del edificio en la que se encuentra situada la cámara de transmisión horizontal, con los otros recintos existentes.

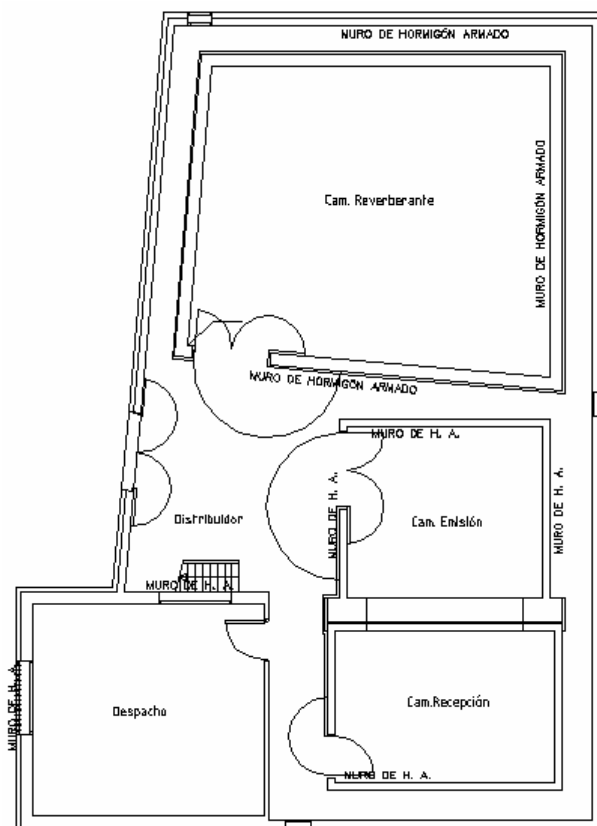


Figura 1.- Planta del edificio que contiene las cámaras acústicas en el campus de Cáceres de la Universidad de Extremadura.

Como se aprecia en el plano, en esta planta baja se encuentran situadas la cámara reverberante, la cámara de transmisión horizontal, formada por la cámara de emisión y de recepción, un almacén y el distribuidor, situado en la entrada del edificio. Sobre el almacén existe un despacho para control de las medidas.

A continuación se muestra en la figura 2, la planta de la cámara de transmisión horizontal. En esta figura, se puede observar las medidas principales de las cámaras de emisión y recepción, así como de la abertura de ensayo que hay entre éstas.

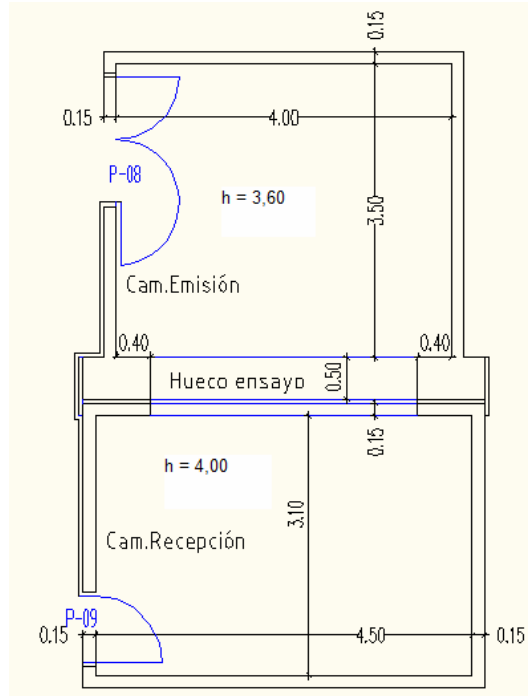


Figura 2.- Planta de la cámara de transmisión.

El volumen final de la cámara de emisión es de $50,6 \text{ m}^3$, el de la cámara de recepción es de $56,6 \text{ m}^3$ y la apertura de ensayo tiene un área de $10,1 \text{ m}^2$.

Toda la estructura principal de la cámara de transmisión está formada por hormigón armado con barras de acero de grosor variable, dependiendo el grosor de las paredes de su situación pero en ningún caso inferior a 20 cm. Las paredes muestran el hormigón bruto, sin ningún enlucido, a excepción del suelo que se haya pintado con pintura plástica. Toda la cámara descansa sobre un lecho de arena cuyo perfil vertical se compone de 15 cm de arena de grano del tamaño aproximado de un garbanzo y en la parte superior, otros 15 cm de arena de río.

Las lámparas instaladas son incandescentes, y no emiten ningún tipo de ruido indeseado. Se midió el ruido de fondo con las luces encendidas y apagadas, sin encontrar ninguna diferencia entre una situación y otra.

La cámara de transmisión dispone de dos puertas, una en la cámara de emisión y otra en la cámara de recepción. Se trata de puertas acústicas, de una hoja en el caso de la cámara de recepción, y de dos hojas en la cámara de emisión, con doble ribete de estanqueidad en todo el perímetro del marco y de la puerta, salvo en la parte correspondiente a las bisagras de rodillo, donde existe una junta de sellado, y a la manilla del cierre de presión.

TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Para realizar la medición del tiempo de reverberación en ambos recintos se construyó en el hueco de ensayo una pared de ladrillo hueco simple enlucida en yeso por ambos lados.

Para la medida del TR en la sala de emisión, se han tomado ocho medidas, siguiendo las indicaciones de la UNE EN ISO 140-3:1995 y de la UNE-EN ISO 354:2004. Se han escogido dos posiciones de fuente y cuatro posiciones de micrófono distintas para cada una de ellas. Se han seguido todas las recomendaciones de las normas citadas sobre la colocación de la fuente y el micrófono, repartiendo uniformemente los puntos de medida sobre la superficie de la sala. Se ha medido en bandas de tercios de octava, desde 100 hasta 5000 Hz, y la duración de cada medida ha sido de 60 s. La tabla 1 y la figura 3 muestran los resultados obtenidos para el tiempo de reverberación en la sala de emisión.

Tabla 1.- Tiempo de reverberación medio en la cámara de emisión.

Frecuencia (Hz)	TR (s)	Desviación estándar (s)
100	14,6	1,7
125	11,7	1,3
160	10,7	1,1
200	9,2	1,2
250	7,3	0,5
315	6,8	0,3
400	6,4	0,3
500	5,6	0,1
630	5,1	0,2
800	4,3	0,2
1000	4,1	0,2
1250	4,0	0,1
1600	3,7	0,2
2000	3,1	0,2
2500	2,7	0,2
3150	2,3	0,2
4000	1,9	0,1
5000	1,6	0,1

El procedimiento de medida en la cámara de recepción es igual al caso anterior. En la tabla 2 y en la figura 3 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 2.- Tiempo de reverberación en la cámara de recepción.

Frecuencia (Hz)	TR (s)	Desviación estándar (s)
100	11,2	1,7
125	7,7	0,8
160	7,3	1,2
200	6,6	0,6
250	6,2	0,5
315	7,2	0,8
400	6,8	0,5
500	6,0	0,4
630	4,4	0,1
800	3,9	0,1
1000	3,9	0,1
1250	3,9	0,1
1600	3,5	0,1
2000	3,1	0,1
2500	2,6	0,1

3150	2,2	0,1
4000	1,9	0,1
5000	1,6	0,0

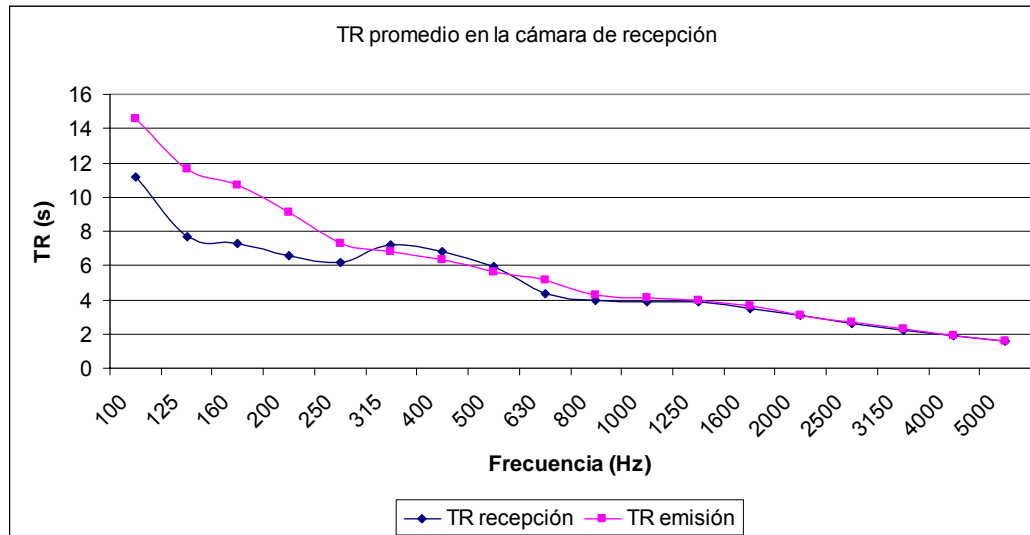


Figura 3.- TR promedio comparado entre las salas de emisión y recepción.

Según la norma UNE EN ISO 140-1:1998 el tiempo de reverberación en laboratorios para ensayos de aislamiento, establece que se debe ajustar en las frecuencias bajas de ensayo de tal forma que se verifique:

$$1 \text{ s} \leq T \leq 2 \sqrt[3]{(V / 50)^2} \text{ [s]},$$

donde T es el tiempo de reverberación de la cámara en segundos y V, el volumen de la cámara en metros cúbicos. En nuestro caso, para la cámara de emisión tenemos: $1 \text{ s} \leq T \leq 2,02 \text{ s}$ y para la cámara de recepción: $1 \text{ s} \leq T \leq 2,15 \text{ s}$. Por tanto, si consideramos frecuencias bajas las inferiores a 400 Hz, podemos ver que en ninguna de las dos cámaras se cumple esta condición.

RUIDO DE FONDO

Se ha evaluado el ruido de fondo tanto en la zona del distribuidor del edificio que alberga las cámaras como dentro de cada una de ellas. Las medidas se han realizado en varios puntos y en distintos momentos del día (entre las 9:00 y las 19:00, que son las horas de mayor actividad en el entorno). La duración de las medidas ha sido de 15 minutos cada una. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 4.

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LAS CÁMARAS

Se ha procedido a establecer el aislamiento entre las cámaras de transmisión y el vestíbulo del edificio que las alberga con objeto de poder estimar el ruido que puede llegar al recinto receptor de forma indirecta. Para ello, se han seguido las indicaciones de las normas UNE-EN ISO 140-4:1994 y UNE-EN ISO 717-1:1997.

Se ha tomado el vestíbulo como recinto emisor y las cámaras como recinto receptor. El valor obtenido para la diferencia de niveles estandarizada ponderada junto los términos de adaptación espectral fue de $D_{nT,W}=37 (0,-1) \text{ dB}$.

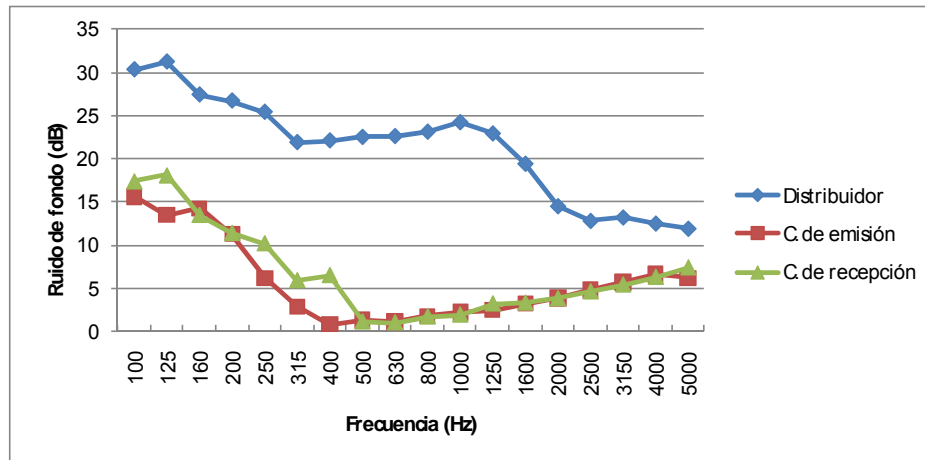


Figura 4.- Ruido de fondo.

Del mismo modo, también se ha estimado la diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, tal y como establece el DB-HR – Protección frente al ruido. En este caso el valor obtenido fue de $D_{nT,A} = 37,2$ dB.

NIVEL DE PRESIÓN SONORA

En este apartado, se mostrará el resultado de las medidas de nivel de presión sonora en distintos puntos del recinto de la cámara de transmisión para analizar la homogeneidad del campo sonoro. Se han realizado las medidas tanto en la cámara de emisión como en la de recepción.

Las medidas se han realizado con el micrófono situado a cuatro alturas distintas: 1 m, 1,5 m, 2 m y 2,5 m del suelo, y la fuente omnidireccional a 1,5 m del suelo y en una de las esquinas. El rango de frecuencias estudiado ha sido de 100 Hz a 400 Hz en tercios de octava. En la cámara de emisión se han realizado medidas en 30 puntos y en la de recepción en 24 puntos, separados entre sí 0,5 m.

Algunas de las imágenes obtenidas para el nivel de presión sonora a distintas alturas y frecuencias en cada una de las cámaras se muestran en las figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

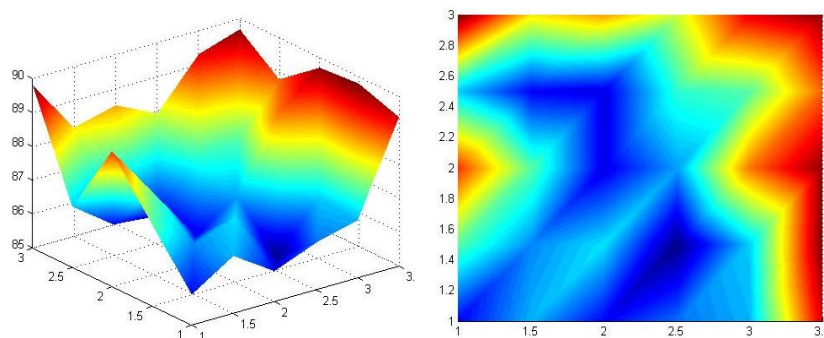


Figura 5.- Campo sonoro para 100 Hz a 1,5 m de altura (cámara de emisión).

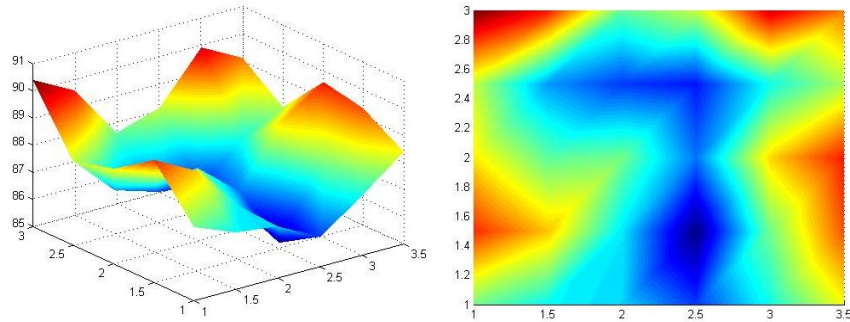


Figura 6.- Campo sonoro para 100 Hz a 2 m de altura (cámara de emisión).

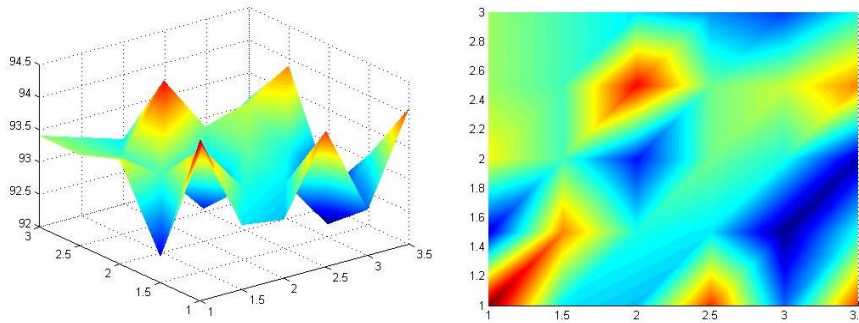


Figura 7.- Campo sonoro para 400 Hz a 1,5 m de altura (cámara de emisión).

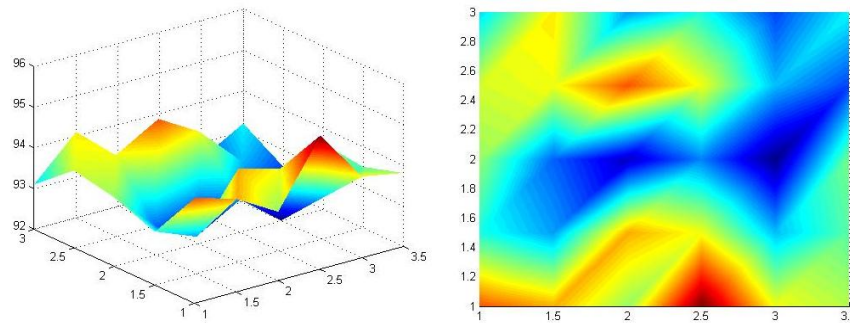


Figura 8.- Campo sonoro para 400 Hz a 2 m de altura (cámara de emisión).

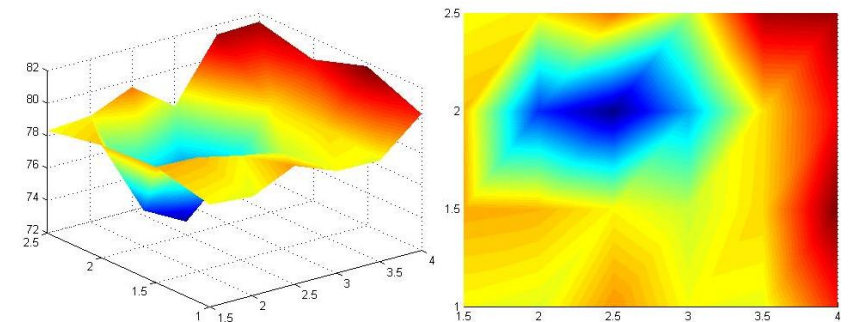


Figura 9.- Campo sonoro para 100 Hz a 1,5 m de altura (cámara de recepción).

A bajas frecuencias, especialmente en 100 Hz, las variaciones de nivel existentes son relativamente grandes, llegando a los 13,7 dB de variación máxima entre un punto y otro en la cámara de emisión, y con una media de los rangos de 5,5 dB por alturas, y 8,1 dB por puntos. A medida que aumenta la frecuencia, las variaciones se van reduciendo progresivamente, hasta el punto de que en 400 Hz, las diferencias rara vez superan los 2 dB por alturas, y 3 dB por puntos, para los dos casos de los recintos emisor y receptor.

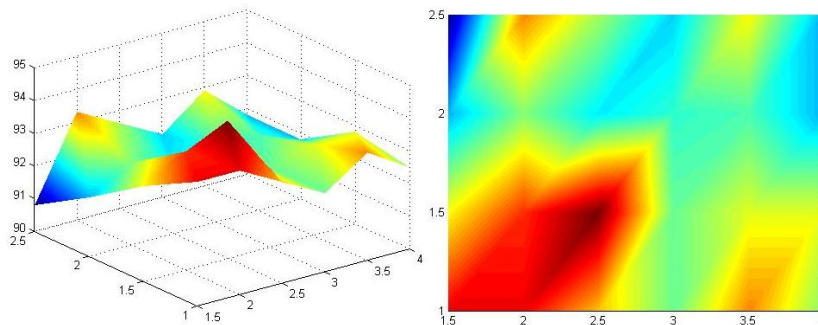


Figura 10.- Campo sonoro para 400 Hz a 1,5 m de altura (cámara de recepción).

CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio detallado de las cámaras de transmisión horizontal de la universidad de Extremadura con objeto de conocer en qué situación se encuentran tras su recepción y qué modificaciones son necesarias para realizar estudios según norma en el futuro.

Se han observado algunos problemas en el tiempo de reverberación a bajas frecuencias, con valores más altos de los recomendados. Asimismo, el aislamiento de las puertas de las cámaras es relativamente bajo y sería necesaria una revisión. Finalmente, aparecen focalizaciones a bajas frecuencias, dado el carácter paralelepípedo de las cámaras que también necesitan ser resueltos.

AGRADECIMIENTOS

Esta cámara se ha construido con los fondos FEDER asociados al proyecto “Centro de Investigación en nuevas tecnologías aplicadas a la Ingeniería de Comunicaciones y Sociedad de la Información” del Ministerio de Educación y Ciencia (UNEX 05-25-016).

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR, UNE-EN ISO 140-1:1998, Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción; Parte 1: Requisitos de las instalaciones de laboratorio sin transmisiones directas, Madrid.
- AENOR, UNE-EN ISO 140-3:1995, Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción; Parte 3: Medición en el laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción, Madrid.
- AENOR, UNE-EN ISO 140-4:1999 Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción; Parte 4: Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales, Madrid.
- AENOR. UNE-EN ISO 354 (2004) Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante, Madrid.
- AENOR, UNE-EN ISO 717-1:1997 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción; Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo, Madrid.
- REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.