

CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTOS CON PRESTACIONES ACÚSTICAS ABSORBENTES.

PACS: 43.55 Ev

Ramos Roncero, Álvaro; Espinel Valdivieso, Ana
Audiotec Ingeniería Acústica, S.A.
C/ Juanelo Turriano, nº 4. 47151 Parque Tecnológico de Boecillo (Valladolid).
Teléfono: +34 983 361 326 Fax: + 34 983 361 327
E-mail: info@audiotec.es

ABSTRACT

In the Basic Document HR - Protection against noise (DB-HR) of the Technical Building Code a few certain requirements are contemplated in relation to the fulfillment of the time of reverberation in certain enclosures.

For this reason, it requires adequate acoustic characterization of the products used in the inner linings of these enclosures.

This communication details the systematic acoustic characterization of such products and its method of use in order that the results obtained are a valid reference for designers and users.

RESUMEN

En el Documento Básico HR – Protección frente al ruido (DB-HR) del Código Técnico de la Edificación se contemplan unas determinadas exigencias en relación al cumplimiento del tiempo de reverberación en recintos.

Por este motivo, se hace necesaria una adecuada caracterización acústica de los productos empleados en los revestimientos interiores de dichos recintos.

En esta comunicación se detalla la sistemática de caracterización acústica de este tipo de productos, y su modo de empleo, con el objeto de que los resultados obtenidos sean una referencia válida para proyectistas y usuarios.

1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual hay cada vez mayor preocupación por la calidad de vida y una constante demanda de nuevas soluciones al problema de la contaminación acústica existente en nuestro entorno. Estos motivos han dado como resultado en los últimos años, 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 del Código Técnico de la Edificación.

Una de las exigencias del DB-HR, es que para algunos tipos de recintos o de espacios, haya unas condiciones mínimas de acondicionamiento acústico.

Así, junto al resto de requerimientos del DB-HR, los fabricantes de materiales tienen la necesidad de desarrollar y caracterizar nuevos productos y sistemas constructivos con el fin de satisfacer estas exigencias legislativas. De este modo y para poder ser considerados los datos como válidos y referentes en un mercado global, los resultados deberán obtenerse a partir de estudios realizados en cámaras de ensayos acústicos normalizadas; por ello, en el presente trabajo se describirá el protocolo de certificación, utilizando las normas que marca la legislación vigente, UNE-EN ISO 354:2004 Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante y UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica.

2. PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LOS MATERIALES

En el apartado 3.2 *Tiempo de reverberación y absorción acústica* del DB-HR del Código Técnico de la Edificación se indica que para calcular el *tiempo de reverberación* y la absorción acústica, deben utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica medio, α_m , de los acabados superficiales, de los *revestimientos* y de los elementos constructivos utilizados y el área de absorción acústica equivalente medio, $A_{O,m}$, de cada mueble fijo, obtenidos mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente. En caso de no disponer de valores del coeficiente de absorción acústica medio α_m de productos, podrán utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica ponderado, α_w de acabados superficiales, de los *revestimientos* y de los elementos constructivos de los *recintos*.

2.1 Normativa de referencia

La normativa que indica el DB-HR del CTE para la certificación acústica de productos con prestaciones acústicas absorbentes es la siguiente:

- Norma UNE-EN ISO 354:2004 Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante, mediante la que se obtienen los valores del coeficiente de absorción sonora en bandas de tercio de octava entre 100 y 5000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio α_m o en el caso que corresponda, el área de absorción acústica equivalente medio, $A_{O,m}$.
- Norma UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica, mediante la que se obtienen los valores del coeficiente de absorción sonora en bandas de octava y el coeficiente de absorción acústica ponderado α_w .

Existen otros métodos de ensayo para obtener las prestaciones acústicas absorbentes, el Tubo de Kundt y la cabina alfa, pero éstos no tienen validez de cara a la legislación vigente.

2.2 Características de las cámaras de ensayo

La cámara reverberante de Audiotec cumple con todos los requisitos y especificaciones que marca la Norma UNE EN ISO 354:2004 y consiste en una sala con una superficie total compuesta por 6 caras de distintas dimensiones. Para evitar la presencia de modos propios, especialmente en bajas frecuencias, no existe ninguna cara paralela a otra y por tanto no existe ningún ángulo recto en la unión entre sus distintas paredes. Otra de sus características es que sus revestimientos interiores son completamente reflectantes.

El volumen de la cámara es superior a los 200 m³ que marca la Norma.

Para una distribución uniforme de frecuencias propias, especialmente en las bandas de baja frecuencia, la cámara reverberante debe cumplir con la siguiente condición:

$$l_{\text{máx}} < 1,9 V^{1/3} \quad (1)$$

, donde $l_{\text{máx}}$ es la longitud del mayor segmento de recta inscrito en la cámara, y V es el volumen de ésta.

La cámara reverberante está equipada con once difusores fijos ligeramente curvados, suspendidos del techo para conseguir una difusión satisfactoria en su interior.

2.3 Condiciones de montaje

La muestra a ensayar tendrá un área entre 10 y 12 m². Si el volumen de la cámara es mayor de 200 m³, el límite superior para el área de la muestra de ensayo debe incrementarse en el factor

$$(V/200 \text{ m}^3)^{2/3} \quad (2)$$

El área elegida depende del volumen de la cámara y de la capacidad de absorción de la muestra de ensayo. Cuanto mayor sea la cámara, mayor debe ser la superficie de la muestra. Para muestras de bajos coeficientes de absorción, se debe elegir el área de superficie límite superior.

La muestra debe tener una forma rectangular con una relación anchura/largo entre 0,7 y 1.

Se instalará a más de 1 m de todas las aristas de la cámara y no paralela a ellas. Se permite que esta distancia se pueda reducir a 0,75 m.

Si fuera necesario, las muestras de ensayo pesadas pueden colocarse sobre las paredes de la cámara y apoyadas directamente sobre el suelo. En este caso, no es necesario que se respete el requerimiento de al menos 0,75 m de distancia.

Según el tratamiento que se vaya a dar al material a ensayar, el montaje que se utilice a la hora de medir el tiempo de reverberación será uno u otro. Estos tipos de montajes se especifican en el anexo B de la norma.

A continuación se muestran algunos de los tipos de montaje más comunes.



Imagen 1: Muestra instalada sobre el suelo con plenum.



Imagen 2: Muestra instalada directamente sobre el suelo.

2.4 Método de ensayo

Las mediciones realizadas se presentan en tercios de octavas, con las siguientes frecuencias Centrales: 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 315 – 400 – 500 – 630 – 800 – 1000 – 1250 – 1600 – 2000 – 2500 – 3150 – 4000 – 5000 Hz.

Hay que vigilar las condiciones de humedad y temperatura en las que estamos midiendo, pues éstas pueden afectar en los resultados. Todas las muestras deben ser medidas bajo las mismas condiciones de humedad y temperatura.

La humedad relativa tiene que estar entre el 30 y 90%, y la temperatura debe ser por lo menos de 15 °C.

El micrófono y la fuente deben poseer un patrón omnidireccional.

Se marcarán diferentes posiciones de micrófono. Distarán como mínimo 1,5 m entre ellas, 2 m de la fuente sonora y 1 m de cualquier superficie de la cámara y de la muestra de ensayo.

Las posiciones de la fuente distarán al menos 3 m entre ellas.

El número de posiciones de micrófono y fuente a utilizar debe ser como mínimo 12. Entre las que se describen como mínimo 3 posiciones de micrófono y 2 de fuente.

Los dos métodos que recoge la normativa UNE-EN ISO 354:2004 [2] respecto a la edición de las curvas de caída de niveles son: el método de la señal de ruido interrumpida, que es el más común, y el método de la respuesta impulsiva integrada.

Método de la señal de ruido interrumpida

Proceso estadístico en el que es obligatorio promediar varias curvas de caída o tiempos de reverberación para poder obtener una repetitividad adecuada.

La cámara debe ser excitada mediante una señal de entrada de ruido de banda ancha o de banda limitada con un espectro continuo en frecuencia. Los niveles de la señal deben estar al menos 10 dB por encima del nivel de ruido de fondo.

La señal, antes de ser interrumpida, debe ser suficientemente larga para producir un nivel de presión sonora estacionario, para todas las bandas de frecuencia de interés. Para asegurar esto el tiempo de excitación debe ser al menos la mitad del tiempo de reverberación esperado.

Obtenidos los resultados de las mediciones, es obligatorio realizar el promediado de varias de ellas ejecutadas en la misma posición micrófono/altavoz con el fin de reducir las incertidumbres causadas por desviaciones estadísticas. La normativa indica que el promediado debe realizarse por lo menos tres veces y se puede realizar mediante dos métodos:

Promediado de las curvas de caída de nivel registradas en una de las posiciones micrófono/altavoz. A este método se le llama promediado de conjunto.

Evaluando primero cada curva de caída de nivel. En caso de no poder realizar el primero. Es un promediado aritmético de los tiempos de reverberación.

Método de la respuesta impulsiva integrada (directo o indirecto)

El método directo se basa en medir directamente empleando una fuente impulsiva que produzca un impulso con suficiente ancho de banda y energía que cumpla los mismos requisitos que se piden en el método anterior.

El método indirecto emplea señales sonoras especiales que producen una respuesta impulsiva únicamente después de un procesado especial de la señal del micrófono, ya sea mediante instrumentos basados en hardware y software externo, o instrumentos que sean parte integrada de la instrumentación de medida.

El espectro debe ser básicamente plano dentro de la banda de tercio de octava real que se quiera medir.

Ambos utilizarán un sistema de adquisición con las mismas características que en el método de la señal interrumpida, además de añadir un instrumento capaz de digitalizar la señal grabada y de realizar el procesado de datos necesario, incluyendo la integración de la respuesta impulsiva y la evaluación de la curva de caída.

Para realizar la integración de la respuesta impulsiva se ha de generar una curva de caída para cada banda de frecuencia mediante una integración invertida en el tiempo de la respuesta impulsiva cuadrática.

Una vez realizado todo lo descrito anteriormente, habremos obtenido los valores de T_1 y T_2 , que son los tiempos de reverberación sin y con muestra respectivamente, mediante los que se obtendrá el área de absorción equivalente correspondiente a cada uno, es decir, A_1 sin muestra y A_2 con muestra, y seguidamente A_T (área de absorción equivalente en m^2 , $A_T = A_2 - A_1$).

Con todos estos valores ya podemos disponer de la variable que nos interesa, el coeficiente de absorción sonora, el cual se calculará mediante la fórmula:

$$\alpha = A_T / S \quad (3)$$

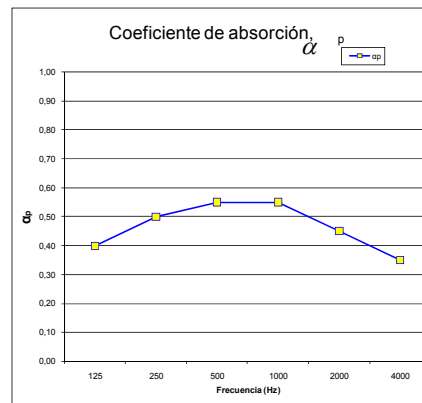
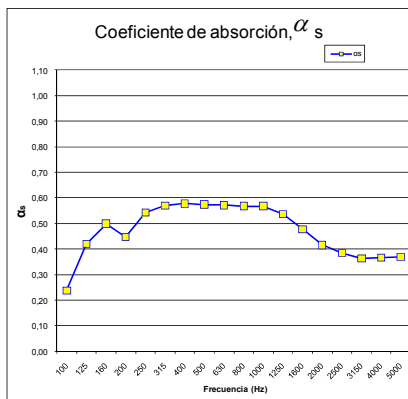
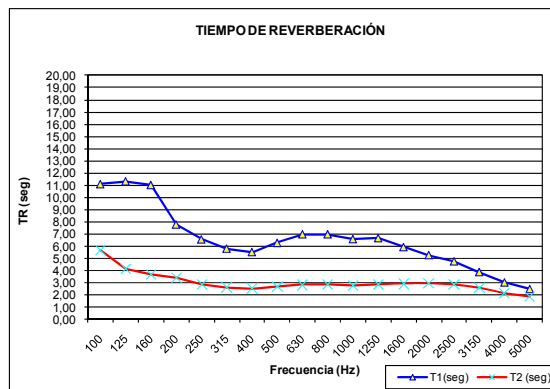
, donde S es el área, en metros cuadrados, de la muestra de ensayo.

2.5 Informes de resultados

Los resultados obtenidos se presentarán según indica la norma de referencia (UNE EN ISO 354:2004) y que incluirá la siguiente información:

- Nombre de la organización que realiza el ensayo.
- Fecha del ensayo.
- Descripción de la muestra, área de la muestra y el montaje y posición en la cámara reverberante.
- La forma de la cámara reverberante, su tratamiento de difusión y el número de posiciones de micrófono y de fuente sonora.
- Las dimensiones de la cámara reverberante, su volumen y el área total de sus superficies.
- La temperatura y la humedad relativa durante las mediciones de T_1 y T_2 .
- Los tiempos de reverberación medios T_1 y T_2 en cada frecuencia.
- Los resultados:
 - o Para absorbentes planos, el coeficiente de absorción sonora, α_s
 - o Para absorbentes unitarios, el área de absorción equivalente por objeto, A_{obj}
 - o Para una configuración específica de objetos, el coeficiente de absorción sonora, α_s

Gráficas 1,2 y 3. Ejemplos de representación de los resultados.



3. APLICACIONES DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN

- Caracterización de materiales para revestimientos.

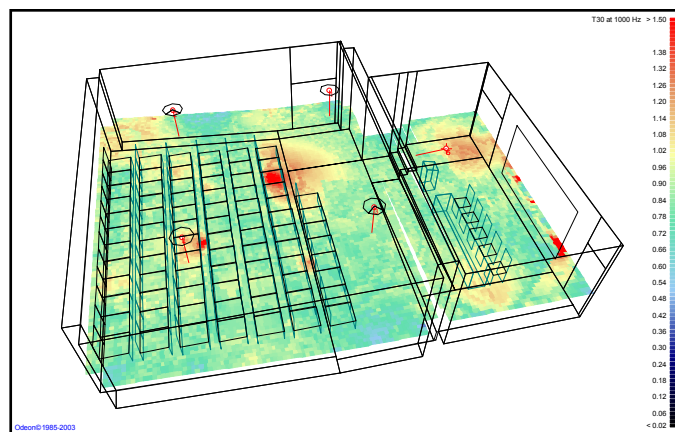
Es necesario conocer las prestaciones acústicas de los materiales para poder optimizar su utilización. Hay una amplia gama de productos que tienen propiedades absorbentes capaces de mejorar el acondicionamiento acústico de aulas, salas de conferencias, restaurantes, comedores... Para saber cuál es más adecuado a la solución que queramos dar es necesario saber su comportamiento acústico. Es por ello necesario saber el coeficiente de absorción del producto.

- Cálculos del tiempo de reverberación.

Existe en el mercado software de simulación y cálculo de acústica de salas, que ayuda a los técnicos a predecir si van a cumplir con los valores del tiempo de reverberación exigidos en la normativa vigente (DB-HR del CTE).

Estas herramientas necesitan disponer del coeficiente de absorción de los distintos materiales que componen el recinto para poder hacer los cálculos.

Figura 1: Ejemplo de representación de software de simulación.



- Caracterización de las propiedades de las pantallas acústicas.

Las pantallas acústicas o dispositivos reductores de ruido de tráfico tienen propiedades acústicas absorbentes. La Norma UNE EN 1793-1:1998 se encarga de clasificarlas en función de la absorción que tengan.

El cálculo del DL_{α} se lleva a cabo aplicando la fórmula:

$$DL_{\alpha} = -10 \log \left| \frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{si} 10^{0.1L_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0.1L_i}} \right| \quad (4)$$

donde:

α_{si} es el coeficiente de absorción acústica en la i ésima banda de tercio de octava calculado según la norma UNE EN ISO 354:2004.

L_i es el nivel de presión sonora normalizado ponderado A, en decibelios, de ruido de tráfico rodado dentro de la iésima banda de tercio de octava del espectro definido en la norma UNE EN 1793-3.

DL_α es el índice de evaluación de la absorción acústica calculado como la diferencia entre niveles de presión sonora ponderados A, en decibelios.

Tabla 1: Categorías de comportamiento de absorción

Categoría	DL_α (dB)
A0	No determinado
A1	< 4
A2	4 a 7
A3	8 a 11
A4	> 11

4. Conclusiones

La normativa vigente (Documento Básico HR – Protección frente al ruido (DB-HR) del Código Técnico de la Edificación) indica la necesidad de que los productos con prestaciones acústicas absorbentes estén caracterizados. Para ello es necesario que estos productos estén ensayados en laboratorios que cumplan con los requisitos que marca la norma UNE EN ISO 354:2004 y dispongan de los certificados correspondientes emitidos por el laboratorio de ensayo.

5. Bibliografía

- [1] Código Técnico de Edificación en su apartado del Documento Básico de Protección frente al Ruido, DB-HR.
- [2] Norma UNE-EN ISO 354:2004 Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante.
- [3] Norma UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica.
- [4] Norma UNE EN 1793-1:1998. Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Métodos de ensayo para determinar el comportamiento acústico. Parte 1: Características intrínsecas relativas a la absorción sonora.