

Bellaterra: 12 de mayo de 2009
 Expediente número: 09/32301478
 Referencia peticionario: **RECTICEL IBÉRICA, S.L.**
 C/ Catalunya, nº 13, Pol. Ind. Can Oller
 08130 Sta. Perpetua de Mogoda (Barcelona)

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO SOLICITADO: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo según norma UNE-EN ISO 140-3:1995 de un cerramiento vertical formado por pared de base de ladrillo cerámico y un trasdosado de paneles Copopren © Acústico Negro de 60 mm y placa de yeso laminado.

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO: 31 de marzo de 2009


 Xavier Costa Guallar
 Responsable de Acústica
 LGAI Technological Center S.A.


 Xavier Roviralta Roca
 Técnico de Acústica
 LGAI Technological Center S.A.

Garantía de Calidad de Servicio

Applus+ garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.
 En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com

La reproducción del presente documento sólo está autorizada si se hace en su totalidad.
 Sólo tienen validez legal los informes con firma original o sus copias compulsadas.
 Este documento consta de 18 páginas de las cuales 0 son anexas. -página 1-

1.- OBJETIVO DE LA MEDICIÓN

Medición del índice de reducción sonora al ruido aéreo según norma UNE-EN ISO 140-3:1995 de un cerramiento vertical formado por pared de base de ladrillo cerámico trasdosado en una cara con paneles Copopren © Acústico Negro de 60 mm y 80 Kg/m³ y placa de yeso laminado estándar de 18 mm.

2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los equipos usados para realizar las mediciones acústicas son los siguientes:

- Analizador nº id: 103099 (Bruel&Kjaer mod. Pulse)
- Calibrador nº id: 103032 (Bruel&Kjaer mod. 4231)
- Micrófonos nº id: 103118, 103123, 103126, 103127, 103128 y 103131 (Bruel&Kjaer mod. 4943)
- Fuentes de ruido nº id: 103098 (AVM mod. DO12) y 103124 (CESVA mod. BP012)
- Amplificador con generador de ruido nº id: 103125 (CESVA mod. AP600)
- Termohigrómetros nº id: 103108 (RS mod 212-124) y 103121 (Oregon Scientific mod. BA116)
- Flexómetro nº id: 103095 (Stanley mod. Powerlock)

3.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

3.1. MÉTODO DE ENSAYO

El ensayo se realiza según el procedimiento de trabajo C521 0197 de Applus+CTC, basado en la norma UNE-EN ISO 140-3:1995, "Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción".

Para medir el aislamiento al ruido aéreo entre dos salas con una separación común, ya sea vertical u horizontal, se genera un nivel de presión acústica en una de ellas, llamada sala emisora, suficientemente elevado como para que el nivel en la otra sala, llamada sala receptora, supere en 15 dB como mínimo el ruido de fondo (ruido ambiental) en todas las

bandas de frecuencia dentro del margen de estudio. Si el nivel medido no supera el ruido de fondo como mínimo en 15 dB, se ha de realizar la corrección determinada por la norma.

Se mide el nivel de ruido en la sala emisora en diferentes puntos y se promedia. A continuación se repite esta operación en la sala receptora. De estos dos niveles promediados se puede obtener la diferencia de niveles D:

$$D = L_1 - L_2$$

dónde:

- L_1 es el nivel medio de presión acústica en la sala emisora.
- L_2 es el nivel medio de presión acústica en la sala receptora (con la corrección del nivel de ruido de fondo si es necesario).

Esta diferencia de niveles se ha de corregir mediante un factor que depende del tiempo de reverberación, del volumen de la sala receptora y de la superficie común de separación que hay entre las dos salas. Así se obtiene el índice de reducción acústica R:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \text{ Log} \left(\frac{ST}{0.163V} \right)$$

dónde:

- S es la superficie de la muestra.
- T es el tiempo de reverberación de la sala receptora. El tiempo de reverberación de la sala se define como el tiempo necesario para que el nivel de presión acústica medido disminuya 60 dB una vez parada la fuente de ruido.
- V es el volumen de la sala receptora.

3.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA PONDERADO A, R_A

El índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo, R_{Ar} , es la valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R , para un ruido incidente rosa normalizado ponderado A. En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, el índice R_A se define mediante la siguiente expresión a partir de los valores del índice de reducción acústica R obtenidos mediante ensayo en laboratorio:

$$R_A = -10 \text{ Log } \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R_i)/10}$$

dónde:

- R_i es el valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i , en dB.
- $L_{Ar,i}$ es el valor del espectro de ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , en dBA.
- i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
$L_{Ar,i}$	-30,1	-27,1	-24,4	-21,9	-19,6	-17,6
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
$L_{Ar,i}$	-15,8	-14,2	-12,9	-11,8	-11,0	-10,4
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
$L_{Ar,i}$	-10,0	-9,8	-9,7	-9,8	-10,0	-10,5

Tabla 3.1: Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A

3.3. CÁLCULO DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA R_w

El índice global de reducción acústica R_w se define en la norma UNE-EN ISO 717-1:1997 como el valor, en decibelios, que toma el espectro de referencia (ver tabla 3.2) a la frecuencia de 500 Hz, después de desplazarlo tal y como se explica a continuación.

Para evaluar los resultados de una medida de R (aislamiento acústico por frecuencia en bandas de tercio de octava), el espectro de referencia se desplaza en saltos de 1 dB (positivo o negativo) hacia la curva medida mientras la suma de desviaciones desfavorables, en el margen frecuencial entre 100 y 3500 Hz, sea lo mayor posible pero sin superar los 32,0 dB. Una desviación desfavorable, a una determinada banda frecuencial, se da cuando el resultado de la medición es menor que el valor de la curva de referencia en aquella banda.

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
Ref.	33	36	39	42	45	48
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
Ref.	51	52	53	54	55	56
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Ref.	56	56	56	56	56	56

Tabla 3.2: Valores que toma la curva de referencia para cada banda frecuencial en tercios de octava

3.4. TÉRMINOS DE ADAPTACIÓN AL ESPECTRO (C ; C_{tr})

Definido en la norma UNE-EN ISO 717-1 el término de adaptación al espectro es el valor, en decibelios, que se debe añadir al valor de la magnitud global (R_w, \dots) para tener en cuenta las características de un espectro particular.

Estos parámetros los introduce la norma para tener en cuenta los diferentes espectros de las fuentes de ruido (como ruido rosa y ruido de tráfico) y para evaluar curvas de aislamiento acústico con valores muy bajos en una sola banda de frecuencia.

A continuación se incluye una tabla orientativa sobre la relevancia de uno u otro término según las fuentes de ruido:

Término de adaptación espectral adecuado	Tipo de fuente de ruido
C (término de adaptación espectral al ruido rosa)	Actividades humanas (conversaciones, música, radio, TV) Juegos de niños Trenes a velocidades medias y altas Autopistas (> 80 Km/h) Aviones a reacción, en distancias cortas Factorías, que emiten ruido de frecuencias medias y altas
C _{tr} (término de adaptación espectral al tráfico)	Tráfico urbano Trenes a velocidades bajas Aviones a propulsión Aviones a reacción, a grandes distancias Música de discotecas Factorías, que emiten ruido de frecuencias bajas

Tabla 3.3: Términos relevantes de adaptación espectral para diferentes tipos de fuentes de ruido

3.5. MEJORA DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA DE UN REVESTIMIENTO, ΔR

En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, la mejora ΔR se define como el aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre el índice de reducción acústica, R, de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia. Es función de la frecuencia.

En el Anejo E del mismo "DB-HR Protección frente al ruido", así como en la norma UNE-EN ISO 140-16:2007 "Medición en laboratorio de la mejora del índice de reducción acústica por un revestimiento complementario", se define el método de medida y valoración de dicha mejora.

El valor de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR , se obtendrá, en función de la frecuencia, para las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz, mediante la diferencia entre los valores del índice de reducción acústica del elemento constructivo base con el revestimiento, R_{con} , y sin él, R_{sin} medidos en laboratorio conforme a la norma UNE-EN ISO 140-3, mediante la expresión:

$$\Delta R = R_{con} - R_{sin} \quad [\text{dB}]$$

Como elementos constructivos básicos donde aplicar el revestimiento o tratamiento de paredes, el "DB-HR Protección frente al ruido" y la norma UNE-EN ISO 140-16 indican dos tipos de construcciones detalladas a continuación.

3.5.1 PARED BASE CON FRECUENCIA DE COINCIDENCIA BAJA ("PARED BÁSICA PESADA")

Elemento constructivo homogéneo de masa por unidad de área, m , de $350 \pm 50 \text{ Kg/m}^2$, con su frecuencia de coincidencia situada en la banda de octava de 125 Hz. Si las piezas con que se construye son huecas su densidad no debe ser menor que 1600 Kg/m^3 , y sus resonancias de espesor deben ser iguales o mayores que 3150 Hz.

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
$R_{0,I}$	40	40	40	40	41	43,5
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
$R_{0,I}$	46,1	48,5	51	53,6	56	58,4
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
$R_{0,I}$	61,1	63,6	65	65	65	65
$R_{0,I,w}$ (dB)	53		$R_{0,I,A}$ (dBA)		52,7	

Tabla 3.4: Valores del índice de reducción acústica $R_{0,I}$ de la curva de referencia para mediciones con la pared base de referencia con frecuencia de coincidencia baja



3.5.2 PARED BASE CON FRECUENCIA DE COINCIDENCIA MEDIA ("PARED BÁSICA LIGERA")

Elemento constructivo homogéneo de masa por unidad de área, m , de aproximadamente 70 Kg/m², con su frecuencia de coincidencia situada en la banda de octava de 500 Hz. El lado donde se aplica el revestimiento deberá presentar un enlucido de yeso.

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
R _{0,m}	27	27	27	27	27	27
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
R _{0,m}	27	27	28	30,5	32,8	35,1
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R _{0,m}	37,6	40	42,3	44,6	47,1	49,4
R_{0,m,w} (dB)	33		R_{0,m,A} (dBA)		33,4	

Tabla 3.5: Valores del índice de reducción acústica R_{0,m} de la curva de referencia para mediciones con la pared base de referencia con frecuencia de coincidencia media

3.6. MEJORA DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA DE UN REVESTIMIENTO, ΔR_w

En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, la mejora ΔR_w se define como el aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica, R_w , de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia.

Según la norma UNE-EN ISO 140-16:2007, para obtener el valor global de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR_w , de un revestimiento de paredes debe utilizarse la curva de referencia $R_{0,I}$ de la tabla 3.4 o $R_{0,m}$ de la tabla 3.5, en función de si se ha realizado la medición con la pared base de referencia con frecuencia de coincidencia baja o media respectivamente.

El valor de ΔR_w se obtiene mediante la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica obtenidos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 717-1 (véase apartado 3.3) correspondientes a las curvas virtuales $R_0 + \Delta R$ y R_0 :

$$\Delta R_w = (R_0 + \Delta R)_w - R_{0,w} \quad [\text{dB}]$$

dónde:

- $(R_0 + \Delta R)_w$ es el índice global de reducción acústica del elemento de referencia básico con el revestimiento, en dB.
- $R_{0,w}$ es el índice global de reducción acústica el elemento de referencia básico solo, en dB.

Un subíndice complementario indica el elemento base de referencia utilizado: "pesado" para la pared de referencia con frecuencia de coincidencia baja y "ligero" para la pared de referencia con frecuencia de coincidencia media.

3.7. MEJORA DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, PONDERADO A, DE UN REVESTIMIENTO, ΔR_A

En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, la mejora ΔR_A se define como el aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica ponderado A, R_A , de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia.

Para obtener el valor global de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR_A , de un revestimiento de paredes debe utilizarse la curva de referencia $R_{0,l}$ de la tabla 3.4 o $R_{0,m}$ de la tabla 3.5, en función de si se ha realizado la medición con la pared base de referencia con frecuencia de coincidencia baja o media respectivamente.

El valor de ΔR_A se obtiene mediante la diferencia entre los valores del índice global de reducción acústica, ponderado A (véase apartado 3.2) , correspondientes a las curvas virtuales $R_0 + \Delta R$ y R_0 :

$$\Delta R_A = (R_0 + \Delta R)_A - R_{0,A} \quad [\text{dBA}]$$

dónde:

- $(R_0 + \Delta R)_A$ es el índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento del elemento de referencia básico con el revestimiento, en dBA.
- $R_{0,A}$ es el índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento de referencia básico solo, en dBA.

Cada curva de referencia lleva a un valor distinto del índice global de mejora:

- Índice global de la mejora del índice de reducción acústica, para la curva de referencia con frecuencia crítica baja, $\Delta R_{A,i}$;
- Índice global de la mejora del índice de reducción acústica, para la curva de referencia con frecuencia crítica media, $\Delta R_{A,m}$;

3.8. INCERTIDUMBRE DE LOS RESULTADOS

La incertidumbre del resultado se expresa como la incertidumbre típica de medida multiplicada por un factor de cobertura $k=2$, que para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Las incertidumbres expandidas de los resultados han sido calculadas y son las siguientes:

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
±U	1,9	2,9	1,6	2,4	1,5	1,2
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
±U	1,4	1,1	1,4	0,9	0,8	0,7
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
±U	1,0	1,1	1,3	1,2	1,5	0,8

Tabla 3.4: Incertidumbres expandidas de los resultados

4.- DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Para la construcción de la muestra se utiliza un conjunto de paneles de espuma de poliuretano aglomerada **Copopren[®] Acústico Negro** de 60 mm de espesor y densidad nominal 80 Kg/m³. Estos paneles son realizados mediante inyección especial de polvo granulado de poliuretano y tamizado selectivo (descripción aportada por el peticionario del ensayo). Las dimensiones nominales de los paneles son 2000 x 1000 mm. Material recibido el 2 de marzo de 2009.



Imágenes 1 y 2 Detalles del panel Copopren[®] Acústico Negro de 60 mm

Como muestra se construye un cerramiento vertical sobre un marco de hormigón (marco portamuestras) con una abertura de 3,85 x 3 m, lo que supone una superficie de muestra de 11,55 m².

El cerramiento está formado, en primer lugar, por una pared de base construida con ladrillo cerámico perforado de dimensiones 280 x 140 x 95 mm (longitud x espesor x altura) y masa aproximada 4,4 Kg. La unión de los ladrillos se realiza mediante junta horizontal y vertical de mortero M-7,5. La pared se finaliza revistiéndola con aproximadamente 1,5 cm de espesor de mortero M-7,5 en ambas caras.