

LGAI Technological Center, S.A.
Campus UAB
Apartado de Correos 18
E - 08193 Bellaterra (Barcelona)
T +34 93 567 20 00
F +34 93 567 20 01
www.applus.com



Bellaterra: 31 de agosto de 2009
Expediente número: 09/100314-879
Referencia peticionario: **DERIVADOS DEL POLIURETANO, S.A.**
Pol. Ind. Santa Margarita, C/ Esla, 60
08223 Terrassa (Barcelona)

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO SOLICITADO: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo según norma UNE-EN ISO 140-3:1995 de una pared de ladrillo cerámico perforado con trasdosado a una cara a base de panel AGLOPUR 80/40 y placa de yeso laminado.

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO: 14 de julio 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 19 páginas de las cuales 0 son anexos. -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 una pared de ladrillo cerámico perforado con trasdosado en una de sus caras a base de panel de espuma de poliuretano aglomerada AGLOPUR 80/40 y placa de yeso laminado estándar de 12,5 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)
- Medidor de distancia láser nº id: 103196 (SKIL mod. Xact)

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:

$$D = L_1 - L_2$$

donde:

- 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:

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

donde:

- 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_A , 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:

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

donde:

- 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 ($R_{w,r}$...) 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 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:

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

Para el caso de elementos de separación verticales pueden utilizarse como elementos constructivos base una pared base con frecuencia de coincidencia baja ($350 \pm 50 \text{ Kg/m}^2$) o una pared base con frecuencia de coincidencia media (aproximadamente 70 Kg/m^2). Independientemente de esta especificación, podrá realizarse el ensayo utilizando como elemento base aquel sobre el que se colocará el revestimiento in situ.

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.

3.6.1 DIFERENCIA DIRECTA DE LOS ÍNDICES GLOBALES DE REDUCCIÓN ACÚSTICA

En caso de utilizar como elemento de base uno diferente de la pared base con frecuencia de coincidencia baja o una pared base con frecuencia de coincidencia media, la única vía de indicar un resultado de único número es la de calcular la diferencia directa de los índices globales de reducción acústica obtenidos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 717-1, $\Delta R_{w,direct}$, del elemento básico con y sin el revestimiento.

$$\Delta R_{w,direct} = R_{w,con} - R_{w,sin} \quad [\text{dB}]$$

donde:

- $R_{w,con}$ es el índice global de reducción acústica del elemento constructivo de base con el revestimiento, en dB,
- $R_{w,sin}$ es el índice global de reducción acústica del elemento constructivo de base, en dB

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.

En caso de utilizar como elemento de base uno diferente de la pared base con frecuencia de coincidencia baja o una pared base con frecuencia de coincidencia media, la valoración global se efectuará según la siguiente expresión, tomando como $R_{0,A}$ el índice de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base utilizado:

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

donde:

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

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

La muestra ensayada está formada por una pared de base de ladrillos cerámicos que se trasdosa en una de sus caras con (de interior a exterior):

- panel de espuma de poliuretano aglomerada AGLOPUR 80/40 de 40 mm de espesor y 80 Kg/m³ de densidad nominal
- placa de yeso laminado (PYL en adelante) estándar de 3000 x 1200 x 12,5 mm (longitud x anchura x espesor) y masa superficial estimada de 9,5 Kg/m²

La pared de base está construida con ladrillos cerámicos perforados de dimensiones nominales 280 x 130 x 90 mm (longitud x espesor x altura) y una masa aproximada de 3,26 Kg.



Imagen 1 Ladrillo cerámico perforado utilizado en la construcción de la pared de base

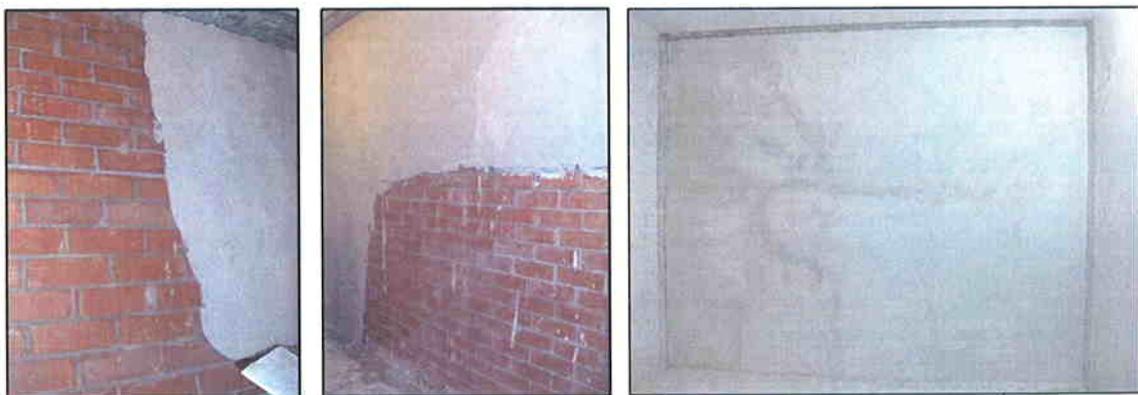
La pared se construye sobre un marco de hormigón (portamuestras) que presenta una abertura interior de 4 x 3,24 m (anchura x altura), lo que supone una superficie de muestra de 12,96 m².

Para la construcción de la pared se unen los ladrillos mediante junta horizontal y vertical de mortero M-7,5.



Imágenes 2, 3, 4 y 5 Proceso de construcción de la pared de ladrillo

La pared se finaliza revistiéndola por ambas caras con aproximadamente 1,5 cm de espesor de yeso manual.

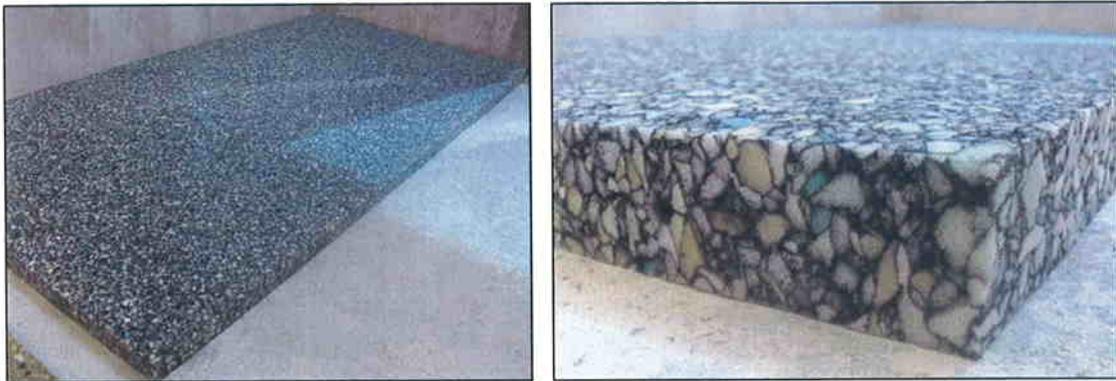


Imágenes 6, 7 y 8 Proceso de enyesado de la pared

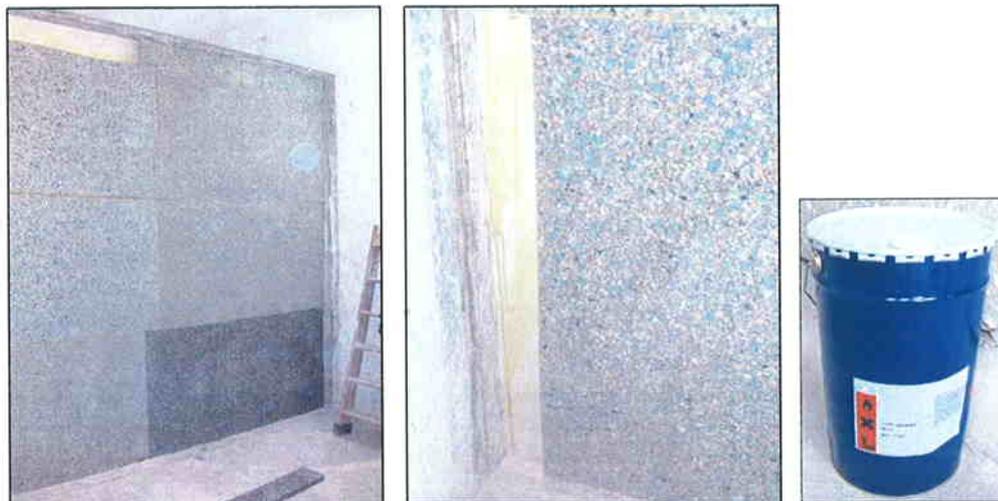
AR

La pared descrita presenta un espesor aproximado de 160 mm y una masa superficial estimada de 210 Kg/m².

Una vez seco el yeso la pared se trasdosa en una de sus caras con la solución constructiva descrita en la página 7. Se empieza por instalar los paneles AGLOPUR 80/40, fijándolos a la pared mediante cola de contacto aplicada con espátula tanto a la pared como al panel.

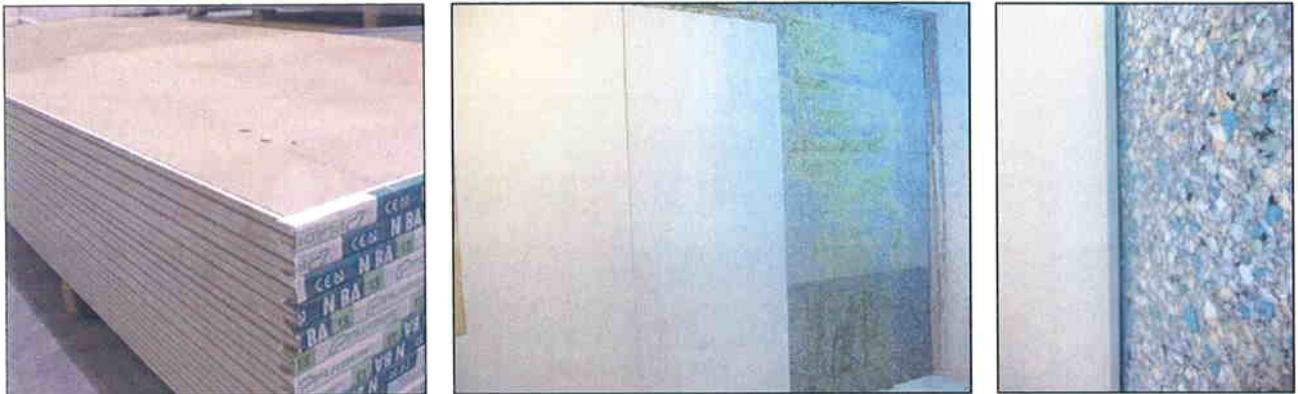


Imágenes 9 y 10 Panel AGLOPUR 80/40, de 40 mm de espesor y densidad 80 Kg/m³



Imágenes 11, 12 y 13 Instalación de los paneles AGLOPUR 80/40 sobre la pared y cola de contacto utilizada

Sobre los paneles AGLOPUR se instala una capa de PYL de 12,5 mm de espesor unidas a ellos mediante cola de contacto. Para el encolado se aplica con espátula una capa de cola en cada una de las superficies a unir.



Imágenes 14, 15 y 16 PYL de 12,5 mm y su instalación sobre los paneles AGLOPUR

Las juntas de unión entre placas se sellan mediante pasta de juntas y cinta de papel kraft.



Imágenes 17 y 18 Sellado de las juntas entre placas



Imágenes 19 y 20 Cinta de papel kraft y pasta de juntas lista al uso

El encuentro perimetral de las placas con el marco portamuestras se sella con masilla de poliuretano monocomponente.



Imágenes 21 y 22 Sellado perimetral y masilla de poliuretano utilizada

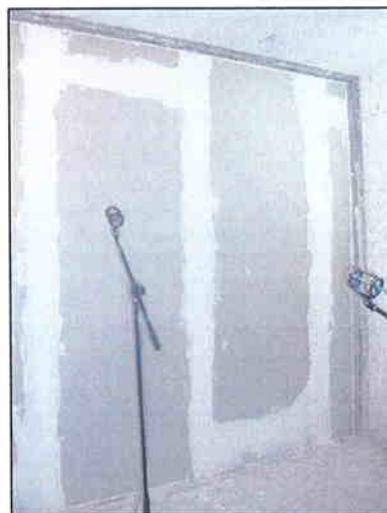


Imagen 23 Muestra lista para ensayo

Todo el material empleado en la construcción de la muestra es aportado por el peticionario del ensayo y recibido por el Laboratorio de Acústica el 26 de mayo de 2009.

La pared de base se construye entre los días 1 y 3 de julio de 2009 con los recursos aportados por el peticionario y se trasdosa el 13 de julio de 2009 con los recursos subcontractados por Applus-CTC y bajo la supervisión del personal del Laboratorio de Acústica.

La muestra presenta un espesor total aproximado de 213 mm y una masa superficial estimada de 223 Kg/m².

En la siguiente figura se muestra una sección de la pared construida en el marco portamuestras.

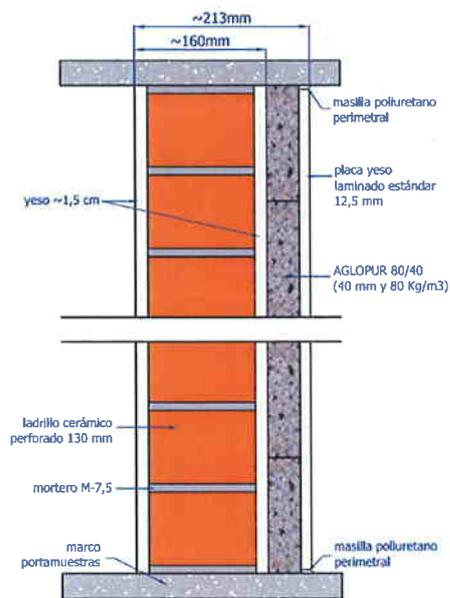


Figura 1 Sección vertical de la muestra ensayada

SR

5.- CONDICIONES DEL ENSAYO

5.1. PARED DE BASE

	Sala Emisora	Sala Receptora
Condiciones ambientales:	Temperatura: 23 °C	Temperatura: 22 °C
	Humedad: 73 %	Humedad: 69 %
Volumen sala ensayo:	56,9 m ³	51,1 m ³

5.2. MUESTRA COMPLETA (PARED DE BASE + REVESTIMIENTO)

	Sala Emisora	Sala Receptora
Condiciones ambientales:	Temperatura: 23 °C	Temperatura: 23 °C
	Humedad: 67 %	Humedad: 65 %
Volumen sala ensayo:	56,9 m ³	50,4 m ³

6.- RESULTADOS

Aislamiento acústico al ruido aéreo según UNE-EN ISO 140-3

Peticionario: DERIVADOS DEL POLIURETANO, S.A.

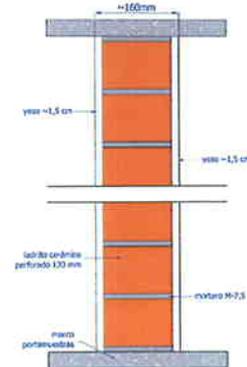
Muestra ensayada:

Pared de ladrillo cerámico perforado de 130 mm de espesor enyesada aproximadamente 1,5 cm en ambas caras.

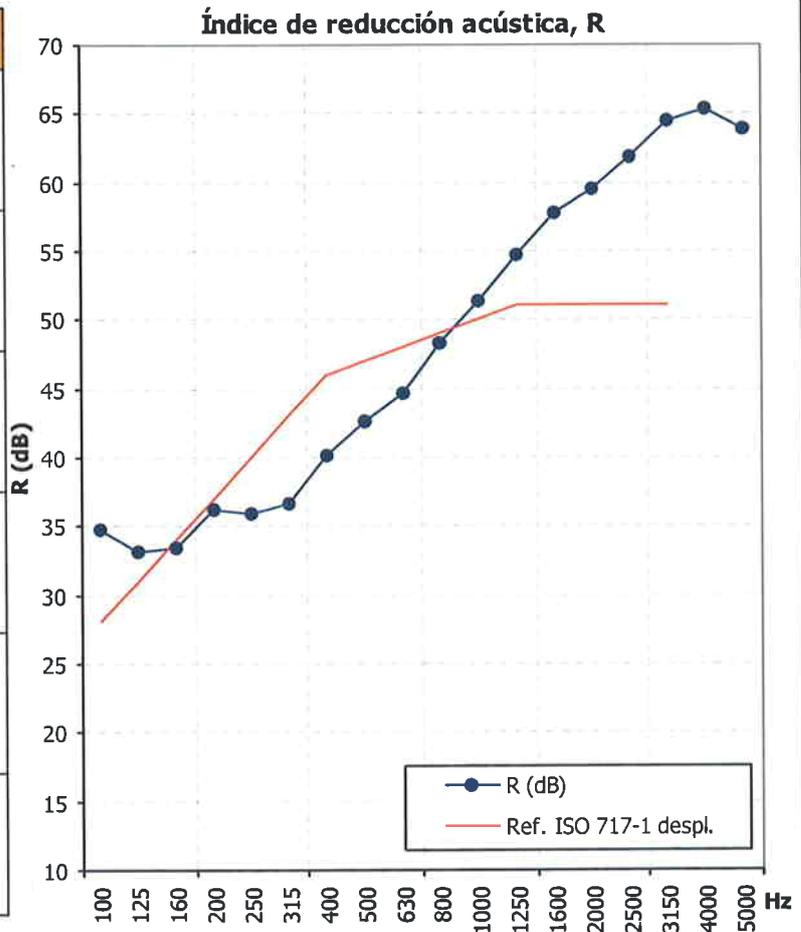
Masa por unidad de superficie, m , (estimada): 210 Kg/m²

Área, S , de la muestra: 12,96 m² (4 x 3,24 m)

Fecha de ensayo: 13 de julio de 2009



Frecuencia (Hz)	R (dB)
100	34.8
125	33.1
160	33.5
200	36.2
250	35.9
315	36.7
400	40.2
500	42.6
630	44.7
800	48.3
1000	51.3
1250	54.7
1600	57.7
2000	59.5
2500	61.9
3150	64.5
4000	65.4
5000	63.9



Índice global de reducción acústica ponderado A, R_A :

47,1 dBA

Índice global de reducción acústica, R_w (C ; C_{tr} ; $C_{100-5000}$; $C_{tr,100-5000}$)

47 (-1; -4; 0; -4) dB

Los resultados se refieren exclusivamente a las mediciones realizadas con la muestra, producto o material entregado a Applus-CTC el día señalado y ensayado en las condiciones indicadas en este documento.

Aislamiento acústico al ruido aéreo según UNE-EN ISO 140-3

Peticionario: DERIVADOS DEL POLIURETANO, S.A.

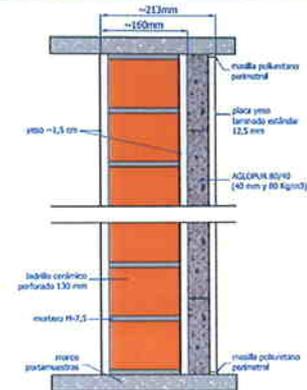
Muestra ensayada:

Pared de ladrillo cerámico perforado de 130 mm de espesor enyesada aprox. 1,5 cm en ambas caras, con trasdosado a una cara formado por panel AGLOPUR 80/40 y placa de yeso laminado estándar de 12,5 mm. Elementos del trasdosado fijados mediante cola de contacto.

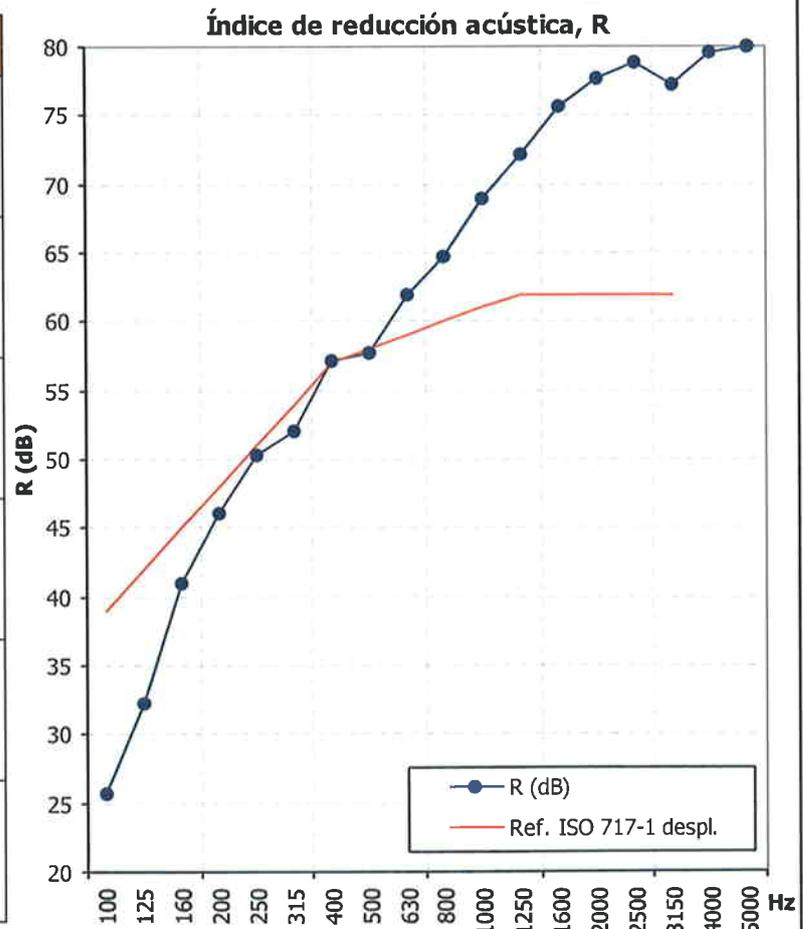
Masa por unidad de superficie, *m*, (estimada): 223 Kg/m²

Área, *S*, de la muestra: 12,96 m² (4 x 3,24 m)

Fecha de ensayo: 14 de julio de 2009



Frecuencia (Hz)	R (dB)
100	25,7
125	32,3
160	41,0
200	46,0
250	50,3
315	52,0
400	57,1
500	57,7
630	61,9
800	64,7
1000	68,9
1250	72,1
1600	75,6
2000	77,7
2500	78,9
3150	77,2
4000	79,6
5000	80,0



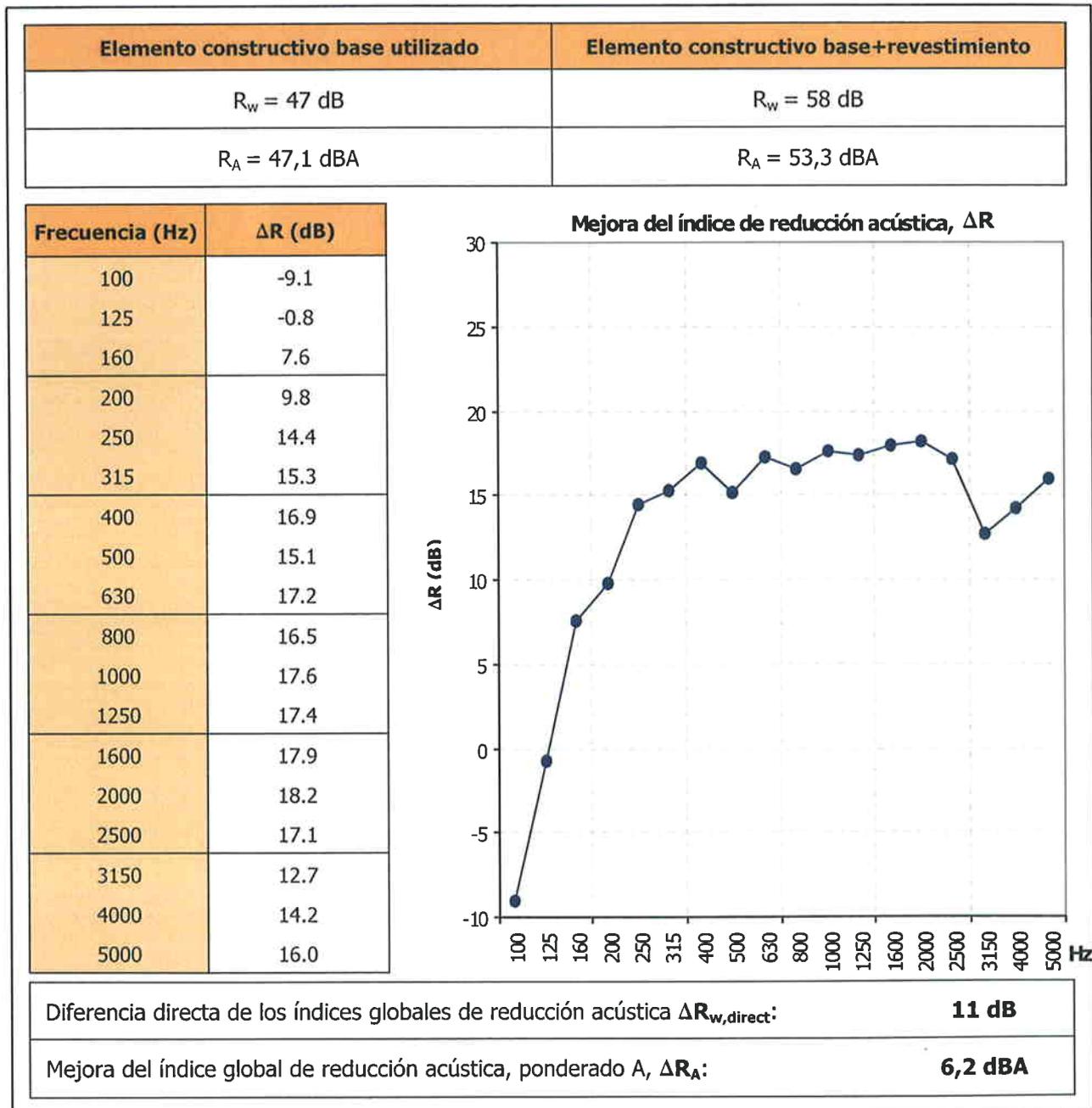
Índice global de reducción acústica ponderado A, **R_A**: **53,3 dBA**

Índice global de reducción acústica, **R_w** (C; C_{tr}; C₁₀₀₋₅₀₀₀; C_{tr,100-5000}): **58 (-6; -14; -5; -14) dB**

Los resultados se refieren exclusivamente a las mediciones realizadas con la muestra, producto o material entregado a Applus-CTC el día señalado y ensayado en las condiciones indicadas en este documento.

7.- MEJORAS DE LOS ÍNDICES GLOBALES DE REDUCCIÓN ACÚSTICA

A continuación se aportan las mejoras de los índices globales de reducción acústica debidas a la instalación del revestimiento en la pared de base, obtenidas mediante diferencias directas.



Los resultados se refieren exclusivamente a las mediciones realizadas con la muestra, producto o material entregado a Applus-CTC el día señalado y ensayado en las condiciones indicadas en este documento.

