

Bellaterra: 31 de agosto de 2009  
Expediente número: 09/100314-884  
Referencia petitionerio: **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 400/40, AGLOPUR 150/20 y placa de yeso laminado.

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO: 29 de julio de 2009

LGAI Technological Center, S.A.

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

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.diente@appluscorp.com](mailto:satisfaccion.diente@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 20 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 400/40, placa de yeso laminado estándar de 12,5 mm, panel AGLOPUR 150/20 y placa de yeso laminado estándar de 15 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)
- Termohigrómetro nº id: 103108 (RS mod 212-124)
- 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 ( $R_{w, \dots}$ ) 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:

<b>Término de adaptación espectral adecuado</b>	<b>Tipo de fuente de ruido</b>
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 <sub>tr</sub> (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, $\Delta R$

En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, la mejora  $\Delta R$  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,  $\Delta R$ , 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  $70 \text{ Kg/m}^2$ ). 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, $\Delta R_w$

En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, la mejora  $\Delta R_w$  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.

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

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, $\Delta R_A$

En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, la mejora  $\Delta R_A$  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:

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

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
$\pm U$	1,9	2,9	1,6	2,4	1,5	1,2
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
$\pm U$	1,4	1,1	1,4	0,9	0,8	0,7
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
$\pm U$	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 400/40 de 40 mm de espesor y 400 Kg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>2</sup>
- panel de espuma de poliuretano aglomerada AGLOPUR 150/20 de 20 mm de espesor y 150 Kg/m<sup>3</sup> de densidad nominal
- PYL estándar de 3000 x 1200 x 15 mm (longitud x anchura x espesor) y masa superficial estimada de 11,5 Kg/m<sup>2</sup>

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.

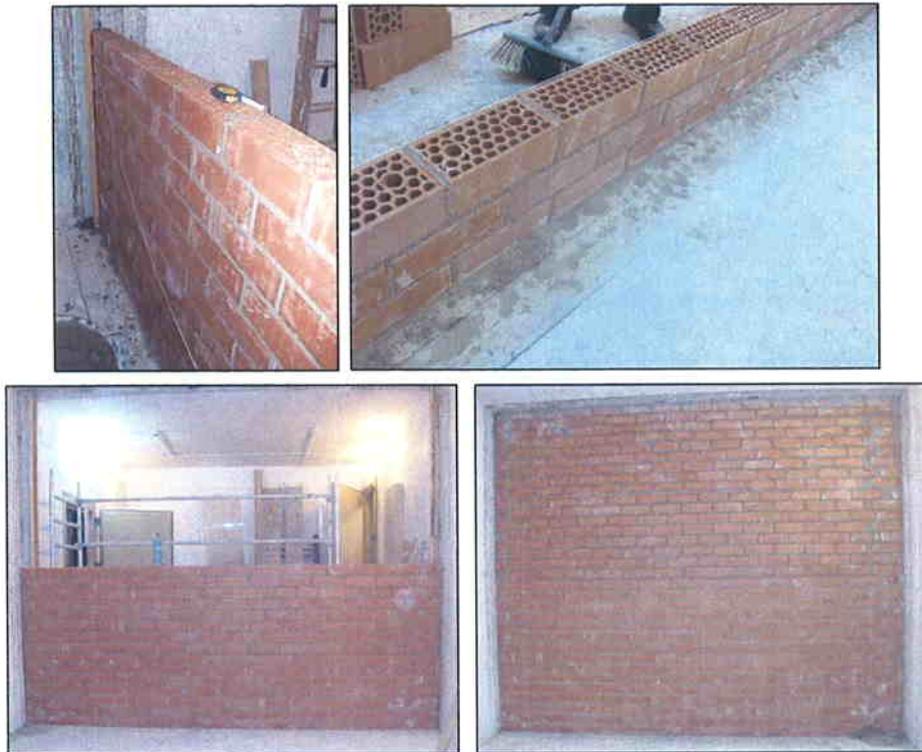


**Imagen 1 Ladrillo cerámico perforado utilizado en la construcción de la pared de base**

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 m<sup>2</sup>.

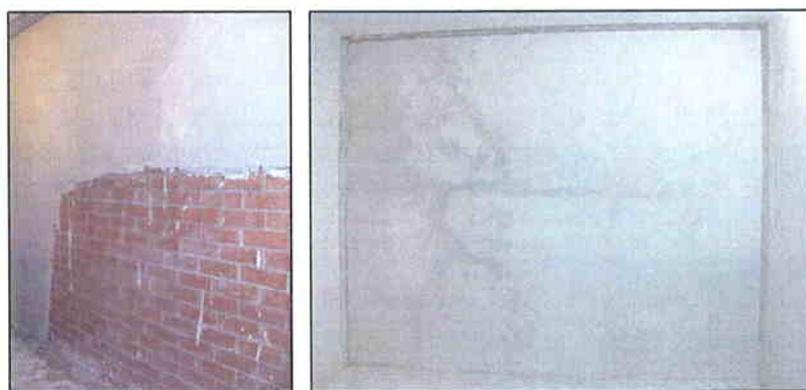
Para la construcción de la pared se unen los ladrillos mediante junta horizontal y vertical de mortero M-7,5.

*[Handwritten signature]*



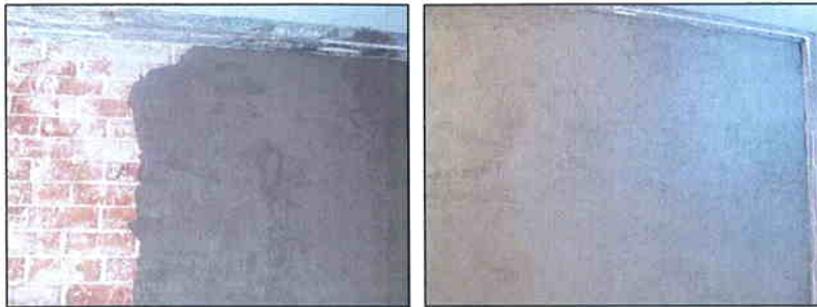
**Imágenes 2, 3, 4 y 5 Proceso de construcción de la pared de ladrillo**

La pared se finaliza revistiéndola con aproximadamente 1,5 cm de espesor de yeso manual en una de sus caras y con aproximadamente 1,5 cm de espesor de mortero M-7,5 en la otra cara.



**Imágenes 6 y 7 Enyesado de una de las caras de la pared**

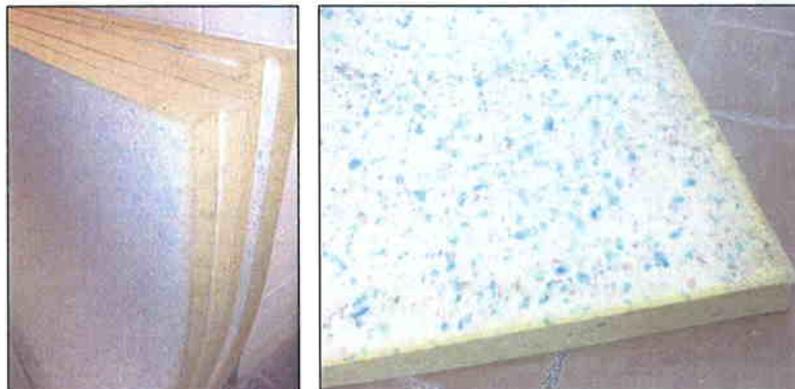
*[Handwritten signature]*



**Imágenes 8 y 9 Revoco de mortero en la otra cara de la pared**

La pared descrita presenta un espesor aproximado de 160 mm y una masa superficial estimada de 225 Kg/m<sup>2</sup>.

Una vez seco el revestimiento de 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 400/40, fijándolos a la pared con cola de contacto aplicada con espátula tanto a la pared como al panel.



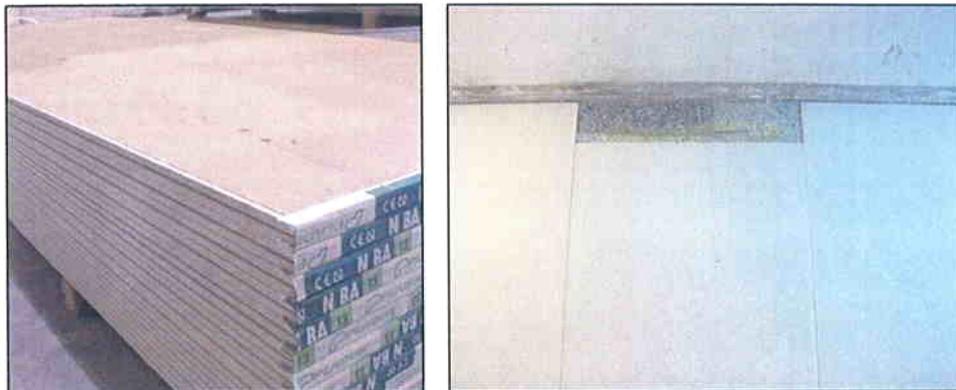
**Imágenes 10 y 11 Panel AGLOPUR 400/40, de 40 mm de espesor y densidad 400 Kg/m<sup>3</sup>**



**Imágenes 12 y 13 Instalación de los paneles AGLOPUR 400/40 sobre la pared y cola empleada**

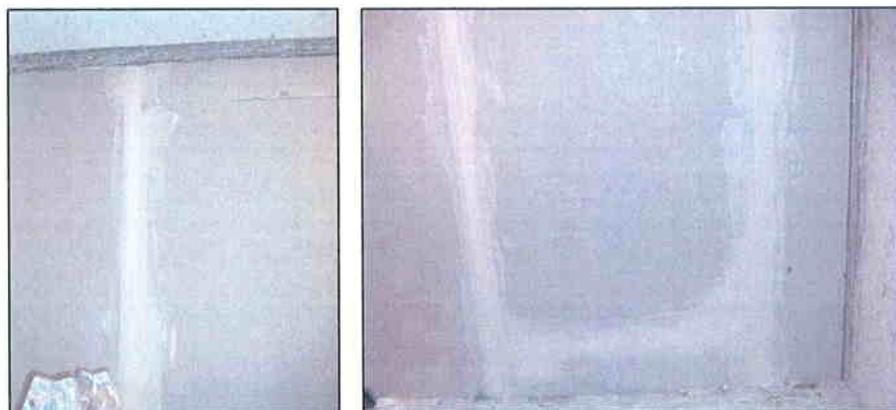
*[Handwritten mark]*

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 y 15 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 16 y 17 Sellado de las juntas entre placas**



**Imágenes 18 y 19 Cinta de papel kraft y pasta de juntas lista al uso**

SR

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



**Imágenes 20 y 21 Sellado perimetral y masilla de poliuretano utilizada**

Sobre las PYL de 12,5 mm se instala una capa de paneles AGLOPUR 150/20 encolados a ellas y posteriormente una segunda capa de PYL, en este caso de 15 mm de espesor.

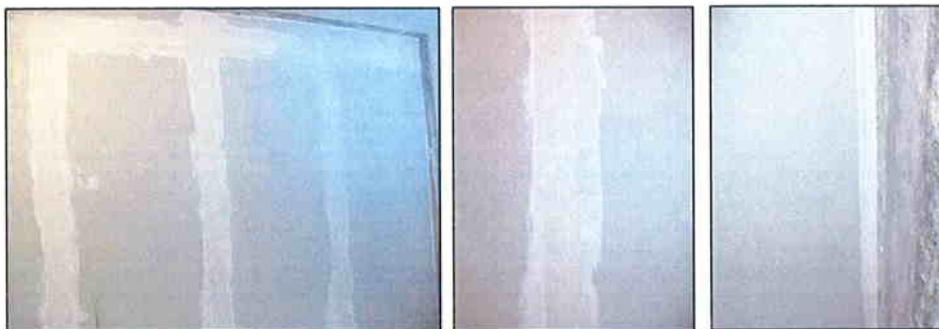


**Imágenes 22, 23, 24 y 25 Panel AGLOPUR 150/20 y su encolado sobre las PYL de 12,5 mm**

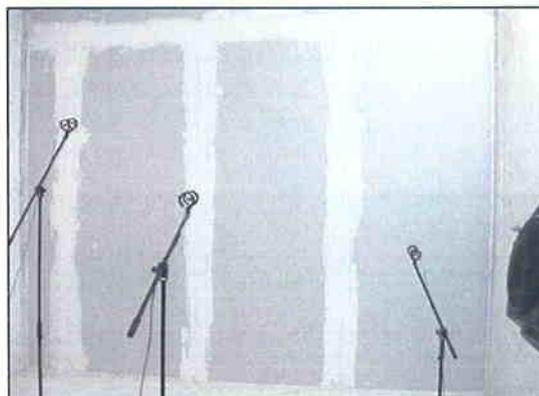


**Imágenes 26 y 27 PYL de 15 mm y su encolado sobre el panel AGLOPUR 150/20**

Las juntas de unión entre placas se sellan mediante pasta de juntas y cinta de papel kraft. El encuentro perimetral de las placas con el marco portamuestras se sella con masilla de poliuretano monocomponente.



**Imágenes 28, 29 y 30 Sellado de las juntas entre placas y sellado perimetral**



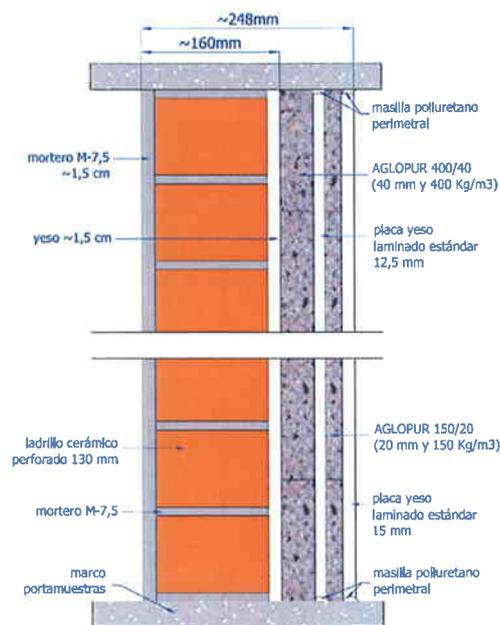
**Imagen 31 Muestra lista para ensayo**

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 y el 17 de julio de 2009.

La pared de base se construye entre los días 1 a 3 y 23 a 24 de julio de 2009 con los recursos aportados por el peticionario y se trasdosa el 28 de julio de 2009 con los recursos subcontratados por Applus-CTC y bajo la supervisión del personal del Laboratorio de Acústica.

La muestra presenta un espesor total aproximado de 248 mm y una masa superficial estimada de 264 Kg/m<sup>2</sup>.

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



**Figura 1 Sección vertical de la muestra ensayada**

## 5.- CONDICIONES DEL ENSAYO

### 5.1. PARED DE BASE

	<b>Sala Emisora</b>	<b>Sala Receptora</b>
<b>Condiciones ambientales:</b>	Temperatura: 25 °C	Temperatura: 24 °C
	Humedad: 70 %	Humedad: 73 %
<b>Volumen sala ensayo:</b>	56,9 m <sup>3</sup>	51,2 m <sup>3</sup>

### 5.2. MUESTRA COMPLETA (PARED DE BASE + REVESTIMIENTO)

	<b>Sala Emisora</b>	<b>Sala Receptora</b>
<b>Condiciones ambientales:</b>	Temperatura: 24 °C	Temperatura: 24 °C
	Humedad: 69 %	Humedad: 74 %
<b>Volumen sala ensayo:</b>	55,3 m <sup>3</sup>	51,2 m <sup>3</sup>

## 6.- RESULTADOS

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

**Peticionario:** DERIVADOS DEL POLIURETANO, S.A.

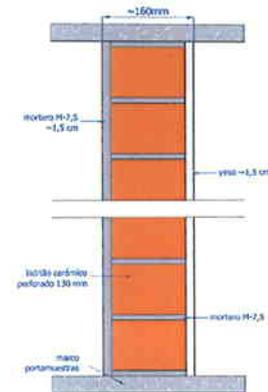
**Muestra ensayada:**

Pared de ladrillo cerámico perforado de 130 mm de espesor revestida con aproximadamente 1,5 cm de yeso en una cara y de mortero M-7,5 en la otra.

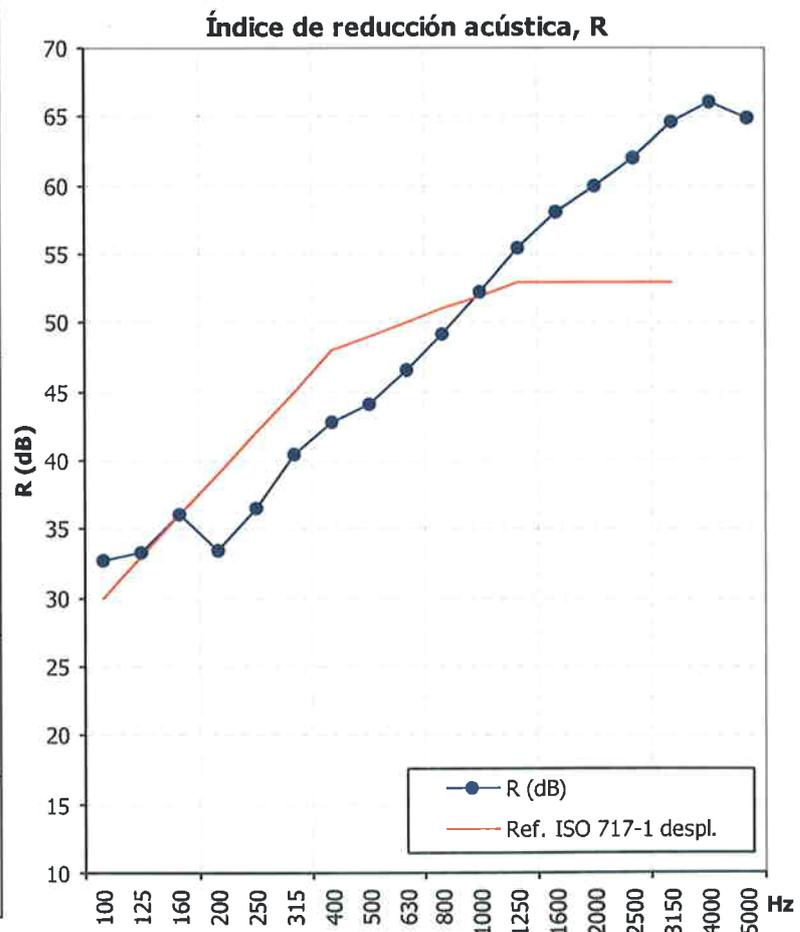
**Masa por unidad de superficie,  $m$ ,** (estimada): 225 Kg/m<sup>2</sup>

**Área,  $S$ ,** de la muestra: 12,96 m<sup>2</sup> (4 x 3,24 m)

**Fecha de ensayo:** 27 de julio de 2009



Frecuencia (Hz)	R (dB)
100	32.7
125	33.3
160	36.1
200	33.5
250	36.5
315	40.4
400	42.8
500	44.1
630	46.6
800	49.2
1000	52.3
1250	55.4
1600	58.1
2000	60.0
2500	62.0
3150	64.6
4000	66.0
5000	64.9



Índice global de reducción acústica ponderado A,  $R_A$ : **48,2 dBA**

Índice global de reducción acústica,  $R_w$  ( $C$ ;  $C_{tr}$ ;  $C_{100-5000}$ ;  $C_{tr,100-5000}$ ) **49 (-2; -6; -1; -6) 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

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

**Peticionario: DERIVADOS DEL POLIURETANO, S.A.**

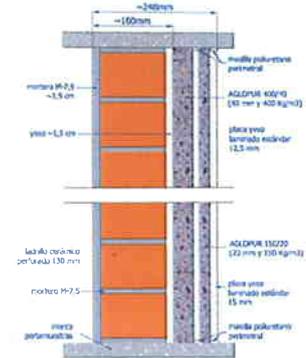
**Muestra ensayada:**

Pared de ladrillo cerámico perforado de 130 mm de espesor revestida con aprox. 1,5 cm de yeso en una cara y de mortero M-7,5 en la otra, con trasdosado a una cara formado por panel AGLOPUR 400/40, PYL estándar de 12,5 mm, panel AGLOPUR 150/20 y PYL estándar de 15 mm. Elementos del trasdosado fijados mediante cola de contacto.

**Masa por unidad de superficie, *m*, (estimada): 264 Kg/m<sup>2</sup>**

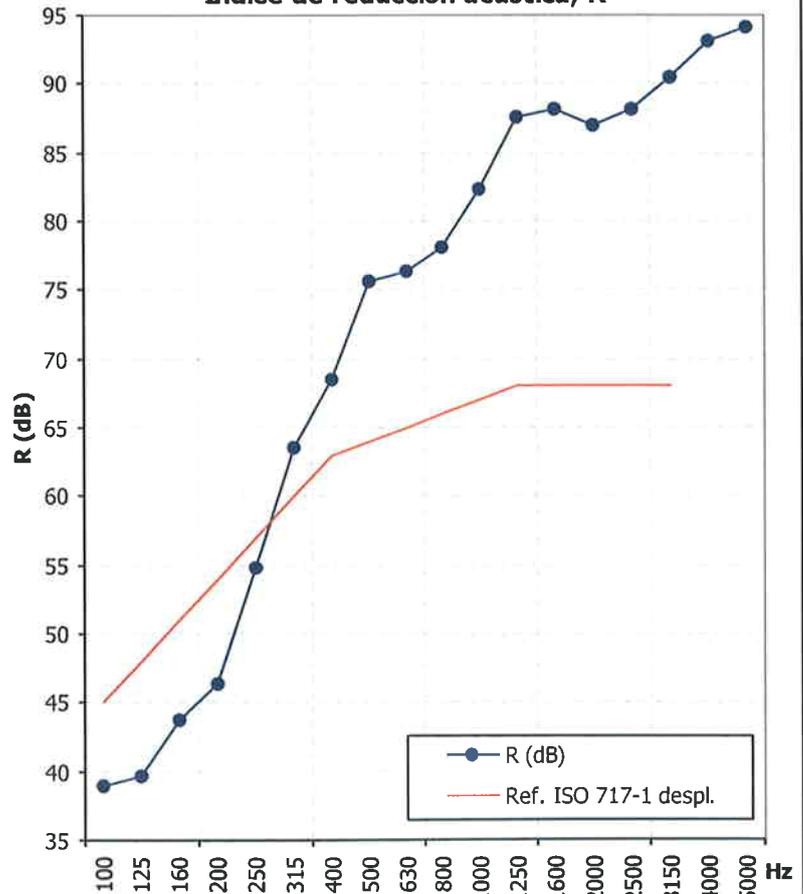
**Área, *S*, de la muestra: 12,96 m<sup>2</sup> (4 x 3,24 m)**

**Fecha de ensayo: 29 de julio de 2009**



Frecuencia (Hz)	R (dB)
100	39,0
125	39,6
160	43,7
200	46,4
250	54,8
315	63,5
400	68,5
500	75,6
630	76,4
800	78,1
1000	82,3
1250	87,6
1600	88,2
2000	87,0
2500	88,1
3150	90,5
4000	93,1
5000	94,1

**Índice de reducción acústica, R**



Índice global de reducción acústica ponderado A, **R<sub>A</sub>**:

**61,6 dBA**

Índice global de reducción acústica, **R<sub>w</sub>** (C; C<sub>tr</sub>; C<sub>100-5000</sub>; C<sub>tr,100-5000</sub>)

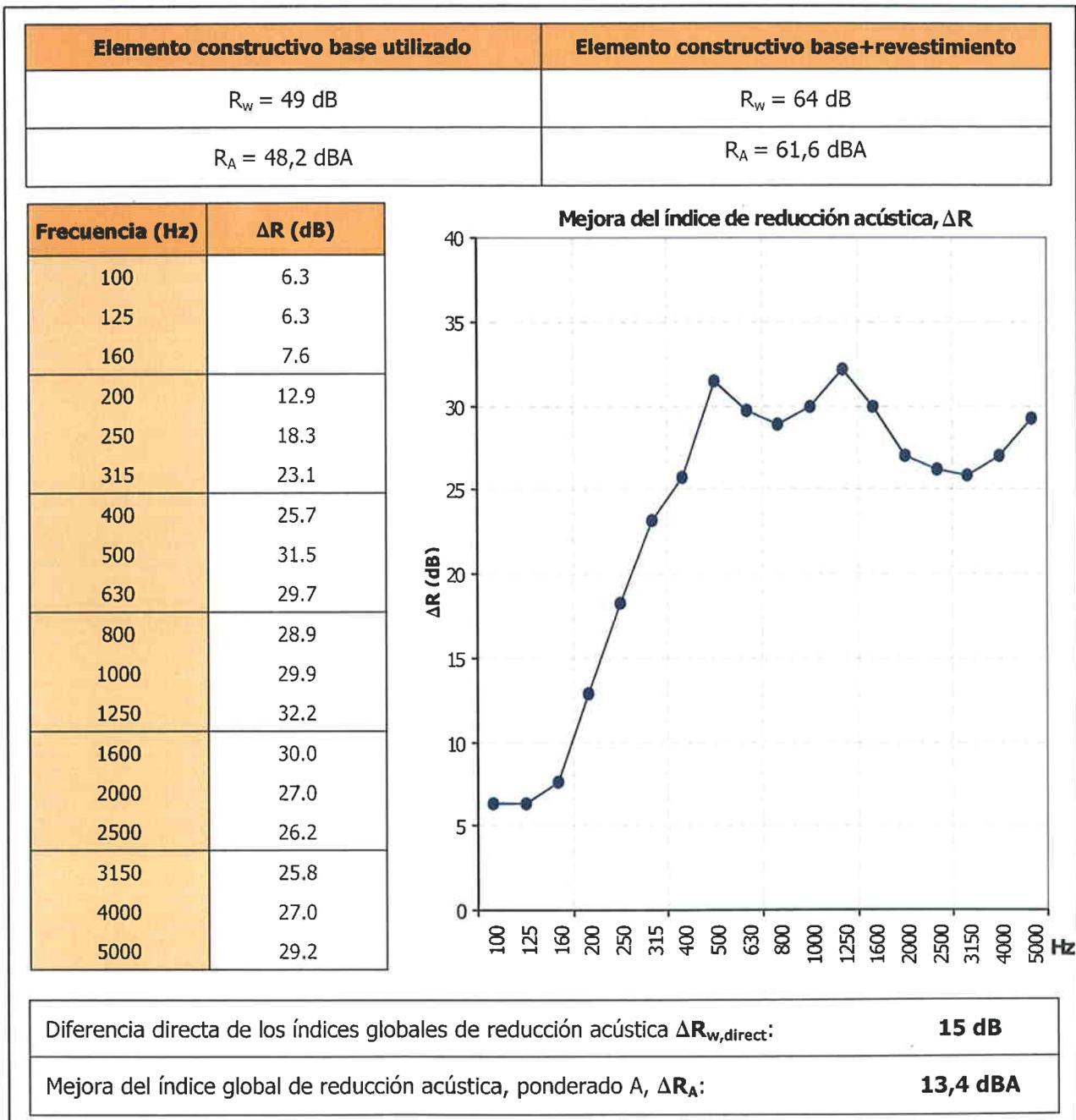
**64 (-3; -10; -2; -10) dB**

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.

AR

### 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.