LGAI Technological Center, S.A.
Campus de la UAB
Ronda de la Font del Carme, s/n
E - 08193 BELLATERRA (Barcelona)
T +34 93 567 20 00
F +34 93 567 20 01
www.appluslaboratories.com

Nº 9/LE766

Bellaterra:	11 de marzo de 2016
Expediente número:	16/11645-445
Referencia peticionario:	**AISLANTES Y SISTEMAS ALTERNATIVOS, S.L.** Pol. Ind. Valle del Cinca, Calle C, Parc. 53, Nave 3 22300 Barbastro (Huesca)

INFORME DE ENSAYO

Ensayo solicitado: Medición de la absorción acústica en cámara reverberante, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 354:2004, de una muestra de **PROYECTADO DE CELULOSA AISLASISTEM** de 20 mm de espesor medio.

Fecha de ensayo: 19 de febrero de 2016

Ensayo realizado por: Xavier Molins (Lab. de Acústica - LGAI Technological Center)

Firmado digitalmente por Xavier Roviralta

Xavier Roviralta
Responsable 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 en papel compulsadas. Este documento consta de 10 páginas de las cuales 0 son anexos.

LGAI Technological Center, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona, Tomo 35.803, Folio 1, Hoja nº B-266.627 Inscripción 1ª CIF A-63207492

1.- OBJETIVO DEL ENSAYO

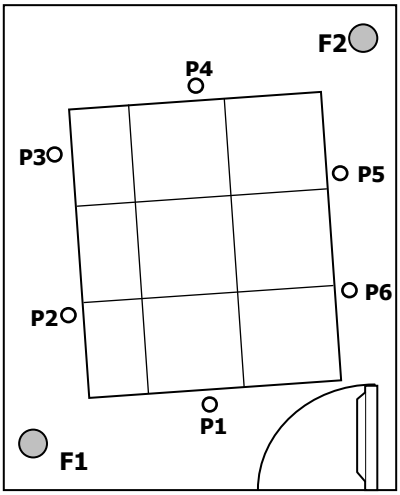
Medición de la absorción acústica en cámara reverberante, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 354:2004, de una muestra de **PROYECTADO DE CELULOSA AISLASISTEM** de 20 mm de espesor medio. Aplicado sobre paneles de madera MDF de 22 mm de espesor y de dimensiones 1220 x 1220 mm.

2.- EQUIPOS UTILIZADOS

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

- Analizador de espectros nº id: 103099 (Bruel&Kjaer mod. Pulse)
- Calibrador nº id: 103032 (Bruel&Kjaer mod. 4231)
- Micrófonos campo difuso nº id: 103128, 103131, 170093 y 170108 (Bruel&Kjaer mod. 4943) y 170375 y 170376 (G.R.A.S. mod. 40AR)
- Fuentes de ruido nº id: 103098 (AVM mod. DO12) y 103124 (CESVA mod. BP012)
- Generador de ruido nº id: 103195 (Bruel&Kjaer mod. 1049)
- Ecualizador nº id: 170092 (INTER mod. EQ-9231)
- Amplificador de potencia nº id: 103097 (INTER mod. M700)
- Termohigrómetro nº id: 170539 (Oregon Scientific mod. WMR88)
- Flexómetro nº id: 103095 (Stanley mod. Powerlock)

3.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN



Croquis esquemático de la disposición de ensayo

Las mediciones se realizan de acuerdo con la norma de ensayo UNE-EN ISO 354:2004 *"Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante"*. El método de ensayo se trata básicamente de comparar los tiempos de reverberación de la sala con la muestra y sin ella. La evaluación de los resultados y la clasificación se realiza de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 11654:1998.

Alrededor de la muestra se colocan 6 micrófonos en los puntos P1, P2, P3, P4, P5 y P6. Las mediciones se realizan con las fuentes de ruido en las posiciones F1 y F2. El ensayo se lleva a cabo excitando la sala con ruido rosa. Con los tiempos de reverberación medidos se aplica la fórmula del apartado 4.3.

4.- DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

4.1. **Tiempo de reverberación.** Tiempo, en segundos, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la emisión de la fuente sonora.

4.2. **Área de absorción sonora equivalente de un recinto.** Área hipotética de una superficie totalmente absorbente sin efectos de difracción que, si fuera el único elemento absorbente en el recinto, tendría el mismo tiempo de reverberación que el recinto considerado.

4.3. **Área de absorción sonora equivalente de la muestra de ensayo, A_T.** Diferencia entre las áreas de absorción sonora equivalente de la cámara reverberante con y sin la muestra de ensayo. Para obtener este parámetro se mide el tiempo de reverberación promedio en la cámara reverberante con y sin muestra de ensayo. A partir de estos tiempos de reverberación, se calcula el área de absorción sonora equivalente A_T por medio de la ecuación de Sabine:

$$A_T = A_2 - A_1 = 55.3\,V\left(\frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1}\right) - 4\,V\,(m_2 - m_1)$$

donde:

- c_1 y c_2 son la velocidad de propagación del sonido en el aire a las temperaturas t_1 y t_2;
- V es el volumen, en metros cúbicos, de la cámara reverberante vacía;
- T_1 es el tiempo de reverberación, en segundos, de la cámara reverberante vacía;
- T_2 es el tiempo de reverberación, en segundos, de la cámara reverberante con la muestra de ensayo;
- m_1 y m_2 son los coeficientes de atenuación sonora, en metros recíprocos, para la cámara reverberante vacía y con la muestra de ensayo, respectivamente. m se calcula de acuerdo con la Norma Internacional ISO 9613-1 empleando las condiciones climáticas de la cámara reverberante durante la medición.

El valor de m puede calcularse a partir del coeficiente de atenuación, α, empleado en la Norma Internacional 1SO 9613-1 de acuerdo con la fórmula:

$$m = \frac{\alpha}{10\ \log(e)}$$

4.4. **Coeficiente de absorción sonora**. En el caso de muestras que cubren uniformemente una superficie (absorbentes planos o una configuración específica de objetos idénticos), el coeficiente de absorción sonora se obtiene dividiendo A_T por el área S de la superficie tratada

$$\alpha_S = \frac{A_T}{S}$$

Cuando la muestra se compone de varios objetos idénticos, el resultado puede darse como el área de absorción sonora equivalente A de cada elemento, y se obtiene dividiendo A_T por el número de objetos, *n:*

$$A_{obj} = \frac{A_T}{n}$$

4.5. **Coeficiente de absorción sonora práctico, α_p.** Valor del coeficiente de absorción acústica dependiente de la frecuencia, basado en mediciones por bandas de un tercio de octava de acuerdo con la norma ISO 354, y calculado por bandas de octava según la fórmula siguiente:

$$\alpha_{pi} = \frac{\alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \alpha_{i3}}{3}$$

donde:

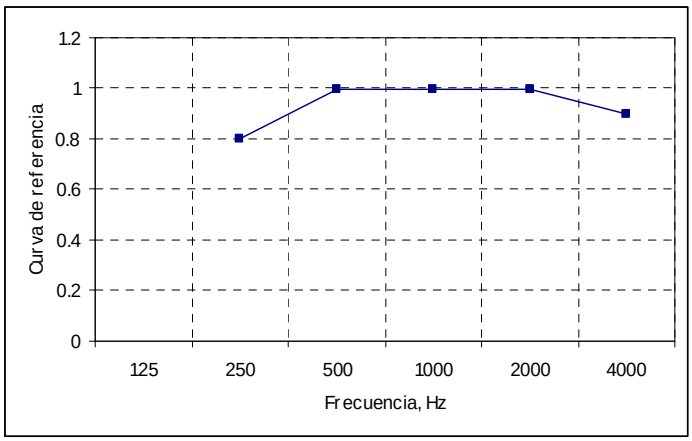
- α_{pi} es el coeficiente de absorción sonora práctico para la banda de octava i
- α_{i1}, α_{i2} y α_{i3}, son los coeficientes de absorción acústica de las bandas de tercio de octava dentro de la octava i

Se calcula el valor medio hasta el segundo decimal y el resultado se redondea por pasos de 0,05 hasta un máximo de α_{pi} = 1,00 para los valores medios redondeados > 1,00.

4.6. **Coeficiente de absorción sonora ponderado, α_W.** Valor único independiente de la frecuencia, igual al valor de la curva de referencia a 500 Hz después de desplazarla, tal y como se indica a continuación.

Se realiza una traslación de la curva de referencia por pasos de 0,05 hacia la curva de valores del coeficiente de absorción sonora práctico, hasta que la suma de las desviaciones desfavorables sea menor o igual que 0,10. Se produce una desviación desfavorable a una frecuencia concreta cuando el valor medido es menor que el valor de la curva de referencia. Deben tenerse en cuenta solamente las desviaciones en el sentido desfavorable. La absorción acústica ponderada a, se define como el valor de la curva de referencia una vez desplazada a la frecuencia de 500 Hz. En la tabla siguiente se dan los valores originales de la curva de referencia:

Frecuencia (Hz)	Valor de la curva de referencia
250	0,80
500	1,00
1000	1,00
2000	1,00
4000	0,90



4.7. **Indicadores de forma, L. M. H**. Siempre que un coeficiente de absorción acústica práctico α_{pi}, exceda el valor de la curva de referencia una vez desplazada en un 0,25 o más, debe añadirse, entre paréntesis, uno o varios indicadores de forma.

Si el exceso de absorción se produce a 250 Hz, se utiliza la notación L. Si el exceso tiene lugar a 500 Hz o a 1 000 Hz, se utiliza la notación M. Si el exceso se produce a 2 000 Hz o a 4 000 Hz, se utiliza la notación H.

4.8. **Clasificación de los absorbentes**. El sistema de clasificación dado a continuación está diseñado principalmente para aplicaciones de banda ancha. El valor único, α_W, se emplea para calcular la clase de absorción acústica de acuerdo con la tabla siguiente:

Clase de absorción acústica	α_W
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,15; 0,20; 0,25
Sin clasificar	0,00; 0,05; 0,10

5.- INCERTIDUMBRE DE ENSAYO

La incertidumbre asociada al ensayo ha sido calculada y está a disposición del peticionario.

6.- DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ENSAYADA

La muestra, subministrada por el peticionario del ensayo y recibida por Applus Laboratories – LGAI Technological Center el día 11 de febrero de 2016, es un **PROYECTADO DE CELULOSA AISLASISTEM** de 20 mm de espesor medio.

El proyectado se compone principalmente de guata de celulosa y adhesivo, y tiene una densidad nominal de 80 kg/m^3 (información aportada por el peticionario). Los espesores medidos en toda la superficie de la muestra están comprendidos entre los 15 mm y los 25 mm.

Para facilitar el montaje de la muestra en el interior de la sala reverberante el producto a ensayar se proyecta sobre una base no porosa (paneles de madera MDF de 22 mm de espesor nominal, de dimensiones 1220 x 1220 mm).

Imágenes 1 a 4 Detalles del PROYECTADO DE CELULOSA AISLASISTEM

Toda la superficie de la muestra se completa con 6 paneles de 1220 x 1220 mm y 3 paneles de 1220 x 620 mm, situados unos contra otros directamente sobre el suelo de la sala reverberante. Forman una superficie con dimensiones perimetrales 3,06 x 3,66 m, lo que supone una superficie de muestra de 11,2 m².

Todo el lateral de la muestra se sella mediante un marco perimetral reflectante de madera, de aproximadamente la misma altura que la muestra, con objeto de impedir el paso de la energía acústica por las caras laterales y que actúe sólo la cara superior de la muestra.

Imágenes 5 y 6 Preparación de la muestra

Imagen 7 Muestra lista para el ensayo

7.- CONDICIONES DE ENSAYO

Características de la sala reverberante			
Forma:	Paralelepípeda	Área total (A_T):	238,3 m^2
Dimensiones:	7,84 × 4,96 × 6,27 m	Número de difusores:	14
Volumen (V):	243,6 m^3	Dimensiones de difusor:	1,5 m^2

Condiciones ambientales de la sala reverberante		
Estado de la sala:	Vacía	Con muestra
Temperatura:	19,5 ºC	19,3 ºC
Humedad:	36 %	39 %
Presión atmosférica:	1019 hPa	1018 hPa

8.- TIEMPOS DE REVERBERACIÓN Y ÁREA DE ABSORCIÓN SONORA EQUIVALENTE

En las tablas siguientes se presentan los tiempos de reverberación de la sala de ensayo sin la muestra y con la muestra, así como las áreas de absorción sonora equivalente calculadas.

Frecuencia (Hz)	Tiempo de reverberación sala vacía, T_1 (s)	Tiempo de reverberación con muestra, T_2 (s)	Área de absorción sonora equivalente, A_T (m²)
100	16,14	10,80	1,21
125	12,76	8,66	1,46
160	11,71	6,36	2,83
200	12,26	6,01	3,34
250	12,24	5,76	3,62
315	11,26	4,71	4,87
400	10,70	4,16	5,78
500	10,38	3,70	6,84
630	9,86	3,36	7,73
800	9,39	3,19	8,13
1000	8,82	3,06	8,43
1250	7,59	2,85	8,65
1600	6,43	2,61	9,02
2000	5,25	2,40	9,07
2500	4,31	2,16	9,36
3150	3,40	1,87	9,83
4000	2,53	1,58	9,97
5000	1,89	1,31	10,26

9.- RESULTADOS

Medición de la absorción acústica en cámara reverberante de acuerdo a ISO 354

AISLANTES Y SISTEMAS ALTERNATIVOS

Muestra ensayada:

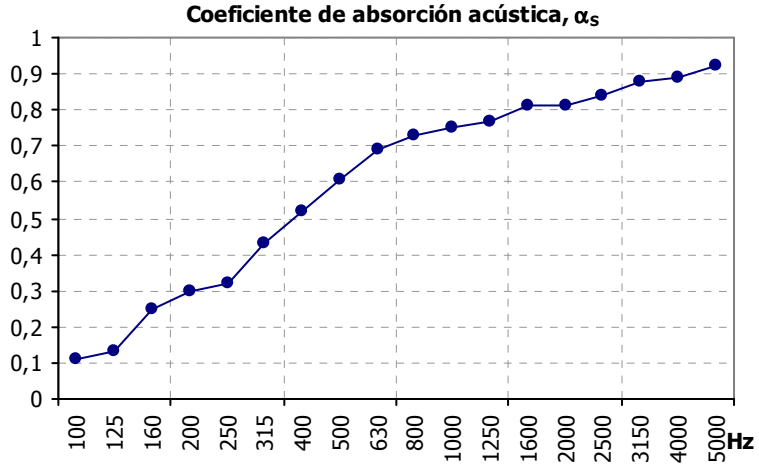
Muestra de **PROYECTADO DE CELULOSA AISLASISTEM** de 20 mm de espesor medio. Aplicado sobre base de MDF de 22 mm.

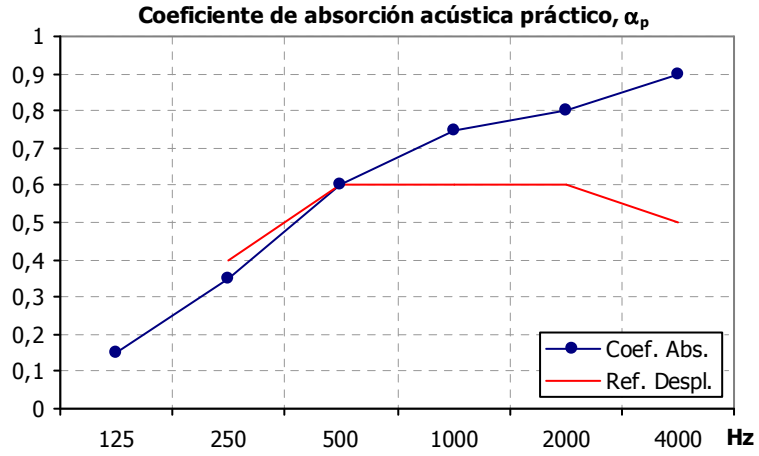
Área muestra, S: 11,2 m^2 (3,06 x 3,66 m)

Fecha ensayo: 19 de febrero de 2016

Coeficiente de abs. acústica, α_s

Frec. (Hz)	α_s
100	0,11
125	0,13
160	0,25
200	0,30
250	0,32
315	0,43
400	0,52
500	0,61
630	0,69
800	0,73
1000	0,75
1250	0,77
1600	0,81
2000	0,81
2500	0,84
3150	0,88
4000	0,89
5000	0,92





Coef. de abs. acústica práctico, α_P

Frec. (Hz)	α_p
100	0,15
250	0,35
500	0,60
1000	0,75
2000	0,80
4000	0,90

Coeficiente de absorción sonora ponderado, α_W = **0,60 (H)**	Clase absorción acústica: **C**

Se recomienda firmemente utilizar el índice de evaluación único (α_w) en combinación con la curva del coeficiente de absorción acústica completa.

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