

Bellaterra: 28 de enero de 2014  
Expediente número: 14/7929-56  
Referencia petitionerio: **ASCÉNDER, S.L.**  
Ctra. Santo Domingo, nº 69  
26280 Ezcaray (La Rioja)

## INFORME DE ENSAYO

Este documento es una traducción del informe de ensayo en inglés 14/7929-56. En caso de disputa, la versión válida es la inglesa. Esta traducción se realiza el 16 de diciembre de 2016.

**Ensayo solicitado:** Medición de la absorción acústica en cámara reverberante, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 354:2004, de un conjunto de butacas modelo **SPACE LUX**. Con asientos y respaldos tapizados en TREVIRA CS.

**Fecha de ensayo:** 15 de enero de 2014

**Ensayo realizado por:** Xavier Molins (Laboratorio de Acústica - LGAI Technological Center)

Xavier Roviralta  
Responsable Técnico de Acústica  
LGA 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@applus.com](mailto:satisfaccion.cliente@applus.com)

La reproducción del presente documento sólo está autorizada si se hace en su totalidad. Los informes firmados electrónicamente en soporte digital se consideran un documento original, así como las copias electrónicas del mismo. Su impresión en papel no tiene validez legal. Este documento consta de 12 páginas de las cuales 0 son anexos. - Página 1 -

## 1.- OBJETIVO DEL ENSAYO

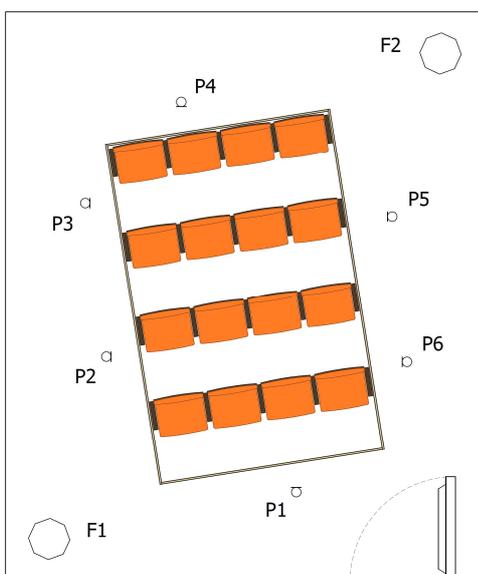
Medición de la absorción acústica en cámara reverberante, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 354:2004, de un conjunto de 16 butacas modelo **SPACE LUX**. Con asientos y respaldos tapizados en TREVIRA CS. La distancia entre respaldos es de 900 mm.

## 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 170374 y 170375 (G.R.A.S. mod. 40AR)
- Fuentes de ruido nº id: 170260 y 170261 (CESVA mod. BP012)
- Generador de ruido nº id: 103195 (Bruel&Kjaer mod. 1049)
- Amplificador de potencia nº id: 103097 (INTER mod. M700)
- Ecuador nº id: 170092 (INTER mod. EQ-9231)
- Termohigrómetro nº id: 103021 (Oregon Scientific mod. BA116)
- Flexómetro nº id: 103095 (Stanley mod. Powerlock)

## 3.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN



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*". Se comparan 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 (puntos P1 a 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 5.3.

#### 4.- DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ENSAYADA

La muestra se trata de un conjunto de 16 butacas modelo **SPACE LUX**. Asientos y respaldos fabricados en contrachapado de haya y espuma de poliuretano inyectado, con tapicería TREVIRA CS. Apoyabrazos de haya maciza (información aportada por el peticionario del ensayo).

Las butacas se instalan en la sala reverberante en 4 filas de 4 butacas cada una. La distancia entre los respaldos es de 900 mm.

La muestra es suministrada por el peticionario del ensayo y recibida por Applus Laboratories – LGAI Technological Center el día 15 de enero de 2014.



**Imágenes 1 a 4 Butacas SPACE LUX**

El perímetro de la muestra se cierra con tableros de madera MDF de 800 mm de altura y de 19 mm de espesor. El área ocupada por los tableros es de 2,35 x 3,6 m, lo que supone una superficie de muestra de 8,46 m<sup>2</sup>.

El ensayo se realiza con las butacas vacías y con las butacas ocupadas por una persona.

La instalación de la muestra en la sala reverberante se realiza con los recursos aportados por el peticionario el 15 de enero de 2014.



**Imágenes 5 y 6 Ensayo de las butacas sin y con ocupante**

## 5.- DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

5.1. **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.

5.2. **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.

5.3. **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,  $\alpha$ , empleado en la Norma Internacional ISO 9613-1 de acuerdo con la fórmula:

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

5.4. **Coefficiente 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,  $n$ :

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

5.5. **Coefficiente de absorción sonora práctico,  $\alpha_p$ .** 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:

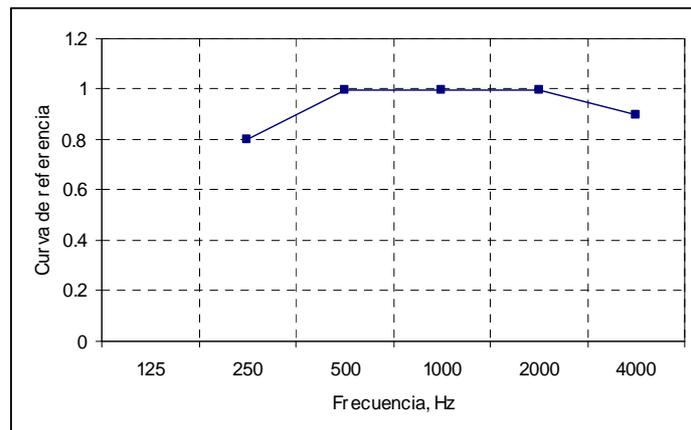
- $\alpha_{pi}$  es el coeficiente de absorción sonora práctico para la banda de octava  $i$
- $\alpha_{i1}$ ,  $\alpha_{i2}$  y  $\alpha_{i3}$  son los coeficientes de absorción acústica de las bandas de tercio de octava dentro de la octava  $i$

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

**5.6. Coeficiente de absorción sonora ponderado,  $\alpha_w$ .** 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  $\alpha_w$  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



**5.7. Indicadores de forma, L. M. H.** Siempre que un coeficiente de absorción acústica práctico  $\alpha_{pi}$  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.

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

Clase de absorción acústica	$\alpha_w$
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

## 6.- CONDICIONES DE ENSAYO

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

Condiciones ambientales de la sala reverberante			
Estado de la sala:	Vacía (sin butaca)	Con butaca vacía	Con butaca ocupada
Temperatura:	17,5 °C	17,6 °C	18,2 °C
Humedad:	39 %	41 %	40 %
Presión atmosférica:	1002 hPa	1003 hPa	1002 hPa

## 7.- INCERTIDUMBRE DE ENSAYO

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

## 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.

### 8.1. Ensayo 1: Butacas vacías

Frecuencia (Hz)	Tiempo de reverberación sala vacía, $T_1$ (s)	Tiempo de reverberación con muestra, $T_2$ (s)	Área de absorción sonora equivalente, $A_T$ (m <sup>2</sup> )	Área de absorción sonora equivalente, por objeto, $A_{obj}$ (m <sup>2</sup> )
100	13,06	8,21	1,78	0,11
125	12,04	7,09	2,29	0,14
160	10,78	6,16	2,74	0,17
200	11,85	5,89	3,37	0,21
250	12,24	5,15	4,44	0,28
315	11,34	4,62	5,06	0,32
400	10,58	4,48	5,06	0,32
500	10,58	4,22	5,61	0,35
630	9,92	4,04	5,77	0,36
800	9,36	3,87	5,97	0,37
1000	8,81	3,70	6,20	0,39
1250	7,65	3,44	6,35	0,40
1600	6,54	3,18	6,43	0,40
2000	5,47	2,90	6,50	0,41
2500	4,53	2,62	6,54	0,41
3150	3,66	2,30	6,69	0,42
4000	2,69	1,87	6,99	0,44
5000	1,99	1,50	7,22	0,45

## 8.2. Ensayo 2: Butacas ocupadas

Frecuencia (Hz)	Tiempo de reverberación sala vacía, $T_1$ (s)	Tiempo de reverberación con muestra, $T_2$ (s)	Área de absorción sonora equivalente, $A_T$ (m <sup>2</sup> )	Área de absorción sonora equivalente, por objeto, $A_{obj}$ (m <sup>2</sup> )
100	13,06	8,69	1,51	0,09
125	12,04	6,11	3,17	0,20
160	10,78	5,86	3,06	0,19
200	11,85	5,35	4,03	0,25
250	12,24	4,63	5,27	0,33
315	11,34	3,67	7,26	0,45
400	10,58	3,38	7,91	0,49
500	10,58	3,25	8,36	0,52
630	9,92	3,17	8,45	0,53
800	9,36	3,15	8,27	0,52
1000	8,81	3,08	8,33	0,52
1250	7,65	2,94	8,27	0,52
1600	6,54	2,66	8,84	0,55
2000	5,47	2,40	9,30	0,58
2500	4,53	2,21	9,35	0,58
3150	3,66	1,96	9,62	0,60
4000	2,69	1,63	10,08	0,63
5000	1,99	1,34	10,33	0,65

## 9.- RESULTADOS

En los apartados 9.1 y 9.2 se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de las butacas sin y con ocupante, respectivamente.

El coeficiente de absorción sonora ponderado,  $\alpha_w$ , y los indicadores de forma se calculan a partir de los valores del coeficiente de absorción acústica práctico,  $\alpha_p$ , dados en el apartado 9.3.

9.1. Butacas vacías



**Medición de la absorción acústica de acuerdo a UNE-EN ISO 354:2004**

**Peticionario: ASCÉNDER, S.L.**

**Muestra ensayada:**

Conjunto de 16 butacas modelo **SPACE LUX** con tapicería TREVIRA CS. La distancia entre respaldos es de 900 mm.

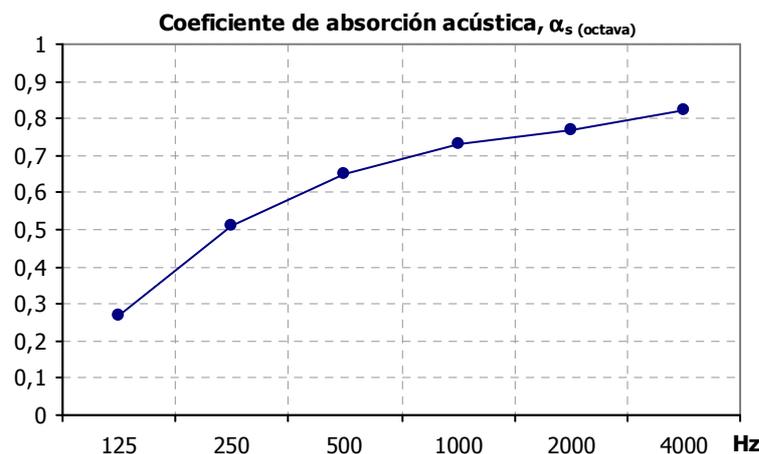
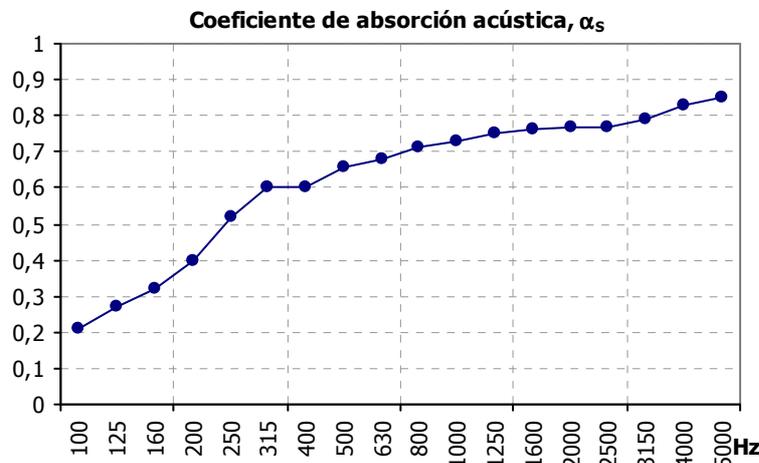
Área de ensayo de 8,46 m<sup>2</sup>.

**Fecha ensayo:** 15 de enero de 2014



**Coefficiente de abs. acústica,  $\alpha_s$**

Frec. (Hz)	$\alpha_s$
100	0,21
125	0,27
160	0,32
200	0,40
250	0,52
315	0,60
400	0,60
500	0,66
630	0,68
800	0,71
1000	0,73
1250	0,75
1600	0,76
2000	0,77
2500	0,77
3150	0,79
4000	0,83
5000	0,85



**Coef. de abs. acústica,  $\alpha_s$  (octava)**

Frec. (Hz)	$\alpha_s$ (octava)
100	0,27
250	0,51
500	0,65
1000	0,73
2000	0,77
4000	0,82

Coefficiente de absorción sonora ponderado,  $\alpha_w = 0,70$

Clase absorción acústica: **C**

Se recomienda firmemente utilizar el índice de evaluación único ( $\alpha_w$ ) 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.

## 9.2. Butacas ocupadas



### Medición de la absorción acústica de acuerdo a UNE-EN ISO 354:2004

**Peticionario:** ASCÉNDER, S.L.

**Muestra ensayada:**

Conjunto de 16 butacas modelo **SPACE LUX** con tapicería TREVIRA CS. La distancia entre respaldos es de 900 mm.

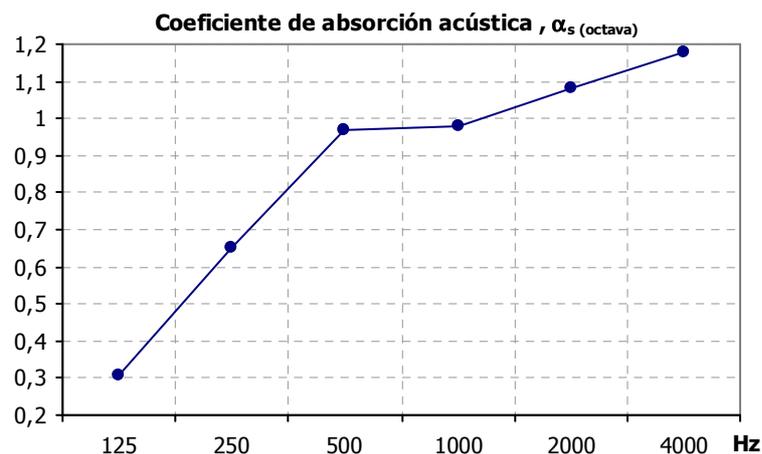
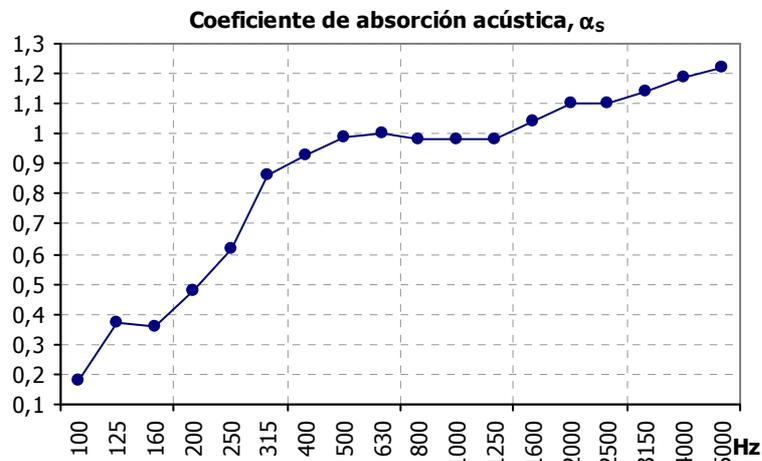
Área de ensayo de 8,46 m<sup>2</sup>.

**Fecha ensayo:** 15 de enero de 2014



**Coefficiente de abs. acústica,  $\alpha_s$**

Frec. (Hz)	$\alpha_s$
100	0,18
125	0,37
160	0,36
200	0,48
250	0,62
315	0,86
400	0,93
500	0,99
630	1,00
800	0,98
1000	0,98
1250	0,98
1600	1,04
2000	1,10
2500	1,10
3150	1,14
4000	1,19
5000	1,22



**Coef. de abs. acústica,  $\alpha_s$  (octava)**

Frec. (Hz)	$\alpha_s$ (octava)
100	0,31
250	0,65
500	0,97
1000	0,98
2000	1,08
4000	1,18

Coefficiente de absorción sonora ponderado,  $\alpha_w = 0,95$

Clase absorción acústica: **A**

Se recomienda firmemente utilizar el índice de evaluación único ( $\alpha_w$ ) 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.

**9.3. Coeficiente de absorción acústica práctico,  $\alpha_p$**

Frecuencia (Hz)	Coeficiente de absorción acústica práctico, $\alpha_p$	
	Butacas vacías	Butacas ocupadas
125	0,25	0,30
250	0,50	0,65
500	0,65	0,95
1000	0,75	1,00
2000	0,75	1,00
4000	0,80	1,00

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.