

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



Bellaterra: 1 de julio de 2008
 Expediente número: 08/32308870
 Referencia peticionario: **DYNAMOBEL, S.A.**
 Ctra. Madrid, km. 24
 31350 PERALTA (Navarra)

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO SOLICITADO: Medición de la absorción sonora en cámara reverberante según la norma UNE-EN ISO 354:2004, de un conjunto de butacas modelo PRIMA, tapizadas en tejido Trevira.

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO: 11 de junio de 2008

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

Xavier Molins Polo
 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 15 páginas de las cuales 0 son anexas.

1.- OBJETIVO DEL ENSAYO

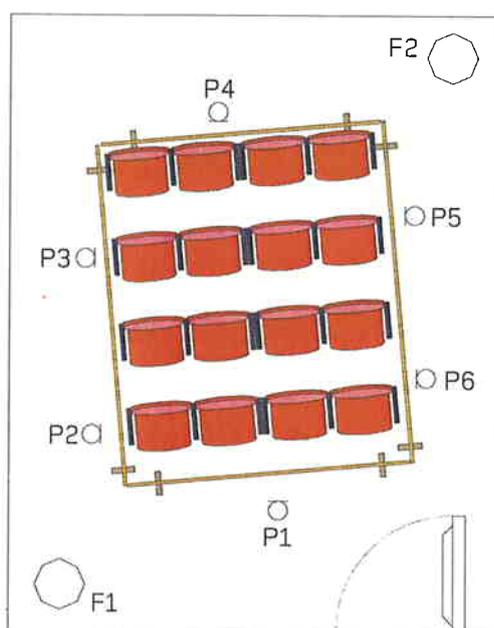
El objetivo del ensayo es medir el coeficiente de absorción acústica en sala reverberante, según la norma UNE-EN ISO 354:2004, de un conjunto de butacas modelo PRIMA tapizadas en tejido Trevira, con y sin ocupante, y sacando la espuma de poliuretano de debajo del asiento.

2.- EQUIPOS UTILIZADOS

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

- Analizador nº id: 103099
- Calibrador nº id: 103032
- Micrófonos nº id: 103118, 103122, 103123, 103126, 103128 y 103131
- Fuentes de ruido nº id: 103098
- Amplificador de potencia nº id: 103125
- Termohigrómetro nº id: 103021
- Flexómetro nº id: 103095

3.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN



Las mediciones se realizan según el método de ensayo C51 0198 de Applus+CTC, basado en la norma UNE-EN ISO 354:2004; básicamente se trata 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 según la norma UNE-EN ISO 11654:1998. Por tratarse de un cálculo, dicha evaluación no está incluida dentro del alcance de la acreditación.

Alrededor de la muestra se han colocado 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 5.3.

4.- DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ENSAYADA

La muestra ensayada está formada por 16 butacas modelo PRIMA tapizadas en tejido Trevira, dispuestas, dentro de la sala reverberante, en una formación de 4 filas de 4 unidades cada una, con una distancia entre respaldos de 90 cm.

Alrededor del conjunto se han colocado unos paneles de madera DM de 80 cm de altura y 19 mm de espesor. La superficie delimitada por los paneles es de 2,4 x 3,79 m, lo que supone una superficie total de muestra de 9,1 m².



Imágenes 1 y 2 Colocación de las butacas en la sala reverberante y cerramiento perimetral

Se mide, en primer lugar, la absorción del conjunto con las butacas vacías (el asiento se cierra automáticamente) y con las butacas ocupadas por una persona. En estas medidas la butaca incorpora, en el interior del asiento, espuma de poliuretano de 20 mm de espesor y densidad de 30 Kg/m³ (información aportada por el peticionario el ensayo).



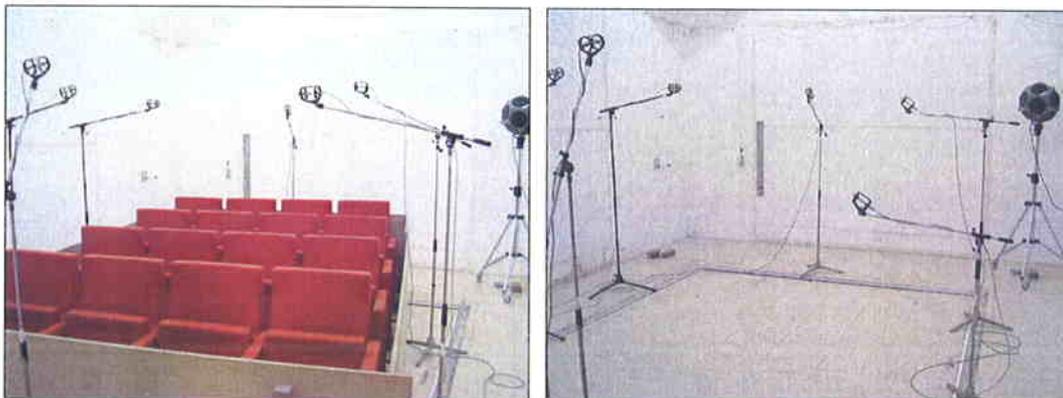
Imágenes 3 y 4 Medida de las butacas vacías y ocupadas

Y

A continuación se realiza una nueva medida con las butacas vacías y extrayendo, del interior del asiento, la espuma que incorporan, tal y como se puede ver en las siguientes imágenes.



Imágenes 5 y 6 Butaca con y sin la espuma de poliuretano en el interior, respectivamente



Imágenes 7 y 8 Medición de la muestra sin la espuma y de la sala reverberante vacía

Y

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:

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

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 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, 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:

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

dónde:

- 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

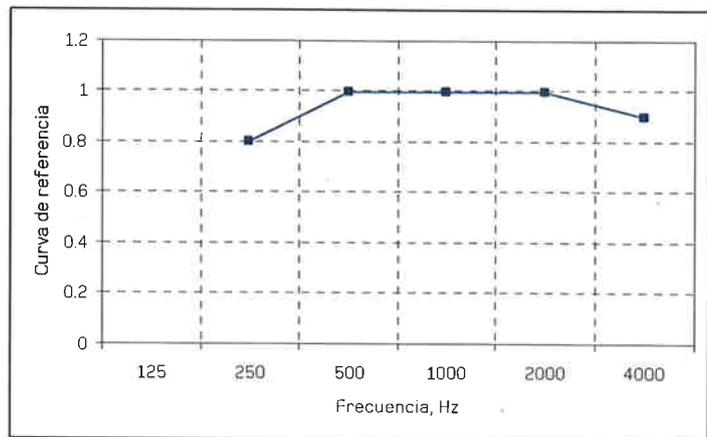
Se calcula el valor medio hasta el segundo decimal y el resultado se redondea por pasos de 0,05 hasta un máximo de $\alpha_{pi} = 1,00$ para los valores medios redondeados $> 1,00$.

5.6. **Coefficiente 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 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 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.

5.8. 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

Y

6.- CONDICIONES DE ENSAYO

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

Condiciones ambientales de la sala reverberante				
Estado de la sala:	Sala Vacía	Sala con muestra		
		Butacas vacías	Butacas ocupadas	Butacas sin espuma
Temperatura:	22,9 °C	22,7 °C	23,3 °C	23,0 °C
Humedad:	60 %	58 %	58 %	59 %
Presión atmosférica:	1001 hPa	1003 hPa	1003 hPa	1002 hPa

7.- REPETIBILIDAD DEL PROCEDIMIENTO DE MEDIDA

Los valores de repetibilidad, r , calculados según anexo C de la norma UNE-EN 20354:1994 son los siguientes:

Frecuencia (Hz)	r
100	0,0507
125	0,0478
160	0,0511
200	0,0488
250	0,0612
315	0,0529
400	0,0809
500	0,0966
630	0,0507

Frecuencia (Hz)	r
800	0,0634
1000	0,0459
1250	0,0376
1600	0,0433
2000	0,0307
2500	0,058
3150	0,0922
4000	0,0891
5000	0,0507

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 las muestras y con las muestras, así como las áreas de absorción sonora equivalente calculadas.

8.1. Ensayo con las butacas vacías y los asientos rellenos de espuma de poliuretano

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 ²)	Área de absorción sonora equivalente, por objeto, A_{obj} (m ²)
100	13,68	7,94	2,07	0,13
125	10,94	7,17	1,87	0,12
160	10,89	5,60	3,39	0,21
200	11,36	5,21	4,06	0,25
250	11,63	4,56	5,20	0,33
315	11,04	3,87	6,56	0,41
400	10,38	3,64	6,97	0,44
500	10,10	3,58	7,06	0,44
630	9,39	3,36	7,48	0,47
800	8,65	3,18	7,78	0,49
1000	8,12	3,07	7,93	0,50
1250	7,03	2,82	8,31	0,52
1600	6,23	2,60	8,79	0,55
2000	5,49	2,39	9,25	0,58
2500	4,74	2,20	9,54	0,60
3150	4,07	2,02	9,71	0,61
4000	3,25	1,76	10,07	0,63
5000	2,60	1,52	10,43	0,65

8.2. Ensayo con las butacas ocupadas y los asientos rellenos de espuma de poliuretano

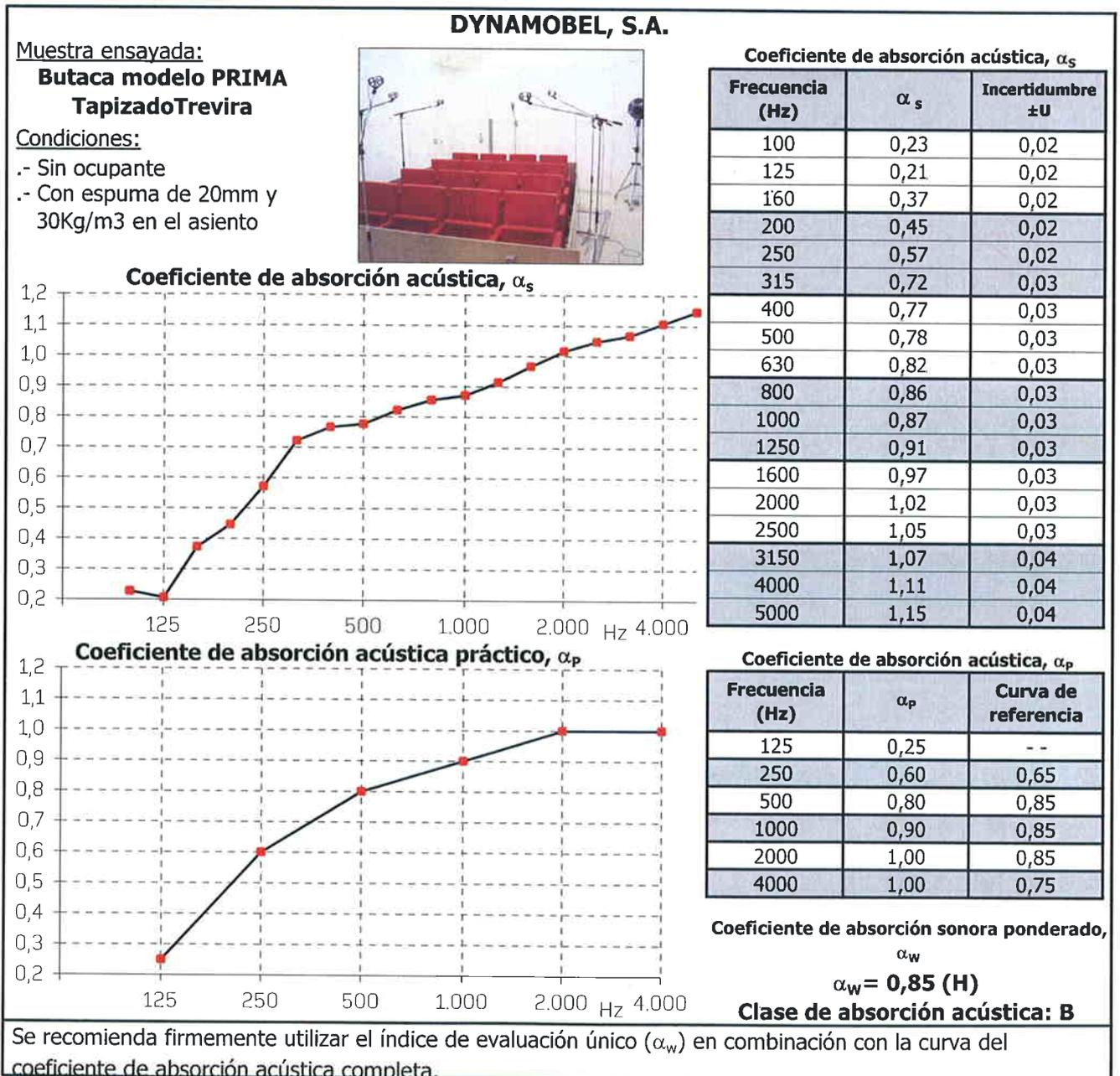
Frecuencia (Hz)	Tiempo de reverberación sala vacía, T_1 (s)	Tiempo de reverberación con muestra, T_2 (s)	Área de absorción sonora equivalente, A_T (m ²)	Área de absorción sonora equivalente, por objeto, A_{obj} (m ²)
100	13,68	6,79	2,89	0,18
125	10,94	5,00	4,23	0,26
160	10,89	5,09	4,08	0,26
200	11,36	4,26	5,72	0,36
250	11,63	4,01	6,38	0,40
315	11,04	3,63	7,21	0,45
400	10,38	3,44	7,58	0,47
500	10,10	3,32	7,88	0,49
630	9,39	3,21	8,01	0,50
800	8,65	3,01	8,47	0,53
1000	8,12	2,92	8,57	0,54
1250	7,03	2,77	8,52	0,53
1600	6,23	2,57	8,93	0,56
2000	5,49	2,36	9,44	0,59
2500	4,74	2,21	9,40	0,59
3150	4,07	2,02	9,70	0,61
4000	3,25	1,77	10,00	0,62
5000	2,60	1,55	10,00	0,63

8.3. Ensayo con las butacas vacías y los asientos sin el relleno de espuma de poliuretano

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 ²)	Área de absorción sonora equivalente, por objeto, A_{obj} (m ²)
100	13,68	8,78	1,59	0,10
125	10,94	7,89	1,38	0,09
160	10,89	5,94	2,99	0,19
200	11,36	5,14	4,16	0,26
250	11,63	4,59	5,15	0,32
315	11,04	4,09	6,01	0,38
400	10,38	3,78	6,56	0,41
500	10,10	3,62	6,92	0,43
630	9,39	3,39	7,34	0,46
800	8,65	3,22	7,63	0,48
1000	8,12	3,10	7,81	0,49
1250	7,03	2,83	8,26	0,52
1600	6,23	2,62	8,66	0,54
2000	5,49	2,39	9,21	0,58
2500	4,74	2,19	9,58	0,60
3150	4,07	2,01	9,80	0,61
4000	3,25	1,77	10,03	0,63
5000	2,60	1,55	10,16	0,63

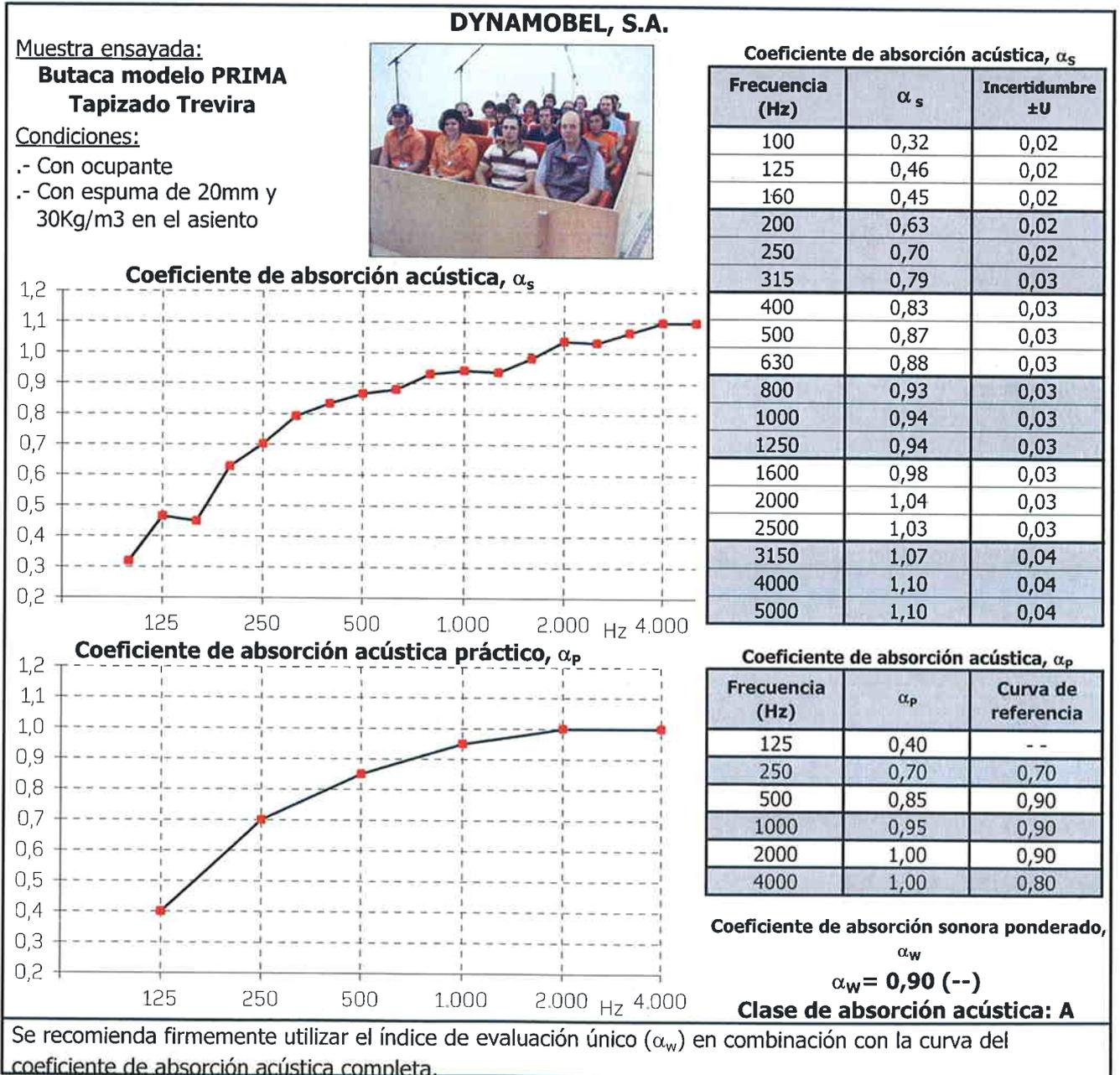
Y

9.- RESULTADOS



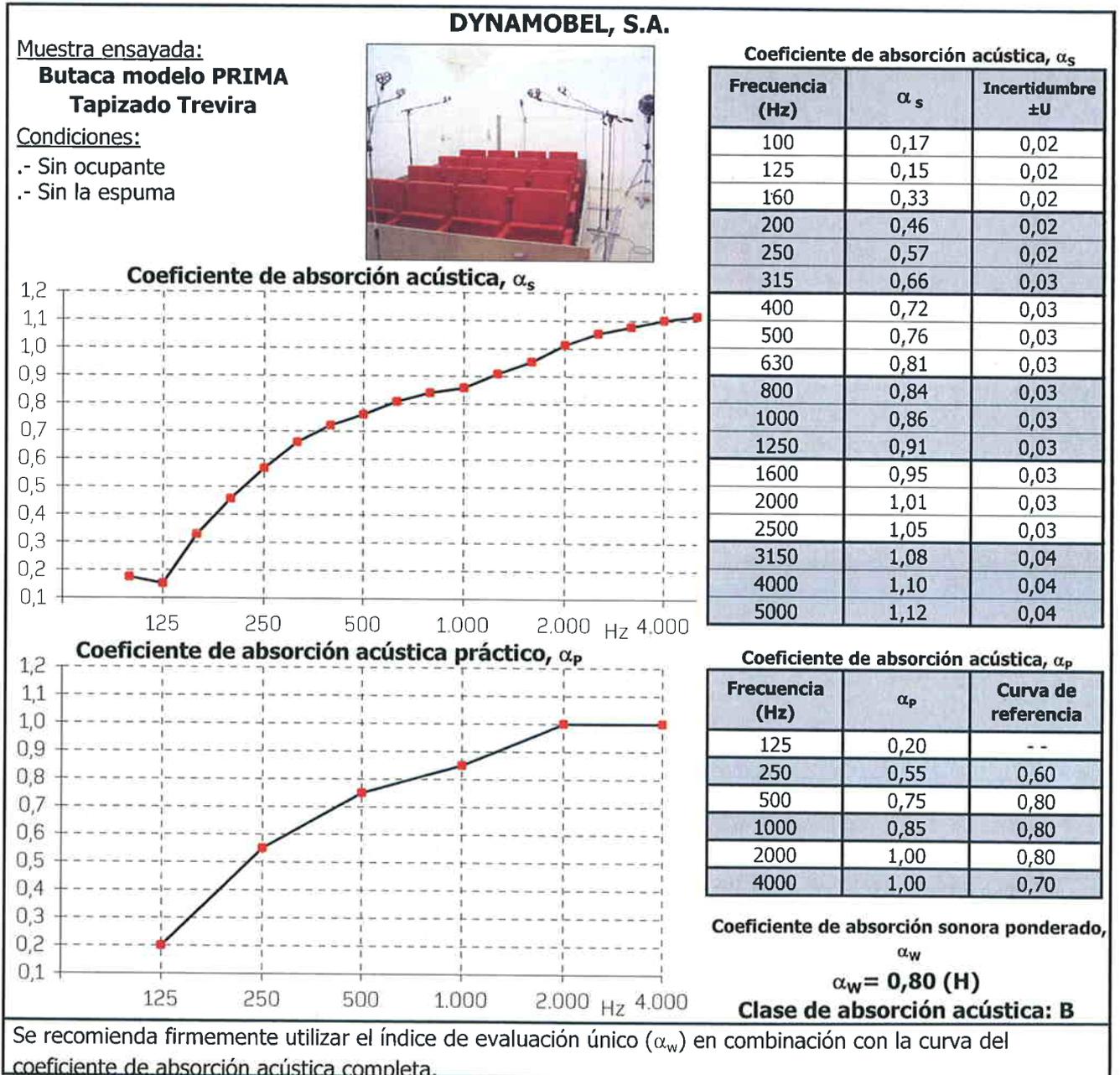
Los resultados se refieren exclusivamente a las mediciones realizadas con la muestra, producto o material entregado a Applus+CTC el día indicado y ensayado en las condiciones indicadas en este documento.

Y



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

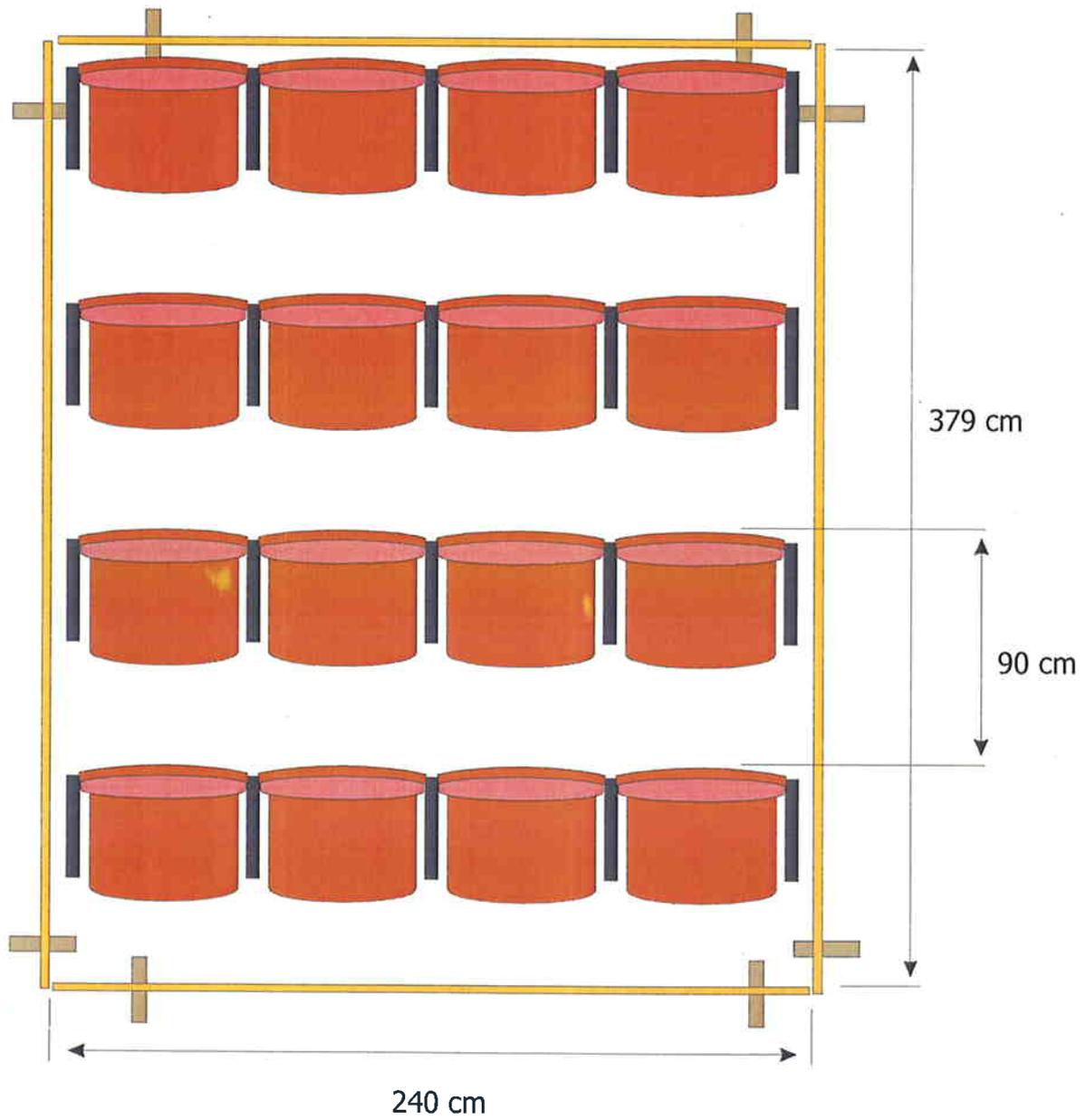
Y



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

Y

10.- CROQUIS DEL MONTAJE



8