INFORME DE ABSORCIÓN SONORA EN CÁMARA REVERBERANTE

PARA

BOVER

(FAMILIA MEI)

3 de mayo de 2024

ÍNDICE

1. DATOS GENERALES. 3
2. INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA 4
3. DESCRIPCIÓN DE NORMATIVAS DE APLICACIÓN 5
4. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRAS A ENSAYO..... 9
5. RESULTADOS..... 10
6. RESUMEN DE DATOS 16

Anexo 1. Fichas Justificativas

Anexo 2: Certificados de verificación periódica de la instrumentación utilizada.

Anexo 3: Características de la cámara reverberante.

Anexo 4: Fichas justificativas interpoladas

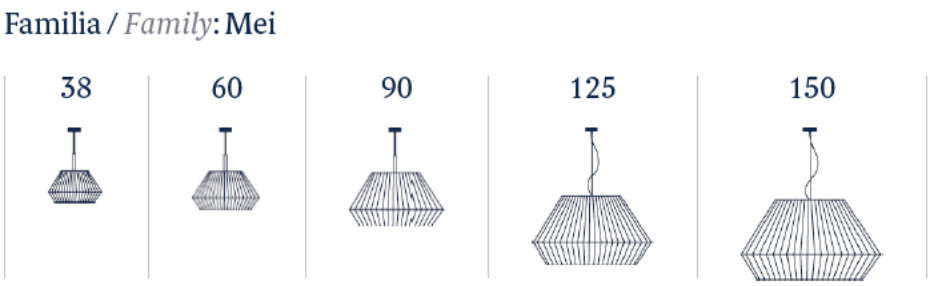
Fecha de realización del informe: 3-05-2024

Fecha de última revisión del informe: 3-05-2024

1. DATOS GENERALES.

Se realiza este informe a petición D. David Florensa, de la oficina técnica de la empresa BOVER. Se llevan a cabo medidas de la absorción sonora equivalente por elemento de la luminaria de la empresa BOVER MEI 150 en la cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia, Universidad Politécnica de Valencia, el día 26 de mayo de 2024.

Además, en base a los ensayos, se realiza y amplía la interpolación de la absorción sonora para los siguientes elementos: MEI 38, MEI 60, MEI 90 y MEI 125.



Las normativas a tener en cuenta para el desarrollo del presente informe son:

- *UNE-EN ISO 354:2004 Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003). (Norma de medición)*

- *UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica. (ISO 11654:1997) (Norma de clasificación).*

- *ASTM C423 - 22 Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method (Norma Americana de medición y clasificación).*

En el anexo 1 se entrega la ficha justificativa del ensayo. En el anexo 2, los datos de certificación del equipamiento de medida. En el anexo 3, datos sobre la cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia y en el anexo 4, las fichas justificativas de las interpolaciones.

2. INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

Los equipos empleados para realizar las mediciones acústicas fueron los siguientes:

- Sonómetro Bruel and Kjaer Tipo 2270 con nº de serie 3011089
- Micro ½" Tipo 4189 Bruel and Kjaer. S/N: 3180898
- Calibrador sonoro Tipo 4231 de Bruel and Kjaer con número de serie 3019977
- Fuente Omni Power 4296 de Bruel and Kjaer con nº de serie 2498653
- Etapa de potencia Bruel and Kjaer type 2716 con nº de serie 2551039

3. DESCRIPCIÓN DE NORMATIVAS DE APLICACIÓN

En este apartado se resume la normativa de interés para el presente informe.

La norma **UNE-EN ISO 354:2004** nos ofrece las directrices a seguir para realizar las mediciones correspondientes y obtener el coeficiente de absorción sonora del material en campo difuso.

La norma **UNE-EN ISO 11654:1998** establece un procedimiento de obtención de un único parámetro, (α_w, Coeficiente de absorción sonora ponderado) para evaluar el grado de absorción proporcionado por un material.

La norma americana **ASTM C423-22** (última versión del año 2022), al igual que la UNE EN ISO 354:2004, trata un método para la obtención de la absorción sonora en cámara reverberante, pero ampliando la evaluación a la banda de tercio de octava de 80Hz. Además, introduce dos parámetros que no se establecen en la UNE EN ISO 354:2004 que son el "*sound absorption average*", SAA y el NRC (*Noise Reduction Coefficient*)

3.1. UNE-EN ISO 354:2004 Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003)

La norma UNE-EN ISO 354:2004 establece el procedimiento para la determinación del coeficiente de absorción sonora en campo difuso. Este coeficiente se obtiene a partir de los resultados de las medidas del tiempo de reverberación, con y sin muestra, en el interior de una cámara reverberante.
Dichas mediciones se realizan de la forma habitual en bandas de tercio de octava, entre 100 y 5000 Hz, y en octavas, de 125 a 4000 Hz, marcadas por la norma UNE EN ISO 266:1998.
El área de absorción sonora equivalente, A, en metros cuadrados de la muestra, se calcula según la norma, utilizando la siguiente expresión:

$$A = 55{,}3V\left(\frac{1}{c_2T_2} - \frac{1}{c_1T_1}\right) - 4V(m_2 - m_1) \qquad (1.)$$

donde V es el volumen de la cámara reverberante. El subíndice 2 indica datos de cámara reverberante con la muestra en el interior y el subíndice 1 con la cámara vacía. T_i es el tiempo de reverberación (en segundos), c_i es la velocidad de propagación del sonido en el aire, y m_i es el coeficiente de atenuación sonora según la ISO 9613-1:1993 obtenido empleando las condiciones climáticas de la cámara reverberante durante la medición.

Puede calcularse a partir del coeficiente de atenuación α, utilizado en dicha norma, mediante la ecuación 2.

$$m = \frac{\alpha}{10\log(e)} \qquad (2.)$$

La velocidad de propagación del sonido en el aire, c, puede obtenerse, en el rango de 15 a 30 °C aplicando la ecuación:

$$c = 331 + 0{,}6t \tag{3.}$$

Siendo t la temperatura del aire en grados centígrados.

La norma UNE-EN ISO 354:2004 en su apartado 6.2 refiere a muestras de ensayo. Se puede distinguir en su punto 6.2.1 a "absorbentes planos", donde éstos deben tener una superficie entre 10 y 12 m^2. En su punto 6.2.2. refiere a "absorbentes unitarios". Dentro de este punto, en 6.2.2.2. describe el ensayo de elementos unitarios, que es el caso que ocupa en este informe. En el 6.2.2.3 indica que debe comprender un número suficiente de objetos (en general, al menos tres), proporcionando un cambio en la medida del área de la absorción sonora mayor de 1 m^2 y sin exceder los 12 m^2. Estos elementos unitarios tendrán un área de absorción sonora equivalente A_{eq}, en metros cuadrados, que se obtiene del área de absorción sonora total A, dividido entre el número de elementos ensayados.

Una vez determinada el área de absorción sonora equivalente de la muestra, se puede obtener el coeficiente de absorción sonora, α, mediante la relación:

$$\alpha = \frac{A}{S_{muestra}} \tag{4.}$$

donde $S_{muestra}$ es la superficie ocupada por la muestra ensayada. En el caso de absorbentes planos, la muestra debe tener un área entre 10 y 12m^2. Si el volumen de la cámara es mayor de 200 m^3, el límite superior para el área de la muestra de ensayo debe incrementarse en el factor $(V/200\ m^3)^{2/3}$. En el caso de elementos unitarios, el cálculo del coeficiente de absorción sonora, α, depende del espaciado de los elementos en la superficie donde se distribuya.

Para realizar el ensayo se deben utilizar diferentes posiciones de micrófono, que disten entre ellas por lo menos 1,5m, 2m de cualquier fuente sonora y 1 m de cualquier superficie de la cámara y de cualquier muestra de ensayo. Respecto a las posiciones de fuente, entre ellas debe haber un mínimo de 3m. Debe haber un mínimo de 12 curvas de caída diferentes, con al menos tres posiciones de micrófono y, al menos, dos posiciones de fuente. Para cualquier detalle debe consultarse la norma.

En la *Figura.* 1 se puede ver un detalle de las posiciones de fuente y micro para la realización de las mediciones. Alrededor de la muestra se han colocado 6 micrófonos en los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Las mediciones se realizan con las fuentes de ruido en las posiciones 1 y 2. El ensayo se lleva a cabo excitando la sala con ruido rosa.

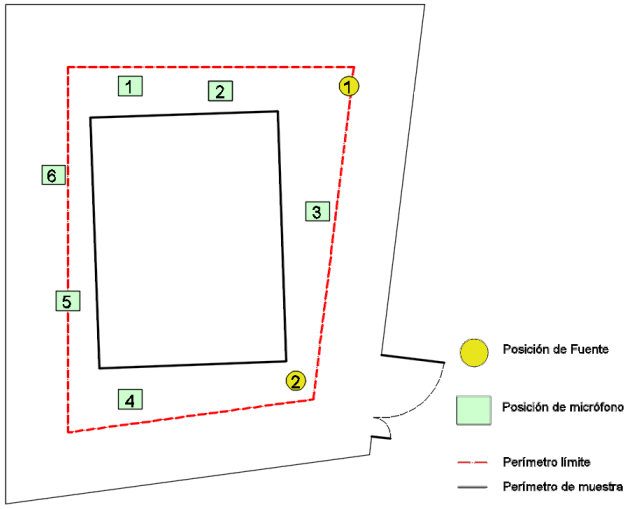


Figura. 1. Posiciones de fuente y micrófono durante las mediciones en cámara reverberante

3.2. UNE-EN ISO 11654:1998 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica. (ISO 11654:1997).

La norma UNE-EN ISO 11654:1998 establece un procedimiento de obtención de un único parámetro, (α_w, Coeficiente de absorción sonora ponderado) para evaluar el grado de absorción proporcionado por un material. Parte del cálculo previo del coeficiente de absorción sonora, α, según la fórmula (4).

El primer paso consiste en pasar los resultados del coeficiente de absorción sonora α en tercios de octava, obtenidos con la norma UNE-EN ISO 354:2004 a valores para cada banda de octava entre 250 Hz y 4000 Hz que en la norma se designan como α_p (Coeficiente de absorción sonora práctico). Para ello se promedian sin ponderar las tres bandas de tercio de octava incluidas en cada banda de octava. Por ejemplo, para obtener el α_p a 250 Hz se suman los valores de α a 200Hz, 250Hz y 315Hz y se divide por tres. El siguiente paso es redondear en pasos de 0,05. Por último, se pondera según una curva de referencia, de la forma indicada en la normativa, obteniendo el Coeficiente de absorción sonora ponderado (α_w).

Puede ocurrir que para alguna banda de octava la curva de valores de α_p supere en más de 0,20 a la curva de referencia. En ese caso se acompañará el indicador α_w con una letra que expresa en que rango de frecuencias se produce este exceso. Las letras serán L para la banda de 250Hz, M para 500Hz y 1000Hz y H para las bandas de 2000Hz y 4000Hz. Es de destacar que se pueden dar casos en los que se deban utilizar dos o más letras para indicar que se excede de la curva de referencia en más de 0,20 en más de una banda de frecuencias. Así por ejemplo si se excede en 0,25 a 250Hz y en 0.3 a 1000Hz se utilizará LM.

Finalmente se debe señalar que el indicador α_w permite obtener la *clase* de absorción acústica proporcionada por el material tal y como se indica en la Tabla 1:

Clase de Absorción Acústica	**α_w**
A	0,90 o mayor
B	entre 0,8 y 0,85
C	entre 0,6 y 0,75
D	entre 0,3 y 0,55
E	entre 0,15 y 0,25
sin clasificar	0,10 o menor

Tabla 1. Clase de absorción acústica según UNE – EN ISO 11654: 1998

3.3. ASTM C423 - 22 Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method

La norma americana ASTM C423-22 trata también un método para la obtención de la absorción sonora en cámara reverberante, bastante similar al que marca la UNE-EN ISO 354:2004. En este caso, la norma hace referencia a la siguiente fórmula para la obtención de la velocidad de propagación del sonido en el aire, c:

$$c = 20.047\sqrt{273.15 + t} \qquad (5.)$$

Siendo t la temperatura del aire en grados centígrados. Esta fórmula permite un rango mayor de ajuste. En esta norma las mediciones se realizan de forma habitual en bandas de tercio de octava, entre 80 y 5000 Hz, es decir, se amplía la banda de tercio de octava de 80Hz respecto a la norma UNE-EN ISO 354:2004.

Hay que destacar también la aparición de dos parámetros que no se contemplan en la UNE-EN ISO 354:2004.

El primero es el "*sound absorption average*", SAA. Este parámetro es la media de los tercios de octava desde 200 Hz hasta 2500 Hz, redondeado a múltiplos de 0,01.
El segundo es el llamado NRC (*Noise Reduction Coefficient*), que se define como el valor medio de los coeficientes de absorción del material a las frecuencias de 250, 500, 1000 y 2000 Hz. Además, esta media se expresa como el múltiplo más cercano de 0,05.

4. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRAS A ENSAYO

Se ha medido con los procedimientos descritos en el apartado 3 la luminaria también descrita en el apartado 1. Se han realizado 1 ensayo:

- Ensayo de MEI 150, con 4 unidades

Las muestras se instalan en el techo de la cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia simulando condiciones de uso, y con el fin de garantizar la máxima difusividad.

La Figura 2 muestra un detalle de la configuración ensayada para el modelo MEI 150.



Figura. 2. Detalles de MEI 150

5. RESULTADOS

A continuación, se muestran de forma gráfica y de forma tabular los resultados obtenidos de acuerdo a la Norma *UNE-EN ISO 354:2004 para los ensayos citados.* Los datos completos, obteniendo el área de absorción sonora equivalente por elemento, Aeq, en tercios de octava y en octava se encuentran en el Anexo 1 del presente Informe – Ficha Justificativa. Además, se muestran en estas fichas el coeficiente de absorción sonora que se puede obtener en condiciones de máxima clasificación (CLASE A) con la superficie adecuada, de acuerdo con UNE-EN ISO 11654:1998 y la absorción acústica de acuerdo con la normativa americana ASTM C423 – 22.

A partir del punto 5.2 se muestran las interpolaciones de las luminarias: MEI 125, MEI 90, MEI 60, MEI 38. Se usa un método de escala por superficie y número de elementos. En el Anexo 4 se añaden las fichas de interpolación.

5.1. Resultados MEI 150

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} obtenidos para el modelo MEI 150.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,50
100	0,60
125	0,55
160	0,71
200	0,82
250	1,00
315	1,06
400	1,25
500	1,40
630	1,71
800	1,89
1000	2,04
1250	2,23
1600	2,35
2000	2,54
2500	2,71
3150	2,86
4000	2,96
5000	3,08

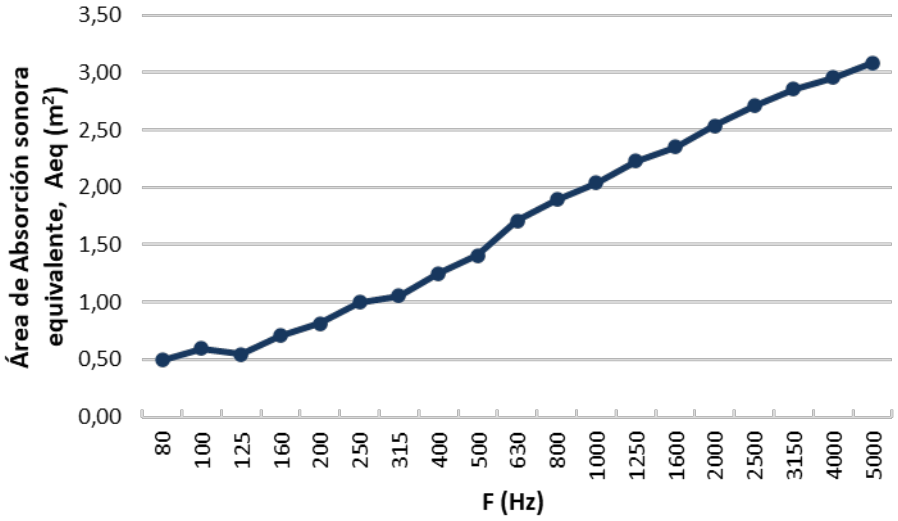


Figura. 3. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para MEI 150

A continuación, se muestran los datos de ensayo obtenidos para el conjunto de los 3 elementos:

f (Hz)	Tiempo de reverberación sala vacía, T_1 (s)	Tiempo de reverberación sala con muestra T_2 (s)	Área de absorción sonora equivalente. A (m^2)
80	9,59	6,42	1,98
100	9,08	5,81	2,38
125	6,16	4,56	2,19
160	5,79	4,06	2,83
200	6,00	3,98	3,26
250	6,66	3,93	4,00
315	7,08	3,98	4,22
400	7,16	3,71	5,00
500	7,23	3,51	5,62
630	7,23	3,16	6,83
800	7,13	2,96	7,57
1000	6,80	2,78	8,15
1250	6,48	2,59	8,91
1600	5,94	2,42	9,42
2000	5,31	2,21	10,15
2500	4,69	2,02	10,84
3150	3,96	1,82	11,42
4000	3,26	1,63	11,83
5000	2,59	1,42	12,33

Tabla 2. Tiempos de reverberación y área de absorción sonora equivalente para MEI 150

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la mayor CLASE según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para MEI 150 y 4 elementos distribuidos en 9 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,27		
250	0,43		
500	0,65	0,65	α_{medio}
1000	0,91	0,90	**0,90**
2000	1,13	1,15	
4000	1,32		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 – 22	
NRC	0,80
SAA	0,78

5.2. Resultados MEI 125

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo MEI 125.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,34
100	0,41
125	0,38
160	0,49
200	0,57
250	0,70
315	0,73
400	0,87
500	0,98
630	1,19
800	1,31
1000	1,42
1250	1,55
1600	1,64
2000	1,76
2500	1,88
3150	1,98
4000	2,05
5000	2,14

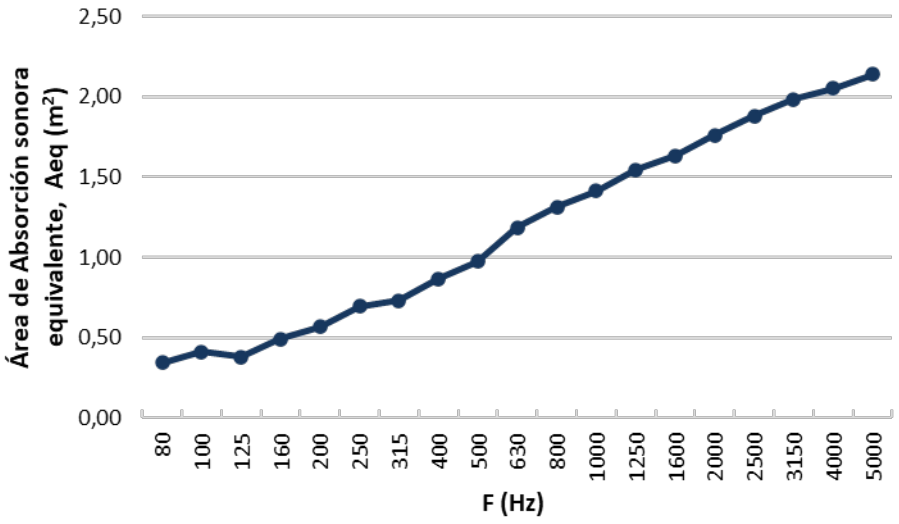


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para MEI 125

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la máxima CLASE según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para MEI 125, y 6 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,29		
250	0,42		
500	0,64	0,65	α_{medio}
1000	0,93	0,95	**0,90**
2000	1,12	1,10	
4000	1,31		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 – 22	
NRC	0,80
SAA	0,78

5.3. Resultados MEI 90

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo MEI 90.

f (Hz)	Aeq (m^2)
0,18	0,18
0,21	0,21
0,20	0,20
0,25	0,25
0,29	0,29
0,36	0,36
0,38	0,38
0,45	0,45
0,51	0,51
0,62	0,62
0,68	0,68
0,73	0,73
0,80	0,80
0,85	0,85
0,91	0,91
0,98	0,98
1,03	1,03
1,07	1,07
1,11	1,11

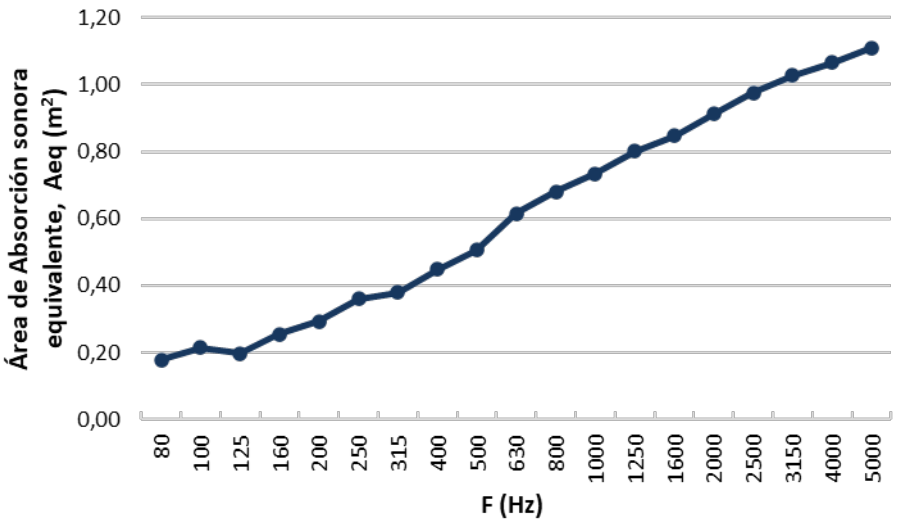


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para MEI 90

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la máxima CLASE según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para MEI 90, y 12 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,25		
250	0,43		
500	0,62	0,60	α_{medio}
1000	0,93	0,95	**0.88**
2000	1,11	1,10	
4000	1,30		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 – 22	
NRC	0.75
SAA	0.78

5.4. Resultados MEI 60

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo MEI 60.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,08
100	0,10
125	0,09
160	0,11
200	0,13
250	0,16
315	0,17
400	0,20
500	0,22
630	0,27
800	0,30
1000	0,33
1250	0,36
1600	0,38
2000	0,41
2500	0,43
3150	0,46
4000	0,47
5000	0,49

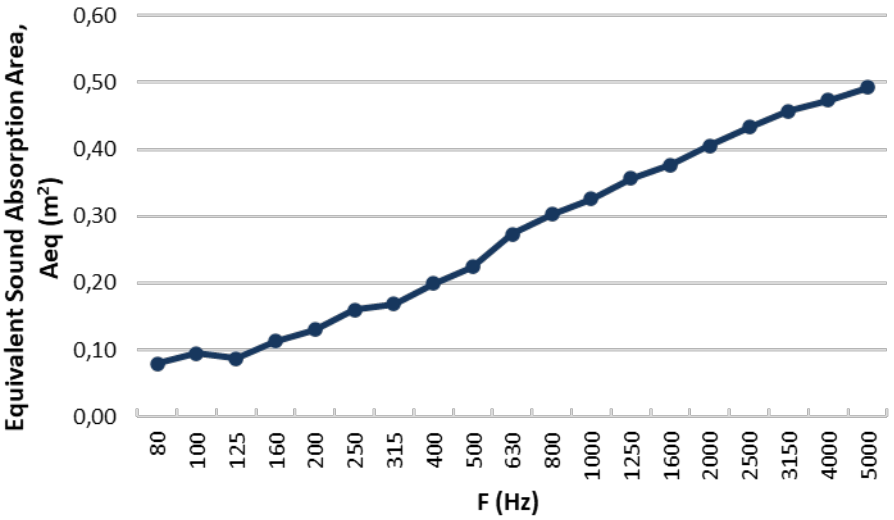


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para MEI 60

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la máxima CLASE según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para MEI 60, y 28 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,28		
250	0,42		
500	0,69	0,70	α_{medio}
1000	0,97	0,95	**0.92**
2000	1,11	1,10	
4000	1,25		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 – 22	
NRC	0.80
SAA	0.78

5.5. NOREN MEI 38

A continuación, se muestran los datos del Área de absorción sonora equivalente por elemento A_{eq} para el modelo MEI 38.

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,03
100	0,04
125	0,04
160	0,05
200	0,05
250	0,06
315	0,07
400	0,08
500	0,09
630	0,11
800	0,12
1000	0,13
1250	0,14
1600	0,15
2000	0,16
2500	0,17
3150	0,18
4000	0,19
5000	0,20

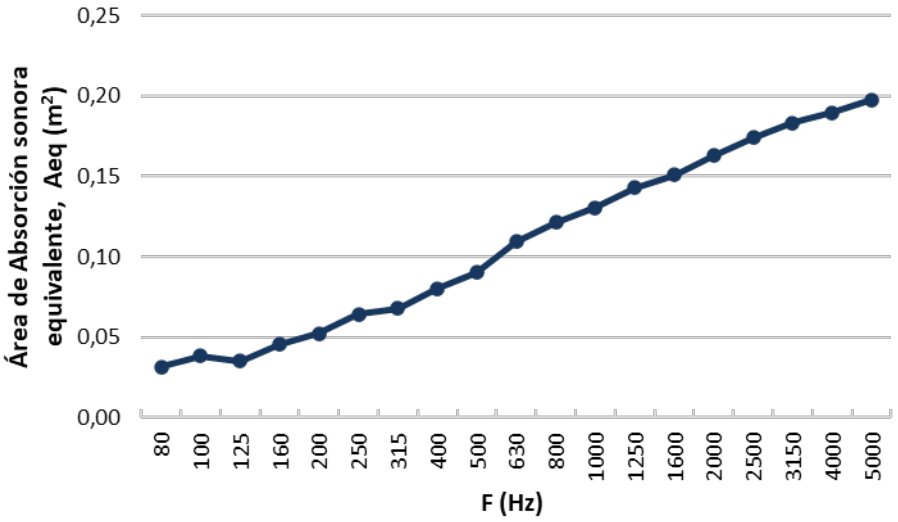


Figura. 6. Área de absorción sonora equivalente por elemento, A_{eq}, en bandas de tercio de octava desde 80Hz hasta 5KHz para MEI 38

Se calcula el número de elementos necesario para conseguir la máxima CLASE según norma UNE-EN ISO 11654:1998. Para MEI 38, y 69 elementos distribuidos en 10 m^2 se tienen los resultados siguientes:

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,35		
250	0,35		
500	0,69	0,70	α_{medio}
1000	1,04	1,05	**0.93**
2000	1,04	1,05	
4000	1,39		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	0.80
SAA	0.78

6. RESUMEN DE DATOS

Para todos los modelos ensayados y/o interpolados se ha obtenido el número de elementos necesarios para conseguir en 10 m^2 una Clase de Absorción Acústica de valor máxima para este modelo según UNE-EN ISO 11654:98. En la tabla siguiente se resumen los datos.

La clasificación que se consigue es C, condicionada sobre todo por los valores de muy baja frecuencia.

MODELO	Unidades (10 m^2)
MEI 125	6
MEI 90	12
MEI 60	28
MEI 38	69

Gandia, 03 de mayo de 2024

JESUS|ALBA|FERNANDEZ
Firmado digitalmente por JESUS|ALBA|FERNANDEZ
Fecha: 2024.05.03 13:54:00 +02'00'

Fdo: Jesús Alba Fernández

Catedrático de Universidad
Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica
Departamento de Física Aplicada (www.fisgan.upv.es)
Escuela Politécnica Superior de Gandia (www.gandia.upv.es)
Universitat Politècnica de València (www.upv.es)
C/ Paranimf nº1 46730
Grao de Gandia (Valencia) Spain
Teléfono: (+34)962849300, Ext. 43140. Móvil: 645305155 e-mail: jesalba@fis.upv.es.

Anexo 1.

Fichas Justificativas

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Medición de absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

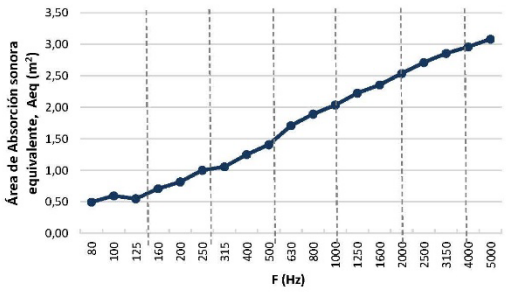
Solicitante: BOVER
Muestra Ensayada: MEI 150



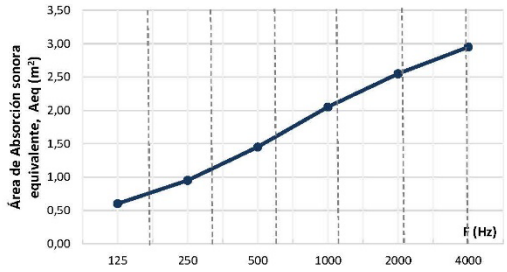
Dimensiones:		Condiciones Ambientales:	
Volumen cámara (m^3)	238	$T_{cámara\ vacía}$	20,3 °C
Superficie camara (m^2)	236	$HR_{cámara\ vacía}$	57,9 %
Elementos ensayados	4	$T_{cámara\ con\ muestra}$	20,0 °C
		$HR_{cámara\ con\ muestra}$	59,5 %
Fecha ensayo:	26/04/2024	**Fecha Informe:**	03/05/2024

Pc

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,50
100	0,60
125	0,55
160	0,71
200	0,82
250	1,00
315	1,06
400	1,25
500	1,40
630	1,71
800	1,89
1000	2,04
1250	2,23
1600	2,35
2000	2,54
2500	2,71
3150	2,86
4000	2,96
5000	3,08



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0,60
250	0,95
500	1,45
1000	2,05
2000	2,55
4000	2,95



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 2,25
Número de elementos en 10 m^2 4

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,27		
250	0,43		
500	0,65	0,65	α_{medio}
1000	0,91	0,90	0,90
2000	1,13	1,15	
4000	1,32		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 09a	
NRC	0,80
SAA	0,78

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Anexo 2.

Certificado de verificación periódica de instrumentación utilizada

ingein

INGENIERIA DE GESTION INDUSTRIAL S.L. (Unipersonal)

ORGANISMO AUTORIZADO DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA. PE-35. RCM Nº:17-OV-0003.
ORGANISME AUTORITZAT DE VERIFICACIÓ METROLÓGICA. PE-35. RCM Nº:17-OV-0003.

UNIDAD TÉCNICA RESPONSABLE/UNITAT TÈCNICA RESPONSABLE:
Dissabtes, 2-A - Planta 1 - Polig. Alquería de Moret 46210-PICANYA (VALENCIA) Tfno.:963134077 email:valencia@ingein.es

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE SONÓMETRO
CERTIFICAT DE VERIFICACIÓ DE SONÒMETRE

[X] Periódica/Periòdica
[ ] Después de reparación/Després de reparació
[ ] Después de modificación/Després de modificació

N.º : **V461_03807_24**

Reglamentación reguladora/Reglamentació reguladora

ORDEN ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida.
ORDRE ICT /155/2020, de 7 de febrer, per la qual es regula el control metrològic de l'Estat de determinats instruments de mesura

• TITULAR: ***249284*** ***249284***

Entitat **UNIVERSIDAD POLITECNICA VALENCIA**
Entidad

UNIVERSIDAD POLITECNICA VALENCIA Campus Gandia
C/ Paranimf, 1
46730 GANDIA
VALENCIA

NIF/CIF:
Q4618002B

• Lugar de realización de ensayos / lloc de realització dels assaigs

Laboratorio INGEIN Picanya

• INSTRUMENTO/INSTRUMENT

• SONÓMETRO/SONÒMETRE

Marca:
Brüel & Kjaer
Modelo/Model:
2270 (G-4)
Nº Serie/Nº Sèrie:
3011089
Clase/Classe:
1

• MICRÓFONO/MICRÒFON

Marca:
Brüel & Kjaer
Modelo/Model:
4189
Nº Serie/Nº Sèrie:
3180898

• FECHA DE VERIFICACIÓN/DATA DE VERIFICACIÓ:	05 abril 2024 / 5 abril 2024
• RESULTADO DE LA VERIFICACIÓN RESULTAT DE LA VERIFICACIÓ:	CONFORME

Firmado por JAVIER IRANZO CASTILLO
Fecha: 08/04/2024 09:36:00 CEST

ingein

Cargo: Jefe de Laboratorio
Firma digital

Signatari autoritzat/Signatario autorizado

ingein

ORGANISMO AUTORIZADO DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA. PE-35. RCM Nº:17-OV-0003.
ORGANISME AUTORITZAT DE VERIFICACIÓ METROLÓGICA. PE-35. RCM Nº:17-OV-0003.

Certificado/Certificat nº: **V461_03807_24**

- *PRECINTOS EXISTENTES/PRECINTOS EXISTENTS:*

Nº	Entidad/Entitat	Identif.	Ubicación/Ubicació	Tipo/Tipus	Reprec.
1	INGEIN	17-OV-0228785	PARTE LATERAL	ETIQUETA	☐
1	INGEIN	17-OV-0228786	PARTE POSTERIOR	ETIQUETA	☐
1	FABRICANTE	07-03-2023_12:02:38	REGISTRO DE EVENTOS	ELECTRONICO	☐

- *PRECINTOS COLOCADOS/PRECINTOS COL·LOCATS:*

- *VALIDEZ DE ESTA VERIFICACIÓN / VALIDESA D'AQUESTA VERIFICACIÓ:* 05 abril 2025 si antes no hay una operación de reparación o modificación que obligue a una verificación después de reparación o modificación
05 abril 2025 si abans no hi ha una operació de reparació o modificació que obligui a una verificació després de reparació o modificació

- *INSPECTOR RESPONSABLE:* JOSE ANTONIO ADELANTADO MARTINEZ

- *OBSERVACIONES/OBSERVACIONS:*

La presente verificación solo es válida si se mantienen las condiciones que dieron lugar a los ensayos de verificación, por ello, no se debe realizar ningún ajuste de servicio que provocaría la anulación del presente certificado
La present verificació només és vàlida si es mantenen les condicions que va donar lloc als assajos de verificació, per això, no s'ha de realitzar cap ajust de servei que provocaria l'anul·lació del present certificat

ingein

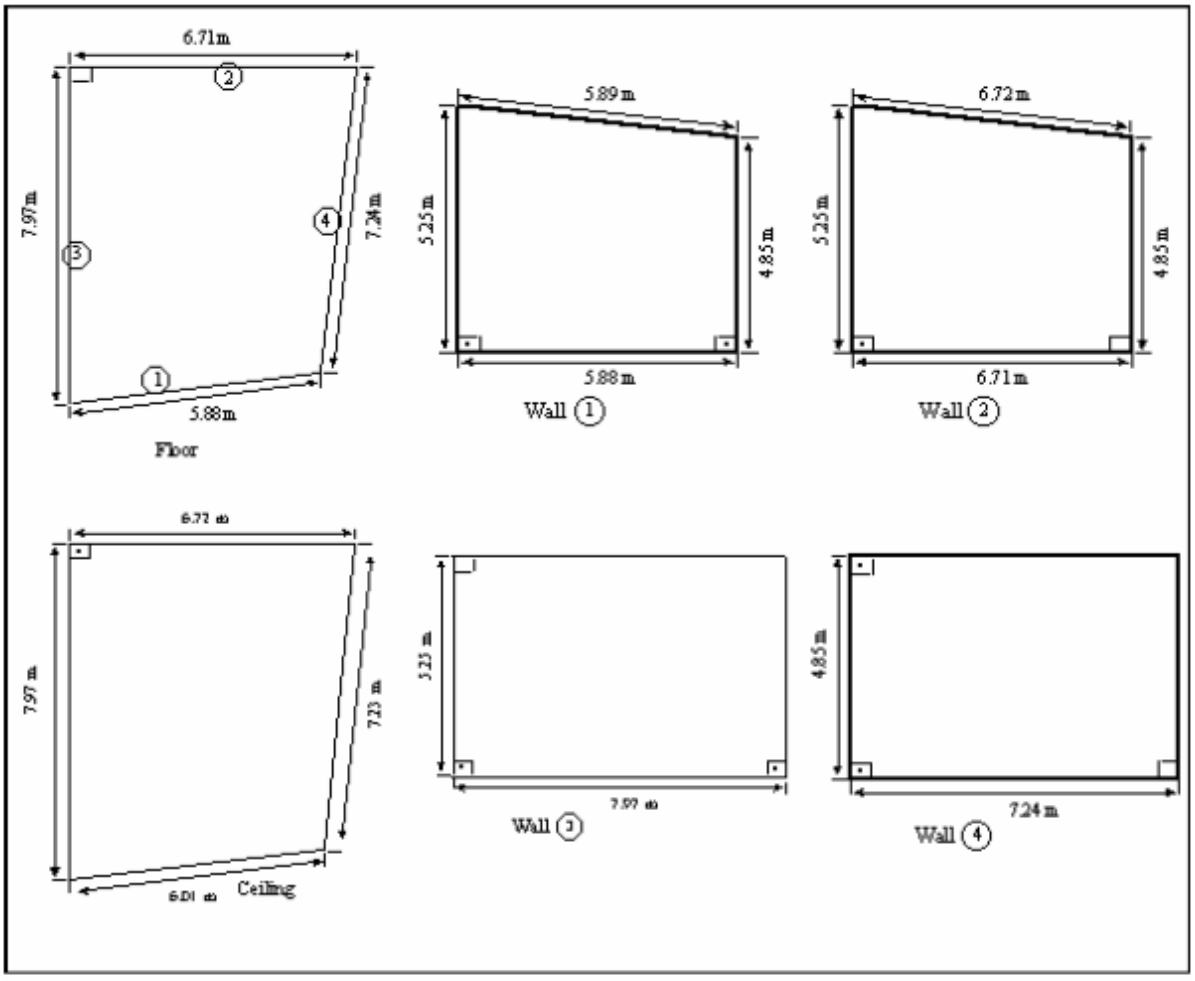
Anexo 3.

Características de la cámara reverberante donde se han realizado las medidas

- **Descripción y cualificación de la cámara reverberante:**
  - Volumen 238 m^3
  - Superficie total 236 m^2

  Verifica las recomendaciones siguientes:

  - $1.9V^{1/3} > D$
  - $S_{Total} \approx 6V^{2/3}$ ($236\ m^2 \approx 230\ m^2$)
  - $T_{60} \geq \frac{V}{S} = 1.01$
  - Dimensiones:
  -

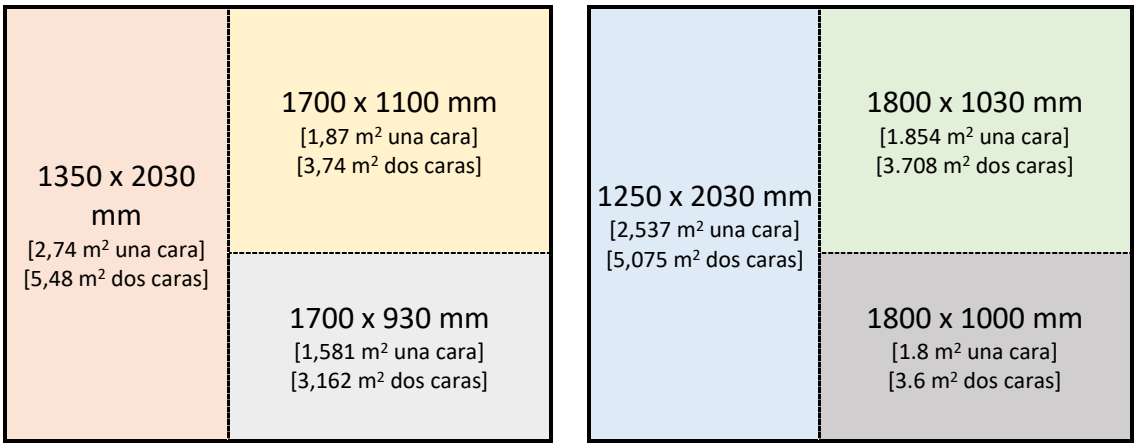


Características de absorción.

Frecuencia (Hz)	Tr de la cámara (s)	Ruido de Fondo (dB)	Absorción de la cámara (m^2)
100	10,6	35	3,60
125	7,2	21	5,28
160	6,6	17	5,78
200	7,0	18	5,45
250	7,5	16	5,11
315	8,3	17	4,58
400	8,6	15	4,44
500	8,8	14	4,35
630	8,8	12	4,33
800	8,7	8	4,38
1000	8,4	7	4,53
1250	7,9	8	4,86
1600	7,0	8	5,49
2000	6,0	6	6,35
2500	5,1	7	7,57
3150	4,0	7	9,58
4000	3,1	8	12,23
5000	2,4	9	16,27

Paneles difusores

Descolgados del techo se disponen 6 paneles de metacrilato con las siguientes dimensiones:



Sobre paredes y suelo se disponen 9 paneles de metacrilato con las siguientes dimensiones:

<table>
<tr><td>550 x 1000 mm
[0,55 m² una cara]
[1,1 m² dos caras]</td><td>2500 x 1000 mm
[2,5 m² una cara]
[5 m² dos caras]</td></tr>
<tr><td>550 x 1030 mm
[0,567 m² una cara]
[1,133 m² dos caras]</td><td>2500 x 1030 mm
[2,575 m² una cara]
[5,150 m² dos caras]</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1050 x 1100 mm
[1,15 m² una cara]
[2,3 m² dos caras]</td><td colspan="2">2000 x 1100 mm
[2.2 m² una cara]
[4.4 m² dos caras]</td></tr>
<tr><td>1050 x 930 mm
[0,977 m² una cara]
[1,953 m² dos caras]</td><td>1000 x 930 mm
[0,93 m² una cara]
[1,86 m² dos caras]</td><td>1050 x 930 mm
[0,977 m² una cara]
[1,953 m² dos caras]</td></tr>
</table>

Las siguientes imágenes muestran detalles de la cámara reverberante.





Anexo 4.

Fichas justificativas de las interpolaciones

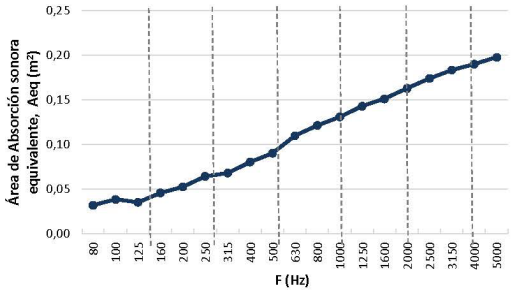
Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

Solicitante: BOVER
Muestra Calculada: MEI 38

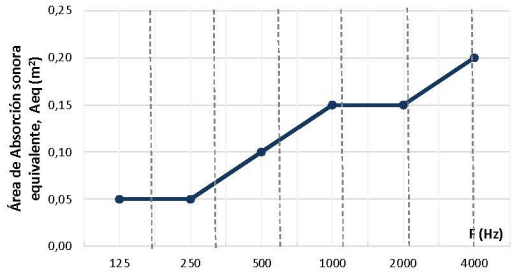


REFERENCIA			
MEI 150			
Factor elemento	0,06		
Factor grupal	0,06		
Elementos estimados:	62		
Fecha cálculo:	26/04/2024	**Fecha Informe:**	03/05/2024

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,03
100	0,04
125	0,04
160	0,05
200	0,05
250	0,06
315	0,07
400	0,08
500	0,09
630	0,11
800	0,12
1000	0,13
1250	0,14
1600	0,15
2000	0,16
2500	0,17
3150	0,18
4000	0,19
5000	0,20



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0,05
250	0,05
500	0,10
1000	0,15
2000	0,15
4000	0,20



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 0,14
Número de elementos en 10 m^2 69

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,35		
250	0,35		
500	0,69	0,70	α_{medio}
1000	1,04	1,05	0,93
2000	1,04	1,05	
4000	1,39		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	0,80
SAA	0,78

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

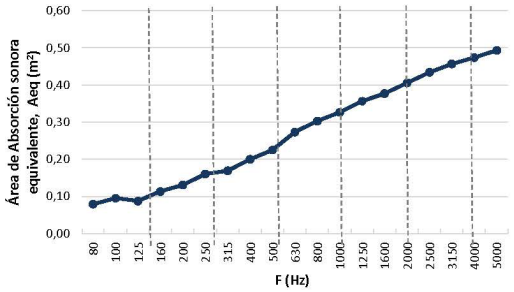
Solicitante: BOVER
Muestra Calculada: MEI 60

60

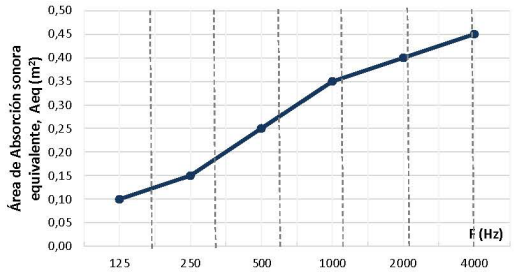


REFERENCIA			
MEI 150			
Factor elemento	0,16		
Factor grupal	0,16		
Elementos estimados:	25		
Fecha cálculo:	26/04/2024	**Fecha Informe:**	03/05/2024

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,08
100	0,10
125	0,09
160	0,11
200	0,13
250	0,16
315	0,17
400	0,20
500	0,22
630	0,27
800	0,30
1000	0,33
1250	0,36
1600	0,38
2000	0,41
2500	0,43
3150	0,46
4000	0,47
5000	0,49



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0,10
250	0,15
500	0,25
1000	0,35
2000	0,40
4000	0,45



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 0,36

Número de elementos en 10 m^2 28

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,28		
250	0,42		
500	0,69	0,70	α_{medio}
1000	0,97	0,95	**0,92**
2000	1,11	1,10	
4000	1,25		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	0,80
SAA	0,28

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

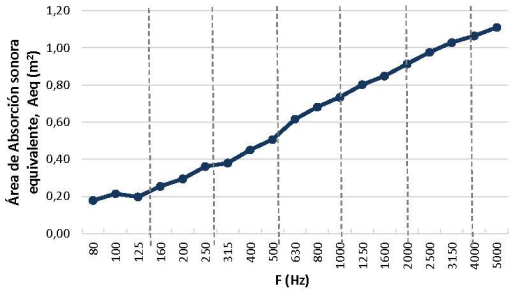
Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

Solicitante: BOVER
Muestra Calculada: MEI 90

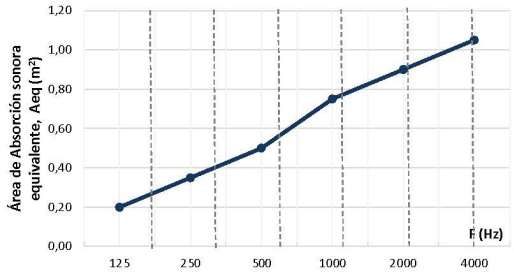


REFERENCIA			
MEI 150			
Factor elemento	0,36		
Factor grupal	0,36		
Elementos estimados:	11		
Fecha cálculo:	26/04/2024	**Fecha Informe:**	03/05/2024

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,18
100	0,21
125	0,20
160	0,25
200	0,29
250	0,36
315	0,38
400	0,45
500	0,51
630	0,62
800	0,68
1000	0,73
1250	0,80
1600	0,85
2000	0,91
2500	0,98
3150	1,03
4000	1,07
5000	1,11



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0,20
250	0,35
500	0,50
1000	0,75
2000	0,90
4000	1,05



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 0,81
Número de elementos en 10 m^2 12

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,25		
250	0,43		
500	0,62	0,60	α_{medio}
1000	0,93	0,95	**0,88**
2000	1,11	1,10	
4000	1,30		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	0,75
SAA	0,78

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es

Cámara reverberante de la Escuela Politécnica Superior de Gandia
Absorción acústica según UNE-EN ISO 354:2004
Área de Absorción Sonora equivalente, Aeq (m^2), por elemento

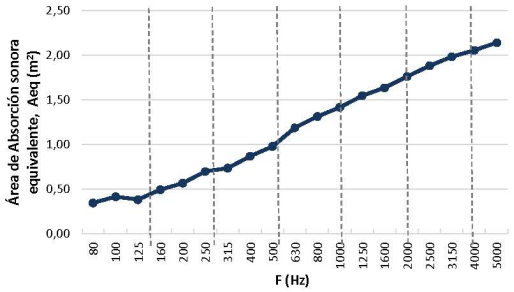
Solicitante: BOVER
Muestra Calculada: MEI 125

125

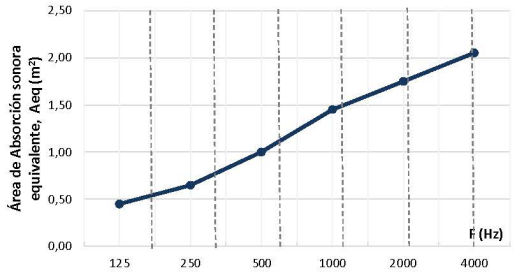


REFERENCIA			
MEI 150			
Factor elemento	0,69		
Factor grupal	0,69		
Elementos estimados:	6		
Fecha cálculo:	26/04/2024	**Fecha Informe:**	03/05/2024

f (Hz)	Aeq (m^2)
80	0,34
100	0,41
125	0,38
160	0,49
200	0,57
250	0,70
315	0,73
400	0,87
500	0,98
630	1,19
800	1,31
1000	1,42
1250	1,55
1600	1,64
2000	1,76
2500	1,88
3150	1,98
4000	2,05
5000	2,14



f (Hz)	Aeq (m^2)
125	0,45
250	0,65
500	1,00
1000	1,45
2000	1,75
4000	2,05



Datos complementarios

La clasificación más alta se produce distribuyendo 1 elemento en la siguiente superficie: (m^2) 1,56
Número de elementos en 10 m^2 6

Clasificación según norma europea (más alta) para la superficie anterior

Coeficientes de absorción bandas de octava

f (Hz)	α_s	Datos para DB-HR	
125	0,29		
250	0,42		
500	0,64	0,65	α_{medio}
1000	0,93	0,95	**0,90**
2000	1,12	1,10	
4000	1,31		

Clasificación según norma europea

UNE-EN ISO 11654:1998	
α_w	0,70
CLASE	C

Clasificación según norma americana

ASTM C423 - 22	
NRC	0,80
SAA	0,78

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS DE GANDIA

Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València.
C/ Paraninfo nº1. Grao de Gandía 46730 (Valencia) , Teléfono (96) 284.93.00,
e-mail: jesalba@fis.upv.es