



INGURUMENA, LURRALDE PLANGINTZA
ETA ETXEBIZITZA SAILA
Etxebizitza eta Arkitektura Zuzendaritza
Eraikuntzaren Kalitate Kontrolerako Laborategia

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA
Dirección de Vivienda y Arquitectura
Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación

Informe de Ensayos Nº B2020-LACUS-IN-98-2

Medidas de aislamiento acústico en laboratorio

AKUSTIKA ARLOA kudeatzailea:
ÁREA DE ACÚSTICA gestionada por:
tecnalia

MUESTRA DE ENSAYOS: Cerramiento horizontal compuesto por:
Solera seca fibroyeso 20 mm + lámina impacto + Panel TYY +
estructura madera.

SOLICITANTE: THERMOCHIP S.L.U.
La Medua, s/n - 32330 Sobrado de Valdeorras - Ourense. España.

NORMAS APLICADAS:

UNE-EN ISO 10140-2:2011. "Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo."

UNE-EN ISO 10140-3:2011: "Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Medición del aislamiento acústico al ruido de impactos."

UNE-EN ISO 10140-1:2016. "Anexo F. Suelos. Aislamiento al ruido aéreo y de impactos".

FECHA DE EMISIÓN: 27 de julio de 2020

Firma:

Responsable Técnico
Susana Lopez de Aretxaga

La titularidad técnica de la acreditación ENAC Nº4/LE456 corresponde a la Fundación Tecnalía Research & Innovation, así como las firmas técnicas de este informe. El ensayo se ha realizado por personal de TECNALIA (Área Industry Lab_services).

Las instalaciones en las que se ejecutan los ensayos bajo acreditación ENAC Nº4/LE456 pertenecen al Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco, sito en C/ Agirrelanda 10, 01013 Vitoria – Gasteiz (España).

EL PRESENTE INFORME CONSTA DE:

Nº total de páginas: 12



El presente documento concierne única y exclusivamente a la(s) muestra(s) sometida(s) a ensayo y al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

TECNALIA no se hace cargo de la información aportada por el solicitante.

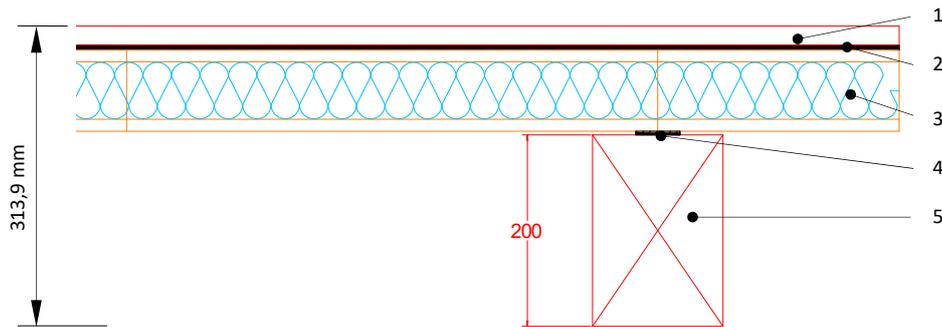
Queda terminantemente prohibida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización expresa por escrito de TECNALIA.

El objeto de ensayo ha sido sometido a las pruebas requeridas por el solicitante, aplicando los procedimientos especificados para la normativa usada.

Los resultados de ensayo se recogen en las páginas interiores. La incertidumbre de medida está a disposición del solicitante.

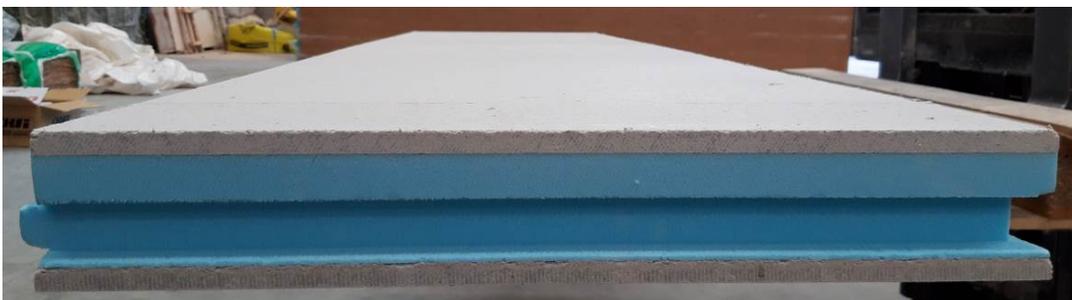
1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra bajo ensayo consiste en un cerramiento horizontal con la siguiente composición, según información suministrada por el solicitante.



1. Solera seca: placa fibroyeso *Estrich Element – Fermacell* (20 mm y 24,8 kg/m²)
2. Lámina impacto: polietileno reticulado celda cerrada *Impactodan 5* (5 mm y 29 kg/m³)
3. **Panel TYY**: Fibroyeso 12,5 mm + XPS 60 mm + Fibroyeso 12,5 mm (85 mm y 32,9 kg/m²)
4. Banda *Fonodan 50*: producto bicapa de membrana autoadhesiva alta densidad y polietileno reticulado (3,9 mm y 3 kg/m²)
5. Estructura madera laminada GL-24 h: sección 200x100 mm

Esquema de muestra ensayada (B2020-98-M730)

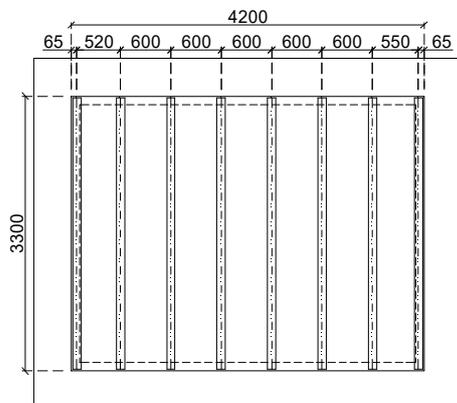


Fabricante: THERMOCHIP S.L.U

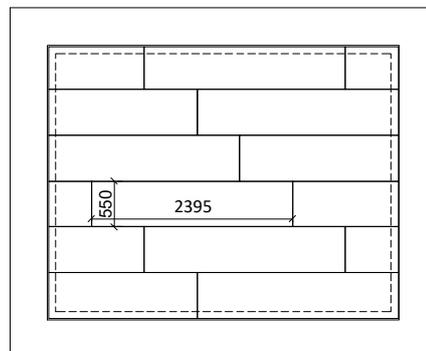
Foto panel TYY



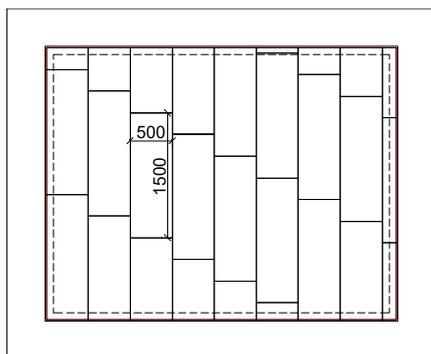
- Estructura:



-Panel TYY:



- Solera seca fibroyeso:



Esquemas de montaje en planta (cotas en mm)

Condiciones de montaje:

Las dimensiones de la muestra han sido de 4,2 m x 3,3 m (13,86 m²) y se ha montado dentro de un marco portamuestras prefabricado de hormigón armado.

Detalles de montaje:

Estructura: Vigas madera apoyadas sobre voladizo 10 cm de marco portamuestras. Banda *Fonodan* adherida en parte superior de vigas.

Sobre estructura:

- Paneles TYY: unión machihembrada a tope entre paneles, apoyados y fijados mecánicamente a estructura mediante 3 fijaciones a cada viga en ancho de panel.
- Lámina impacto: apoyada sobre paneles en sentido longitudinal a los mismos, 3 tramos de 1 m y 1 de 0,3 m, a tope entre sí y contra marco perimetral y junta entre tramos sellada con banda adhesiva de polietileno reticulado celda cerrada 3x50 mm.



- Solera seca: apoyada sobre lámina anterior, en sentido transversal a paneles. En la unión machihembrada se ha aplicado doble cordón de pegamento para suelos Fermacell y fijación mecánica cada ~150 mm.

Sellado holgura perimetral: Vigas-marco: espuma de poliuretano. Paneles-marco y Solera-marco: lana mineral y junta superior sellada con silicona.

Selección y entrega de material de muestra: solicitante.

Montaje realizado por: Construcciones J.L. Iglesias.

Fecha finalización montaje: 23 junio 2020.



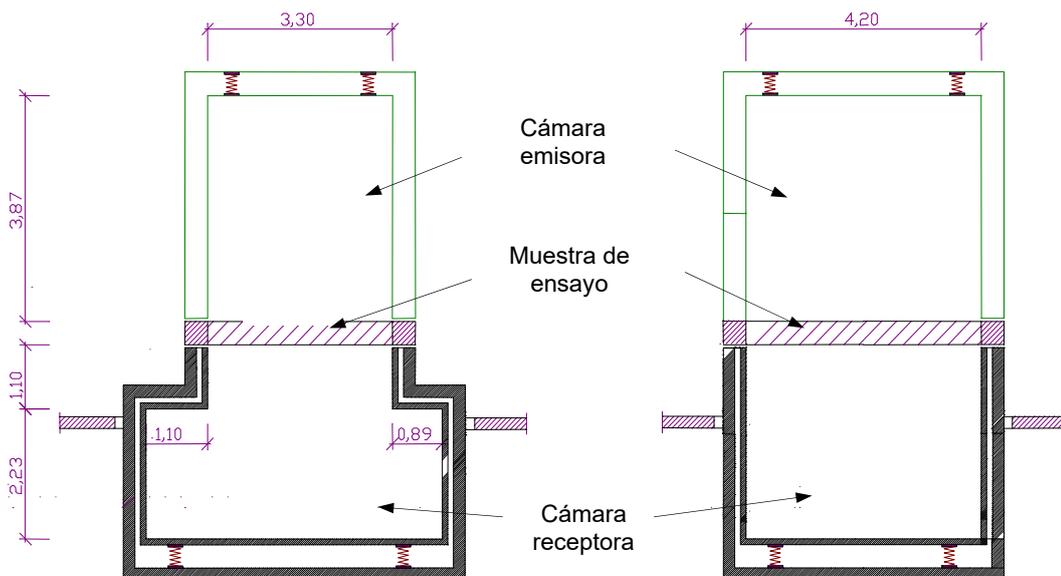
Fotos de montaje de muestra



Fotos de muestra en cámaras de ensayo

2. RECINTOS DE ENSAYO

Los ensayos se han realizado en las cámaras de transmisión vertical, compuestas por una sala emisora y otra receptora. La cámara receptora está compuesta por una doble caja de hormigón de veinte y diez centímetros de espesor cada una acústicamente desconectadas y la cámara emisora, de cuarenta centímetros de espesor, está compuesta por una doble caja de entramado metálico y placa de yeso laminado acústicamente desconectadas. La movilidad de la sala emisora permite el montaje de la muestra de ensayo en un marco portamuestras en el exterior y la posterior colocación de la misma entre las salas de ensayo. Las salas cumplen las especificaciones de UNE-EN ISO 10140-5:2011.



Esquema de cámaras de transmisión vertical



3. EQUIPOS Y CONDICIONES DE ENSAYO

	Sala Emisora	Sala Receptora
Micrófonos	Brüel & Kjær 4943; Nº serie 3188436	Brüel & Kjær 4943; Nº serie 3188435
Preamplificadores	Brüel & Kjær 2669; Nº serie 1948764	Brüel & Kjær 2669; Nº serie 2025844
Fuentes sonoras	Brüel & Kjær 4296; Nº serie 2071420	BR 112 T/A
Jirafas giratorias	Brüel & Kjær 3923; Nº serie 2036584	Brüel & Kjær 3923; Nº serie 2036585

	Sala de Control
Analizador	Nor850-MF1; Nº serie 8501186
Amplificador	LAB Gruppen; LAB 300; Nº serie 970-967
Ecuilizador	Sony, SRP-E100; Nº serie 400238
Calibrador	Brüel & Kjær 4231; Nº serie 2061476
Medidor de condiciones atmosféricas	Oregon Scientific WMR 86 s/n

Incertidumbre de medición de condiciones atmosféricas:	
Temperatura del aire	±0,8 °C
Humedad del aire	±5 %
Presión atmosférica	±5 mbar

4. PROCESO DE MEDIDA Y EVALUACIÓN

4.1. Aislamiento a ruido aéreo

El índice de reducción sonora, R, para cada tercio de octava entre 100 Hz y 5 kHz se ha calculado según UNE-EN ISO 10140-2:2011 de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R=L_1-L_2+10*\text{Log } S/A$$

- L₁: Nivel de presión sonora promedio en la sala emisora
- L₂: Nivel de presión sonora promedio en la sala receptora
- S: Área de la muestra
- A: Área de absorción sonora equivalente en el recinto receptor

La medida de los niveles de presión sonora promedio L₁ y L₂, se ha realizado emitiendo ruido blanco ecualizado, entre 100 Hz y 5 kHz, mediante una fuente omnidireccional móvil. El campo sonoro en la sala emisora y receptora se ha muestreado mediante micrófono girando con un radio de un metro a una velocidad de 16 s/ciclo durante 32 s. de medida. El ruido de fondo de la sala receptora en cada tercio de octava entre 100 Hz y 5 kHz, se ha medido según el mismo procedimiento de medida del campo sonoro en la sala receptora.



El área de absorción sonora equivalente, entre 100 Hz y 5 kHz, se ha evaluado a partir del tiempo de reverberación medido en la sala receptora utilizando la fórmula de Sabine:

$$A=0,16*V/T$$

A: Área de absorción sonora equivalente en el recinto receptor

T: Tiempo de reverberación del recinto receptor

V: Volumen del recinto receptor

El tiempo de reverberación de la sala receptora se ha determinado empleando dos posiciones de fuente y tres posiciones fijas de micrófono para cada posición de fuente distribuidas a 120º en el recorrido del micrófono.

Antes y después de la realización del ensayo, se ha verificado la cadena de medida.

Se han seguido las pautas indicadas en los procedimientos internos aplicables:

- PE.CM-AA-61-E: "Procedimiento para la determinación del aislamiento acústico a ruido aéreo en las cámaras de transmisión horizontal y vertical".
- PE.MC-AA-06-M: "Procedimiento para la gestión de muestras de ensayos acústicos en laboratorio".

La norma UNE-EN ISO 10140-2:2011, junto con las normas UNE-EN ISO 10140-1:2016, UNE-EN ISO 10140-4:2011 y UNE-EN ISO 10140-5:2011, anula y sustituye a la norma UNE-EN ISO 140-3:1995. El proceso de medida y evaluación aplicado a la muestra recogida en este informe es acorde con la normativa vigente UNE-EN ISO 10140-2:2011, y cumple también con la norma anulada UNE-EN ISO 140-3:1995.

4.2. Aislamiento a ruido de impactos

El nivel de presión acústica de impactos normalizado, L_n , para cada tercio de octava entre 100 Hz y 5 kHz se ha calculado según UNE-EN ISO 10140-3:2011 mediante la siguiente expresión:

$$L_n = L_i + 10 * \log A/A_0$$

L_i : Nivel de presión acústica de impactos.

A: Área de absorción sonora equivalente en el recinto receptor.

A_0 : Área de absorción sonora equivalente de referencia (10 m²).



La medida del nivel de presión sonora de impactos, L_i , en tercios de octava en la sala receptora se ha realizado excitando la muestra de ensayo con una máquina de martillos normalizada, que ha sido colocada en seis posiciones aleatoriamente distribuidas sobre la muestra bajo ensayo. Para cada posición, el campo sonoro en la sala receptora se ha muestreado mediante micrófono girando con un radio de un metro a una velocidad de 16 s/ciclo durante 32 s. de medida. El nivel de presión acústica de impactos correspondiente a la muestra se ha obtenido como promediado energético de los niveles de presión sonora de impactos medidos.

El ruido de fondo de la sala receptora en cada tercio de octava entre 100 Hz y 5 kHz, se ha medido según el mismo procedimiento de medida del campo sonoro en la sala receptora.

El área de absorción sonora equivalente, entre 100 Hz y 5 kHz, se ha evaluado a partir del tiempo de reverberación medido en la sala receptora utilizando la fórmula de Sabine:

$$A=0,16*V/T$$

A: Área de absorción sonora equivalente en el recinto receptor

T: Tiempo de reverberación del recinto receptor

V: Volumen del recinto receptor

El tiempo de reverberación de la sala receptora se ha determinado empleando dos posiciones de fuente y tres posiciones fijas de micrófono para cada posición de fuente distribuidas a 120º en el recorrido del micrófono.

Antes y después de la realización del ensayo se ha verificado la cadena de medida.

Se han seguido las pautas indicadas en los procedimientos internos aplicables:

- PE.CM-AA-62-E: "Procedimiento para la determinación del aislamiento a ruido de impactos y reducción al ruido de impactos en la cámara de transmisión vertical".
- PE.MC-AA-06-M: "Procedimiento para la gestión de muestras de ensayos acústicos en laboratorio".

5. RESULTADOS

5.1. Aislamiento a ruido aéreo

Se presentan los siguientes resultados para la muestra bajo ensayo:

- Índice de reducción sonora, R, en bandas de frecuencias de tercio de octava entre 100 y 5000 Hz, en tabla y gráfica.



- Índice ponderado de reducción sonora, R_w , calculado según la norma UNE-EN ISO 717-1:2013, a partir del índice de reducción sonora, R .
- Términos de adaptación al espectro entre 100 y 3150 Hz, C y C_{tr} , calculados según UNE-EN ISO 717-1:2013, que son los valores, en decibelios, que han de añadirse al valor de la magnitud global R_w para tener en cuenta las características del espectro de ruido rosa (C) y de ruido de tráfico (C_{tr}), respectivamente.
- Los siguientes índices globales, calculados según expresión del Documento Básico “DB-HR Protección frente al ruido”, del Código Técnico de la Edificación (CTE), a partir del índice de reducción sonora, R , obtenido mediante ensayo en laboratorio:
 - Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , entre 100 y 5000 Hz, expresado con una cifra decimal.
 - Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles, $R_{A,tr}$, entre 100 y 5000 Hz y expresado con una cifra decimal.

El valor de R marcado con * significa que es mayor o igual que el valor indicado, debido a la aproximación en menos de 15 dB respecto al R'_{max} de los recintos de ensayo.

5.2. Aislamiento a ruido de impactos

Se presentan los siguientes resultados para la muestra bajo ensayo:

- Nivel de presión acústica de impactos normalizado, L_n , en dB, en bandas de frecuencias de tercio de octava entre 100 y 5000 Hz, en tabla y gráfica.
- Nivel normalizado ponderado de presión sonora de impactos, $L_{n,w}$, en dB, calculado según UNE-EN ISO 717-2:2013, a partir del nivel de presión acústica de impactos normalizado, L_n .
- Término de adaptación espectral del nivel de ruido de impactos, C_i , calculado según UNE-EN ISO 717-2:2013, a partir de $L_{n,w}$ y de los niveles L_n .

5.3. Mejora Aislamiento a ruido aéreo

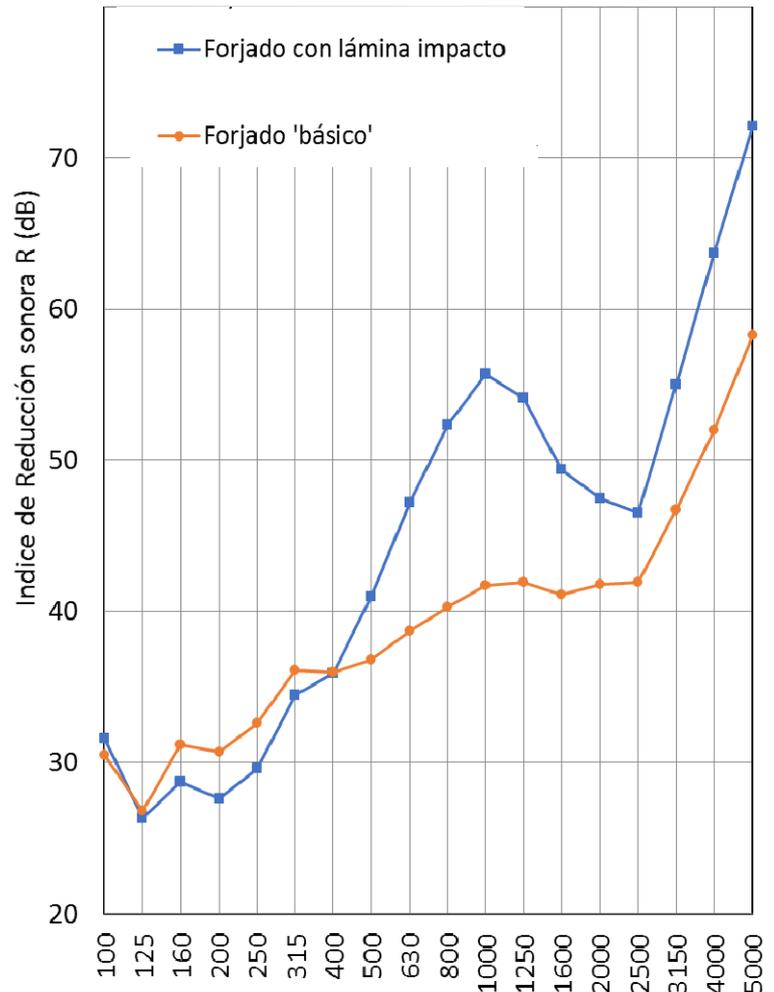
Adicionalmente, se presenta en el siguiente gráfico y tabla, el resultado de aislamiento a ruido aéreo de:

- B2020-98-M730: Cerramiento de forjado descrito en el presente informe.
- B2020-98-M729: Cerramiento de forjado ‘básico’, que consiste en el cerramiento anterior, sin lámina impacto.



Aislamiento a Ruido Aéreo según norma UNE-EN ISO 10140-2:2011 Medidas en laboratorio

Fr (Hz)	Forjado 'básico' con lámina impacto B2020-98-M730	Forjado 'básico' B2020-98-M729
	R (dB)	
100	31,6	30,5
125	26,3	26,8
160	28,7	31,2
200	27,6	30,7
250	29,6	32,6
315	34,5	36,1
400	35,9	36,0
500	41,0	36,8
630	47,2	38,7
800	52,3	40,3
1000	55,7	41,7
1250	54,1	41,9
1600	49,4	41,1
2000	47,5	41,8
2500	46,5	41,9
3150	55,0	46,7
4000	63,7	52,0
5000	72,1 *	58,3
$R_w(C;C_{tr})$	43 (-1;-5)	40 (0;-2)
R_A	42,6	40,7
$R_{A,tr}$	37,7	37,6



Muestra B2020-98-M730: Solera seca fibroyeso 20 mm + lámina impacto + Panel TYY + estructura madera.
 Muestra B2020-98-M729: Solera seca fibroyeso 20 mm + Panel TYY + estructura madera.

El forjado con lámina impacto bajo solera seca da un valor de $R_A = 42,6$ dBA, respecto al forjado sin lámina impacto, que da un valor de $R_A = 40,7$ dBA.



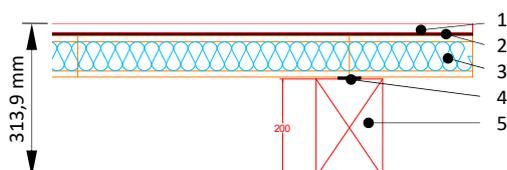
Aislamiento a Ruido Aéreo según UNE-EN ISO 10140-2:2011 Medidas en Laboratorio

Solicitante: THERMOCHIP, S.L.U.

Nº Resultado: B2020-98-M730 RA

Fecha Ensayo: 24/06/2020

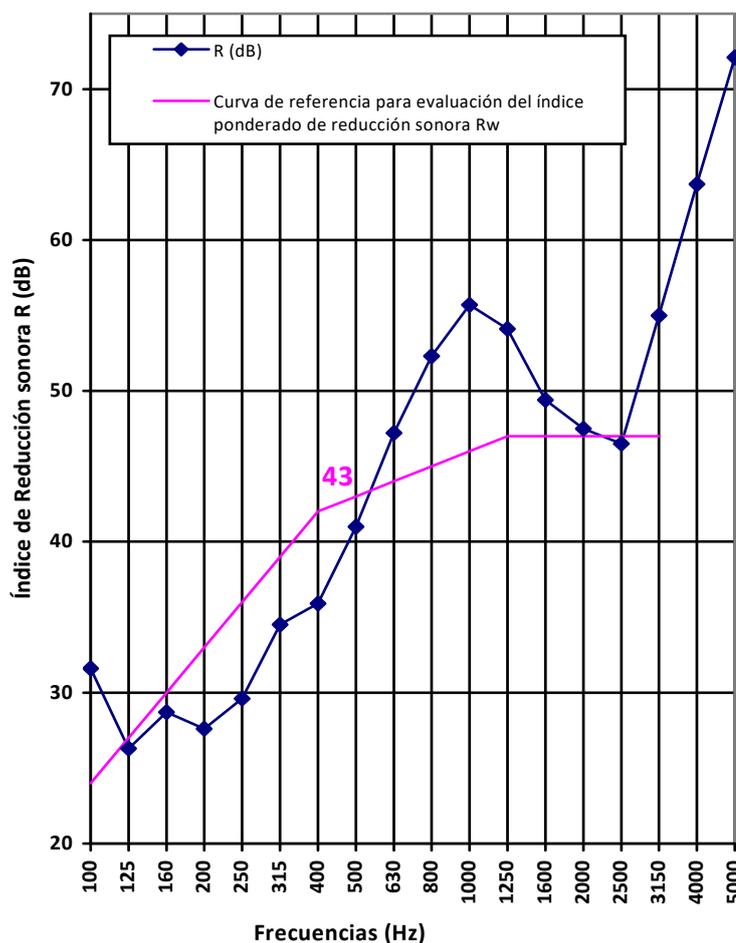
Muestra: Cerramiento horizontal compuesto por:
 Solera seca fibroyeso 20 mm + lámina impacto +
 Panel TYY + estructura madera.



1. Solera seca: placa fibroyeso (20 mm y 24,8 kg/m²)
2. Lámina impacto: polietileno reticulado celda cerrada (5 mm y 29 kg/m³)
3. **Panel TYY:** Fibroyeso 12,5 mm + XPS 60 mm + Fibroyeso 12,5 mm (85 mm y 32,9 kg/m²)
4. Producto bicapa: membrana alta densidad y polietileno reticulado (3,9 mm y 3 kg/m²)
5. Estructura madera laminada GL-24 h: sección 200x100 mm

Área muestra: 13,86 m² (3,3x4,2 m)
 Masa superficial estimada: 58 kg/m²
 Volumen sala emisora: 55,1 m³
 Volumen sala receptora: 66,7 m³
 T_{cámaras}: 17,5 °C
 HR_{cámaras}: 71 %
 P_{cámaras}: 962 mbar

f (Hz)	R (dB)
100	31,6
125	26,3
160	28,7
200	27,6
250	29,6
315	34,5
400	35,9
500	41,0
630	47,2
800	52,3
1000	55,7
1250	54,1
1600	49,4
2000	47,5
2500	46,5
3150	55,0
4000	63,7
5000	72,1 *



Índices según UNE-EN ISO 717-1:2013:	R _w (C;C _{tr}):	43 (-1; -5)	dB
Índices según CTE DB-HR:	R _A :	42,6	dBA
	R _{A,tr} :	37,7	dBA

Evaluación basada en resultados medidos en laboratorio obtenidos mediante un método de ingeniería



* R' ≥ valor indicado (límite medido por aprox. R' max). R' max: 5000 Hz: 81,5 dB.



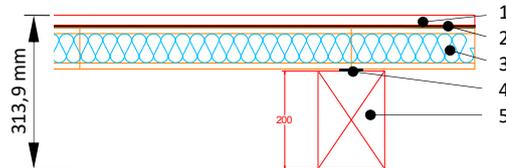
Aislamiento a Ruido de Impactos según UNE-EN ISO 10140-3:2011 Medidas en Laboratorio

Solicitante: THERMOCHIP, S.L.U.

Nº Resultado: B2020-98-M730 RI

Fecha Ensayo: 24/06/2020

Muestra: Cerramiento horizontal compuesto por:
Solera seca fibroyeso 20 mm + lámina impacto +
Panel TYY + estructura madera.



Área muestra: 13,86 m² (3,3x4,2 m)
Masa superficial estimada: 58 kg/m²
Volumen sala receptora: 66,7 m³

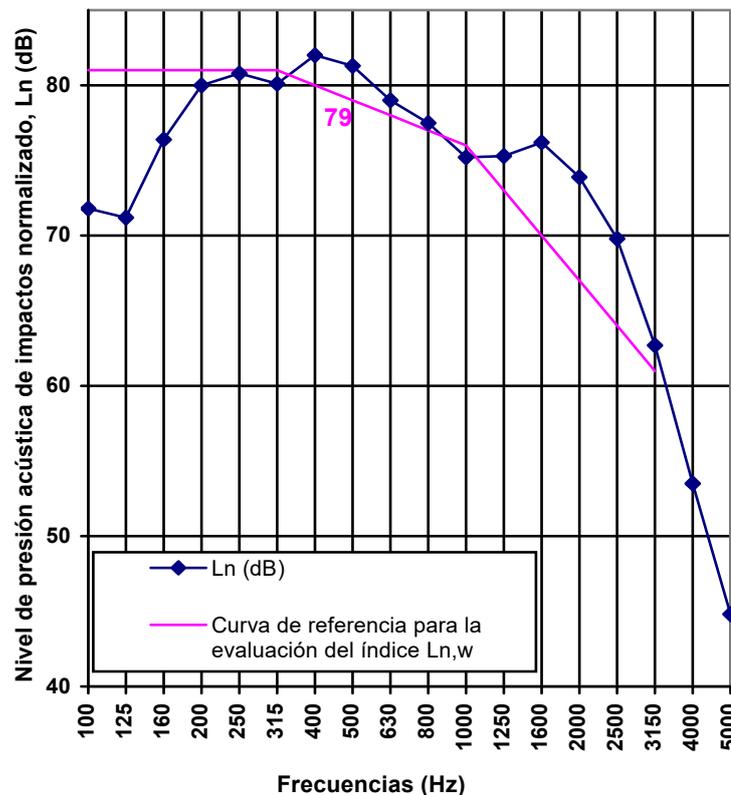
T_{cámaras}: 17,5 °C

HR_{cámaras}: 71 %

P_{cámaras}: 962 mbar

1. Solera seca: placa fibroyeso (20 mm y 24,8 kg/m²)
2. Lámina impacto: lámina polietileno reticulado celda cerrada (5 mm y 29 kg/m³)
3. Panel TYY: Fibroyeso 12,5 mm + XPS 60 mm + Fibroyeso 12,5 mm (85 mm y 32,9 kg/m²)
4. Producto bicapa: membrana alta densidad y polietileno reticulado (3,9 mm y 3 kg/m²)
Estructura madera laminada GL-24 h: sección 200x100 mm

f (Hz)	L _n (dB)
100	71,8
125	71,2
160	76,4
200	80,0
250	80,8
315	80,1
400	82,0
500	81,3
630	79,0
800	77,5
1000	75,2
1250	75,3
1600	76,2
2000	73,9
2500	69,8
3150	62,7
4000	53,5
5000	44,8



Índices según UNE-EN ISO 717-2:2013: L_{n,w}(C₁): 79 (-4) dB

Evaluación basada en resultados medidos en laboratorio obtenidos mediante un método de ingeniería

