# SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN ACÚSTICA

## MANUAL TÉCNICO

- XYLOFON
- PIANO
- ALADIN
- SILENT FLOOR PUR
- SILENT FLOOR PE

rothoblaas

Solutions for Building Technology

# ÍNDICE

XYLOFON . . . . . 3

PIANO . . . . . 99

ALADIN. . . . . 141

SILENT FLOOR PUR . . . . . 169

SILENT FLOOR PE . . . . . 203

# XYLOFON

## MANUAL TÉCNICO

rothoblaas

Solutions for Building Technology

# ÍNDICE


ELECCIÓN DEL PRODUCTO Y DETERMINACIÓN DE $K_{ij}$ . . . . . 10

EVALUACIÓN TÉCNICA EUROPEA (ETA) . . . . . 12

*XYLOFON 20 . . . . . 15*
*XYLOFON 35 . . . . . 16*
*XYLOFON 50 . . . . . 24*
*XYLOFON 70 . . . . . 32*
*XYLOFON 80 . . . . . 38*
*XYLOFON 90 . . . . . 42*

SOSTENIBILIDAD . . . . . 14

MODELO CEN (EN ISO 12354) . . . . . 46

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES $K_{ij}$ DE ESTRUCTURAS DE MADERA . . . . . 47

MÉTODO SIMPLIFICADO . . . . . 48

PROYECTO FLANKSOUND . . . . . 50

CONFIGURACIÓN DE MEDIDA . . . . . 51

PODER FONOAISLANTE Y NIVEL DE RUIDO DE IMPACTO . . . . 62

MEDICIONES IN SITU . . . . . 73

INTERACCIÓN ACÚSTICA Y MECÁNICA . . . . . 88

RESISTENCIA AL CORTE Y A LA TRACCIÓN DE NINO Y TITAN SILENT CERTIFICADA SEGÚN ETA . . . . . 90

INTERACCIÓN MECÁNICA Y FRICCIÓN . . . . . 92

INFLUENCIA DE LA FIJACIÓN MECÁNICA REALIZADA CON GRAPAS . . . . . 93

SEGURIDAD AL FUEGO EN EDIFICIOS MULTIPISOS . . . . . 94

XYLOFON Y EL FUEGO . . . . . 97

# XYLOFON

## BANDA RESILIENTE DE ELEVADAS PRESTACIONES PARA EL AISLAMIENTO ACÚSTICO

LCA EPD FLANKSOUND EN ISO 10848 CE ETA-23/0061

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| CÓDIGO | Shore | B [mm] | L [m] | s [mm] | unid. |
|---|---|---|---|---|---|
| XYL20050 | 20 | 50 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20080 | | 80 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20090 | | 90 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20100 | | 100 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20120 | | 120 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20140 | | 140 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20160 | | 160 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL35080 | 35 | 80 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL35090 | | 90 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL35100 | | 100 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL35120 | | 120 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL35140 | | 140 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL35160 | | 160 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL50080 | 50 | 80 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL50090 | | 90 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL50100 | | 100 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL50120 | | 120 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL50140 | | 140 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL50160 | | 160 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL70080 | 70 | 80 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL70090 | | 90 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL70100 | | 100 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL70120 | | 120 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL70140 | | 140 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL70160 | | 160 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL80080 | 80 | 80 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL80090 | | 90 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL80100 | | 100 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL80120 | | 120 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL80140 | | 140 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL80160 | | 160 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL90080 | 90 | 80 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL90090 | | 90 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL90100 | | 100 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL90120 | | 120 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL90140 | | 140 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL90160 | | 160 | 3,66 | 6,0 | 1 |

### BANDA DE DESACOPLE PARA TITAN Y NINO

| CÓDIGO | | | unid. |
|---|---|---|---|
| XYL3570200 | | TTF200 | 10 |
| XYL35120240 | | TTN240 - TTS240 | 10 |
| XYL35100200 | | TCF200 - TCN200 | 10 |
| XYL3580105 | | NINO100100 | 10 |
| XYL3555150 | | NINO15080 | 10 |
| XYL35120105 | | NINO100200 | 10 |

### BANDA DE DESACOPLE PARA WHT Y TORNILLOS

| CÓDIGO | | | unid. |
|---|---|---|---|
| XYLW806060 | | WHT340 \| WHT440 \| WHT540 | 10 |
| XYLW808080 | | - | 10 |
| XYLW8080140 | | - | 1 |
| XYLW803811 | | - | 50 |

## Valores de $K_{ij}$ según ETA

$K_{ij}$ ensayado para todas las durezas y con un adecuado sistema de fijación

$\Delta_{l,ij}$ > **7 dB**

pág. 8

## Prestaciones mecánicas y comportamiento elástico **ensayado** según **ETA**

- respuesta elástica de la banda aplicada en edificios
- respuesta elástica de la banda como antivibrante

pág. 10

## Sostenibilidad

posibilidad de conocer el impacto medioambiental del producto gracias a **DAP** evaluada a partir de **LCA**

pág. 12

## Medición del poder fonoaislante

eficacia determinada para la reducción de la transmisión por flancos mediante mediciones del poder fonoaislante

$\Delta R_{Df+Ff,situ}$ = **10 dB**

pág. 44

## FLANKSOUND PROJECT

**$K_{ij}$** para **15 diferentes** tipos de uniones

pág. 48

## Medición del nivel de ruido de impacto

eficacia determinada para la reducción de la transmisión por flancos mediante mediciones del nivel de ruido de impacto

$\Delta L_{n,Df+Ff,situ}$ = **8 dB**

pág. 61

## Mediciones in situ

eficacia comprobada mediante mediciones de los requisitos acústicos pasivos en edificios realizados

pág. 71

## Interacción estática y acústica

investigaciones experimentales y pruebas en diferentes configuraciones hasta **34,6 kN** de resistencia al corte con **NINO** con **XYLOFON PLATE**

pág. 86

## Influencia de la fricción

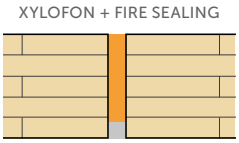
investigaciones experimentales para conexiones de corte madera - madera

pág. 90

## Seguridad al fuego en los edificios

Estudio de la compartimentación de los edificios de madera que demuestra que las temperaturas son inferiores a 300 °C al cabo de 4 horas y que no se observa combustión súbita generalizada después de 3 horas

pág. 92




## Resistencia al fuego

prueba experimental **EI 60**

pág. 95

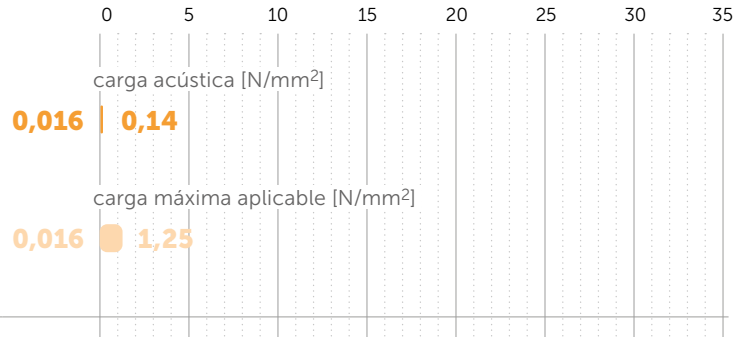
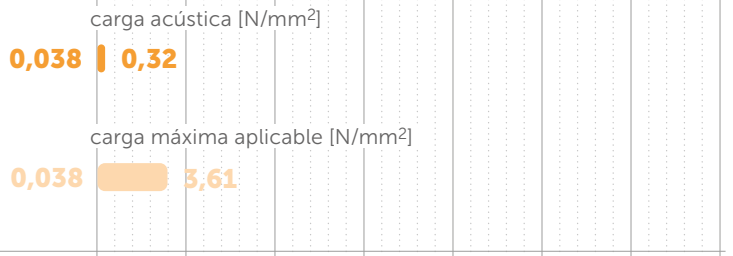
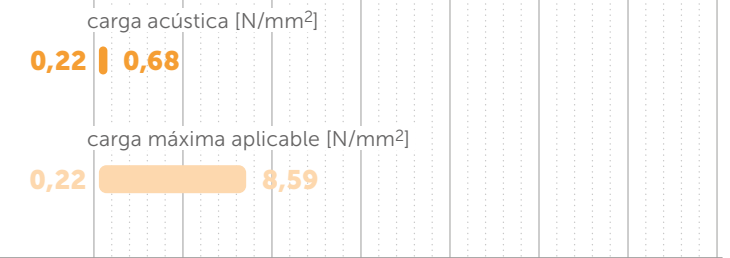
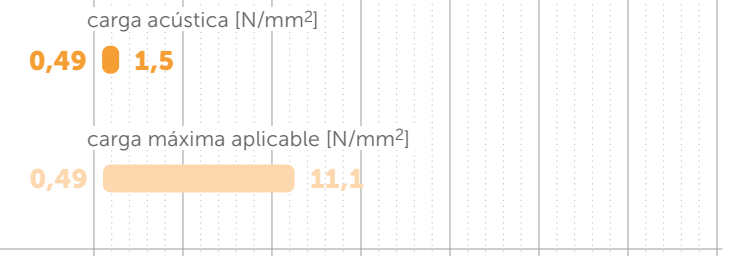
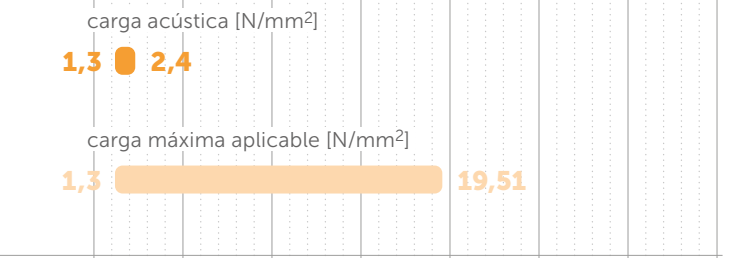
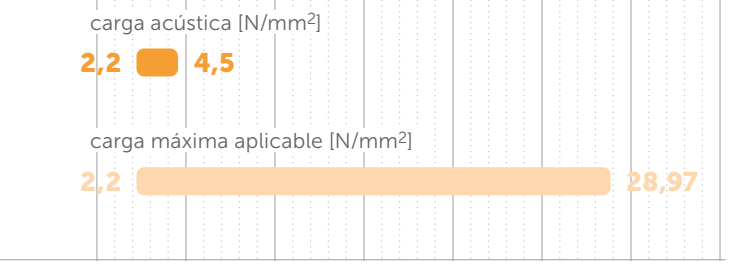
## COMPARACIÓN DE PRODUCTOS

| productos | | espesor | mejora acústica $\Delta_{l,ij}$ [1] | módulo elástico de compresión $E_c$ |
|---|---|---|---|---|
| XYLOFON 20 | | 6 mm | > 7 dB | 1,45 N/mm² |
| XYLOFON 35 | | 6 mm | 7,4 dB | 3,22 N/mm² |
| XYLOFON 50 | | 6 mm | 10,6 dB | 7,11 N/mm² |
| XYLOFON 70 | | 6 mm | 7,8 dB | 14,18 N/mm² |
| XYLOFON 80 | | 6 mm | > 7 dB | 25,39 N/mm² |
| XYLOFON 90 | | 6 mm | > 7 dB | 36,56 N/mm² |

**LEYENDA:**

carga para optimización acústica

compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)

| módulo elástico dinámico $E'_{5Hz}$ - $E'_{50Hz}$ | factor de amortiguación $tan\delta_{5Hz}$ - $tan\delta_{50Hz}$ | carga acústica / carga máxima aplicable |
|---|---|---|
| - | - |  |
| **3,10** N/mm² - **3,60** N/mm² | **0,321** - **0,382** |  |
| **3,93** N/mm² - **4,36** N/mm² | **0,173** - **0,225** |  |
| **6,44** N/mm² - **7,87** N/mm² | **0,118** - **0,282** |  |
| **16,90** N/mm² - **21,81** N/mm² | **0,150** - **0,185** |  |
| **39,89** N/mm² - **65,72** N/mm² | **0,307** - **0,453** |  |

(1) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

# ELECCIÓN DEL PRODUCTO Y DETERMINACIÓN DE $K_{ij}$

## DISEÑO DE LA BANDA CORRECTA EN FUNCIÓN DE LA CARGA

Las bandas resilientes deben seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural: a continuación, se proporcionan algunas indicaciones sobre la manera de evaluar el producto.
Se aconseja sumar el valor de la carga permanente al 50% del valor característico de la carga accidental.

$$Q_{lineal} = q_{gk} + 0{,}5\ q_{vk}$$

Además, es necesario considerar las condiciones de ejercicio y no las condiciones de estado límite último. Esto porque hay que aislar acústicamente el edificio en las condiciones de carga cotidianas y no durante un evento sísmico u otras cargas con finalidad de dimensionamiento estructural.

## ELECCIÓN DEL PRODUCTO

El producto también se puede elegir mediante las tablas de uso (véase por ejemplo la siguiente tabla, relativa al producto XYLOFON 35).

TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último) [N/mm²]* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | desde | a | desde | a | desde | a | |
| XYL35080 | 3,04 | 25,6 | 0,038 | 0,32 | 0,05 | 0,5 | 3,61 |
| XYL35090 | 3,42 | 28,8 | | | | | |
| XYL35100 | 3,8 | 32 | | | | | |
| XYL35120 | 4,56 | 38,4 | | | | | |
| XYL35140 | 5,32 | 44,8 | | | | | |
| XYL35160 | 6,08 | 51,2 | | | | | |

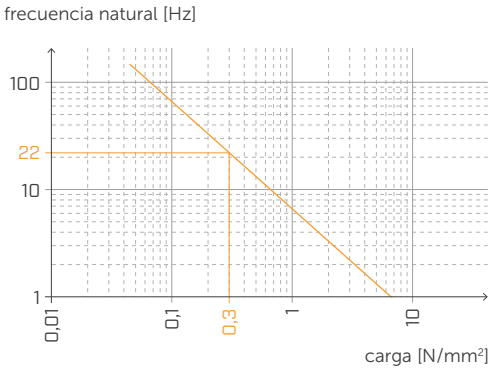
Para realizar la evaluación correcta del producto con MyProject es suficiente seguir las instrucciones paso a paso del software.

**Nota**: se evalúa el comportamiento estático del material en compresión, considerando que las deformaciones debidas a las cargas son estáticas. Esto porque un edificio no presenta fenómenos relevantes de desplazamiento ni deformaciones dinámicas.
Rothoblaas ha optado por definir un intervalo de carga que garantice unas buenas prestaciones acústicas y evite deformaciones excesivas y movimientos diferenciales en los materiales, incluidos los revestimientos finales del edificio. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

## DETERMINACIÓN DE LA PRESTACIÓN

Una vez identificadas las cargas, se debe localizar cuál es la frecuencia de proyecto, es decir, la frecuencia de excitación del elemento frente a la cual quiero aislar la estructura. A continuación, se proporciona un ejemplo para que la explicación sea más simple y asequible.

Supongamos que haya una carga de 0,3 N/mm$^2$ que actúa sobre la banda. En este caso se ha tomado el producto XYLOFON 35, porque la carga no es particularmente elevada. De la lectura del gráfico se desprende que la banda presenta una frecuencia de resonancia en torno a 22 Hz.

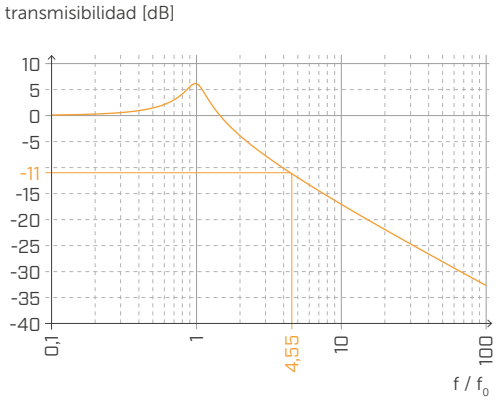



Llegados a este punto, se puede calcular la transmisibilidad del producto en estas condiciones de carga refiriéndose a la frecuencia de proyecto de 100 Hz.

$$\text{transmisibilidad} = f/f_0 = 4{,}55$$

Luego será necesario utilizar el gráfico de la transmisibilidad posicionando el valor 4,55 de cálculo en el eje de abscisas y se interseca la curva de la transmisibilidad.
Se deduce que la transmisibilidad del material es negativa, es decir que el material logra aislar -11 dB aproximadamente.

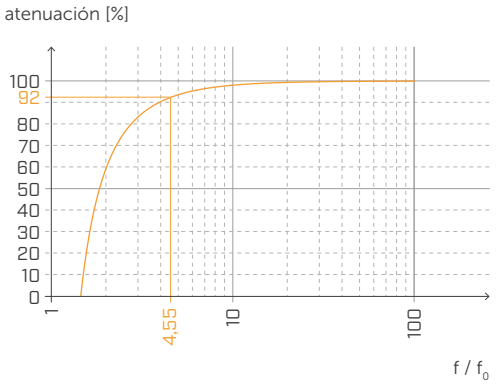
**LA TRANSMISIBILIDAD ES POSITIVA CUANDO EL MATERIAL TRANSMITE Y SE VUELVE NEGATIVA CUANDO LA BANDA COMIENZA A AISLAR.**
Por lo tanto, este valor se debe leer como si el producto, cargado de tal forma, aislase 11 dB a una frecuencia de referencia de 100 Hz.




Lo mismo se puede hacer usando el gráfico de la atenuación; se obtiene el porcentaje de vibraciones atenuadas a la frecuencia de proyecto inicial. También la atenuación se calcula con las condiciones de carga referidas a la frecuencia de proyecto de 100 Hz.

$$\text{atenuación} = f/f_0 = 4{,}55$$

En el gráfico, posicionando el valor calculado de 4,55 en el eje de abscisas, se interseca la curva de la atenuación.
Se deduce que la atenuación del material es óptima, es decir, que el material logra aislar más del 92 % de la transmisión.




Básicamente con estos dos diferentes inputs se logra el mismo resultado, pero en caso de que se fije la deformación, se comienza con un rendimiento mecánico y no acústico.
A raíz de estas consideraciones, Rothoblaas aconseja empezar siempre de la frecuencia de proyecto y de las cargas presentes para poder optimizar el material en función de las condiciones reales.

# EVALUACIÓN TÉCNICA EUROPEA (ETA)

La evaluación técnica europea (ETA) proporciona un procedimiento **independiente en ámbito europeo** para evaluar las prestaciones de las características esenciales de los productos de construcción no estándar.

### OBJETIVIDAD E INDEPENDENCIA

Solo los organismos de evaluación técnica (TAB) independientes pueden expedir ETA. La evaluación independiente refuerza la credibilidad de la información sobre las prestaciones del producto, mejora la **transparencia del mercado** y garantiza que los valores declarados se prueben según **normas precisas**, adecuadas para el uso previsto del producto.

### TRANSPARENCIA

Las ETA proporcionan **datos fiables sobre las prestaciones del producto** que se pueden comparar en toda Europa según las especificaciones técnicas armonizadas, los Documentos de Evaluación Europeos (DEE).
Las ETA hacen que los productos de construcción se puedan **comparar en todo el Espacio Económico Europeo**, ya que proporcionan información detallada sobre sus prestaciones.

## PARÁMETROS ESTÁTICOS SEGÚN ETA

### MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO Y DINÁMICO

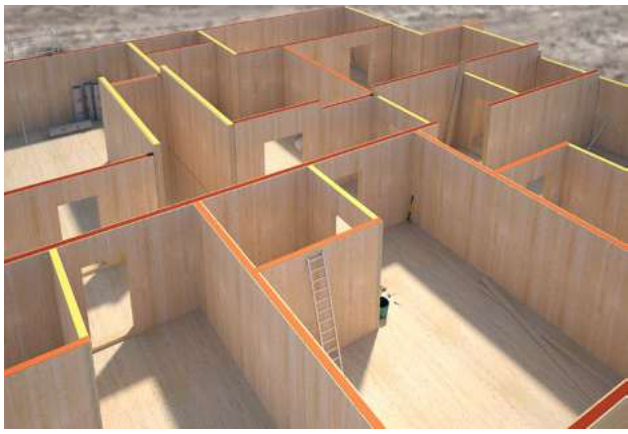
Muchos productos comercializados se prueban para determinar el módulo elástico dinámico y el factor de amortiguación con el fin de proporcionar gráficos de transmisibilidad en función de la frecuencia natural de la banda resiliente.

Como no hay una norma común, cada fabricante sigue un procedimiento diferente y, a menudo, no declara ni la norma aplicada ni la configuración de prueba.

Teniendo en cuenta el destino de uso de **XYLOFON**, el módulo elástico dinámico y el factor de amortiguación deben determinarse en compresión (no tendría sentido determinarlos con otros métodos de deformación).
El módulo elástico dinámico y el factor de amortiguación se miden en condiciones dinámicas y son importantes para reducir las vibraciones en los aparatos de servicio o en otras fuentes de vibración.

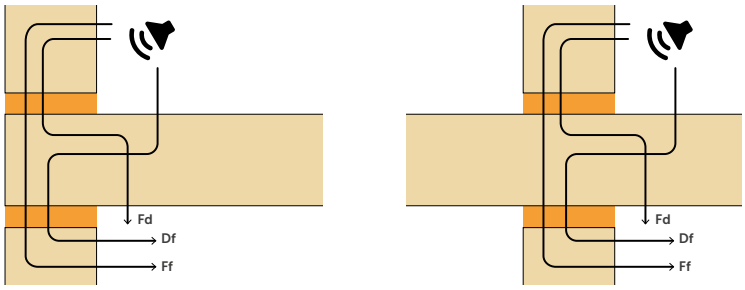
En los edificios, **XYLOFON** está sometido a cargas estáticas y cuasiestáticas, por lo que el módulo elástico dinámico no es tan representativo del comportamiento real del producto.

Las pruebas demuestran que la fricción de la banda puede influir en el valor del módulo elástico y, por este motivo, es necesario realizar siempre las mediciones con y sin lubricante y, así, obtener un valor independiente de las condiciones de frontera (sin fricción) y un valor representativo de las condiciones operativas in situ (con fricción).



## ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE VIBRACIONES - $K_{ij}$

Debido a la falta de una norma común, cada fabricante proporciona valores $K_{ij}$ ensayados en una configuración diferente (tipo de unión, número de sistemas de fijación, etc.). Es importante precisar la configuración de las pruebas y las condiciones de frontera utilizadas, porque el resultado está fuertemente influenciado por las distintas variables que definen la unión.



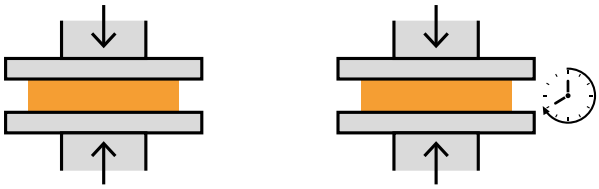

En la Evaluación Técnica Europea los resultados se expresan de forma clara con el fin de evitar ambigüedades en la configuración.

## SOLICITACIÓN Y DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN

**XYLOFON** ha sido ensayado con solicitaciones de compresión considerables y ha demostrado un comportamiento lineal también con cargas elevadas.

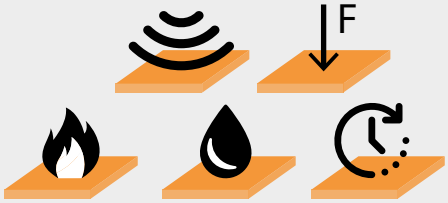
Desde un punto de vista estático, es importante proporcionar el **esfuerzo de compresión en función de la deformación** (por ejemplo, 1 mm, 2 mm y 3 mm de compresión) y, así, limitar la deformación máxima y el posible fallo estructural.

Las bandas resilientes están sometidas a una carga constante durante su vida útil, por esto, es importante prever el **comportamiento a largo plazo**, tanto por razones estáticas (para evitar fallos diferenciales en la estructura) como por razones acústicas (una tira resiliente aplastada no tienen la misma respuesta elástica y, en consecuencia, las prestaciones acústicas disminuyen).



Por el mismo motivo, es importante evaluar el **espesor final del producto** tras la compresión durante un determinado tiempo y tras un periodo de recuperación.

**Rothoblaas ha invertido en el desarrollo de soluciones que sigan un enfoque multidisciplinario y que tengan en cuenta la realidad de las obras. Las mediciones en el laboratorio, las pruebas estáticas, las pruebas de durabilidad, el control de la humedad y el estudio de las prestaciones de resistencia al fuego permiten al diseñador disponer de datos válidos y no de simples valores teóricos sin confirmación práctica.**



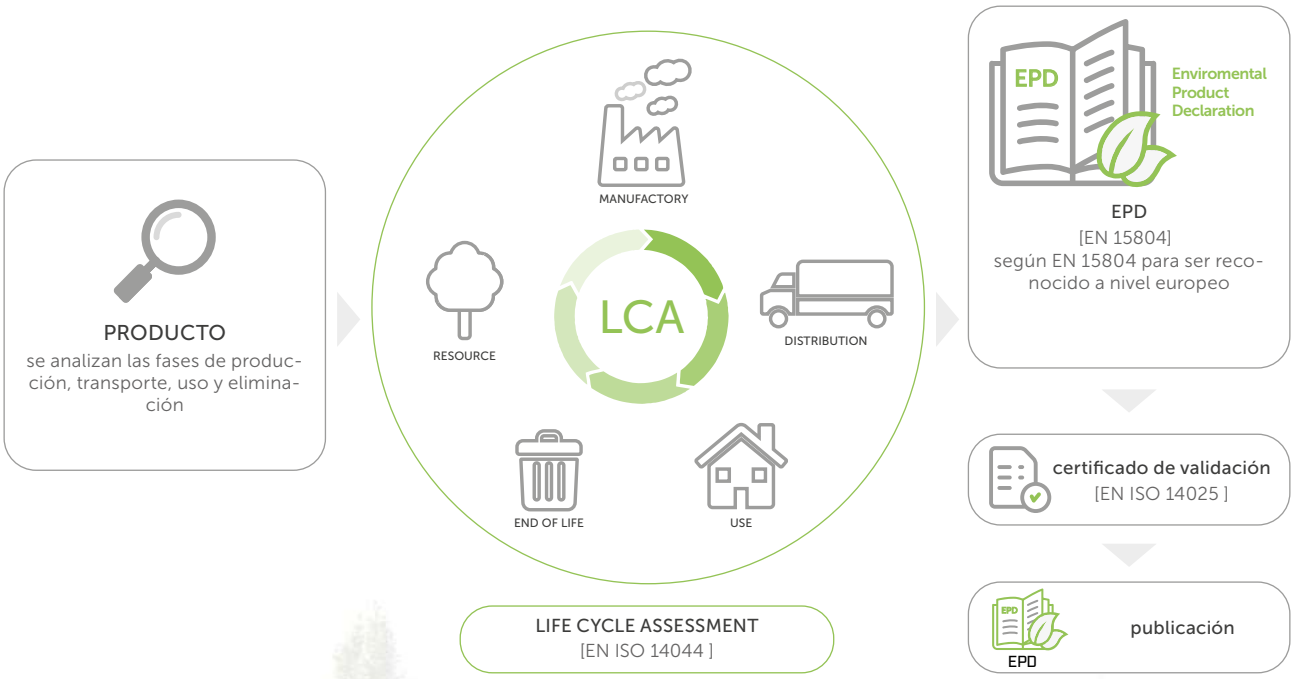
# SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad medioambiental es un tema que está adquiriendo cada vez más importancia en el sector de la construcción y que en nuestra empresa se tiene en cuenta desde hace tiempo.

Aunque la construcción de madera es, en muchos aspectos, más sostenible que otros sistemas de construcción, sigue siendo necesario evaluar los impactos relacionados con todo el ciclo de vida de los productos para poder hacer una comparación objetiva entre los diferentes sistemas de construcción.

Una válida herramienta para hacerlo es la **EPD** (**Environmental Product Declaration**). Se trata de una declaración medioambiental de tipo III según la norma EN ISO 14025 que, en función de parámetros específicos, permite redactar un documento técnico con el que realizar una comparación objetiva sobre el impacto medioambiental de varios productos.

La EPD es una declaración basada en la **LCA** (**Life Cycle Assessment)** para la cual se requiere el estudio de todos los aspectos relacionados con la producción, el uso y la eliminación del producto.

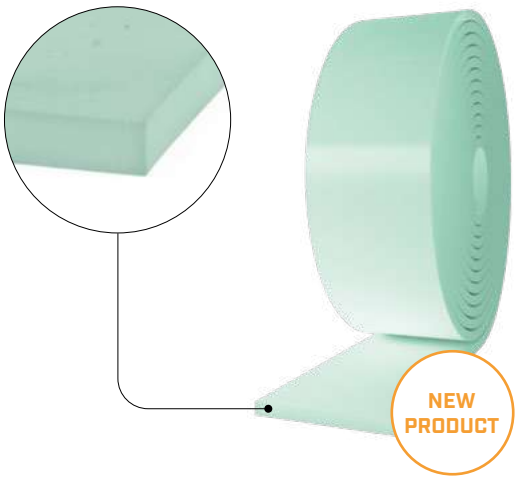



Se trata de una iniciativa voluntaria, no obligatoria por ley, que hemos decidido implantar para conocer el impacto ambiental de nuestros productos y para que el proyectista tenga una idea cada vez más precisa de la huella ecológica del edificio que está diseñando.

# XYLOFON 20

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| CÓDIGO | Shore | B [mm] | L [m] | s [mm] | unid. |
|---|---|---|---|---|---|
| XYL20050 | | 50 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20080 | | 80 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20090 | | 90 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20100 | 20 | 100 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20120 | | 120 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20140 | | 140 | 3,66 | 6,0 | 1 |
| XYL20160 | | 160 | 3,66 | 6,0 | 1 |




## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | desde | a | desde | a | desde | a | |
| XYL20050 | 0,7 | 8 | 0,014 | 0,16 | 0,06 | 0,6 | *1,25* |
| XYL20080 | 1,12 | 12,8 | | | | | |
| XYL20090 | 1,26 | 14,4 | | | | | |
| XYL20100 | 1,4 | 16 | | | | | |
| XYL20120 | 1,68 | 19,2 | | | | | |
| XYL20140 | 1,96 | 22,4 | | | | | |
| XYL20160 | 2,24 | 25,6 | | | | | |

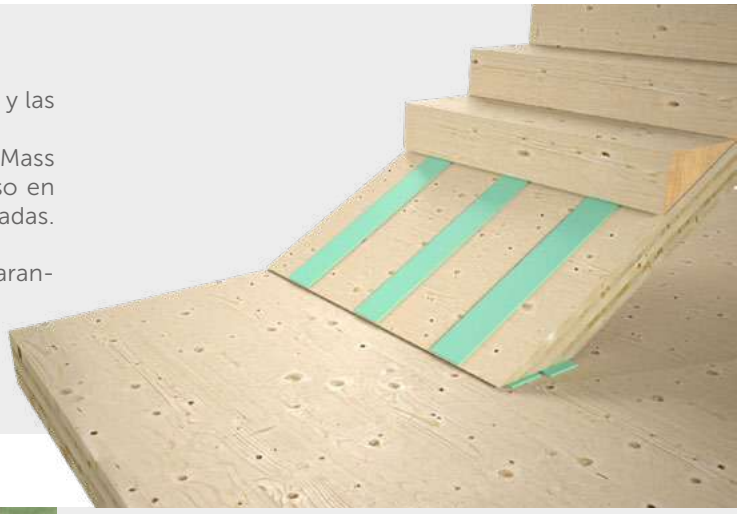
(1) Las franjas de carga mencionadas están optimizadas con respecto al comportamiento estático del material evaluado en compresión considerando el efecto de la fricción y la frecuencia de resonancia del sistema, que se encuentra entre 20 y 30 Hz, con una deformación máxima del 12%.

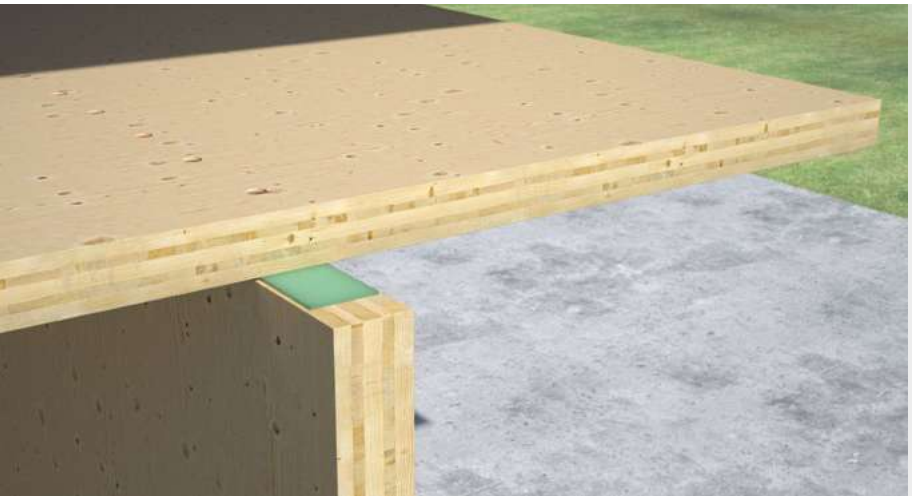
(2) Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## LIGEREZA Y ALTURA

XYLOFON 20 es la innovación de gama para las estructuras ligeras y las cargas reducidas.
El rendimiento de aislamiento acústico es el de los productos para Mass Timber, pero la mezcla de poliuretano de 20 Shore permite el uso en estructura de entramado, cubiertas y forjados de dimensiones limitadas.

En la construcción de edificios multipisos, el uso de XYLOFON 20 garantiza la insonorización de las plantas más altas.





## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}^{(3)}$ : **> 6** dB

Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**1,25** N/mm²

Carga acústica:

de **0,014** hasta **0,16** N/mm²

# XYLOFON 35

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | desde | a | desde | a | desde | a | |
| **XYL35080** | 3,04 | 25,6 | 0,038 | 0,32 | 0,05 | 0,5 | ***3,61*** |
| **XYL35090** | 3,42 | 28,8 | | | | | |
| **XYL35100** | 3,8 | 32 | | | | | |
| **XYL35120** | 4,56 | 38,4 | | | | | |
| **XYL35140** | 5,32 | 44,8 | | | | | |
| **XYL35160** | 6,08 | 51,2 | | | | | |

[1] Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

[2] Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{lij}$[3] | ISO 10848 | 7,4 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 3,22 MPa (1,74 MPa) |
| Módulo elástico dinámico medido a 1Hz $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 2,79 - 0,77 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 5 Hz $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 3,10 - 1,00 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 10 Hz $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 3,28 - 1,09 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 50 Hz $E'_{50Hz}$ - $E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 3,60 - 1,38 MPa |
| Factor de amortiguación medido a 1 Hz $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,276 |
| Factor de amortiguación medido a 5 Hz $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,321 |
| Factor de amortiguación medido a 10 Hz $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,332 |
| Factor de amortiguación medido a 50 Hz $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,382 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,54 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 0,72% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1mm}$ | ISO 844 | 0,5 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2mm}$ | ISO 844 | 1,54 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3mm}$ | ISO 844 | 3,61 N/mm² |
| Rigidez dinámica s'[4] | ISO 9052 | 1262 MN/m³ |
| Temperatura máxima de uso (TGA) | - | 200 °C |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

[3] $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

[4] La norma prevé la medición con cargas comprendidas entre 0,4 y 4 kPa y no con la carga de servicio del producto.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$ [3] : **> 7,4** dB

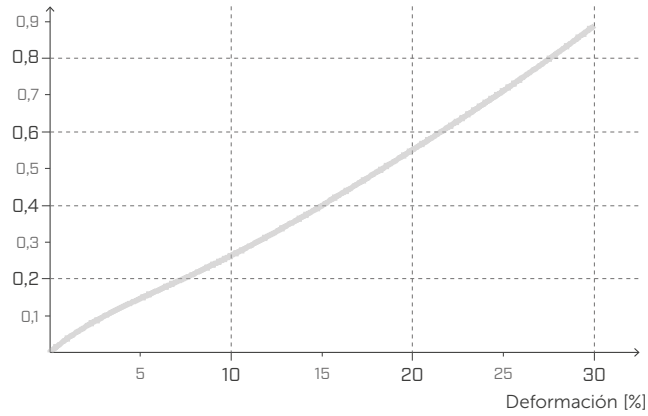
Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**3,61** N/mm²

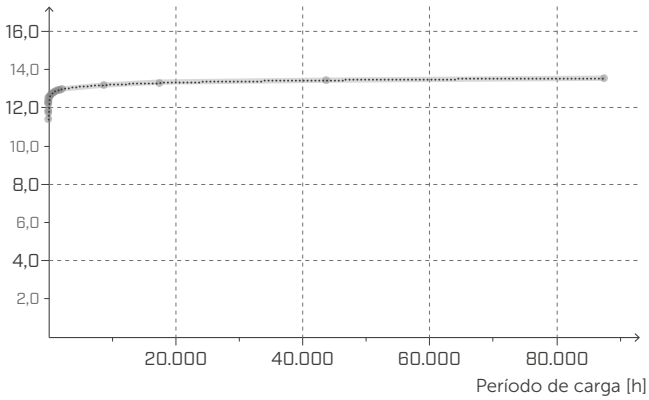
Carga acústica:

desde **0,038** hasta **0,32** N/mm²

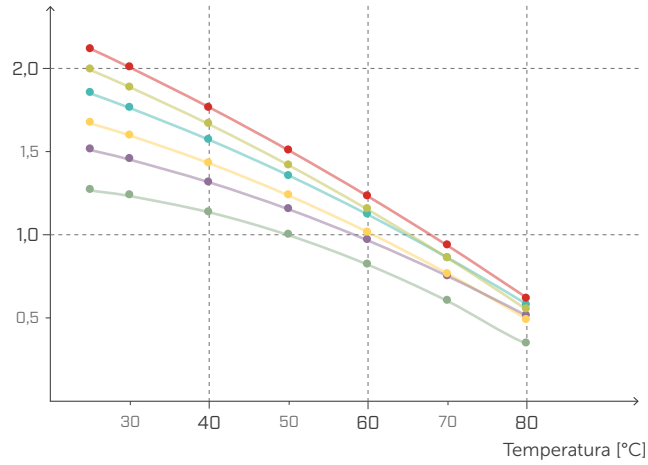
## TENSIÓN | DEFORMACIÓN
COMPRESIÓN



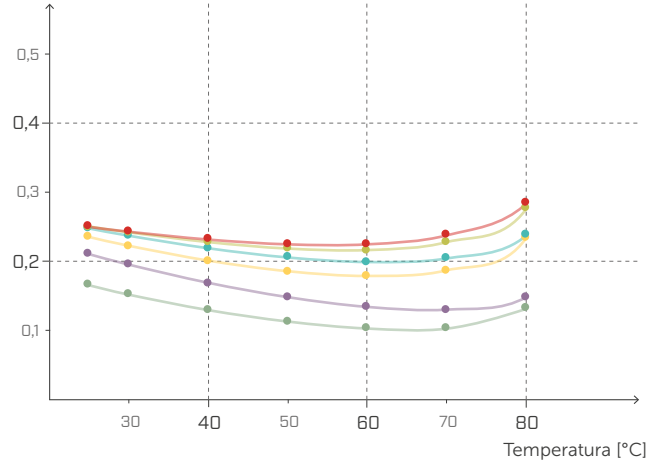

## CREEP
COMPRESIÓN



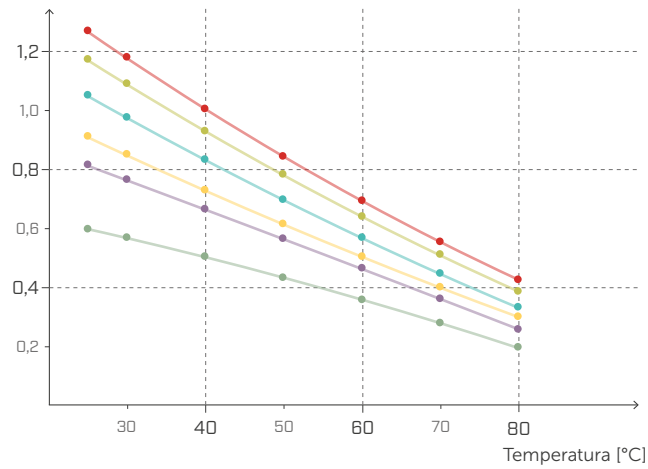

## MÓDULO ELÁSTICO Y DINÁMICO E'
DMTA



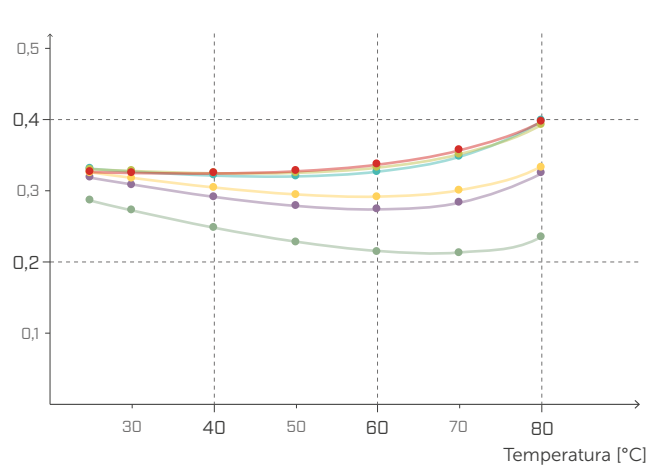

## TAN δ EN TENSIÓN
DMTA




## MÓDULO ELÁSTICO DINÁMICO G'
DMTA




## TAN δ AL ESFUERZO CORTANTE
DMTA

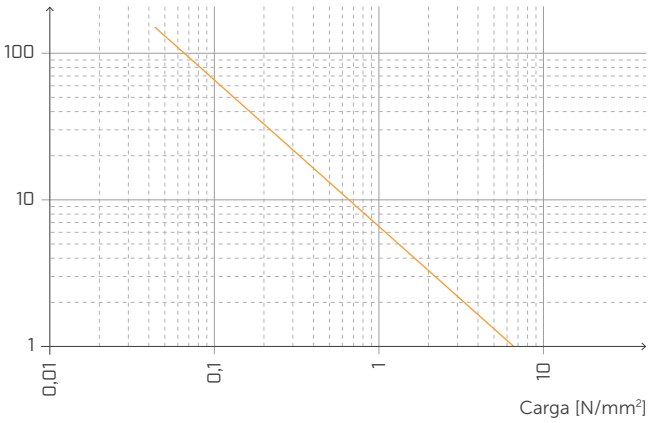



1,0 Hz/MPa  5,0 Hz/MPa  10,0 Hz/MPa  20,0 Hz/MPa  33,3 Hz/MPa  50,0 Hz/MPa

# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

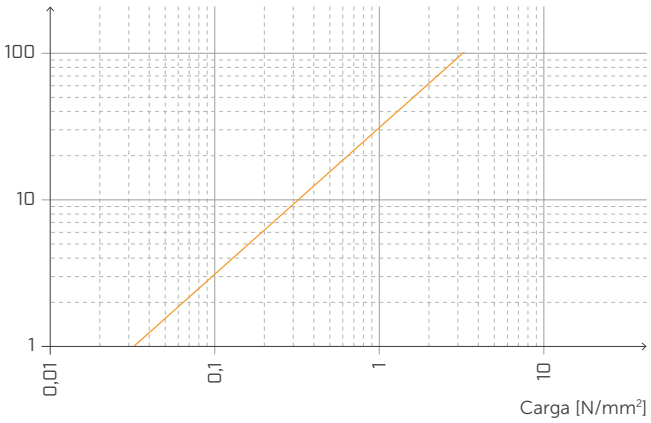
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



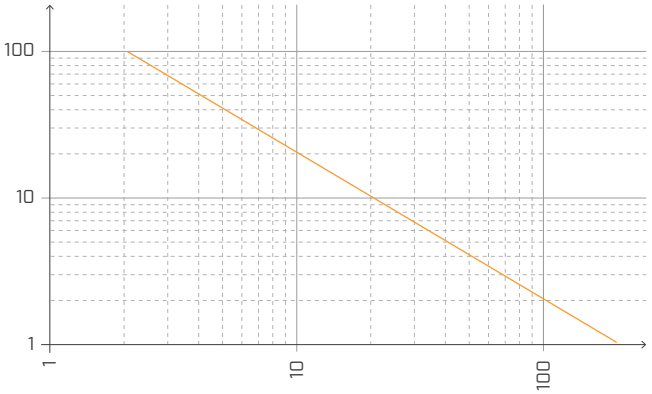

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



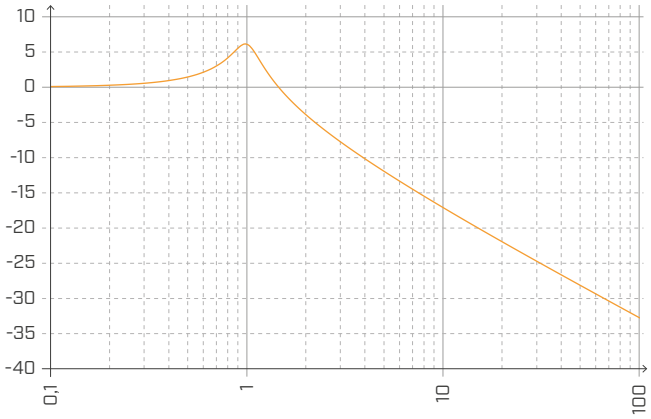

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



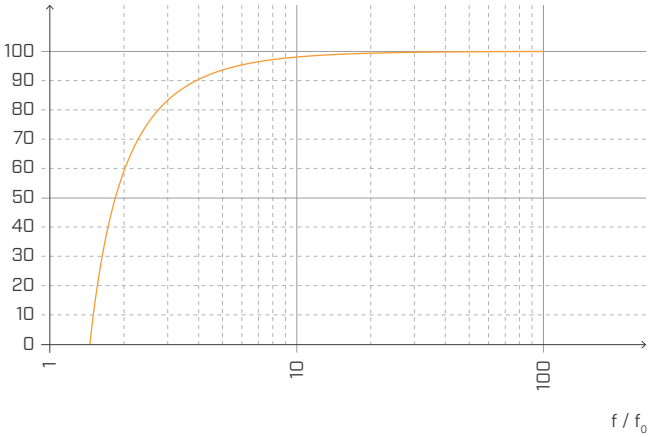

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



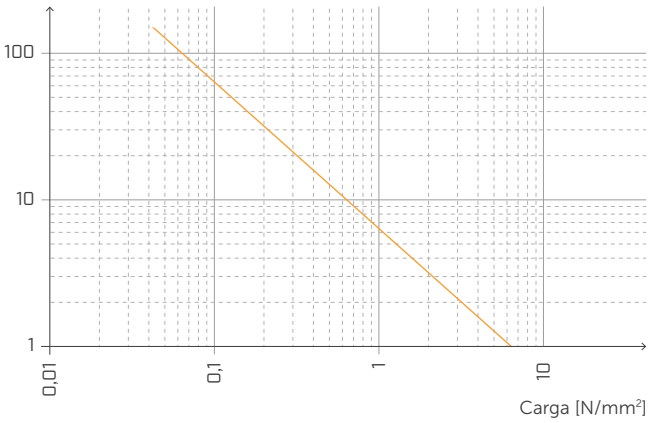

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

5 Hz

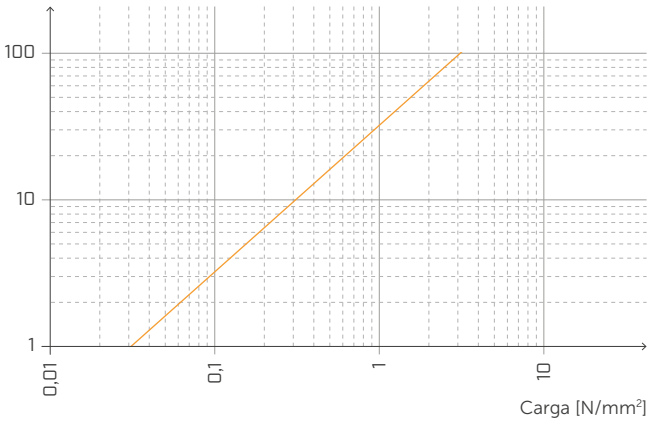
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



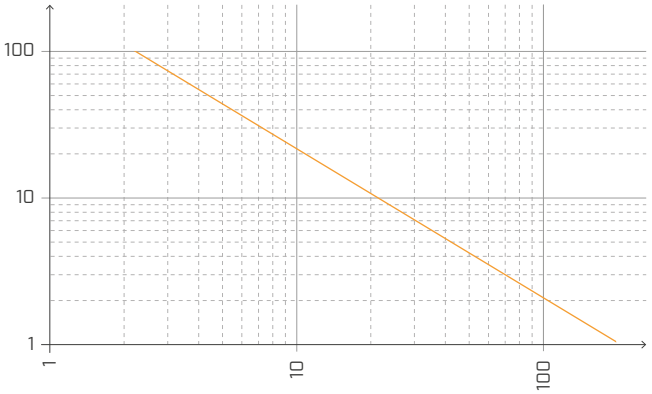

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



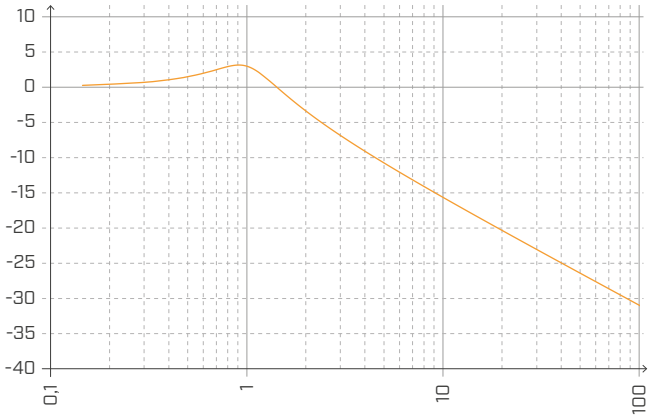

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



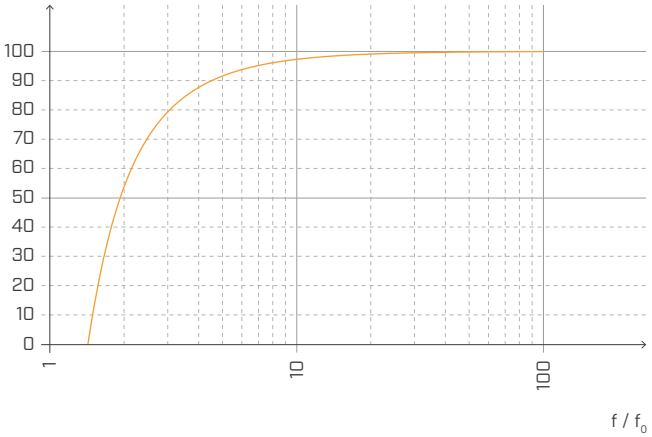

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]



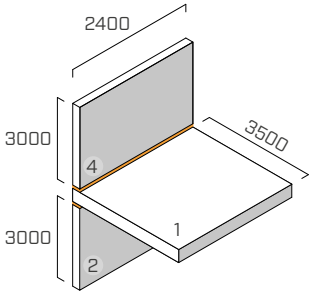

## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 5 Hz.

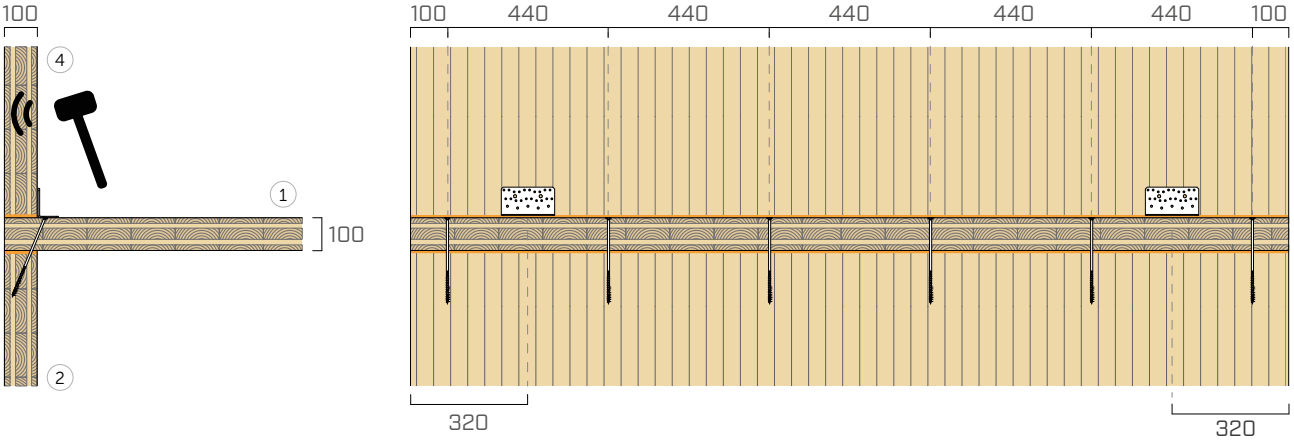
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado + entre el forjado y la pared inferior.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 12,5 | 19,6 | 10,5 | 13,7 | 14,8 | 16,7 | 19,0 | 17,6 | 16,7 | 18,5 | 21,3 | 22,8 | 23,2 | 18,8 | 19,8 | 20,5 |

$\overline{K_{14}}$ = **17,9 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **14,4 dB** $\Delta_{l,14}$ = **3,5 dB**

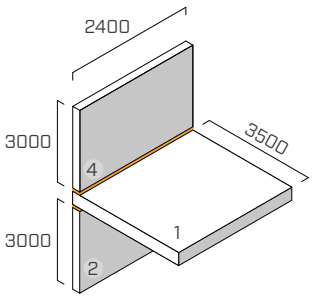
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 18,2 | 21,3 | 12,3 | 15,3 | 17,3 | 17,6 | 20,7 | 20,1 | 23,6 | 22,3 | 23,2 | 24,0 | 24,3 | 22,0 | 24,1 | 20,3 |

$\overline{K_{12}}$ = **20,3 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,6 dB** $\Delta_{l,12}$ = **5,7 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 11,8 | 25,9 | 16,1 | 23,5 | 21,1 | 25,4 | 23,9 | 23,6 | 26,2 | 27,5 | 32,6 | 34,1 | 33,2 | 35,0 | 34,7 | 32,0 |

$\overline{K_{24}}$ = **26,8 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **20,4 dB** $\Delta_{l,24}$ = **6,4 dB**

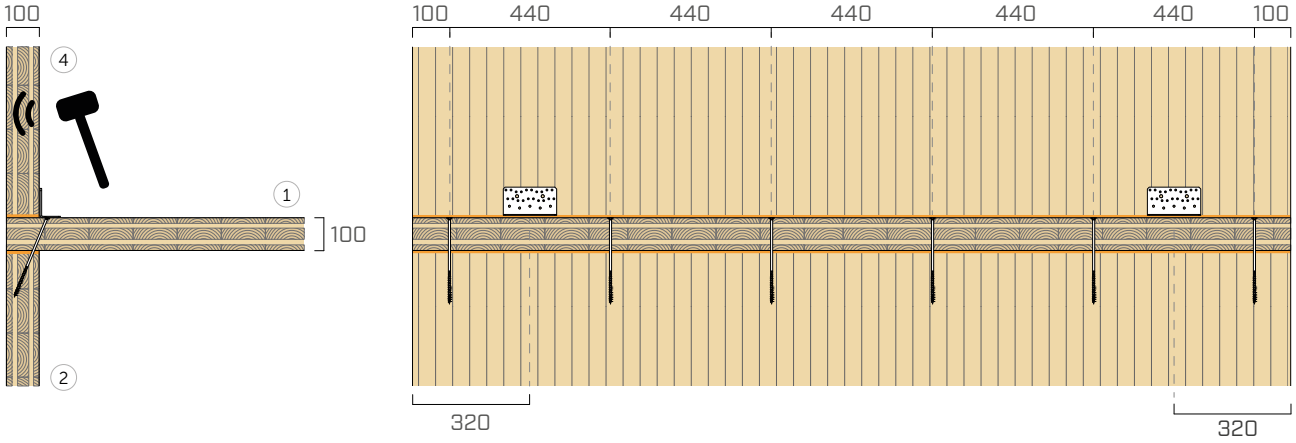
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado + entre el forjado y la pared inferior.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: 210000




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 21,0 | 20,1 | 16,1 | 19,9 | 17,5 | 21,4 | 24,4 | 17,7 | 20,9 | 17,6 | 17,9 | 19,2 | 20,7 | 18,2 | 18,5 | 21,7 |

$\overline{K_{14}}$ = **19,4 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **13,3 dB** $\Delta_{l,14}$ = **6,1 dB**

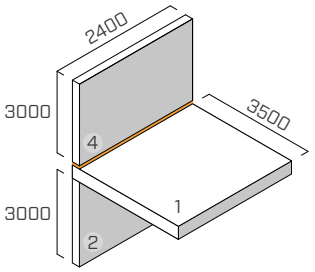
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 21,7 | 24,6 | 17,2 | 20,0 | 21,1 | 20,5 | 20,0 | 20,9 | 21,8 | 22,6 | 20,7 | 22,4 | 27,0 | 21,8 | 22,3 | 27,4 |

$\overline{K_{12}}$ = **21,6 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,5 dB** $\Delta_{l,12}$ = **7,1 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 18,9 | 29,2 | 23,3 | 22,6 | 24,2 | 22,5 | 22,0 | 20,2 | 22,6 | 22,0 | 24,7 | 25,8 | 32,0 | 29,9 | 28,5 | 29,6 |

$\overline{K_{24}}$ = **24,7 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **17,3 dB** $\Delta_{l,24}$ = **7,4 dB**

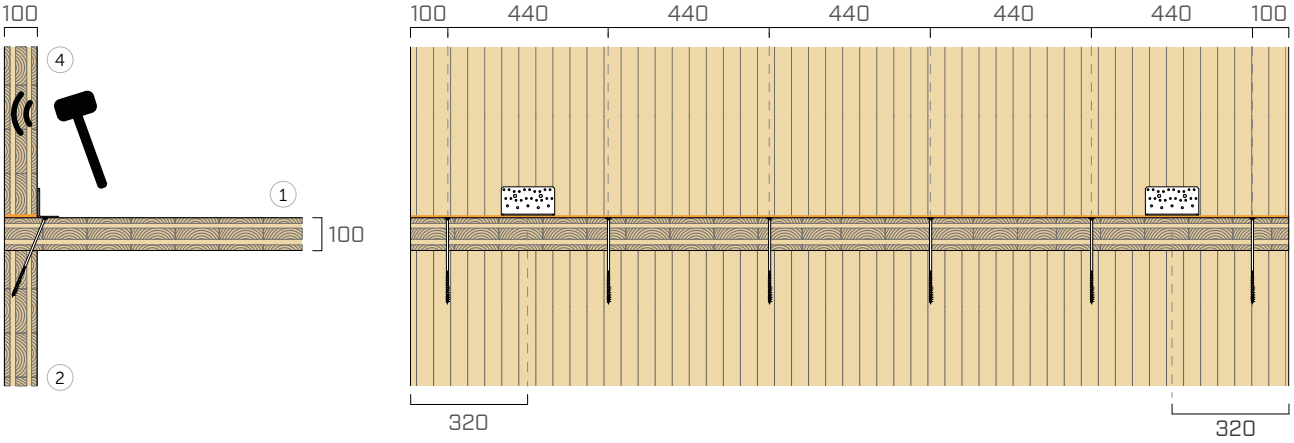
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado
**dimensiones:** anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: 210000




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 20,9 | 19,3 | 20,5 | 20,4 | 16,4 | 21,4 | 26,2 | 19,1 | 21,6 | 17,7 | 18,9 | 21,6 | 20,1 | 17,7 | 18,3 | 20,1 |

$\overline{K_{14}}$ = **20,1 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **13,3 dB** $\Delta_{l,14}$ = **6,8 dB**

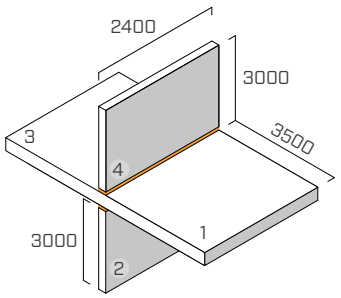
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 20,1 | 18,3 | 12,5 | 10,2 | 13,3 | 10,6 | 13,9 | 10,7 | 14,6 | 11,1 | 9,6 | 13,2 | 17,3 | 14,8 | 17,9 | 21,1 |

$\overline{K_{12}}$ = **13,1 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,5 dB** $\Delta_{l,12}$ = **-1,4 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 20,4 | 25,7 | 23,2 | 20,7 | 22,1 | 24,3 | 24,6 | 20,5 | 22,5 | 20,9 | 22,2 | 23,9 | 27,5 | 27,8 | 28,3 | 28,1 |

$\overline{K_{24}}$ = **23,5 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **17,3 dB** $\Delta_{l,24}$ = **6,2 dB**

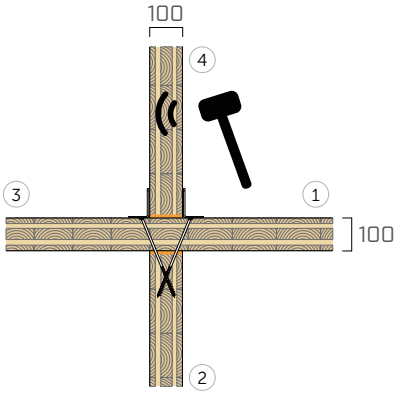
# UNIÓN EN X | PAREDES INTERIORES
EN ISO 10848-1/4

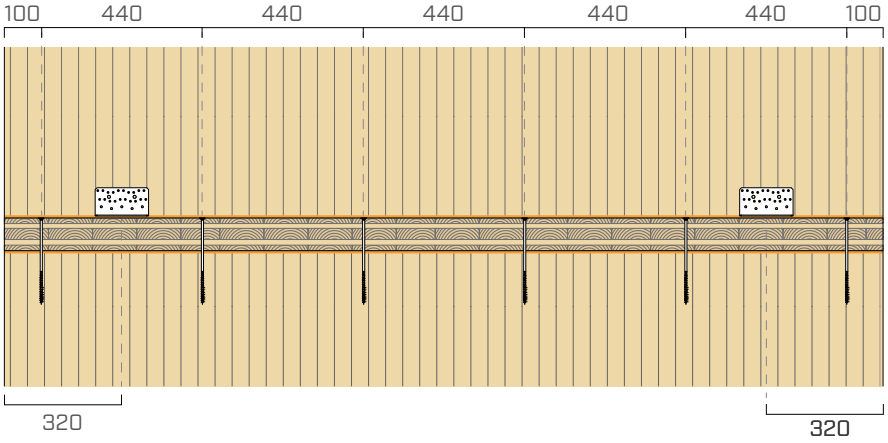



**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 7,1 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado + entre el forjado y la pared inferior
**dimensiones:** anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 19,5 | 21,5 | 19,6 | 17,0 | 17,5 | 14,7 | 19,1 | 21,0 | 20,8 | 19,3 | 22,2 | 23,2 | 22,6 | 20,4 | 19,8 | 19,9 |

$\overline{K_{14}}$ = **19,9 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **17,0 dB** $\Delta_{l,14}$ = **2,9 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 16,7 | 15,6 | 12,0 | 17,4 | 17,7 | 16,1 | 21,0 | 20,2 | 23,1 | 19,1 | 23,4 | 22,4 | 24,2 | 23,9 | 24,7 | 24,0 |

$\overline{K_{12}}$ = **19,7 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **15,9 dB** $\Delta_{l,12}$ = **3,8 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 17,1 | 26,2 | 25,2 | 26,9 | 23,2 | 25,9 | 28,2 | 24,6 | 26,6 | 30,2 | 32,2 | 33,5 | 31,4 | 37,0 | 36,3 | 32,8 |

$\overline{K_{24}}$ = **28,6 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **23,2 dB** $\Delta_{l,24}$ = **5,4 dB**

# XYLOFON 50

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | desde | a | desde | a | desde | a | |
| **XYL50080** | 17,6 | 54,4 | 0,22 | 0,68 | 0,07 | 0,6 | *8,59* |
| **XYL50090** | 19,8 | 61,2 | | | | | |
| **XYL50100** | 22 | 68 | | | | | |
| **XYL50120** | 26,4 | 81,6 | | | | | |
| **XYL50140** | 30,8 | 95,2 | | | | | |
| **XYL50160** | 35,2 | 108,8 | | | | | |

[1] Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

[2] Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{lij}$[3] | ISO 10848 | 10,6 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 7,11 MPa (2,89 MPa) |
| Módulo elástico dinámico medido a 1Hz $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 4,64 - 0,55 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 5 Hz $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 3,93 - 0,68 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 10 Hz $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 4,09 - 0,73 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 50 Hz $E'_{50Hz}$ - $E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 4,36 - 0,98 MPa |
| Factor de amortiguación medido a 1 Hz $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,153 |
| Factor de amortiguación medido a 5 Hz $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,173 |
| Factor de amortiguación medido a 10 Hz $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,178 |
| Factor de amortiguación medido a 50 Hz $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,225 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,53 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 1,25% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1\ mm}$ | ISO 844 | 1,11 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2\ mm}$ | ISO 844 | 3,50 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3\ mm}$ | ISO 844 | 8,59 N/mm² |
| Rigidez dinámica s'[4] | ISO 9052 | 1455 MN/m³ |
| Temperatura máxima de uso (TGA) | - | 200 °C |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

[3] $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

[4] La norma prevé la medición con cargas comprendidas entre 0,4 y 4 kPa y no con la carga de servicio del producto.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$[3] : **10,6** dB

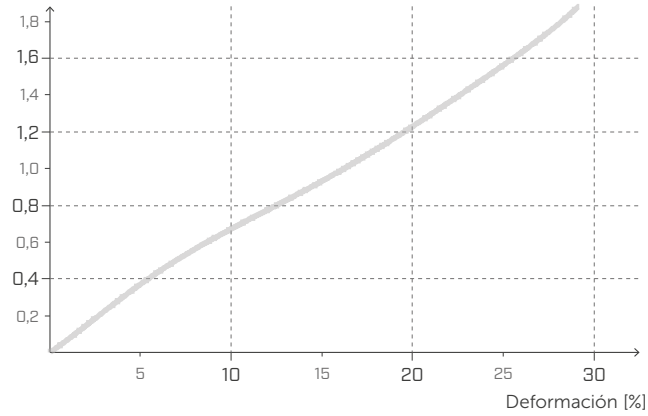
Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**8,59** N/mm²

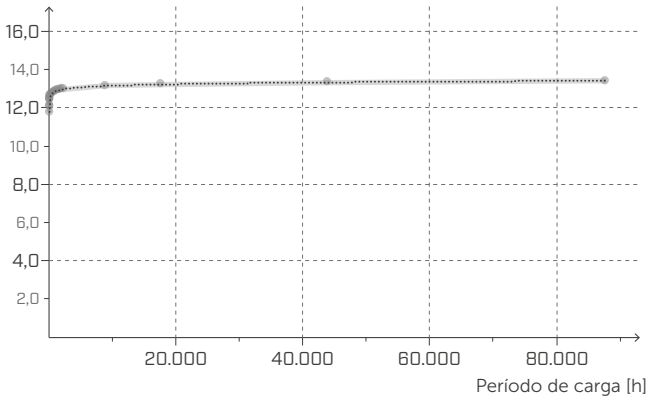
Carga acústica:

de **0,22** hasta **0,68** N/mm²

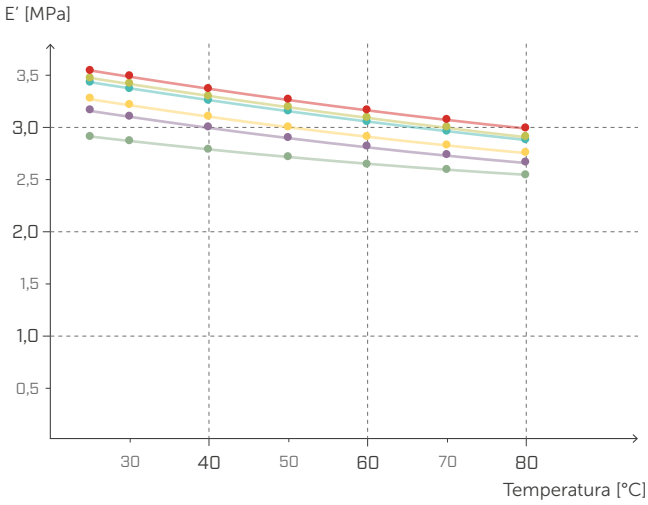
## TENSIÓN | DEFORMACIÓN
COMPRESIÓN



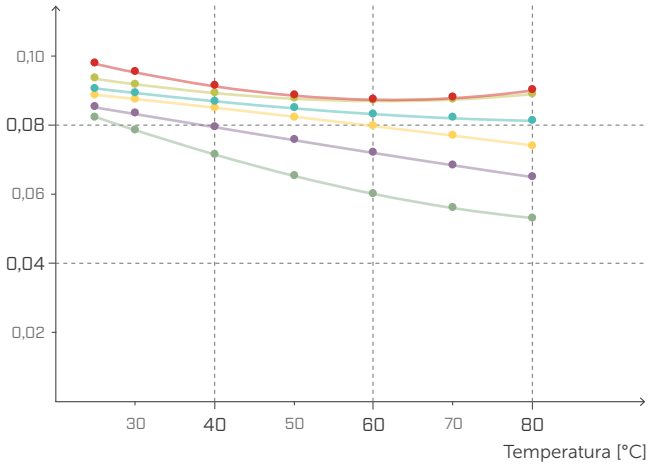

## CREEP
COMPRESIÓN



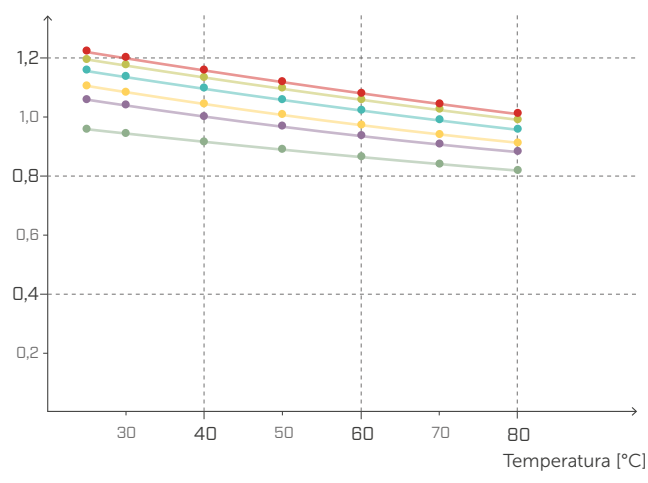

## MÓDULO ELÁSTICO Y DINÁMICO E'
DMTA



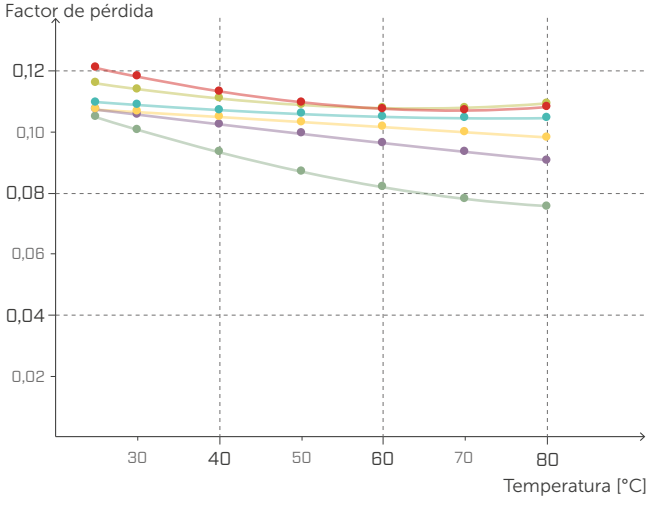

## TAN δ EN TENSIÓN
DMTA




## MÓDULO ELÁSTICO DINÁMICO G'
DMTA




## TAN δ AL ESFUERZO CORTANTE
DMTA

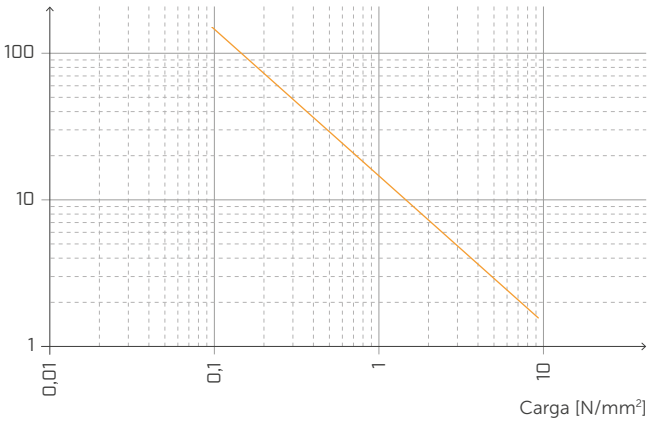



1,0 Hz/MPa | 5,0 Hz/MPa | 10,0 Hz/MPa | 20,0 Hz/MPa | 33,3 Hz/MPa | 50,0 Hz/MPa

# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

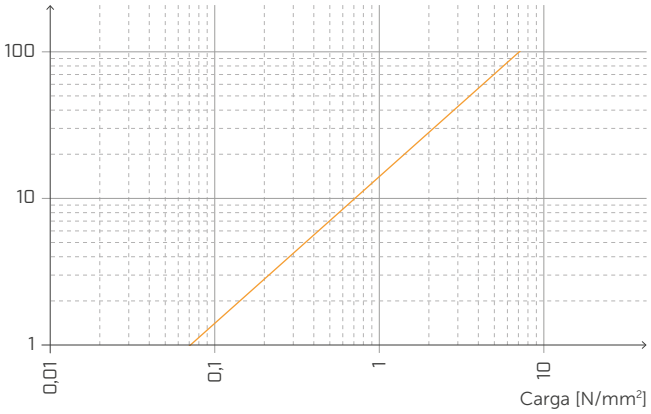
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



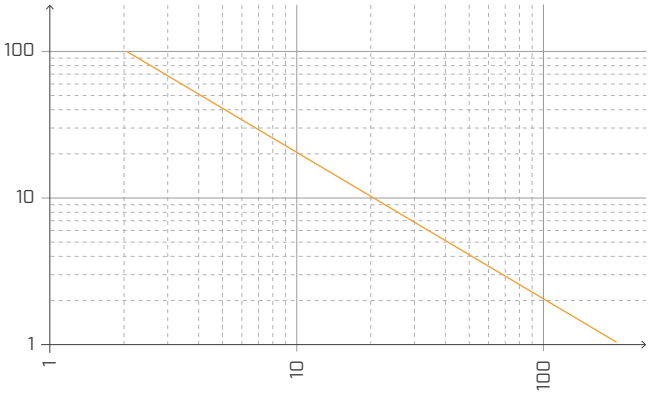

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



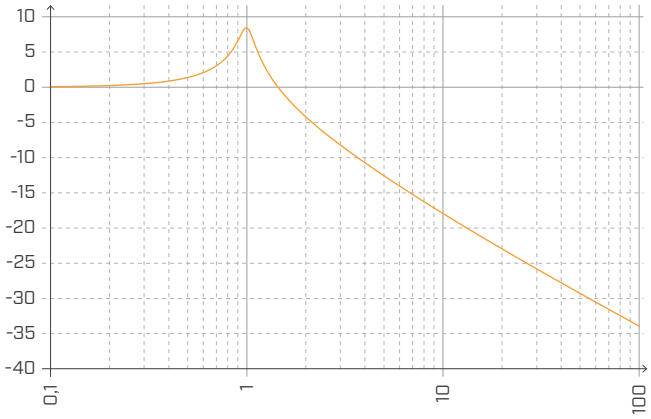

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



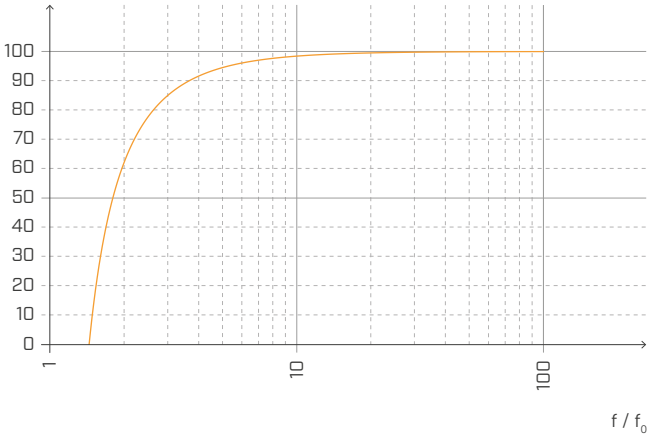

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

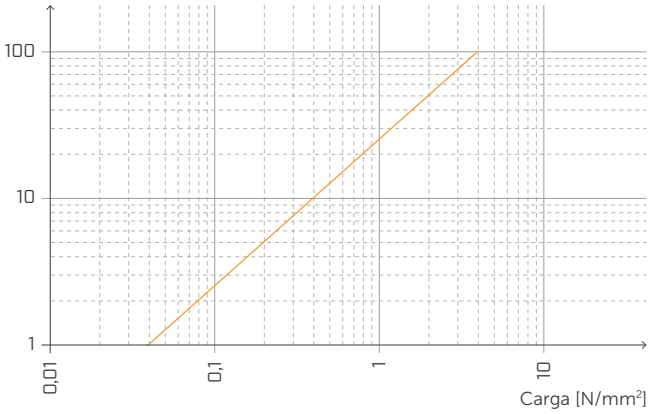
5 Hz

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

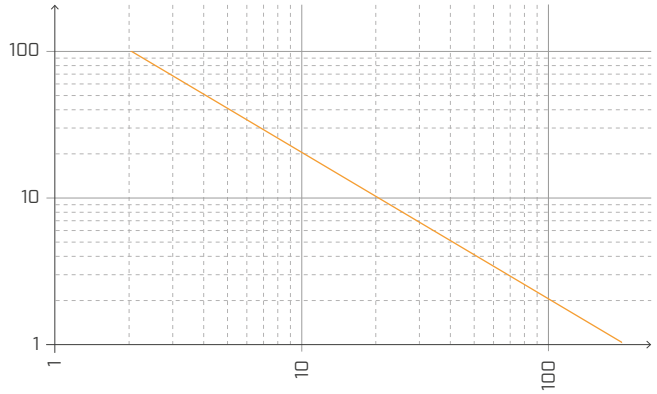
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



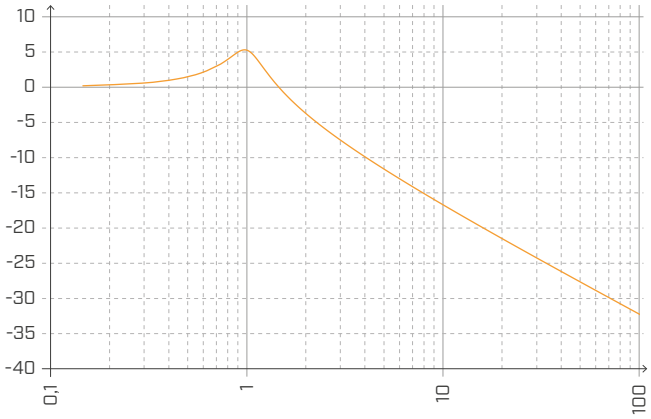

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



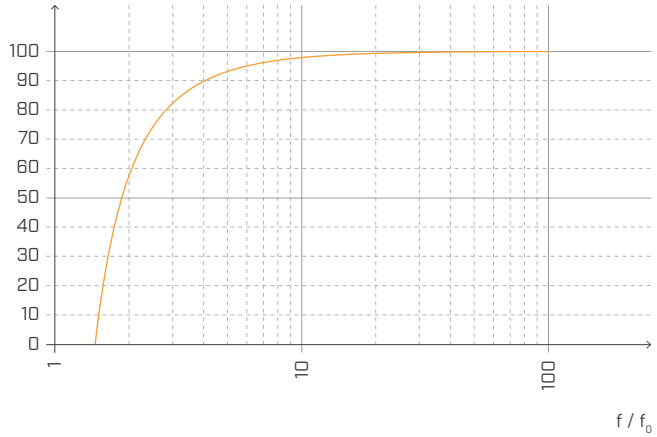

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]



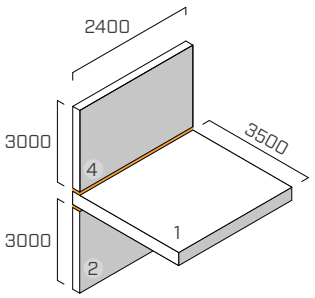

## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 5 Hz.

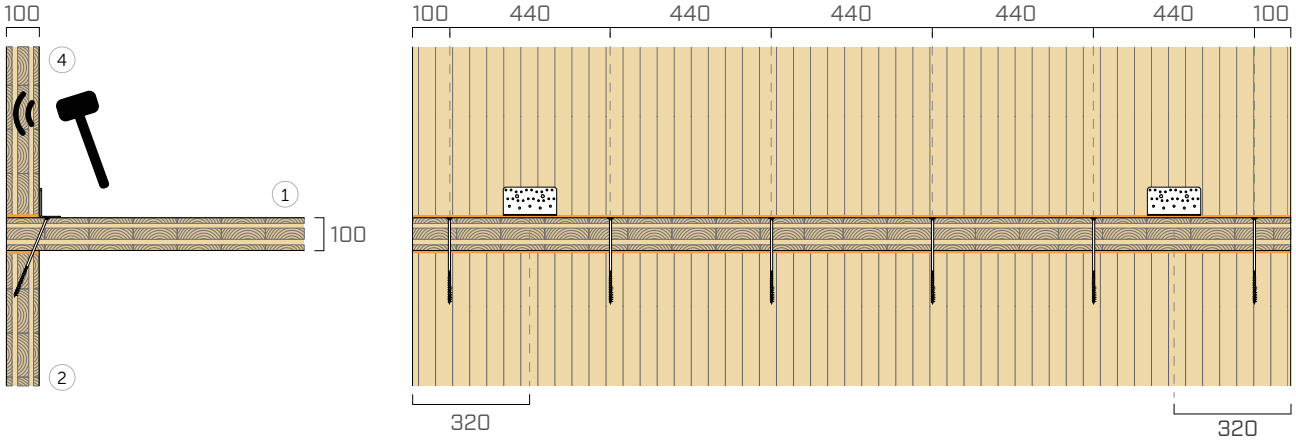
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 50 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado + entre el forjado y la pared inferior.
**dimensiones:** anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: 338000




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 17,6 | 17,7 | 20,5 | 21,3 | 18,4 | 21,9 | 24,3 | 16,9 | 20,5 | 21,0 | 18,6 | 19,7 | 21,9 | 16,1 | 16,3 | 20,7 |

$\overline{K_{14}}$ = **19,9 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **13,3 dB** $\Delta_{l,14}$ = **6,6 dB**

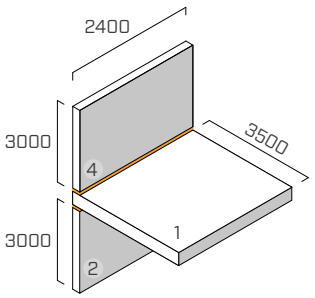
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 22,1 | 19,2 | 15,9 | 21,0 | 20,5 | 21,5 | 24,0 | 21,2 | 19,8 | 23,0 | 23,7 | 23,6 | 26,8 | 23,2 | 24,3 | 28,3 |

$\overline{K_{12}}$ = **21,8 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,5 dB** $\Delta_{l,12}$ = **7,3 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 18,7 | 26,7 | 26,6 | 31,1 | 24,4 | 27,8 | 26,6 | 25,3 | 22,5 | 27,8 | 28,6 | 33,2 | 28,6 | 33,3 | 34,0 | 31,6 |

$\overline{K_{24}}$ = **27,9 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **17,3 dB** $\Delta_{l,24}$ = **10,6 dB**

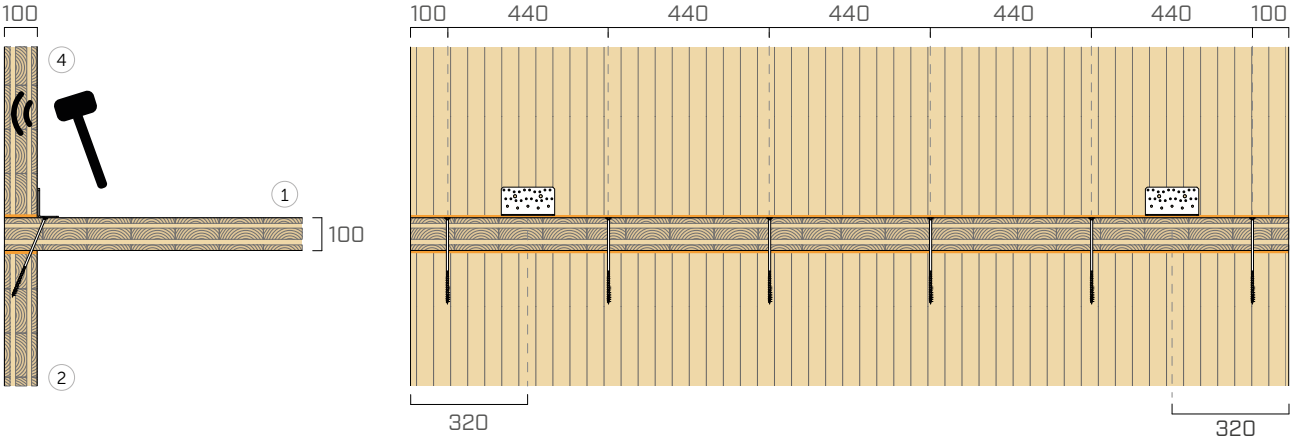
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 50 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 12,3 | 18,4 | 17,0 | 19,7 | 15,3 | 19,3 | 23,6 | 20,5 | 22,2 | 19,9 | 23,6 | 24,5 | 24,6 | 22,4 | 21,8 | 20,5 |

$\overline{K_{14}}$ = **20,8 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **14,4 dB** $\Delta_{l,14}$ = **6,4 dB**

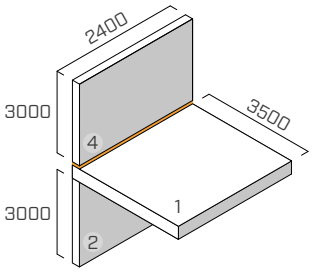
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 15,5 | 19,2 | 15,8 | 18,1 | 19,0 | 19,4 | 20,9 | 18,3 | 18,8 | 20,3 | 20,4 | 23,7 | 25,0 | 24,1 | 21,3 | 23,5 |

$\overline{K_{12}}$ = **20,2 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,6 dB** $\Delta_{l,12}$ = **5,6 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 12,3 | 25,0 | 20,2 | 26,9 | 23,5 | 27,7 | 27,0 | 27,0 | 28,8 | 30,5 | 33,5 | 36,0 | 35,9 | 38,7 | 36,1 | 31,6 |

$\overline{K_{24}}$ = **29,3 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **20,4 dB** $\Delta_{l,24}$ = **8,9 dB**

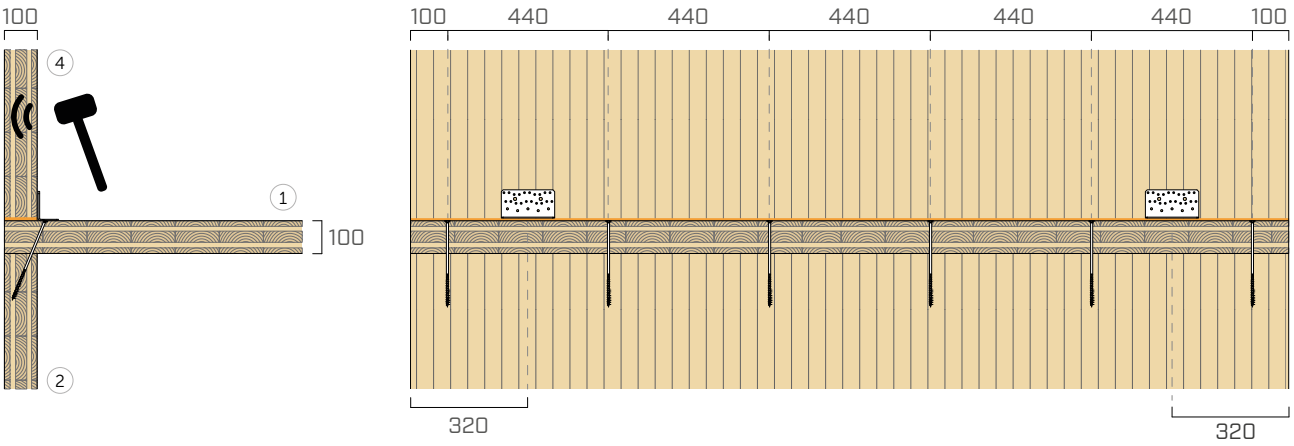
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 50 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: 338000




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 19,4 | 18,3 | 20,6 | 27,4 | 19,4 | 23,9 | 25,0 | 17,1 | 19,3 | 20,4 | 19,6 | 20,6 | 22,8 | 17,3 | 18,4 | 21,1 |

$\overline{K_{14}}$ = **20,9 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **13,3 dB** $\Delta_{l,14}$ = **7,6 dB**

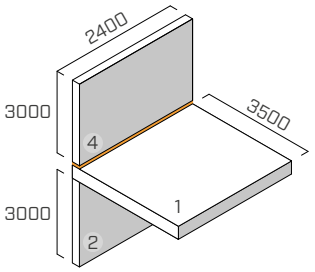
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 15,8 | 13,8 | 8,9 | 9,4 | 13,8 | 10,5 | 13,8 | 10,2 | 11,7 | 11,0 | 10,1 | 13,0 | 15,9 | 14,9 | 16,8 | 19,9 |

$\overline{K_{12}}$ = **12,1 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,5 dB** $\Delta_{l,12}$ = **-2,4 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 18,2 | 23,7 | 23,2 | 28,0 | 26,4 | 24,5 | 24,4 | 19,6 | 20,2 | 23,0 | 21,0 | 25,7 | 26,4 | 29,3 | 30,3 | 28,2 |

$\overline{K_{24}}$ = **24,3 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **17,3 dB** $\Delta_{l,24}$ = **7 dB**

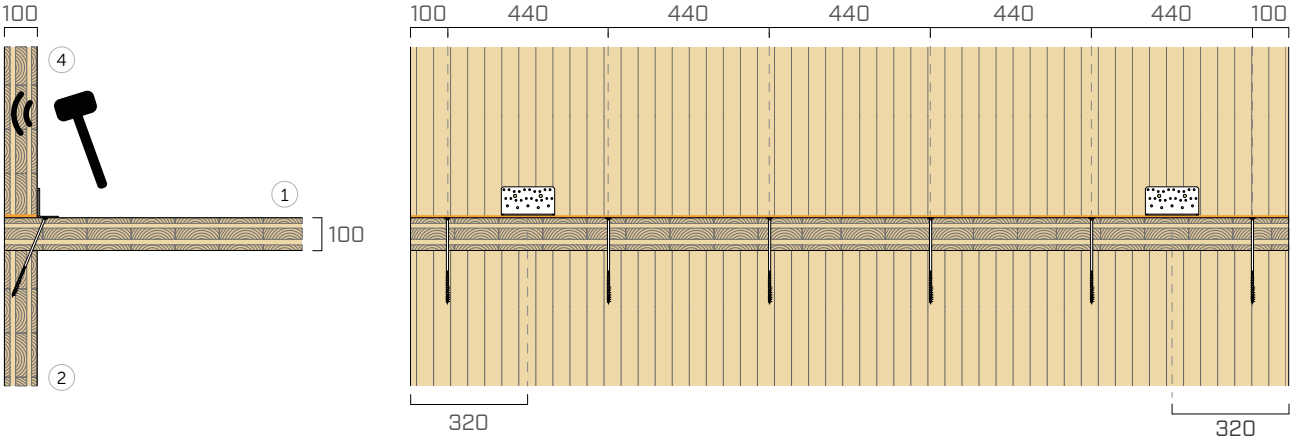
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 50 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 11,0 | 14,4 | 16,0 | 17,2 | 17,3 | 19,8 | 23,1 | 20,1 | 23,5 | 21,7 | 26,9 | 26,6 | 24,5 | 24,6 | 24,1 | 22,0 |

$\overline{K_{14}}$ = **21,2 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **14,4 dB** $\Delta_{l,14}$ = **6,8 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 15,8 | 10,9 | 9,5 | 9,2 | 14,5 | 10,7 | 13,2 | 10,3 | 14,3 | 12,1 | 14,5 | 14,4 | 15,7 | 18,0 | 19,4 | 19,7 |

$\overline{K_{12}}$ = **12,9 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,6 dB** $\Delta_{l,12}$ = **-1,8 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 15,2 | 24,5 | 21,3 | 23,8 | 19,6 | 23,0 | 22,6 | 21,9 | 26,7 | 26,8 | 31,6 | 26,3 | 29,8 | 34,3 | 34,9 | 31,1 |

$\overline{K_{24}}$ = **25,5 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **20,4 dB** $\Delta_{l,24}$ = **5,1 dB**

# XYLOFON 70

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | desde | a | desde | a | desde | a | |
| **XYL70080** | 39,2 | 120 | 0,49 | 1,5 | 0,2 | 0,65 | ***11,1*** |
| **XYL70090** | 44,1 | 135 | | | | | |
| **XYL70100** | 49 | 150 | | | | | |
| **XYL70120** | 58,8 | 180 | | | | | |
| **XYL70140** | 68,6 | 210 | | | | | |
| **XYL70160** | 78,4 | 240 | | | | | |

[1] Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

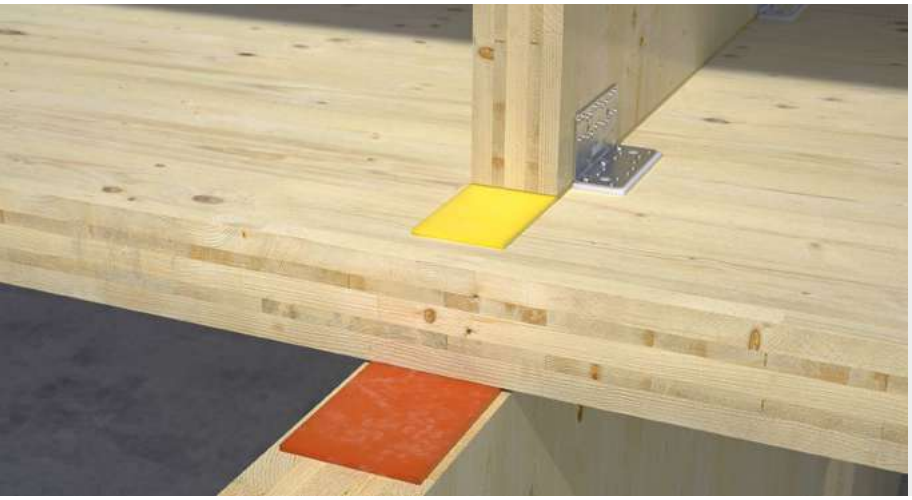
[2] Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{lij}$[3] | ISO 10848 | 7,8 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 14,18 MPa (7,26 MPa) |
| Módulo elástico dinámico medido a 1Hz $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 6,00 - 0,47 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 5 Hz $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 6,44 - 0,77 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 10 Hz $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 6,87 - 1,03 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 50 Hz $E'_{50Hz}$ - $E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 7,87 - 2,22 MPa |
| Factor de amortiguación medido a 1 Hz $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,077 |
| Factor de amortiguación medido a 5 Hz $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,118 |
| Factor de amortiguación medido a 10 Hz $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,148 |
| Factor de amortiguación medido a 50 Hz $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,282 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 2,9 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 0,71% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1\ mm}$ | ISO 844 | 2,44 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2\ mm}$ | ISO 844 | 5,43 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3\ mm}$ | ISO 844 | 11,10 N/mm² |
| Rigidez dinámica s'[4] | ISO 9052 | 1822 MN/m³ |
| Temperatura máxima de uso (TGA) | - | 200 °C |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

[3] $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

[4] La norma prevé la medición con cargas comprendidas entre 0,4 y 4 kPa y no con la carga de servicio del producto.



## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$[3] : **7,8** dB

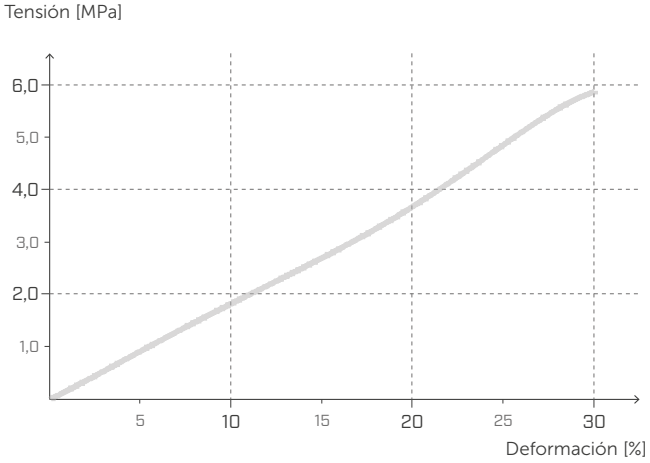
Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**11,1** N/mm²

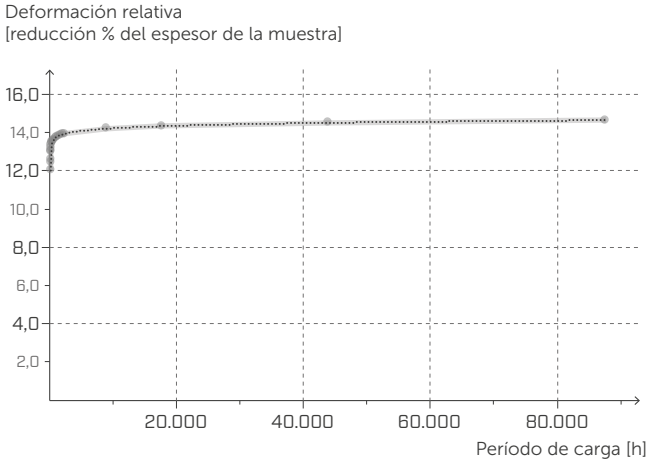
Carga acústica:

desde **0,49** hasta **1,5** N/mm²

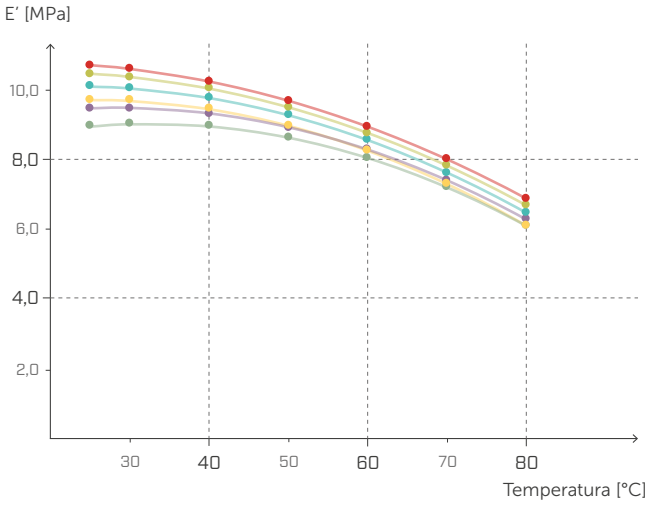
## TENSIÓN | DEFORMACIÓN
COMPRESIÓN



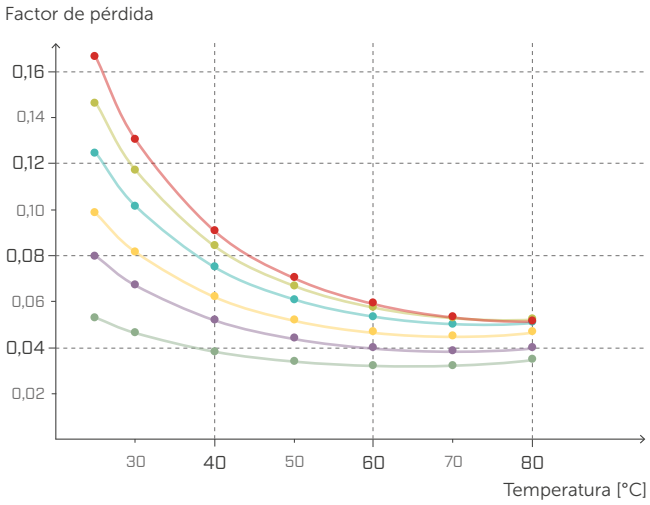

## CREEP
COMPRESIÓN



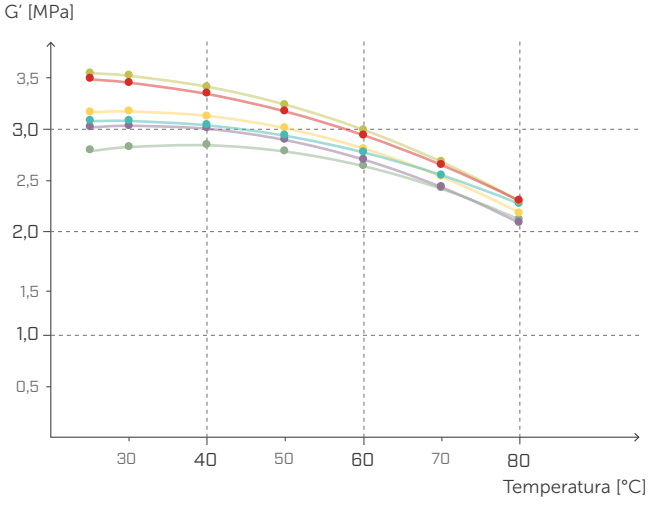

## MÓDULO ELÁSTICO Y DINÁMICO E'
DMTA



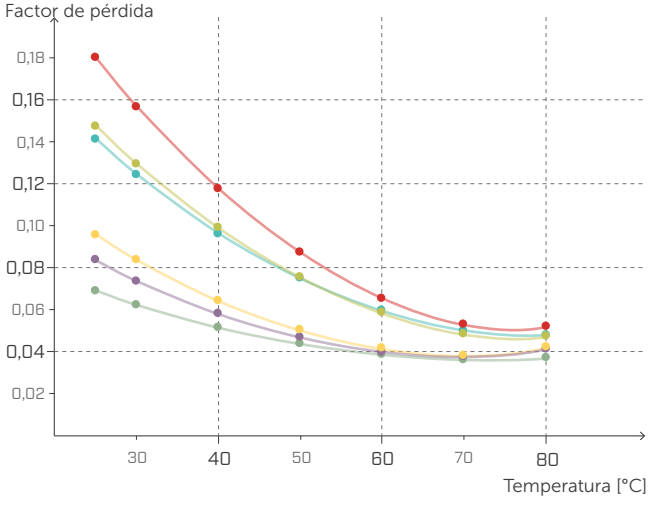

## TAN δ EN TENSIÓN
DMTA




## MÓDULO ELÁSTICO DINÁMICO G'
DMTA




## TAN δ AL ESFUERZO CORTANTE
DMTA

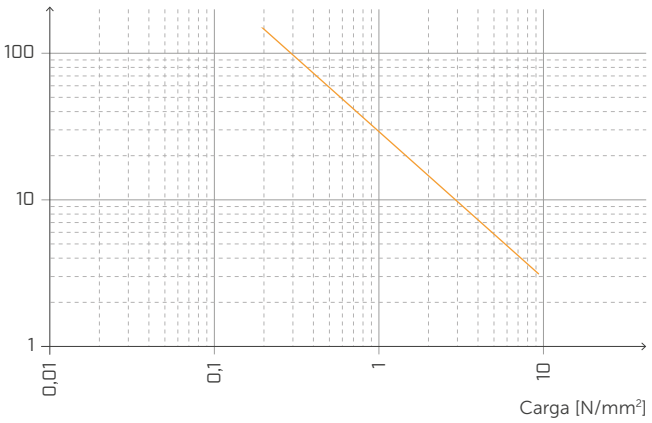



1,0 Hz/MPa  5,0 Hz/MPa  10,0 Hz/MPa  20,0 Hz/MPa  33,3 Hz/MPa  50,0 Hz/MPa

# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

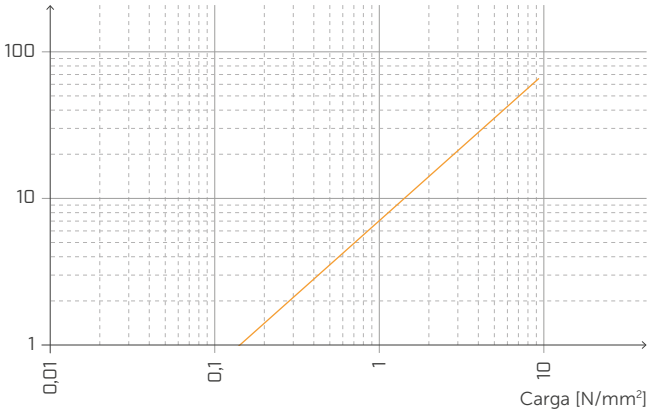
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



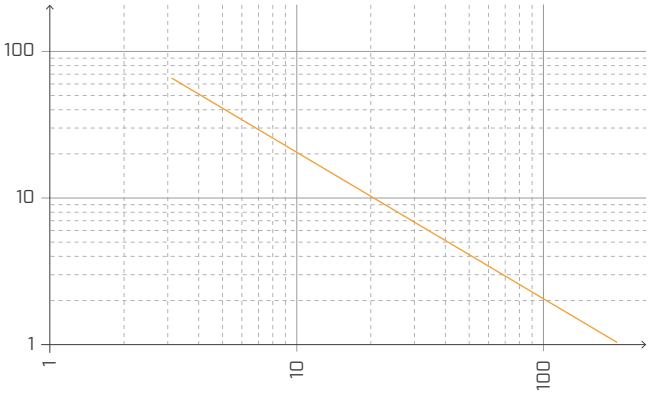

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



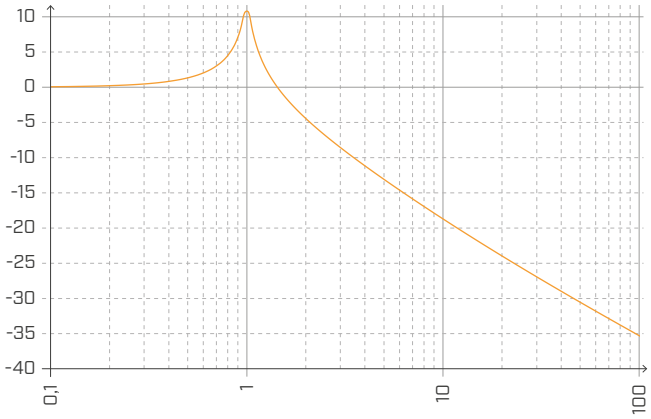

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



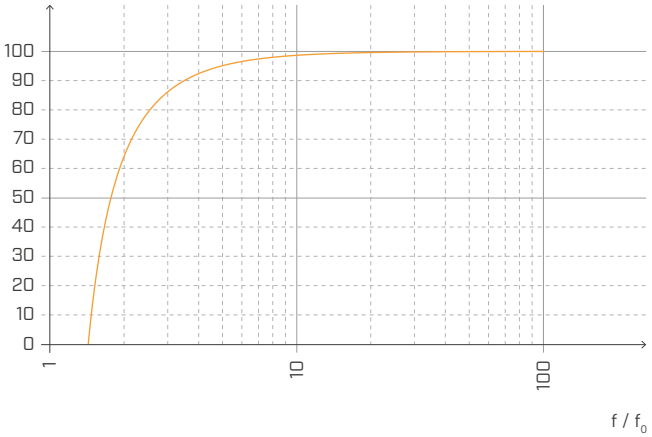

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



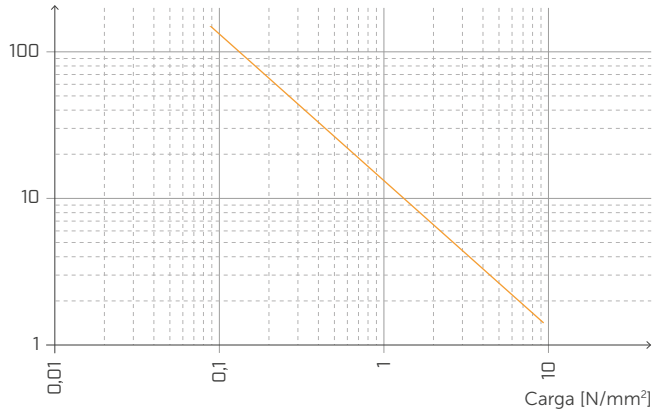

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

5 Hz

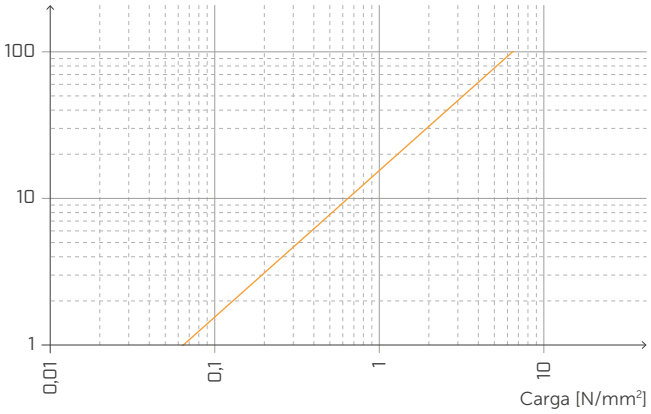
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



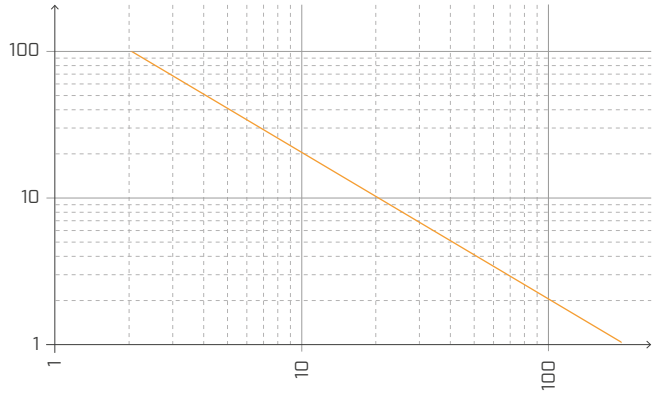

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



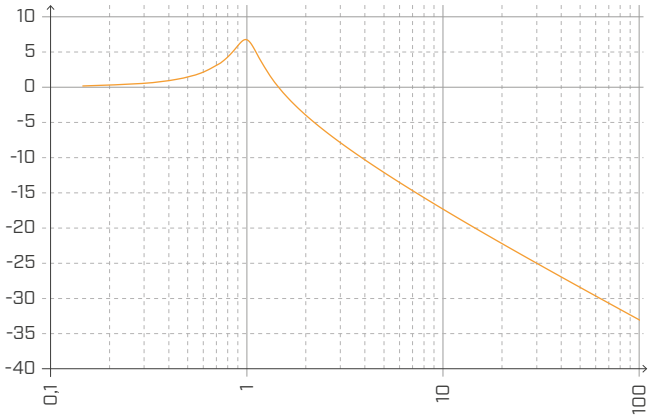

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



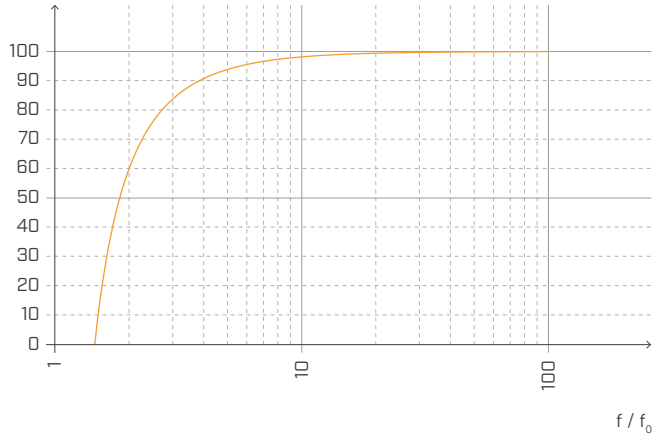

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]



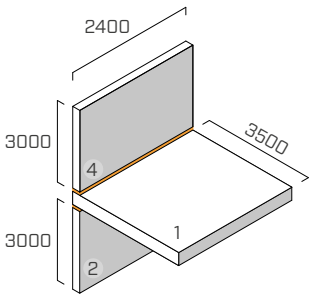

## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 5 Hz.

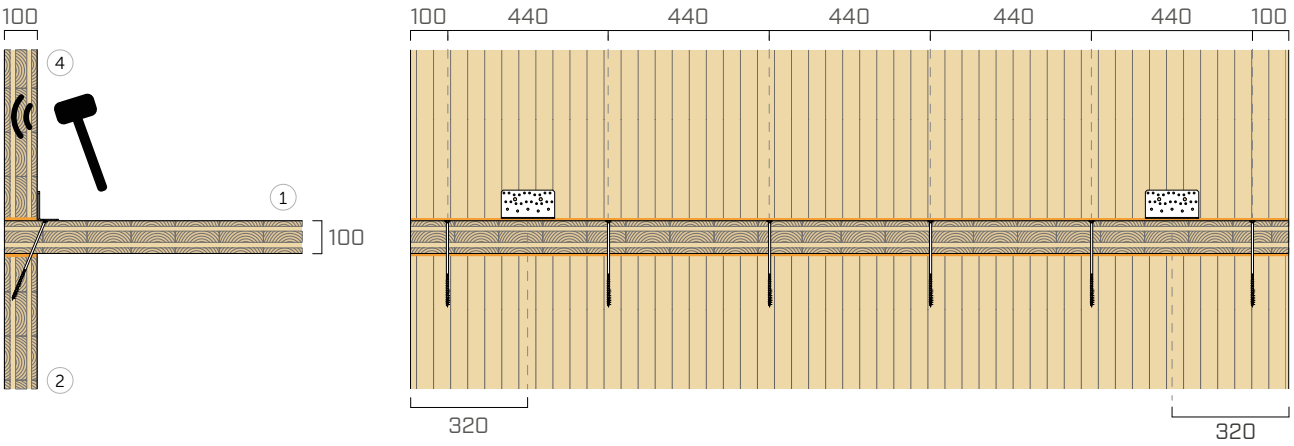
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 70 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado + entre el forjado y la pared inferior
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: 625000




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 15,1 | 21,7 | 16,7 | 14,0 | 18,0 | 15,9 | 19,6 | 15,5 | 16,8 | 16,5 | 14,7 | 16,8 | 18,0 | 15,6 | 14,4 | 17,8 |

$\overline{K_{14}}$ = **16,9 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **13,3 dB** $\Delta_{l,14}$ = **3,6 dB**

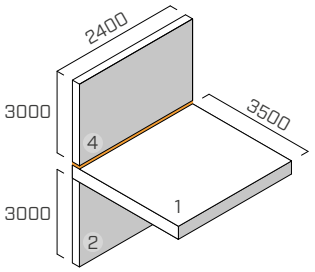
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 21,1 | 23,8 | 15,4 | 17,4 | 16,0 | 18,2 | 20,6 | 18,4 | 20,4 | 19,8 | 18,3 | 17,8 | 22,8 | 18,8 | 18,4 | 22,3 |

$\overline{K_{12}}$ = **19,0 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,5 dB** $\Delta_{l,12}$ = **4,5 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 16,1 | 28,4 | 25,6 | 24,8 | 23,3 | 23,9 | 22,3 | 22,5 | 23,1 | 23,4 | 25,2 | 23,7 | 29,1 | 31,5 | 31,2 | 31,1 |

$\overline{K_{24}}$ = **25,1 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **17,3 dB** $\Delta_{l,24}$ = **7,8 dB**

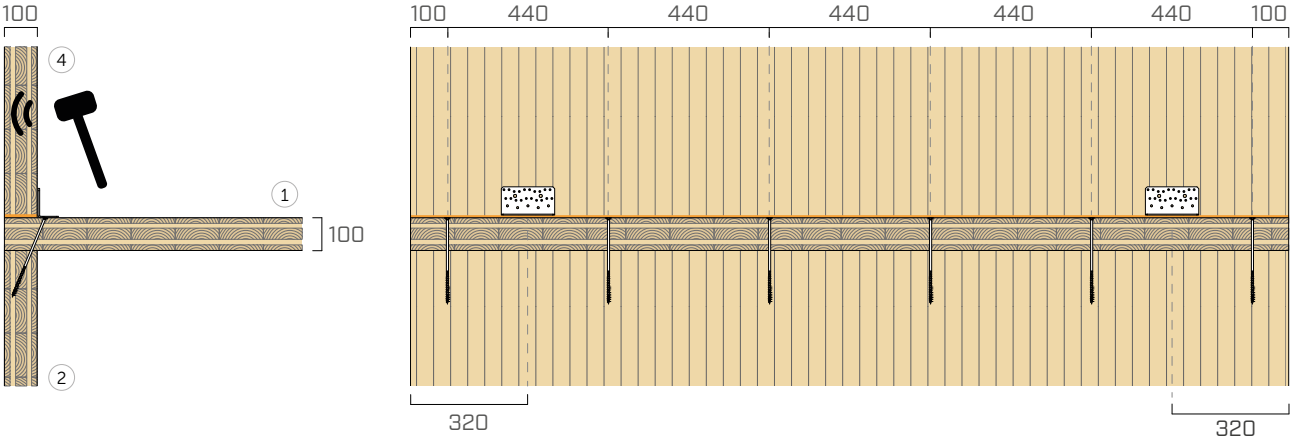
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 70 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared superior y el forjado
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: 625000




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 18,4 | 16,2 | 21,3 | 21,8 | 18,9 | 17,4 | 20,2 | 16,7 | 16,7 | 17,1 | 14,7 | 18,3 | 18,6 | 16,3 | 13,8 | 19,2 |

$\overline{K_{14}}$ = **18,0 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **13,7 dB** $\Delta_{l,14}$ = **4,7 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 18,9 | 19,1 | 15,6 | 10,6 | 13,1 | 12,8 | 14,6 | 10,5 | 13,8 | 12,0 | 11,0 | 11,9 | 17,2 | 14,3 | 16,4 | 21,3 |

$\overline{K_{12}}$ = **16,6 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,5 dB** $\Delta_{l,12}$ = **-0,9 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 15,0 | 28,7 | 25,6 | 22,0 | 23,5 | 23,6 | 22,5 | 19,3 | 18,4 | 21,2 | 22,2 | 22,5 | 24,8 | 27,4 | 29,6 | 29,9 |

$\overline{K_{24}}$ = **23,2 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **17,3 dB** $\Delta_{l,24}$ = **5,9 dB**

# XYLOFON 80

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | desde | a | desde | a | desde | a | |
| **XYL80080** | 104 | 192 | 1,3 | 2,4 | 0,3 | 0,57 | ***19,51*** |
| **XYL80090** | 117 | 216 | | | | | |
| **XYL80100** | 130 | 240 | | | | | |
| **XYL80120** | 156 | 288 | | | | | |
| **XYL80140** | 182 | 336 | | | | | |
| **XYL80160** | 208 | 384 | | | | | |

[1] Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

[2] Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{lij}$[3] | ISO 10848 | 7 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 25,39 MPa (13,18 MPa) |
| Módulo elástico dinámico medido a 1Hz $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 15,44 - 1,52 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 5 Hz $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 16,90 - 2,54 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 10 Hz $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 18,02 - 3,34 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 50 Hz $E'_{50Hz}$ - $E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 21,81 - 6,88 MPa |
| Factor de amortiguación medido a 1 Hz $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,099 |
| Factor de amortiguación medido a 5 Hz $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,15 |
| Factor de amortiguación medido a 10 Hz $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,185 |
| Factor de amortiguación medido a 50 Hz $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,315 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 10,3 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 1,31% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1\ mm}$ | ISO 844 | 3,85 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2\ mm}$ | ISO 844 | 9,52 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3\ mm}$ | ISO 844 | 19,51 N/mm² |
| Rigidez dinámica s'[4] | ISO 9052 | 2157 MN/m³ |
| Temperatura máxima de uso (TGA) | - | 200 °C |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

[3] $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

[4] La norma prevé la medición con cargas comprendidas entre 0,4 y 4 kPa y no con la carga de servicio del producto.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$[3] : **> 7** dB

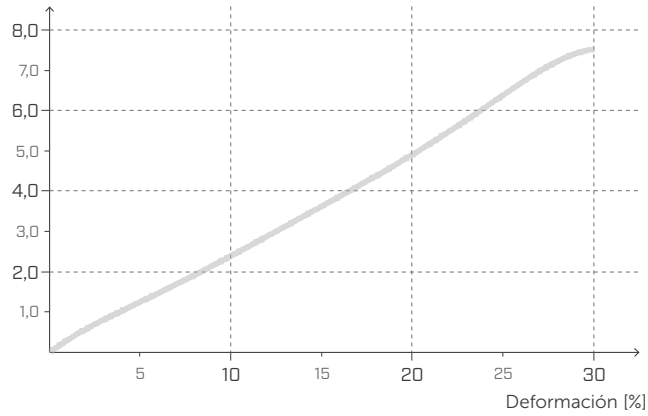
Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**19,51** N/mm²

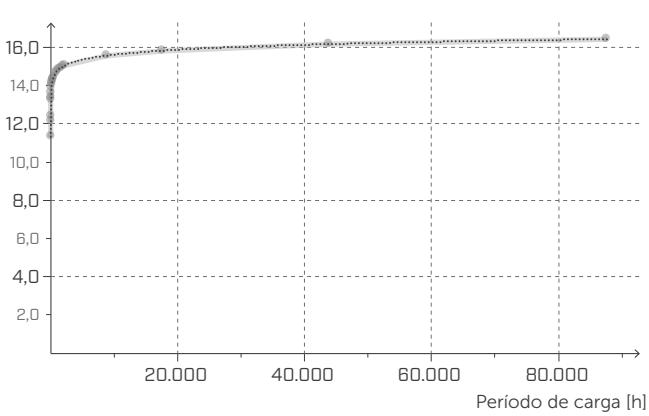
Carga acústica:

desde **1,3** hasta **2,4** N/mm²

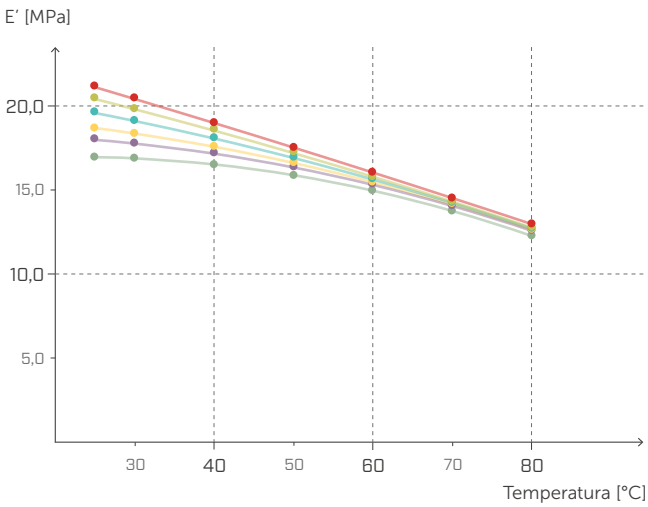
## TENSIÓN | DEFORMACIÓN
COMPRESIÓN



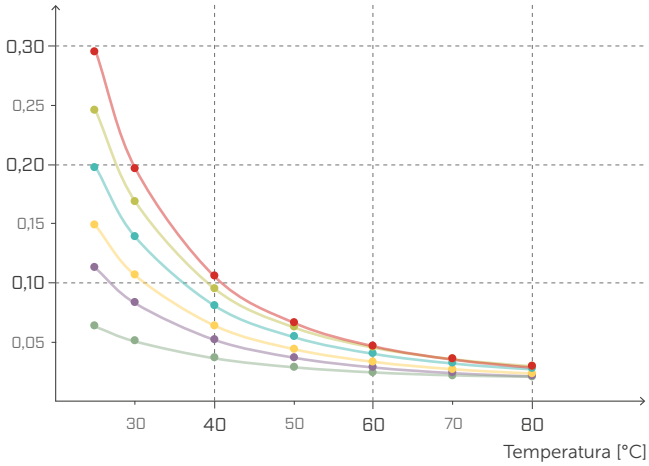

## CREEP
COMPRESIÓN



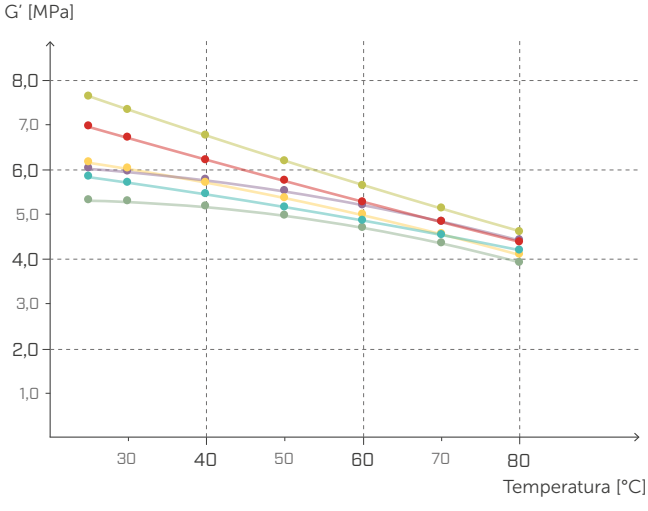

## MÓDULO ELÁSTICO Y DINÁMICO E'
DMTA



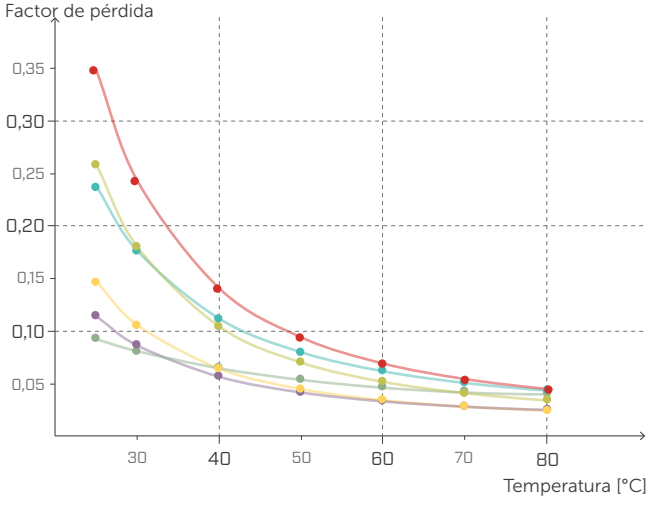

## TAN δ EN TENSIÓN
DMTA




## MÓDULO ELÁSTICO DINÁMICO G'
DMTA




## TAN δ AL ESFUERZO CORTANTE
DMTA

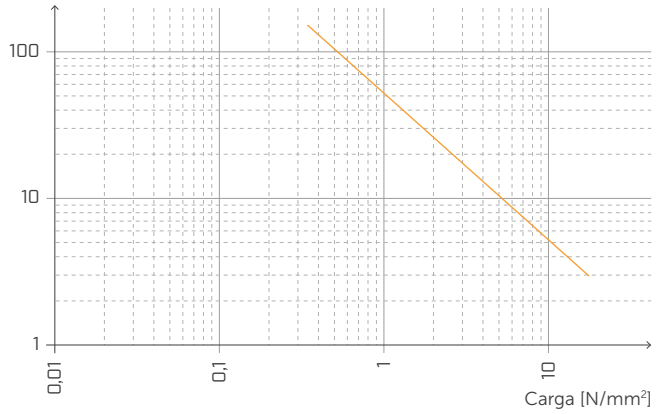



1,0 Hz/MPa  5,0 Hz/MPa  10,0 Hz/MPa  20,0 Hz/MPa  33,3 Hz/MPa  50,0 Hz/MPa

# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

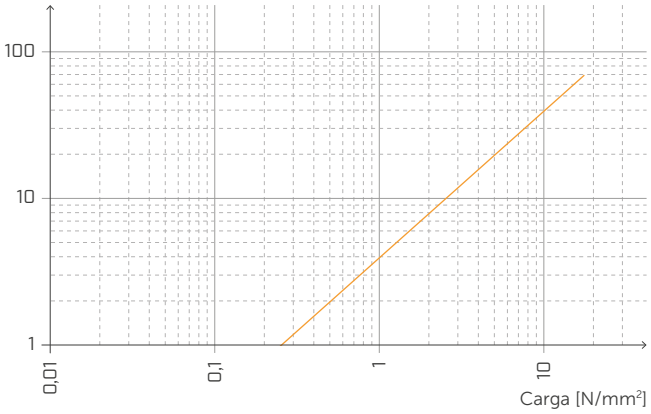
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



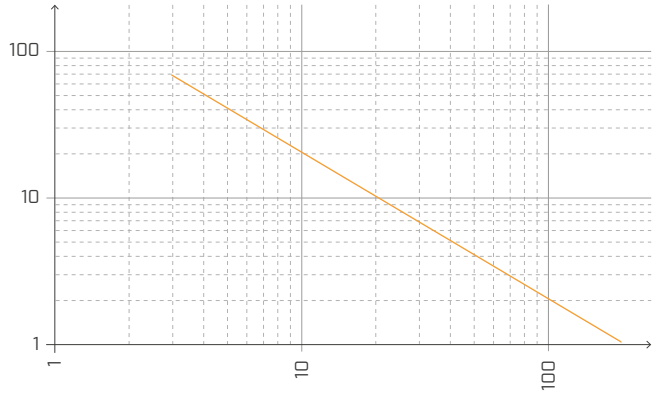

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



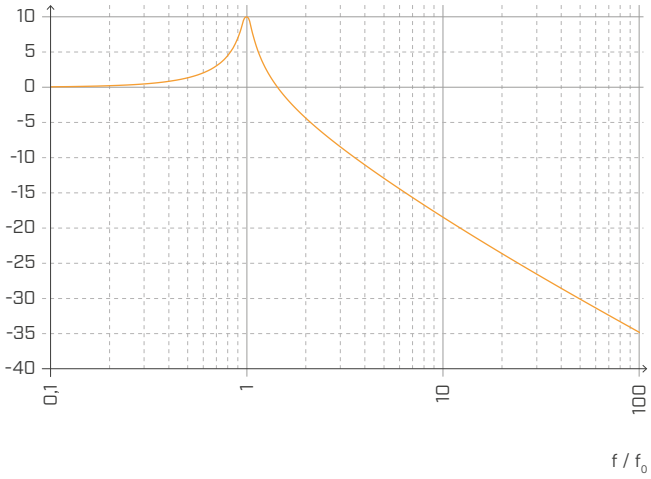

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



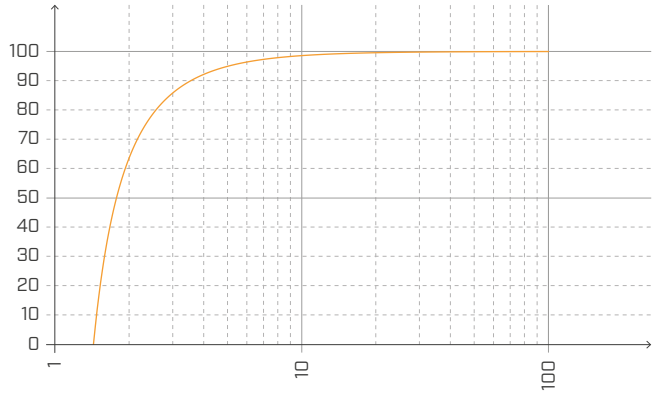

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

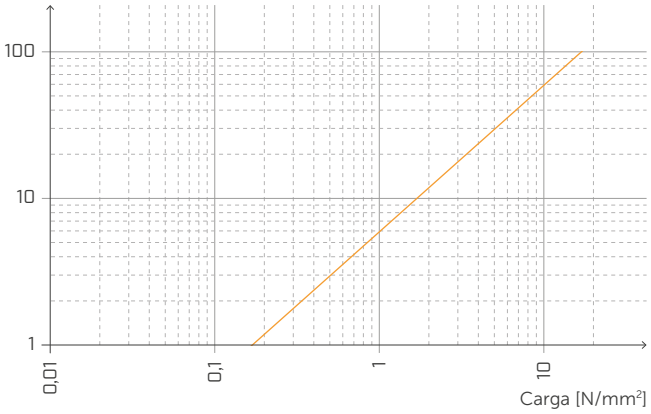
5 Hz

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

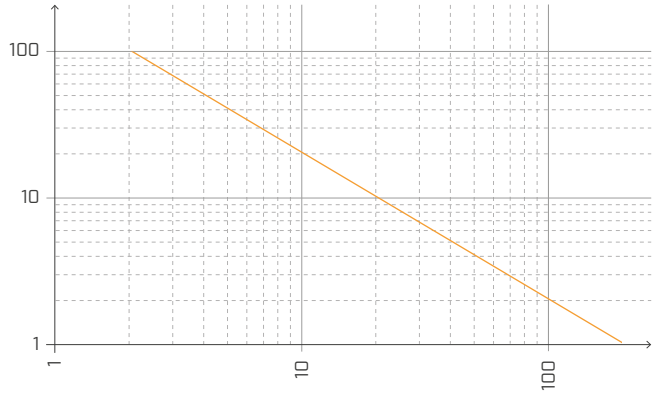
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



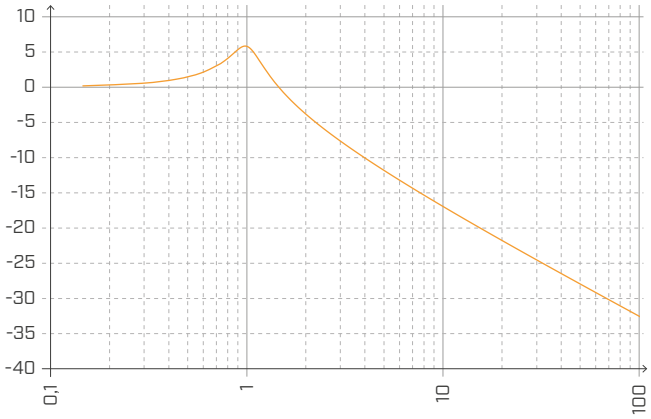

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



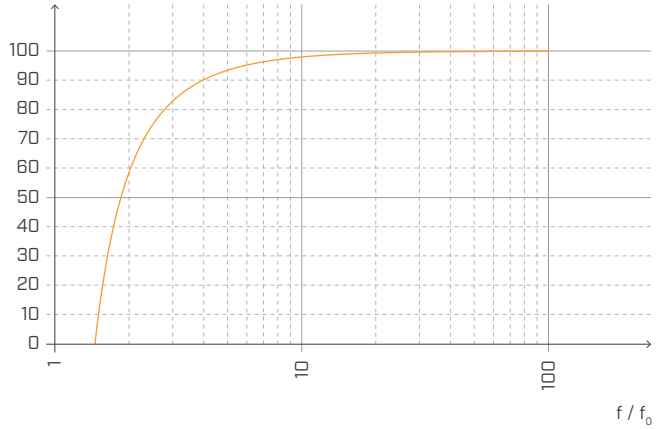

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 5 Hz.

# XYLOFON 90

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | desde | a | desde | a | desde | a | |
| **XYL90080** | 176 | 360 | 2,2 | 4,5 | 0,3 | 0,74 | ***28,97*** |
| **XYL90090** | 198 | 405 | | | | | |
| **XYL90100** | 220 | 450 | | | | | |
| **XYL90120** | 264 | 540 | | | | | |
| **XYL90140** | 308 | 630 | | | | | |
| **XYL90160** | 352 | 720 | | | | | |

[1] Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

[2] Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{lij}$[3] | ISO 10848 | 7 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 36,56 MPa (21,91 MPa) |
| Módulo elástico dinámico medido a 1Hz $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 32,2 - 6,9 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 5 Hz $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 39,89 - 12,23 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 10 Hz $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 45,37 - 16,04 MPa |
| Módulo elástico dinámico medido a 50 Hz $E'_{50Hz}$ - $E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 65,72 - 29,78 MPa |
| Factor de amortiguación medido a 1 Hz $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,214 |
| Factor de amortiguación medido a 5 Hz $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,307 |
| Factor de amortiguación medido a 10 Hz $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,354 |
| Factor de amortiguación medido a 50 Hz $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,453 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,28 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 2,02% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1\ mm}$ | ISO 844 | 5,83 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2\ mm}$ | ISO 844 | 14,41 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3\ mm}$ | ISO 844 | 28,97 N/mm² |
| Rigidez dinámica s'[4] | ISO 9052 | > 2200 MN/m³ |
| Temperatura máxima de uso (TGA) | - | 200 °C |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

[3] $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

[4] La norma prevé la medición con cargas comprendidas entre 0,4 y 4 kPa y no con la carga de servicio del producto.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$[3] : **> 7** dB

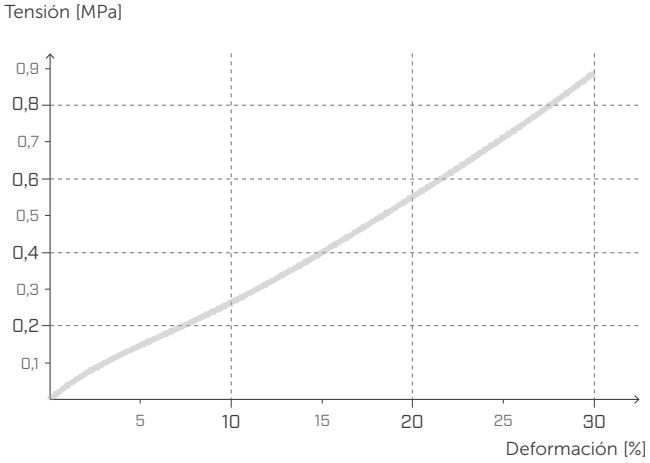
Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**29,87** N/mm²

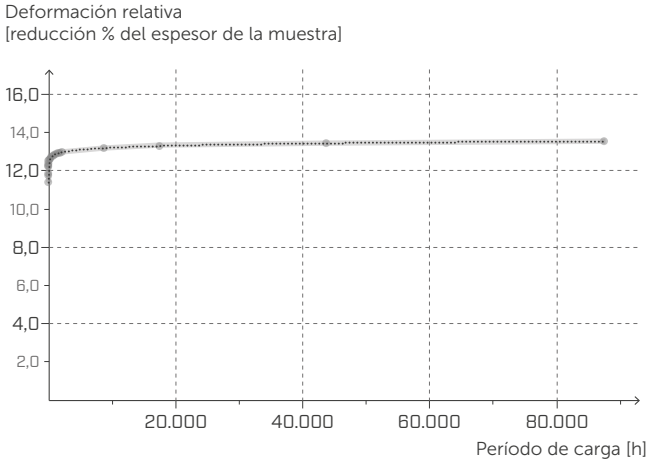
Carga acústica:

desde **2,2** hasta **4,5** N/mm²

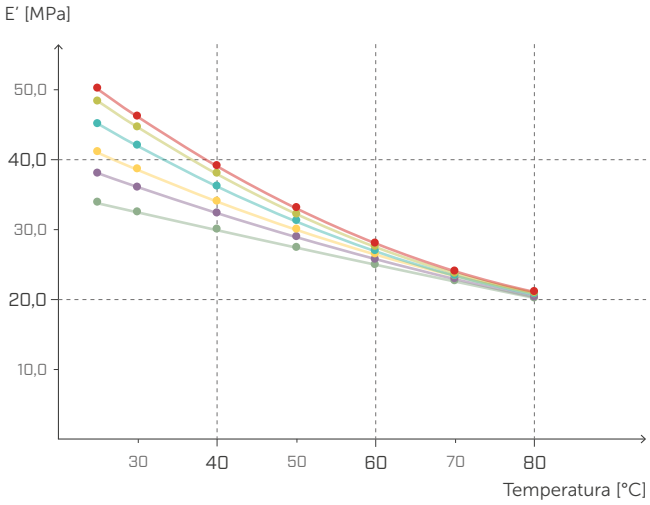
## TENSIÓN | DEFORMACIÓN
COMPRESIÓN



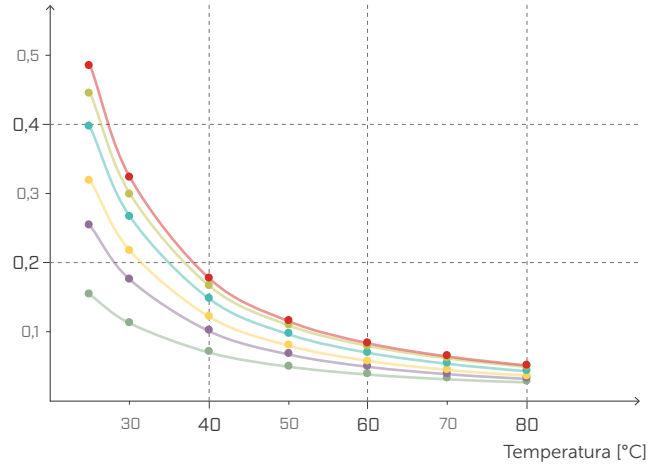

## CREEP
COMPRESIÓN



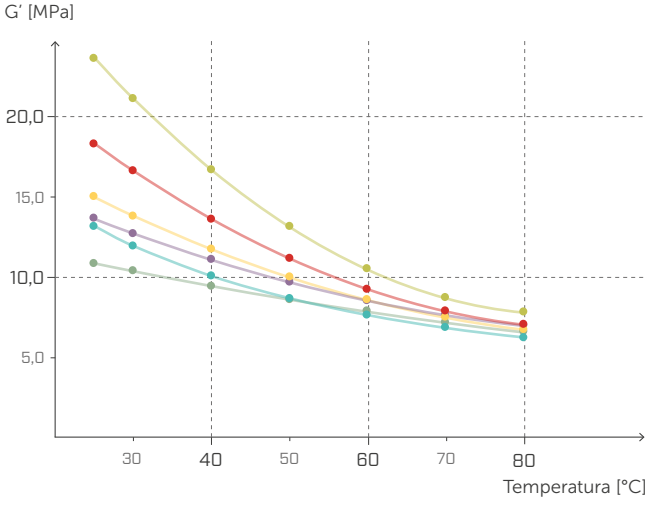

## MÓDULO ELÁSTICO Y DINÁMICO E'
DMTA



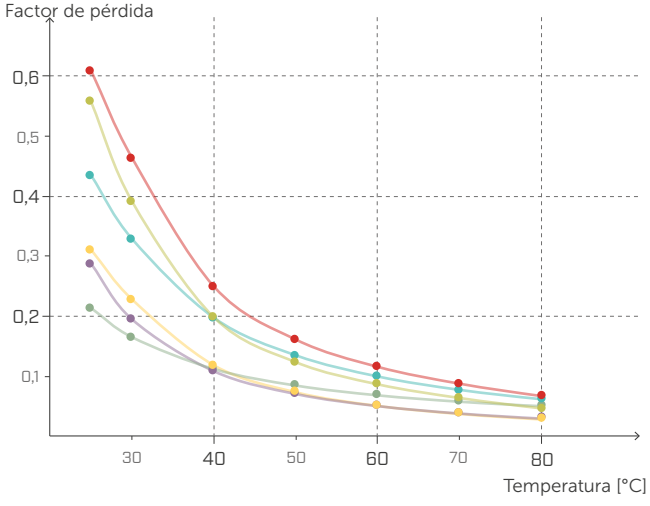

## TAN δ EN TENSIÓN
DMTA




## MÓDULO ELÁSTICO DINÁMICO G'
DMTA




## TAN δ AL ESFUERZO CORTANTE
DMTA

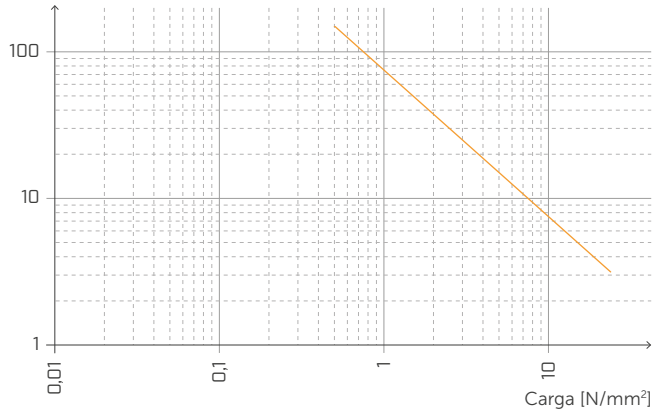



1,0 Hz/MPa  5,0 Hz/MPa  10,0 Hz/MPa  20,0 Hz/MPa  33,3 Hz/MPa  50,0 Hz/MPa

# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

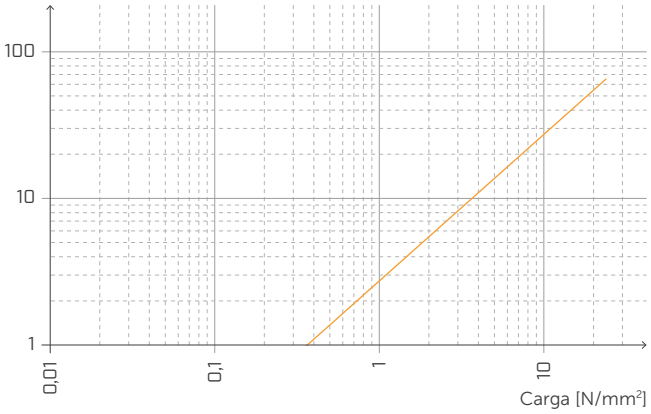
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]




## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]

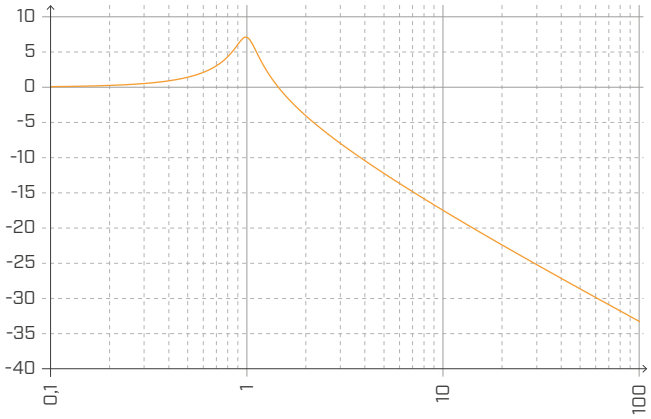



## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]

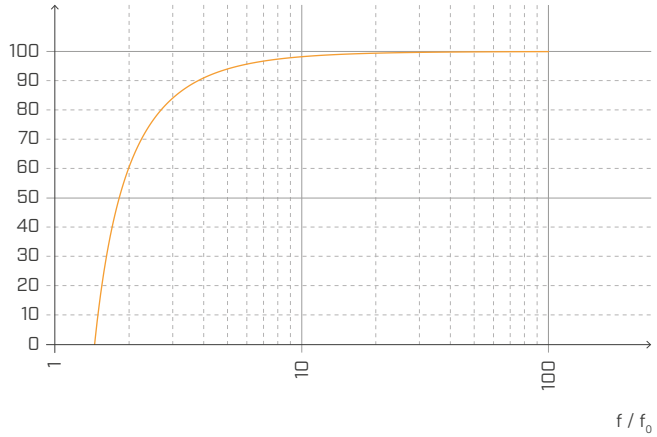
## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



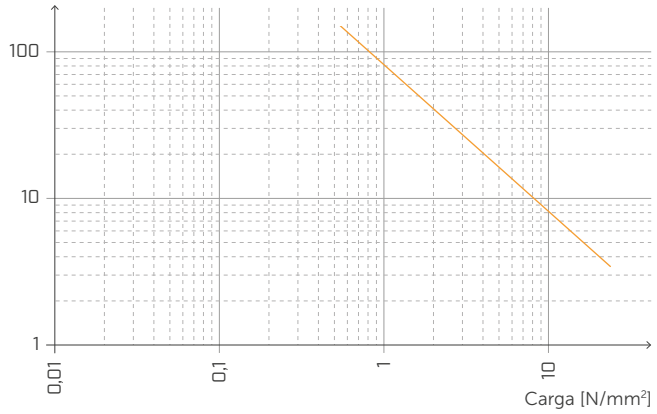

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

5 Hz

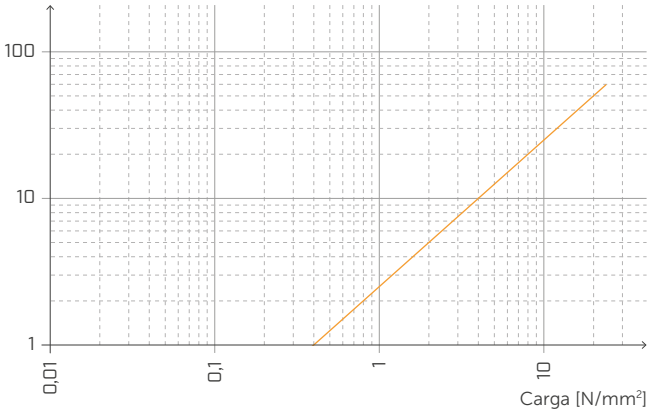
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



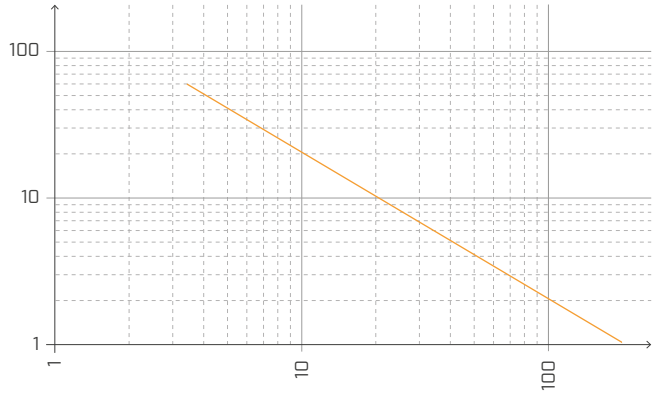

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



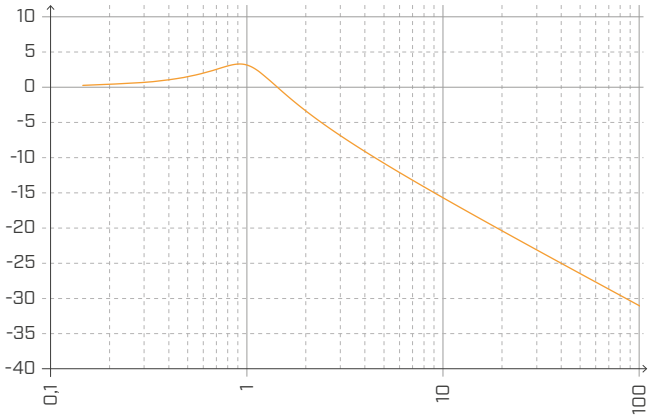

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



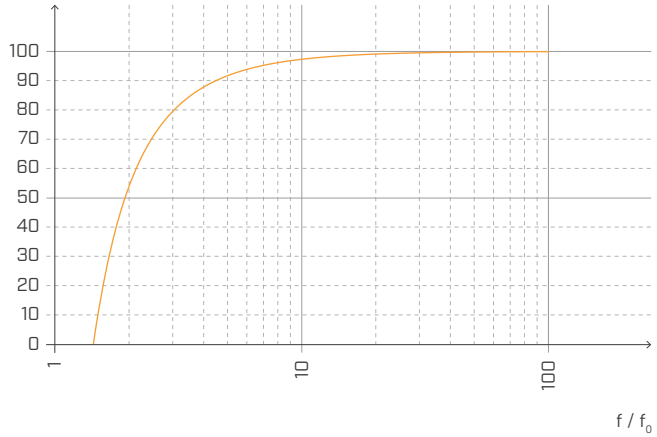

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 5 Hz.

# MODELO CEN (EN ISO 12354)

El modelo CEN propuesto en la serie de las EN ISO 12354 es un instrumento para estimar prospectivamente la prestación acústica de un divisorio a partir de las características de los elementos constructivos que la caracterizan. La serie EN ISO 12354 ha sido ampliada para dar informaciones específicas sobre las tipologías de entramado y en CLT.

**EN ISO 12354-1:2017**
Aislamiento del ruido por vía aérea entre ambientes.

**EN ISO 12354-2:2017**
Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos.

## PODER FONOAISLANTE APARENTE

Las normas EN ISO 12354 proponen dos métodos para calcular la prestación acústica de un divisorio: el método detallado y el método simplificado.
Según el método simplificado, omitiendo la presencia de pequeños elementos técnicos y de vías de transmisión aérea $D_{n,j,w,}$, el poder fonoaislante aparente $R'_w$ puede calcularse como una suma logarítmica del componente de la transmisión directa $R_{Dd,w}$ y de los de transmisión por flancos $R_{ij,w}$.

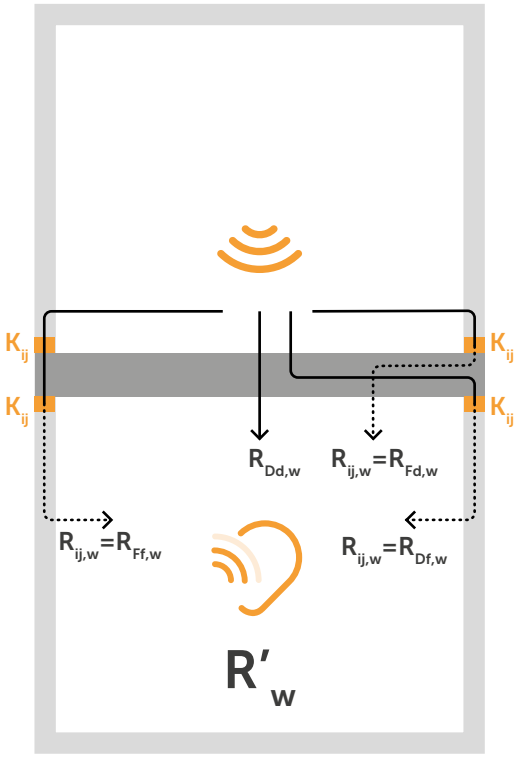
$$R'_w = -10\log\left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^{n} 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s}\sum_{j=1}^{n} 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}}\right](dB)$$

Los índices de evaluación del poder fonoaislante para las vías de transmisión por flancos Rij,w pueden estimarse como:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}+R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\log\frac{S}{l_0 l_{ij}}\ (dB)$$

donde:

| | |
|---|---|
| $R_{i,w}$ y $R_{j,w}$ | son respectivamente los índices de evaluación del poder fonoaislante de los elementos de apoyo i y j; |
| $\Delta riR_i$ y $\Delta R_j$ | son incrementos del poder fonoaislante debidos a la colocación de revestimientos para el elemento i en la habitación emisora y/o el elemento j en la habitación receptora; |
| $K_{ij}$ | índice de reducción de vibraciones a través de la unión |
| S | es el área del elemento divisorio y $l_{ij}$ es la longitud de la unión entre la pared divisoria y los elementos de apoyo i y j, siendo $l_0$ una longitud de referencia de 1 m. |




Entre los parámetros de input requeridos para la utilización del modelo, los valores de poder fonoaislante pueden recabarse fácilmente de las medidas realizadas en laboratorios acreditados o de los fabricantes de elementos constructivos; además muchas base de datos open-access proporcionan datos sobre soluciones constructivas consolidadas. Los $\Delta R_w$ pueden estimarse a partir de una esquematización del conjunto pared-revestimiento en términos de sistema masa-muelle-masa (EN ISO 12354 Apéndice D).

El parámetro más crítico de estimar es **EL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES** $K_{ij}$. Esta cantidad representa la energía vibracional disipada por la unión y está vinculada al acoplamiento estructural de los elementos; altos valores de $K_{ij}$ generan la mejor prestación de la unión. La normativa EN ISO 12354 proporciona estimaciones previsibles para uniones estándar en T o en X para estructuras en CLT, que figuran a la derecha, pero todavía existen pocos datos experimentales disponibles. Por esto, Rothoblaas ha invertido en diferentes campañas de medición con el fin de proporcionar datos que se puedan utilizar con este modelo de cálculo.

## ASTM & $K_{ij}$

Actualmente, las normas ASTM no prevén un modelo prospectivo para evaluar la transmisión por flancos, por lo que se utilizan las normas ISO 12354 e ISO 10848 y se adaptan al sistema métrico de la ASTM.

$$STC_{ij} = \frac{STC_i}{2} + \frac{STC_j}{2} + \boldsymbol{K_{ij}} + \max(\Delta STC_j, \Delta STC_i) + \frac{\min(\Delta STC_i, \Delta STC_i)}{2} + 10\log\frac{S_S}{l_0 l_{ij}}$$

# DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES $K_{IJ}$ DE ESTRUCTURAS DE MADERA

## INTERCALADO DE CAPAS RESILIENTES COMO XYLOFON, PIANO, CORK Y ALADIN STRIPE

También para esta fase de diseño es posible utilizar el software MyProject o seguir uno de los siguientes métodos extraídos de estándares válidos a nivel internacional.

## **MÉTODO 1** SEGÚN LA NORMA ISO 12354:2017 PARA ESTRUCTURAS HOMOGÉNEAS

Hasta el momento esta fórmula se ha utilizado también para las estructuras ligeras de madera, por lo tanto considerando siempre las uniones entre los elementos rígidas y homogéneas entre sí. Para las estructuras en CLT, esta es seguramente una aproximación.

Kij depende de la forma de la unión y del tipo de elementos que la componen, específicamente de la masa superficial de éstos. En caso de uniones en T o en X, se pueden usar las siguientes expresiones.

Para los dos casos:

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + \Delta L$$

si la vía de la transmisión por flancos atraviesa una unión

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + 2\Delta L$$

si la vía de la transmisión por flancos atraviesa dos uniones

$$M=10\log(mi_{\perp}/mi)$$

donde:

$mi_{\perp}$ es la masa de uno de los elementos, el situado perpendicular respecto del otro.

Por tanto, este valor de reducción de las vibraciones transmitidas se obtiene:

$$\Delta Lw = 10\log(1/ft)$$

para cargas mayores de 750 kN/m² sobre la capa resiliente con ΔLmin = 5 dB

$$f_t = ((G/t_i)(\sqrt{\rho_1\ \rho_2}))^{1,5}$$

donde:

G es el módulo de Young tangencial (MN/m²)

$t_i$ es el espesor del material resiliente (m)

$\rho_1$ e $\rho_2$ son respectivamente la densidad de los elementos conectados 1 y 2

## **MÉTODO 2** F.3 EMPIRICAL DATA FOR JUNCTIONS CHARACTERIZED BY $K_{ij}$ ISO 12354-1:2017

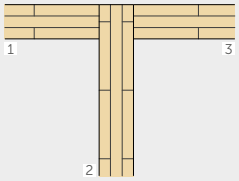
Los elementos constructivos en CLT son elementos para los cuales el tiempo de reverberación estructural está en la mayoría de los casos determinado principalmente por los elementos de conexión.
En el caso de estructuras en CLT escasamente vinculadas entre ellas, la contribución de la transmisión por flancos puede determinarse en función de las siguientes relaciones, válidas si $0,5 < (m_1/m_2) < 2$.

## **MÉTODO 1** - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

**Solución 1 - UNIÓN "T"**

$K_{13}$= 5,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

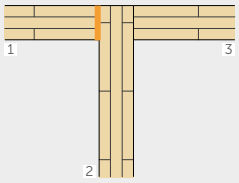
$K_{12}$= 5,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB




**Solución 2 - UNIÓN "T"**
**con intercalado de una capa resiliente**

$K_{23}$= 5,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

$K_{12}$= 5,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB



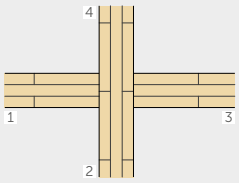

**Solución 3 - UNIÓN "X"**

$K_{13}$= 8,7 + 17,1 M + 5,7 M² dB

$K_{12}$= 8,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB

$K_{24}$= 3,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

$0 \leq K_{24} \leq -4$ dB



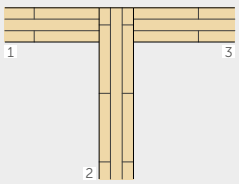

## **MÉTODO 2** - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

**Solución 1 - UNIÓN "T"**

$K_{13}$= 22 + 3,3log(f/$f_k$)

$f_k$=500 Hz

$K_{23}$= 15 + 3,3log(f/$f_k$)



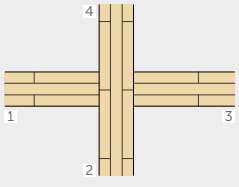

**Solución 1 - UNIÓN "X"**

$K_{13}$= 10 - 3,3log(f/$f_k$) + 10 M

$K_{24}$= 23 - 3,3log(f/$f_k$)

$f_k$=500 Hz

$K_{14}$= 18 - 3,3log(f/$f_k$)



# MÉTODO SIMPLIFICADO

UN EJEMPLO DE CÁLCULO SEGÚN LA NORMA EN ISO 12354

## INTRODUCCIÓN

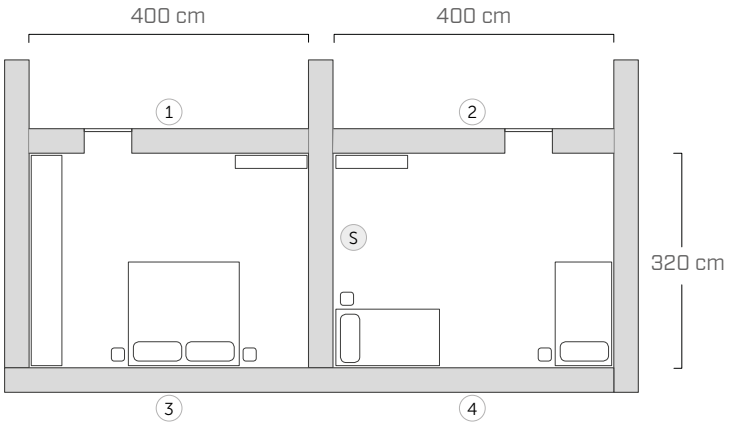
Como ya se ha mencionado, las normas EN ISO 12354 proponen dos métodos para calcular la prestación acústica de un divisorio: el método detallado y el método simplificado.

En cuanto al aislamiento aéreo, el método de cálculo simplificado estima el poder fonoaislante aparente como valor único en función de las prestaciones acústicas de los elementos implicados en la unión. A continuación, se propone un ejemplo de cálculo del poder fonoaislante aparente entre dos habitaciones adyacentes.

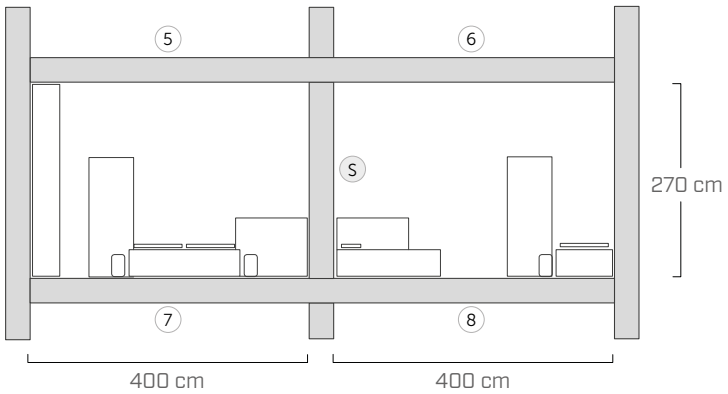
Para determinar la prestación acústica de un divisorio a partir de la prestación de sus componentes, es necesario conocer para cada elemento de la unión:

- la geometría del divisorio (S)
- las propiedades acústicas del divisorio ($R_w$)
- el acoplamiento entre elementos estructurales ($K_{ij}$)
- las características de las estratigrafías del divisorio

PLANTA




SECCIÓN




## CARACTERÍSTICAS DE LOS DIVISORIOS

### PARED DIVISORIA (S)

| | |
|---|---|
| 25 mm | cartón-yeso |
| 50 mm | lana mineral |
| 75 mm | CLT |
| 50 mm | lana mineral |
| 25 mm | cartón-yeso |

### PAREDES INTERIORES (1)

| | |
|---|---|
| 12,5 mm | yeso-fibra |
| 78 mm | CLT |
| 12,5 mm | yeso-fibra |

### PAREDES INTERIORES (2)

| | |
|---|---|
| 75 mm | CLT |
| 50 mm | lana mineral |
| 25 mm | cartón-yeso |

### PAREDES EXTERIORES (3) (4)

| | |
|---|---|
| 6 mm | revoque |
| 60 mm | panel de fibra de madera |
| 160 mm | lana mineral |
| 90 mm | CLT |
| 70 mm | listones de abeto |
| 50 mm | lana mineral |
| 15 mm | cartón-yeso |
| 25 mm | cartón-yeso |

### FORJADOS (5) (6) (7) (8)

| | |
|---|---|
| 70 mm | solera de cemento |
| 0,2 mm | membrana de PE |
| 30 mm | antipisadas |
| 50 mm | cimiento (suelto) |
| 140 mm | CLT |
| 60 mm | lana mineral |
| 15 mm | cartón-yeso |

Los datos sobre la caracterización acústica de los divisorios se han tomado de DataHolz.

www.dataholz.com

## CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN DIRECTA Y LATERAL

El poder fonoaislante aparente proviene de la contribución del componente directo y de las vías de transmisión por flancos calculados según la siguiente ecuación:

$$R'_w = -10\log\left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^{n} 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s}\sum_{j=1}^{n} 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}}\right](dB)$$

Considerando solamente las vías de transmisión de la primera categoría, para cada combinación de separaciones i-j hay tres vías de transmisión por flancos, por un total de 12 Rij calculadas según la ecuación:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}+R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\log\frac{S}{l_0 l_{ij}}\ (dB)$$

## DETERMINACIÓN DEL PODER FONOAISLANTE APARENTE

El método simplificado tiene la ventaja indiscutible de proporcionar un instrumento simple y rápido para estimar el aislamiento acústico en la obra.

Por otra parte, su aplicación resulta bastante crítica en las estructuras de CLT puesto que la atenuación a través de las uniones depende mucho de la caracterización del ensamblaje y merecería una modelización aparte. Además, los paneles en CLT proporcionan bajos valores de aislamiento a bajas frecuencias, el uso de valores únicos puede dar resultados poco representativos de la prestación de los elementos a baja frecuencia. Por consiguiente, para un análisis prospectivo meticuloso, se aconseja utilizar el método detallado.

En el ejemplo citado, el aislamiento acústico solamente para la transmisión directa proporciona un $R_w$ de 53 dB, mientras que si se consideran las aportaciones de la transmisión por flancos, $R'_w$ desciende a 51 dB.

$R'_w$ = **51 dB** $R_w$ = **53 dB**

### CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE LOS DIVISORIOS

| Vías de transmisión | S [m²] | $R_w$ [dB] | m' [kg/m²] |
|---|---|---|---|
| **S** | 8,64 | 53 | 69 |
| **1** | 10,8 | 38 | 68 |
| **2** | 10,8 | 49 | 57 |
| **3** | 10,8 | 55 | 94 |
| **4** | 10,8 | 55 | 94 |
| **5** | 12,8 | 63 | 268 |
| **6** | 12,8 | 63 | 268 |
| **7** | 12,8 | 63 | 268 |
| **8** | 12,8 | 63 | 268 |

### CÁLCULO DE $R_{ij}$

| Vías de transmisión | $R_{ij}$ [dB] | Vías de transmisión | $R_{ij}$ [dB] |
|---|---|---|---|
| **1-S** | 60 | **S-6** | 83 |
| **3-S** | 68 | **S-8** | 75 |
| **5-S** | 83 | **1-2** | 64 |
| **7-S** | 75 | **3-4** | 77 |
| **S-2** | 66 | **5-6** | 75 |
| **S-4** | 68 | **7-8** | 75 |

### CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIONES

**UNIÓN 1-2-S**
Unión en X
detalle 12

**UNIÓN 3-4-S**
UNIÓN en T,
detalle 5

**UNIÓN 5-6-S**
Unión en X con banda resiliente
detalle 43

**UNIÓN 7-8-S**
Unión en X con banda resiliente
detalle 43

Descarga toda la documentación relativa al proyecto en el sitio www.rothoblaas.es

**¡Descarga toda la documentación relativa al proyecto FLANKSOUND!**
**https://www.rothoblaas.es/informes-tecnicos**

# PROYECTO FLANKSOUND

## MEDICIONES EXPERIMENTALES DEL $K_{ij}$ PARA UNIONES EN CLT

Rothoblaas ha financiado una investigación dirigida a medir el índice de reducción de las vibraciones $K_{ij}$ para diferentes tipos de uniones entre paneles de CLT, con dos objetivos: proporcionar datos experimentales específicos para el diseño acústico y contribuir a desarrollar métodos de cálculo.

En la campaña de medición se han ensayado uniones en L, T y X.

Los paneles de CLT han sido suministrados por siete diferentes fabricantes: los diferentes procesos de fabricación los distinguen, por ejemplo, por número y grosor de las tablas, encolado lateral de las láminas, presencia de cortes en el alma para evitar el encogimiento. Se han ensayado diferentes tipos de tornillos y conectores, así como varias tiras resilientes en la unión pared-forjado.

Las mediciones fueron efectuadas en el interior del almacén de la sede Rothoblaas en Cortaccia (BZ).

Las mediciones del índice de reducción de las vibraciones se han realizado de acuerdo con la EN ISO 10848.

EN ISO 10848

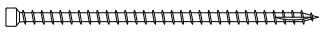
## $K_{ij}$ para **15 diferentes** tipos de uniones

- 7 diferentes fabricantes de CLT
- uniones horizontales y verticales en L, T, X
- influencia del tipo y del número de tornillos
- influencia del tipo y del número de angulares
- influencia del tipo y del número de hold down
- uso de tiras resilientes

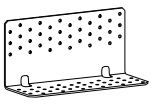
### FIJACIÓN

**HBS**
tornillo con cabeza avellanada

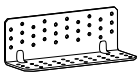
**VGZ**
conector todo rosca
de cabeza cilíndrica



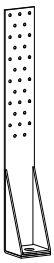
**TITAN N**
angular para fuerzas de corte
en paredes macizas



**TITAN F**
angular para fuerzas de corte
en paredes de entramado



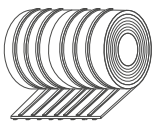
**WHT**
angular para fuerzas
de tracción



### ACÚSTICA

**XYLOFON**
banda resiliente
de altas prestaciones

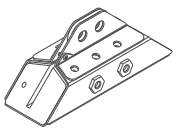
**ALADIN STRIPE**
banda resiliente



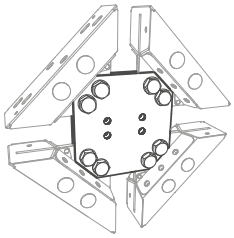
**CONSTRUCTION SEALING**
perfil de estanquidad al aire

### X-RAD

**X-ONE**
conector universal
para paneles de CLT



**X-PLATE**
gama completa de placas
de conexión



# CONFIGURACIÓN DE MEDIDA

## LA CADENA DE MEDIDA: INSTRUMENTACIÓN Y ELABORACIÓN DE DATOS

El índice de reducción de las vibraciones Kij se evalúa como:

$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10\log\frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i\, a_j}}\ (dB)$$

donde:

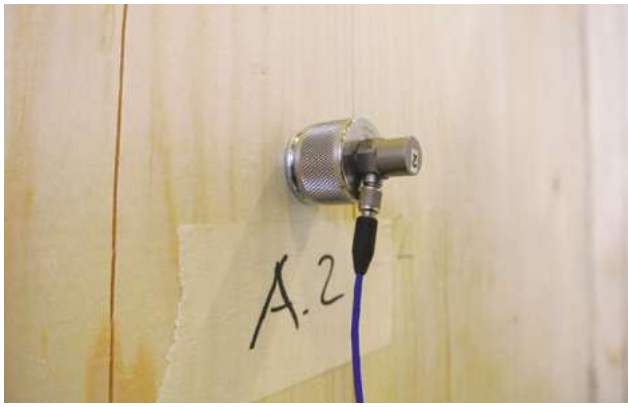
| | |
|---|---|
| $D_{v,ij}$ ($D_{v,ji}$) | es la diferencia de velocidad de vibración entre los elementos i y j (j e i) cuando el elemento i (j) está excitado (dB) |
| $l_{ij}$ | es la longitud de la unión común entre los elementos i y j |
| **a** | son las longitudes de absorción equivalente de los elementos i y j |

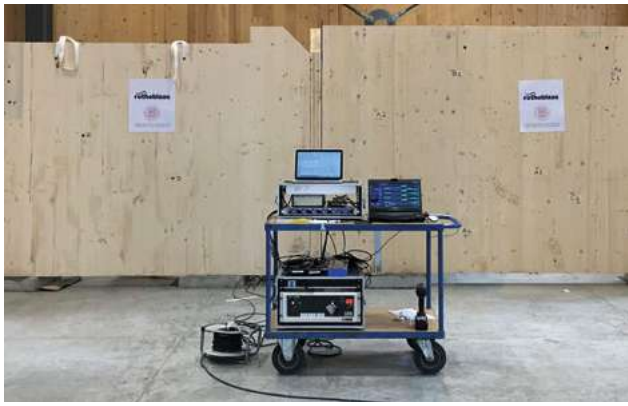
$$a = \frac{2.2\pi^2 S}{c_0 T_s}\sqrt{\frac{f_{ref}}{f}}\ (m)$$

| | |
|---|---|
| **S** | es la superficie del panel |
| **f** | es la frecuencia |
| **Ts** | es el tiempo de reverberación estructural |

La fuente utilizada es un shaker electrodinámico con valor de pico sinusoidal de 200 N, montado sobre una bancada inercial y atornillado a los paneles en CLT mediante una placa.

Los niveles de velocidad de vibración se han medido excitando los paneles con un ruido rosa filtrado a 30 Hz, que ha permitido la adquisición de datos a partir de 50 Hz. Los tiempos de reverberación estructural se han calculado a través de las respuestas impulsivas, adquiridas utilizando señales ESS. Los acelerómetros se han fijado a los paneles con imanes: estos se han fijado en argollas atornilladas a los paneles con tornillos cuya longitud era al menos la mitad del grosor de los paneles, para que el aparato de medición fuese solidario hasta la capa central del panel. Los índices de reducción de vibración figuran en bandas de tercios de octava de 100 a 3150 Hz junto al valor medio en el intervalo 200-1250 Hz.






A. Speranza, L. Barbaresi, F. Morandi, " **Experimental analysis of flanking transmission of different connection systems for CLT panels** " in Proceedings of the World Conference on Timber Engineering 2016, Vienna, August 2016.

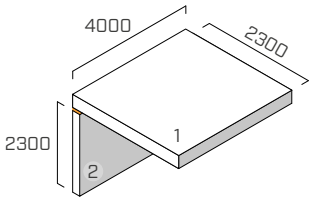
L. Barbaresi, F. Morandi, M. Garai, A. Speranza, " **Experimental measurements of flanking transmission in CLT structures** " in Proceedings of the International Congress on Acoustics 2016, Buenos Aires, September 2016.

L. Barbaresi, F. Morandi, M. Garai, A. Speranza, "**Experimental analysis of flankng transmission in CLT structures**" of Meetings on Acoustics (POMA), a serial publication of the Acoustical Society of America - POMA-D-17-00015

L. Barbaresi, F. Morandi, J. Belcari, A. Zucchelli, Alice Speranza, "**Optimising the mechanical characterisation of a resilient interlayer for the use in timber construction**" in Proceedings of the International congress on sound and vibration 2017, London, July 2017

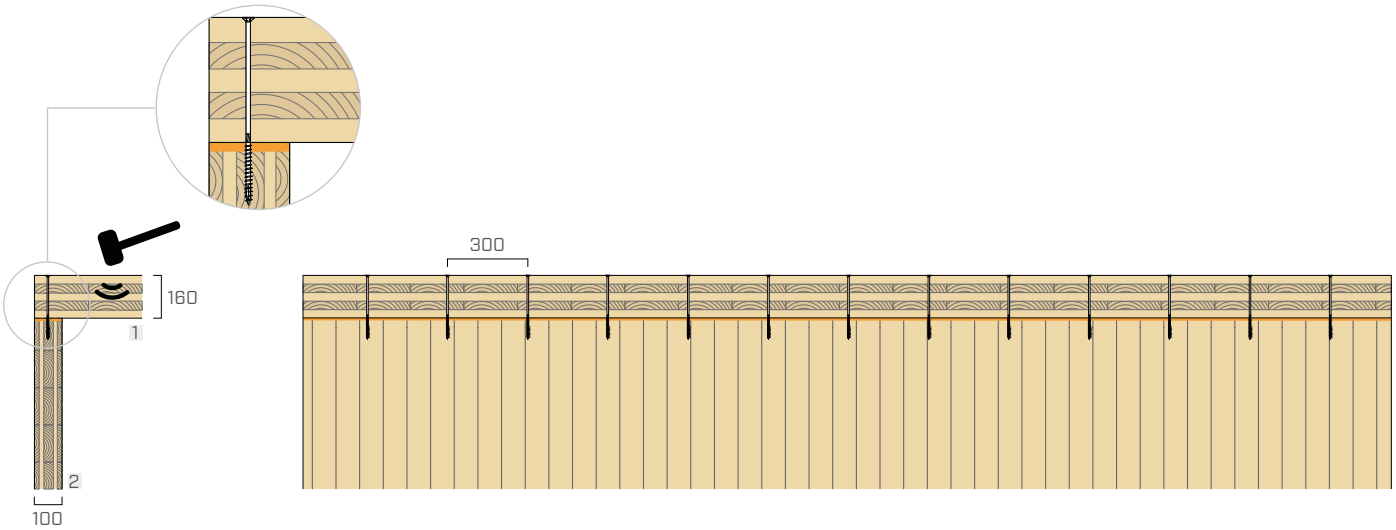
# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)




**SISTEMA DE FIJACIÓN**
13 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm

**BANDA RESILIENTE**
**XYLOFON 35**
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm  longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN]: peso propio de la estructura

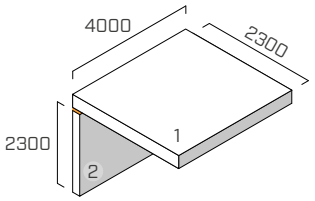



| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 12,6 | 10,8 | 13,6 | 11,1 | 9,2 | 13,3 | 11,3 | 16,5 | 10,2 | 14,6 | 14,9 | 17,4 | 19,6 | 25,0 | 28,5 | 25,1 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{13{,}2\ dB}$$

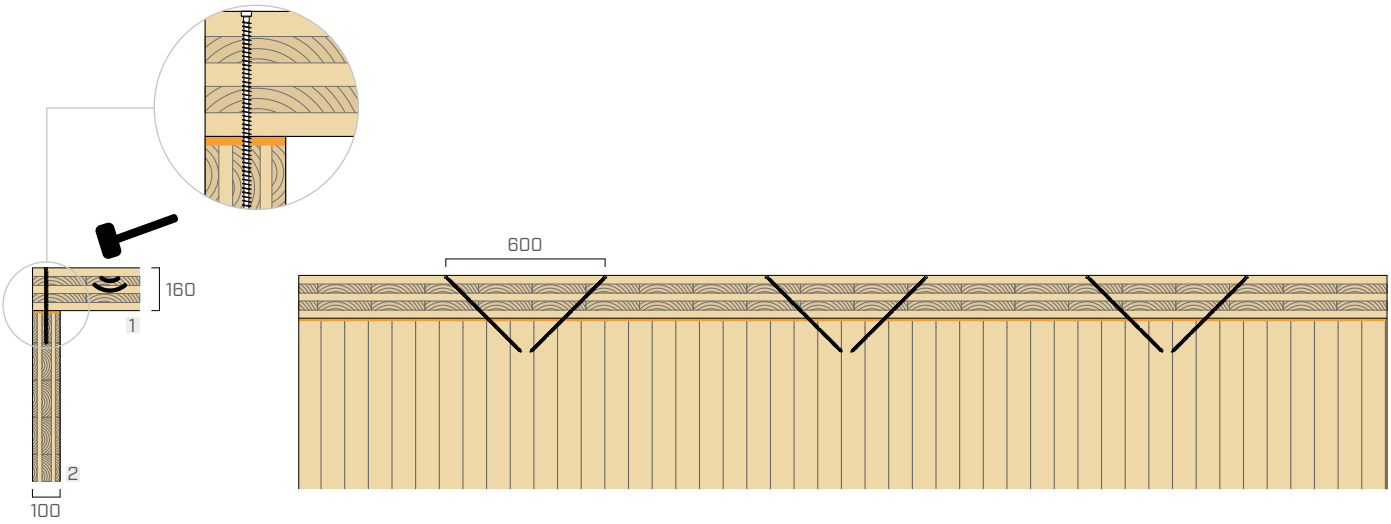
# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)




**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca total**VGZ** Ø9 x 400 mm (HBS8240), paso 600 mm

**BANDA RESILIENTE**
**XYLOFON 35**
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm  longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN]: peso propio de la estructura

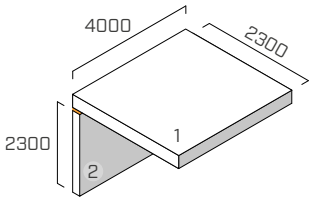



| **f** [Hz] | **100** | **125** | **160** | **200** | **250** | **315** | **400** | **500** | **630** | **800** | **1000** | **1250** | **1600** | **2000** | **2500** | **3150** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 15,3 | 11,2 | 10,6 | 9,5 | 11,7 | 11,5 | 13,8 | 15,1 | 12,0 | 14,5 | 13,0 | 18,6 | 21,6 | 22,0 | 20,8 | 23,7 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{13{,}3\ dB}$$

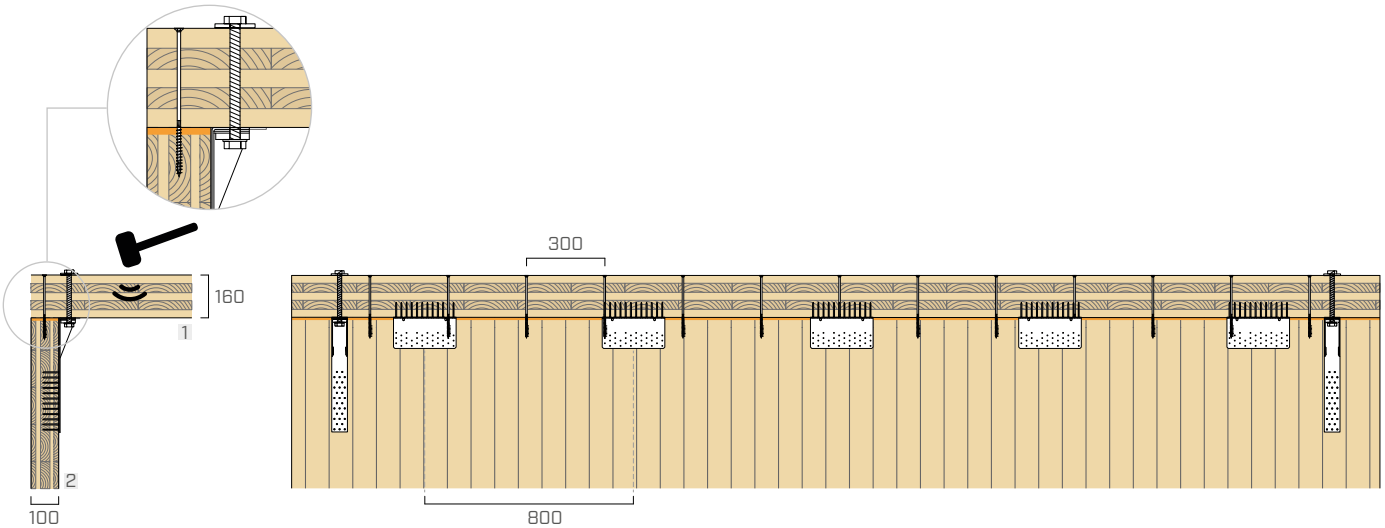
# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)




**SISTEMA DE FIJACIÓN**
13 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
5 angulares **TITAN** (TTN240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN]: peso propio de la estructura



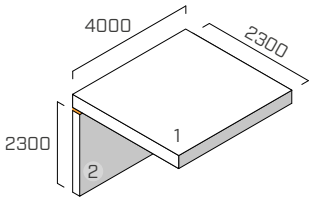

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 10,9 | 8,9 | 7,1 | 10,6 | 7,4 | 9,6 | 10,2 | 12,5 | 11,8 | 14,1 | 14,8 | 15,3 | 17,1 | 17,4 | 21,5 | 21,2 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{11{,}8\ dB}$$

*datos estimados a partir de las medidas experimentales

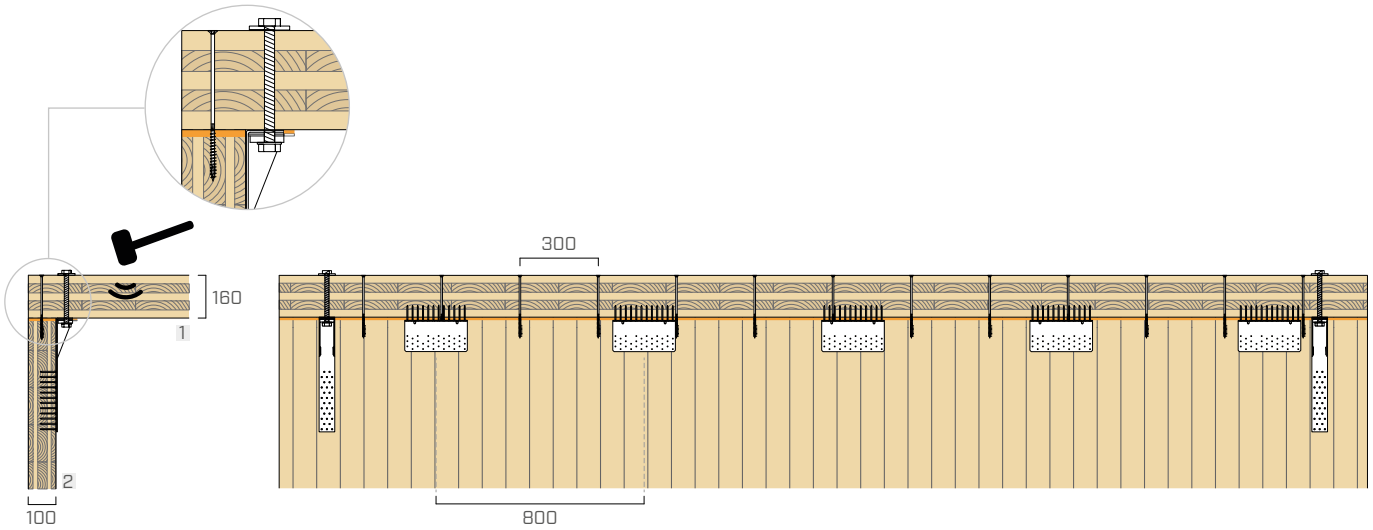
# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)




**SISTEMA DE FIJACIÓN**
13 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
5 angulares **TITAN** (TTN240), con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL35120240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN]: peso propio de la estructura



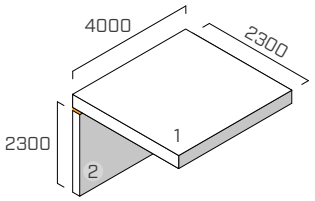

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 11,6 | 9,4 | 11,6 | 12,0 | 7,2 | 11,0 | 10,3 | 13,7 | 11,9 | 15,1 | 15,6 | 16,7 | 17,9 | 22,2 | 25,6 | 22,1 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{12{,}6\ dB}$$

*datos estimados a partir de las medidas experimentales

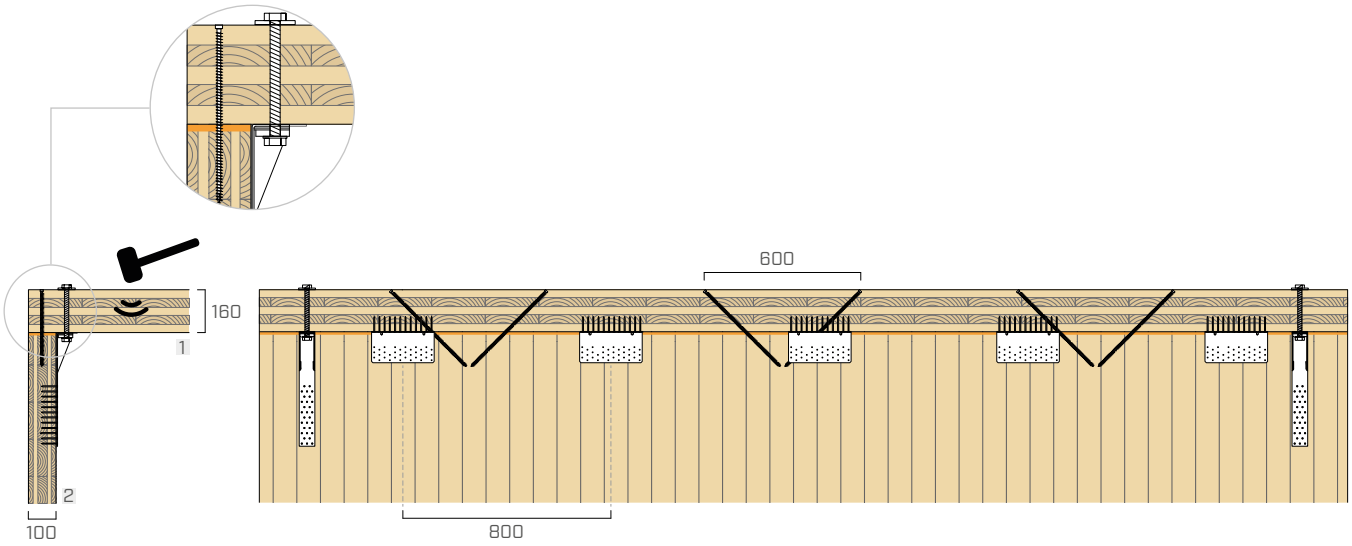
# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)




**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca total**VGZ** Ø9 x 400 mm (HBS8240), paso 600 mm
5 angulares **TITAN** (TTN240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN]: peso propio de la estructura

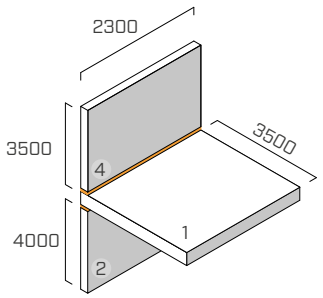



| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 10,6 | 15,0 | 8,8 | 9,6 | 9,2 | 8,4 | 7,7 | 10,0 | 11,3 | 14,3 | 14,2 | 16,3 | 20,0 | 18,6 | 20,8 | 18,7 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{11{,}2\ dB}$$

*datos estimados a partir de las medidas experimentales

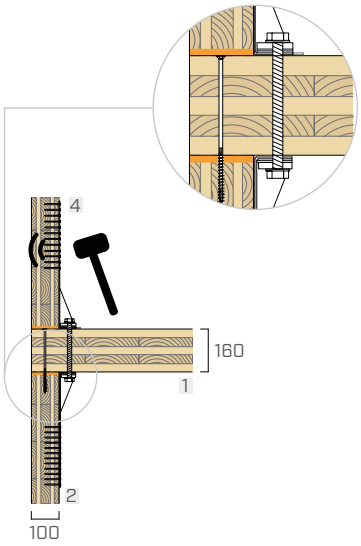
# UNIÓN EN T
EN ISO 10848-1/4

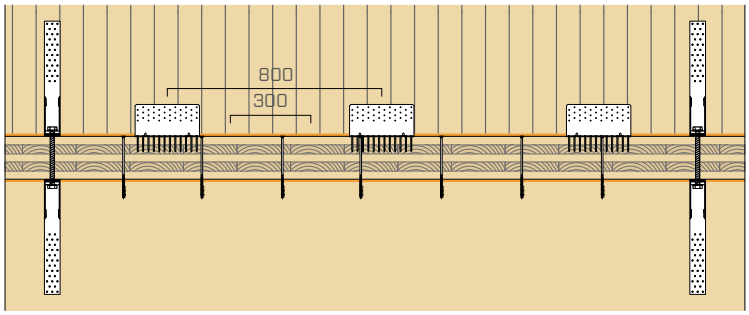



**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 3,5 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 3,5 m),
pared inferior: CLT 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 4,0 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
7 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
3 angulares **TITAN** (TTN240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
4 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 17,4 | 14,8 | 9,0 | 15,5 | 11,9 | 13,2 | 9,9 | 16,2 | 20,6 | 22,5 | 22,9 | 21,7 | 24,9 | 35,1 | 37,3 | 41,2 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{17{,}2\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 24,4 | 21,8 | 16,0 | 22,5 | 18,9 | 20,2 | 16,9 | 23,2 | 27,6 | 29,5 | 29,9 | 28,7 | 31,9 | 42,1 | 44,3 | 48,2 |

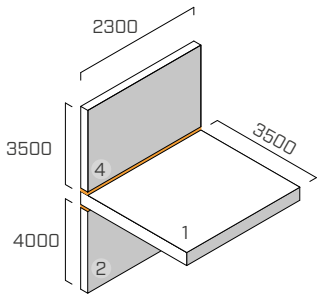
$$\overline{K_{24}} = \mathbf{24{,}2\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 12,5 | 0,5 | 0,7 | 7,2 | 4,6 | 7,5 | 0,7 | 9,7 | 9,1 | 12,3 | 12,8 | 18,8 | 19,5 | 21,3 | 25,1 | 26,3 |

$$\overline{K_{14}} = \mathbf{9{,}2\ dB}$$

*datos estimados a partir de las medidas experimentales

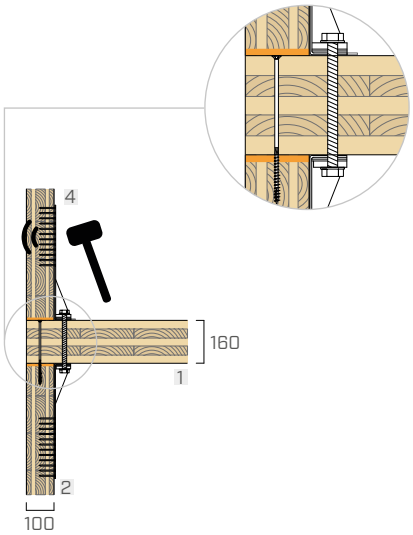
# UNIÓN EN T
EN ISO 10848-1/4

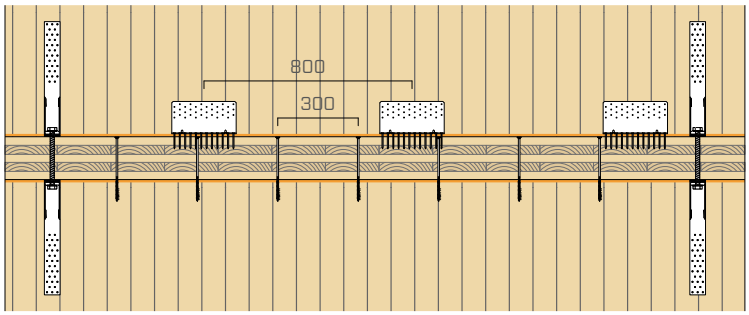



**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 3,5 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 4,0 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
7 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
3 angulares **TITAN** (TTN240), con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL35120240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
4 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm  longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 23,6 | 27,1 | 16,5 | 18,7 | 18,0 | 14,2 | 10,6 | 14,6 | 16,7 | 22,0 | 24,0 | 26,6 | 29,4 | 31,4 | 34,0 | 32,5 |

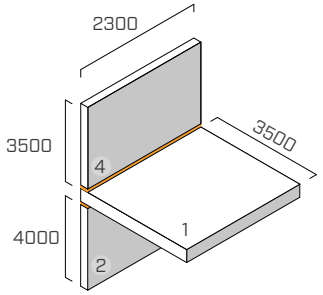
$$\overline{K_{24}} = \mathbf{18{,}4\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 16,6 | 20,1 | 9,5 | 11,7 | 11,0 | 7,2 | 3,6 | 7,6 | 9,7 | 15,0 | 17,0 | 19,6 | 22,4 | 24,4 | 27,0 | 25,5 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{11{,}4\ dB}$$

*datos estimados a partir de las medidas experimentales

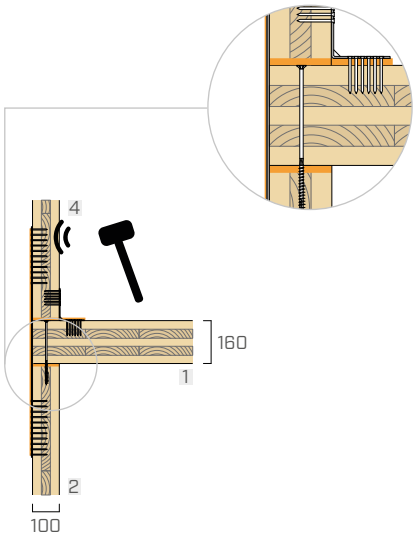
# UNIÓN EN T
EN ISO 10848-1/4

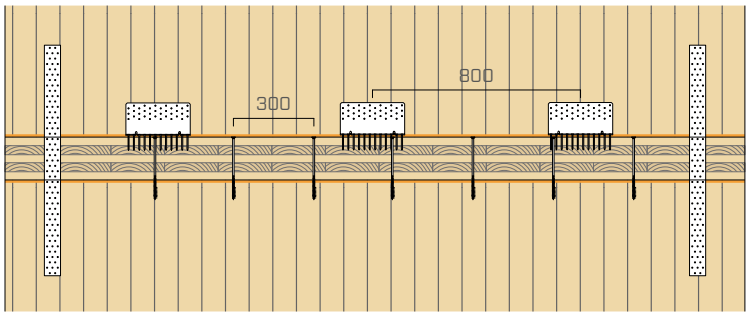



**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 3,5 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 4,0 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
7 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
3 angulares **TITAN** (TTN240), con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL35120240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
2 placas perforadas **LBV** (LBV100500)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 17,4 | 13,1 | 7,0 | 11,1 | 10,8 | 11,5 | 10,5 | 15,6 | 20,4 | 22,4 | 21,9 | 24,7 | 24,5 | 38,4 | 38,6 | 41,0 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{16{,}6\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 23,9 | 24,5 | 18,3 | 20,6 | 16,3 | 18,2 | 19,4 | 19,6 | 25,7 | 27,2 | 25,6 | 21,9 | 24,5 | 41,7 | 44,9 | 49,0 |

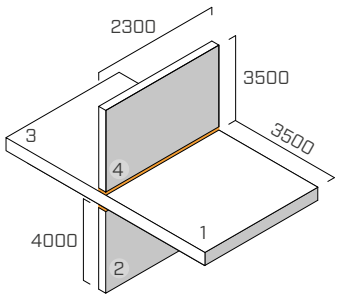
$$\overline{K_{24}} = \mathbf{21{,}6\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 7,1 | - 3,1 | - 2,5 | 6,2 | 6,0 | 6,4 | 0,7 | 9,7 | 9,5 | 12,5 | 12,7 | 19,3 | 16,8 | 21,8 | 25,2 | 27,2 |

$$\overline{K_{14}} = \mathbf{9{,}2\ dB}$$

Datos estimados a partir de las medidas experimentales.

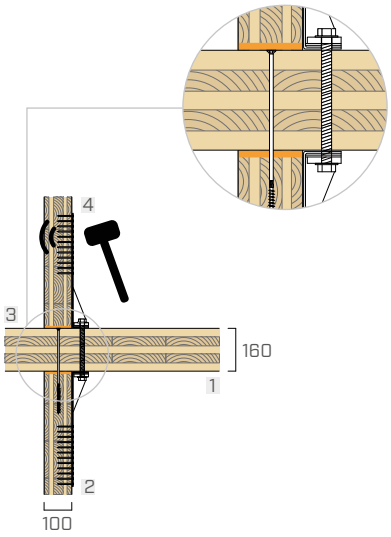
# UNIÓN EN X
EN ISO 10848-1/4

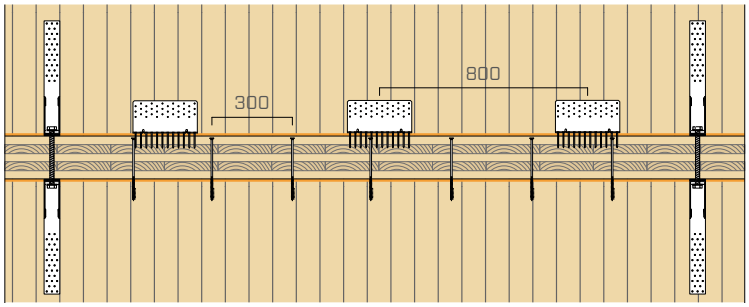



**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 3,5 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 7,5 m)
pared inferior: CLT 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 4,0 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
7 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
3 angulares **TITAN** (TTN240), con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL35120240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
4 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 20,4 | 17,8 | 12,0 | 18,5 | 14,9 | 16,2 | 12,9 | 19,2 | 23,6 | 25,5 | 25,9 | 24,7 | 27,9 | 38,1 | 40,3 | 44,2 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{20{,}2\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 15,5 | 3,5 | 3,7 | 10,2 | 7,6 | 10,5 | 3,7 | 12,7 | 12,1 | 15,3 | 15,8 | 21,8 | 22,5 | 24,3 | 28,1 | 29,3 |

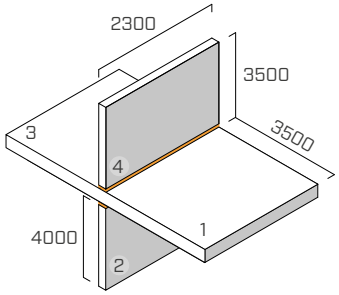
$$\overline{K_{14}} = \mathbf{12{,}2\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 25,4 | 22,8 | 17,0 | 23,5 | 19,9 | 21,2 | 17,9 | 24,2 | 28,6 | 30,5 | 30,9 | 29,7 | 32,9 | 43,1 | 45,3 | 49,2 |

$$\overline{K_{24}} = \mathbf{25{,}2\ dB}$$

*datos estimados a partir de las medidas experimentales

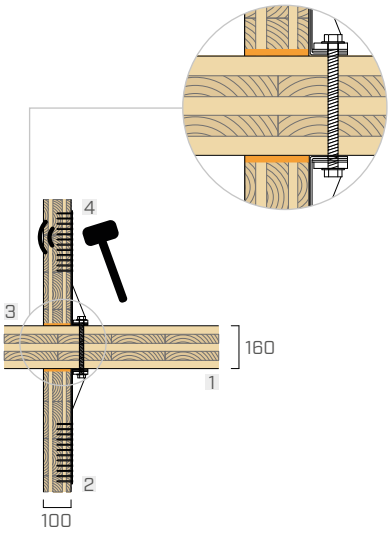
# UNIÓN EN X
EN ISO 10848-1/4

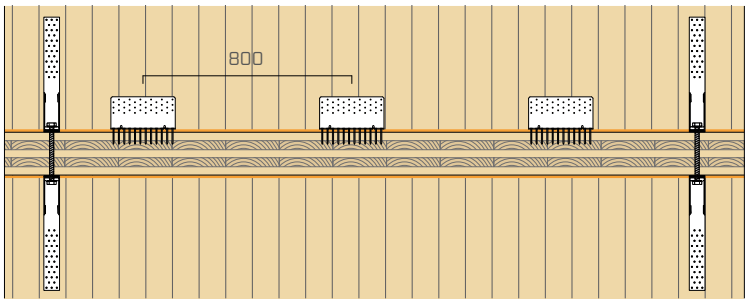



**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 3,5 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 7,5 m)
pared inferior: CLT 5 capas (s: 100 mm) (2,3 m x 4,0 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 angulares **TITAN** (TTN240), con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL35120240), paso 800 mm
esquema de fijación: 72 tornillos 5 x 50
4 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
XYLOFON 35 + XYLOFON PLATE
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 24,6 | 28,1 | 17,5 | 19,7 | 19,0 | 15,2 | 11,6 | 15,6 | 17,7 | 23,0 | 25,0 | 27,6 | 30,4 | 32,4 | 35,0 | 33,5 |

$$\overline{K_{24}} = \mathbf{19{,}4\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 19,6 | 23,1 | 12,5 | 14,7 | 14,0 | 10,2 | 6,6 | 10,6 | 12,7 | 18,0 | 20,0 | 22,6 | 25,4 | 27,4 | 30,0 | 28,5 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{14{,}4\ dB}$$

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{13}$ [dB] | 10,3 | 10,0 | 9,6 | 9,3 | 9,0 | 8,6 | 8,3 | 8,0 | 7,6 | 7,3 | 7,0 | 6,7 | 6,3 | 6,0 | 5,7 | 5,3 |

$$\overline{K_{13}} = \mathbf{8{,}0\ dB}$$

*datos estimados a partir de las medidas experimentales.

# PODER FONOAISLANTE Y NIVEL DE RUIDO DE IMPACTO

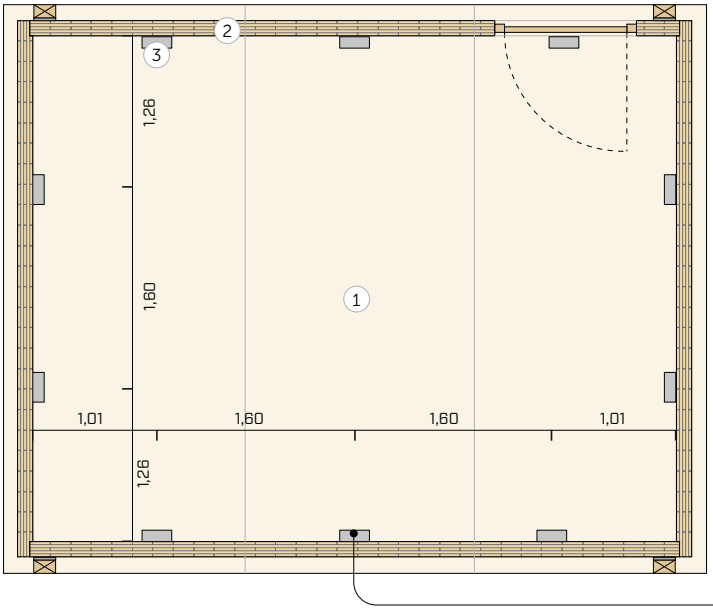
El estudio prospectivo del aislamiento acústico de los ruidos aéreos y de pisadas en los edificios no puede determinarse exclusivamente con cálculos, sino que debe basarse también en datos experimentales y mediciones en laboratorio e in situ.

En las construcciones de madera, como en todas las construcciones ligeras, la contribución de la transmisión por flancos puede ser bastante significativa y es importante poder calcularla correctamente porque la normativa exige el cumplimiento de los requisitos acústicos pasivos medidos in situ.
Por este motivo, no es posible limitarse a analizar la estratigrafía del elemento divisorio, sino que se debe tener en cuenta el comportamiento de las bandas resilientes.

En el laboratorio de Innsbruck, la planta superior y el forjado se pueden elevar hasta 30 cm mediante gatos hidráulicos, lo que permite realizar pruebas con y sin XYLOFON y, en consecuencia, probar su eficacia.

El laboratorio también prevé la posibilidad de cargar la estructura mediante tirantes roscados para simular diferentes cargas (por ejemplo, varias plantas). Para las pruebas, se ha aplicado una carga de 17 kN/m (aproximadamente una planta) al elemento del techo y, por lo tanto, también a XYLOFON 35.

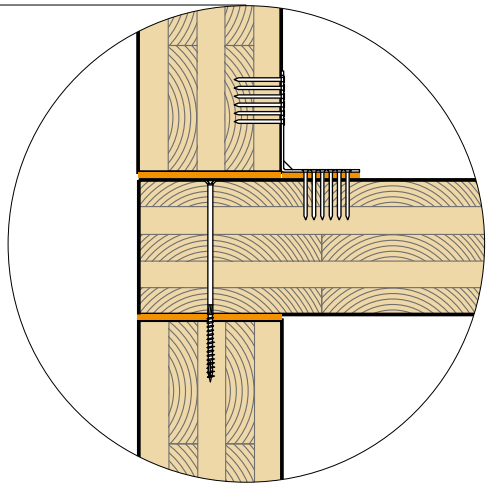
## CONFIGURACIÓN




La habitación receptora y la emisora tienen una superficie útil de 21,5 $m^2$ (5,24 m de longitud y 4,10 m de anchura).
El volumen de la habitación emisora es de 53,0 $m^3$, mientras que el de la habitación receptora es de 85,0 $m^3$.

El forjado (1) es de CLT de 5 capas de 160 mm, mientras que las paredes (2) son de paneles de CLT de 5 capas de 100 mm.
El forjado está fijado con tornillos **HBS** 6 x 240 mm separados 300 mm y 10 angulares **TITAN** (3) TTN240 con tornillos **LBS** 5 x 70 (72 tornillos para cada angular).

NOTA: antes de la medición, se ha realizado un Blower-Door-Test para evitar que las pérdidas de aire afecten los resultados de la medición.



## RESULTADOS

Para evaluar la transmisión por flancos se ha utilizado como fuentes tanto el dodecaedro como la máquina de ruido de impacto, mientras que en la habitación receptora se han aplicado acelerómetros en la pared.

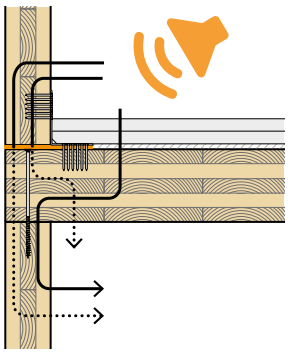
Los resultados obtenidos se han usado en la siguiente fórmula para determinar $R_{ij,situ}$

$$R\ S(0) = R_{ij,situ}$$

$$R\ S(0) = LS\ (f) - Lb\ (f) - K56 + 20log\ (f\ in\ Hz) - 10log\sigma \quad (1)$$

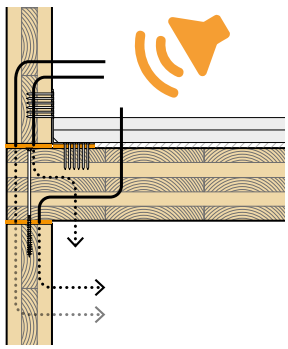
donde:

| | |
|---|---|
| LS (f) | nivel de presión sonora en la habitación emisora, función de la frecuencia [dB] |
| LB (f) | nivel de presión sonora lateral, función de la frecuencia [dB] |
| K56 | coeficiente de calibración del acelerómetro |
| f | frecuencia [Hz] |
| 10log σ | coeficiente de radiación, función de la frecuencia |



$\Delta R_{Df+Ff,situ}$ = **5 dB**

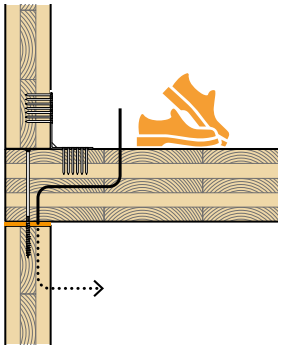
*$\Delta STC_{Df+Ff,situ}$ = 4 dB*



$\Delta R_{Df+Ff,situ}$ = **10 dB**

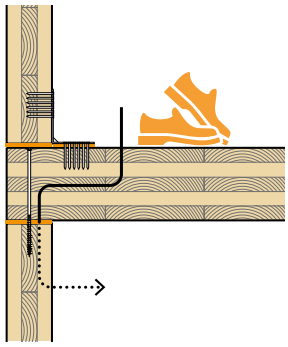
*$\Delta STC_{Df+Ff,situ}$ = 10 dB*

reducción de la transmisión por flancos por vía aérea



$\Delta L_{n,Df+Ff,situ}$ = **7 dB**

*$\Delta IIC_{Df+Ff,situ}$ = 7 dB*



$\Delta L_{n,Df+Ff,situ}$ = **8 dB**

*$\Delta IIC_{Df+Ff,situ}$ = 8 dB*

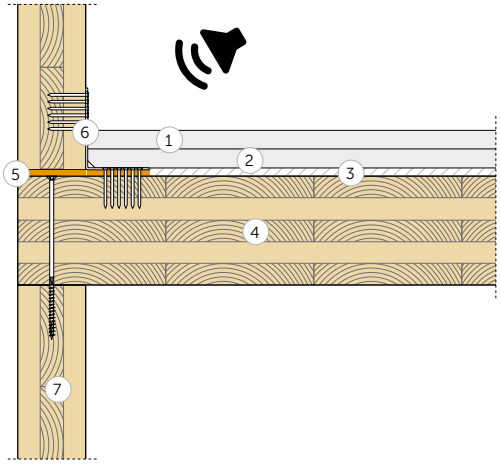
reducción de la transmisión por flancos del ruido de impacto

A. Kraler, P. Brugnara, "**Acoustic behaviour of CLT structures: influence of decoupling bearing stripes, floor assembly and connectors under storey-like loads**", Internoise Glasgow 21-24 August 2022

universität innsbruck

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

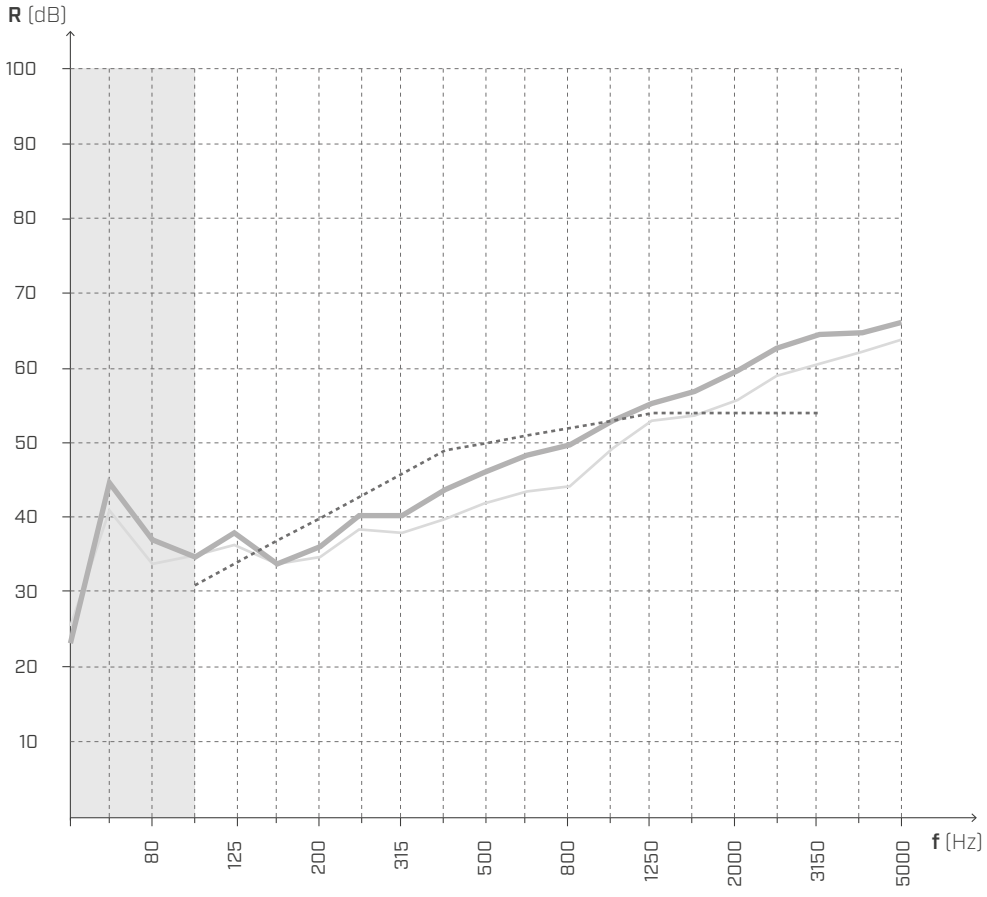
AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$) (s: 32 mm)
2. panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (s: 30 mm)
3. SILENT FLOOR PUR (s: 10 mm)
4. CLT (s: 160 mm)
5. **XYLOFON**
6. TITAN SILENT
7. CLT (s: 120 mm)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 23,1 |
| 63 | 44,6 |
| 80 | 36,9 |
| 100 | 34,6 |
| 125 | 37,8 |
| 160 | 33,7 |
| 200 | 36,1 |
| 250 | 40,2 |
| 315 | 40,2 |
| 400 | 43,6 |
| 500 | 45,9 |
| 630 | 48,2 |
| 800 | 49,7 |
| 1000 | 52,8 |
| 1250 | 55,1 |
| 1600 | 56,9 |
| 2000 | 59,5 |
| 2500 | 62,5 |
| 3150 | 64,5 |
| 4000 | 64,6 |
| 5000 | 66,1 |

$R'_w(C;C_{tr})$ = **50 (0;-6) dB**

*$R'_{w,0}(C;C_{tr})$ = 47 (0;-6) dB*

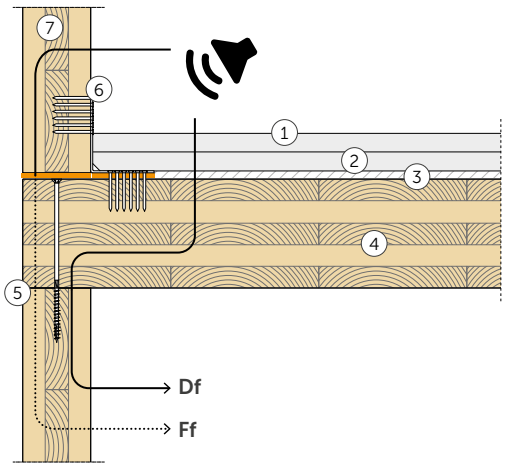
*STC* = ***50***

*$STC_0$ = 48*

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M03B_L211217_m-Bodenaufbau.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

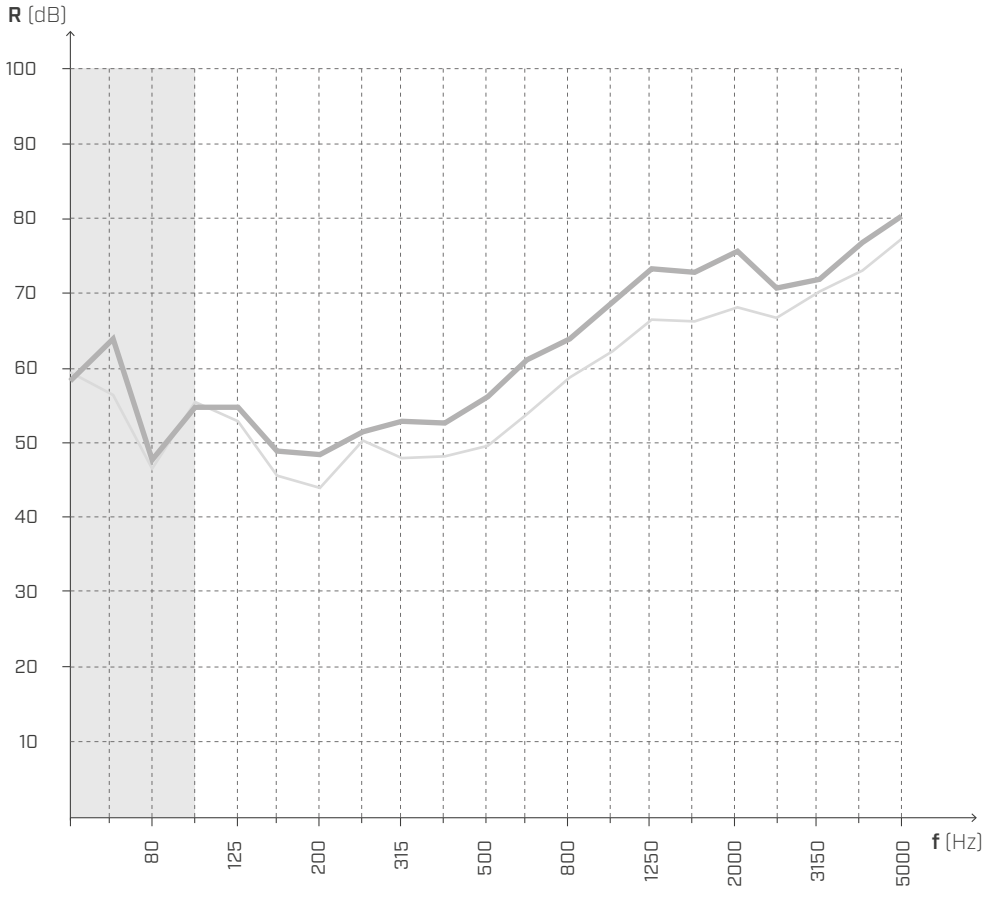
TRANSMISIÓN POR FLANCOS POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$) (s: 32 mm)
2. panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (s: 30 mm)
3. SILENT FLOOR PUR (s: 10 mm)
4. CLT (s: 160 mm)
5. XYLOFON
6. TITAN SILENT
7. CLT (s: 120 mm)

## TRANSMISIÓN POR FLANCOS POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 58,3 |
| 63 | 63,9 |
| 80 | 47,7 |
| 100 | 54,6 |
| 125 | 54,8 |
| 160 | 48,8 |
| 200 | 48,3 |
| 250 | 51,4 |
| 315 | 52,9 |
| 400 | 52,6 |
| 500 | 56,1 |
| 630 | 61,0 |
| 800 | 63,7 |
| 1000 | 68,8 |
| 1250 | 73,1 |
| 1600 | 72,6 |
| 2000 | 75,6 |
| 2500 | 70,6 |
| 3150 | 71,7 |
| 4000 | 76,6 |
| 5000 | 80,2 |

$R_{Df+Ff,situ}$ = **62 dB**

$R_{Df+Ff,situ,0}$ = **57 dB**

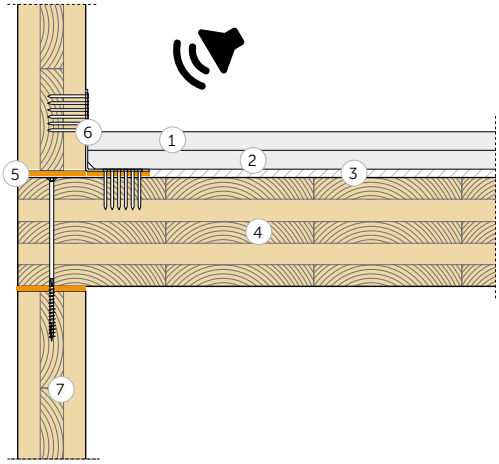
$STC_{Df+Ff,\ situ}$ = **61**

$STC_{Df+Ff,situ,0}$ = **57**

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M03B_L211217_m-Bodenaufbau

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

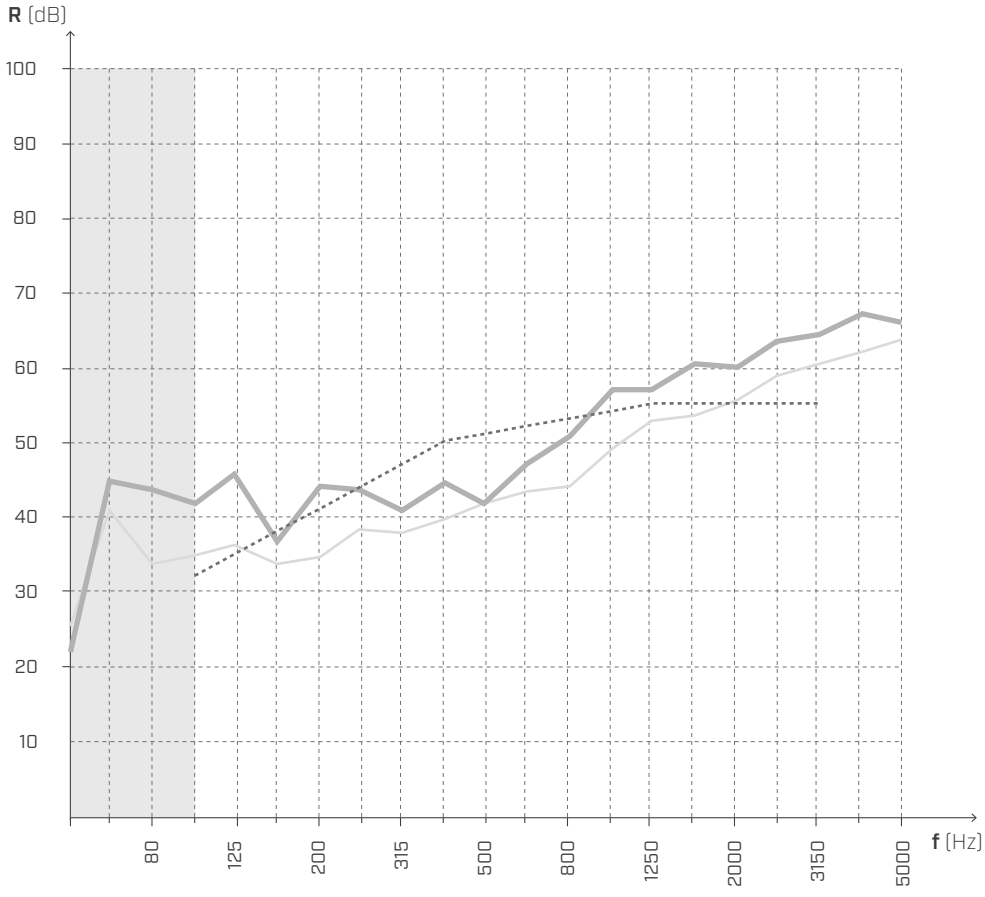
AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$) (s: 32 mm)
2. panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (s: 30 mm)
3. SILENT FLOOR PUR (s: 10 mm)
4. CLT (s: 160 mm)
5. **XYLOFON**
6. TITAN SILENT
7. CLT (s: 120 mm)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 22,0 |
| 63 | 44,8 |
| 80 | 43,6 |
| 100 | 41,8 |
| 125 | 45,7 |
| 160 | 36,8 |
| 200 | 44,2 |
| 250 | 43,6 |
| 315 | 40,9 |
| 400 | 44,5 |
| 500 | 41,8 |
| 630 | 47,1 |
| 800 | 50,8 |
| 1000 | 57,0 |
| 1250 | 57,0 |
| 1600 | 60,6 |
| 2000 | 60,1 |
| 2500 | 63,5 |
| 3150 | 64,5 |
| 4000 | 67,2 |
| 5000 | 66,1 |

$R'_w(C;C_{tr})$ = **51 (0;-6) dB**

*$R'_{w,0}(C;C_{tr})$ = 47 (0;-6) dB*

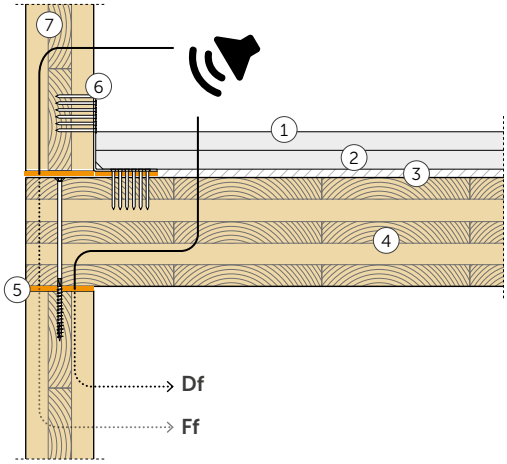
*STC* = ***51***

*$STC_0$ = 48*

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 6020 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M07B_L211217_m-Bodenaufbau

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

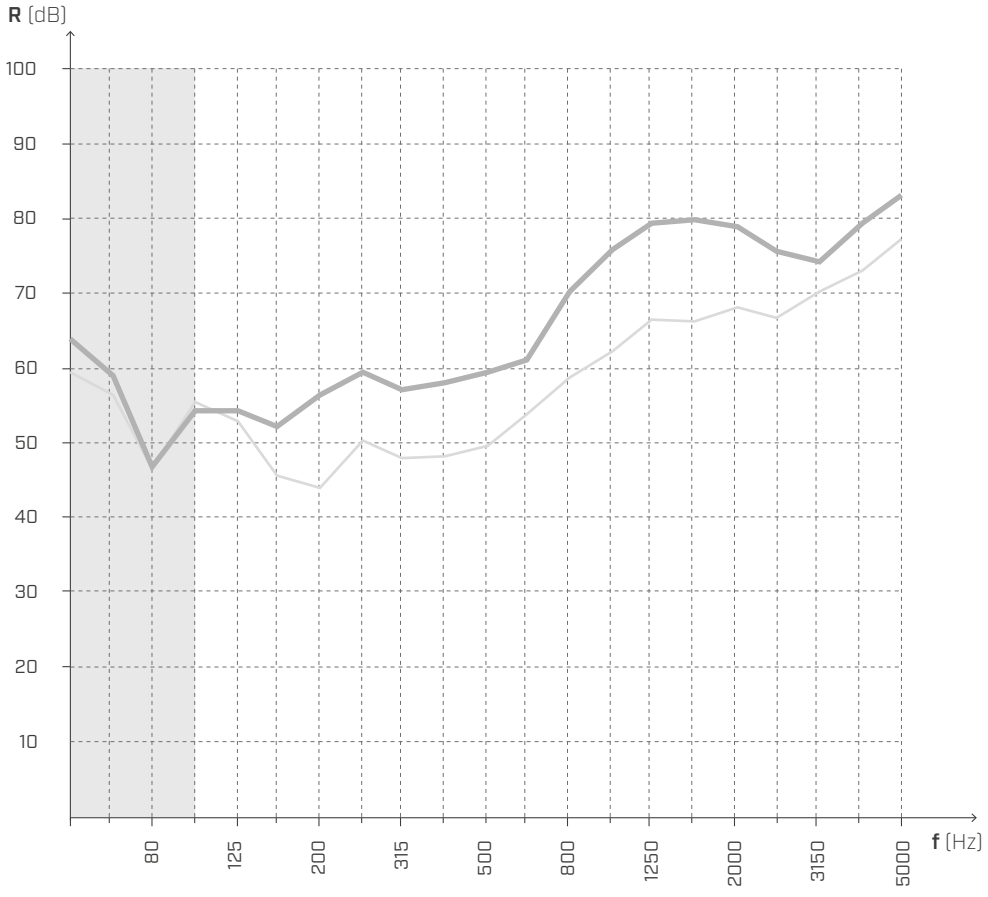
## TRANSMISIÓN POR FLANCOS POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$) (s: 32 mm)
2. panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (s: 30 mm)
3. SILENT FLOOR PUR (s: 10 mm)
4. CLT (s: 160 mm)
5. **XYLOFON**
6. TITAN SILENT
7. CLT (s: 120 mm)

## TRANSMISIÓN POR FLANCOS POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 63,9 |
| 63 | 59,0 |
| 80 | 46,7 |
| 100 | 54,3 |
| 125 | 54,3 |
| 160 | 52,2 |
| 200 | 56,4 |
| 250 | 59,3 |
| 315 | 57,1 |
| 400 | 58,0 |
| 500 | 59,4 |
| 630 | 60,9 |
| 800 | 70,2 |
| 1000 | 75,8 |
| 1250 | 79,4 |
| 1600 | 79,7 |
| 2000 | 78,8 |
| 2500 | 75,6 |
| 3150 | 74,1 |
| 4000 | 79,2 |
| 5000 | 82,9 |

$R_{Df+Ff,situ}$ = **67 dB**

*$R_{Df+Ff,situ,0}$ = 57 dB*

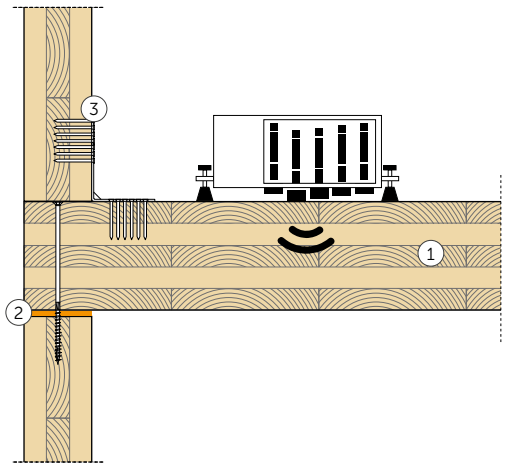
$STC_{Df+Ff,\ situ}$ = **67**

*$STC_{Df+Ff,situ,0}$ = 57*

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M07B_T210517_o-Bodenaufbau

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

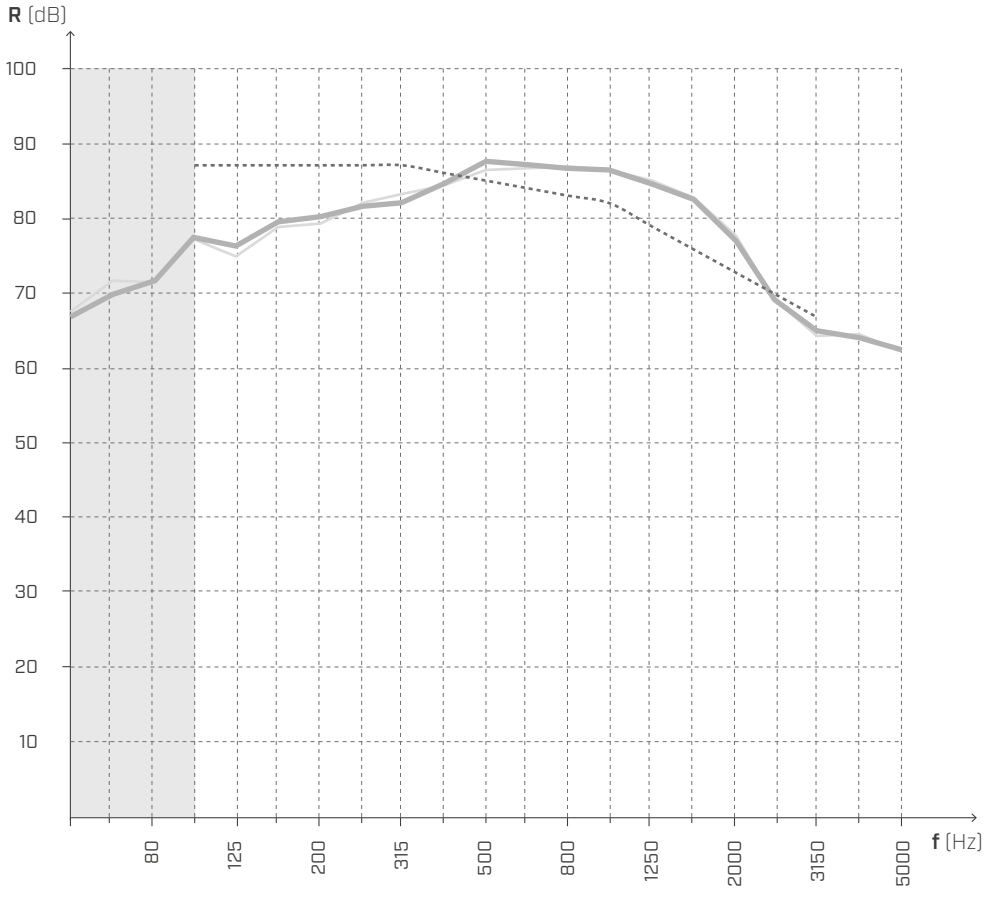
AISLAMIENTO DEL RUIDO DE IMPACTO SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 72 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. CLT (s: 160 mm)
2. XYLOFON
3. TITAN SILENT

## AISLAMIENTO DEL RUIDO DE IMPACTO




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 66,7 |
| 63 | 69,7 |
| 80 | 71,6 |
| 100 | 77,6 |
| 125 | 76,2 |
| 160 | 79,5 |
| 200 | 80,2 |
| 250 | 81,7 |
| 315 | 82,3 |
| 400 | 84,8 |
| 500 | 87,7 |
| 630 | 87,2 |
| 800 | 86,9 |
| 1000 | 86,7 |
| 1250 | 84,8 |
| 1600 | 82,7 |
| 2000 | 77,1 |
| 2500 | 69,0 |
| 3150 | 65,0 |
| 4000 | 64,0 |
| 5000 | 62,4 |

con XYLOFON
sin XYLOFON

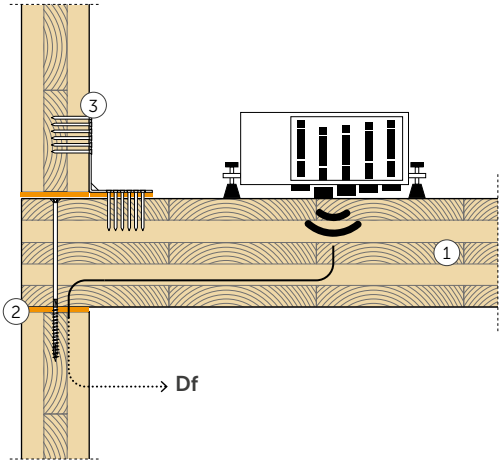
$L'_{n,w}(C_l)$ = **85 (-4) dB**

*IIC* = ***85***

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M06A_T210517_o-Bodenaufbau.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

## TRANSMISIÓN POR FLANCOS DEL RUIDO DE IMPACTO SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. CLT (s: 160 mm)
2. XYLOFON
3. TITAN SILENT

## TRANSMISIÓN POR FLANCOS DEL RUIDO DE IMPACTO

| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 55,2 |
| 63 | 54,8 |
| 80 | 56,9 |
| 100 | 58,4 |
| 125 | 52,7 |
| 160 | 52,5 |
| 200 | 55,9 |
| 250 | 60,2 |
| 315 | 56,2 |
| 400 | 54,0 |
| 500 | 61,5 |
| 630 | 60,8 |
| 800 | 63,2 |
| 1000 | 66,0 |
| 1250 | 62,3 |
| 1600 | 59,5 |
| 2000 | 60,6 |
| 2500 | 52,3 |
| 3150 | 50,0 |
| 4000 | 39,5 |
| 5000 | 28,2 |

$L_{n,Df+Ff,situ}$ = **64 dB**

*$L_{n,Df+Ff,situ,0}$ = 71 dB*

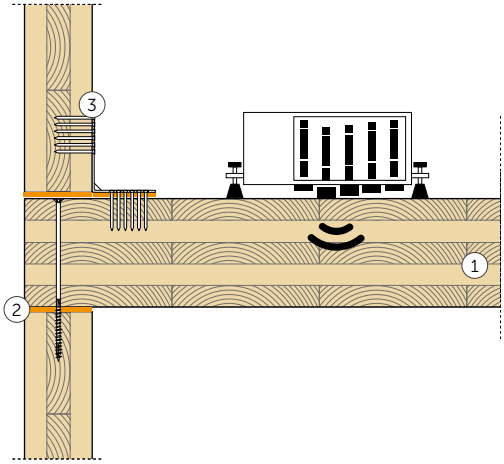
$IIC_{Df+Ff,\ situ}$ = **64**

*$IIC_{Df+Ff,situ,0}$ = 71*

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M06A_T210517_o-Bodenaufbau

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

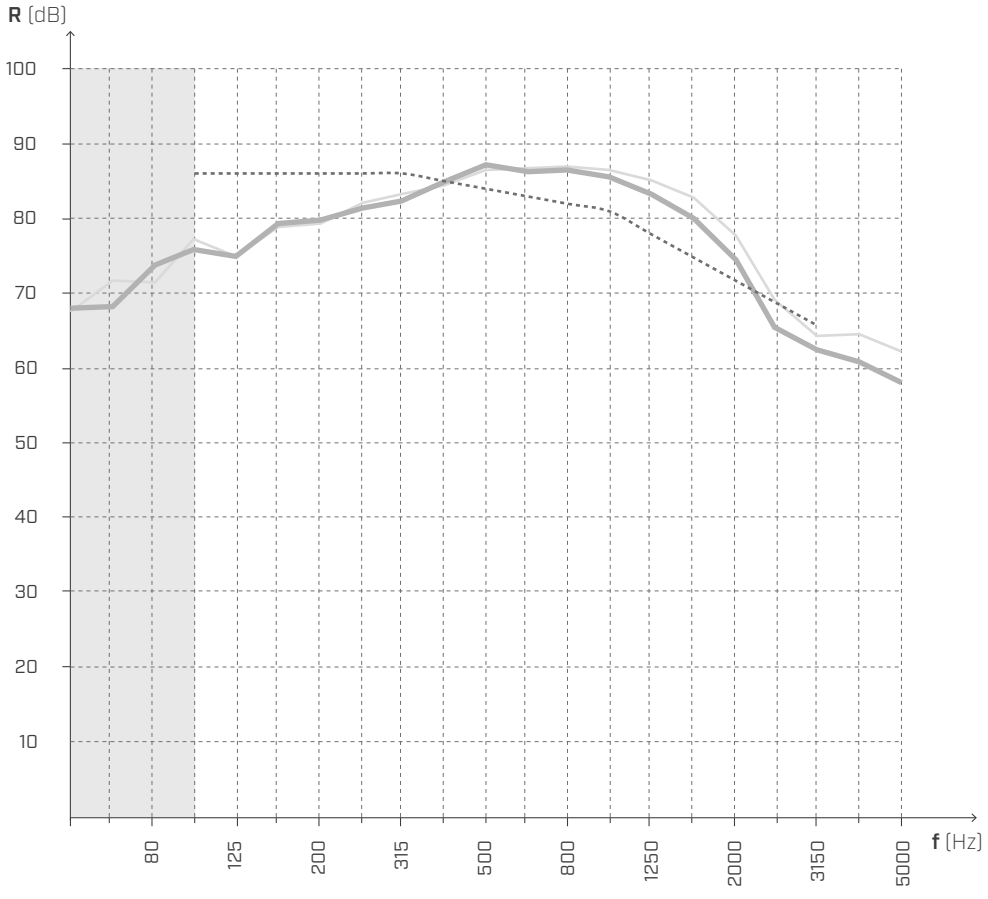
AISLAMIENTO DEL RUIDO DE IMPACTO SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 72 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. CLT (s: 160 mm)
2. XYLOFON
3. TITAN SILENT

## AISLAMIENTO DEL RUIDO DE IMPACTO




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 68,0 |
| 63 | 68,2 |
| 80 | 73,7 |
| 100 | 75,8 |
| 125 | 74,9 |
| 160 | 79,3 |
| 200 | 79,8 |
| 250 | 81,5 |
| 315 | 82,3 |
| 400 | 85,1 |
| 500 | 87,4 |
| 630 | 86,4 |
| 800 | 86,7 |
| 1000 | 85,6 |
| 1250 | 83,4 |
| 1600 | 80,2 |
| 2000 | 74,4 |
| 2500 | 65,5 |
| 3150 | 62,3 |
| 4000 | 60,7 |
| 5000 | 57,9 |

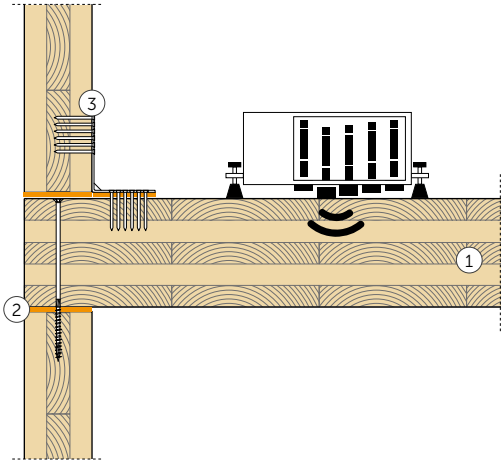
$L'_{n,w}(C_l)$ = **84 (-4) dB**

*IIC* = ***84***

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:**M07A_T210517_o-Bodenaufbau

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT

## TRANSMISIÓN POR FLANCOS DEL RUIDO DE IMPACTO SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. CLT (s: 160 mm)
2. XYLOFON
3. TITAN SILENT

## TRANSMISIÓN POR FLANCOS DEL RUIDO DE IMPACTO

| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 56,0 |
| 63 | 53,1 |
| 80 | 60,1 |
| 100 | 58,0 |
| 125 | 51,8 |
| 160 | 53,5 |
| 200 | 57,5 |
| 250 | 58,8 |
| 315 | 55,1 |
| 400 | 54,4 |
| 500 | 60,8 |
| 630 | 61,6 |
| 800 | 62,3 |
| 1000 | 65,7 |
| 1250 | 61,7 |
| 1600 | 59,0 |
| 2000 | 60,3 |
| 2500 | 50,5 |
| 3150 | 43,9 |
| 4000 | 35,2 |
| 5000 | 27,1 |

$L_{n,Df+Ff,situ}$ = **63 dB**

*$L_{n,Df+Ff,situ,0}$ = 71 dB*

$IIC_{Df+Ff,\ situ}$ = **63**

*$IIC_{Df+Ff,situ,0}$ = 71*

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck0Arbeitsbereich für Holzbau0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M07A_T210517_o-Bodenaufbau

# MEDICIONES IN SITU

La eficacia de XYLOFON se ha comprobado también mediante mediciones de los requisitos acústicos pasivos en edificios realizados.
XYLOFON se ha utilizado en edificios residenciales, estructuras de alojamiento, campus universitarios, escuelas, centros de salud y edificios multipisos de uso mixto.
Las prestaciones obtenidas no han defraudado las expectativas y XYLOFON ha demostrado ser un excelente aliado para reducir la transmisión por flancos.

## MARIE CURIE SCHULE

Fráncfort (DE)

| | |
|---|---|
| **descripción** | edificio de uso escolar |
| **tipo de estructura** | paneles de CLT |
| **lugar** | Fráncfort (Alemania) |
| **productos** | XYLOFON |

## EDIFICIO MULTIPISOS

Toronto (CA)

| | |
|---|---|
| **descripción** | edificio de 6 plantas de uso residencial |
| **tipo de estructura** | paneles de CLT |
| **lugar** | Toronto (Canadá) |
| **productos** | XYLOFON, ALADIN |

## SOLHØY

Østlandet (NO)

| | |
|---|---|
| **descripción** | centro de salud con 67 viviendas para uso sanitario-asistencial con servicios para los usuarios |
| **tipo de estructura** | paneles de CLT |
| **lugar** | Østlandet (Noruega) |
| **productos** | XYLOFON |

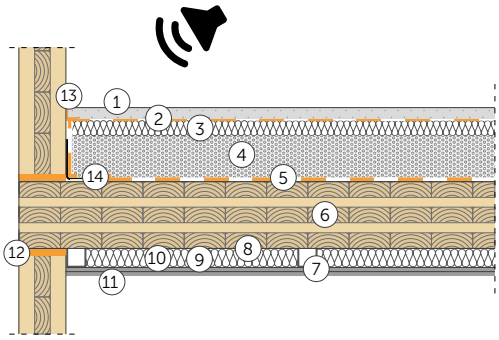
## LA BRIOSA HOTEL

Trentino Alto Adigio (IT)

| | |
|---|---|
| **descripción** | edificio de 7 plantas para alojamiento |
| **tipo de estructura** | paneles de CLT |
| **lugar** | Trentino Alto Adigio (Italia) |
| **productos** | XYLOFON, ALADIN, TITAN SILENT |

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 10140-2

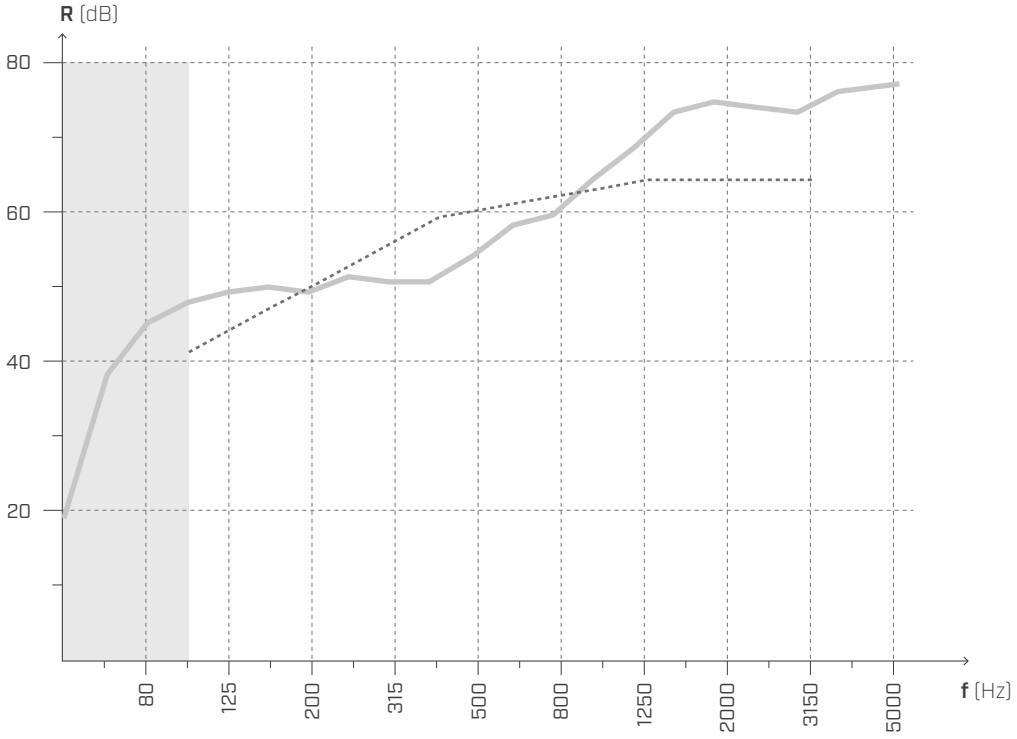



## FORJADO

**Superficie** = 31,17 $m^2$
**Masa** = 418,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 78,4 $m^3$

1. Solado de cemento (2400 $kg/m^3$) (s: 60 mm)
2. BARRIER 150
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
4. Llenado con grava compactada con cemento (1800 $kg/m^3$) (s: 80 mm)
5. **SILENT FLOOR BYTUM** (s: 5 mm)
6. CLT (s: 160 mm)
7. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
8. Estructura metálica para cartón-yeso
9. Cámara de aire (s: 10 mm)
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (25 $kg/m^3$) (s: 50 mm)
11. Panel de cartón-yeso x2 (s: 25 mm)
12. **XYLOFON**
13. **SILENT EDGE**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
    TITAN SILENT paso 800 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA



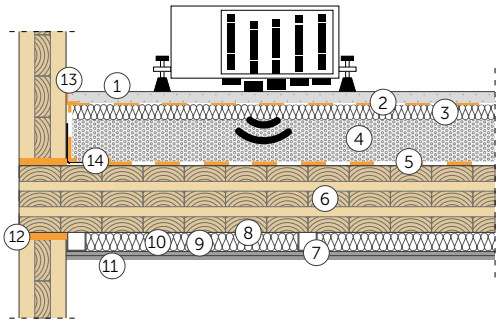

| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 18,6 |
| 63 | 38,2 |
| 80 | 44,8 |
| 100 | 48,0 |
| 125 | 49,5 |
| 160 | 50,1 |
| 200 | 49,0 |
| 250 | 51,6 |
| 315 | 50,6 |
| 400 | 50,7 |
| 500 | 54,2 |
| 630 | 58,4 |
| 800 | 59,9 |
| 1000 | 64,6 |
| 1250 | 68,7 |
| 1600 | 73,6 |
| 2000 | 75,0 |
| 2500 | 74,1 |
| 3150 | 73,8 |
| 4000 | 76,2 |
| 5000 | 76,9 |
| - | **60** |

$R_w$ ($C;C_{tr}$) = **60 (-1; -4) dB** STC = ***59***

**Laboratorio de pruebas:** Akustik Center Austria, Holzforschung Austria.
**Protocolo de la prueba:** 2440_01_2017_M01.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO SEGÚN ISO 10140-3

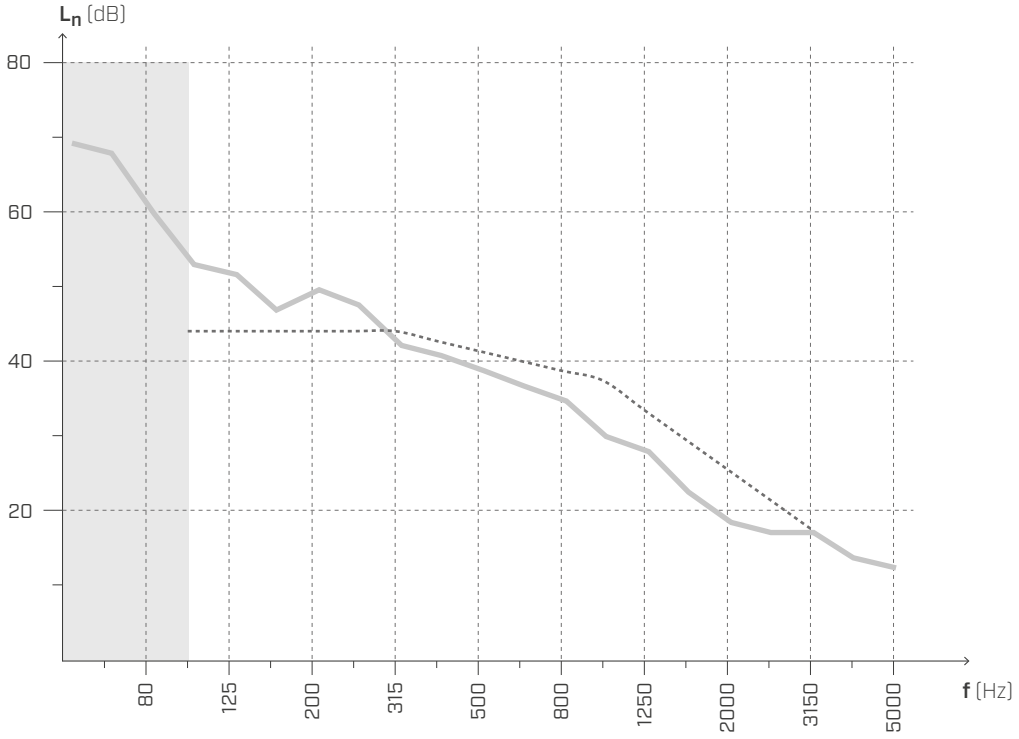



### FORJADO

**Superficie** = 31,17 $m^2$
**Masa** = 418,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 78,4 $m^3$

1. Solado de cemento (2400 $kg/m^3$) (s: 60 mm)
2. BARRIER 150
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
4. Llenado con grava compactada con cemento (1800 $kg/m^3$) (s: 80 mm)
5. **SILENT FLOOR BYTUM** (s: 5 mm)
6. CLT (s: 160 mm)
7. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
8. Estructura metálica para cartón-yeso
9. Cámara de aire (s: 10 mm)
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (25 $kg/m^3$) (s: 50 mm)
11. Panel de cartón-yeso x2 (s: 25 mm)
12. **XYLOFON**
13. **SILENT EDGE**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
    TITAN SILENT paso 800 mm

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 69,1 |
| 63 | 67,3 |
| 80 | 59,7 |
| 100 | 52,9 |
| 125 | 51,1 |
| 160 | 46,6 |
| 200 | 49,4 |
| 250 | 47,5 |
| 315 | 41,8 |
| 400 | 40,5 |
| 500 | 38,8 |
| 630 | 36,7 |
| 800 | 34,5 |
| 1000 | 30,1 |
| 1250 | 27,5 |
| 1600 | 22,5 |
| 2000 | 18,2 |
| 2500 | 17,1 |
| 3150 | 17,3 |
| 4000 | 13,8 |
| 5000 | 12,5 |
| - | **42** |

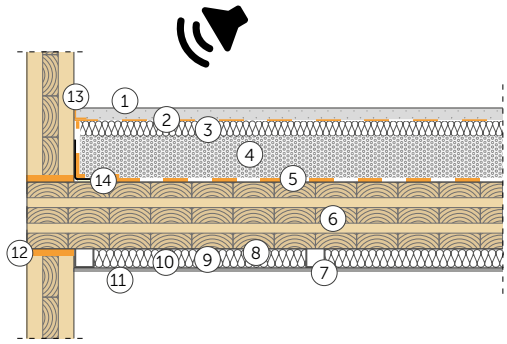
$L_{n,w}$ ($C_l$) = **42 (0) dB**

*IIC* = ***67***

**Laboratorio de pruebas:** Akustik Center Austria, Holzforschung Austria.
**Protocolo de la prueba:** 2440_01_2017_M01.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 10140-2

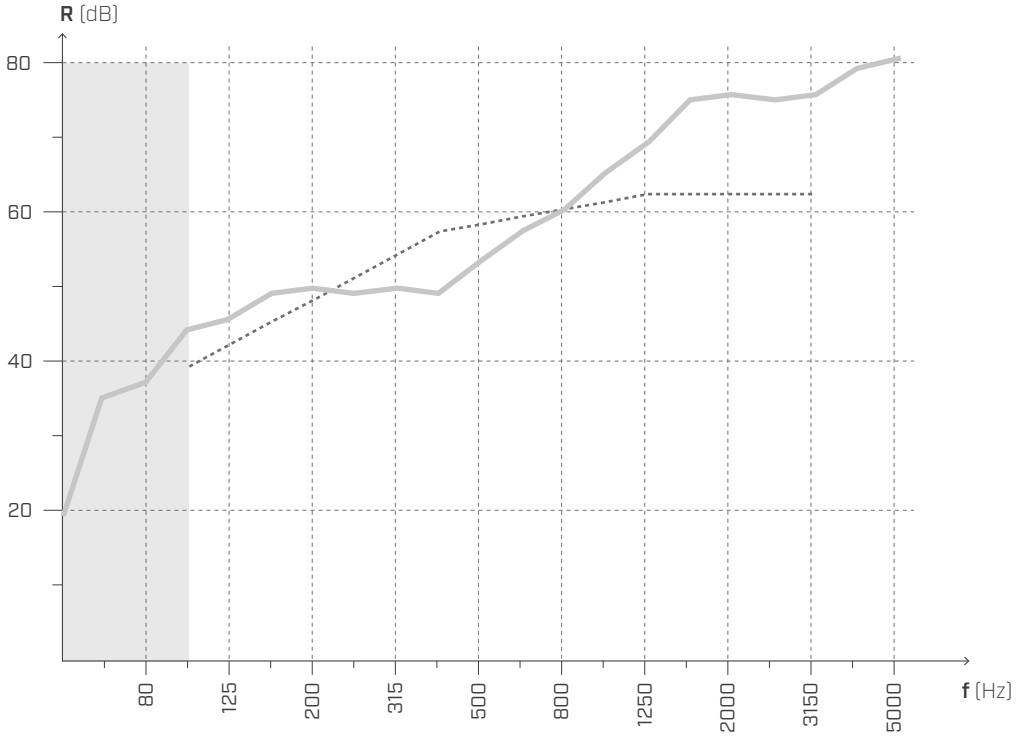



### FORJADO

**Superficie** = 31,17 $m^2$
**Masa** = 418,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 78,4 $m^3$

1. Solado de cemento (2400 $kg/m^3$) (s: 60 mm)
2. BARRIER 150
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
4. Llenado con grava compactada con cemento (1800 $kg/m^3$) (s: 80 mm)
5. **SILENT FLOOR BYTUM** (s: 5 mm)
6. CLT (s: 160 mm)
7. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
8. Estructura metálica para cartón-yeso
9. Cámara de aire (s: 10 mm)
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (25 $kg/m^3$) (s: 50 mm)
11. Panel de cartón-yeso (s: 12,5 mm)
12. **XYLOFON**
13. **SILENT EDGE**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
    TITAN SILENT paso 800 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA



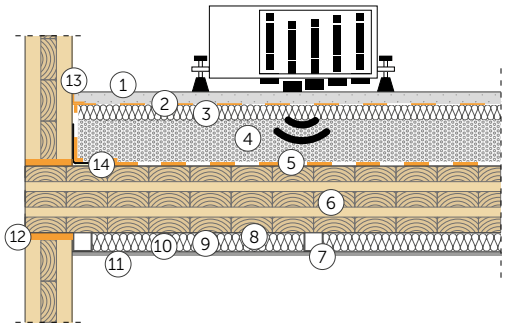

| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 18,7 |
| 63 | 34,9 |
| 80 | 36,9 |
| 100 | 43,8 |
| 125 | 45,6 |
| 160 | 49,1 |
| 200 | 49,9 |
| 250 | 49,1 |
| 315 | 49,4 |
| 400 | 48,7 |
| 500 | 53,0 |
| 630 | 57,4 |
| 800 | 59,9 |
| 1000 | 64,6 |
| 1250 | 68,9 |
| 1600 | 74,2 |
| 2000 | 74,9 |
| 2500 | 74,6 |
| 3150 | 75,1 |
| 4000 | 78,4 |
| 5000 | 79,9 |
| - | **59** |

$R_w$ ($C;C_{tr}$) = **59 (-1; -4) dB**  STC = ***57***

**Laboratorio de pruebas:** Akustik Center Austria, Holzforschung Austria.
**Protocolo de la prueba:** 2440_03_2017_M02.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO SEGÚN ISO 10140-3

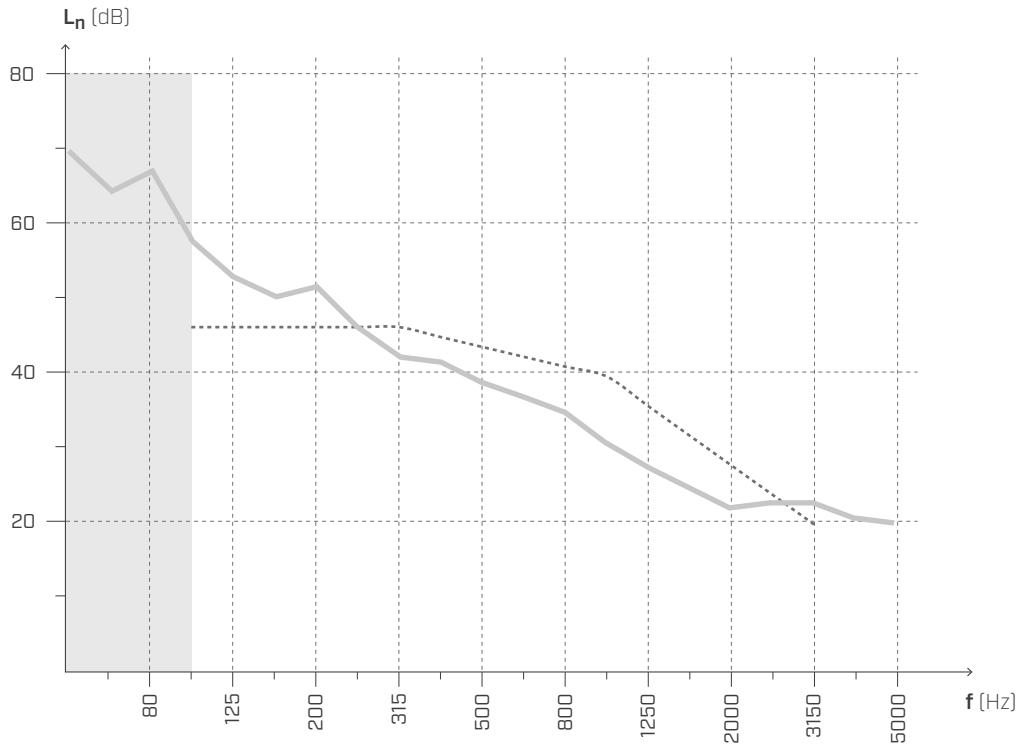



### FORJADO

**Superficie** = 31,17 $m^2$
**Masa** = 418,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 78,4 $m^3$

1. Solado de cemento (2400 $kg/m^3$) (s: 60 mm)
2. BARRIER 150
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
4. Llenado con grava compactada con cemento (1800 $kg/m^3$) (s: 80 mm)
5. **SILENT FLOOR BYTUM** (s: 5 mm)
6. CLT (s: 160 mm)
7. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
8. Estructura metálica para cartón-yeso
9. Cámara de aire (s: 10 mm)
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (25 $kg/m^3$) (s: 50 mm)
11. Panel de cartón-yeso x2 (s: 25 mm)
12. **XYLOFON**
13. **SILENT EDGE**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
    TITAN SILENT paso 800 mm

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 69,6 |
| 63 | 64,5 |
| 80 | 66,9 |
| 100 | 57,4 |
| 125 | 52,7 |
| 160 | 50,1 |
| 200 | 51,5 |
| 250 | 46,2 |
| 315 | 42,0 |
| 400 | 41,0 |
| 500 | 38,9 |
| 630 | 36,8 |
| 800 | 34,7 |
| 1000 | 30,4 |
| 1250 | 27,4 |
| 1600 | 24,2 |
| 2000 | 21,9 |
| 2500 | 22,7 |
| 3150 | 22,1 |
| 4000 | 20,6 |
| 5000 | 19,4 |
| - | **44** |

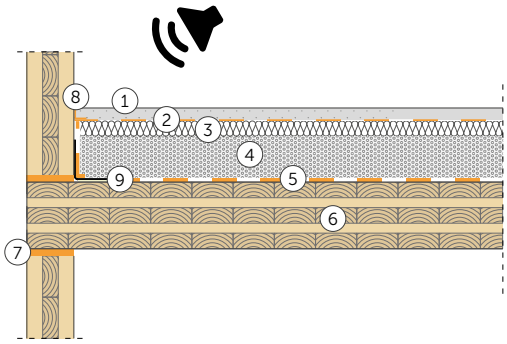
$L_{n,w}$ ($C_l$) = **44 (1) dB**

*IIC* = **62**

**Laboratorio de pruebas:** Akustik Center Austria, Holzforschung Austria.
**Protocolo de la prueba:** 2440_03_2017_M02.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 3

AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 10140-2

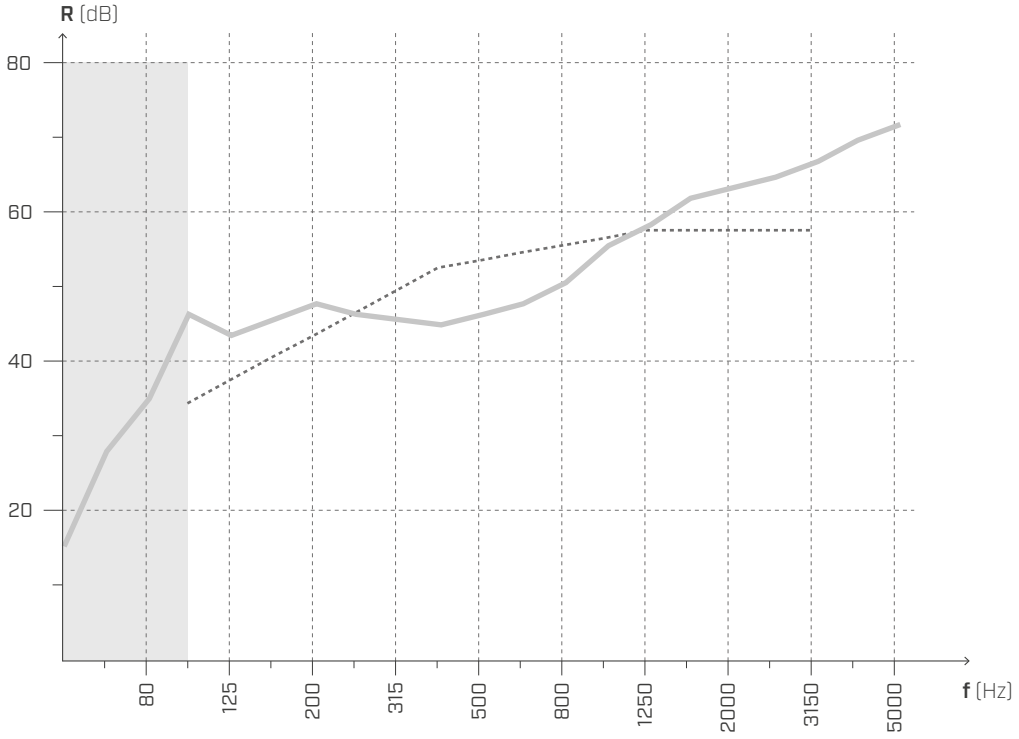



**FORJADO**

**Superficie** = 31,17 $m^2$
**Masa** = 418,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 78,4 $m^3$

1. Solado de cemento (2400 $kg/m^3$) (s: 60 mm)
2. BARRIER 150
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
4. Llenado con grava compactada con cemento (1800 $kg/m^3$) (s: 80 mm)
5. **SILENT FLOOR BYTUM** (s: 5 mm)
6. CLT (s: 160 mm)
7. **XYLOFON**
8. **SILENT EDGE**
9. Sistema de fijación:
   HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
   TITAN SILENT paso 800 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA



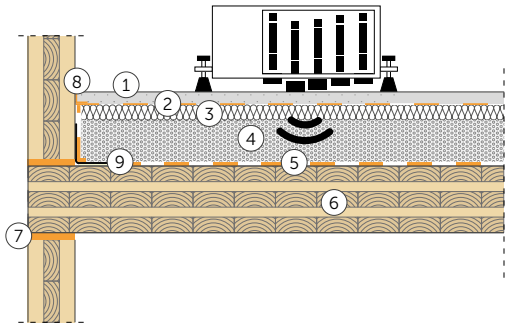

| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 15,5 |
| 63 | 27,8 |
| 80 | 35,3 |
| 100 | 46,1 |
| 125 | 43,8 |
| 160 | 45,7 |
| 200 | 47,6 |
| 250 | 46,4 |
| 315 | 45,8 |
| 400 | 44,9 |
| 500 | 46,6 |
| 630 | 47,4 |
| 800 | 50,3 |
| 1000 | 55,7 |
| 1250 | 58,2 |
| 1600 | 61,6 |
| 2000 | 62,8 |
| 2500 | 64,8 |
| 3150 | 66,6 |
| 4000 | 69,6 |
| 5000 | 71,6 |
| - | **53** |

$R_w$ ($C;C_{tr}$) = **53 (-1; -3) dB** STC = ***53***

**Laboratorio de pruebas:** Akustik Center Austria, Holzforschung Austria.
**Protocolo de la prueba:** 2440_05_2017_M03.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 3

NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO SEGÚN ISO 10140-3

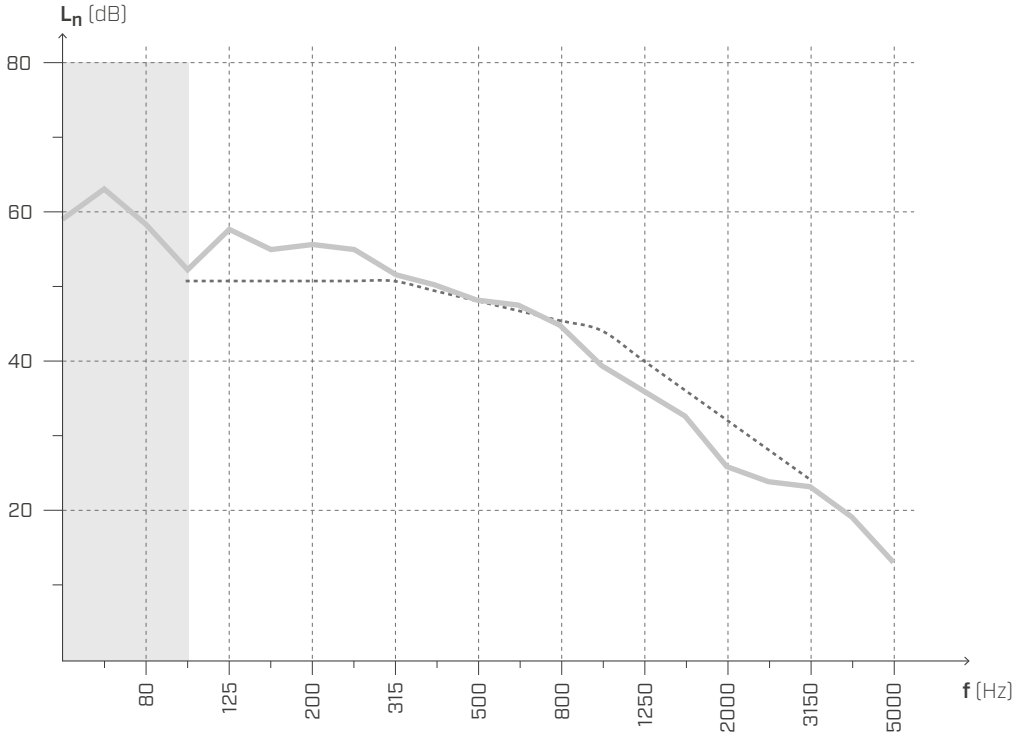



**FORJADO**

**Superficie** = 31,17 $m^2$
**Masa** = 418,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 78,4 $m^3$

1. Solado de cemento (2400 $kg/m^3$) (s: 60 mm)
2. BARRIER 150
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
4. Llenado con grava compactada con cemento (1800 $kg/m^3$) (s: 80 mm)
5. **SILENT FLOOR BYTUM** (s: 5 mm)
6. CLT (s: 160 mm)
7. **XYLOFON**
8. **SILENT EDGE**
9. Sistema de fijación:
   HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
   TITAN SILENT paso 800 mm

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO



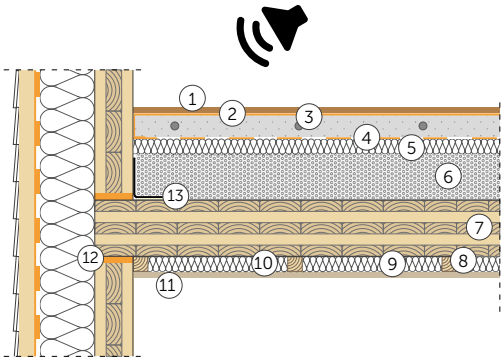

| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 59,3 |
| 63 | 63,1 |
| 80 | 58,4 |
| 100 | 51,9 |
| 125 | 57,5 |
| 160 | 55,1 |
| 200 | 55,4 |
| 250 | 55,0 |
| 315 | 51,4 |
| 400 | 50,0 |
| 500 | 47,9 |
| 630 | 47,3 |
| 800 | 44,9 |
| 1000 | 39,3 |
| 1250 | 36,0 |
| 1600 | 32,6 |
| 2000 | 26,0 |
| 2500 | 24,2 |
| 3150 | 23,1 |
| 4000 | 19,1 |
| 5000 | 13,3 |
| - | **48** |

$L_{n,w}$ ($C_l$) = **48 (0) dB** *IIC* = ***62***

**Laboratorio de pruebas:** Akustik Center Austria, Holzforschung Austria.
**Protocolo de la prueba:** 2440_06_2017_M03.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT 5

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 140-4

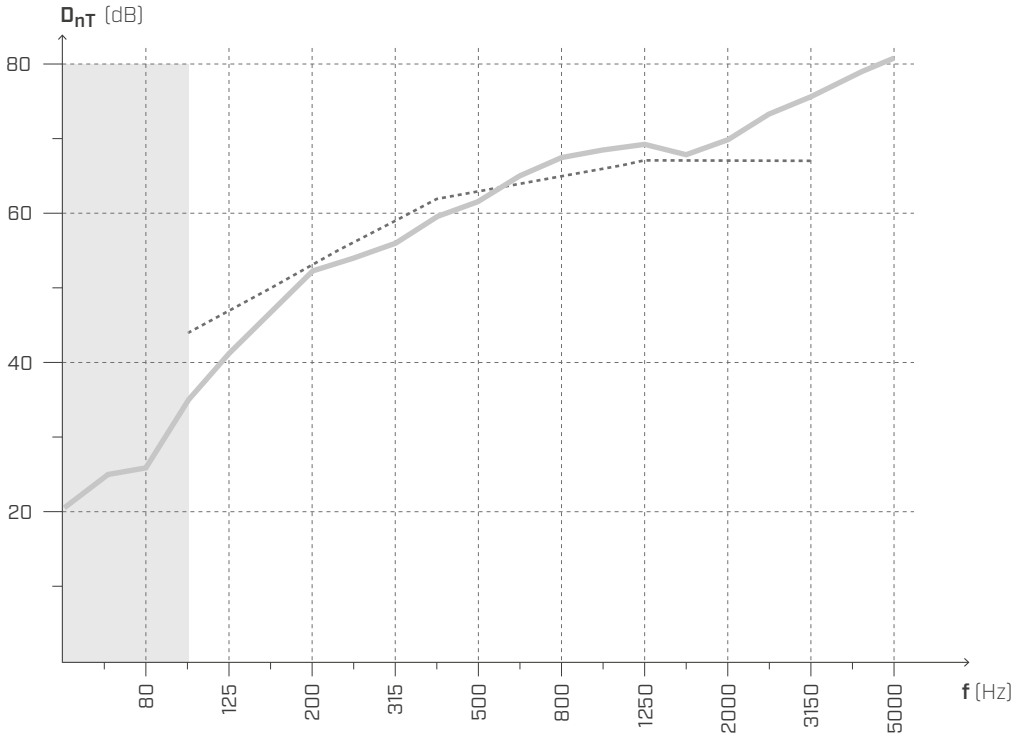



### FORJADO

**Superficie** = 35,14 $m^2$
**Masa** = 384 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 88 $m^3$

1. Suelo de madera (s: 15 mm)
2. **SILENT STEP** (s: 2 mm)
3. Sistema de calefacción por suelo (s: 70 mm)
4. **BARRIER 100**
5. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
6. Llenado con grava compactada (s: 85 mm)
7. CLT (s: 150 mm)
8. Listón de madera maciza con conectores resilientes
9. Cámara de aire (s: 6 mm)
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (25 $kg/m^3$) (s: 40 mm)
11. Revestimiento de abeto (s: 19 mm)
12. **XYLOFON**
13. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
    TITAN SILENT paso 1000 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA



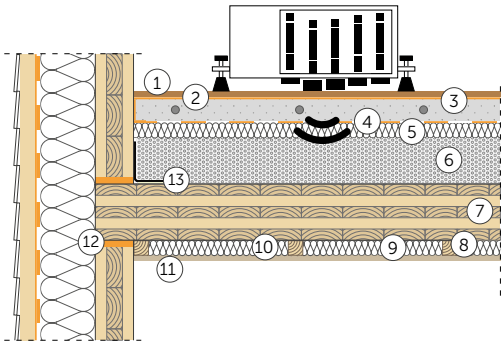

| f [Hz] | $D_{nT}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 20,5 |
| 63 | 24,6 |
| 80 | 25,5 |
| 100 | 34,8 |
| 125 | 41,2 |
| 160 | 46,6 |
| 200 | 52,2 |
| 250 | 53,9 |
| 315 | 56 |
| 400 | 59,5 |
| 500 | 61,5 |
| 630 | 64,9 |
| 800 | 67,4 |
| 1000 | 68,4 |
| 1250 | 69,2 |
| 1600 | 67,8 |
| 2000 | 69,9 |
| 2500 | 73,3 |
| 3150 | 75,6 |
| 4000 | 79,6 |
| 5000 | 80,3 |
| - | **63** |

$D_{nT,w}$ ($C;C_{tr}$) = **63 (-3; -10) dB** NNIC = ***64***

**Laboratorio de pruebas:** INGENIEURBÜRO ROTHBACHER GmbH.
**Protocolo de la prueba:** 17-466.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT 5

NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO SEGÚN ISO 10140-3

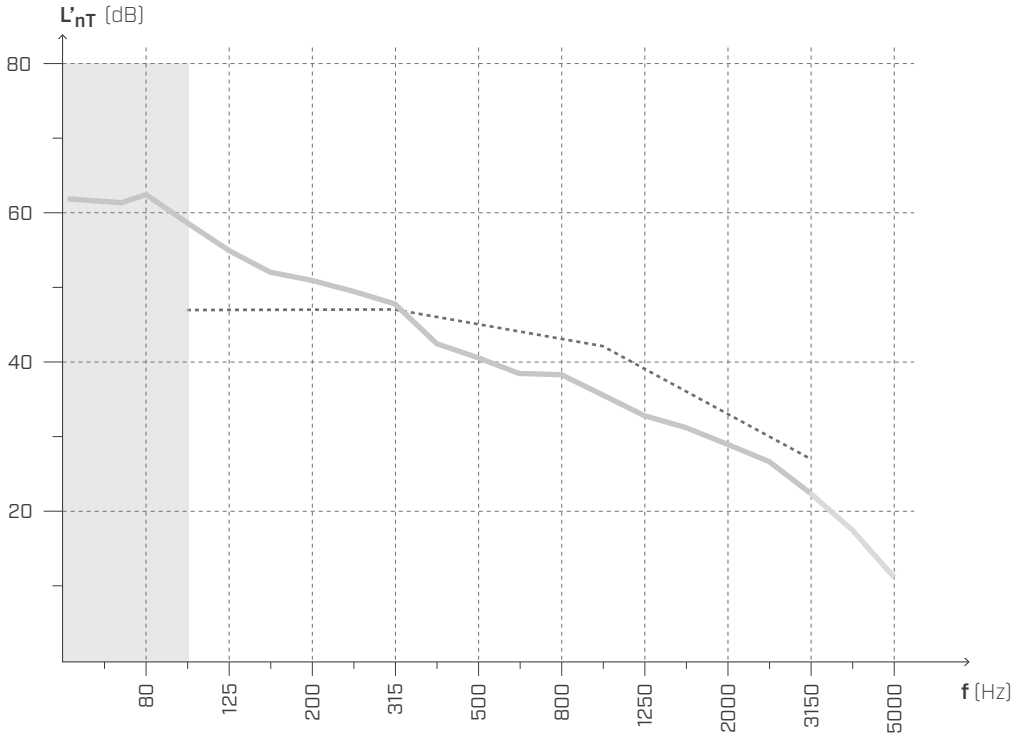



**FORJADO**

**Superficie** = 35,14 $m^2$
**Masa** = 384 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 88 $m^3$

1. Suelo de madera (s: 15 mm)
2. **SILENT STEP** (s: 2 mm)
3. Sistema de calefacción por suelo (s: 70 mm)
4. **BARRIER 100**
5. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (s: 30 mm)
6. Llenado con grava compactada (s: 85 mm)
7. CLT (s: 150 mm)
8. Listón de madera maciza con conectores resilientes
9. Cámara de aire (s: 6 mm)
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (25 $kg/m^3$) (s: 40 mm)
11. Revestimiento de abeto (s: 19 mm)
12. **XYLOFON**
13. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 300 mm
    TITAN SILENT paso 1000 mm

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO



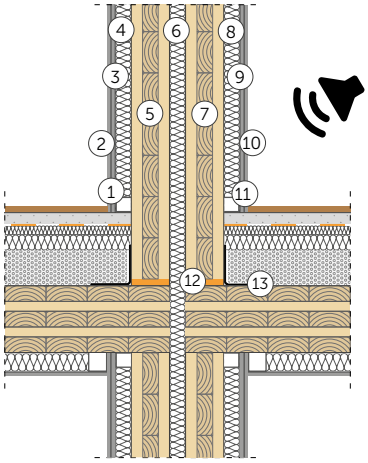

| f [Hz] | L'nT [dB] |
|---|---|
| 50 | 61,8 |
| 63 | 61,3 |
| 80 | 63 |
| 100 | 58,7 |
| 125 | 55 |
| 160 | 52 |
| 200 | 50,9 |
| 250 | 49,5 |
| 315 | 47,7 |
| 400 | 42,4 |
| 500 | 40,5 |
| 630 | 38,5 |
| 800 | 38,3 |
| 1000 | 35,5 |
| 1250 | 32,7 |
| 1600 | 31,1 |
| 2000 | 28,9 |
| 2500 | 26,6 |
| 3150 | 22,4 |
| 4000 | 17,6 |
| 5000 | 11,4 |
| - | **45** |

$L'_{nT,w}$ ($C_l$) = **45 (2) dB** NIRS = ***61***

**Laboratorio de pruebas:** INGENIEURBÜRO ROTHBACHER GmbH.
**Protocolo de la prueba:** 17-466.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | PARED DE CLT 8

AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1

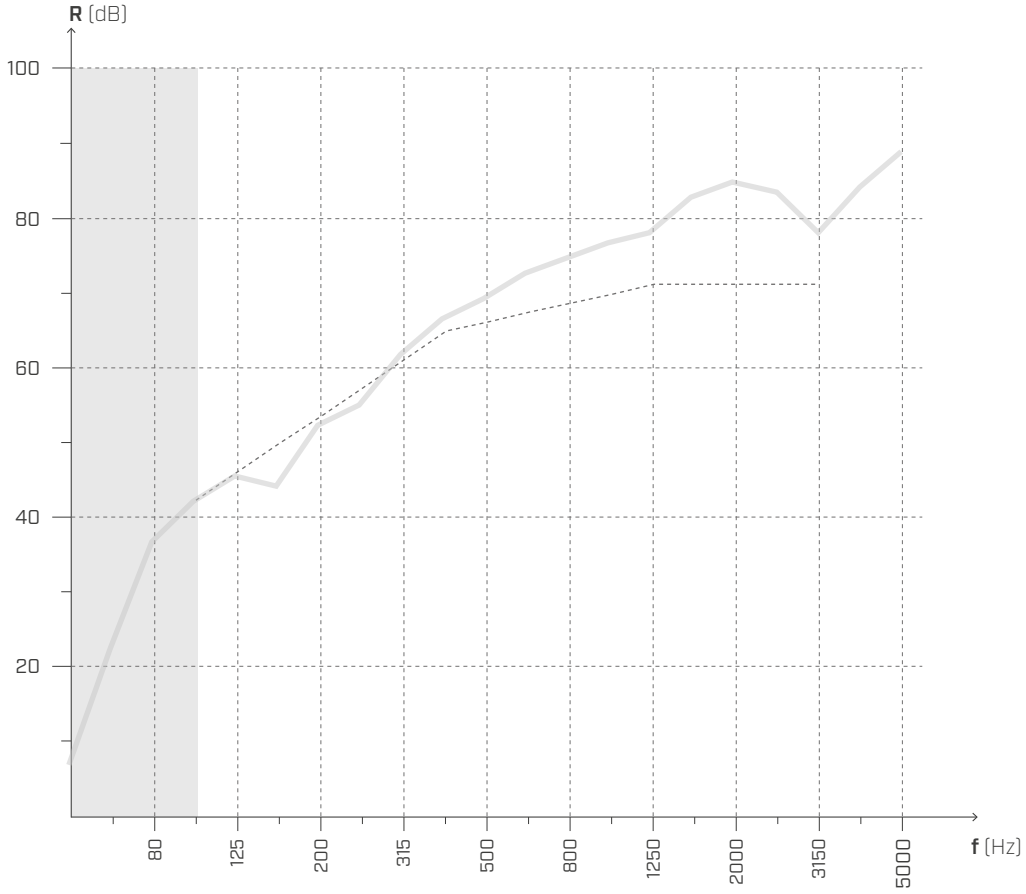



**PARED**

**Superficie** = 9,6 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 67 $m^3$

1. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
2. Panel de cartón-yeso x2 (s: 25 mm)
3. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
4. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
5. CLT (s: 100 mm)
6. Aislante de lana mineral alta densidad (s: 30 mm)
7. CLT (s: 100 mm)
8. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
9. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
10. Panel de cartón-yeso x2 (s: 25 mm)
11. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
12. **XYLOFON**
13. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 500 mm
    WBR 100 paso 1000 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 6,9 |
| 63 | 22,7 |
| 80 | 36,6 |
| 100 | 41,9 |
| 125 | 45,2 |
| 160 | 44,0 |
| 200 | 52,1 |
| 250 | 55,0 |
| 315 | 61,5 |
| 400 | 66,3 |
| 500 | 69,3 |
| 630 | 72,5 |
| 800 | 74,4 |
| 1000 | 76,4 |
| 1250 | 78,1 |
| 1600 | ≥ 82,6 |
| 2000 | ≥ 84,9 |
| 2500 | ≥ 83,0 |
| 3150 | ≥ 77,6 |
| 4000 | ≥ 83,6 |
| 5000 | ≥ 88,7 |

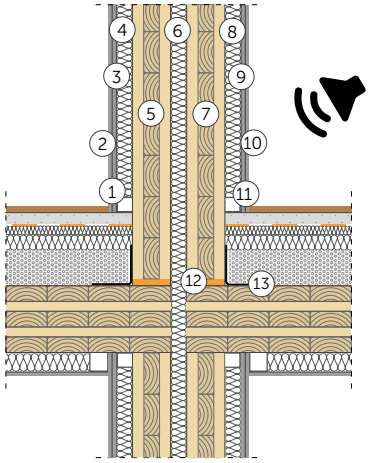
$R'_w (C;C_{tr})$ = **66 (-3; -9) dB**

FSTC = ***67***

**Responsable de las mediciones:** Universidad de Bolonia.
**Protocolo de la prueba:** prueba 26/09/2017.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | PARED DE CLT 8

AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1

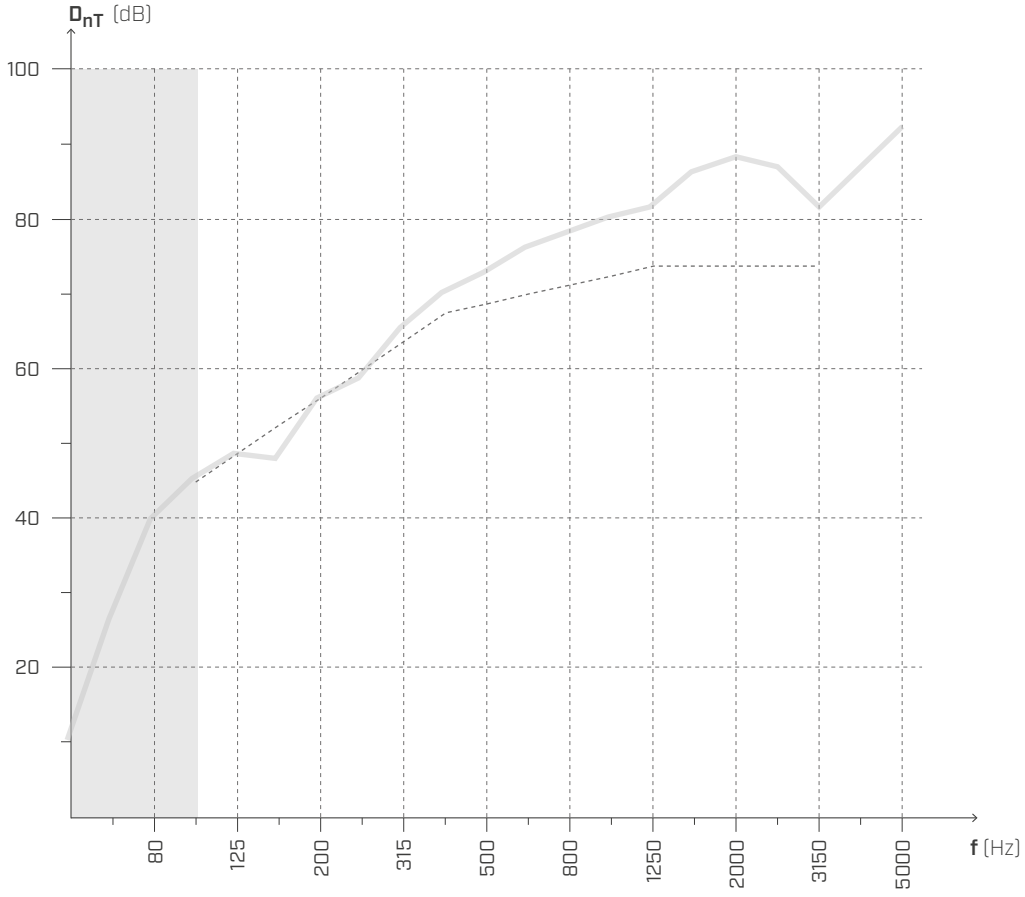



**FORJADO**

**Superficie** = 9,6 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 67 $m^3$

1. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
2. Panel de cartón-yeso x2 (s: 25 mm)
3. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
4. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
5. CLT (s: 100 mm)
6. Aislante de lana mineral alta densidad (s: 30 mm)
7. CLT (s: 100 mm)
8. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
9. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
10. Panel de cartón-yeso x2 (s: 25 mm)
11. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
12. XYLOFON
13. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 500 mm
    WBR 100 paso 1000 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | $D_{nT}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 10,4 |
| 63 | 26,2 |
| 80 | 40,1 |
| 100 | 45,4 |
| 125 | 48,7 |
| 160 | 47,5 |
| 200 | 55,6 |
| 250 | 58,5 |
| 315 | 65,0 |
| 400 | 69,8 |
| 500 | 72,8 |
| 630 | 76,0 |
| 800 | 77,9 |
| 1000 | 79,9 |
| 1250 | 81,6 |
| 1600 | ≥ 86,1 |
| 2000 | ≥ 88,4 |
| 2500 | ≥ 86,5 |
| 3150 | ≥ 81,1 |
| 4000 | ≥ 87,1 |
| 5000 | ≥ 92,2 |

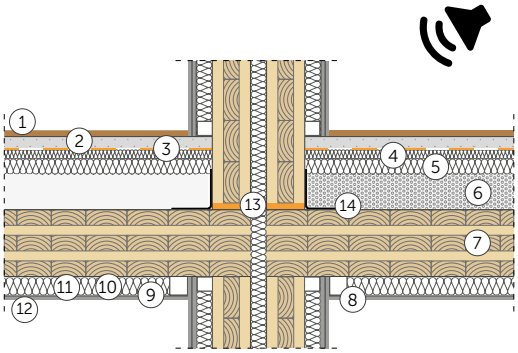
$D_{nT,w}$ $(C;C_{tr})$ = **70 (-3;-9) dB**

FSTC = ***67***

**Responsable de las mediciones:** Universidad de Bolonia.
**Protocolo de la prueba:** prueba 26/09/2017.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT 8

AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1

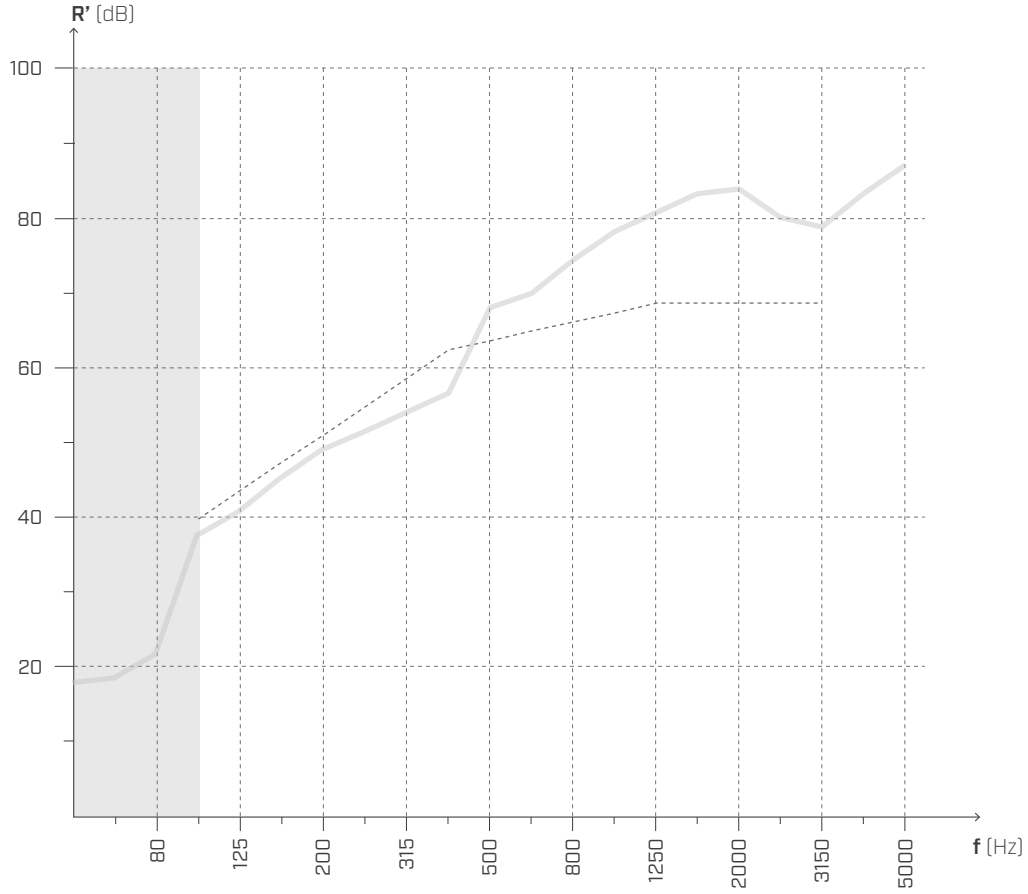



**FORJADO**

**Superficie** = 26 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 67 $m^3$

1. Suelo (s: 15 mm)
2. Solera de cemento (2400 kg/$m^3$) (s: 65 mm)
3. **BARRIER 100**
4. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 MN/$m^3$ (110 kg/$m^3$) (s: 30 mm)
5. Aislante de EPS (s: 50 mm)
6. Llenado con grava (s: 45 mm)
7. CLT (s: 160 mm)
8. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
9. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
10. Cámara de aire (s: 10 mm)
11. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
12. Panel de cartón-yeso (s: 12,5 mm)
13. **XYLOFON**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 500 mm
    WBR 100 paso 1000 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R' [dB] |
|---|---|
| 50 | 18,0 |
| 63 | 18,9 |
| 80 | 21,9 |
| 100 | 37,9 |
| 125 | 41,2 |
| 160 | 45,5 |
| 200 | 49,4 |
| 250 | 51,5 |
| 315 | 53,9 |
| 400 | 56,7 |
| 500 | 68,2 |
| 630 | 69,8 |
| 800 | 74,1 |
| 1000 | 78,0 |
| 1250 | 80,7 |
| 1600 | 83,0 |
| 2000 | 84,0 |
| 2500 | 79,9 |
| 3150 | 78,9 |
| 4000 | 83,0 |
| 5000 | ≥ 87,2 |

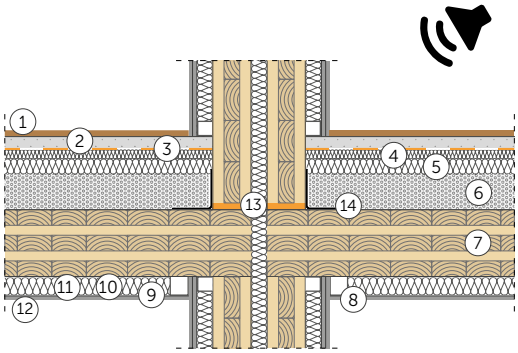
$R'_w (C;C_{tr})$ = **62 (-1; -8) dB**

FSTC = ***63***

**Responsable de las mediciones:** Universidad de Bolonia.
**Protocolo de la prueba:** prueba 26/09/2017.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT 8

AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1

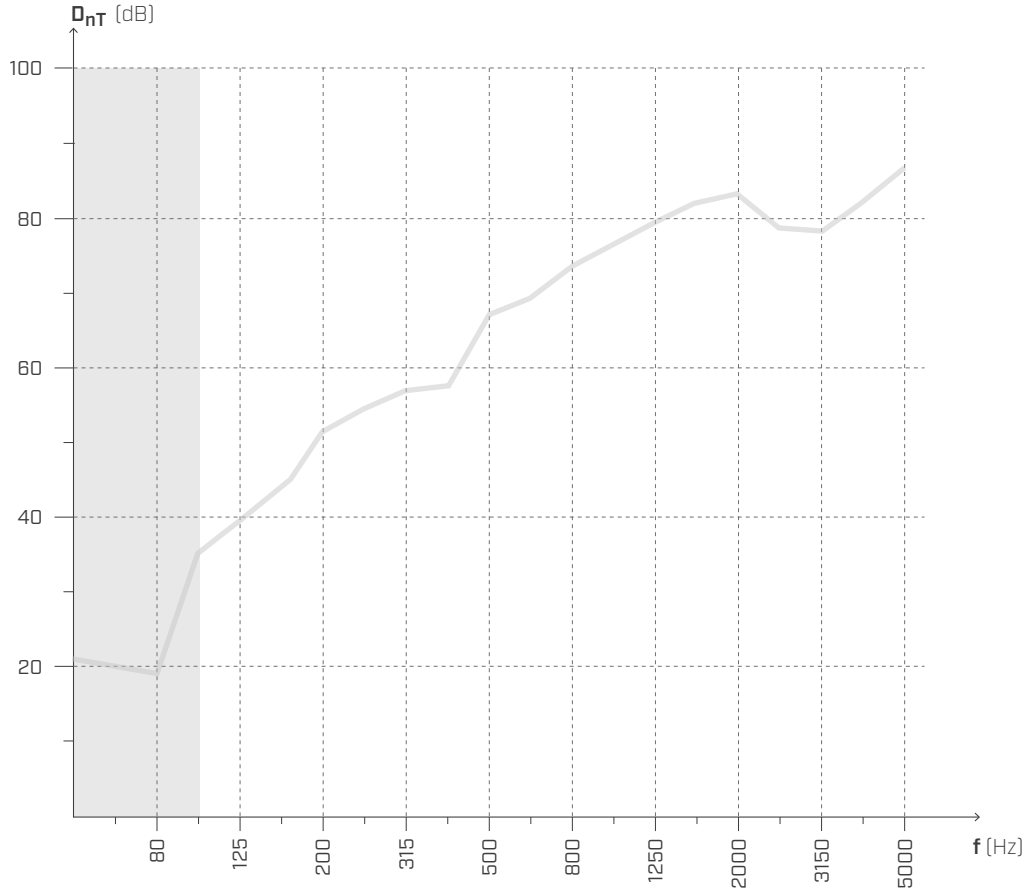



**FORJADO**

**Superficie** = 26 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 67 $m^3$

1. Suelo (s: 15 mm)
2. Solera de cemento (2400 kg/$m^3$) (s: 65 mm)
3. **BARRIER 100**
4. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 MN/$m^3$ (110 kg/$m^3$) (s: 30 mm)
5. Aislante de EPS (s: 50 mm)
6. Llenado con grava (s: 45 mm)
7. CLT (s: 160 mm)
8. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
9. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
10. Cámara de aire (s: 10 mm)
11. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
12. Panel de cartón-yeso (s: 12,5 mm)
13. **XYLOFON**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 500 mm
    WBR 100 paso 1000 mm

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | $D_{nT}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 20,9 |
| 63 | 20,4 |
| 80 | 18,8 |
| 100 | 35,0 |
| 125 | 39,8 |
| 160 | 43,5 |
| 200 | 51,6 |
| 250 | 54,4 |
| 315 | 56,7 |
| 400 | 57,4 |
| 500 | 67,1 |
| 630 | 69,2 |
| 800 | 73,6 |
| 1000 | 76,4 |
| 1250 | 79,6 |
| 1600 | 82,4 |
| 2000 | 83,4 |
| 2500 | 78,8 |
| 3150 | 78,3 |
| 4000 | 82,5 |
| 5000 | ≥ 86,9 |

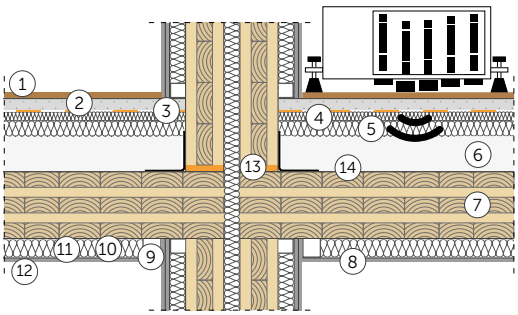
$D_{nT,w}$ $(C;C_{tr})$ = **62 (-2;-9) dB**

FSTC = ***63***

**Responsable de las mediciones:** Universidad de Bolonia.
**Protocolo de la prueba:** prueba 26/09/2017.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT 8

NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO SEGÚN ISO 16283-2

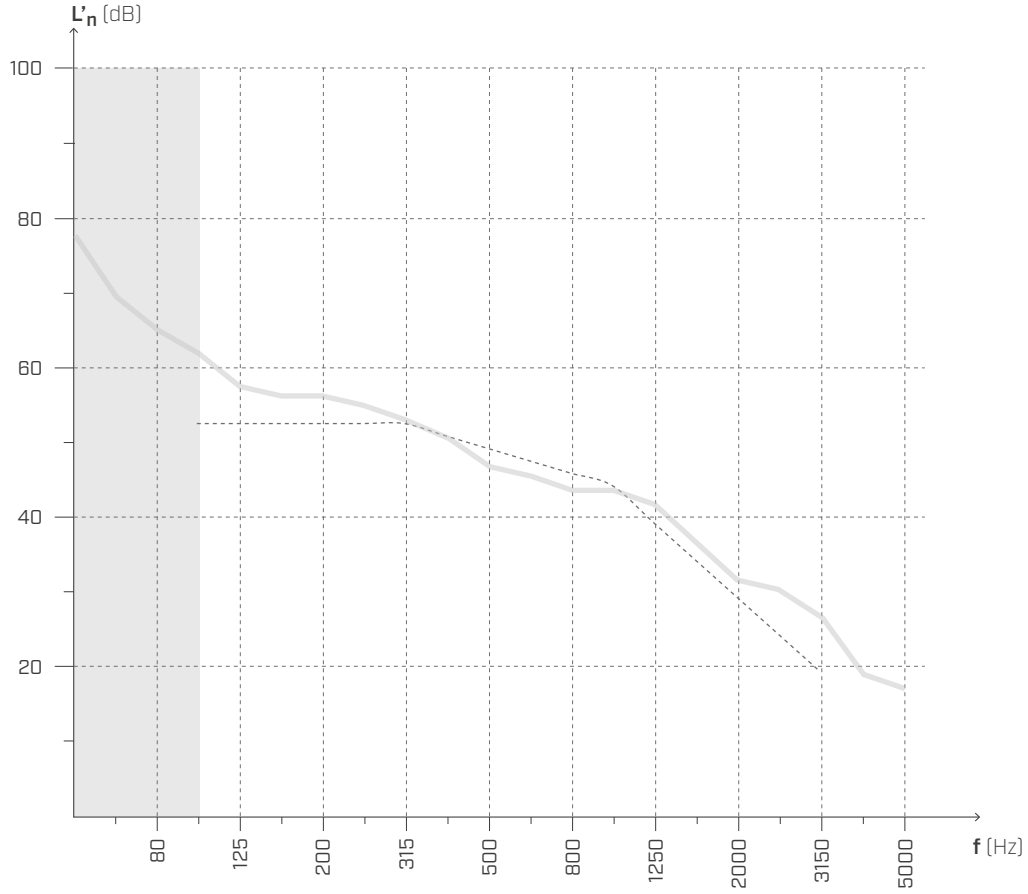



**FORJADO**

**Superficie** = 26 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 67 $m^3$

1. Suelo (s: 15 mm)
2. Solera de cemento (2400 kg/$m^3$) (s: 65 mm)
3. **BARRIER 100**
4. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 MN/$m^3$ (110 kg/$m^3$) (s: 30 mm)
5. Aislante de EPS (s: 50 mm)
6. Llenado con grava (s: 45 mm)
7. CLT (s: 160 mm)
8. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
9. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
10. Cámara de aire (s: 10 mm)
11. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
12. Panel de cartón-yeso (s: 12,5 mm)
13. **XYLOFON**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 500 mm
    WBR 100 paso 1000 mm

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | L'n [dB] |
|---|---|
| 50 | 77,7 |
| 63 | 69,8 |
| 80 | 65,2 |
| 100 | 62,0 |
| 125 | 57,6 |
| 160 | 56,4 |
| 200 | 56,7 |
| 250 | 54,9 |
| 315 | 53,1 |
| 400 | 50,9 |
| 500 | 47,0 |
| 630 | 45,4 |
| 800 | 44,1 |
| 1000 | 43,7 |
| 1250 | 42,2 |
| 1600 | 36,7 |
| 2000 | 32,0 |
| 2500 | 30,8 |
| 3150 | 26,8 |
| 4000 | 19,5 |
| 5000 | 17,1 |

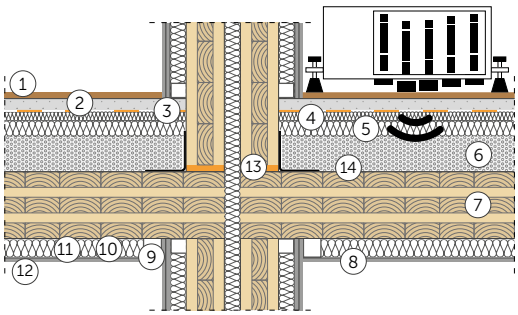
$L'_{n,w}$ ($C_I$) = **50 (1;) dB**

*IIC* = ***58***

**Responsable de las mediciones:** Universidad de Bolonia.
**Protocolo de la prueba:** prueba 26/09/2017.

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT 8

NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO SEGÚN ISO 16283-2

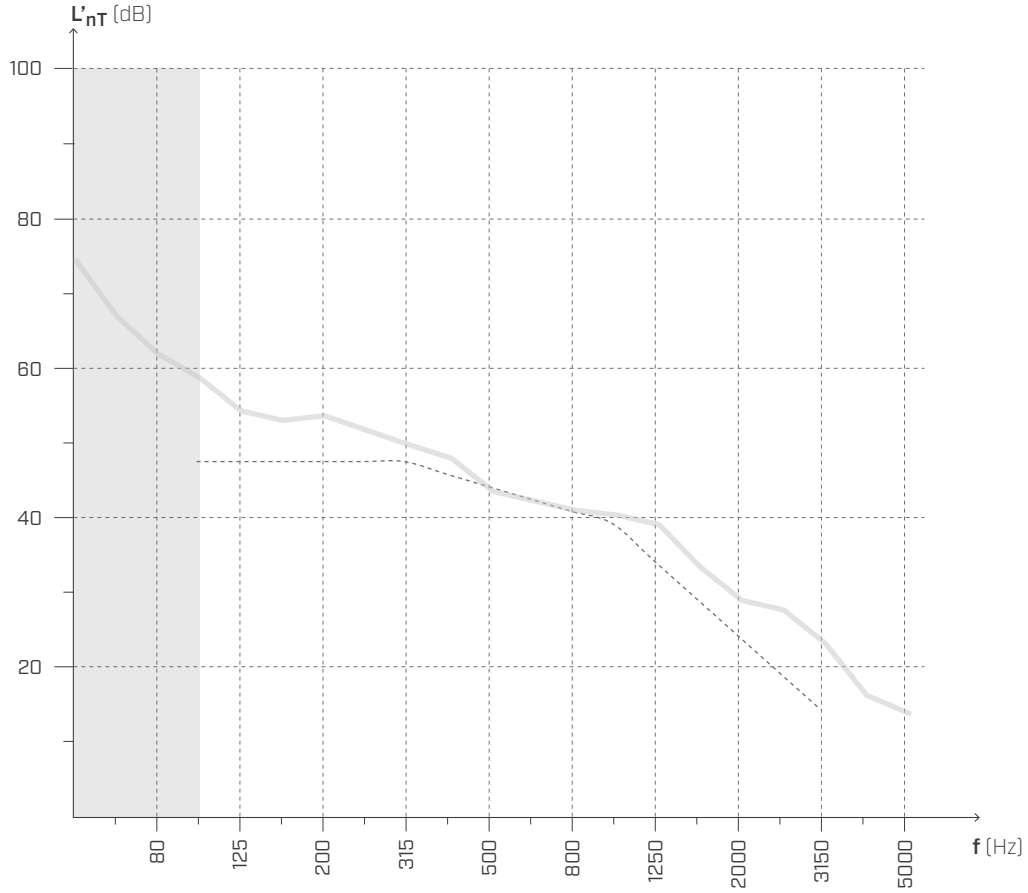



**FORJADO**

**Superficie** = 26 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 67 $m^3$

1. Suelo (s: 15 mm)
2. Solera de cemento (2400 kg/$m^3$) (s: 65 mm)
3. **BARRIER 100**
4. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 MN/$m^3$ (110 kg/$m^3$) (s: 30 mm)
5. Aislante de EPS (s: 50 mm)
6. Llenado con grava (s: 45 mm)
7. CLT (s: 160 mm)
8. Conectores de cartón-yeso resilientes (s: 60 mm)
9. Estructura metálica con cartón-yeso (s: 50 mm)
10. Cámara de aire (s: 10 mm)
11. Aislante de lana mineral baja densidad (s: 50 mm)
12. Panel de cartón-yeso (s: 12,5 mm)
13. **XYLOFON**
14. Sistema de fijación:
    HBS 8 x 240 mm paso 500 mm
    WBR 100 paso 1000 mm

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | L'nT [dB] |
|---|---|
| 50 | 74,3 |
| 63 | 66,5 |
| 80 | 61,9 |
| 100 | 58,7 |
| 125 | 54,3 |
| 160 | 53,1 |
| 200 | 53,4 |
| 250 | 51,6 |
| 315 | 49,8 |
| 400 | 47,6 |
| 500 | 43,7 |
| 630 | 42,1 |
| 800 | 40,8 |
| 1000 | 40,3 |
| 1250 | 38,9 |
| 1600 | 33,4 |
| 2000 | 28,7 |
| 2500 | 27,5 |
| 3150 | 23,5 |
| 4000 | 16,1 |
| 5000 | 13,8 |

$L'_{nT,w}$ ($C_I$) = **47 (1) dB**

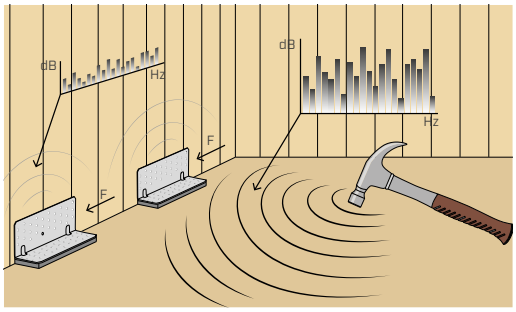
*AIIC* = **58**

**Responsable de las mediciones:** Universidad de Bolonia.
**Protocolo de la prueba:** prueba 26/09/2017.

# INTERACCIÓN ACÚSTICA Y MECÁNICA

## COMPORTAMIENTO ACÚSTICO - MECÁNICO TITAN SILENT

El sistema TITAN SILENT ha sido sometido a una serie de pruebas que han permitido comprender el comportamiento acústico y mecánico. Las campañas experimentales realizadas en el ámbito del proyecto Seismic-Rev, en colaboración con varios institutos de investigación, han demostrado que las características de la banda resiliente influyen en la prestación mecánica de la conexión. Desde el punto de vista acústico, con el proyecto Flanksound se ha demostrado que la capacidad de amortiguación de las vibraciones a través de la unión está fuertemente influenciada por el tipo y el número de conexiones.



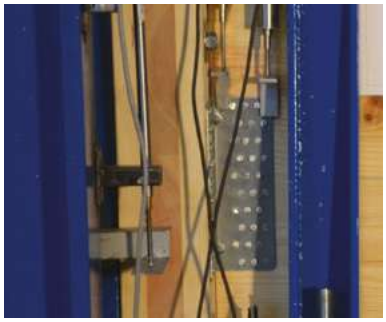

## ESTUDIOS EXPERIMENTALES: COMPORTAMIENTO MECÁNICO

Dentro del proyecto Seismic-Rev, en colaboración con la Universidad de Trento y el Instituto de BioEconomía (IBE - San Michele all'Adige), se ha emprendido un proyecto de investigación para evaluar el comportamiento mecánico de la angulares TITAN utilizados junto a diferentes bandas fonoaislantes.

### PRIMERA FASE DE LABORATORIO

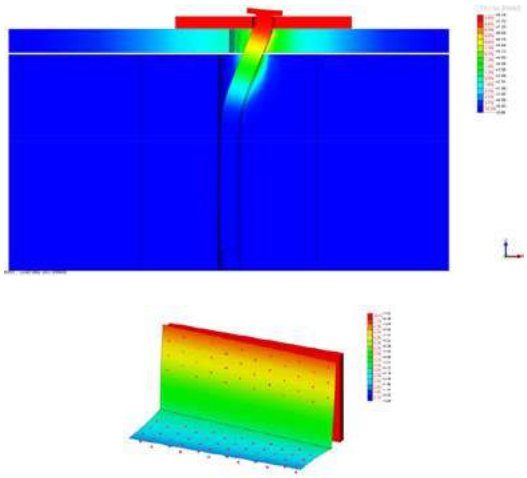
En la primera fase experimental, se han realizado pruebas monótonas a corte mediante procedimientos de carga lineal con control de desplazamiento, con el fin de evaluar la variación de la resistencia última y de la rigidez ofrecidas por la conexión TTF200 con clavos LBA de Ø4 x 60 mm.

***Muestras de prueba:***
*paneles de CLT*
*angular TITAN TTF200*



### MODELADO NUMÉRICO

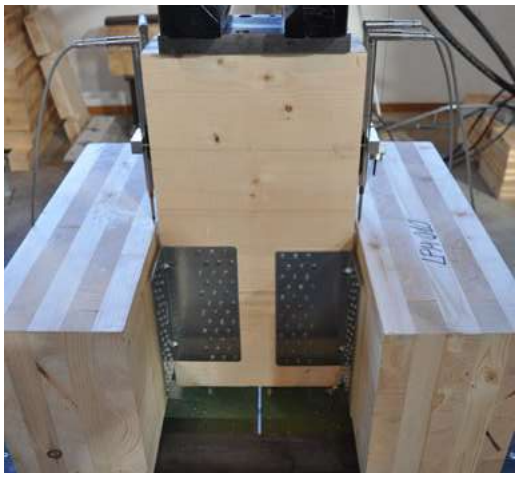
Los resultados de la campaña de investigación preliminar han demostrado la importancia de realizar análisis más precisos de la influencia de los perfiles acústicos en el comportamiento mecánico de los angulares metálicos TTF200 y TTN240 en términos de resistencia y rigidez globales. Por esta razón, se ha decidido realizar otras evaluaciones mediante modelizaciones numéricas en los elementos finitos, empezando por el comportamiento del clavo único. En el caso examinado se ha analizado la influencia de tres bandas resilientes distintas: XYLOFON 35 (6 mm), ALADIN STRIPE SOFT (5 mm) y ALADIN STRIPE EXTRA SOFT (7 mm).



*Deformación Tx [mm]*
*para desplazamiento inducido de 8 mm*

## SEGUNDA FASE DE LABORATORIO

En esta fase, se han realizado pruebas de laboratorio de acuerdo con algunos requisitos de la norma EN 26891. Las muestras TITAN SILENT, ensambladas con diferentes dispositivos TITAN junto a la banda resiliente XYLOFON 35 (6 mm), se han llevado a rotura para investigar la carga máxima, la carga a 15 mm y los correspondientes desplazamientos, sin influencia de carga y, por lo tanto, efectos de aplastamiento en el perfil acústico (espacio máximo entre placa y panel de madera).



***Muestras de prueba:***
*paneles de CLT de 5 capas*
*angulares TITAN con fijación total*
*TTF200 - TTN240 - TTS240 - TTV240*
*banda resiliente XYLOFON 35*

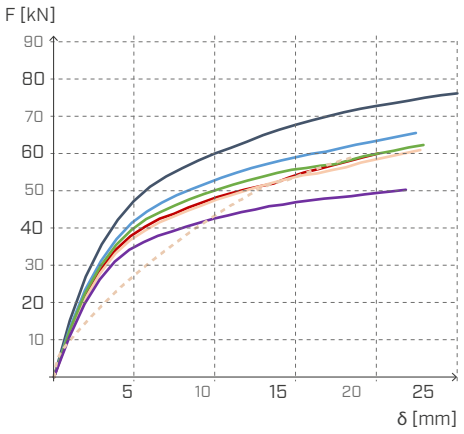
## VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA AL CORTE EN FUNCIÓN DE LA BANDA FONOAISLANTE

La comparación de los resultados entre las diferentes configuraciones analizadas se proporciona en términos de variación de la fuerza de desplazamiento a 15 mm ($F_{15\ mm}$) y de la rigidez elástica a 5 mm ($K_{s,5\ mm}$)

### TITAN TTF200

| configuraciones | sp | $F_{15\ mm}$ | $\Delta F_{15\ mm}$ | $K_{5\ mm}$ | $\Delta K_{5\ mm}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | [kN] | | [kN/mm] | |
| TTF200 | - | 68,4 | - | 9,55 | - |
| TTF200 + ALADIN STRIPE SOFT red.* | 3 | 59,0 | -14 % | 8,58 | -10 % |
| TTF200 + ALADIN STRIPE EXTRA SOFT red.* | 4 | 56,4 | -18 % | 8,25 | -14 % |
| TTF200 + ALADIN STRIPE SOFT | 5 | 55,0 | -20 % | 7,98 | -16 % |
| TTF200 + XYLOFON PLATE | 6 | 54,3 | -21 % | 7,79 | -18 % |
| TTF200 + ALADIN STRIPE EXTRA SOFT | 7 | 47,0 | -31 % | 7,30 | -24 % |
| TTF200 + XYLOFON PLATE - test 003 | 6 | 54,2 | -21 % | 5,49 | -43 % |

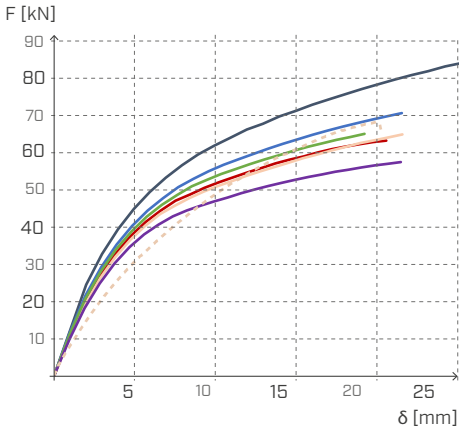
* Espesor reducido: altura de la banda reducida debido a la sección ondulada y al consiguiente aplastamiento provocado por la cabeza del clavo durante la inserción.




### TITAN TTN240

| configuraciones | sp | $F_{15\ mm}$ | $\Delta F_{15\ mm}$ | $K_{5\ mm}$ | $\Delta K_{5\ mm}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | [kN] | | [kN/mm] | |
| TTN240 | - | 71,9 | - | 9,16 | - |
| TTN2400 + ALADIN STRIPE SOFT red.* | 3 | 64,0 | -11 % | 8,40 | -8 % |
| TTN240 + ALADIN STRIPE EXTRA SOFT red.* | 4 | 61,0 | -15 % | 8,17 | -11 % |
| TTN240 + ALADIN STRIPE SOFT | 5 | 59,0 | -18 % | 8,00 | -13 % |
| TTN240 + XYLOFON PLATE | 6 | 58,0 | -19 % | 7,81 | -15 % |
| TTN240 + ALADIN STRIPE EXTRA SOFT | 7 | 53,5 | -26 % | 7,47 | -18 % |
| TTN240 + XYLOFON PLATE - test 001 | 6 | 61,5 | -15% | 6,19 | -32% |

* Espesor reducido: altura de la banda reducida debido a la sección ondulada y al consiguiente aplastamiento provocado por la cabeza del clavo durante la inserción.




## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados obtenidos muestran una reducción de la resistencia y de la rigidez de los dispositivos tras interponer bandas fonoaislantes. Esta variación depende en gran medida del espesor de la banda. Para limitar la reducción de la resistencia, es necesario usar bandas con espesores reales aproximadamente inferiores o iguales a 6 mm.

# RESISTENCIA AL CORTE Y A LA TRACCIÓN DE NINO Y TITAN SILENT CERTIFICADA SEGÚN ETA

No solo pruebas experimentales, sino también valores certificados por organismos de evaluación independientes que corroboran las características de los productos de construcción no estándar.

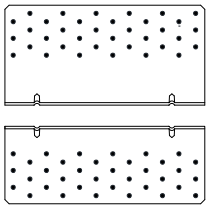
## TITAN

La resistencia de TITAN acoplado con XYLOFON PLATE debajo de la brida horizontal se ha calculado a partir de la capacidad portante de los clavos o tornillos según "Blaß, H.J. und Laskewitz, B. (2000); Load-Carrying Capacity of Joints with Dowel-Type fasteners and Interlayers", omitiendo conservativamente la rigidez de la banda.
Como es un angular innovador y uno de los primeros del mercado que ha sido certificado, se ha elegido un enfoque muy conservador considerando XYLOFON como una capa de aire equivalente. Por lo tanto, la capacidad del angular está ampliamente subestimada.

| ANGULAR | fijación | | | | $F_{2/3,Rk}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | tipo | Ø x L | $n_V$ | $n_H$ | |
| | | [mm] | [unid.] | [unid.] | [kN] |
| **TTN240 + XYLOFON PLATE** | clavos LBA | 4 x 60 | 36 | 36 | 24,8 |
| | tornillos LBS | 5 x 50 | 36 | 36 | 22,8 |
| **TTS240 + XYLOFON PLATE** | tornillos HBS PLATE | 8 x 80 | 14 | 14 | 12,5 |
| **TTF200 + XYLOFON PLATE** | clavos LBA | 4 x 60 | 30 | 30 | 17,2 |
| | tornillos LBS | 5 x 50 | 30 | 30 | 15,8 |

### ESQUEMAS DE FIJACIÓN MADERA-MADERA

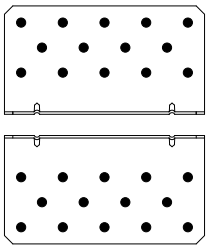
TTN240



36 clavos LBA/tornillos LBS

36 clavos LBA/tornillos LBS

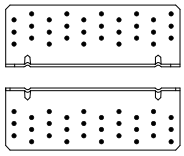
TTS240



14 clavos LBA/tornillos LBS

14 clavos LBA/tornillos LBS

TTF200

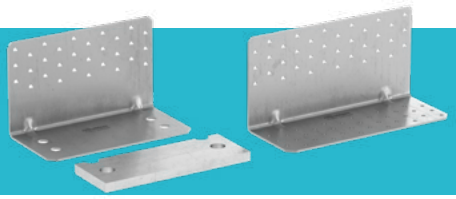


30 clavos LBA/tornillos LBS

30 clavos LBA/tornillos LBS

Descubre la gama completa de **TITAN** en nuestro sitio web o pide el catálogo a tu agente de confianza.

**www.rothoblaas.es**



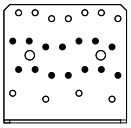
## NINO

La resistencia de NINO acoplado con XYLOFON PLATE se ha definido mediante una serie de pruebas experimentales realizadas en colaboración con el Instituto de Bioeconomía (CNR -IBE de San Michele all'Adige). Esto ha permitido aumentar los conocimientos técnicos y perfeccionar el método de evaluación y, así, obtener resistencias que tienen en cuenta el comportamiento real del angular.

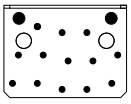
| ANGULAR | fijación | | | | | $F_{1,Rk}$ | $F_{2/3,Rk}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | tipo | Ø x L [mm] | $n_V$ [unid.] | $n_H$ [unid.] | n VGS Ø9 | [kN] | [kN] |
| NINO100100 + XYLOFON PLATE | clavos LBA | 4 x 60 | 14 | 13 | 2 | 20 | 34,6 |
| | tornillos LBS | 5 x 50 | 14 | 13 | 2 | 20 | 16,9 |
| NINO15080 + XYLOFON PLATE | clavos LBA | 4 x 60 | 20 | 11 | 3 | 37,2 | 34,6 |
| | tornillos LBS | 5 x 50 | 20 | 11 | 3 | 37,2 | 25,5 |
| NINO100200 + XYLOFON PLATE | clavos LBA | 4 x 60 | 21 | 13 | 3 | 41,2 | 18,7 |
| | tornillos LBS | 5 x 50 | 21 | 13 | 3 | 41,2 | 17,2 |

### ESQUEMAS DE FIJACIÓN MADERA-MADERA

NINO100100



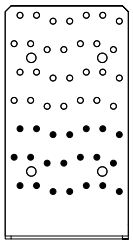
14 clavos LBA/tornillos LBS



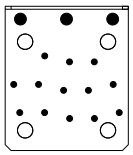
2 tornillos VGS Ø9

13 clavos LBA/tornillos LBS

NINO15080



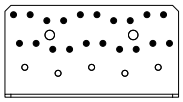
21 clavos LBA/tornillos LBS



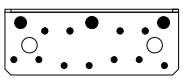
3 tornillos VGS Ø9

13 clavos LBA/tornillos LBS

NINO100200

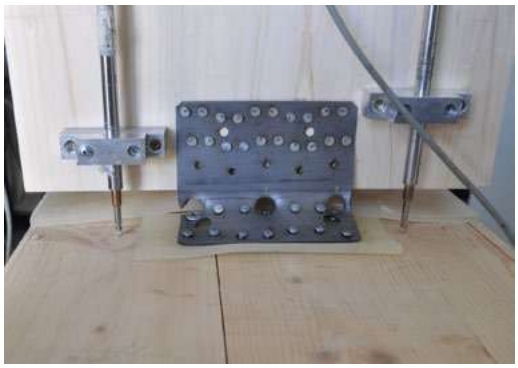


20 clavos LBA/tornillos LBS



3 tornillos VGS Ø9

11 clavos LBA/tornillos LBS

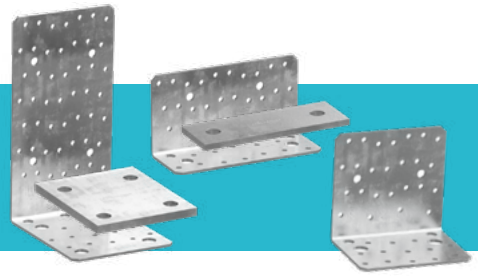


Prueba de resistencia a la tracción monótona ($F_1$) en NINO15080 en configuración madera-madera.

Prueba de resistencia al corte monótona ($F_{2/3}$) en NINO15080 en configuración madera-madera.

Descubre la gama completa de **NINO** en nuestro sitio web o pide el catálogo a tu agente de confianza.

**www.rothoblaas.es**

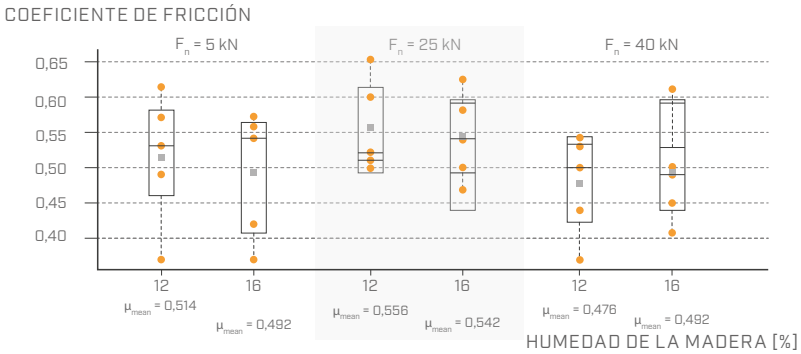


# INTERACCIÓN MECÁNICA Y FRICCIÓN

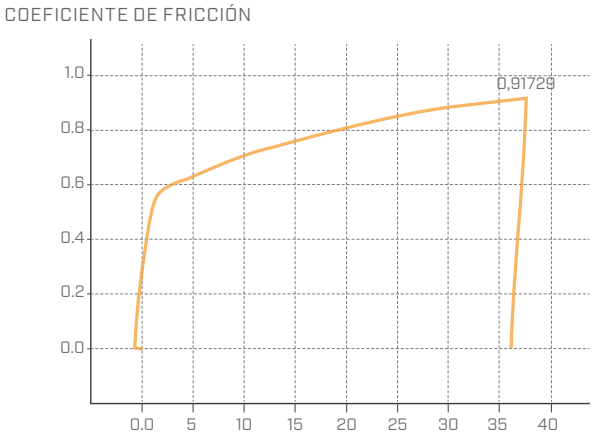
Para Rothoblaas, la lectura del comportamiento mecánico de las soluciones utilizadas en las estructuras de madera constituye un punto crucial y no tratable. Con este enfoque, han nacido dos proyectos de investigación en colaboración con dos organismos austriacos: la universidad de Graz "Technische Universität Graz" y la universidad de Innsbruck "Fakultät für Technische Wissenschaften".

## FRICCIÓN XYLOFON MADERA

Con la Universidad de Graz se ha pretendido caracterizar el coeficiente de fricción estático entre madera y XYLOFON. En concreto, se han ensayado las bandas XYLOFON en los distintos shore combinando dos distintos tipos de maderas. Para las configuraciones de prueba se han utilizado elementos de CLT (5 capas con tablas de 20 mm de espesor) de abeto rojo, clasificado como madera blanda, y de abedul, de la familia de las maderas semiduras. Además de haber investigado las diferentes tipologías de madera, se ha intentado comprender también cuánto influye la humedad de la madera en el valor del coeficiente de fricción.
A continuación, se recogen algunos valores concretos de los ensayos realizados en el XYLOFON 70. Se ha considerado también una variable adicional representada por la carga vertical que actúa en los perfiles acústicos, reproducida en las pruebas mediante una precarga inducida en el sistema de paneles CLT examinado.




Para cada configuración se han trazado los gráficos de desplazamiento-coeficiente de fricción μ para comprender hasta qué punto es útil considerar, a efectos estáticos, la contribución de la fricción, y cuál es la tensión a partir de la cual las conexiones deben absorber totalmente los esfuerzos presentes.

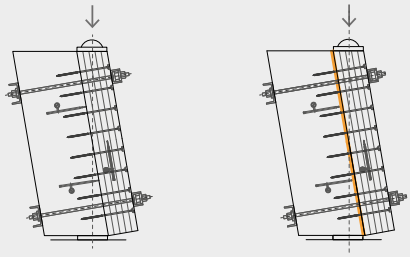



## INTERACCIÓN MECÁNICA XYLOFON Y TORNILLOS DE ROSCA PARCIAL HBS

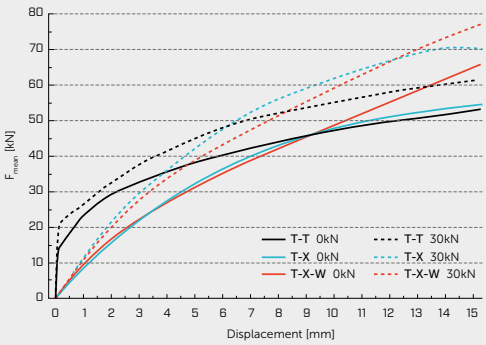
Una vez conocida la influencia de la banda resiliente en las resistencias mecánicas de los angulares de corte (TITAN), se ha investigado el comportamiento de los tornillos de rosca parcial en el mismo contexto.

La prueba completa el estudio sobre la caracterización del comportamiento acústico en función de las solicitaciones estáticas y/o mecánicas.

En la imagen subyacente se muestra el setup de prueba configurado para esta investigación. Se ha decidido investigar distintos shore de XYLOFON también para comprender cuánto afecta la dureza del material en la variación de la resistencia y rigidez al esfuerzo cortante de la conexión con tornillos de rosca parcial



Mediante investigaciones experimentales y un enfoque analítico, se ha analizado el comportamiento mecánico y de deformación de conexiones realizadas con tornillos HBS 8x280 entre paneles CLT instalados con/sin arandelas de desolarización XYLOFON WASHER en el caso de presencia o ausencia de bandas resilientes intermedias de desacoplamiento XYLOFON35.




- El informe científico completo de la investigación está disponible en Rothoblaas.
- Campaña experimental realizada en colaboración con Technische Versuchs und Forschungsanstalt (TVFA) Innsbruck.

# INFLUENCIA DE LA FIJACIÓN MECÁNICA REALIZADA CON GRAPAS

Con esta prueba se pretende verificar la influencia de las grapas utilizadas para la fijación temporal en fase de obra del producto XYLOFON en los paneles CLT.
Las pruebas han sido efectuadas por la Universidad de Bolonia - Departamento de Ingeniería Industrial, completando las investigaciones realizadas en la primera edición del "Flanksound Project".

## CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

El sistema de medición está constituido por un panel en CLT horizontal al que se han fijado dos láminas verticales como muestra el esquema (fig. 1). Cada panel se ha conectado con 6 tornillos verticales tipo HBS 8x240 y 2 placas TITAN SILENT TTF220 con tornillos LBS 5x50 por lado (fig. 2).
En la superficie de contacto de ambos paneles se ha aplicado una tira de material resiliente tipo XYOLOFON 35.
En el panel de la izquierda, el XYLOFON se ha fijado por medio de grapas aplicadas por parejas con un paso de 20 cm, ausentes por el contrario en el panel de la derecha.

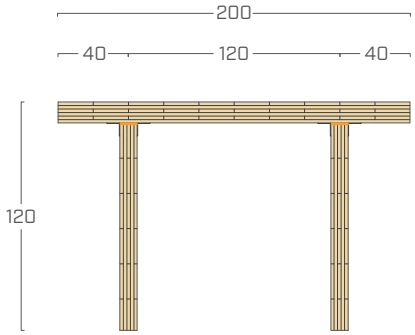



fig. 1

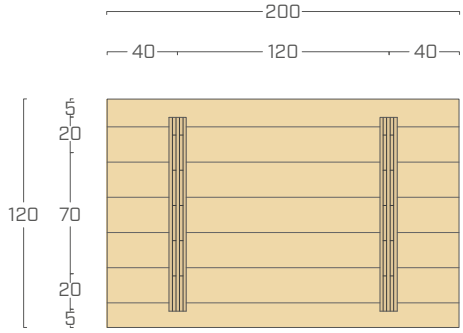
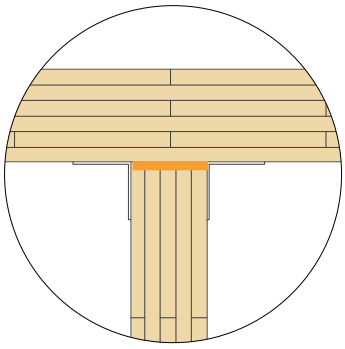
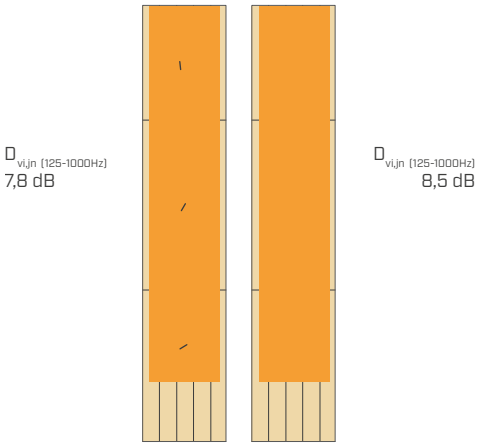



fig. 2



## CONSIDERACIONES

Vista la dimensión reducida de los paneles, se ha preferido utilizar como índice el Dv,ij,n, puesto que para la normalización de la diferencia de los niveles de velocidad de vibración se usan sólo las dimensiones geométricas.
Precisamente por las reducidas dimensiones, la utilización del $K_{ij}$ como parámetro de comparación no es aconsejable, a causa del efecto de las resonancias internas de los paneles.
Los valores se han mediado entre 125 y 1000 Hz.
Se recuerda además que la incertidumbre asociada al método de ensayo utilizado, como indica la norma (ISO/FDIS 12354-1:2017), es de ±2 dB.




Los resultados muestran cómo la utilización de las grapas para la prefijación de la tira resilientes **no implica una sustancial diferencia** entre los valores **Dv,ij,n** en condiciones de igualdad de los sistemas de fijación de los paneles.

$D_{v,ij,n}$ (125-1000Hz) = **7,8 dB**
**panel con grapas**

$D_{v,ij,n}$ (125-1000Hz) = **8,5 dB**
**panel sin grapas**

# SEGURIDAD AL FUEGO EN EDIFICIOS MULTIPISOS

Rothoblaas ha participado en el proyecto de investigación "**Fire Safe implementation of visible mass timber in tall buildings – compartment fire testing**", coordinado por el Research Institutes of Sweden (RISE).

El proyecto tiene como objetivo realizar una serie de pruebas en compartimentos de CLT con el fin de definir las prestaciones de resistencia al fuego de las estructuras de madera y, si es necesario, identificar medidas adicionales para garantizar la seguridad contra incendios.
Otro objetivo es definir los criterios de protección de los edificios multipisos y comprobar las uniones de madera directamente expuestas al fuego.

## CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

Para este estudio se han realizado cinco pruebas en compartimentos con dimensiones internas 23.0 x 22.5 x 9.0 ft (7,0 x 6,85 x 2,73 m).

Cuatro de estos compartimentos (pruebas ①, ②, ③ y ⑤) tenían dos aberturas de ventilación de 7.4 x 5.8 ft (2,25 x 1,78 m) siendo el factor de abertura de 0.112 $ft^{1/2}$ (0,062 $m^{1/2}$).

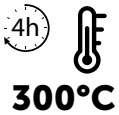
En la otra prueba (prueba ④), había seis aberturas mayores siendo el factor de abertura de 0.453 $ft^{1/2}$ (0,25 $m^{1/2}$), que representa aproximadamente el promedio de los factores de abertura de las habitaciones de una oficina.
En la siguiente página se proporciona la matriz de las pruebas realizadas.

Foto del compartimento una vez finalizado el montaje, antes de empezar la prueba

Foto del compartimento después del encendido

Foto del compartimento durante la prueba

Las pruebas se han interrumpido al cabo de 4 horas y la prueba se ha considerado superada en caso de cumplirse los siguientes requisitos:




temperaturas inferiores a 300 °C al cabo de 4 horas

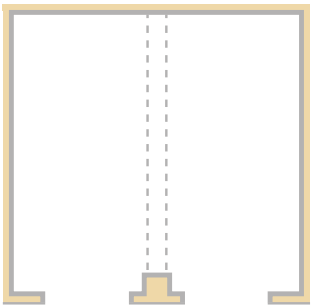
sin combustión súbita generalizada después de 3 horas

D. Brandon, J. Sjöström, A. Temple, E. Hallberg, F. Kahl, "**Fire Safe implementation of visible mass timber in tall buildings – compartment fire testing**", RISE Report 2021:40

## MATRIZ DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

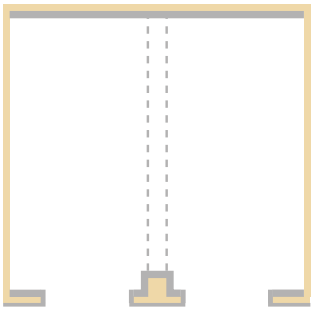
### PRUEBA 1 - configuración

| Superficie expuesta | |
|---|---|
| techo | 100% |
| viga | 100% |
| pared izquierda | 0% |
| pared derecha | 0% |
| pared frontal | 0% |
| columna | 0% |



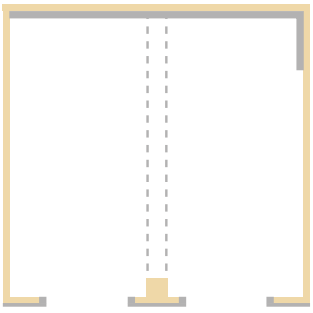
### PRUEBA 2 - configuración

| Superficie expuesta | |
|---|---|
| techo | 100% |
| viga | 100% |
| pared izquierda | 100% |
| pared derecha | 100% |
| pared frontal | 0% |
| columna | 0% |



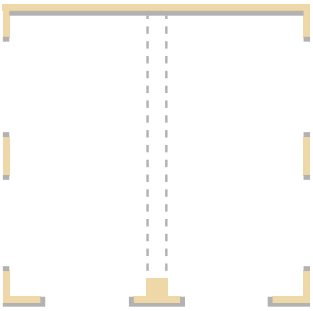
### PRUEBA 3 - configuración

| Superficie expuesta | |
|---|---|
| techo | 100% |
| viga | 100% |
| pared izquierda | 100% |
| pared derecha | 78% |
| pared frontal | 100% |
| columna | 100% |



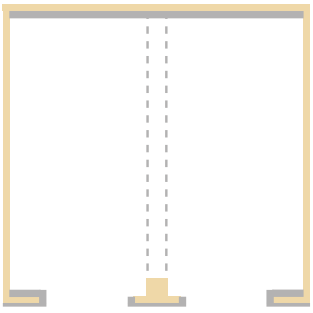
### PRUEBA 4 - configuración

| Superficie expuesta | |
|---|---|
| techo | 100% |
| viga | 100% |
| pared izquierda | 100% |
| pared derecha | 100% |
| pared frontal | 100% |
| columna | 100% |



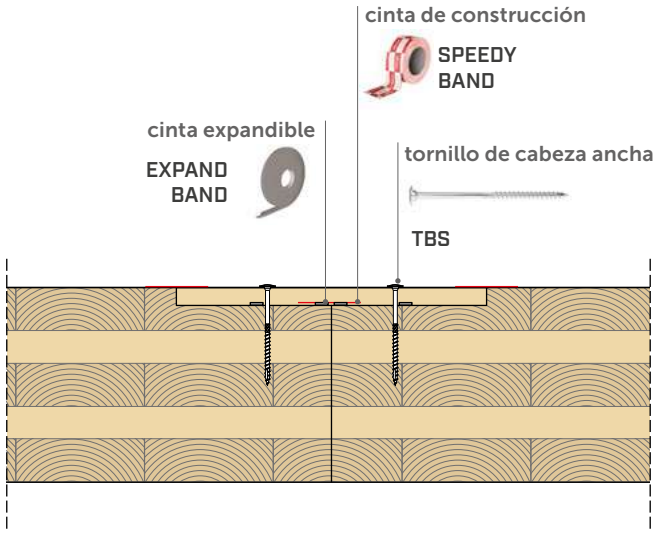
### PRUEBA 5 - configuración

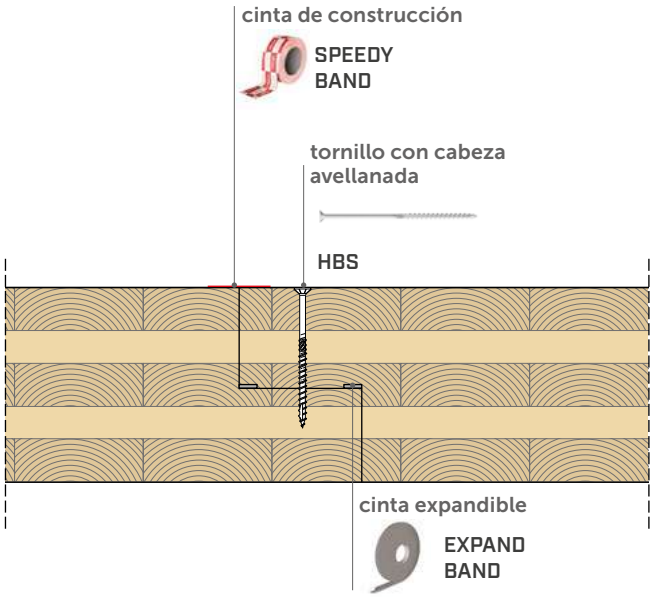
| Superficie expuesta | |
|---|---|
| techo | 100% |
| viga | 100% |
| pared izquierda | 100% |
| pared derecha | 100% |
| pared frontal | 60% |
| columna | 100% |

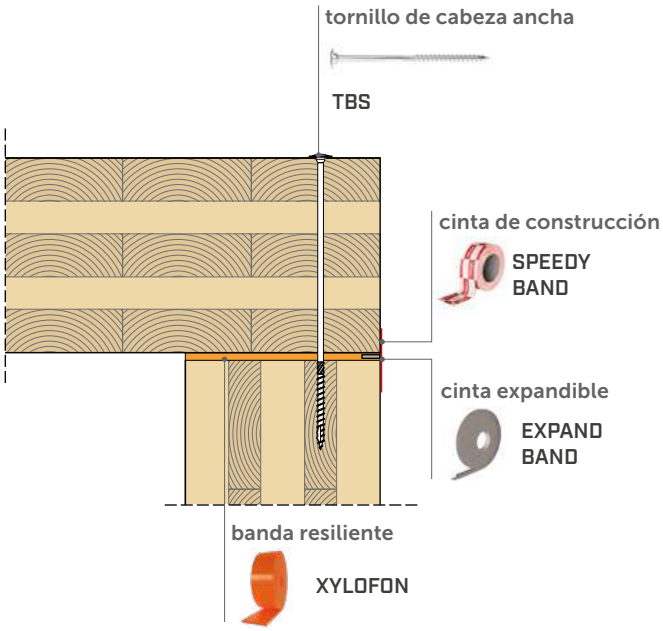


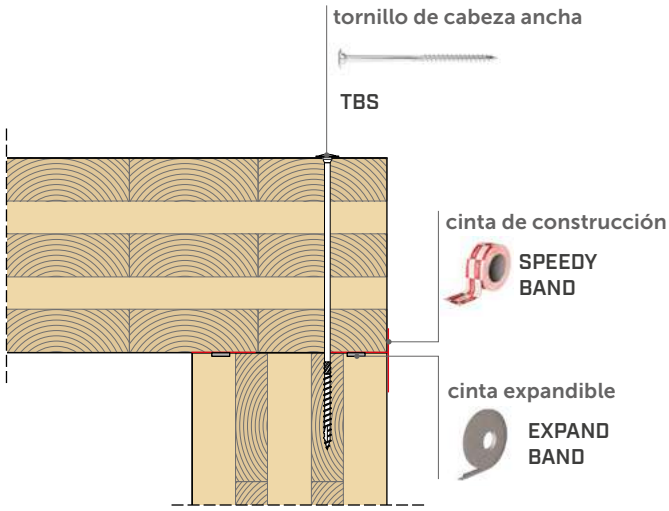
## UNIONES E INTERFACES

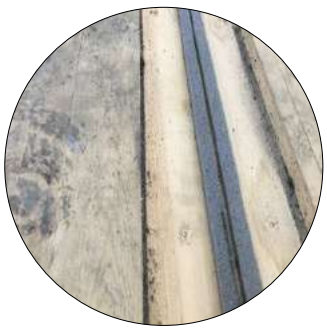
Para la prueba, se han utilizado varios sellantes Rothoblaas, algunos de los cuales desarrollados para mejorar la estanquidad al aire y/o las prestaciones acústicas. Los resultados de la prueba demuestran que estos productos son adecuados para evitar la propagación del fuego a través de las uniones.

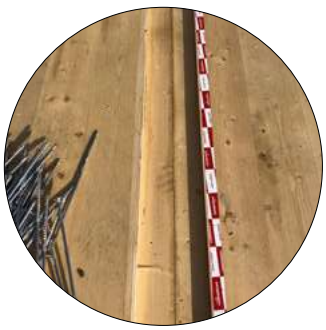




# XYLOFON Y EL FUEGO

En estos últimos años, ha surgido la necesidad arquitectónica de dejar la CLT a la vista por razones estéticas. En este caso, el producto XYLOFON debe aplicarse ligeramente retraído respecto a la superficie de madera, creando una junta con efecto sombra. En esta configuración, XYLOFON contribuye a la resistencia de la estructura en fase de incendio.

A tal fin se han realizado unas pruebas de caracterización del comportamiento EI (hermeticidad y aislamiento al fuego) en el Instituto ETH Zürich y en el Institute of Structural Engineering (IBK) & Swiss Timber Solutions AG.

## CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

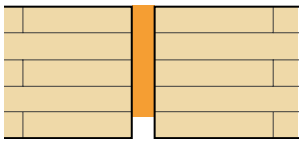
Se ha decidido probar tanto XYLOFON sin otros materiales protectores, como el producto con dos distintos sellantes retardantes de llama. La muestra se ha preparado seccionando un panel laminado en 4 trozos, a fin de crear 3 hendiduras para albergar las 3 configuraciones diferentes:

XYLOFON
XYLOFON + SELLANTE 1
XYLOFON + FIRE SEALING SILICONE

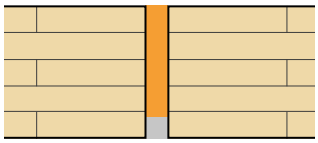
Durante la colocación se han introducido los termopares para registrar la evolución de las temperaturas a distintas profundidades de la muestra durante la fase de incendio. Una vez prendido el incendio, se han registrado los datos, y la evolución de dicha variación térmica se ha trazado en un gráfico de temperatura - tiempo, comparado en paralelo también con la curva normalizada EN ISO. En el gráfico de la derecha se recogen las temperaturas registradas por los distintos termopares PT1, PT2, PT3, PT4, PT5.

UNIONES DE PRUEBA

XYLOFON

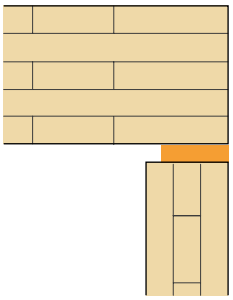


XYLOFON + FIRE SEALING

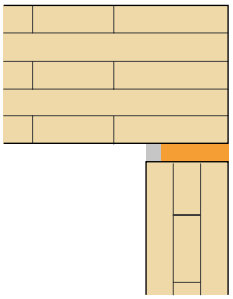


UNIONES REALES

XYLOFON



XYLOFON + FIRE SEALING



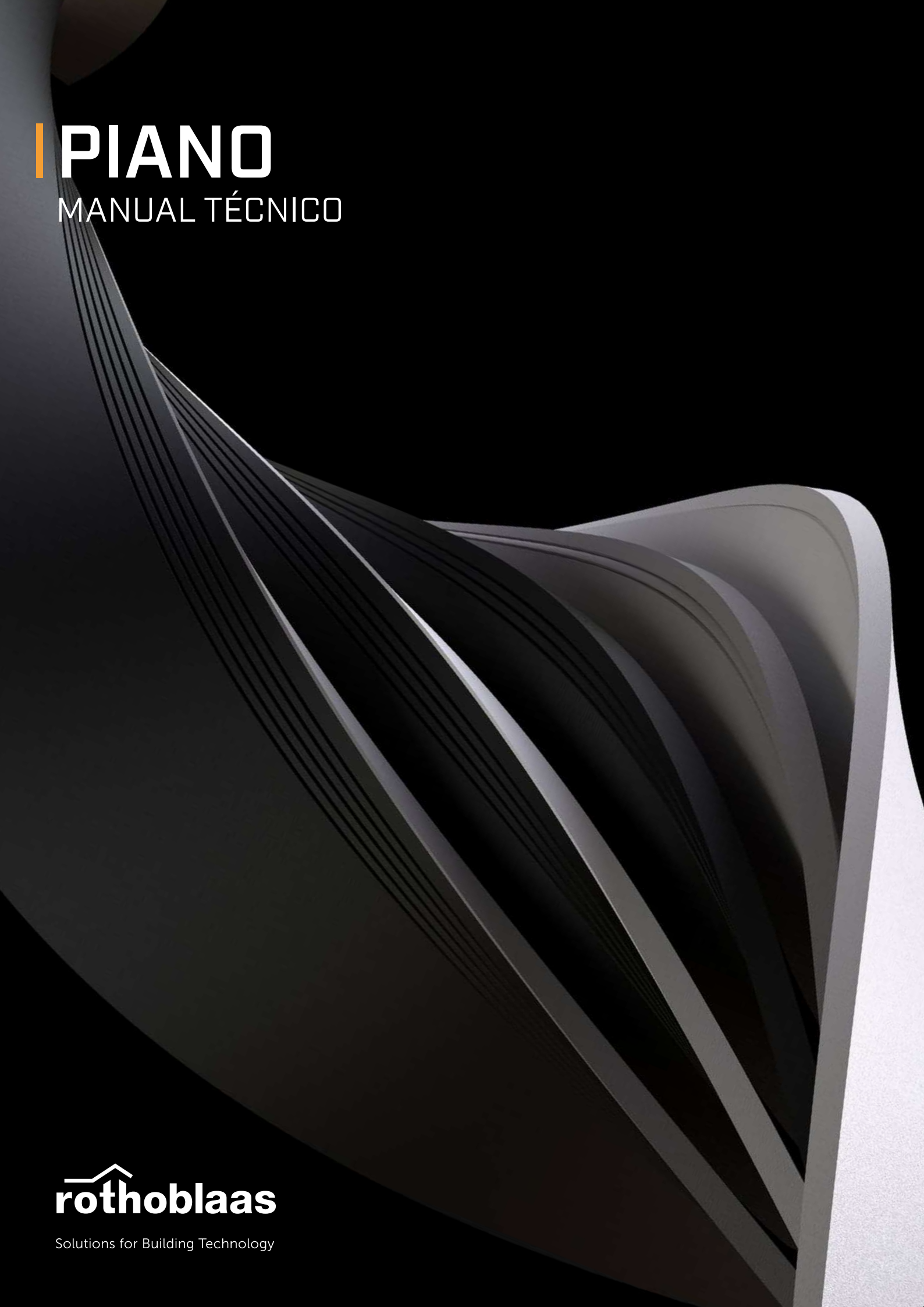
## CONSIDERACIONES

La prueba fue interrumpida tras 60 minutos de exposición al fuego según EN ISO estándar.
Para todas las configuraciones probadas, la temperatura sobre la superficie no expuesta al fuego permaneció aproximadamente a temperatura ambiente, no mostrando alteraciones cromáticas.
La hendidura en la que estaba presente sólo XYLOFON de 100 mm ha mostrado, como estaba previsto, la máxima pérdida de espesor debido a la carbonización.
Las uniones con sellante 1 y FIRE SEALING SILICONE de 20 mm junto con la tira XYLOFON de 100 mm han producido gradientes de temperatura similares.
La presencia de XYLOFON no influye en el comportamiento al fuego de la unión.

se puede afirmar que la solución con **XYLOFON** de 100 puede alcanzar un **EI 60** sin necesidad de protecciones retardantes de llama adicionales

# PIANO

## MANUAL TÉCNICO



rothoblaas

Solutions for Building Technology

# ÍNDICE

ELECCIÓN DEL PRODUCTO Y DETERMINACIÓN DE $K_{ij}$ . . . 106

EVALUACIÓN TÉCNICA EUROPEA (ETA) . . . . . 108

MODELO CEN (EN ISO 12354) . . . . . 130

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES $K_{ij}$ DE ESTRUCTURAS DE MADERA . . . . . 131

MÉTODO SIMPLIFICADO . . . . . 132

*UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES . . . . . 134*

*UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES . . . . . 135*

SOLUCIONES PARA FORJADOS LIGEROS . . . . . 136

*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO EN SECO 1 . . . . . 137*

*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO EN SECO 2 . . . . . 138*

*ANÁLISIS COMPARATIVO | FORJADO EN SECO_2 . . . . . 139*

# PIANO

## BANDA RESILIENTE PARA EL AISLAMIENTO ACÚSTICO

CE
ETA-23/0193

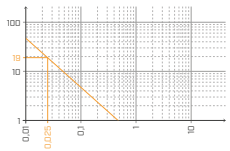
## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| CÓDIGO | B [mm] | L [m] | s [mm] | unid. |
|---|---|---|---|---|
| **PIANOA4040** | 80 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOA5050** | 100 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOA6060** | 120 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOA140** | 140 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOB4040** | 80 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOB5050** | 100 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOB6060** | 120 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOB140** | 140 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOC080** | 80 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOC100** | 100 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOC120** | 120 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOC140** | 140 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOD080** | 80 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOD100** | 100 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOD120** | 120 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOD140** | 140 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOE080** | 80 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOE100** | 100 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOE120** | 120 | 10 | 6 | 1 |
| **PIANOE140** | 140 | 10 | 6 | 1 |

### Prestaciones mecánicas y comportamiento elástico ensayado según ETA

- respuesta elástica de la banda aplicada en edificios
- respuesta elástica de la banda como antivibrante

pág. 10



### Antivibratorio

**PIANO** atenúa las vibraciones tanto en condiciones estáticas como dinámicas gracias a su capacidad de absorber y disipar la energía del sistema:

- aplicación con cargas estáticas (por ejemplo, edificios)
- aplicación con cargas dinámicas (por ejemplo, máquinas y puentes)

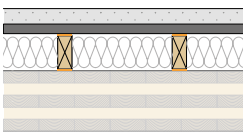
pág. 12

### Valores de $K_{ij}$ según ETA

$K_{ij}$ ensayado para todas las durezas y con un adecuado sistema de fijación

$\Delta_{l,ij}$ > **4 dB**

pág. 36



### Forjados ligeros

PIANO A ha sido ensayada acoplada a los rastreles de nervadura de los forjados ligeros. Mejora medida **7 dB**.

pág. 40

## COMPARACIÓN DE PRODUCTOS

| productos | | espesor | mejora acústica $\Delta_{l,ij}$ [1] | módulo elástico de compresión $E_c$ |
|---|---|---|---|---|
| **PIANO A** | | **6** mm | **> 4** dB | **0,23** N/mm² |
| **PIANO B** | | **6** mm | **> 4** dB | **1,08** N/mm² |
| **PIANO C** | | **6** mm | **> 4** dB | **7,92** N/mm² |
| **PIANO D** | | **6** mm | **> 4** dB | **22,1** N/mm² |
| **PIANO E** | | **6** mm | **> 4** dB | **24,76** N/mm² |

**LEYENDA:**

carga para optimización acústica

compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)

| módulo elástico dinámico $E'_{5Hz}$ - $E'_{50Hz}$ | factor de atenuación $tan\delta_{5Hz}$ - $tan\delta_{50Hz}$ | carga acústica / carga máxima aplicable[2] |
|---|---|---|
| **0,5** N/mm² - **0,5** N/mm² | **0,186** - **0,238** | carga acústica [N/mm²]: **0,008** – **0,052**<br>carga máxima aplicable [N/mm²]: 0,008 – 0,15 |
| **1,75** N/mm² - **2,07** N/mm² | **0,308** - **0,372** | carga acústica [N/mm²]: **0,04** – **0,286**<br>carga máxima aplicable [N/mm²]: 0,04 – 0,85 |
| **9,35** N/mm² – **11,61** N/mm² | **0,272** - **0,306** | carga acústica [N/mm²]: **0,26** – **1,4**<br>carga máxima aplicable [N/mm²]: 0,26 – 12,07 |
| **20,3** N/mm² – **25,81** N/mm² | **0,297** - **0,349** | carga acústica [N/mm²]: **1,2** – **2,28**<br>carga máxima aplicable [N/mm²]: 1,2 – 16,9 |
| **54,8** N/mm² – **67,08** N/mm² | **0,243** - **0,253** | carga acústica [N/mm²]: **1,8** – **3,2**<br>carga máxima aplicable [N/mm²]: 1,8 – 17,07 |

0 5 10 15 20 25 30 35

(1) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.
(2) Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión.

# ELECCIÓN DEL PRODUCTO Y DETERMINACIÓN DE $K_{IJ}$

## DISEÑO DE LA BANDA CORRECTA EN FUNCIÓN DE LA CARGA

Las bandas resilientes deben seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural: a continuación, se proporcionan algunas indicaciones sobre la manera de evaluar el producto.
Se aconseja sumar el valor de la carga permanente al 50% del valor característico de la carga accidental.

$$\mathbf{Q}_{lineal} = \mathbf{q}_{gk} + 0{,}5\ \mathbf{q}_{vk}$$

Además, es necesario considerar las condiciones de ejercicio y no las condiciones de estado límite último. Esto porque hay que aislar acústicamente el edificio en las condiciones de carga cotidianas y no durante un evento sísmico u otras cargas con finalidad de dimensionamiento estructural.

## ELECCIÓN DEL PRODUCTO

El producto también se puede elegir mediante las tablas de uso (véase por ejemplo la siguiente tabla, relativa al producto PIANO).

TABLA DE APLICACIÓN[1]

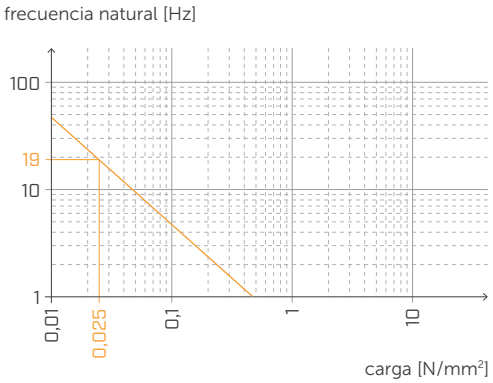
| CÓDIGO | B | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último) [N/mm²]* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | desde | a | desde | a | desde | a | |
| PIANOA4040 | 80 | 0,64 | 4,16 | 0,008 | 0,052 | 0,2 | 1,35 | *0,15* |
| | 40 (divided) | 0,32 | 2,08 | | | | | |
| PIANOA5050 | 100 | 0,8 | 5,2 | | | | | |
| | 50 (divided) | 0,4 | 2,6 | | | | | |
| PIANOA6060 | 120 | 0,96 | 6,24 | | | | | |
| | 60 (divided) | 0,48 | 3,12 | | | | | |
| PIANOA140 | 140 | 1,12 | 7,28 | | | | | |

**Nota**: se evalúa el comportamiento estático del material en compresión, considerando que las deformaciones debidas a las cargas son estáticas. Esto porque un edificio no presenta fenómenos relevantes de desplazamiento ni deformaciones dinámicas.
Rothoblaas ha optado por definir un intervalo de carga que garantice unas buenas prestaciones acústicas y evite deformaciones excesivas y movimientos diferenciales en los materiales, incluidos los revestimientos finales del edificio. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

## DETERMINACIÓN DE LA PRESTACIÓN

Una vez identificadas las cargas, se debe localizar cuál es la frecuencia de proyecto, es decir, la frecuencia de excitación del elemento frente a la cual quiero aislar la estructura. A continuación, se proporciona un ejemplo para que la explicación sea más simple y asequible.

Supongamos que haya una carga de 0,025 N/mm² que actúa sobre la banda. En este caso se ha tomado el producto PIANO A, porque la carga no es particularmente elevada. De la lectura del gráfico se desprende que la banda presenta una frecuencia de resonancia en torno a 19 Hz.

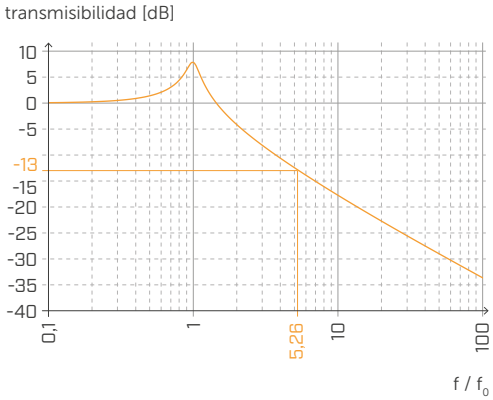



Llegados a este punto, se puede calcular la transmisibilidad del producto en estas condiciones de carga refiriéndose a la frecuencia de proyecto de 100 Hz.

$$\text{transmisibilidad} = f/f_0 = 5{,}26$$

Luego será necesario utilizar el gráfico de la transmisibilidad posicionando el valor 5,26 de cálculo en el eje de abscisas y se interseca la curva de la transmisibilidad.
Se deduce que la transmisibilidad del material es negativa, es decir que el material logra aislar -13 dB aproximadamente.

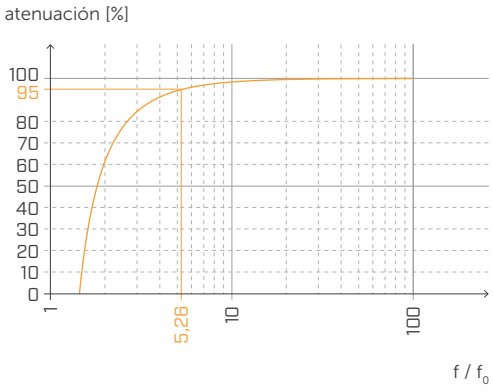
**LA TRANSMISIBILIDAD ES POSITIVA CUANDO EL MATERIAL TRANSMITE Y SE VUELVE NEGATIVA CUANDO LA BANDA COMIENZA A AISLAR.**
Por lo tanto, este valor se debe leer como si el producto, cargado de tal forma, aislase 13 dB a una frecuencia de referencia de 100 Hz.




Lo mismo se puede hacer usando el gráfico de la atenuación; se obtiene el porcentaje de vibraciones atenuadas a la frecuencia de proyecto inicial.
También la atenuación se calcula con las condiciones de carga referidas a la frecuencia de proyecto de 100 Hz.

$$\text{atenuación} = f/f_0 = 5{,}26$$

En el gráfico, posicionando el valor calculado de 5,26 en el eje de abscisas, se interseca la curva de la atenuación.
Se deduce que la atenuación del material es óptima, es decir, que el material logra aislar más del 95 % de la transmisión.




Básicamente con estos dos diferentes inputs se logra el mismo resultado, pero en caso de que se fije la deformación, se comienza con un rendimiento mecánico y no acústico.
A raíz de estas consideraciones, Rothoblaas aconseja empezar siempre de la frecuencia de proyecto y de las cargas presentes para poder optimizar el material en función de las condiciones reales.

# EVALUACIÓN TÉCNICA EUROPEA (ETA)

La evaluación técnica europea (ETA) proporciona un procedimiento **independiente en ámbito europeo** para evaluar las prestaciones de las características esenciales de los productos de construcción no estándar.

### OBJETIVIDAD E INDEPENDENCIA

Solo los organismos de evaluación técnica (TAB) independientes pueden expedir ETA. La evaluación independiente refuerza la credibilidad de la información sobre las prestaciones del producto, mejora la **transparencia del mercado** y garantiza que los valores declarados se prueben según **normas precisas**, adecuadas para el uso previsto del producto.

### TRANSPARENCIA

Las ETA proporcionan **datos fiables sobre las prestaciones del producto** que se pueden comparar en toda Europa según las especificaciones técnicas armonizadas, los Documentos de Evaluación Europeos (DEE).
Las ETA hacen que los productos de construcción se puedan **comparar en todo el Espacio Económico Europeo**, ya que proporcionan información detallada sobre sus prestaciones.

## PARÁMETROS ENSAYADOS SEGÚN ETA

### MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO Y DINÁMICO

Muchos productos comercializados se prueban para determinar el módulo elástico dinámico y el factor de atenuación con el fin de proporcionar gráficos de transmisibilidad en función de la frecuencia natural de la banda resiliente.

Como no hay una norma común, cada fabricante sigue un procedimiento diferente y, a menudo, no declara ni la norma aplicada ni la configuración de prueba.

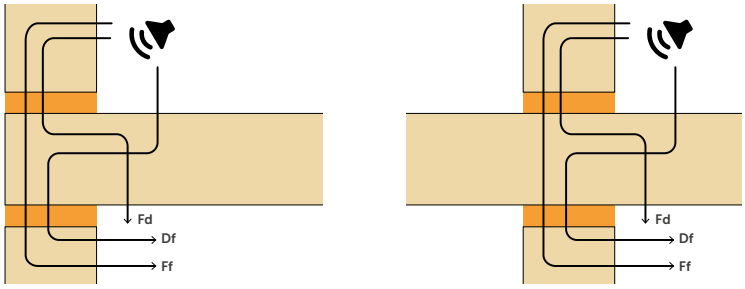
Teniendo en cuenta el destino de uso de **PIANO**, el módulo elástico dinámico y el factor de atenuación deben determinarse en compresión (no tendría sentido determinarlos con otros métodos de deformación).
El módulo elástico dinámico y el factor de atenuación se miden en condiciones dinámicas y son importantes para reducir las vibraciones en los aparatos de servicio o en otras fuentes de vibración.

En los edificios, **PIANO** está sometido a cargas estáticas y cuasiestáticas, por lo que el módulo elástico dinámico no es tan representativo del comportamiento real del producto.

Las pruebas demuestran que la fricción de la banda puede influir en el valor del módulo elástico y, por este motivo, es necesario realizar siempre las mediciones con y sin lubricante y, así, obtener un valor independiente de las condiciones de frontera (sin fricción) y un valor representativo de las condiciones operativas in situ (con fricción).

## ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE VIBRACIONES - $K_{ij}$

Debido a la falta de una norma común, cada fabricante proporciona valores $K_{ij}$ ensayados en una configuración diferente (tipo de unión, número de sistemas de fijación, etc.). Es importante precisar la configuración de las pruebas y las condiciones de frontera utilizadas, porque el resultado está fuertemente influenciado por las distintas variables que definen la unión.

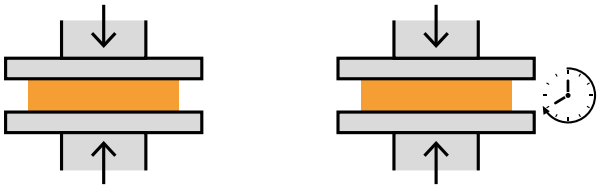



En la Evaluación Técnica Europea los resultados se expresan de forma clara con el fin de evitar ambigüedades en la configuración.

## SOLICITACIÓN Y DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN

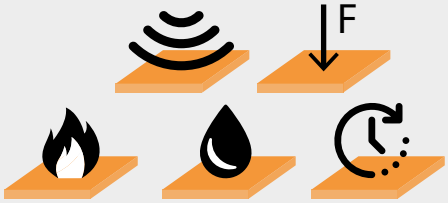
Desde un punto de vista estático, es importante proporcionar el **esfuerzo de compresión en función de la deformación** (por ejemplo, 1 mm, 2 mm y 3 mm de compresión) y, así, limitar la deformación máxima y el posible fallo estructural.

Las bandas resilientes están sometidas a una carga constante durante su vida útil, por esto, es importante prever el **comportamiento a largo plazo**, tanto por razones estáticas (para evitar fallos diferenciales en la estructura) como por razones acústicas (una tira resiliente aplastada no tienen la misma respuesta elástica y, en consecuencia, las prestaciones acústicas disminuyen).



Por el mismo motivo, es importante evaluar el **espesor final del producto** tras la compresión durante un determinado tiempo y tras un periodo de recuperación.

**Rothoblaas ha invertido en el desarrollo de soluciones que sigan un enfoque multidisciplinario y que tengan en cuenta la realidad de las obras. Las mediciones en el laboratorio, las pruebas estáticas y el control de la humedad permiten al diseñador disponer de datos válidos y no de simples valores teóricos sin confirmación práctica.**



# PIANO A

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | B [mm] | carga para optimización acústica[2] [kN/m] de | a | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] de | a | reducción [mm] de | a | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PIANOA4040** | 80 | 0,64 | 4,16 | 0,008 | 0,052 | 0,2 | 1,35 | ***0,15*** |
| | 40 (divided) | 0,32 | 2,08 | | | | | |
| **PIANOA5050** | 100 | 0,8 | 5,2 | | | | | |
| | 50 (divided) | 0,4 | 2,6 | | | | | |
| **PIANOA6060** | 120 | 0,96 | 6,24 | | | | | |
| | 60 (divided) | 0,48 | 3,12 | | | | | |
| **PIANOA140** | 140 | 1,12 | 7,28 | | | | | |

(1) Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

(2) Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{l,ij}$(3) | ISO 10848 | > 4 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 0,23 MPa (0,19 MPa) |
| Módulo elástico dinámico $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,4 - 0,07 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,50 - 0,08 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,5 - 0,09 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{50Hz}$ - $E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,5 - 0,13 MPa |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,177 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,186 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,192 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,238 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,24 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 26,4 % |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1mm}$ | ISO 844 | 0,04 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2mm}$ | ISO 844 | 0,08 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3mm}$ | ISO 844 | 0,15 N/mm² |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | 4,25% |

(3) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$(3) : **> 4** dB

Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**0,15** N/mm²

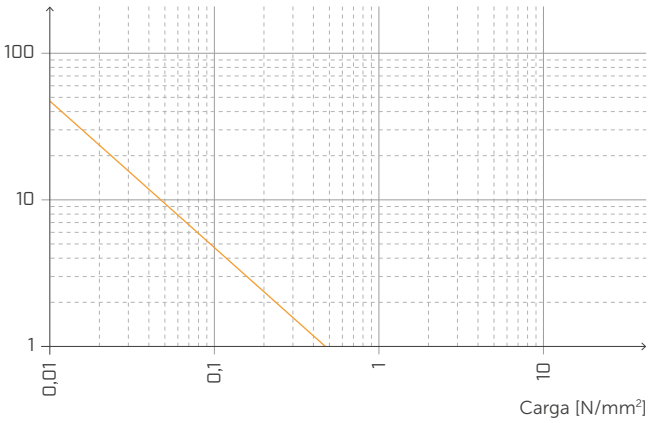
Carga acústica:

de **0,008** a **0,052** N/mm²

# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

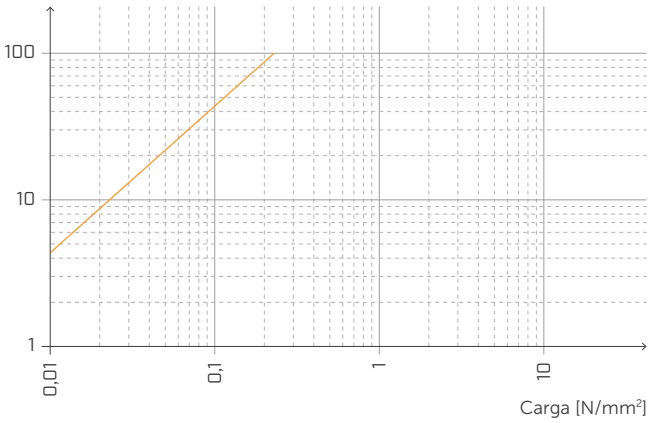
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



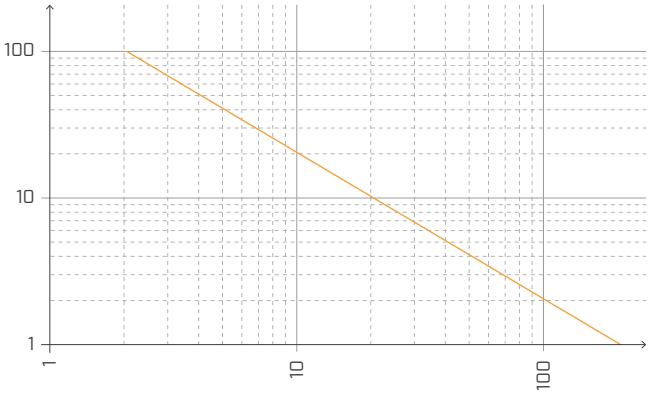

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



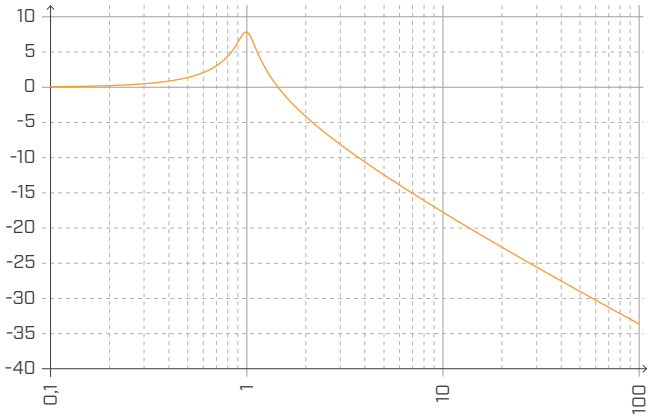

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



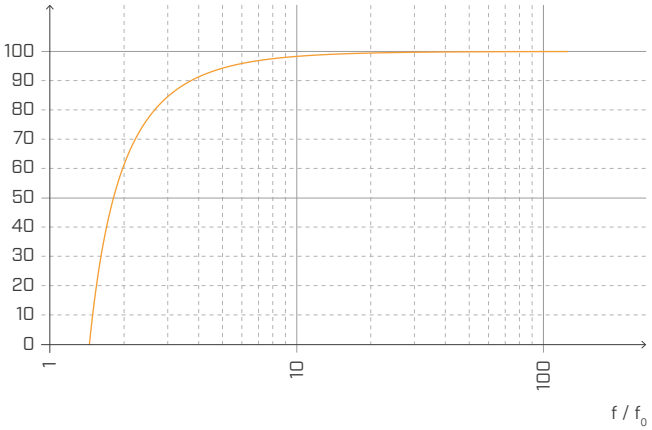

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

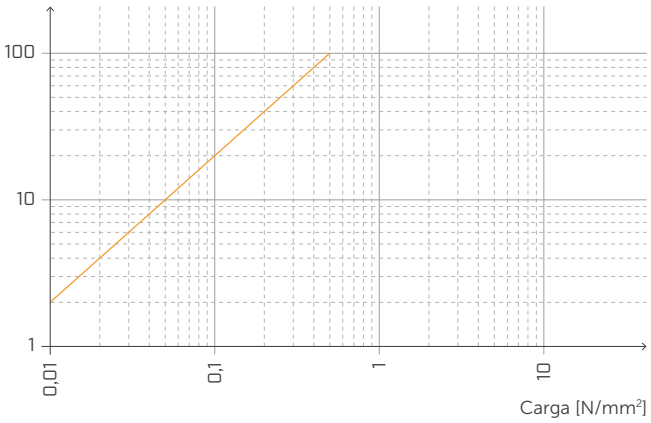
5 Hz

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

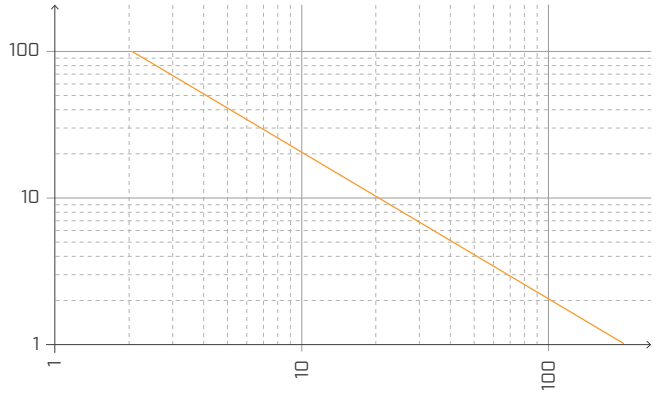
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



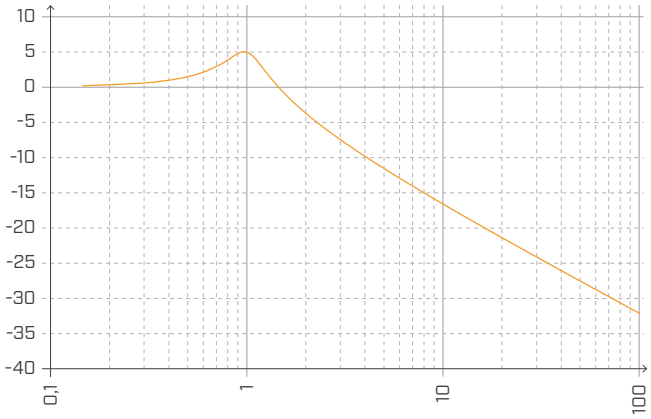

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



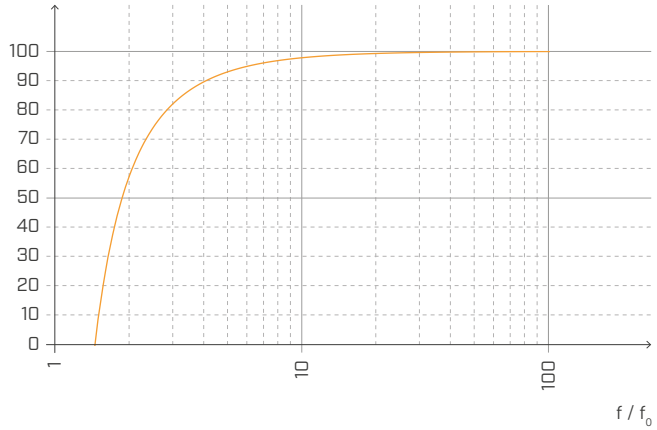

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



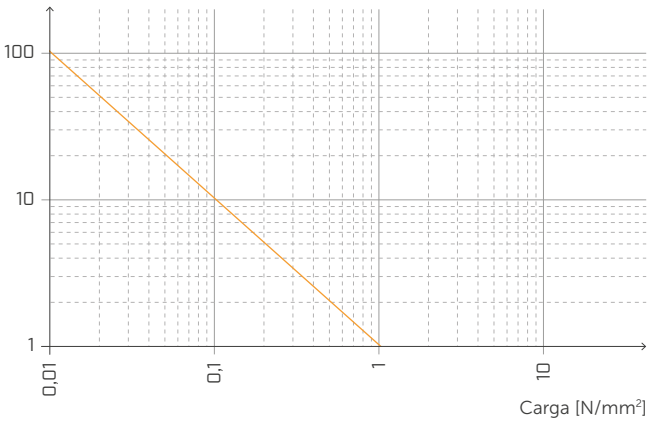

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

50 Hz

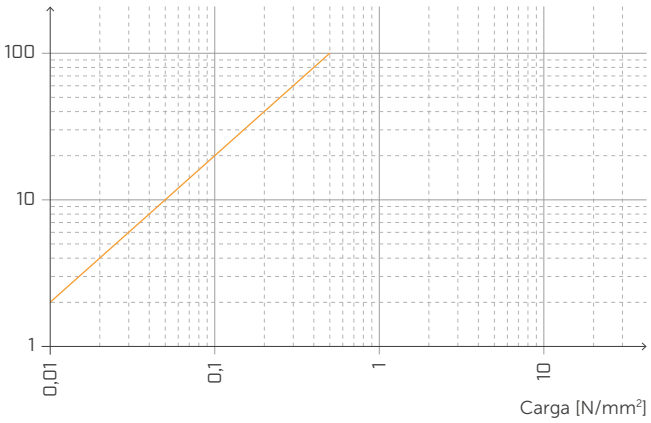
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



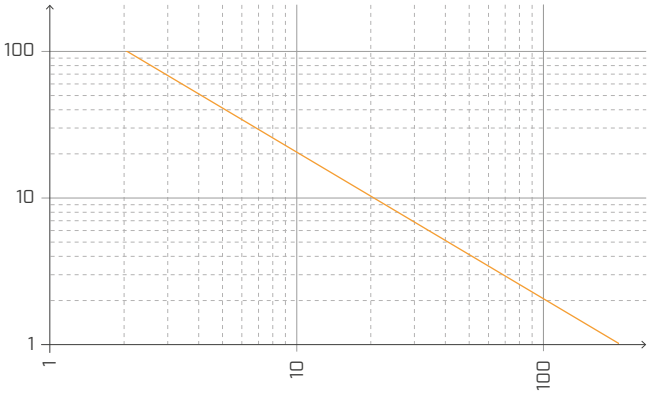

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



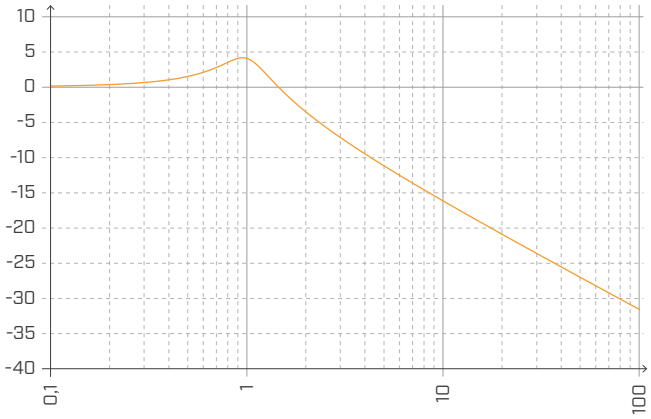

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



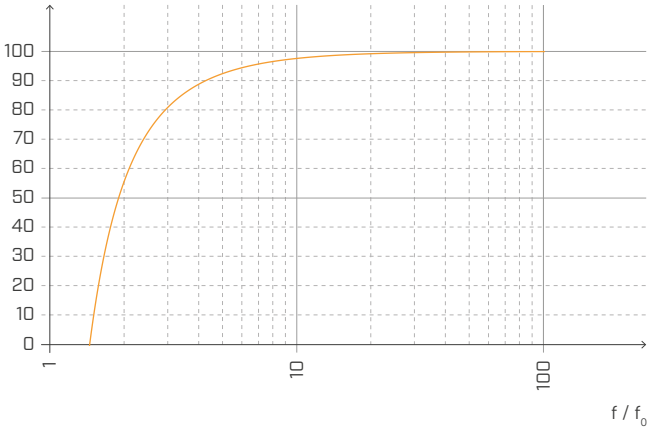

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# PIANO B

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | B | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | de | a | de | a | de | a | |
| **PIANOB4040** | 80 | 3,2 | 21,6 | 0,04 | 0,27 | 0,2 | 1,49 | ***0,85*** |
| | 40 (divided) | 1,6 | 10,8 | | | | | |
| **PIANOB5050** | 100 | 4 | 27 | | | | | |
| | 50 (divided) | 2 | 13,5 | | | | | |
| **PIANOB6060** | 120 | 4,8 | 32,4 | | | | | |
| | 60 (divided) | 2,4 | 16,2 | | | | | |
| **PIANOA140** | 140 | 5,6 | 37,8 | | | | | |

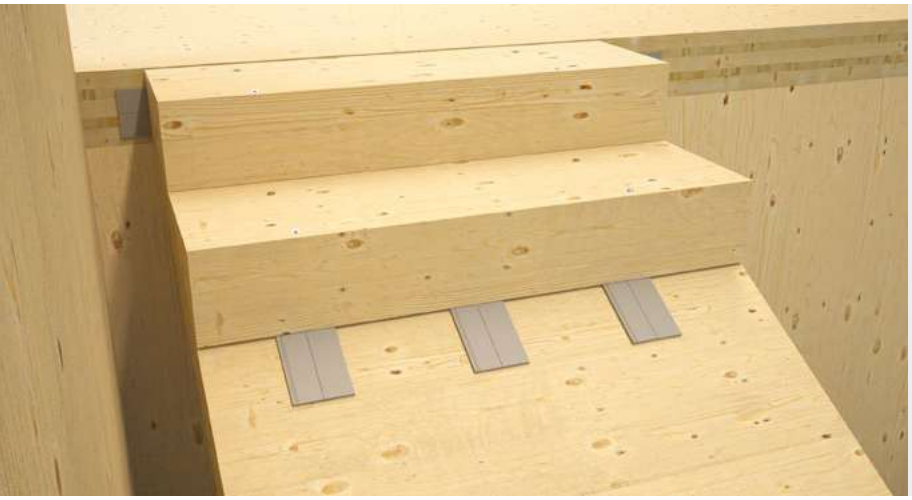
(1) Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

(2) Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{l,ij}$(3) | ISO 10848 | > 4 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 1,08 MPa (1,08 MPa) |
| Módulo elástico dinámico $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 1,54 - 0,42 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 1,75 - 0,55 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 1,87 - 0,59 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{50Hz}$ -$E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 2,07 - 0,79 MPa |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,270 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,308 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,314 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,372 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,34 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 37,5% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1mm}$ | ISO 844 | 0,14 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2mm}$ | ISO 844 | 0,31 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3mm}$ | ISO 844 | 0,85 N/mm² |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | 1,50% |

(3) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.



## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$(3) : **> 4** dB

Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**0,85** N/mm²

Carga acústica:

de **0,04** a **0,27** N/mm²

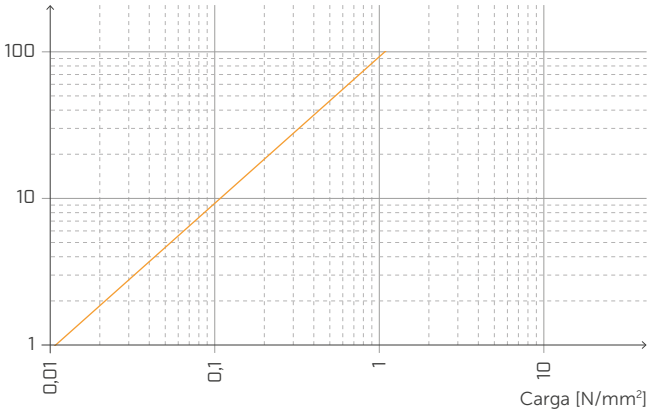
# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

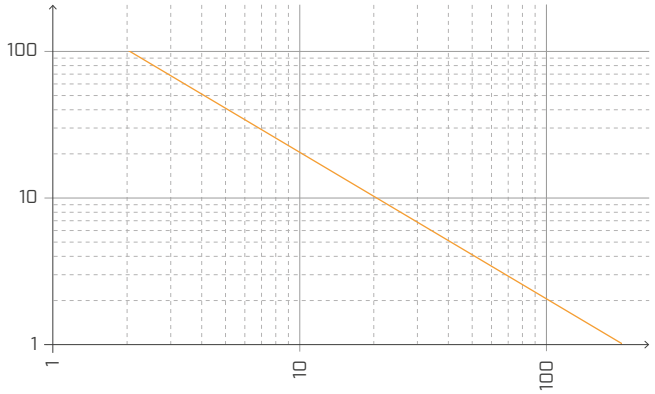
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



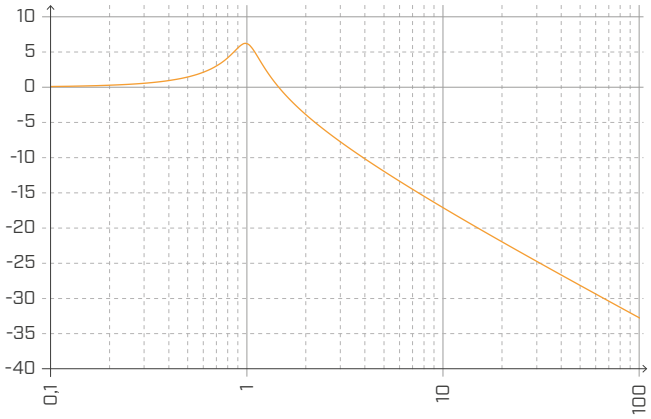

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



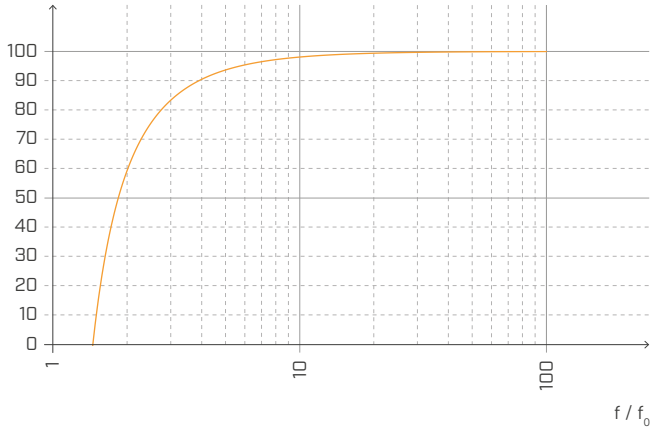

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



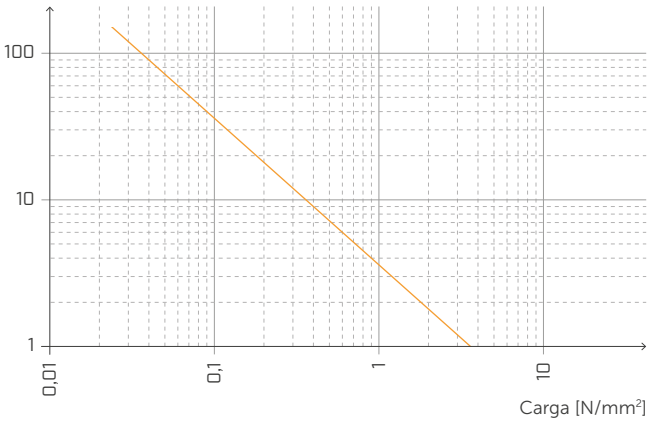

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

5 Hz

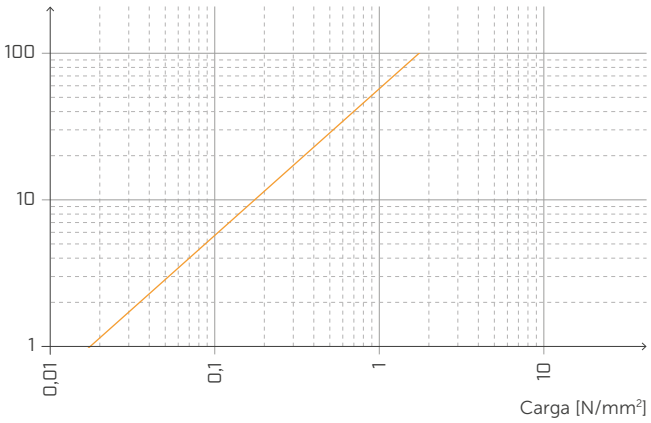
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



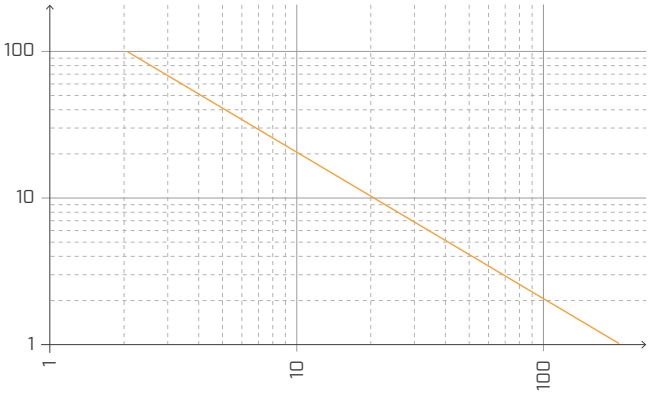

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



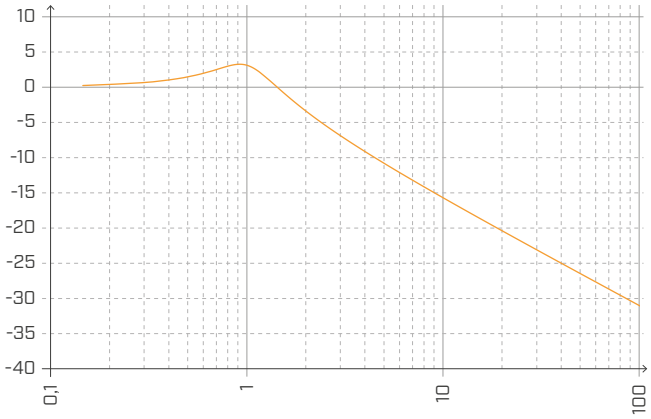

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



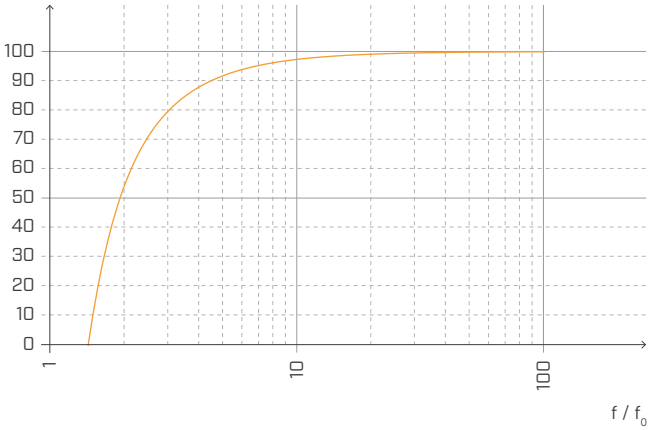

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



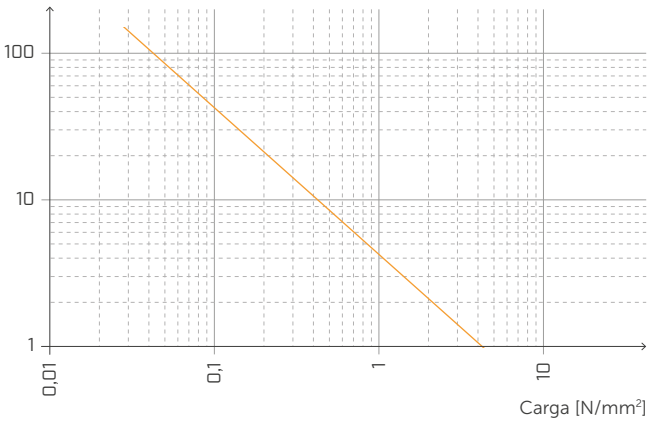

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

50 Hz

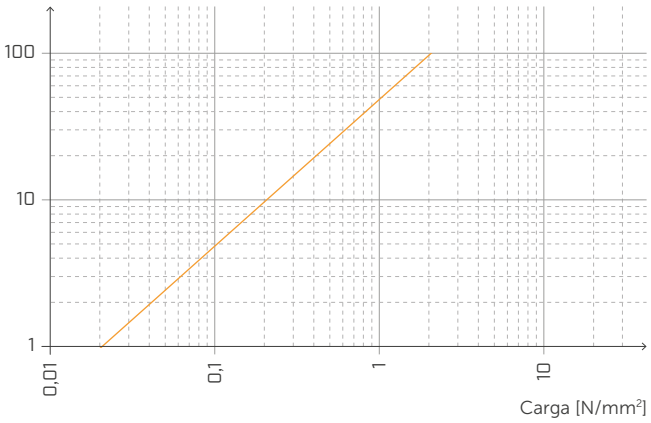
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



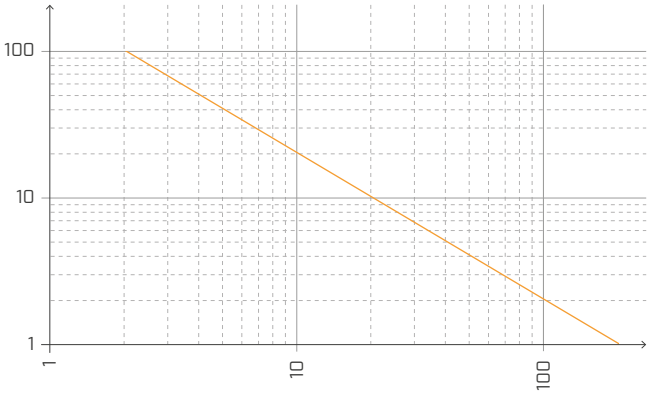

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



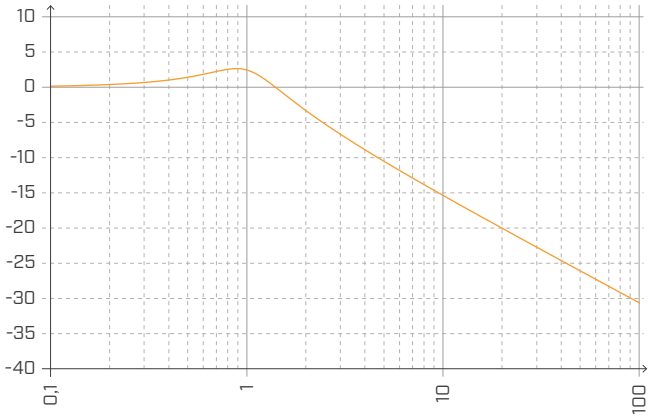

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



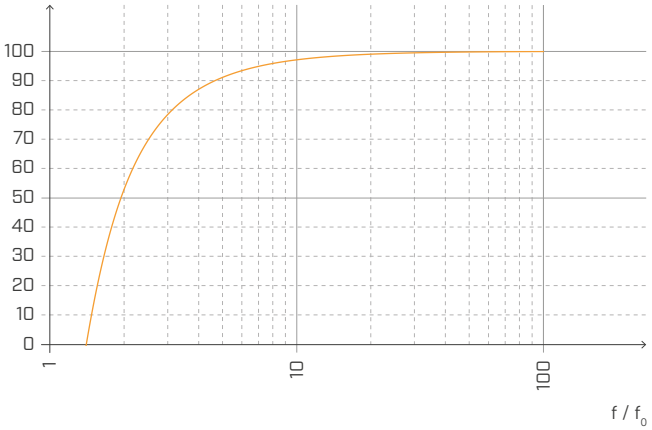

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# PIANO C

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | B [mm] | carga para optimización acústica[2] [kN/m] de | a | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] de | a | reducción [mm] de | a | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PIANOC080** | 80 | 9,6 | 112 | 0,12 | 1,4 | 0,12 | 0,63 | ***9,23*** |
| **PIANOC100** | 100 | 12 | 140 | | | | | |
| **PIANOC120** | 120 | 14,4 | 168 | | | | | |
| **PIANOC140** | 140 | 16,8 | 196 | | | | | |

[1] Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

[2] Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{l,ij}$[3] | ISO 10848 | > 4 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 7,92 MPa (3,67 MPa) |
| Módulo elástico dinámico $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 8,35 - 2,15 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 9,35 - 2,55 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 9,91 - 2,81 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{50Hz}$ -$E'_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 11,61 - 3,56 MPa |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,258 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,272 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,283 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,306 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,18 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 11,95% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1mm}$ | ISO 844 | 1,50 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2mm}$ | ISO 844 | 3,55 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3mm}$ | ISO 844 | 9,23 N/mm² |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

[3] $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$[3] : **> 4** dB

Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**12,07** N/mm²

Carga acústica:

desde **0,12** hasta **1,4** N/mm²

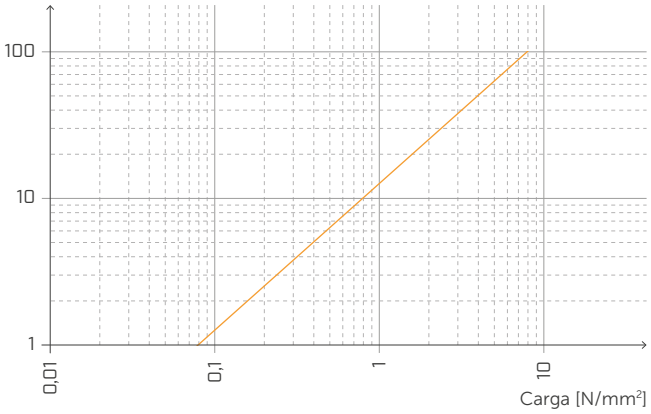
# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

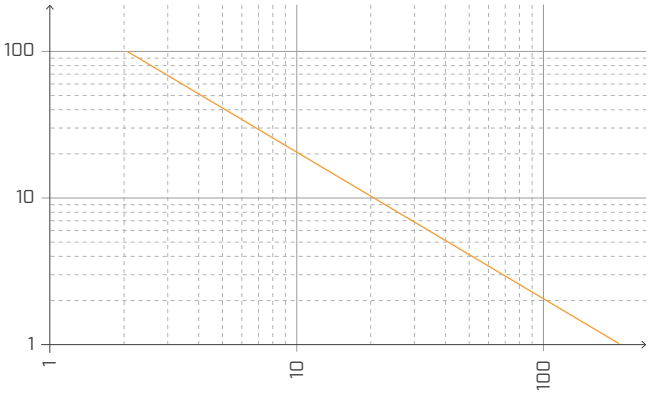
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



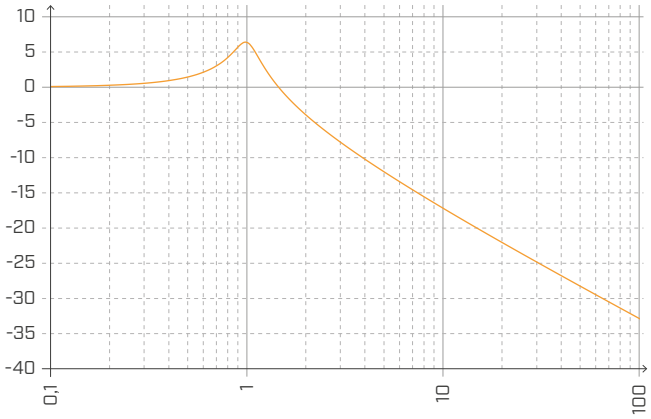

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



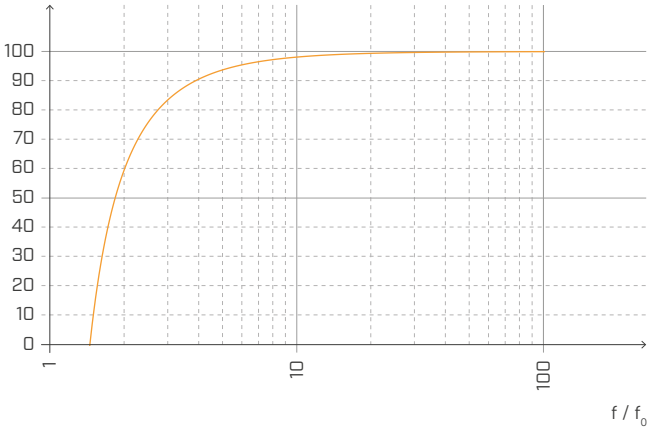

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



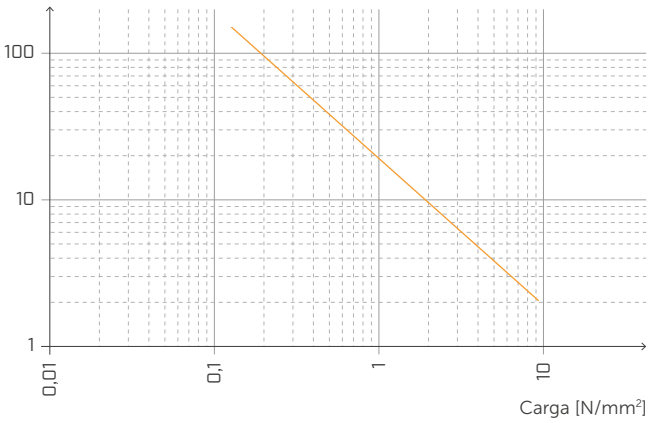

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

5 Hz

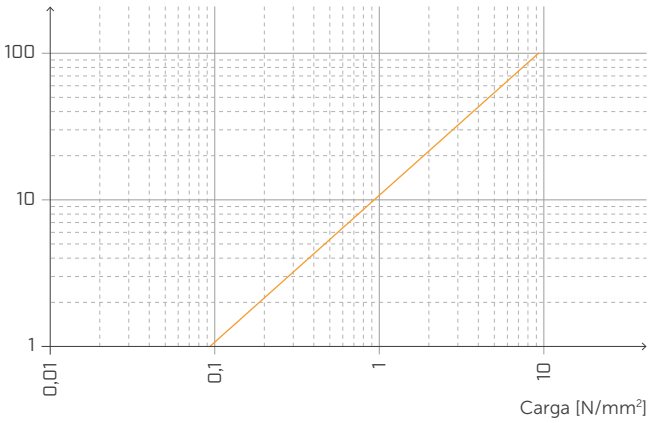
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



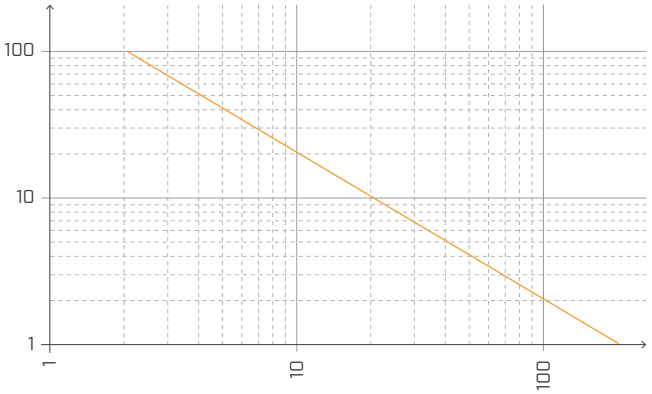

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



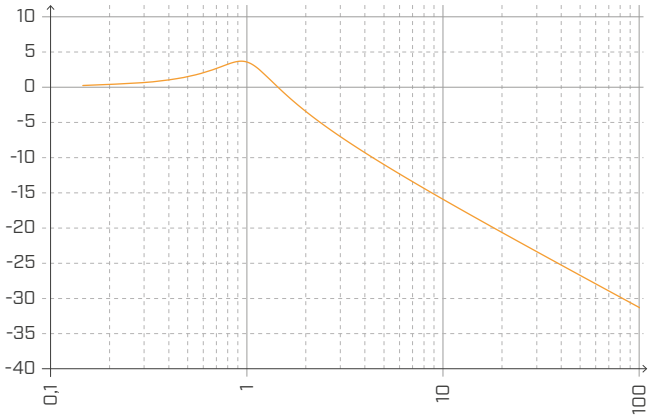

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



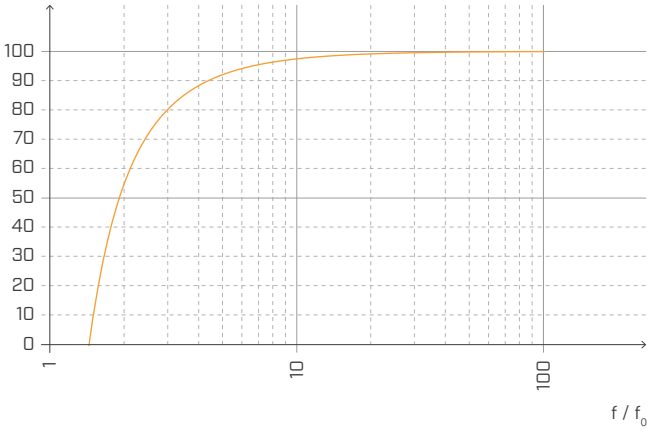

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



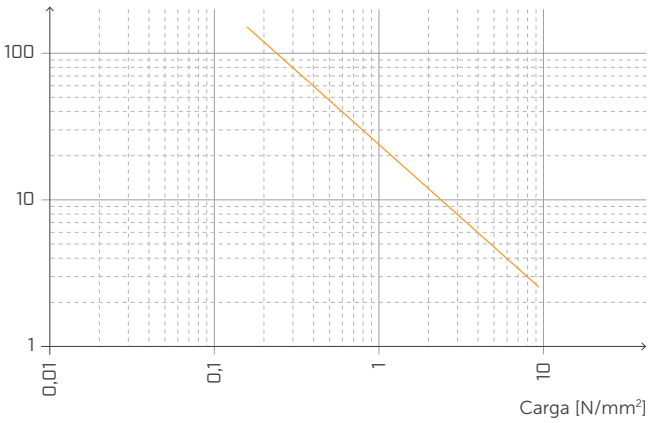

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

50 Hz

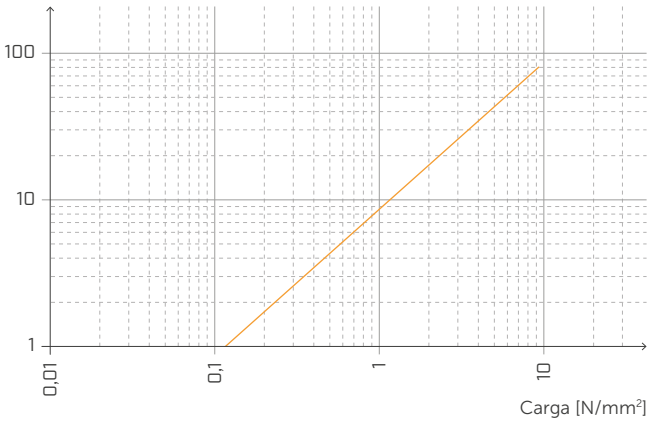
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



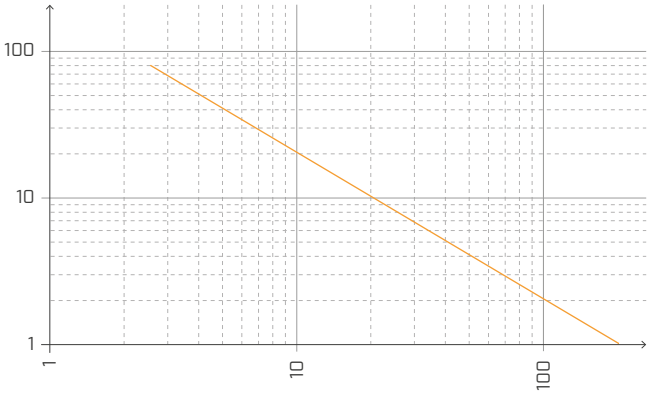

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



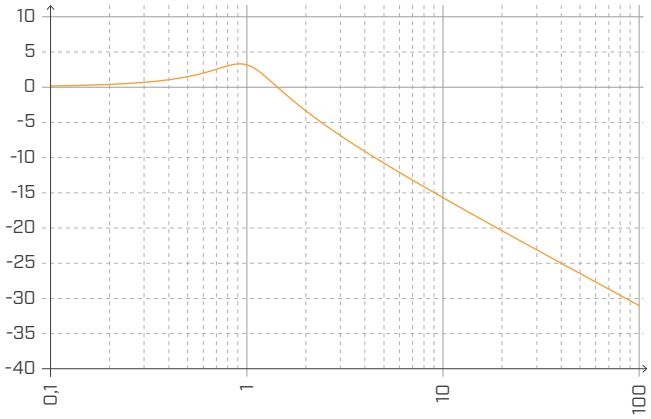

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



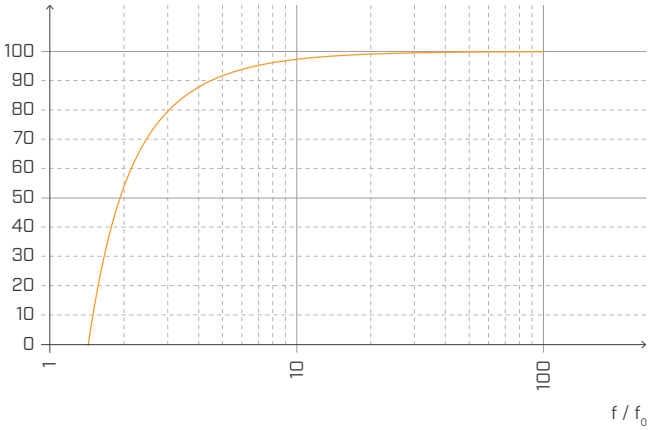

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# PIANO D

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | B [mm] | carga para optimización acústica[2] [kN/m] de | a | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] de | a | reducción [mm] de | a | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PIANOD080** | 80 | 96 | 182,4 | 1,2 | 2,28 | 0,33 | 0,62 | ***16,9*** |
| **PIANOD100** | 100 | 120 | 228 | | | | | |
| **PIANOD120** | 120 | 144 | 273,6 | | | | | |
| **PIANOD140** | 140 | 168 | 319,2 | | | | | |

(1) Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

(2) Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{l,ij}$(3) | ISO 10848 | > 4 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 22,10 MPa (7,92 MPa) |
| Módulo elástico dinámico $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 18,23 - 4,97 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 20,30 - 6,03 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 21,62 - 6,71 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{50Hz}$ -$E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 25,81 - 9,01 MPa |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,273 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,297 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,31 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,349 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,45 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 14,75% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1mm}$ | ISO 844 | 4,40 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2mm}$ | ISO 844 | 10,49 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3mm}$ | ISO 844 | 16,9 N/mm² |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

(3) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$(3) : **> 4** dB

Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**16,9** N/mm²

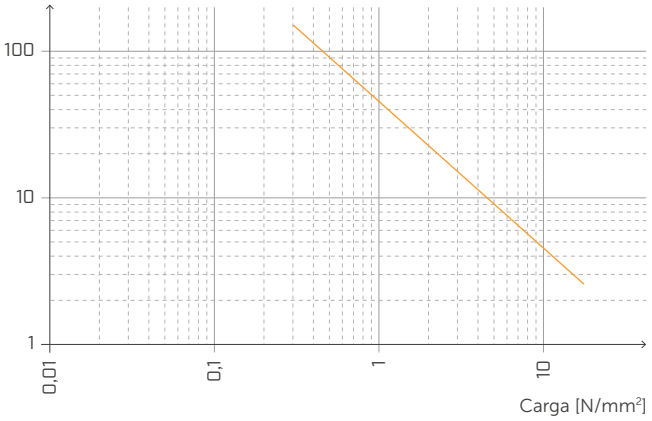
Carga acústica:

de **1,2** a **2,28** N/mm²

# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

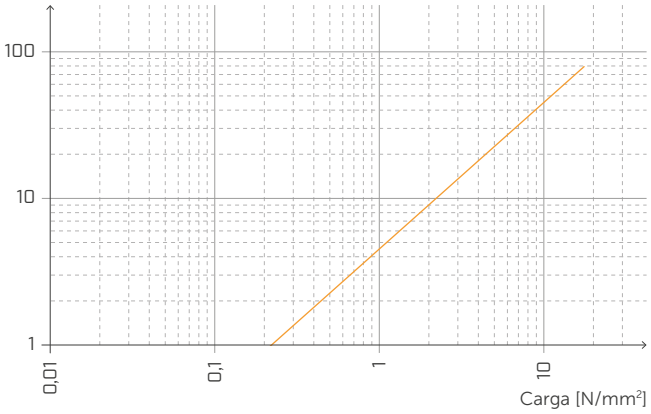
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



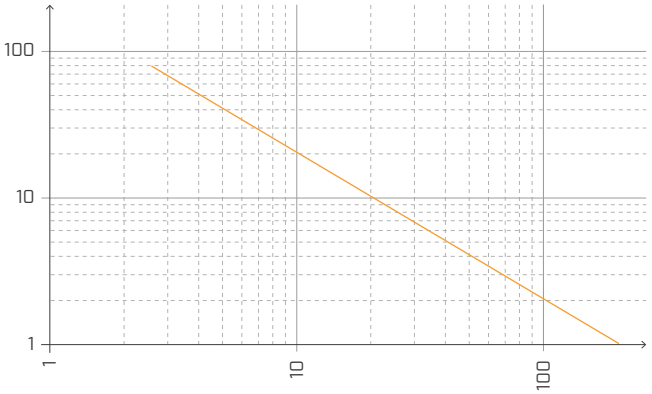

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



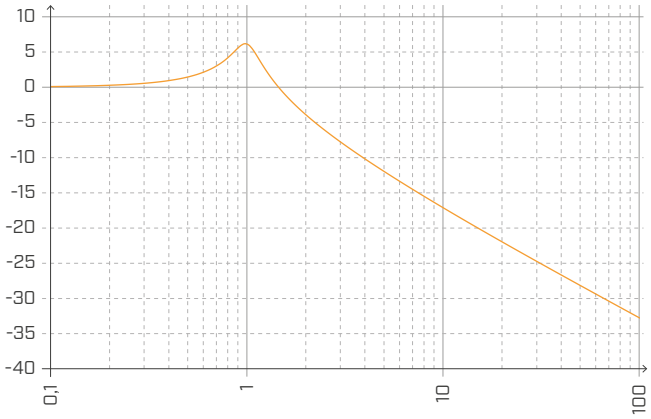

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



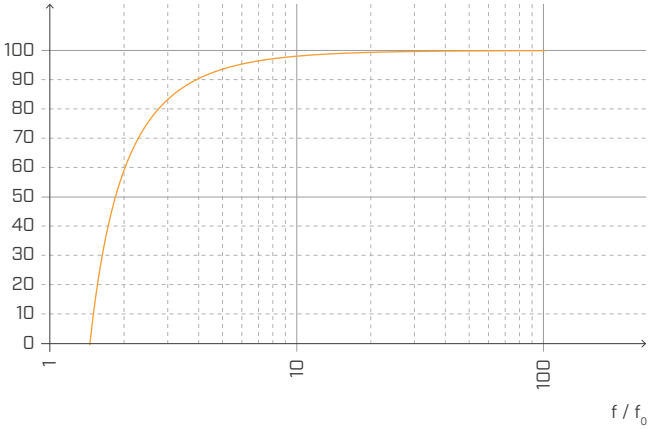

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



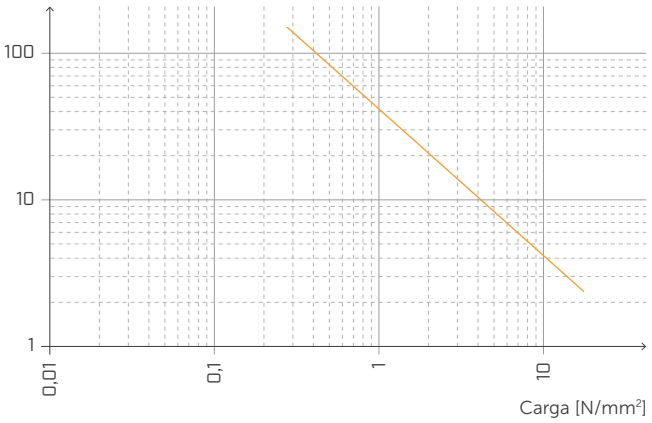

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

5 Hz

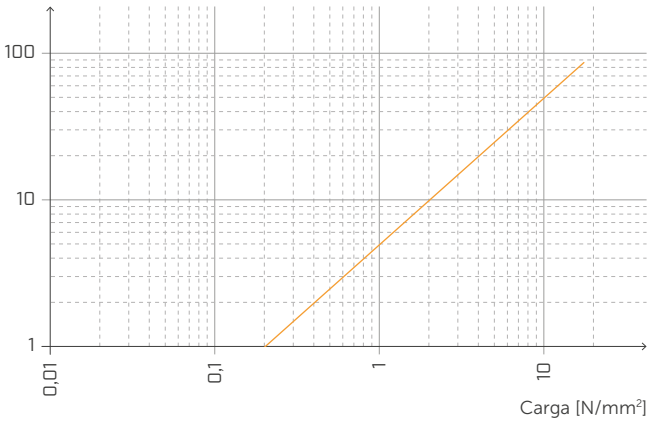
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



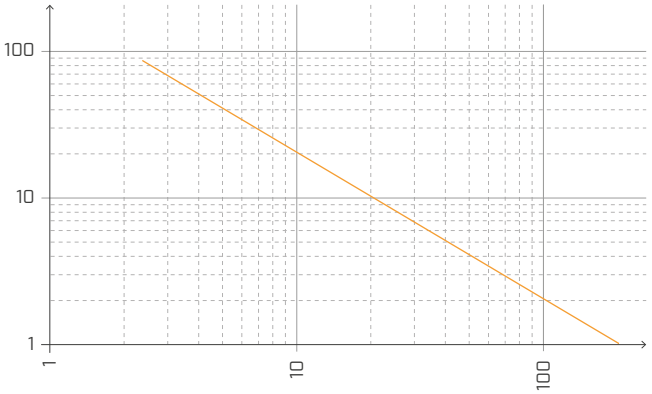

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



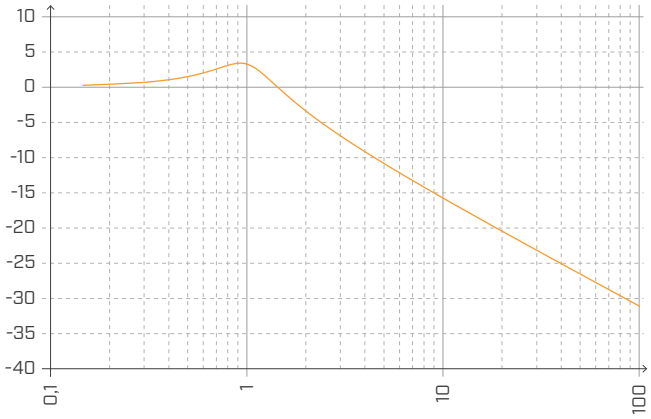

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



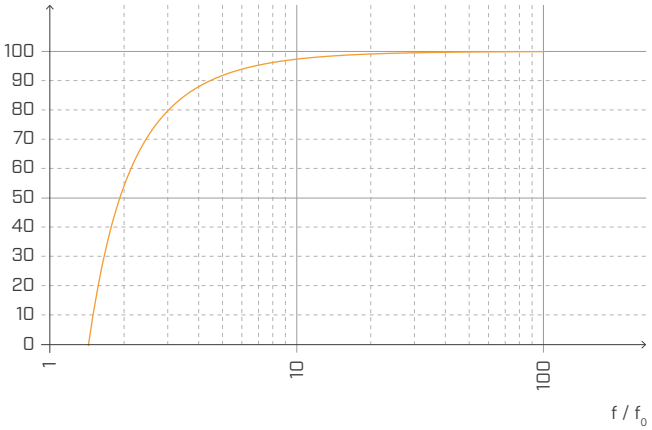

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



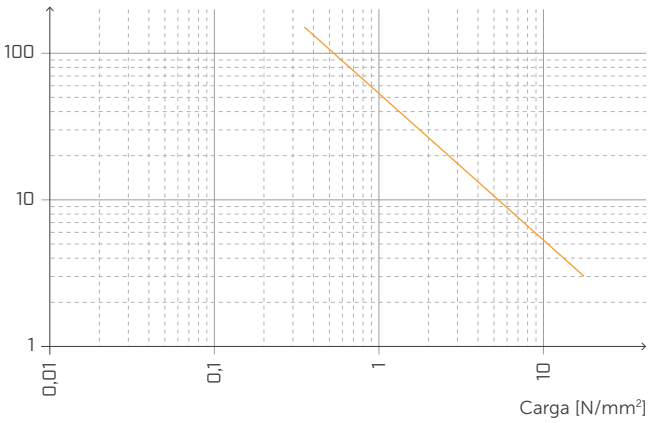

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

50 Hz

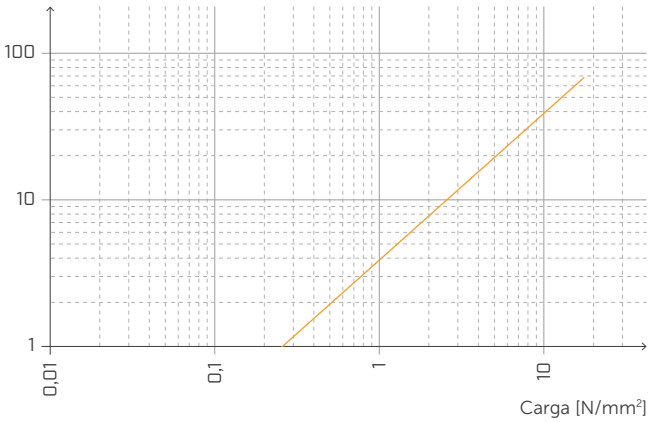
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



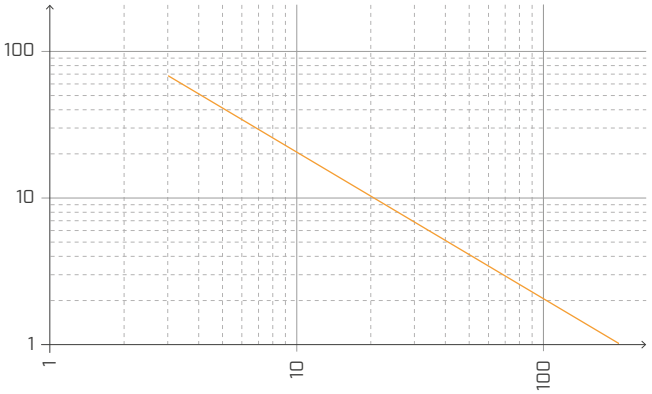

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



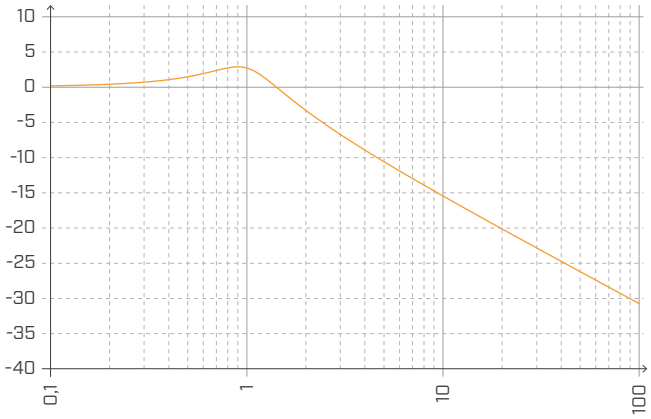

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



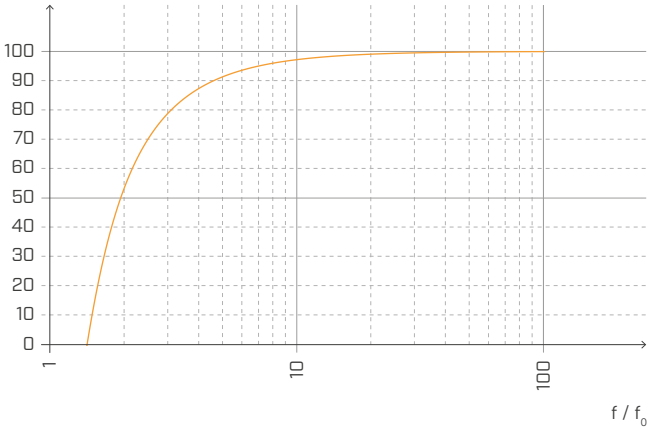

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# PIANO E

## TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | B [mm] | carga para optimización acústica[2] [kN/m] de | a | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] de | a | reducción [mm] de | a | *compresión a 3 mm de deformación (estado límite último)* [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PIANOE080** | 80 | 144 | 256 | 1,8 | 3,2 | 0,44 | 0,77 | ***17,07*** |
| **PIANOE100** | 100 | 180 | 320 | | | | | |
| **PIANOE120** | 120 | 216 | 384 | | | | | |
| **PIANOE140** | 140 | 252 | 448 | | | | | |

[1] Los intervalos de carga indicados están optimizadas con respecto al comportamiento acústico y estático del material en compresión. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

[2] Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta_{l,ij}$[3] | ISO 10848 | > 4 dB |
| Módulo elástico de compresión $E_c$ (sin fricción $E_{c,lubricant}$) | ISO 844 | 24,76 MPa (12,03 MPa) |
| Módulo elástico dinámico $E'_{1Hz}$ - $E''_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 48,83 - 11,99 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{5Hz}$ - $E''_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 54,80 - 13,24 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{10Hz}$ - $E''_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 58,35 - 14,04 MPa |
| Módulo elástico dinámico $E'_{50Hz}$ - $E''_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 67,08 - 16,85 MPa |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{1Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,247 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{5Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,243 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{10Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,242 |
| Factor de atenuación $\tan\delta_{50Hz}$ | ISO 4664-1 | 0,253 |
| Creep $\Delta\varepsilon/\varepsilon_1$ | ISO 8013/ ISO 16534 | 0,24 |
| Compression set c.s. | ISO 1856 | 42,08% |
| Compresión a 1 mm de deformación $\sigma_{1mm}$ | ISO 844 | 3,81 N/mm² |
| Compresión a 2 mm de deformación $\sigma_{2mm}$ | ISO 844 | 8,36 N/mm² |
| Compresión a 3 mm de deformación $\sigma_{3mm}$ | ISO 844 | 17,07 N/mm² |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Hidroabsorción después de 48 h | ISO 62 | < 1% |

[3] $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$.

## PRESTACIONES

Mejora acústica probada:

$\Delta_{l,ij}$[3] : **> 4** dB

Carga máxima aplicable (reducción 3 mm):

**17,07** N/mm²

Carga acústica:

de **1,8** a **3,2** N/mm²

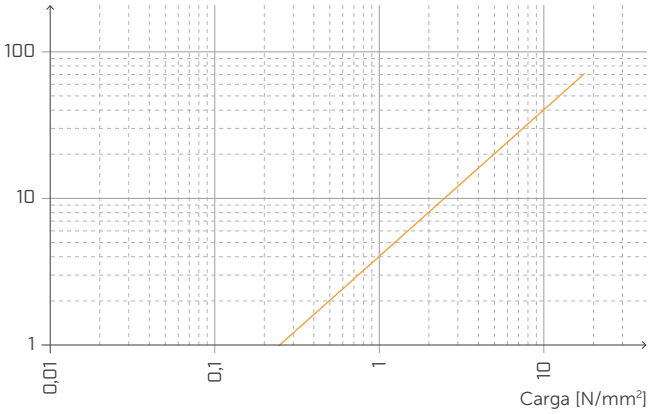
# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

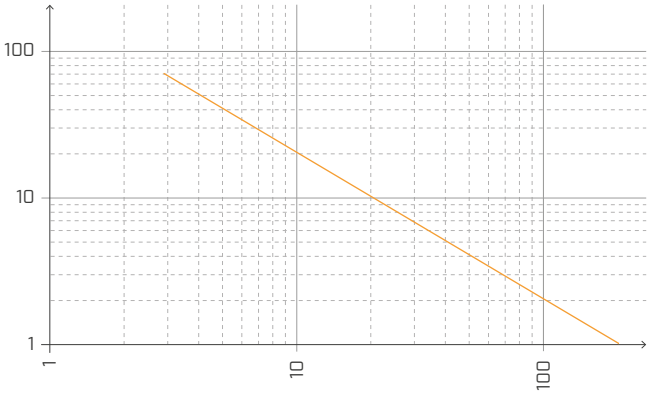
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



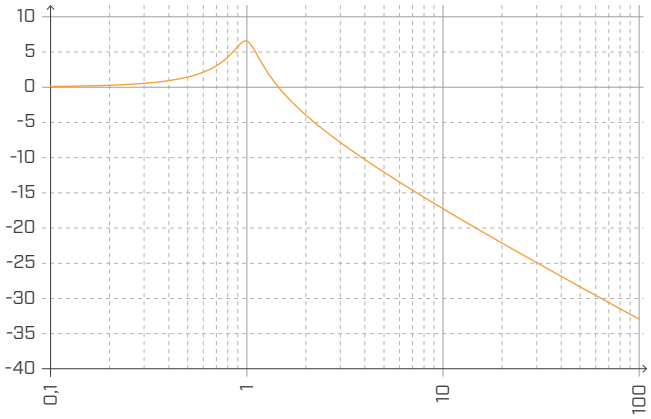

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



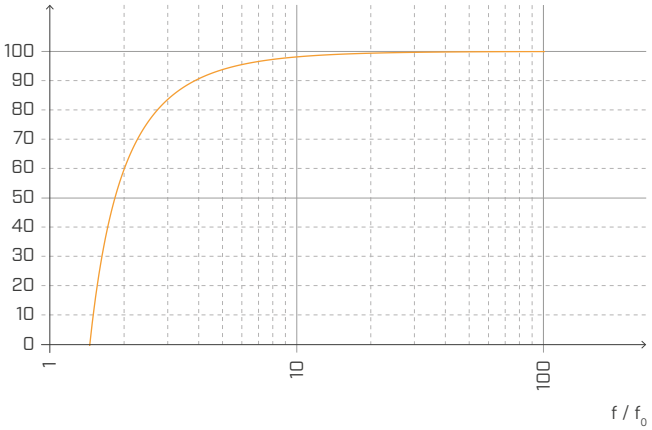

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]



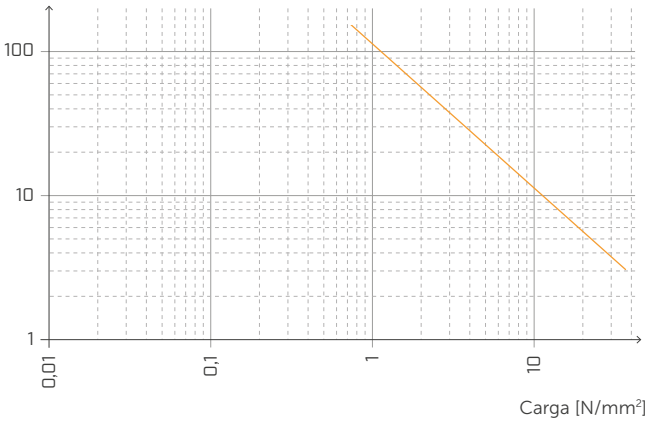

Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

5 Hz

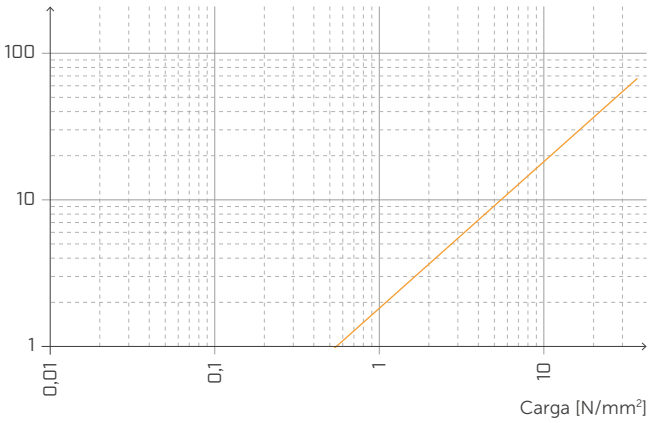
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



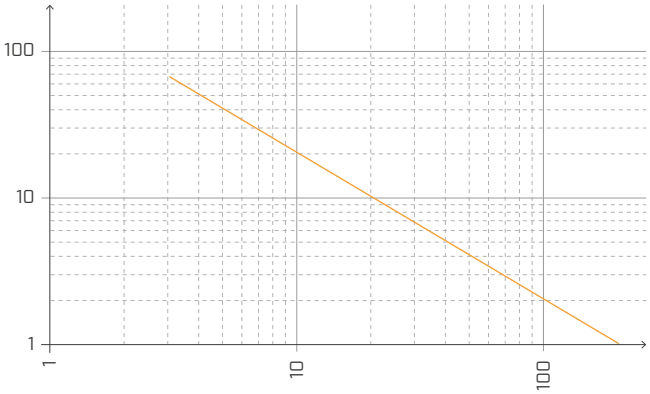

## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



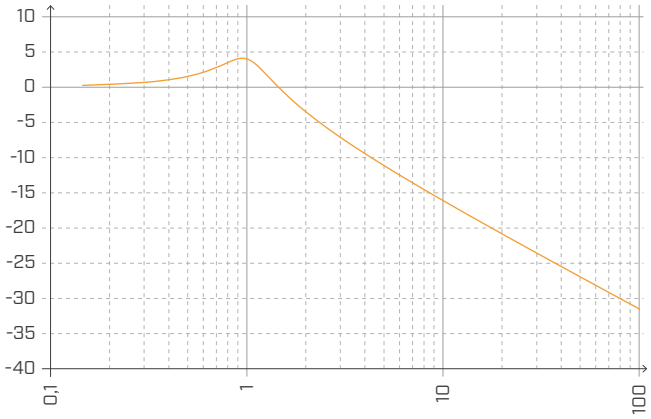

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



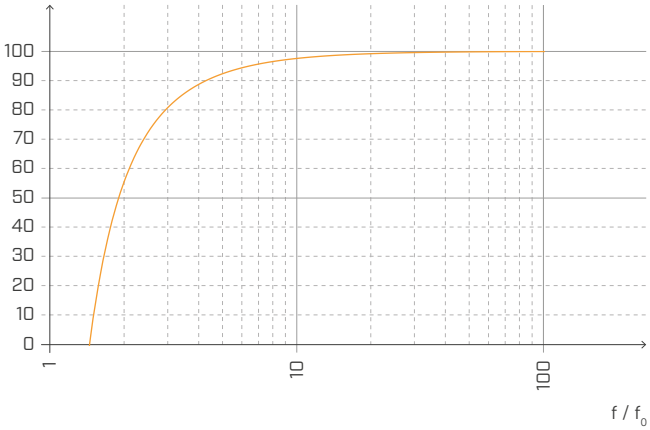

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]

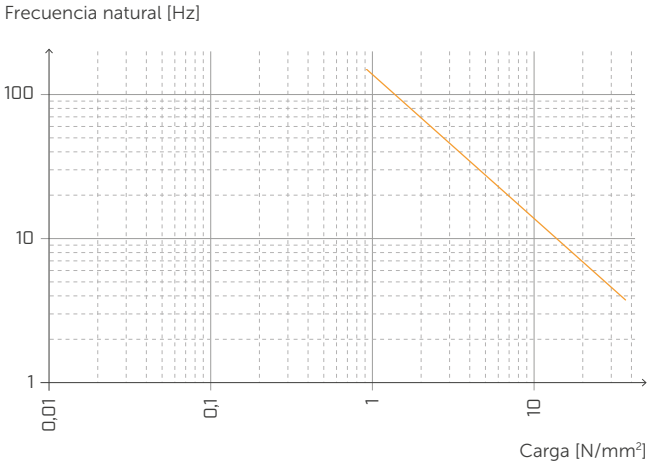



Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

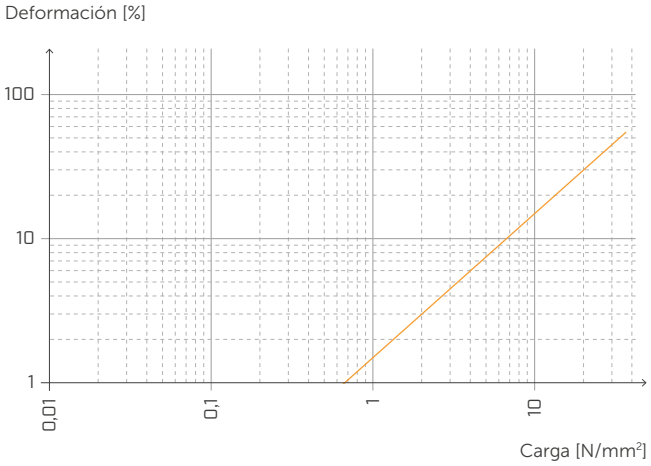
# CARGA DINÁMICA
(máquinas y vibraciones)

50 Hz

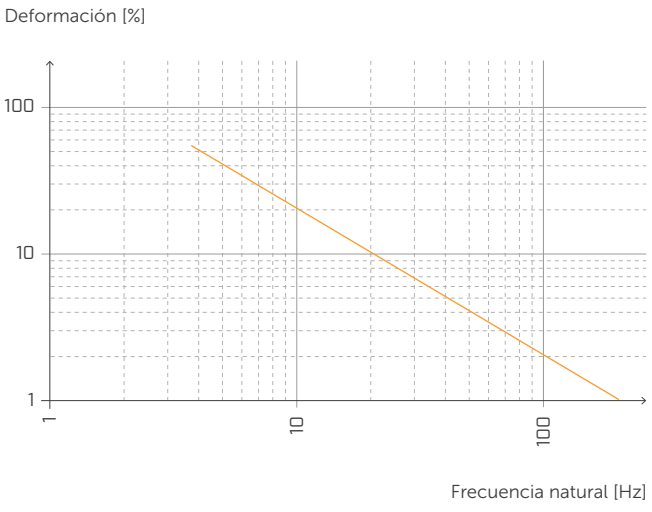
## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA



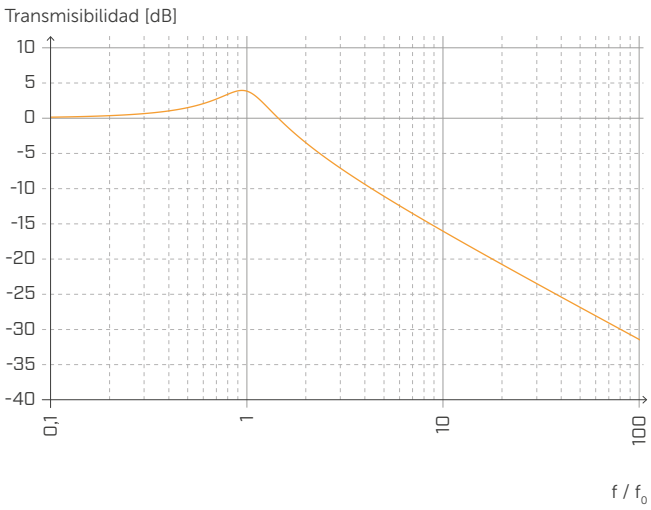

## DEFORMACIÓN Y CARGA



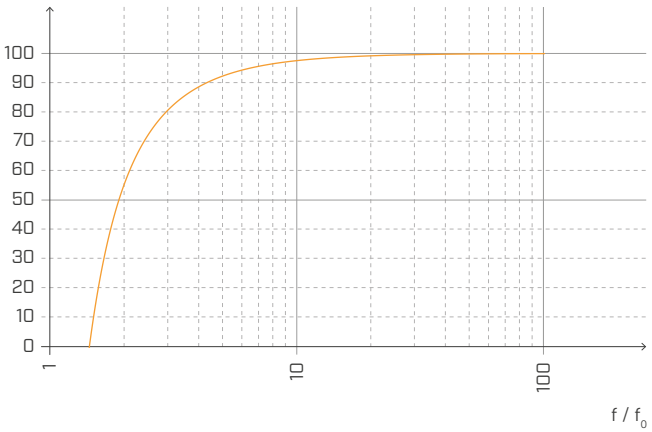

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL




## TRANSMISIBILIDAD




## ATENUACIÓN




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 6 Hz.

# MODELO CEN (EN ISO 12354)

El modelo CEN propuesto en la serie de las EN ISO 12354 es un instrumento para estimar prospectivamente la prestación acústica de una partición a partir de las características de los elementos constructivos que la caracterizan. La serie EN ISO 12354 ha sido ampliada para dar informaciones específicas sobre las tipologías de entramado y en CLT.

**EN ISO 12354-1:2017**
Aislamiento del ruido por vía aérea entre ambientes.

**EN ISO 12354-2:2017**
Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos.

## PODER FONOAISLANTE APARENTE

Las normas EN ISO 12354 proponen dos métodos para calcular la prestación acústica de una partición: el método detallado y el método simplificado.
Según el método simplificado, omitiendo la presencia de pequeños elementos técnicos y de vías de transmisión aérea $D_{n,j,w,}$, el poder fonoaislante aparente $R'_w$ puede calcularse como una suma logarítmica del componente de la transmisión directa $R_{Dd,w}$ y de los de transmisión por flancos $R_{ij,w}$.

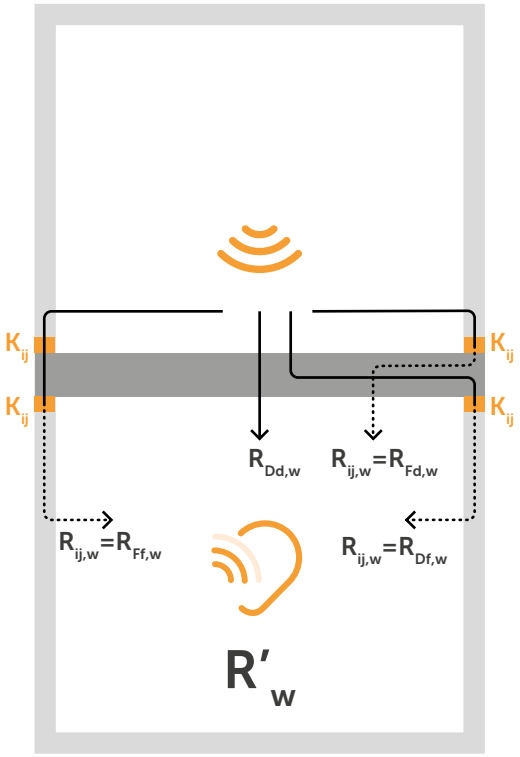
$$R'_w = -10\log\left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^{n} 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s}\sum_{j=1}^{n} 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}}\right](dB)$$

Los índices de evaluación del poder fonoaislante para las vías de transmisión por flancos Rij,w pueden estimarse como:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}+R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\log\frac{S}{l_0 l_{ij}}\ (dB)$$

donde:

| | |
|---|---|
| $R_{i,w}$ y $R_{j,w}$ | son respectivamente los índices de evaluación del poder fonoaislante de los elementos de apoyo i y j; |
| $\Delta riR_i$ y $\Delta R_j$ | son incrementos del poder fonoaislante debidos a la colocación de revestimientos para el elemento i en la habitación emisora y/o el elemento j en la habitación receptora; |
| $K_{ij}$ | índice de reducción de vibraciones a través de la unión |
| S | es el área del elemento divisorio y $l_{ij}$ es la longitud de la unión entre la pared divisoria y los elementos de apoyo i y j, siendo $l_0$ una longitud de referencia de 1 m. |




Entre los parámetros de input requeridos para la utilización del modelo, los valores de poder fonoaislante pueden recabarse fácilmente de las medidas realizadas en laboratorios acreditados o de los fabricantes de elementos constructivos; además muchas base de datos open-access proporcionan datos sobre soluciones constructivas consolidadas. Los $\Delta R_w$ pueden estimarse a partir de una esquematización del conjunto pared-revestimiento en términos de sistema masa-muelle-masa (EN ISO 12354 Apéndice D).

El parámetro más crítico de estimar es **EL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES** $K_{ij}$. Esta cantidad representa la energía vibracional disipada por la unión y está vinculada al acoplamiento estructural de los elementos; altos valores de $K_{ij}$ generan la mejor prestación de la unión. La normativa EN ISO 12354 proporciona estimaciones previsibles para uniones estándar en T o en X para estructuras en CLT, que figuran a la derecha, pero todavía existen pocos datos experimentales disponibles. Por esto, Rothoblaas ha invertido en diferentes campañas de medición con el fin de proporcionar datos que se puedan utilizar con este modelo de cálculo.

## ASTM & $K_{ij}$

Actualmente, las normas ASTM no prevén un modelo prospectivo para evaluar la transmisión por flancos, por lo que se utilizan las normas ISO 12354 e ISO 10848 y se adaptan al sistema métrico de la ASTM.

$$STC_{ij} = \frac{STC_i}{2} + \frac{STC_j}{2} + \boldsymbol{K_{ij}} + \max(\Delta STC_j, \Delta STC_i) + \frac{\min(\Delta STC_i, \Delta STC_i)}{2} + 10\log\frac{S_S}{l_0 l_{ij}}$$

# DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES $K_{IJ}$ DE ESTRUCTURAS DE MADERA

## INTERCALADO DE CAPAS RESILIENTES COMO XYLOFON, PIANO, CORK Y ALADIN STRIPE

También para esta fase de diseño es posible utilizar el software MyProject o seguir uno de los siguientes métodos extraídos de estándares válidos a nivel internacional.

## **MÉTODO 1** SEGÚN LA NORMA ISO 12354:2017 PARA ESTRUCTURAS HOMOGÉNEAS

Hasta el momento esta fórmula se ha utilizado también para las estructuras ligeras de madera, por lo tanto considerando siempre las uniones entre los elementos rígidas y homogéneas entre sí. Para las estructuras en CLT, esta es seguramente una aproximación.

Kij depende de la forma de la unión y del tipo de elementos que la componen, específicamente de la masa superficial de estos. En caso de uniones en T o en X, se pueden usar las siguientes expresiones.

Para los dos casos:

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + \Delta L$$

si la vía de la transmisión por flancos atraviesa una unión

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + 2\Delta L$$

si la vía de la transmisión por flancos atraviesa dos uniones

$$M=10\log(mi_{\perp}/mi)$$

donde:

$mi_{\perp}$ es la masa de uno de los elementos, el situado perpendicular respecto del otro.

Por tanto, este valor de reducción de las vibraciones transmitidas se obtiene:

$$\Delta Lw = 10\log(1/ft)$$

para cargas mayores de 750 kN/m² sobre la capa resiliente con ΔLmin = 5 dB

$$f_t = ((G/t_i)(\sqrt{\rho_1\ \rho_2}))^{1,5}$$

donde:

G es el módulo de Young tangencial (MN/m²)

$t_i$ es el espesor del material resiliente (m)

$\rho_1$ e $\rho_2$ son respectivamente la densidad de los elementos conectados 1 y 2

## **MÉTODO 2** F.3 EMPIRICAL DATA FOR JUNCTIONS CHARACTERIZED BY $K_{ij}$ ISO 12354-1:2017

Los elementos constructivos en CLT son elementos para los cuales el tiempo de reverberación estructural está en la mayoría de los casos determinado principalmente por los elementos de conexión.

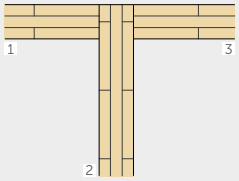
En el caso de estructuras de CLT escasamente vinculadas entre ellas, la contribución de la transmisión por flancos puede determinarse en función de las siguientes relaciones, válidas si $0,5 < (m_1/m_2) < 2$.

## **MÉTODO 1** - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

**Solución 1 - UNIÓN "T"**

$K_{13}$= 5,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

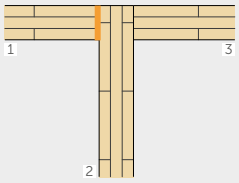
$K_{12}$= 5,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB




**Solución 2 - UNIÓN "T"**
**con intercalado de una capa resiliente**

$K_{23}$= 5,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

$K_{12}$= 5,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB



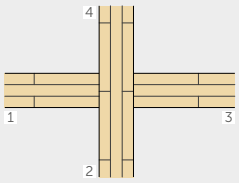

**Solución 3 - UNIÓN "X"**

$K_{13}$= 8,7 + 17,1 M + 5,7 M² dB

$K_{12}$= 8,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB

$K_{24}$= 3,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

$0 \leq K_{24} \leq -4$ dB



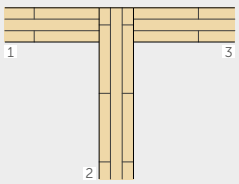

## **MÉTODO 2** - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

**Solución 1 - UNIÓN "T"**

$K_{13}$= 22 + 3,3log(f/$f_k$)

$f_k$=500 Hz

$K_{23}$= 15 + 3,3log(f/$f_k$)



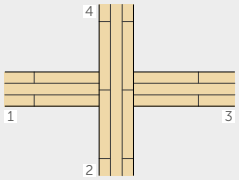

**Solución 1 - UNIÓN "X"**

$K_{13}$= 10 - 3,3log(f/$f_k$) + 10 M

$K_{24}$= 23 - 3,3log(f/$f_k$)

$f_k$=500 Hz

$K_{14}$= 18 - 3,3log(f/$f_k$)



# MÉTODO SIMPLIFICADO

UN EJEMPLO DE CÁLCULO SEGÚN LA NORMA EN ISO 12354

## INTRODUCCIÓN

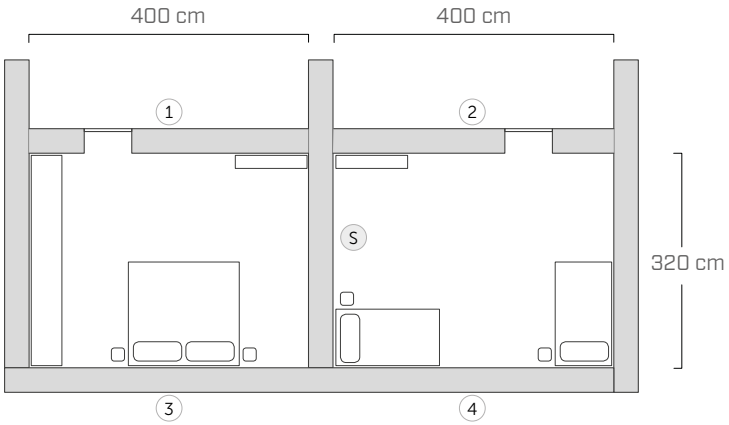
Como ya se ha mencionado, las normas EN ISO 12354 proponen dos métodos para calcular la prestación acústica de una partición: el método detallado y el método simplificado.

En cuanto al aislamiento aéreo, el método de cálculo simplificado estima el poder fonoaislante aparente como valor único en función de las prestaciones acústicas de los elementos implicados en la unión. A continuación, se propone un ejemplo de cálculo del poder fonoaislante aparente entre dos habitaciones adyacentes.

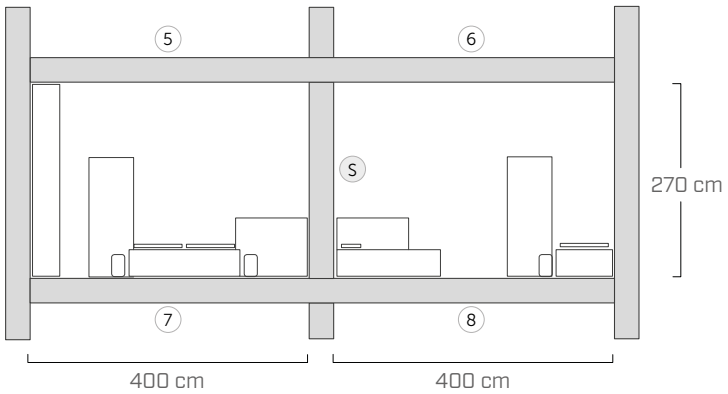
Para determinar la prestación acústica de una partición a partir de la prestación de sus componentes, es necesario conocer para cada elemento de la unión:

- la geometría de la partición (S)
- las propiedades acústicas de la partición ($R_w$)
- el acoplamiento entre elementos estructurales ($K_{ij}$)
- las características de las estratigrafías de la partición

PLANTA




SECCIÓN




## CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTICIONES

### PARED DIVISORIA (S)

| | |
|---|---|
| 25 mm | cartón-yeso |
| 50 mm | lana mineral |
| 75 mm | CLT |
| 50 mm | lana mineral |
| 25 mm | cartón-yeso |

### PAREDES INTERIORES (1)

| | |
|---|---|
| 12,5 mm | yeso-fibra |
| 78 mm | CLT |
| 12,5 mm | yeso-fibra |

### PAREDES INTERIORES (2)

| | |
|---|---|
| 75 mm | CLT |
| 50 mm | lana mineral |
| 25 mm | cartón-yeso |

### PAREDES EXTERIORES (3) (4)

| | |
|---|---|
| 6 mm | revoque |
| 60 mm | panel de fibra de madera |
| 160 mm | lana mineral |
| 90 mm | CLT |
| 70 mm | listones de abeto |
| 50 mm | lana mineral |
| 15 mm | cartón-yeso |
| 25 mm | cartón-yeso |

### FORJADOS (5) (6) (7) (8)

| | |
|---|---|
| 70 mm | solera de cemento |
| 0,2 mm | lámina de PE |
| 30 mm | antipisadas |
| 50 mm | cimiento (suelto) |
| 140 mm | CLT |
| 60 mm | lana mineral |
| 15 mm | cartón-yeso |

Los datos sobre la caracterización acústica de las particiones se han tomado de DataHolz.

www.dataholz.com

## CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN DIRECTA Y POR FLANCOS

El poder fonoaislante aparente proviene de la contribución del componente directo y de las vías de transmisión por flancos calculados según la siguiente ecuación:

$$R'_w = -10\log\left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^{n} 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s}\sum_{j=1}^{n} 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}}\right](dB)$$

Considerando solamente las vías de transmisión de la primera categoría, para cada combinación de particiones i-j hay tres vías de transmisión por flancos, por un total de 12 Rij calculadas según la ecuación:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}+R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\log\frac{S}{l_0 l_{ij}}\ (dB)$$

## DETERMINACIÓN DEL PODER FONOAISLANTE APARENTE

El método simplificado tiene la ventaja indiscutible de proporcionar un instrumento simple y rápido para estimar el aislamiento acústico en la obra.

Por otra parte, su aplicación resulta bastante crítica en las estructuras de CLT puesto que la atenuación a través de las uniones depende mucho de la caracterización del ensamblaje y merecería una modelización aparte. Además, los paneles de CLT proporcionan bajos valores de aislamiento a bajas frecuencias, el uso de valores únicos puede dar resultados poco representativos de la prestación de los elementos a baja frecuencia. Por consiguiente, para un análisis prospectivo meticuloso, se aconseja utilizar el método detallado.

En el ejemplo citado, el aislamiento acústico solamente para la transmisión directa proporciona un $R_w$ de 53 dB, mientras que si se consideran las aportaciones de la transmisión por flancos, $R'_w$ desciende a 51 dB.

$R'_w$ = **51 dB** $R_w$ = **53 dB**

### CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE LAS PARTICIONES

| Vía de transmisión | S [m²] | $R_w$ [dB] | m' [kg/m²] |
|---|---|---|---|
| **S** | 8,64 | 53 | 69 |
| **1** | 10,8 | 38 | 68 |
| **2** | 10,8 | 49 | 57 |
| **3** | 10,8 | 55 | 94 |
| **4** | 10,8 | 55 | 94 |
| **5** | 12,8 | 63 | 268 |
| **6** | 12,8 | 63 | 268 |
| **7** | 12,8 | 63 | 268 |
| **8** | 12,8 | 63 | 268 |

### CÁLCULO DE $R_{ij}$

| Vía de transmisión | $R_{ij}$ [dB] | Vía de transmisión | $R_{ij}$ [dB] |
|---|---|---|---|
| **1-S** | 60 | **S-6** | 83 |
| **3-S** | 68 | **S-8** | 75 |
| **5-S** | 83 | **1-2** | 64 |
| **7-S** | 75 | **3-4** | 77 |
| **S-2** | 66 | **5-6** | 75 |
| **S-4** | 68 | **7-8** | 75 |

### CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIONES

**UNIÓN 1-2-S**
Unión en X
detalle 12

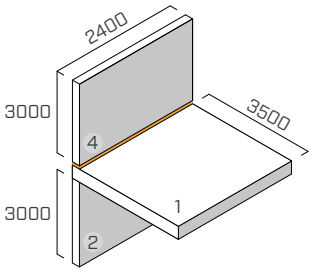
**UNIÓN 3-4-S**
UNIÓN en T,
detalle 5

**UNIÓN 5-6-S**
Unión en X con banda resiliente
detalle 43

**UNIÓN 7-8-S**
Unión en X con banda resiliente
detalle 43

Descarga toda la documentación relativa al proyecto en el sitio www.rothoblaas.es

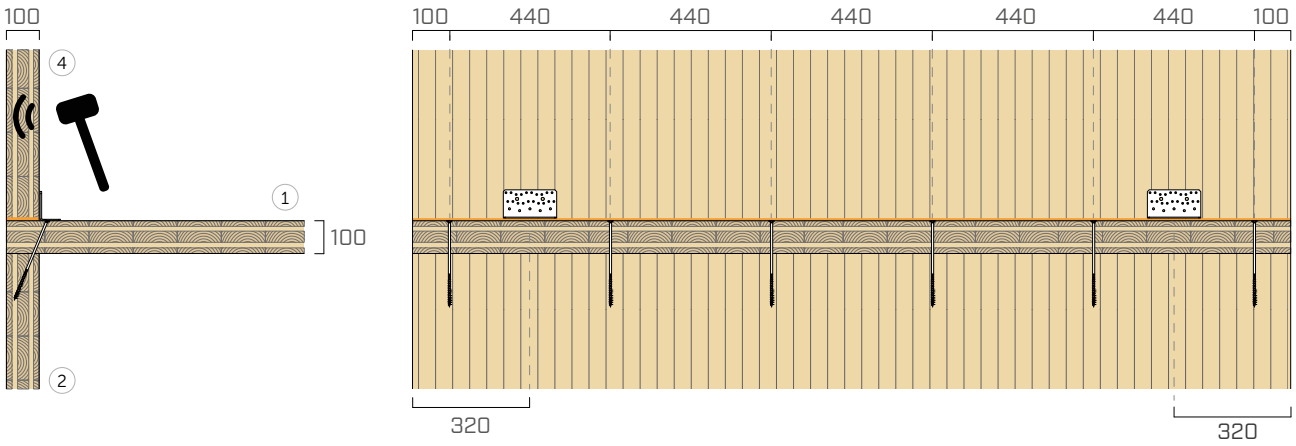
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50 mm

**BANDA RESILIENTE**
**PIANO A**
**posición**: entre la pared superior y el forjado
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [N/m²]: 22000




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 13,5 | 19,0 | 13,3 | 13,4 | 15,4 | 17,5 | 17,8 | 14,9 | 19,3 | 18,5 | 24,8 | 26,2 | 22,6 | 20,8 | 21,0 | 21,6 |

$\overline{K_{14}}$ = **18,7 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **14,4 dB** $\Delta_{l,14}$ = **4,4 dB**

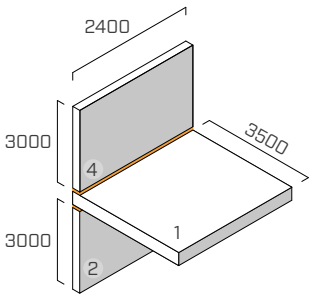
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 15,1 | 18,5 | 13,2 | 10,1 | 14,2 | 12,0 | 13,0 | 10,0 | 13,9 | 10,9 | 15,0 | 15,4 | 16,6 | 17,8 | 18,0 | 20,0 |

$\overline{K_{12}}$ = **13,9 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,6 dB** $\Delta_{l,12}$ = **-0,7 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 15,1 | 25,5 | 23,3 | 22,1 | 17,9 | 20,9 | 17,3 | 16,9 | 21,3 | 25,1 | 30,0 | 32,6 | 30,7 | 31,8 | 31,4 | 31,0 |

$\overline{K_{24}}$ = **24,3 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **20,4 dB** $\Delta_{l,24}$ = **3,9 dB**

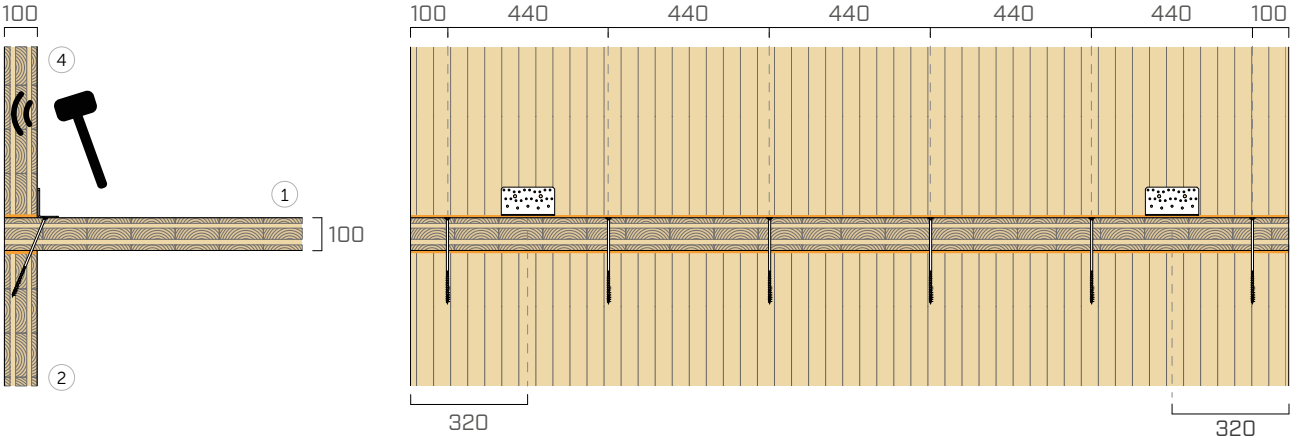
# UNIÓN EN T | PAREDES PERIMETRALES
EN ISO 10848-1/4




**ESTRUCTURA**
pared superior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)
forjado: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

**SISTEMA DE FIJACIÓN**
6 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 440 mm
2 angulares **NINO** (NINO15080) con banda resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, paso 1760 mm
esquema de fijación en CLT: 31 tornillos 5 x 50

**BANDA RESILIENTE**
**PIANO C**
**posición**: entre la pared superior y el forjado + entre el forjado y la pared inferior
**dimensiones**: anchura = 100 mm, espesor = 6 mm longitud = 2,40 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN/m²]: 1300




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{14}$ [dB] | 15,5 | 16,0 | 16,1 | 17,7 | 16,9 | 19,1 | 18,0 | 16,6 | 17,6 | 18,8 | 17,1 | 19,1 | 19,8 | 16,1 | 17,8 | 21,1 |

$\overline{K_{14}}$ = **17,6 dB** $\overline{K_{14,0}}$ = **13,3 dB** $\Delta_{l,14}$ = **4,3 dB**

| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 16,4 | 17,2 | 12,6 | 18,4 | 16,5 | 16,3 | 19,2 | 14,9 | 17,1 | 17,5 | 16,1 | 19,8 | 23,6 | 19,3 | 21,1 | 26,5 |

$\overline{K_{12}}$ = **17,6 dB** $\overline{K_{12,0}}$ = **14,5 dB** $\Delta_{l,12}$ = **3,1 dB**

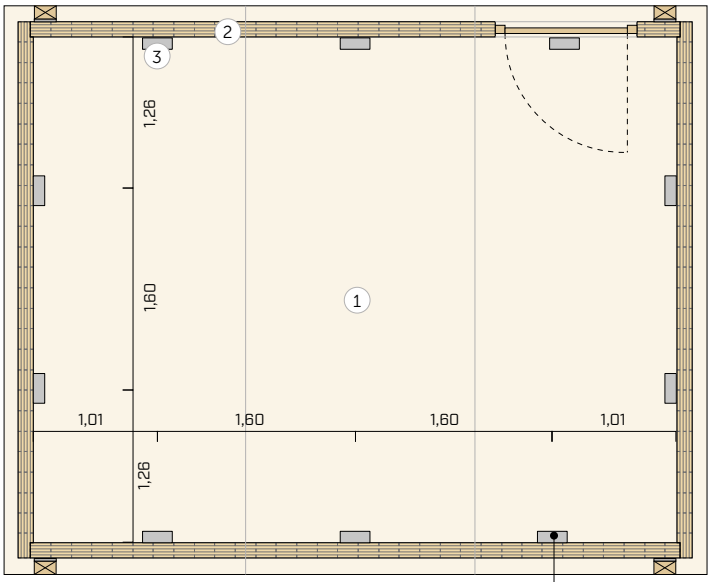
| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{24}$ [dB] | 15,4 | 26,0 | 18,0 | 20,1 | 21,5 | 23,4 | 21,3 | 16,4 | 19,3 | 23,5 | 23,5 | 31,1 | 30,3 | 30,4 | 31,7 | 29,7 |

$\overline{K_{24}}$ = **23,4 dB** $\overline{K_{24,0}}$ = **17,3 dB** $\Delta_{l,24}$ = **6,1 dB**

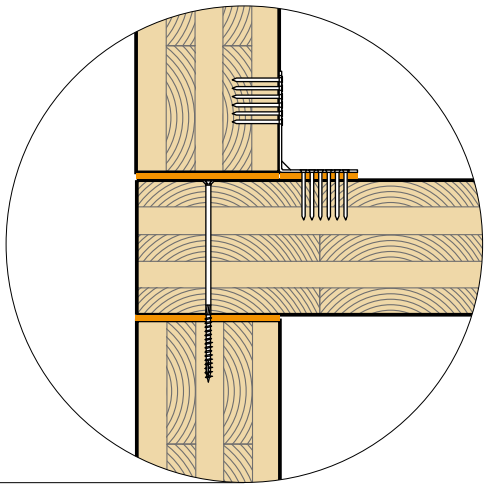
# SOLUCIONES PARA FORJADOS LIGEROS

PIANO A es una banda resiliente que trabaja con cargas reducidas y que se puede utilizar para reducir las vibraciones, incluso en forjados con poca masa constructiva.
Su eficacia ha sido ensayada en la Universidad de Innsbruck también como banda de desacople para nervaduras en forjados en seco.

## CONFIGURACIÓN

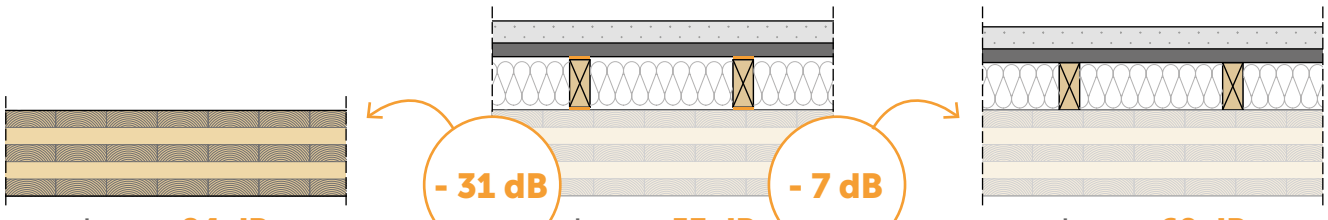



La habitación receptora y la emisora tienen una superficie útil de 21,5 $m^2$ (5,24 m de longitud y 4,10 m de anchura).
El volumen de la habitación emisora es de 53,0 $m^3$, mientras que el de la habitación receptora es de 85,0 $m^3$.



añadido del sistema en seco
**con PIANO**

añadido del sistema en seco
**sin PIANO**



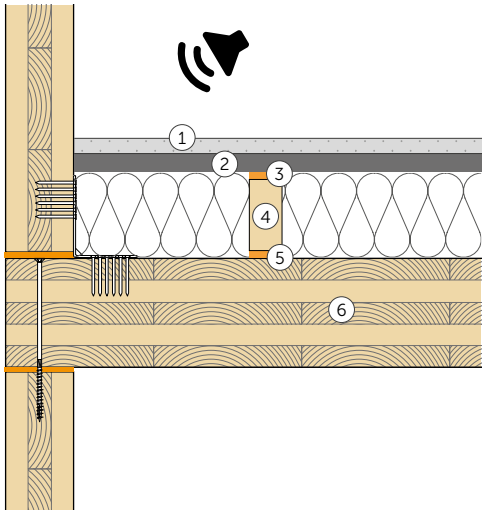

$L_{n,w}$ = **84 dB**
*IIC* = ***26***

$L_{n,w}$ = **53 dB**
*IIC* = ***57***

$L_{n,w}$ = **60 dB**
*IIC* = ***50***

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO EN SECO 1

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMA DE REFERENCIA: ISO 16283-1

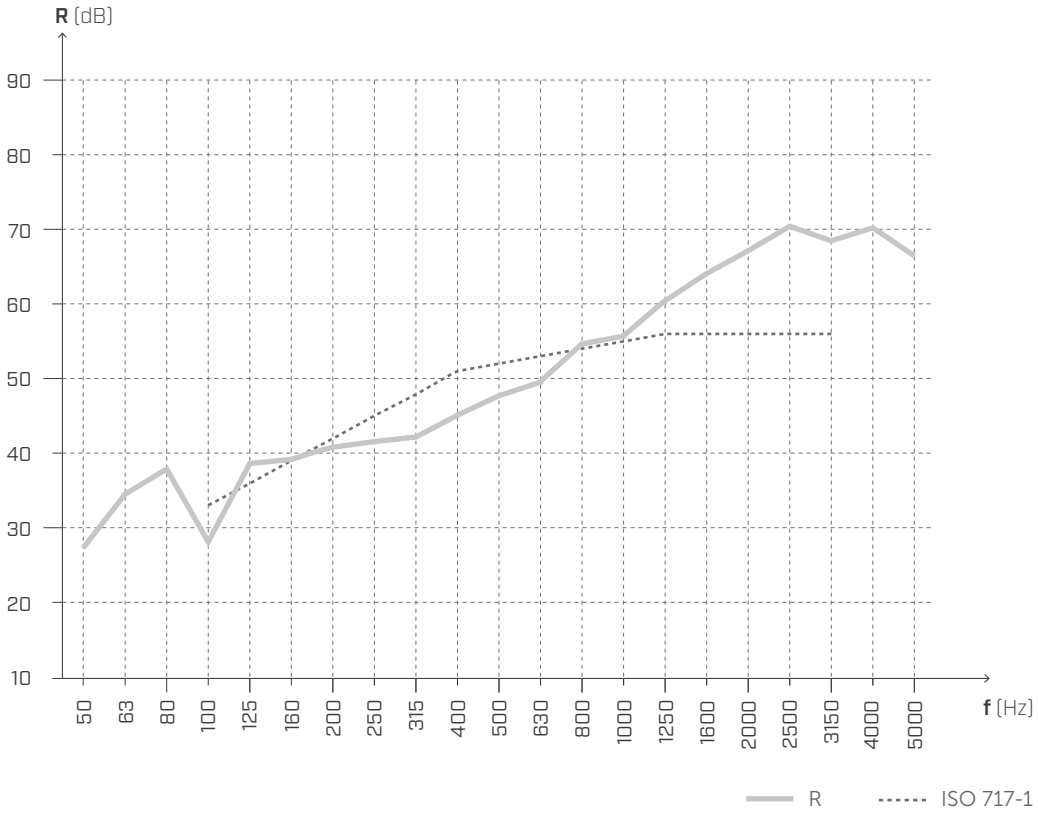



**FORJADO**

**Superficie** = 21,5 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$) (espesor: 32 mm)
2. panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (espesor: 30 mm)
3. **PIANO A**
4. rastreles de madera de 50 x 100 mm
5. **PIANO A**
6. CLT (espesor: 160 mm)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA



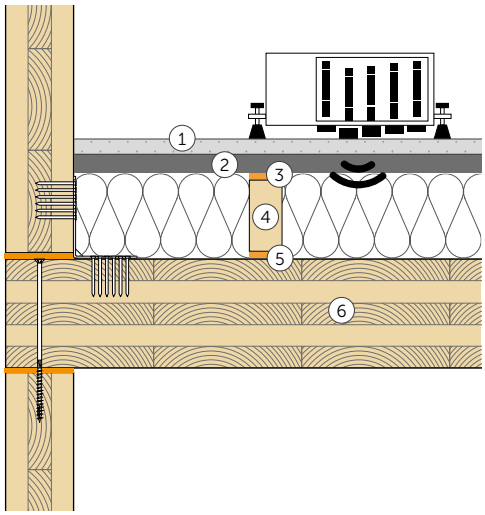

| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 27,2 |
| 63 | 34,7 |
| 80 | 37,9 |
| 100 | 27,9 |
| 125 | 38,7 |
| 160 | 39,3 |
| 200 | 40,8 |
| 250 | 41,6 |
| 315 | 42,2 |
| 400 | 45,1 |
| 500 | 47,7 |
| 630 | 49,5 |
| 800 | 54,6 |
| 1000 | 55,7 |
| 1250 | 60,4 |
| 1600 | 64,0 |
| 2000 | 67,1 |
| 2500 | 70,4 |
| 3150 | 68,4 |
| 4000 | 70,2 |
| 5000 | 66,5 |

$R_w$ $(C;C_{tr})$ = **52 (0; -7) dB**

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck Arbeitsbereich für Holzbau Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M02_L_220906_Balkenaufbau-Entkoppelung_oben_unten.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO EN SECO 2

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMA DE REFERENCIA ISO 10140-3




**FORJADO**

**Superficie** = 21,5 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$) (espesor: 32 mm)
2. panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (espesor: 30 mm)
3. **PIANO A**
4. rastreles de madera de 50 x 100 mm
5. **PIANO A**
6. CLT (espesor: 160 mm)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO

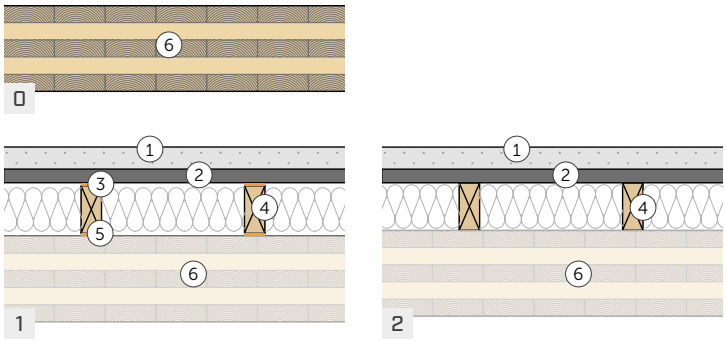
| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 57,1 |
| 63 | 62,1 |
| 80 | 57,3 |
| 100 | 60,8 |
| 125 | 58,8 |
| 160 | 57,2 |
| 200 | 58,6 |
| 250 | 59,4 |
| 315 | 58,2 |
| 400 | 56,6 |
| 500 | 49,6 |
| 630 | 48,4 |
| 800 | 41,2 |
| 1000 | 39,2 |
| 1250 | 39,0 |
| 1600 | 34,6 |
| 2000 | 29,0 |
| 2500 | 24,9 |
| 3150 | 25,4 |
| 4000 | 21,9 |
| 5000 | 13,0 |

$L'_{n,w,PIANO}$ ($C_I$) = **53 (-1) dB** IIC = **57**

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck Arbeitsbereich für Holzbau Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M02_L_220906_Balkenaufbau-Entkoppelung_oben_unten.

# ANÁLISIS COMPARATIVO | FORJADO EN SECO_2

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMA DE REFERENCIA ISO 10140-3




**FORJADO**

**Superficie** = 21,5 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

(1) panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$) (espesor: 32 mm)
(2) panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (espesor: 30 mm)
(3) **PIANO A**
(4) rastreles de madera de 50 x 100 mm
(5) **PIANO A**
(6) CLT (espesor: 160 mm)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO

| f [Hz] | $L_n^{(0)}$ [dB] | $L_n^{(1)}$ [dB] | $L_n^{(2)}$ [dB] |
|---|---|---|---|
| 50 | 66,1 | 57,1 | 62,3 |
| 63 | 72,1 | 62,1 | 62,7 |
| 80 | 74,1 | 57,3 | 56,2 |
| 100 | 76,7 | 60,8 | 68,2 |
| 125 | 76,8 | 58,8 | 66,7 |
| 160 | 78,2 | 57,2 | 66,1 |
| 200 | 78,9 | 58,6 | 65,4 |
| 250 | 81,9 | 59,4 | 63,5 |
| 315 | 84,5 | 58,2 | 62,6 |
| 400 | 84,9 | 56,6 | 59,7 |
| 500 | 86,2 | 49,6 | 61,8 |
| 630 | 86,1 | 48,4 | 60,5 |
| 800 | 86,9 | 41,2 | 58,0 |
| 1000 | 86,6 | 39,2 | 54,2 |
| 1250 | 84,1 | 39,0 | 52,5 |
| 1600 | 81,2 | 34,6 | 47,8 |
| 2000 | 75,1 | 29,0 | 45,4 |
| 2500 | 67,1 | 24,9 | 39,4 |
| 3150 | 63,5 | 25,4 | 36,9 |
| 4000 | 61,7 | 21,9 | 34,8 |
| 5000 | 59,6 | 13,0 | 27,3 |

CLT (espesor: 160 mm)

$L'_{n,w,0}\ (C_l)^{(0)}$ = **84 (-4) dB**
$IIC_0$ = **26**

$L'_{n,w,PIANO}\ (C_l)^{(1)}$ = **53 (-1) dB**
IIC = **57**

Forjado en seco sin PIANO

$L'_{n,w}\ (C_l)^{(2)}$ = **60 (-1) dB**
IIC = **50**

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck Arbeitsbereich für Holzbau Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M02_L_220906_Balkenaufbau-Entkoppelung_oben_unten.

# ALADIN

## MANUAL TÉCNICO

rothoblaas

Solutions for Building Technology

# ÍNDICE


ALADIN . . . . . 144

ELECCIÓN DEL PRODUCTO Y DETERMINACIÓN DE $K_{ij}$ . . . . . 146

ALADIN EXTRA SOFT . . . . . 148

ALADIN SOFT . . . . . 150

MODELO CEN (EN ISO 12354). . . . . 152

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN
DE LAS VIBRACIONES $K_{ij}$ DE ESTRUCTURAS DE MADERA . . . 153

MÉTODO SIMPLIFICADO . . . . . 154

PROYECTO FLANKSOUND. . . . . 156

CONFIGURACIÓN DE MEDIDA . . . . . 157

*UNIÓN EN L . . . . . 158*

*UNIÓN EN L . . . . . 159*

*UNIÓN EN L . . . . . 160*

MEDICIONES IN SITU . . . . . 161

*MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT . . . . . 162*

*MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT . . . . . 163*

INTERACCIÓN ACÚSTICA Y MECÁNICA . . . . . 164

RESISTENCIA AL CORTE Y A LA TRACCIÓN
DE TITAN + ALADIN CERTIFICADA SEGÚN ETA . . . . . 166

ALADIN | CONSEJOS DE APLICACIÓN . . . . . 167

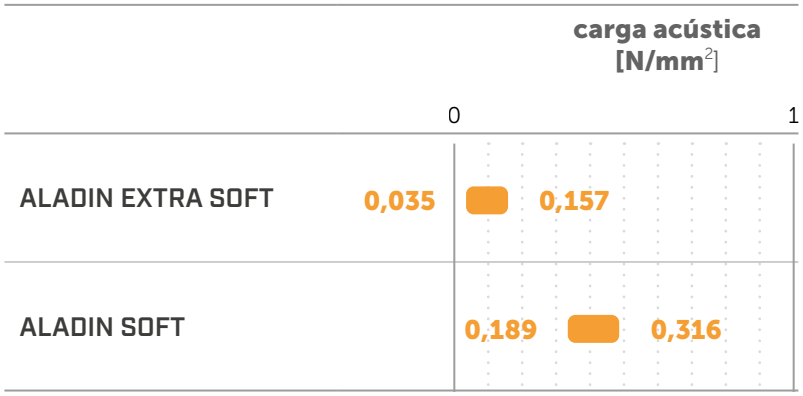
# ALADIN

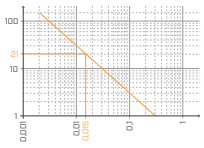
## BANDA RESILIENTE PARA EL AISLAMIENTO ACÚSTICO

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| CÓDIGO | versión | B [mm] | L [m] | s [mm] | unid. |
|---|---|---|---|---|---|
| **ALADIN115** | EXTRA SOFT | 115 | 50 | 7 | 1 |
| **ALADIN95** | SOFT | 95 | 50 | 5 | 1 |

## COMPARACIÓN DE PRODUCTOS



### Antivibratorio

**ALADIN** atenúa las vibraciones gracias a su capacidad de absorber y disipar la energía del sistema

pág. 7

### FLANKSOUND PROJECT

$K_{ij}$ medido de acuerdo con la norma ISO EN 10848

pág. 16

### Mediciones in situ

eficacia comprobada mediante mediciones de los requisitos acústicos pasivos en edificios realizados

pág. 21

### Interacción estática y acústica

Datos experimentales sobre las prestaciones estáticas de una unión madera-acero con ALADIN interpuesto

pág. 24

# ELECCIÓN DEL PRODUCTO Y DETERMINACIÓN DE $K_{IJ}$

## DISEÑO DE LA BANDA CORRECTA EN FUNCIÓN DE LA CARGA

Las bandas resilientes deben seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural: a continuación, se proporcionan algunas indicaciones sobre la manera de evaluar el producto.
Se aconseja sumar el valor de la carga permanente al 50% del valor característico de la carga accidental.

$$Q_{lineal} = q_{gk} + 0{,}5\ q_{vk}$$

Además, es necesario considerar las condiciones de ejercicio y no las condiciones de estado límite último. Esto porque hay que aislar acústicamente el edificio en las condiciones de carga cotidianas y no durante un evento sísmico u otras cargas con finalidad de dimensionamiento estructural.

## ELECCIÓN DEL PRODUCTO

El producto también se puede elegir mediante las tablas de uso (véase por ejemplo la siguiente tabla, relativa al producto ALADIN EXTRA SOFT).

TABLA DE APLICACIÓN[1]

| CÓDIGO | B | carga para optimización acústica[2] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[2] [N/mm²] | | reducción [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | desde | a | desde | a | desde | a |
| ALADIN115 | 115 | 4 | 18 | 0,035 | 0,157 | 0,7 | 2 |
| | 57,5 (divided) | 2 | 9 | | | | |

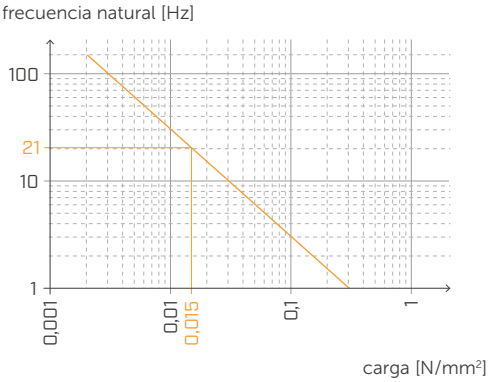
Para realizar la evaluación correcta del producto con MyProject es suficiente seguir las instrucciones paso a paso del software.

**Nota**: se evalúa el comportamiento estático del material en compresión, considerando que las deformaciones debidas a las cargas son estáticas. Esto porque un edificio no presenta fenómenos relevantes de desplazamiento ni deformaciones dinámicas.
Rothoblaas ha optado por definir un intervalo de carga que garantice unas buenas prestaciones acústicas y evite deformaciones excesivas y movimientos diferenciales en los materiales, incluidos los revestimientos finales del edificio. Sin embargo, es posible utilizar las bandas con cargas fuera del intervalo indicado si se evalúan la frecuencia de resonancia del sistema y la deformación de la banda en el estado límite último.

## DETERMINACIÓN DE LA PRESTACIÓN

Una vez identificadas las cargas, se debe localizar cuál es la frecuencia de proyecto, es decir, la frecuencia de excitación del elemento frente a la cual quiero aislar la estructura. A continuación, se proporciona un ejemplo para que la explicación sea más simple y asequible.

Supongamos que haya una carga de 0,015 N/mm$^2$ que actúa sobre la banda. En este caso se ha tomado el producto ALADIN EXTRA SOFT, porque la carga no es particularmente elevada. De la lectura del gráfico se desprende que la banda presenta una frecuencia de resonancia en torno a 21 Hz.

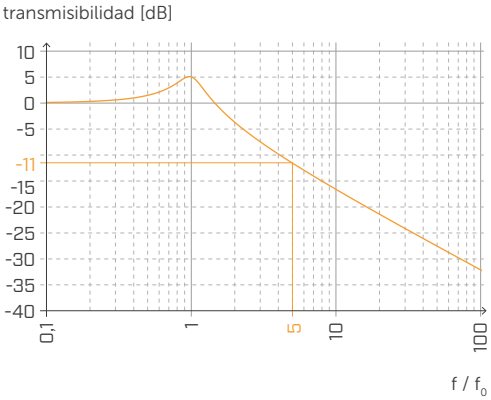



Llegados a este punto, se puede calcular la transmisibilidad del producto en estas condiciones de carga refiriéndose a la frecuencia de proyecto de 100 Hz.

$$\text{transmisibilidad} = f/f_0 = 5$$

Luego será necesario utilizar el gráfico de la transmisibilidad posicionando el valor 5 de cálculo en el eje de abscisas y se interseca la curva de la transmisibilidad.
Se deduce que la transmisibilidad del material es negativa, es decir que el material logra aislar -11 dB aproximadamente.

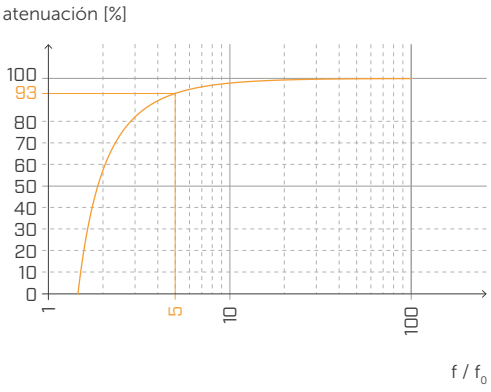
**LA TRANSMISIBILIDAD ES POSITIVA CUANDO EL MATERIAL TRANSMITE Y SE VUELVE NEGATIVA CUANDO LA BANDA COMIENZA A AISLAR.**
Por lo tanto, este valor se debe leer como si el producto, cargado de tal forma, aislase 11 dB a una frecuencia de referencia de 100 Hz.




Lo mismo se puede hacer usando el gráfico de la atenuación; se obtiene el porcentaje de vibraciones atenuadas a la frecuencia de proyecto inicial.
También la atenuación se calcula con las condiciones de carga referidas a la frecuencia de proyecto de 100 Hz.

$$\text{atenuación} = f/f_0 = 5$$

En el gráfico, posicionando el valor calculado de 5 en el eje de abscisas, se interseca la curva de la atenuación.
Se deduce que la atenuación del material es óptima, es decir, que el material logra aislar más del 93 % de la transmisión.




Básicamente con estos dos diferentes inputs se logra el mismo resultado, pero en caso de que se fije la deformación, se comienza con un rendimiento mecánico y no acústico.
A raíz de estas consideraciones, Rothoblaas aconseja empezar siempre de la frecuencia de proyecto y de las cargas presentes para poder optimizar el material en función de las condiciones reales.

# ALADIN EXTRA SOFT

## TABLA DE APLICACIÓN

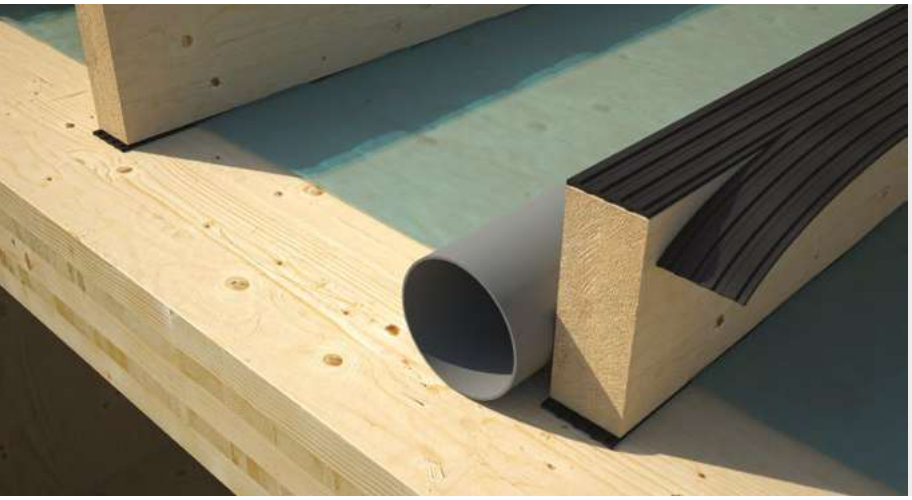
| CÓDIGO | B | carga para optimización acústica[1] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[1] [N/mm²] | | reducción [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | de | a | de | a | de | a |
| ALADIN115 | 115 | 4 | 18 | 0,035 | 0,157 | 0,7 | 2 |
| | 57,5 (divided) | 2 | 9 | | | | |

[1]Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta L'_{nT,w}$ | ISO 10848 | 4 dB |
| Rigidez dinámica s' (condición hermética)[2] | UNI 29052 | 76 MN/m³ |
| Rigidez dinámica s' (condición no hermética)[2] | UNI 29052 | 23 MN/m³ |
| Densidad | ASTM D 297 | 0,50 g/cm³ |
| Compression set 50% (22h, 23°C) | EN ISO 815 | ≤ 25% |
| Compression set 50% (22h, 40°C) | EN ISO 815 | ≤ 35% |
| Absorción de agua tras 48 h | - | 3% |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Temperatura máxima de uso | - | 100°C |

[2]La norma prevé la medición con cargas comprendidas entre 0,4 y 4 kPa y no con la carga de servicio del producto. No se calcula la contribución del aire porque el producto es infinitamente impermeable al aire (valores muy altos de resistividad al flujo de aire).



## ALTO RENDIMIENTO

Absorción hasta 4 dB según EN ISO 140-7, gracias a la composición innovadora de la mezcla; espesor de uso reducido.

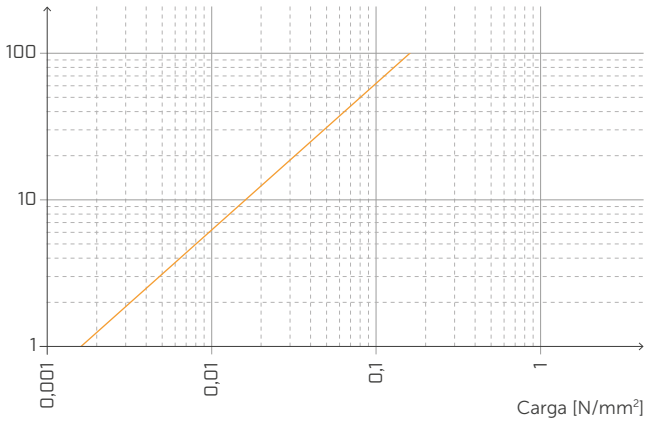
# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

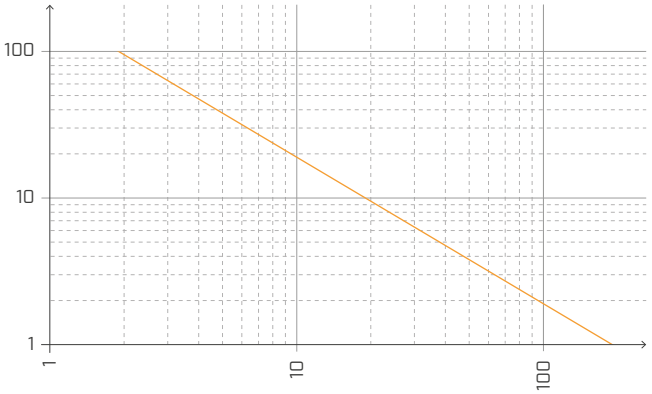
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



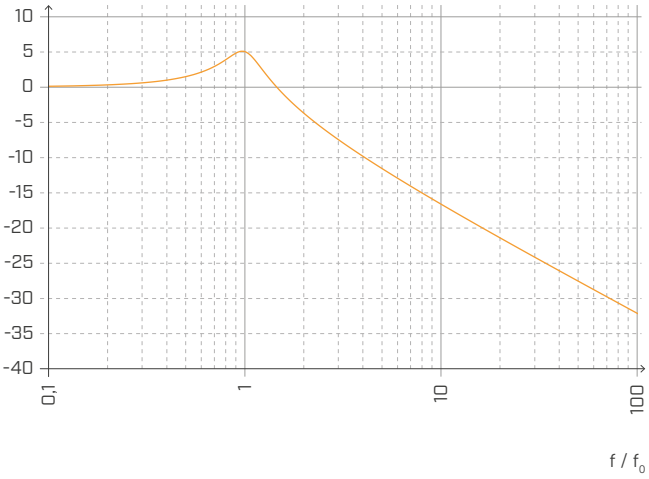

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



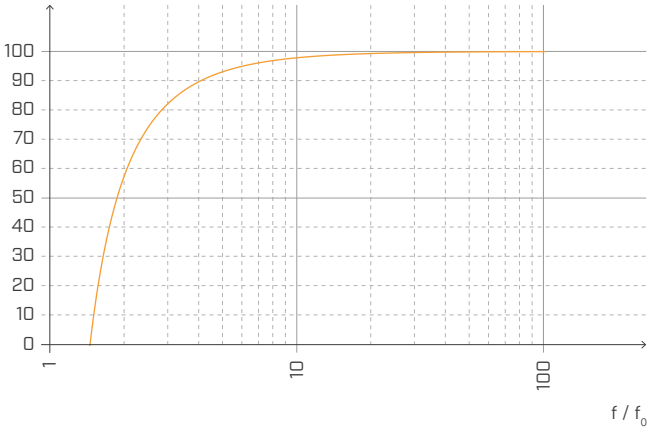

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# ALADIN SOFT

## TABLA DE APLICACIÓN

| CÓDIGO | B | carga para optimización acústica[1] [kN/m] | | compresión para optimización acústica[1] [N/mm²] | | reducción [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | de | a | de | a | de | a |
| ALADIN95 | 95 | 18 | 30 | 0,189 | 0,316 | 0,5 | 1,5 |
| | 47,5 (divided) | 9 | 15 | | | | |

[1]Las bandas resilientes deberán seleccionarse correctamente para lograr aislar las frecuencias medio bajas de las vibraciones transmitidas por vía estructural. Se aconseja evaluar la carga según las condiciones de servicio porque el edificio se debe aislar acústicamente en las condiciones de carga diarias (sumar el valor de la carga permanente al 50 % del valor característico de la carga accidental $Q_{lineal} = q_{gk} + 0,5\ q_{vk}$).

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Mejora acústica $\Delta L'_{nT,w}$ | ISO 10848 | 3 dB |
| Rigidez dinámica s' (condición hermética)[2] | UNI 29052 | 221 MN/m³ |
| Rigidez dinámica s' (condición no hermética)[2] | UNI 29052 | 115 MN/m³ |
| Densidad | ASTM D 297 | 1,1 g/cm³ |
| Compression set 50% (22h, 70°C) | EN ISO 815 | 50% |
| Resistencia a la tracción | EN ISO 37 | ≥ 9 N/mm² |
| Alargamiento a la rotura | EN ISO 37 | ≥ 500% |
| Absorción de agua tras 48 h | - | < 1% |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase E |
| Temperatura máxima de uso | - | 100°C |

[2]La norma prevé la medición con cargas comprendidas entre 0,4 y 4 kPa y no con la carga de servicio del producto. No se calcula la contribución del aire porque el producto es infinitamente impermeable al aire (valores muy altos de resistividad al flujo de aire).

## FIABLE

Mezcla de EPDM extruida para optimizar la absorción acústica. Además, ofrece una alta estabilidad química y no contiene VOC.

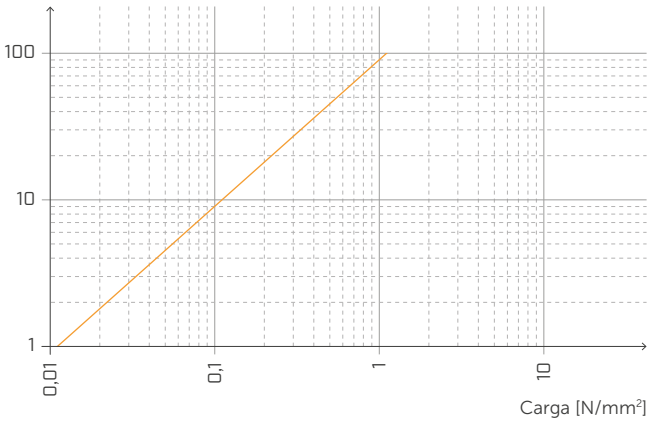
# CARGA ESTÁTICA
(edificios)

## FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]

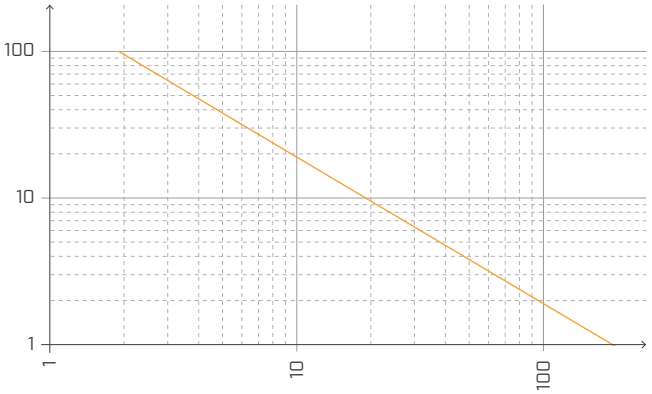
## DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



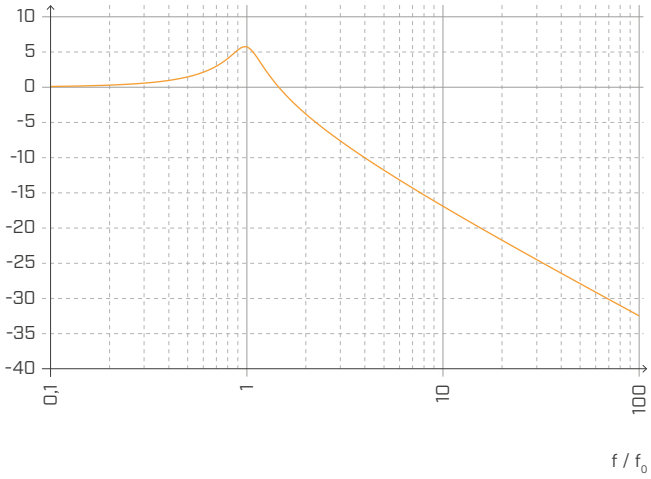

## DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



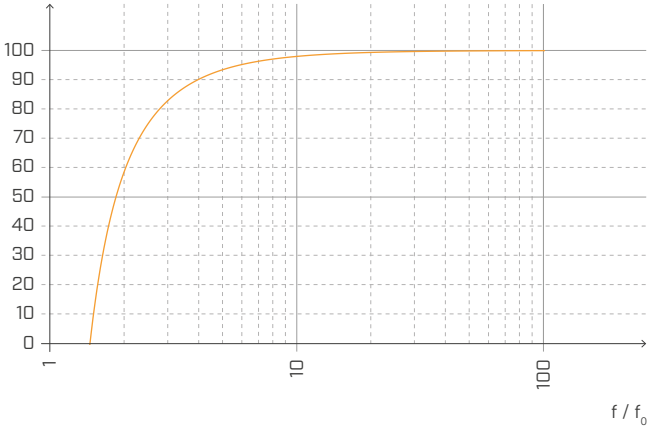

## TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad [dB]




## ATENUACIÓN

Atenuación [%]




Normalizada con respecto a la frecuencia de resonancia con f = 20 Hz.

# MODELO CEN (EN ISO 12354)

El modelo CEN propuesto en la serie de las EN ISO 12354 es un instrumento para estimar prospectivamente la prestación acústica de una partición a partir de las características de los elementos constructivos que la caracterizan. La serie EN ISO 12354 ha sido ampliada para dar informaciones específicas sobre las tipologías de entramado y en CLT.

**EN ISO 12354-1:2017**
Aislamiento del ruido por vía aérea entre ambientes.

**EN ISO 12354-2:2017**
Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos.

## PODER FONOAISLANTE APARENTE

Las normas EN ISO 12354 proponen dos métodos para calcular la prestación acústica de una partición: el método detallado y el método simplificado.
Según el método simplificado, omitiendo la presencia de pequeños elementos técnicos y de vías de transmisión aérea $D_{n,j,w,}$, el poder fonoaislante aparente $R'_w$ puede calcularse como una suma logarítmica del componente de la transmisión directa $R_{Dd,w}$ y de los de transmisión por flancos $R_{ij,w}$.

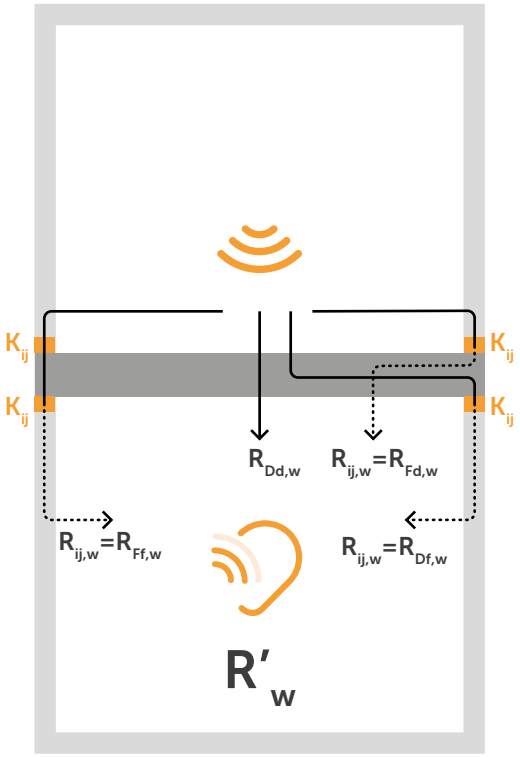
$$R'_w = -10\log\left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^{n} 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s}\sum_{j=1}^{n} 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}}\right](dB)$$

Los índices de evaluación del poder fonoaislante para las vías de transmisión por flancos $R_{ij,w}$ pueden estimarse como:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}+R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\log\frac{S}{l_0 l_{ij}}\ (dB)$$

donde:

| | |
|---|---|
| $R_{i,w}$ y $R_{j,w}$ | son respectivamente los índices de evaluación del poder fonoaislante de los elementos de apoyo i y j; |
| $\Delta riR_i$ y $\Delta R_j$ | son incrementos del poder fonoaislante debidos a la colocación de revestimientos para el elemento i en la habitación emisora y/o el elemento j en la habitación receptora; |
| $K_{ij}$ | índice de reducción de vibraciones a través de la unión |
| S | es el área del elemento divisorio y $l_{ij}$ es la longitud de la unión entre la pared divisoria y los elementos de apoyo i y j, siendo $l_0$ una longitud de referencia de 1 m. |




Entre los parámetros de input requeridos para la utilización del modelo, los valores de poder fonoaislante pueden recabarse fácilmente de las medidas realizadas en laboratorios acreditados o de los fabricantes de elementos constructivos; además muchas base de datos open-access proporcionan datos sobre soluciones constructivas consolidadas. Los $\Delta R_w$ pueden estimarse a partir de una esquematización del conjunto pared-revestimiento en términos de sistema masa-muelle-masa (EN ISO 12354 Apéndice D).

El parámetro más crítico de estimar es **EL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES** $K_{ij}$. Esta cantidad representa la energía vibracional disipada por la unión y está vinculada al acoplamiento estructural de los elementos; altos valores de $K_{ij}$ generan la mejor prestación de la unión. La normativa EN ISO 12354 proporciona estimaciones previsibles para uniones estándar en T o en X para estructuras en CLT, que figuran a la derecha, pero todavía existen pocos datos experimentales disponibles. Por esto, Rothoblaas ha invertido en diferentes campañas de medición con el fin de proporcionar datos que se puedan utilizar con este modelo de cálculo.

## ASTM & $K_{ij}$

Actualmente, las normas ASTM no prevén un modelo prospectivo para evaluar la transmisión por flancos, por lo que se utilizan las normas ISO 12354 e ISO 10848 y se adaptan al sistema métrico de la ASTM.

$$STC_{ij} = \frac{STC_i}{2} + \frac{STC_j}{2} + \boldsymbol{K_{ij}} + max(\Delta STC_i, \Delta STC_i) + \frac{min(\Delta STC_i, \Delta STC_i)}{2} + 10\log\frac{S_S}{l_0 l_{ij}}$$

# DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES $K_{IJ}$ DE ESTRUCTURAS DE MADERA

## INTERCALADO DE CAPAS RESILIENTES COMO XYLOFON, PIANO, CORK Y ALADIN

También para esta fase de diseño es posible utilizar el software MyProject o seguir uno de los siguientes métodos extraídos de estándares válidos a nivel internacional.

## **MÉTODO 1** SEGÚN LA NORMA ISO 12354:2017 PARA ESTRUCTURAS HOMOGÉNEAS

Hasta el momento esta fórmula se ha utilizado también para las estructuras ligeras de madera, por lo tanto considerando siempre las uniones entre los elementos rígidas y homogéneas entre sí. Para las estructuras en CLT, esta es seguramente una aproximación.

$K_{ij}$ depende de la forma de la unión y del tipo de elementos que la componen, en especial modo de la masa superficial de éstos. En caso de uniones en T o en X, se pueden usar las siguientes expresiones.

Para los dos casos:

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + \Delta L$$

si la vía de la transmisión por flancos atraviesa una unión

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + 2\Delta L$$

si la vía de la transmisión por flancos atraviesa dos uniones

$$M=10\log(mi_{\perp}/mi)$$

donde:

$mi_{\perp}$ es la masa de uno de los elementos, el situado perpendicular respecto del otro.

Por tanto, este valor de reducción de las vibraciones transmitidas se obtiene:

$$\Delta Lw = 10\log(1/ft)$$

para cargas mayores de 750 kN/m² sobre la capa resiliente con $\Delta L_{min}$ = 5 dB

$$f_t = ((G/t_i)(\sqrt{\rho_1\ \rho_2}))^{1,5}$$

donde:

G es el módulo de Young tangencial (MN/m²)

$t_i$ es el espesor del material resiliente (m)

$\rho_1$ e $\rho_2$ son respectivamente la densidad de los elementos conectados 1 y 2

## **MÉTODO 2** F.3 EMPIRICAL DATA FOR JUNCTIONS CHARACTERIZED BY $K_{ij}$ ISO 12354-1:2017

Los elementos constructivos en CLT son elementos para los cuales el tiempo de reverberación estructural está en la mayoría de los casos determinado principalmente por los elementos de conexión.

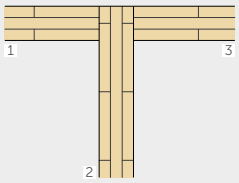
En el caso de estructuras de CLT escasamente vinculadas entre ellas, la contribución de la transmisión por flancos puede determinarse en función de las siguientes relaciones, válidas si $0,5 < (m_1/m_2) < 2$.

## **MÉTODO 1** - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

**Solución 1 - UNIÓN "T"**

$K_{13}$= 5,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

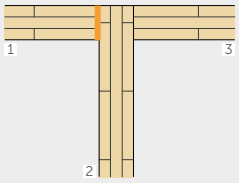
$K_{12}$= 5,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB




**Solución 2 - UNIÓN "T"**
**con intercalado de una capa resiliente**

$K_{23}$= 5,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

$K_{12}$= 5,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB



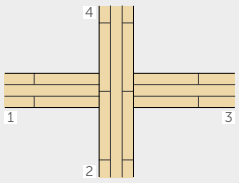

**Solución 3 - UNIÓN "X"**

$K_{13}$= 8,7 + 17,1 M + 5,7 M² dB

$K_{12}$= 8,7 + 5,7 M² = $K_{23}$ dB

$K_{24}$= 3,7 + 14,1 M + 5,7 M² dB

$0 \leq K_{24} \leq -4$ dB



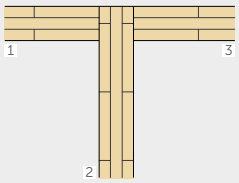

## **MÉTODO 2** - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

**Solución 1 - UNIÓN "T"**

$K_{13}$= 22 + 3,3log(f/$f_k$)

$f_k$=500 Hz

$K_{23}$= 15 + 3,3log(f/$f_k$)



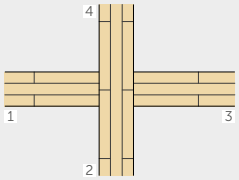

**Solución 1 - UNIÓN "X"**

$K_{13}$= 10 - 3,3log(f/$f_k$) + 10 M

$K_{24}$= 23 - 3,3log(f/$f_k$)

$f_k$=500 Hz

$K_{14}$= 18 - 3,3log(f/$f_k$)



# MÉTODO SIMPLIFICADO
UN EJEMPLO DE CÁLCULO SEGÚN LA NORMA EN ISO 12354

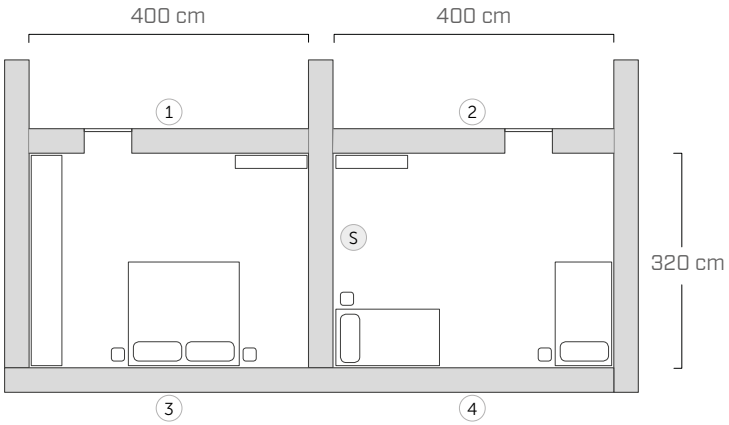
## INTRODUCCIÓN

Como ya se ha mencionado, las normas EN ISO 12354 proponen dos métodos para calcular la prestación acústica de una partición: el método detallado y el método simplificado.

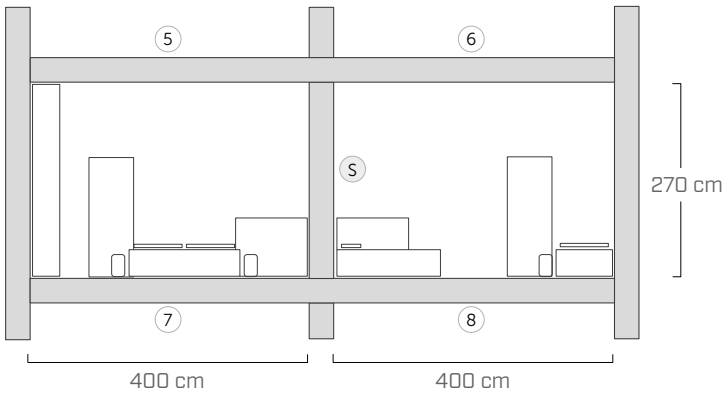
En cuanto al aislamiento aéreo, el método de cálculo simplificado estima el poder fonoaislante aparente como valor único en función de las prestaciones acústicas de los elementos implicados en la unión. A continuación, se propone un ejemplo de cálculo del poder fonoaislante aparente entre dos habitaciones adyacentes.

Para determinar la prestación acústica de una partición a partir de la prestación de sus componentes, es necesario conocer para cada elemento de la unión:
- la geometría de la partición (S)
- las propiedades acústicas de la partición ($R_w$)
- el acoplamiento entre elementos estructurales ($K_{ij}$)
- las características de las estratigrafías de la partición

PLANTA




SECCIÓN




## CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTICIONES

**PARED DIVISORIA** (S)

| | |
|---|---|
| 25 mm | cartón-yeso |
| 50 mm | lana mineral |
| 75 mm | CLT |
| 50 mm | lana mineral |
| 25 mm | cartón-yeso |

**PAREDES INTERIORES** (1)

| | |
|---|---|
| 12,5 mm | yeso-fibra |
| 78 mm | CLT |
| 12,5 mm | yeso-fibra |

**PAREDES INTERIORES** (2)

| | |
|---|---|
| 75 mm | CLT |
| 50 mm | lana mineral |
| 25 mm | cartón-yeso |

**PAREDES EXTERIORES** (3) (4)

| | |
|---|---|
| 6 mm | revoque |
| 60 mm | panel de fibra de madera |
| 160 mm | lana mineral |
| 90 mm | CLT |
| 70 mm | listones de abeto |
| 50 mm | lana mineral |
| 15 mm | cartón-yeso |
| 25 mm | cartón-yeso |

**FORJADOS** (5) (6) (7) (8)

| | |
|---|---|
| 70 mm | solera de cemento |
| 0,2 mm | lámina de PE |
| 30 mm | antipisadas |
| 50 mm | cimiento (suelto) |
| 140 mm | CLT |
| 60 mm | lana mineral |
| 15 mm | cartón-yeso |

Los datos sobre la caracterización acústica de las particiones se han tomado de DataHolz.

www.dataholz.com

## CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LA TRANSMISIÓN DIRECTA Y POR FLANCOS

El poder fonoaislante aparente proviene de la contribución del componente directo y de las vías de transmisión por flancos calculados según la siguiente ecuación:

$$R'_w = -10\log\left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^{n} 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s}\sum_{j=1}^{n} 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}}\right](dB)$$

Considerando solamente las vías de transmisión de la primera categoría, para cada combinación de separaciones i-j hay tres vías de transmisión por flancos, por un total de 12 $R_{ij}$ calculadas según la ecuación:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}+R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10\log\frac{S}{l_0 l_{ij}}\ (dB)$$

## DETERMINACIÓN DEL PODER FONOAISLANTE APARENTE

El método simplificado tiene la ventaja indiscutible de proporcionar un instrumento simple y rápido para estimar el aislamiento acústico en la obra.

Por otra parte, su aplicación resulta bastante crítica en las estructuras de CLT puesto que la atenuación a través de las uniones depende mucho de la caracterización del ensamblaje y merecería una modelización aparte. Además, los paneles de CLT proporcionan bajos valores de aislamiento a bajas frecuencias, el uso de valores únicos puede dar resultados poco representativos de la prestación de los elementos a baja frecuencia. Por consiguiente, para un análisis prospectivo meticuloso, se aconseja utilizar el método detallado.

En el ejemplo citado, el aislamiento acústico solamente para la transmisión directa proporciona un $R_w$ de 53 dB, mientras que si se consideran las aportaciones de la transmisión por flancos, $R'_w$ desciende a 51 dB.

$R'_w$ = **51 dB** $R_w$ = **53 dB**

### CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE LAS PARTICIONES

| Vía de transmisión | S [m²] | $R_w$ [dB] | m' [kg/m²] |
|---|---|---|---|
| **S** | 8,64 | 53 | 69 |
| **1** | 10,8 | 38 | 68 |
| **2** | 10,8 | 49 | 57 |
| **3** | 10,8 | 55 | 94 |
| **4** | 10,8 | 55 | 94 |
| **5** | 12,8 | 63 | 268 |
| **6** | 12,8 | 63 | 268 |
| **7** | 12,8 | 63 | 268 |
| **8** | 12,8 | 63 | 268 |

### CÁLCULO DE $R_{ij}$

| Vía de transmisión | $R_{ij}$ [dB] | Vía de transmisión | $R_{ij}$ [dB] |
|---|---|---|---|
| **1-S** | 60 | **S-6** | 83 |
| **3-S** | 68 | **S-8** | 75 |
| **5-S** | 83 | **1-2** | 64 |
| **7-S** | 75 | **3-4** | 77 |
| **S-2** | 66 | **5-6** | 75 |
| **S-4** | 68 | **7-8** | 75 |

### CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIONES

**UNIÓN 1-2-S**
Unión en X
detalle 12

**UNIÓN 3-4-S**
UNIÓN en T,
detalle 5

**UNIÓN 5-6-S**
Unión en X con banda resiliente
detalle 43

**UNIÓN 7-8-S**
Unión en X con banda resiliente
detalle 43

Descarga toda la documentación relativa al proyecto en el sitio www.rothoblaas.es

# PROYECTO FLANKSOUND

## MEDICIONES EXPERIMENTALES DEL $K_{ij}$ PARA UNIONES EN CLT

Rothoblaas ha financiado una investigación dirigida a medir el índice de reducción de las vibraciones $K_{ij}$ para diferentes tipos de uniones entre paneles de CLT, con dos objetivos: proporcionar datos experimentales específicos para el diseño acústico y contribuir a desarrollar métodos de cálculo.

En la campaña de medición se han ensayado uniones en L, T y X.

Los paneles de CLT han sido suministrados por siete diferentes fabricantes: los diferentes procesos de fabricación los distinguen, por ejemplo, por número y grosor de las tablas, encolado lateral de las láminas, presencia de cortes en el alma para evitar el encogimiento. Se han ensayado diferentes tipos de tornillos y conectores, así como varias tiras resilientes en la unión pared-forjado.

Las mediciones fueron efectuadas en el interior del almacén de la sede Rothoblaas en Cortaccia (BZ).

Las mediciones del índice de reducción de las vibraciones se han realizado de acuerdo con la EN ISO 10848.

EN ISO 10848

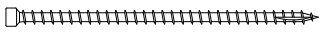
### $K_{ij}$ para diferentes tipos de uniones

- 7 diferentes fabricantes de CLT
- uniones horizontales y verticales en L, T, X
- influencia del tipo y del número de tornillos
- influencia del tipo y del número de angulares
- influencia del tipo y del número de hold down
- uso de tiras resilientes

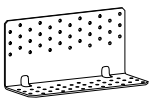
### FIJACIÓN

**HBS**
tornillo con cabeza avellanada

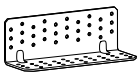
**VGZ**
conector todo rosca
de cabeza cilíndrica



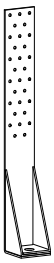
**TITAN N**
angular para fuerzas de corte
en paredes macizas



**TITAN F**
angular para fuerzas de corte
en paredes de entramado



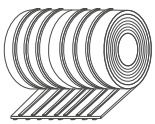
**WHT**
angular para fuerzas
de tracción



### ACÚSTICA

**XYLOFON**
banda resiliente
de altas prestaciones

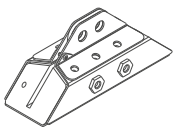
**ALADIN**
banda resiliente



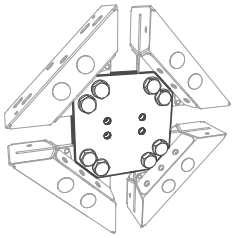
**CONSTRUCTION SEALING**
perfil de estanquidad al aire

### X-RAD

**X-ONE**
conector universal para paneles de CLT



**X-PLATE**
gama completa
de placas de conexión



# CONFIGURACIÓN DE MEDIDA

## LA CADENA DE MEDIDA: INSTRUMENTACIÓN Y ELABORACIÓN DE DATOS

El índice de reducción de las vibraciones $K_{ij}$ se evalúa como:

$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10\log \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} \; (dB)$$

donde:

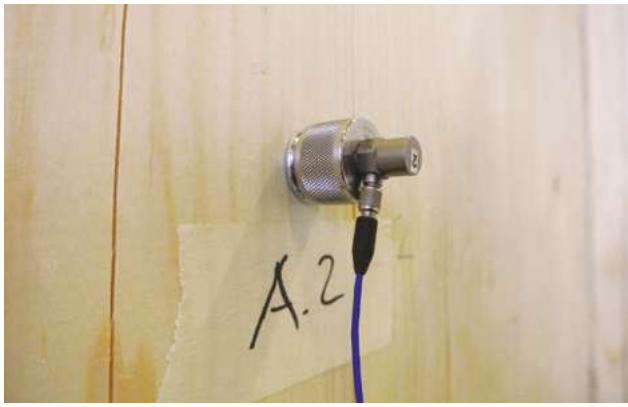
| | |
|---|---|
| $D_{v,ij}$ ($D_{v,ji}$) | es la diferencia de velocidad de vibración entre los elementos i y j (j e i) cuando el elemento i (j) está excitado (dB) |
| $l_{ij}$ | es la longitud de la unión común entre los elementos i y j |
| **a** | son las longitudes de absorción equivalente de los elementos i y j |

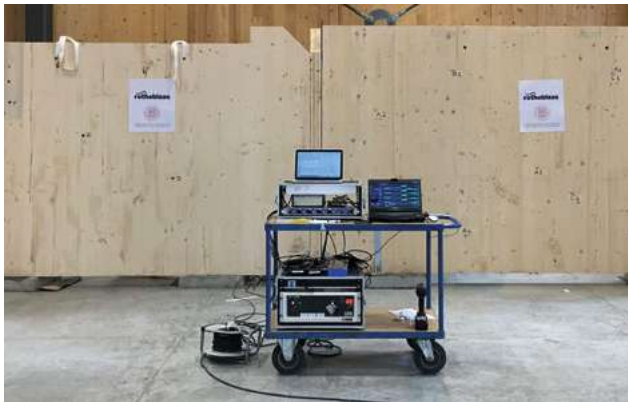
$$a = \frac{2.2\pi^2 S}{c_0 T_s} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \; (m)$$

| | |
|---|---|
| **S** | es la superficie del panel |
| **f** | es la frecuencia |
| $T_s$ | es el tiempo de reverberación estructural |

La fuente utilizada es un shaker electrodinámico con valor de pico sinusoidal de 200 N, montado sobre una bancada inercial y atornillado a los paneles en CLT mediante una placa.

Los niveles de velocidad de vibración se han medido excitando los paneles con un ruido rosa filtrado a 30 Hz, que ha permitido la adquisición de datos a partir de 50 Hz. Los tiempos de reverberación estructural se han calculado a través de las respuestas impulsivas, adquiridas utilizando señales ESS. Los acelerómetros se han fijado a los paneles con imanes: estos se han fijado en argollas atornilladas a los paneles con tornillos cuya longitud era al menos la mitad del grosor de los paneles, para que el aparato de medición fuese solidario hasta la capa central del panel. Los índices de reducción de vibración figuran en bandas de tercios de octava de 100 a 3150 Hz junto al valor medio en el intervalo 200-1250 Hz.






A. Speranza, L. Barbaresi, F. Morandi, " **Experimental analysis of flanking transmission of different connection systems for CLT panels** " in Proceedings of the World Conference on Timber Engineering 2016, Vienna, August 2016.

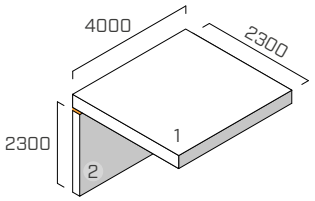
L. Barbaresi, F. Morandi, M. Garai, A. Speranza, " **Experimental measurements of flanking transmission in CLT structures** " in Proceedings of the International Congress on Acoustics 2016, Buenos Aires, September 2016.

L. Barbaresi, F. Morandi, M. Garai, A. Speranza, "**Experimental analysis of flankng transmission in CLT structures**" of Meetings on Acoustics (POMA), a serial publication of the Acoustical Society of America - POMA-D-17-00015.

L. Barbaresi, F. Morandi, J. Belcari, A. Zucchelli, Alice Speranza, "**Optimising the mechanical characterisation of a resilient interlayer for the use in timber construction**" in Proceedings of the International congress on sound and vibration 2017, London, July 2017.

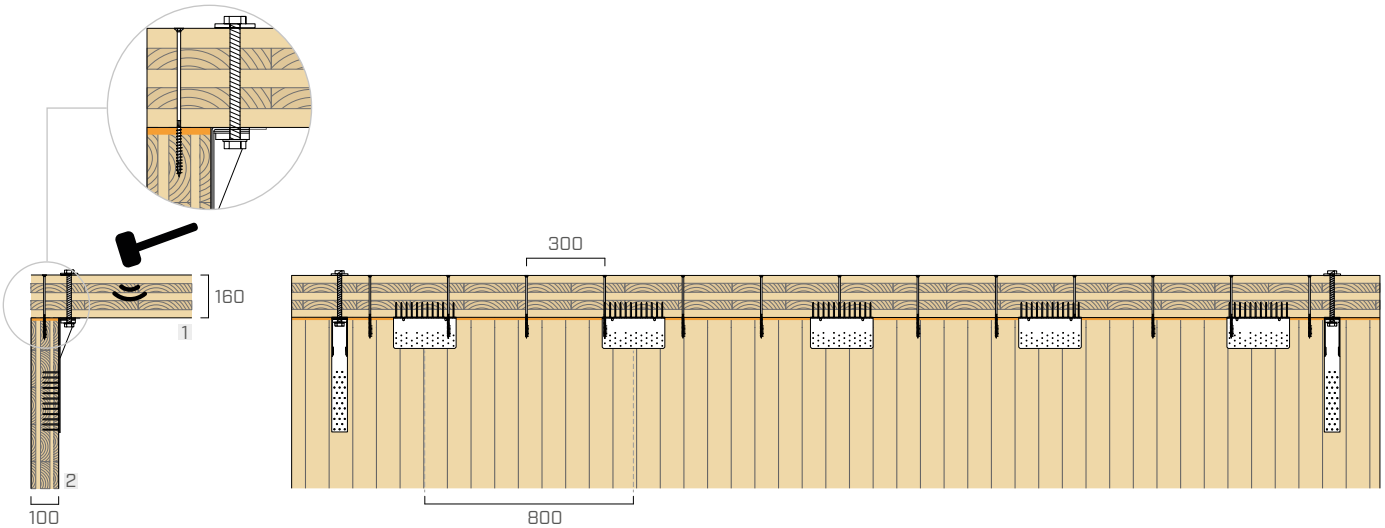
# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)




**SISTEMA DE FIJACIÓN**
13 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
5 angulares **TITAN** (TTN240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
ALADIN SOFT
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 95 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN/m]: peso propio de la estructura

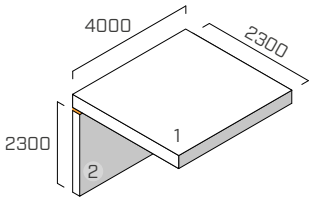



| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 8,7 | 14,4 | 8,7 | 10,0 | 10,7 | 9,5 | 6,1 | 9,8 | 9,4 | 14,1 | 16,1 | 18,1 | 18,1 | 17,8 | 21,3 | 19,1 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{11{,}5\ dB}$$

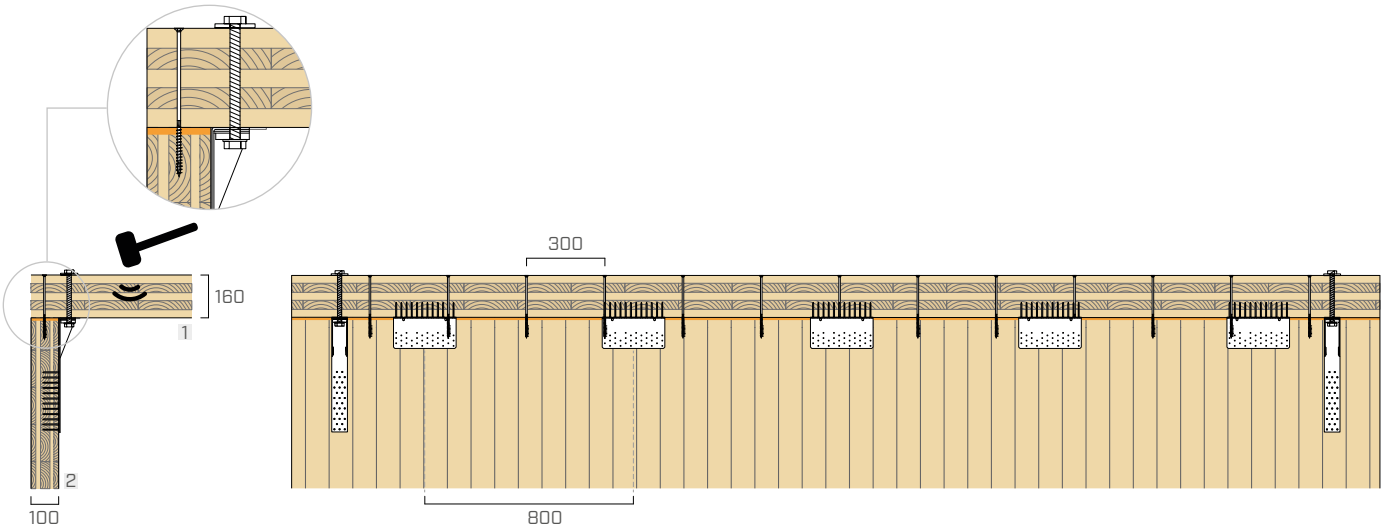
# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)




**SISTEMA DE FIJACIÓN**
13 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
5 angulares **TITAN** (TTN240), paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**
ALADIN SOFT
**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 95 mm, espesor = 6 mm longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN/m]: 2

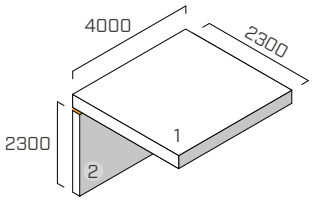



| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 9,5 | 13,6 | 8,7 | 11,8 | 9,0 | 10,1 | 7,2 | 8,7 | 10,4 | 14,2 | 17,0 | 16,5 | 18,4 | 20,0 | 23,1 | 19,7 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{11{,}7\ dB}$$

# UNIÓN EN L
EN ISO 10848-1/4

**ESTRUCTURA**
forjado: CLT 5 capas (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
pared inferior: CLT de 5 capas (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)

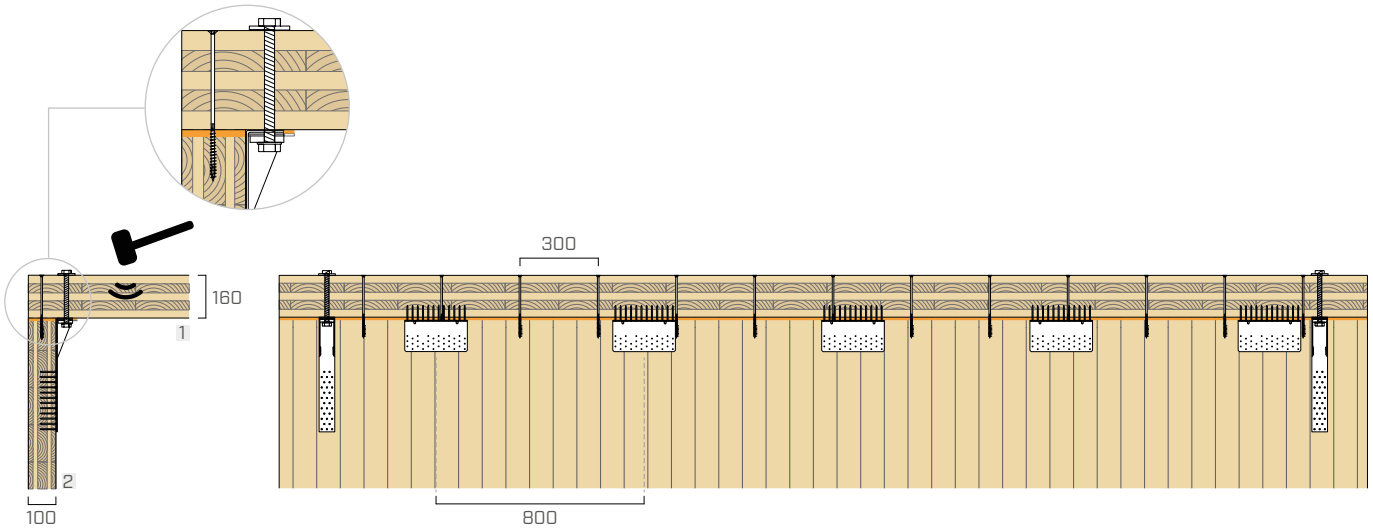



**SISTEMA DE FIJACIÓN**
13 tornillos de rosca parcial **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), paso 300 mm
5 angulares **TITAN** (TTN240), con banda resiliente **ALADIN**, paso 800 mm
esquema de fijación: clavado total 72 tornillos 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

**BANDA RESILIENTE**

ALADIN SOFT

**posición**: entre la pared inferior y el forjado.
**dimensiones**: anchura = 95 mm, espesor = 6 mm  longitud = 4,0 m
**área de contacto**: banda continua (misma anchura que la pared)
**carga aplicada** [kN/m]: peso propio de la estructura




| f [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{12}$ [dB] | 9,7 | 15,3 | 9,0 | 11,2 | 9,2 | 9,3 | 6,6 | 10,6 | 9,7 | 14,0 | 16,3 | 15,8 | 16,7 | 17,8 | 22,1 | 21,8 |

$$\overline{K_{12}} = \mathbf{11{,}4\ dB}$$

# MEDICIONES IN SITU

La eficacia de ALADIN se ha comprobado también mediante mediciones de los requisitos acústicos pasivos en edificios realizados.
ALADIN se ha utilizado en edificios residenciales, estructuras de alojamiento, campus universitarios, escuelas, centros de salud y edificios multipisos de uso mixto.
Las prestaciones obtenidas no han defraudado las expectativas y ALADIN ha demostrado ser un excelente aliado para reducir la transmisión por flancos.

## CAMPUS UNIVERSITARIO

Victoria (AU)

| | |
|---|---|
| **descripción** | residencia de estudiantes universitaria de 150 plazas |
| **tipo de estructura** | paneles de CLT |
| **lugar** | Victoria (Australia) |
| **productos** | ALADIN, XYLOFON |

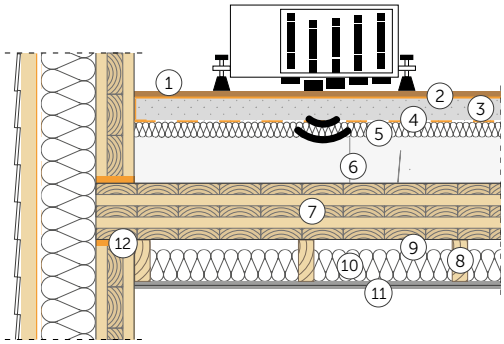
## EDIFICIO MULTIPISOS

Toronto (CA)

| | |
|---|---|
| **descripción** | edificio de 6 plantas de uso residencial |
| **tipo de estructura** | paneles de CLT |
| **lugar** | Toronto (Canadá) |
| **productos** | ALADIN, XYLOFON |

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA ISO 140-7

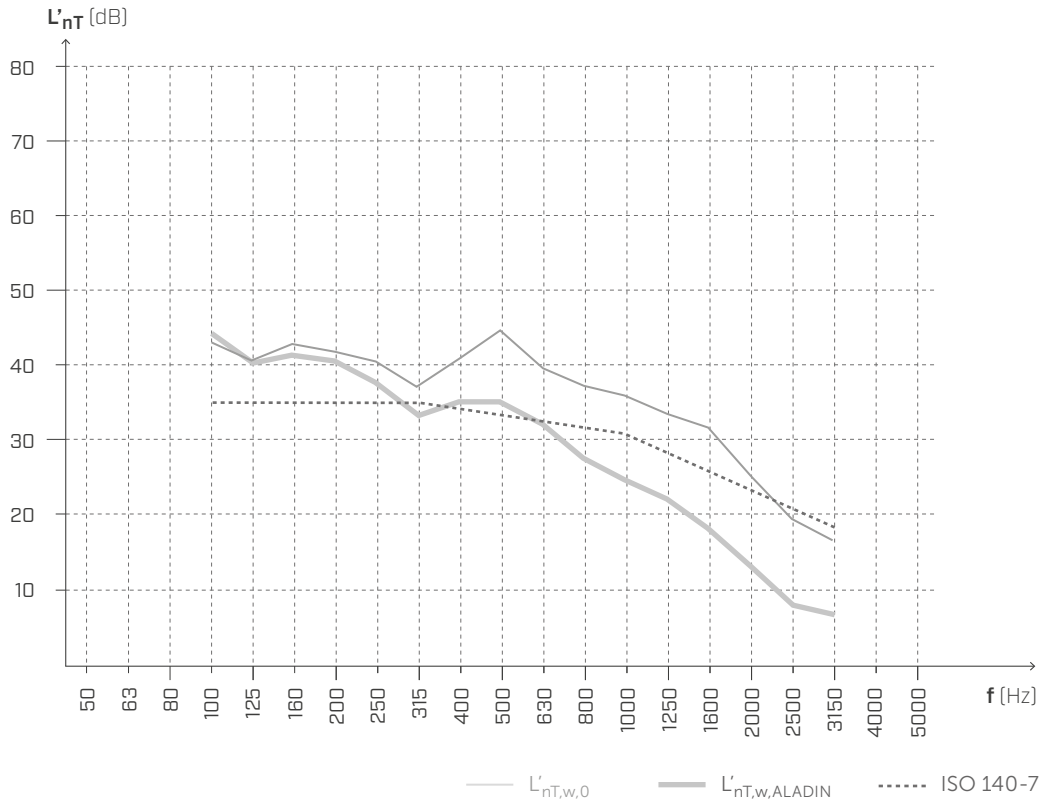



**FORJADO**

**Superficie** = 31 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75 $m^3$

1. Suelo de madera (espesor: 15 mm)
2. **SILENT STEP** (espesor: 2 mm)
3. Solado cemento (espesor: 70 mm)
4. **BARRIER 100**
5. Aislante de lana mineral (espesor: 30 mm) s' ≤ 10 $MN/m^3$
6. Llenado con grava (espesor: 80 mm) (1600 $kg/m^3$)
7. CLT (espesor: 146 mm)
8. Listón de madera maciza (espesor: 150 mm base: 50 mm)
9. Cámara de aire
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (espesor: 120 mm)
11. Panel de cartón-yeso x2 (espesor: 25 mm)
12. **ALADIN EXTRA SOFT**

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L'_{nT,w}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | - |
| 63 | - |
| 80 | - |
| 100 | 44,6 |
| 125 | 40,6 |
| 160 | 41,4 |
| 200 | 40,6 |
| 250 | 37,7 |
| 315 | 33,6 |
| 400 | 35,1 |
| 500 | 35,2 |
| 630 | 32,2 |
| 800 | 27,6 |
| 1000 | 24,7 |
| 1250 | 22,2 |
| 1600 | 18,3 |
| 2000 | 13,2 |
| 2500 | 8,0 |
| 3150 | 7,3 |
| 4000 | - |
| 5000 | - |

**sin ALADIN EXTRA SOFT**

$L'_{nT,w,0}$ ($C_l$) = 38 (1) dB

$NISR_{ASTM}$ = 73

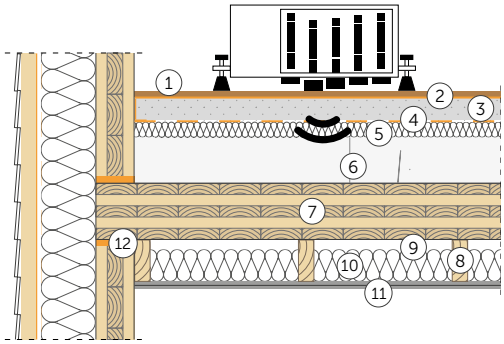
**con ALADIN EXTRA SOFT**

$L'_{nT,w,ALADIN}$ ($C_l$) = **34 (0) dB**

$NISR_{ASTM}$ = 75

# MEDICIONES EN LAS OBRAS | FORJADO DE CLT

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA ISO 140-7

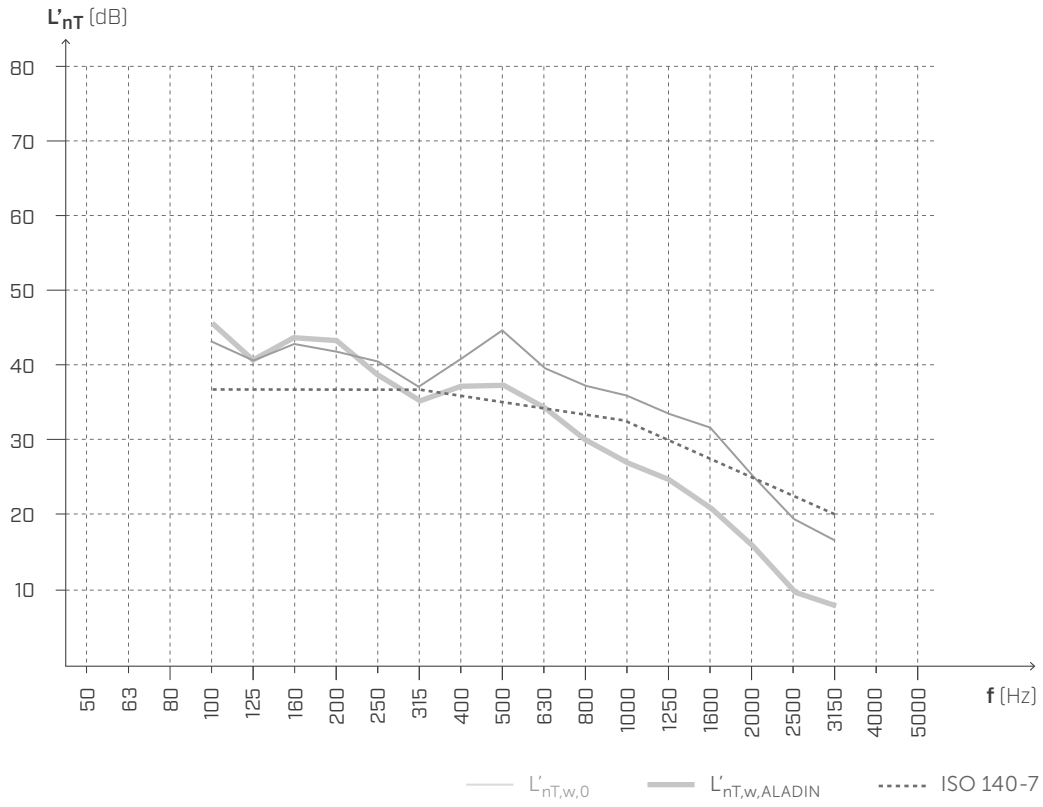



**FORJADO**

**Superficie** = 31 $m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75 $m^3$

1. Suelo de madera (espesor: 15 mm)
2. **SILENT STEP** (espesor: 2 mm)
3. Solado cemento (espesor: 70 mm)
4. **BARRIER 100**
5. Aislante de lana mineral (espesor: 30 mm) s' ≤ 10 $MN/m^3$
6. Llenado con grava (espesor: 80 mm) (1600 $kg/m^3$)
7. CLT (espesor: 146 mm)
8. Listón de madera maciza (espesor: 150 mm base: 50 mm)
9. Cámara de aire
10. Aislante de lana mineral de baja densidad (espesor: 120 mm)
11. Panel de cartón-yeso x2 (espesor: 25 mm)
12. **ALADIN SOFT**

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L'_{nT,w}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | - |
| 63 | - |
| 80 | - |
| 100 | 45,7 |
| 125 | 40,7 |
| 160 | 43,8 |
| 200 | 43,3 |
| 250 | 38,8 |
| 315 | 35,3 |
| 400 | 37,3 |
| 500 | 37,4 |
| 630 | 34,4 |
| 800 | 30,1 |
| 1000 | 27,0 |
| 1250 | 24,8 |
| 1600 | 20,9 |
| 2000 | 16,0 |
| 2500 | 9,8 |
| 3150 | 7,9 |
| 4000 | - |
| 5000 | - |

sin ALADIN EXTRA SOFT

$L'_{nT,w,0}$ ($C_l$) = 38 (1) dB

$NISR_{ASTM}$ = 73

con ALADIN EXTRA SOFT

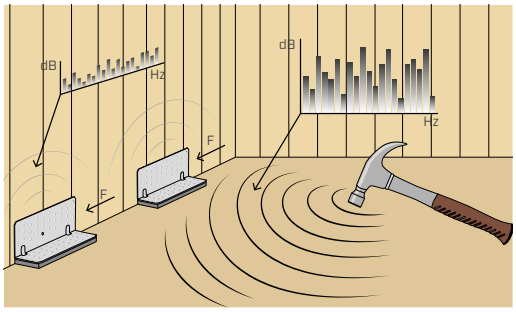
$L'_{nT,w,ALADIN}$ ($C_l$) = **35 (0) dB**

$NISR_{ASTM}$ = 74

# INTERACCIÓN ACÚSTICA Y MECÁNICA

## COMPORTAMIENTO ACÚSTICO - MECÁNICO TITAN + ALADIN

El sistema TITAN + SILENT ha sido sometido a una serie de pruebas que han permitido comprender el comportamiento acústico y mecánico. Las campañas experimentales realizadas en el ámbito del proyecto Seismic-Rev, en colaboración con varios institutos de investigación, han demostrado que las características de la banda resiliente influyen en la prestación mecánica de la conexión. Desde el punto de vista acústico, con el proyecto Flanksound se ha demostrado que la capacidad de amortiguación de las vibraciones a través de la unión está fuertemente influenciada por el tipo y el número de conexiones.



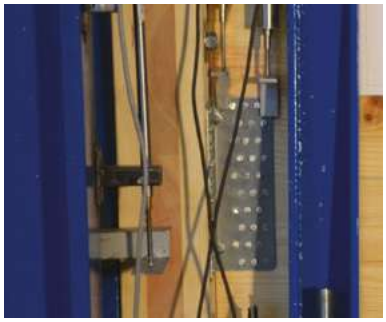

## ESTUDIOS EXPERIMENTALES: COMPORTAMIENTO MECÁNICO

Dentro del proyecto Seismic-Rev, en colaboración con la Universidad de Trento y el Instituto de BioEconomía (IBE - San Michele all'Adige), se ha emprendido un proyecto de investigación para evaluar el comportamiento mecánico de la angulares TITAN utilizados junto a diferentes bandas fonoaislantes.

### PRIMERA FASE DE LABORATORIO

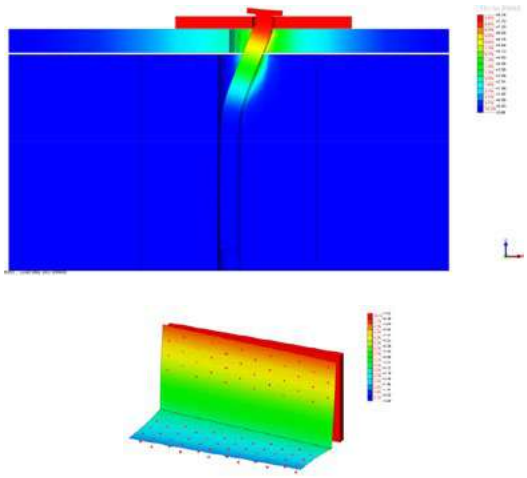
En la primera fase experimental, se han realizado pruebas monótonas a corte mediante procedimientos de carga lineal con control de desplazamiento, con el fin de evaluar la variación de la resistencia última y de la rigidez ofrecidas por la conexión TTF200 con clavos LBA de Ø4 x 60 mm.

***Muestras de prueba:***
*paneles de CLT*
*angular TITAN TTF200*



### MODELADO NUMÉRICO

Los resultados de la campaña de investigación preliminar han demostrado la importancia de realizar análisis más precisos de la influencia de los perfiles acústicos en el comportamiento mecánico de los angulares metálicos TTF200 y TTN240 en términos de resistencia y rigidez globales. Por esta razón, se ha decidido realizar otras evaluaciones mediante modelizaciones numéricas en los elementos finitos, empezando por el comportamiento del clavo único. En el caso examinado se ha analizado la influencia de tres bandas resilientes distintas: XYLOFON 35 (6 mm), ALADIN SOFT (5 mm) y ALADIN EXTRA SOFT (7 mm).



*Deformación Tx [mm]*
*para desplazamiento inducido de 8 mm*

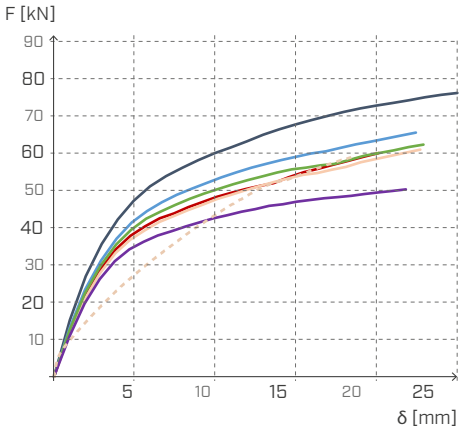
## VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA AL CORTE EN FUNCIÓN DE LA BANDA FONOAISLANTE

La comparación de los resultados entre las diferentes configuraciones analizadas se proporciona en términos de variación de la fuerza de desplazamiento a 15 mm ($F_{15\ mm}$) y de la rigidez elástica a 5 mm ($K_{s,5\ mm}$).

### TITAN TTF200

| configuraciones | sp | $F_{15\ mm}$ | $\Delta F_{15\ mm}$ | $K_{5\ mm}$ | $\Delta K_{5\ mm}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | [kN] | | [kN/mm] | |
| TTF200 | - | 68,4 | - | 9,55 | - |
| TTF200 + ALADIN SOFT red.* | 3 | 59,0 | -14 % | 8,58 | -10 % |
| TTF200 + ALADIN EXTRA SOFT red.* | 4 | 56,4 | -18 % | 8,25 | -14 % |
| TTF200 + ALADIN SOFT | 5 | 55,0 | -20 % | 7,98 | -16 % |
| TTF200 + XYLOFON PLATE | 6 | 54,3 | -21 % | 7,79 | -18 % |
| TTF200 + ALADIN EXTRA SOFT | 7 | 47,0 | -31 % | 7,30 | -24 % |

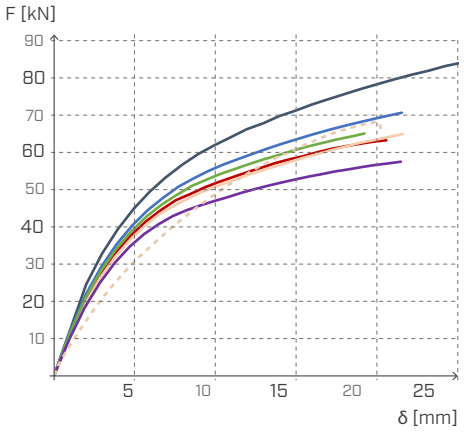
* Espesor reducido: altura de la banda reducida debido a la sección ondulada y al consiguiente aplastamiento provocado por la cabeza del clavo durante la inserción.




### TITAN TTN240

| configuraciones | sp | $F_{15\ mm}$ | $\Delta F_{15\ mm}$ | $K_{5\ mm}$ | $\Delta K_{5\ mm}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | [kN] | | [kN/mm] | |
| TTN240 | - | 71,9 | - | 9,16 | - |
| TTN2400 + ALADIN SOFT red.* | 3 | 64,0 | -11 % | 8,40 | -8 % |
| TTN240 + ALADIN EXTRA SOFT red.* | 4 | 61,0 | -15 % | 8,17 | -11 % |
| TTN240 + ALADIN SOFT | 5 | 59,0 | -18 % | 8,00 | -13 % |
| TTN240 + XYLOFON PLATE | 6 | 58,0 | -19 % | 7,81 | -15 % |
| TTN240 + ALADIN EXTRA SOFT | 7 | 53,5 | -26 % | 7,47 | -18 % |

* Espesor reducido: altura de la banda reducida debido a la sección ondulada y al consiguiente aplastamiento provocado por la cabeza del clavo durante la inserción.




## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados obtenidos muestran una reducción de la resistencia y de la rigidez de los dispositivos tras interponer bandas fonoaislantes. Esta variación depende en gran medida del espesor de la banda. Para limitar la reducción de la resistencia, es necesario usar bandas con espesores reales aproximadamente inferiores o iguales a 6 mm.

# RESISTENCIA AL CORTE Y A LA TRACCIÓN DE TITAN + ALADIN CERTIFICADA SEGÚN ETA

No solo pruebas experimentales, sino también valores certificados por organismos de evaluación independientes que corroboran las características de los productos de construcción no estándar.

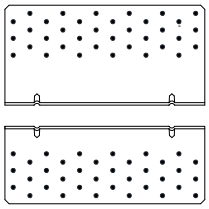
## TITAN

La resistencia de TITAN acoplado con ALADIN debajo de la brida horizontal se ha calculado a partir de la capacidad portante de los clavos o tornillos según "Blaß, H.J. und Laskewitz, B. (2000); Load-Carrying Capacity of Joints with Dowel-Type fasteners and Interlayers", omitiendo conservativamente la rigidez de la banda.
Como es un angular innovador y uno de los primeros del mercado que ha sido certificado, se ha elegido un enfoque muy conservador considerando ALADIN como una capa de aire equivalente. Por lo tanto, la capacidad del angular está ampliamente subestimada.

| ANGULAR | fijación | | | | $F_{2/3,Rk}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | tipo | Ø x L | $n_V$ | $n_H$ | |
| | | [mm] | [unid.] | [unid.] | [kN] |
| **TTN240 + ALADIN SOFT** | clavos LBA | 4 x 60 | 36 | 36 | 28,9 |
| | tornillos LBS | 5 x 50 | 36 | 36 | 27,5 |
| **TTS240 + ALADIN EXTRA SOFT** | tornillos HBS PLATE | 8 x 80 | 14 | 14 | 27,5 |
| | tornillos LBS | 5 x 50 | 36 | 36 | 25,8 |

### ESQUEMAS DE FIJACIÓN MADERA-MADERA

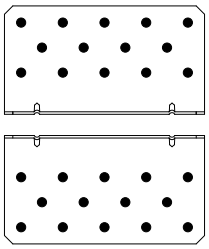
TTN240



36 clavos LBA/tornillos LBS

36 clavos LBA/tornillos LBS

TTS240

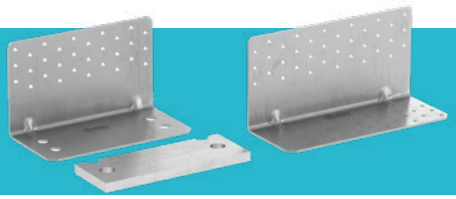


14 clavos LBA/tornillos LBS

14 clavos LBA/tornillos LBS

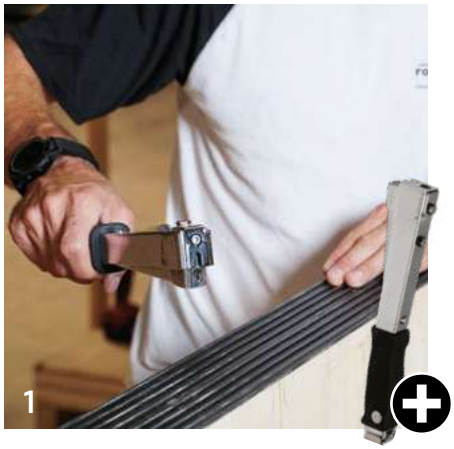
Descubre la gama completa de **TITAN** en nuestro sitio web o pide el catálogo a tu agente de confianza.

**www.rothoblaas.es**



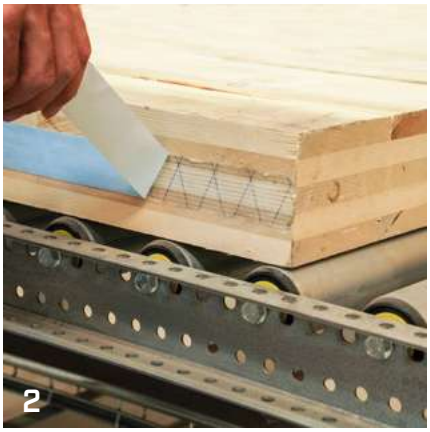
# ALADIN | CONSEJOS DE APLICACIÓN

APLICACIÓN CON GRAPAS



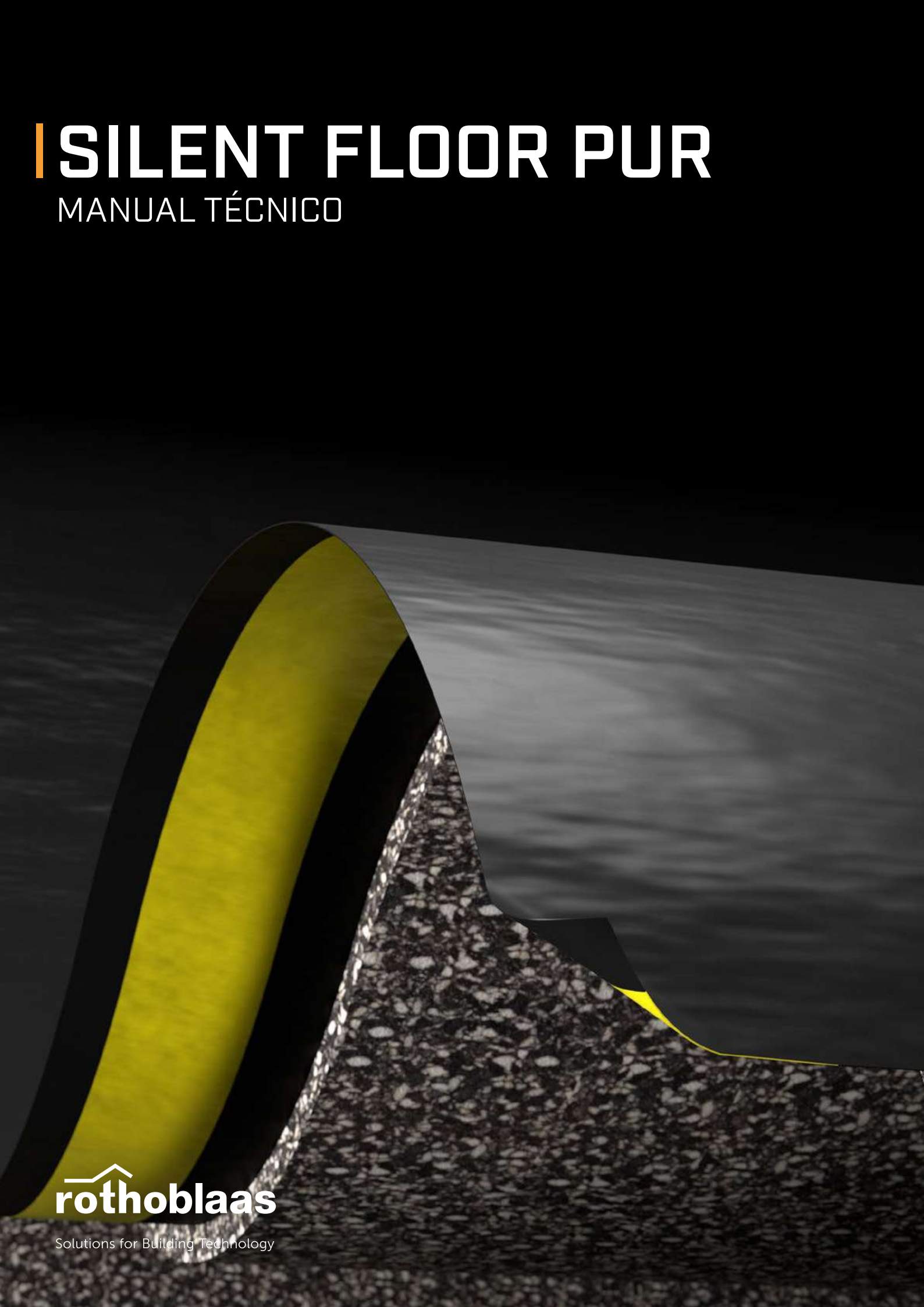
APLICACIÓN CON PRIMER SPRAY

APLICACIÓN CON DOUBLE BAND



# SILENT FLOOR PUR

## MANUAL TÉCNICO



rothoblaas

Solutions for Building Technology

# ÍNDICE


PROBLEMAS ACÚSTICOS DE LOS FORJADOS. . . . . 172

SILENT FLOOR PUR. . . . . 174

SILFLOORPUR10 . . . . . 176

*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1. . . . . 178*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1. . . . . 179*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2. . . . . 180*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2. . . . . 181*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 3. . . . . 182*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 3. . . . . 183*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 4A . . 184*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 4B . . . . . 185*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 5A . . 186*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 5B . . 187*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 6A . . 188*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 6B . . 189*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 7A . . 190*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 7B . . 191*

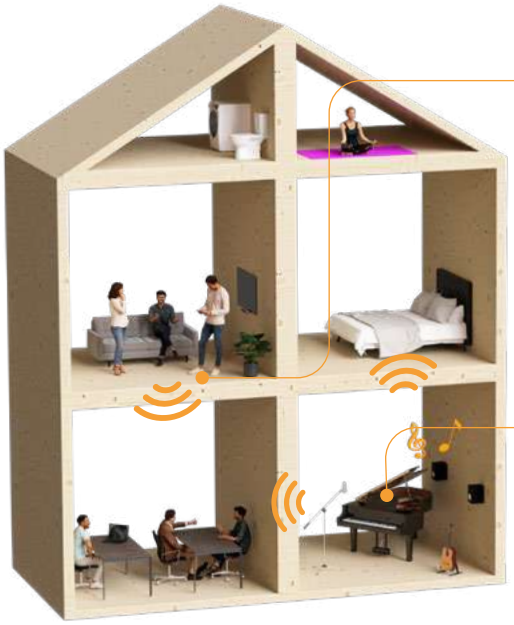
SILFLOORPUR15 . . . . . 193

*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1. . . . . 194*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1. . . . . 195*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2. . . . . 196*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2. . . . . 197*

SILFLOORPUR20 . . . . . 199

*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1. . . . . 200*
*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1. . . . . 201*

# PROBLEMAS ACÚSTICOS DE LOS FORJADOS



## ¿QUÉ ES EL RUIDO DE IMPACTO?

Cuando se habla de forjados, el ruido de impacto es el principal problema acústico porque los afecta constantemente. Cuando un cuerpo impacta contra la estructura del forjado, el ruido se propaga rápidamente por todo el edificio, tanto por vía aérea, afectando a las habitaciones más cercanas, como por vía estructural, propagándose también a las habitaciones más alejadas.

## ¿QUE ES EL RUIDO AÉREO?

El ruido aéreo se genera en el aire y, tras una primera fase de propagación solo aérea, se propaga tanto por vía aérea como por vía estructural. Es un problema que afecta tanto a las paredes como a los forjados, pero, si hablamos de forjados, el problema más importante es, sin duda alguna, el del ruido de impacto.

## ESTA ES LA SOLUCIÓN

Para minimizar las molestias ocasionadas por el ruido de pisadas, se debe diseñar una estratigrafía compuesta por capas de materiales diferentes e independientes, que sean capaces de disipar la energía transmitida por el impacto.

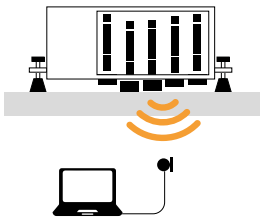
### SISTEMA MASA-MUELLE-MASA

Un sistema de solera flotante, como el ilustrado en las siguientes imágenes, se puede esquematizar con el sistema masa-muelle-masa, en el que el forjado estructural representa la masa, el producto que aísla del ruido de impacto equivale al muelle y la solera superior con el pavimento constituye la segunda masa del sistema. En este ámbito, se define como "capa resiliente" el elemento con la función de muelle, caracterizado por su propia *rigidez dinámica s'*.

## ¿CÓMO SE MIDE EL NIVEL DE RUIDO DE IMPACTO?

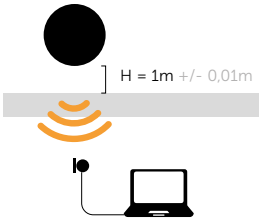
El nivel de ruido de impacto es la medida del ruido percibido en una habitación cuando, en la habitación superior, se activa una fuente de ruido de impacto. Se puede medir tanto in situ como en el laboratorio. Evidentemente, en el laboratorio existen unas condiciones ideales para poder omitir los efectos de la transmisión por flancos, ya que el propio laboratorio está construido de forma que las paredes queden desacopladas del forjado.

### Método de la *TAPPING MACHINE*



*La TAPPING MACHINE se utiliza para simular impactos "ligeros" y "fuertes", como los de caminar con tacones o los de la caída de objetos.*

### Método de la *RUBBER BALL*

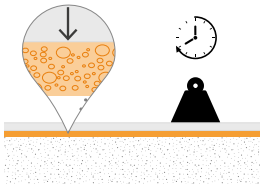



*La RUBBER BALL se utiliza para simular impactos "suaves" y "fuertes", como los de caminar con los pies descalzados o los de los saltos de un niño.*

## CÓMO ELEGIR EL MEJOR PRODUCTO

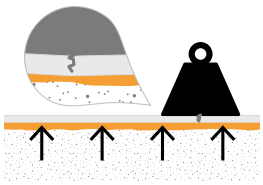
### RIGIDEZ DINÁMICA – **s'**

Expresada en MN/m³, se mide de acuerdo con la norma EN 29052-1 e indica la capacidad de deformación de un material sometido a una solicitación dinámica. En consecuencia, indica la capacidad de amortiguar las vibraciones generadas por un ruido de impacto.
El método de medición prevé que primero se mida la *rigidez dinámica aparente* $s'_t$ del material y que, luego, se corrija, si es necesario, para obtener la *rigidez dinámica real s'*. De hecho, la rigidez dinámica depende de la *resistividad al flujo de aire r*, que se mide en la dirección lateral de la muestra. Si el material tiene valores específicos de resistividad al flujo de aire, la rigidez dinámica aparente debe corregirse añadiendo la contribución del gas presente en el material: el aire.



### DESLIZAMIENTO VISCOSO POR COMPRESIÓN – **CREEP**

Expresado en porcentaje, se mide de acuerdo con la norma EN 1606 y permite simular la deformación a largo plazo de un material sometido a una carga constante. La medición en el laboratorio debe realizarse durante un período de al menos 90 días.

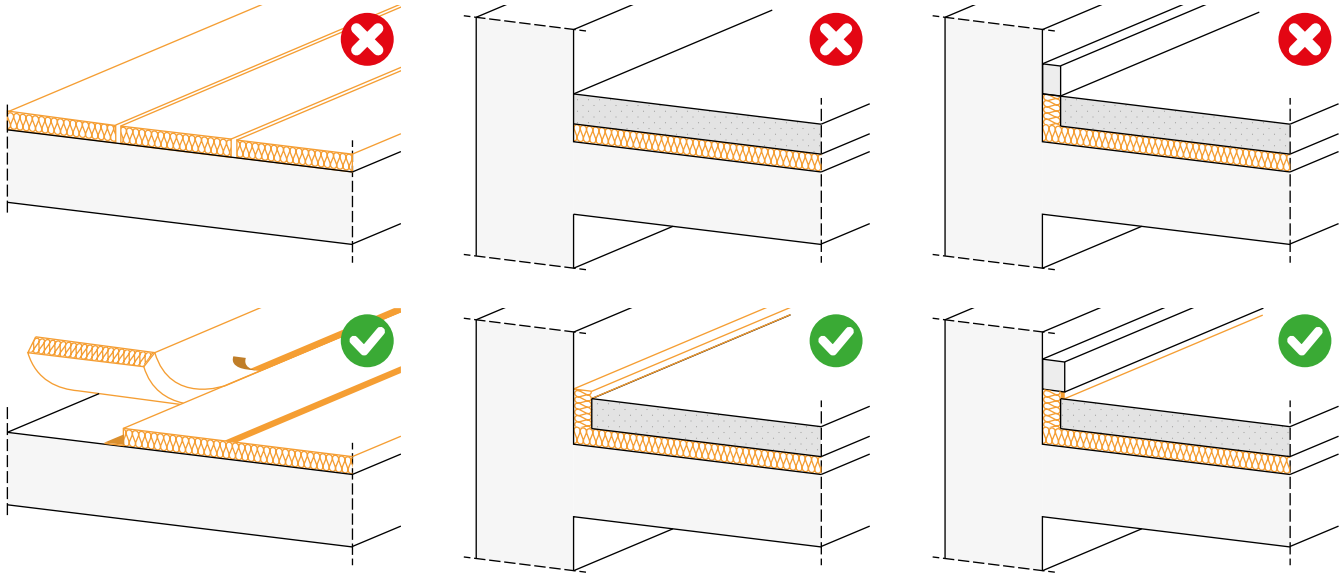


### COMPRESIBILIDAD - **c**

La clase de compresibilidad indica el comportamiento de un material cuando se somete a la carga de las soleras. Durante la medición, el producto se somete a diferentes cargas y se mide su espesor. La compresibilidad se mide para comprender qué cargas puede soportar el producto bajo la solera para evitar que esta se rompa o fisure.

## CORRECTA COLOCACIÓN

La solución tecnológica de la solera flotante es una de las más utilizadas y una de las más eficaces, pero para obtener resultados satisfactorios es importante que el sistema se diseñe y realice correctamente.



*La capa resiliente debe ser continua porque cualquier solución de discontinuidad representaría un puente acústico. Cuando se instalan las láminas bajo la solera hay que prestar atención en no crear discontinuidades.*

*Es importante utilizar la banda autoadhesiva para el desacople perimetral SILENT EDGE para asegurar que la capa resiliente sea continua en todo el perímetro de la habitación. SILENT EDGE solo debe recortarse tras colocar y rejuntar el pavimento.*

*El zócalo debe instalarse después de haber cortado el SILENT EDGE, asegurándose de que siempre quede debidamente levantado del pavimento.*

## IIC vs $L_w$

**IIC** es el acrónimo de **Impact Insulation Class** y es el valor que se obtiene restando el nivel de ruido medido en la habitación receptora al nivel de ruido medido en la habitación fuente. Impact Insulation Class, a veces llamado Impact Isolation Class, mide la resistencia de la estratigrafía del forjado a la propagación del ruido de impacto.

# SILENT FLOOR PUR

LÁMINA BAJO SOLERA RESILIENTE DE ALTO RENDIMIENTO DE POLÍMEROS RECICLADOS

## CERTIFICADA

La eficacia de la lámina bajo solera ha sido ensayada en los laboratorios del Centro de Investigación Industrial de la Universidad de Bolonia.

## SOSTENIBILIDAD

Reciclado y reciclable. El producto reutiliza de forma inteligente poliuretano derivado de los residuos de producción que, de lo contrario, tendrían que eliminarse.

## ALTO RENDIMIENTO

La especial composición ofrece una excelente elasticidad obteniendo valores de atenuación superiores a los 30 dB.

## COMPOSICIÓN

barrera de vapor de polietileno

aglomerado poliuretánico realizado con residuos preconsumo industriales

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| CÓDIGO | H[(1)] [m] | L [m] | espesor [mm] | $A_f$[(2)] [$m^2$] | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SILFLOORPUR10** | 1,6 | 10 | 10 | 15 | 6 |
| **SILFLOORPUR15** | 1,6 | 8 | 15 | 12 | 6 |
| **SILFLOORPUR20** | 1,6 | 6 | 20 | 9 | 6 |

(1)1,5 m de aglomerado poliuretánico y barrera de vapor + 0,1 m de barrera de vapor para el solapamiento con banda adhesiva integrada.
(2)Sin considerar el área de solapamiento.

## SEGURA

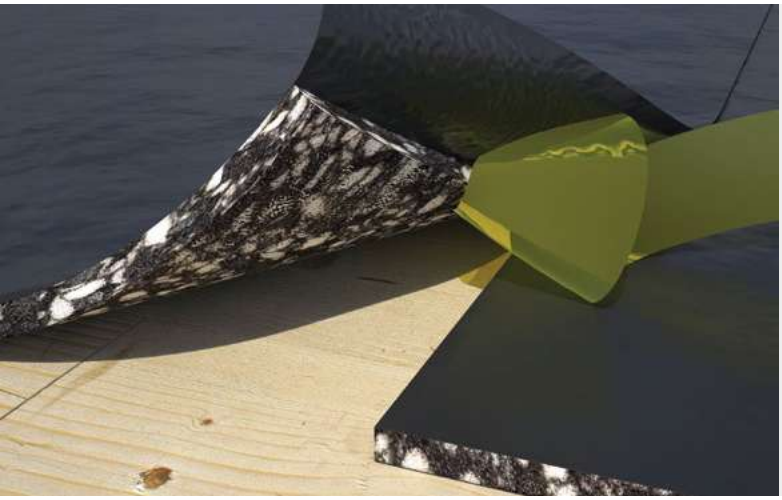
El poliuretano es un polímero noble que mantiene la elasticidad a lo largo del tiempo sin mostrar deformaciones ni variaciones de sus prestaciones.

## REQUISITOS VOC

La composición de la lámina protege la salud y cumple con los límites VOC recomendados.

## COMPARACIÓN ESTRATIGRAFÍA PRODUCTO

| banda adhesiva integrada | espesor | rigidez dinámica | carga | estimación $\Delta L_w$ según la fórmula C.4 de la norma EN ISO 12354-2 |
|---|---|---|---|---|
| ✔ | **10** mm | **12,5** MN/m³ | 125 kg/m² | **32,5** dB |
| | | | 200 kg/m² | **35,1** dB |
| | | | 250 kg/m² | **36,4** dB |
| ✔ | **15** mm | **8,8** MN/m³ | 125 kg/m² | **34,6** dB |
| | | | 200 kg/m² | **37,3** dB |
| | | | 250 kg/m² | **38,6** dB |
| ✔ | **20** mm | **7,4** MN/m³ | 125 kg/m² | **35,7** dB |
| | | | 200 kg/m² | **38,4** dB |
| | | | 250 kg/m² | **39,6** dB |



# SILFLOORPUR10

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Masa superficial m | - | 0,9 kg/m$^2$ |
| Densidad ρ | - | 80 kg/m$^3$ |
| Rigidez dinámica aparente s'$_t$ | EN 29052-1 | 12,5 MN/m$^3$ |
| Rigidez dinámica s' | EN 29052-1 | 12,5 MN/m$^3$ |
| Estimación teórica de la reducción del nivel de presión acústica de pisadas $\Delta L_w$ (1) | ISO 12354-2 | 32,5 dB |
| Frecuencia de resonancia del sistema $f_0$ (2) | ISO 12354-2 | 50,6 Hz |
| Reducción del nivel de presión acústica de pisadas $\Delta L_w$ (3) | ISO 10140-3 | 21 dB |
| Resistencia térmica $R_t$ | - | 0,46 m$^2$K/W |
| Resistividad al flujo de aire r | ISO 9053 | < 10,0 kPa·s·m$^{-2}$ |
| Clase de compresibilidad | EN 12431 | CP2 |
| CREEP Deslizamiento viscoso por compresión $X_{ct}$ (1,5 kPa) | EN 1606 | 7,50 % |
| Esfuerzo deformación por compresión | ISO 3386-1 | 17 kPa |
| Conductividad térmica λ | - | 0,035 W/m·K |
| Calor específico c | - | 1800 J/kg·K |
| Transmisión de vapor de agua Sd | - | > 100 m |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase F |
| Clasificación de emisiones de VOC | decreto francés n.° 2011-321 | A+ |

(1)$\Delta L_w$= (13 lg(m'))-(14,2 lg(s'))+20,8 [dB] con m'= 125 kg/m$^2$.
(2)$f_0$= 160 √(s'/m') con m'= 125 kg/m$^2$.
(3)Medición realizada en laboratorio con un forjado de CLT de 200 mm. Consulta el manual para más información sobre la configuración.

## EN ISO 12354-2 ANEXO C | ESTIMACIÓN $\Delta L_W$ (FÓRMULA C.4) Y ΔL (FÓRMULA C.1)

En las siguientes tablas se muestra cómo varía la atenuación en dB ($\Delta L_W$ y ΔL) del SILFLOORPUR10 a medida que varía la carga m' (es decir, la masa superficial de las capas con las que se carga el SILFLOORPUR10).

SILFLOORPUR10

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **s't o bien s'** | | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | [MN/m$^3$] |
| **carga m'** | | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | [kg/m$^2$] |
| **$\Delta L_w$** | | 27,3 | 29,6 | 31,2 | 32,5 | 33,5 | 34,4 | 35,1 | 35,8 | 36,4 | 36,9 | 37,4 | [dB] |
| **$f_0$** | | 80,0 | 65,3 | 56,6 | 50,6 | 46,2 | 42,8 | 40,0 | 37,7 | 35,8 | 34,1 | 32,7 | [Hz] |
| | | **ΔL** en frecuencia | | | | | | | | | | | |
| [Hz] | **100** | 2,9 | 5,5 | 7,4 | 8,9 | 10,1 | 11,1 | 11,9 | 12,7 | 13,4 | 14,0 | 14,6 | [dB] |
| [Hz] | **125** | 5,8 | 8,5 | 10,3 | 11,8 | 13,0 | 14,0 | 14,8 | 15,6 | 16,3 | 16,9 | 17,5 | [dB] |
| [Hz] | **160** | 9,0 | 11,7 | 13,5 | 15,0 | 16,2 | 17,2 | 18,1 | 18,8 | 19,5 | 20,1 | 20,7 | [dB] |
| [Hz] | **200** | 11,9 | 14,6 | 16,5 | 17,9 | 19,1 | 20,1 | 21,0 | 21,7 | 22,4 | 23,0 | 23,6 | [dB] |
| [Hz] | **250** | 14,8 | 17,5 | 19,4 | 20,8 | 22,0 | 23,0 | 23,9 | 24,6 | 25,3 | 26,0 | 26,5 | [dB] |
| [Hz] | **315** | 17,9 | 20,5 | 22,4 | 23,8 | 25,0 | 26,0 | 26,9 | 27,7 | 28,3 | 29,0 | 29,5 | [dB] |
| [Hz] | **400** | 21,0 | 23,6 | 25,5 | 26,9 | 28,1 | 29,1 | 30,0 | 30,8 | 31,5 | 32,1 | 32,6 | [dB] |
| [Hz] | **500** | 23,9 | 26,5 | 28,4 | 29,8 | 31,0 | 32,0 | 32,9 | 33,7 | 34,4 | 35,0 | 35,5 | [dB] |
| [Hz] | **630** | 26,9 | 29,5 | 31,4 | 32,9 | 34,0 | 35,0 | 35,9 | 36,7 | 37,4 | 38,0 | 38,6 | [dB] |
| [Hz] | **800** | 30,0 | 32,6 | 34,5 | 36,0 | 37,2 | 38,2 | 39,0 | 39,8 | 40,5 | 41,1 | 41,7 | [dB] |
| [Hz] | **1000** | 32,9 | 35,5 | 37,4 | 38,9 | 40,1 | 41,1 | 41,9 | 42,7 | 43,4 | 44,0 | 44,6 | [dB] |
| [Hz] | **1250** | 35,8 | 38,5 | 40,3 | 41,8 | 43,0 | 44,0 | 44,8 | 45,6 | 46,3 | 46,9 | 47,5 | [dB] |
| [Hz] | **1600** | 39,0 | 41,7 | 43,5 | 45,0 | 46,2 | 47,2 | 48,1 | 48,8 | 49,5 | 50,1 | 50,7 | [dB] |
| [Hz] | **2000** | 41,9 | 44,6 | 46,5 | 47,9 | 49,1 | 50,1 | 51,0 | 51,7 | 52,4 | 53,0 | 53,6 | [dB] |
| [Hz] | **2500** | 44,8 | 47,5 | 49,4 | 50,8 | 52,0 | 53,0 | 53,9 | 54,6 | 55,3 | 56,0 | 56,5 | [dB] |
| [Hz] | **3150** | 47,9 | 50,5 | 52,4 | 53,8 | 55,0 | 56,0 | 56,9 | 57,7 | 58,3 | 59,0 | 59,5 | [dB] |

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.4*

$$\Delta L_w = \left(13 \lg\left(m'\right)\right) - \left(14{,}2 \lg\left(s'\right)\right) + 20{,}8 \text{ dB}$$

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.1*

$$\Delta L = \left(30 \lg \frac{f}{f_0}\right) \text{dB}$$

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.2*

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

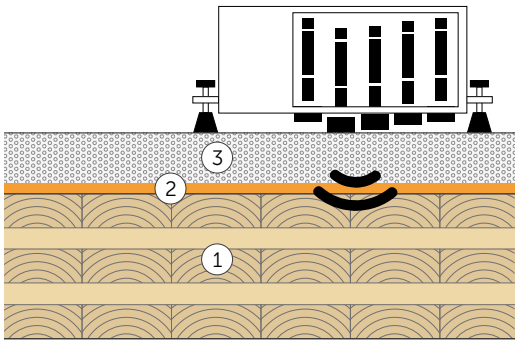
# AISLAMIENTO ACÚSTICO DEL RUIDO DE IMPACTO EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DE LA SOLERA

El estudio prospectivo del aislamiento acústico de los ruidos aéreos y de pisadas en los edificios no puede determinarse exclusivamente con cálculos, sino que debe basarse también en datos experimentales y mediciones en laboratorio e in situ.

El laboratorio de acústica de la University of Northernn British Columbia se ha diseñado de forma optimizada para ensayar las prestaciones de aislamiento acústico de los forjados de los edificios de madera. En efecto, la habitación receptora está hecha de paredes de entramado realizadas con montantes y aislante de lana de roca interpuesta y revestimiento de OSB y dos capas de paneles de cartón yeso.

La evaluación del ruido de impacto se mide según la norma ASTM E1007-15 utilizando una máquina de ruido de impacto y un medidor de presión acústica según las normas ISO. Los ensayos prevén la evaluación del comportamiento acústico del forjado en función del espesor de la solera (38 mm, 50 mm y 100 mm).

## MATERIALES



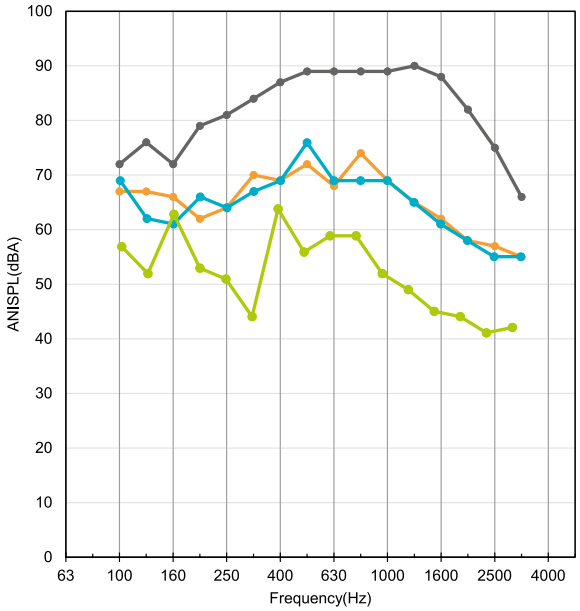

(1) **FORJADO DE CLT:** el forjado ensayado se compone de tres paneles de CLT 139V de 139 mm de espesor. Cada panel de CLT mide 4,0 m de largo y 1,8 m de ancho. Todas las uniones están selladas con sellante acústico y cintas. También los bordes entre el pavimento y las paredes están sellados con sellante acústico. El AIIC del forjado de CLT desnudo es 21 (L'n,w = 89dB)

(2) **SILENT FLOOR PUR:** lámina bajo solera resiliente de alto rendimiento de aglomerado, realizada con residuos preconsumo industriales y barrera de vapor de PE.

(3) **Solera**: hormigón ordinario
- espesor 38 mm, 91 kg/m²
- espesor 50 mm, 120 kg/m²
- espesor 100 mm, 240 kg/m²

## RESULTADOS

- CLT
- CLT + SILENT FLOOR PUR + 38 mm hormigón
- CLT + SILENT FLOOR PUR + 50 mm hormigón
- CLT + SILENT FLOOR PUR + 100 mm hormigón

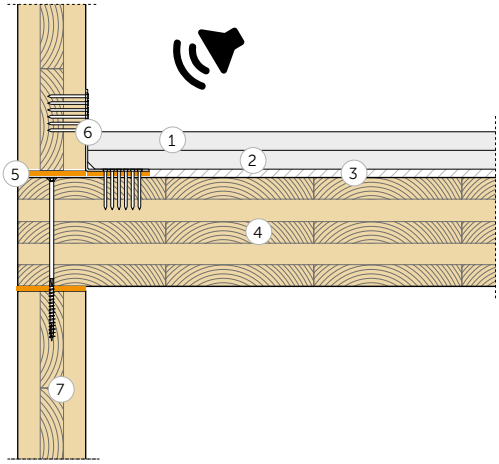



| | AIIC (dBA) | $L'_{n,w}$ (dB) | Mejora acústica (dB) |
|---|---|---|---|
| | 21 | 89 | |
| | 41 | 69 | **20** |
| | 42 | 68 | **21** |
| | 48 | 62 | **27** |

**Laboratorio de pruebas:** University of Northernn British Columbia
**Protocolo de la prueba:** 20200720

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA SEGÚN ISO 16283-1

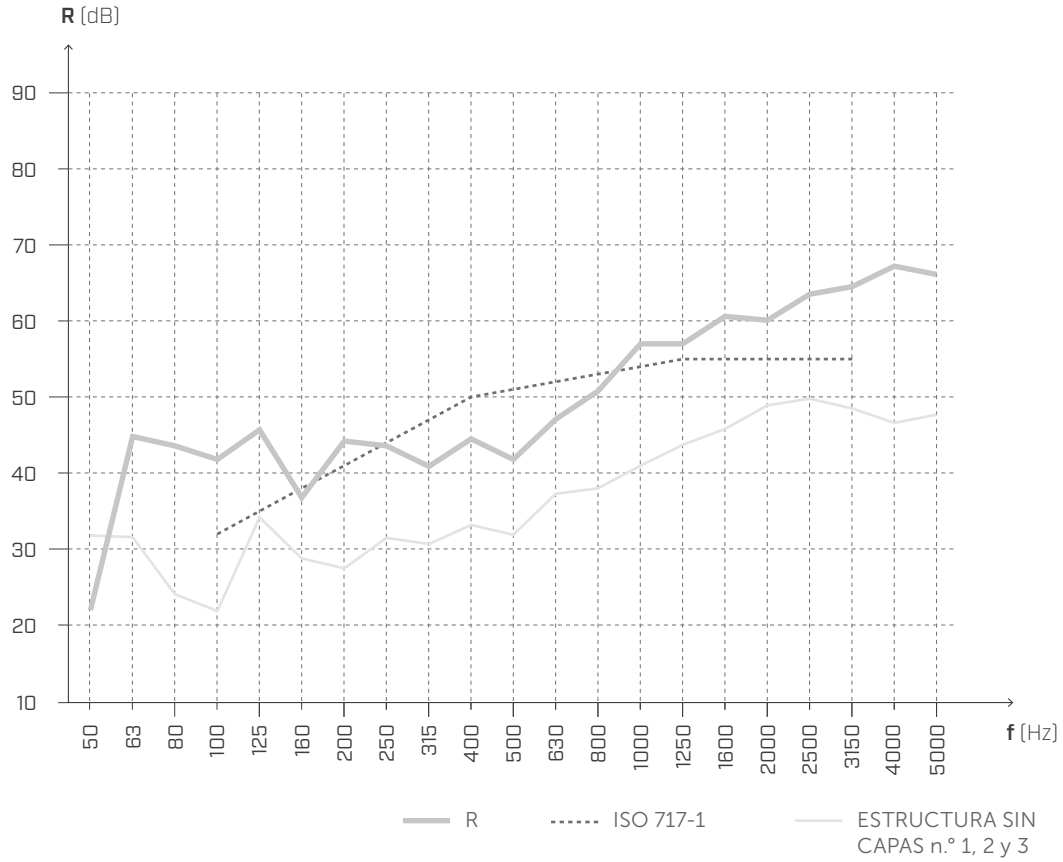



**FORJADO**

**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. Panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$), (espesor: 32 mm)
2. Panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$) (espesor: 30 mm)
3. **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
4. CLT (espesor: 160 mm)
5. **XYLOFON 35 - XYL35100**
6. TITAN SILENT
7. CLT (espesor: 120 mm)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 22,0 |
| 63 | 44,8 |
| 80 | 43,6 |
| 100 | 41,8 |
| 125 | 45,7 |
| 160 | 36,8 |
| 200 | 44,2 |
| 250 | 43,6 |
| 315 | 40,9 |
| 400 | 44,5 |
| 500 | 41,8 |
| 630 | 47,1 |
| 800 | 50,8 |
| 1000 | 57,0 |
| 1250 | 57,0 |
| 1600 | 60,6 |
| 2000 | 60,1 |
| 2500 | 63,5 |
| 3150 | 64,5 |
| 4000 | 67,2 |
| 5000 | 66,1 |

$R'_w(C;C_{tr})$ = **51 (0;-6) dB**

*$\Delta R'_w$ = +12 dB*[1]

STC = **51**

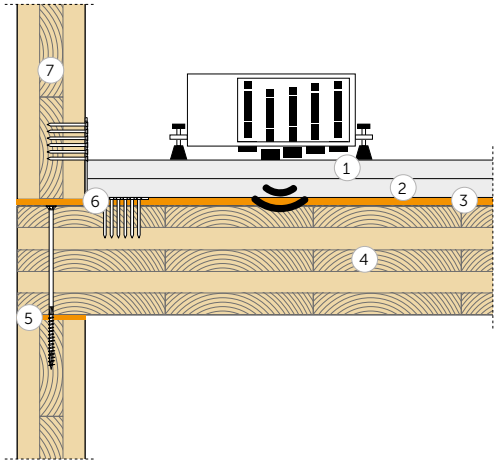
*$\Delta STC$ = +12* [1]

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck Arbeitsbereich für Holzbau Technikerstraße 13A - 6020 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M07B_L211217_m-Bodenaufbau

**NOTAS:**
[1] Aumento debido al añadido de las capas n.° 1, 2 y 3.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

## AISLAMIENTO DEL RUIDO DE IMPACTO SEGÚN ISO 16283-1




**Superficie** = 21,64 $m^2$
**Masa** = 167 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 75,52 $m^3$

1. panel de yeso-fibra reforzado (44 $kg/m^2$), (espesor: 32 mm)
2. panel de arena y cartón de alta densidad (34,6 $kg/m^2$), (espesor: 30 mm)
3. **SILENT FLOOR PUR- SILFLOORPUR10** (s: 10 mm)
4. CLT (espesor: 160 mm)
5. **XYLOFON 35 - XYL35100**
6. TITAN SILENT
7. CLT (espesor: 120 mm)

## AISLAMIENTO DEL RUIDO DE IMPACTO

| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 75,7 |
| 63 | 61,7 |
| 80 | 59,9 |
| 100 | 70,3 |
| 125 | 70 |
| 160 | 70,8 |
| 200 | 70 |
| 250 | 66,5 |
| 315 | 65 |
| 400 | 65,4 |
| 500 | 62,8 |
| 630 | 60,3 |
| 800 | 59,2 |
| 1000 | 54,3 |
| 1250 | 49,3 |
| 1600 | 45 |
| 2000 | 41,7 |
| 2500 | 38,2 |
| 3150 | 36,6 |
| 4000 | 34,3 |
| 5000 | 28,5 |

$L'_{n,w}(C_l)$ = **62 (0) dB**

$\Delta L_{n,w}(C_l)$ = -22 dB[1]

IIC = **48**

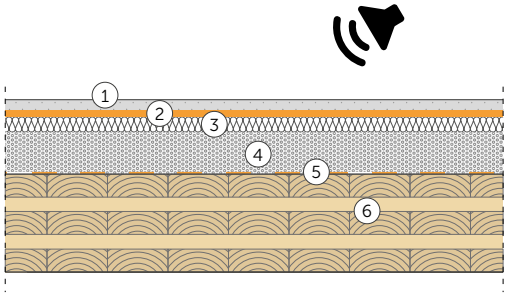
$\Delta IIC$ = +22[2]

**Laboratorio de pruebas:** Universität Innsbruck Arbeitsbereich für Holzbau Technikerstraße 13A - 6020 Innsbruck.
**Protocolo de la prueba:** M07B_T211217_m-Bodenaufbau

**NOTAS:**
(1) Disminución debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.
(2) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMA DE REFERENCIA ISO 10140-2

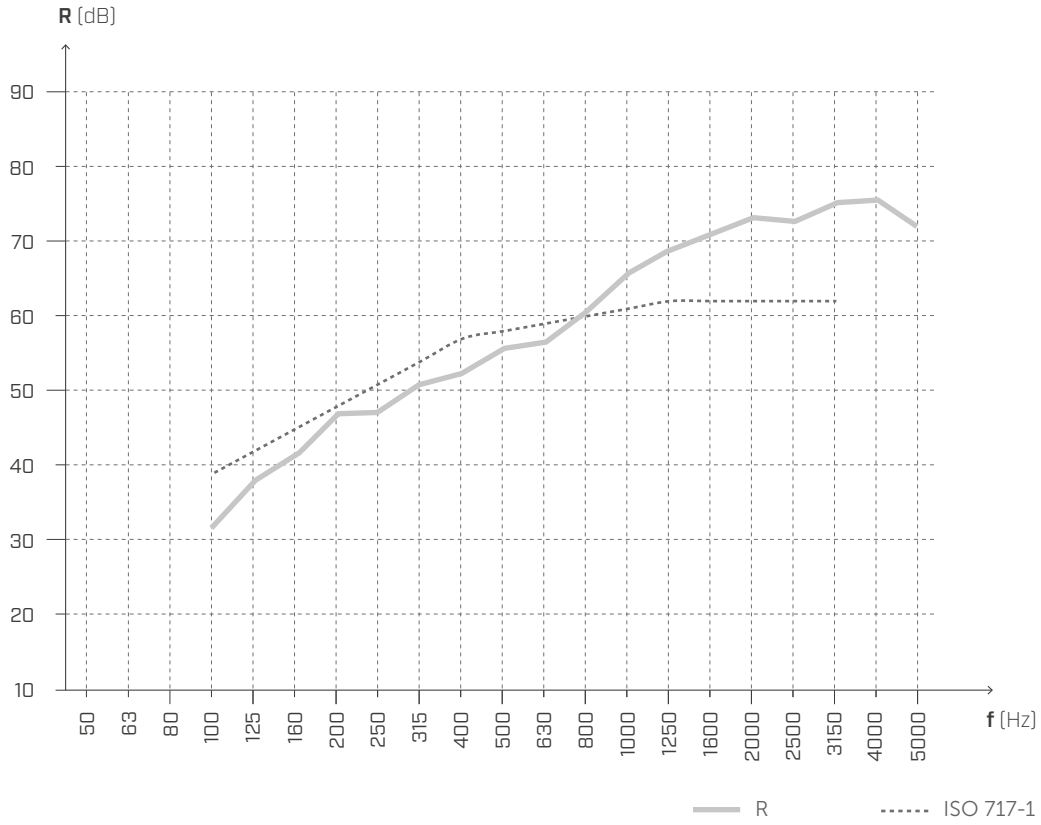



**FORJADO**

**Superficie** = 12 $m^2$
**Masa** = 230 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 54,7 $m^3$

1. Solado de hormigón (2000 $kg/m^3$) (espesor: 50 mm)
2. **SILENT FLOOR PUR** (espesor: 10 mm)
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (espesor: 40 mm)
4. Solera aligerada con EPS (500 $kg/m^3$) (espesor: 120 mm)
5. **BARRIER SD150**
6. CLT 5 capas (espesor: 150 mm)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | - |
| 63 | - |
| 80 | - |
| 100 | 30,7 |
| 125 | 37,1 |
| 160 | 40,8 |
| 200 | 46,3 |
| 250 | 46,1 |
| 315 | 49,5 |
| 400 | 51,6 |
| 500 | 54,4 |
| 630 | 55,7 |
| 800 | 59,6 |
| 1000 | 64,5 |
| 1250 | 67,6 |
| 1600 | 69,8 |
| 2000 | 72,1 |
| 2500 | 71,8 |
| 3150 | 74,1 |
| 4000 | 74,5 |
| 5000 | 71,1 |

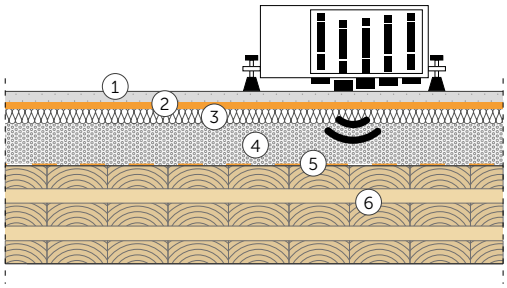
$R_w$ = **57 (-2;-9) dB**

STC = **57**

**Laboratorio de pruebas:** Alma Mater Studiorum Università di Bologna
**Protocolo de la prueba:** 01L/RothoB

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-3 Y EN ISO 717-2

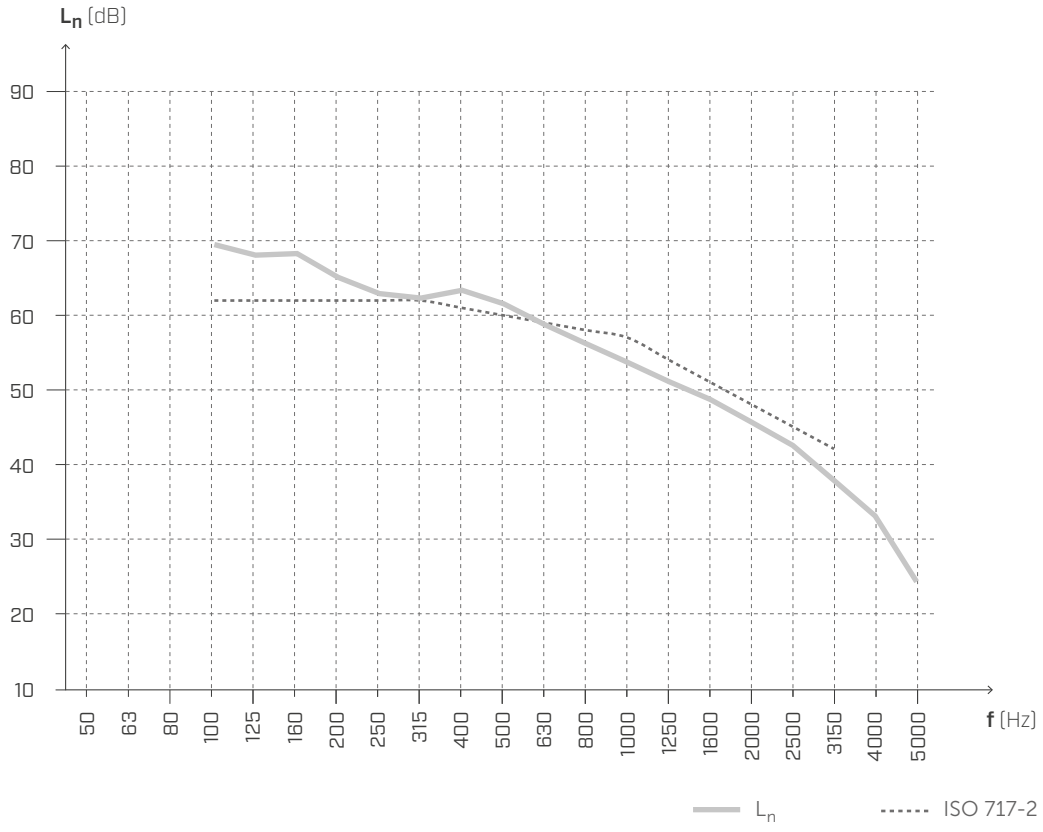



**FORJADO**

**Superficie** = 12 $m^2$
**Masa** = 230 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 54,7 $m^3$

1. Solado de hormigón (2000 $kg/m^3$) (espesor: 50 mm)
2. **SILENT FLOOR PUR** (espesor: 10 mm)
3. Aislante de lana mineral s' ≤ 10 $MN/m^3$ (110 $kg/m^3$) (espesor: 40 mm)
4. Solera aligerada con EPS (500 $kg/m^3$) (espesor: 120 mm)
5. **BARRIER SD150**
6. CLT 5 capas (espesor: 150 mm)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | - |
| 63 | - |
| 80 | - |
| 100 | 69,5 |
| 125 | 68,1 |
| 160 | 68,3 |
| 200 | 65,1 |
| 250 | 62,9 |
| 315 | 62,3 |
| 400 | 63,4 |
| 500 | 61,6 |
| 630 | 58,7 |
| 800 | 56,2 |
| 1000 | 53,7 |
| 1250 | 51,1 |
| 1600 | 48,7 |
| 2000 | 45,6 |
| 2500 | 42,5 |
| 3150 | 37,8 |
| 4000 | 33,0 |
| 5000 | 24,1 |

$L_{n,w}$ ($C_I$) = **60 (0) dB**

$\Delta L_{n,w}(C_I)$ = -27 dB[(1)]

IIC = **50**

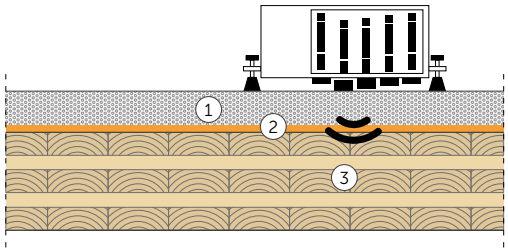
$\Delta IIC$ = +27[(2)]

**Laboratorio de pruebas:** Alma Mater Studiorum Università di Bologna
**Protocolo de la prueba:** 01R/RothoB

**NOTAS:**
(1) Disminución debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.
(2) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 3

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-3 Y EN ISO 717-2




**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 215,1 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

(1) Solera de hormigón (espesor: 50 mm); (2600 $kg/m^3$); (130 $kg/m^2$)
(2) **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
(3) CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO

| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 61,6 |
| 63 | 61,0 |
| 80 | 60,7 |
| 100 | 71,5 |
| 125 | 69,9 |
| 160 | 70,4 |
| 200 | 70,6 |
| 250 | 67,8 |
| 315 | 67,0 |
| 400 | 64,9 |
| 500 | 61,5 |
| 630 | 60,1 |
| 800 | 58,8 |
| 1000 | 56,9 |
| 1250 | 56,1 |
| 1600 | 54,8 |
| 2000 | 55,5 |
| 2500 | 55,5 |
| 3150 | 55,6 |
| 4000 | 51,8 |
| 5000 | 44,5 |

$L_{n,w}(C_l)$ = **65 (-2) dB**

*$\Delta L_{n,w}(C_l)$ = -21 dB[(1)]*

IIC = **44**

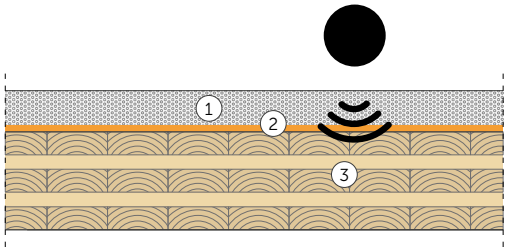
*$\Delta IIC$ = +20[(2)]*

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L2.

**NOTAS:**
(1) Disminución debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.
(2) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 3

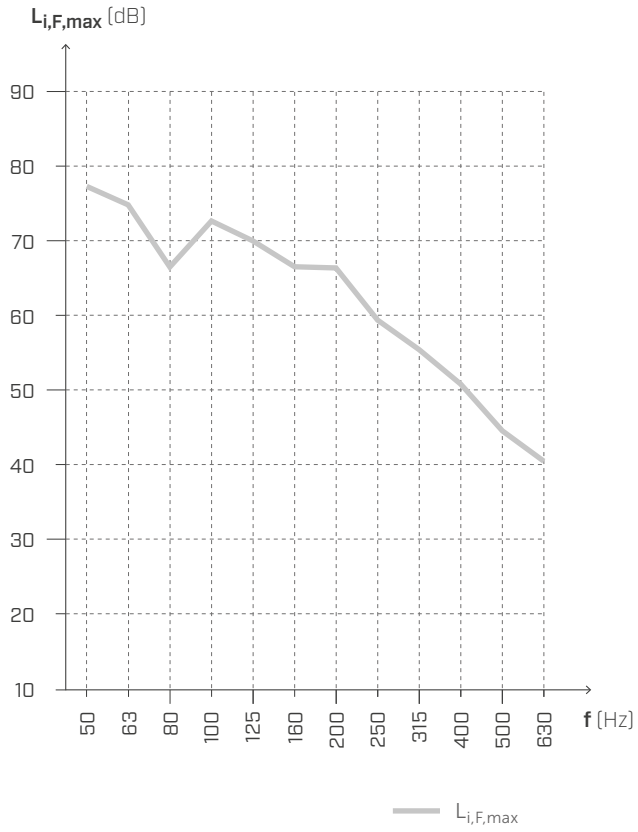
MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
MÉTODO DE LA RUBBER BALL | NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-3 Y EN ISO 717-2




**FORJADO**
**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 215,1 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

1 Solera de hormigón (espesor: 50 mm); (2600 $kg/m^3$); (130 $kg/m^2$)
2 **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
3 CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO

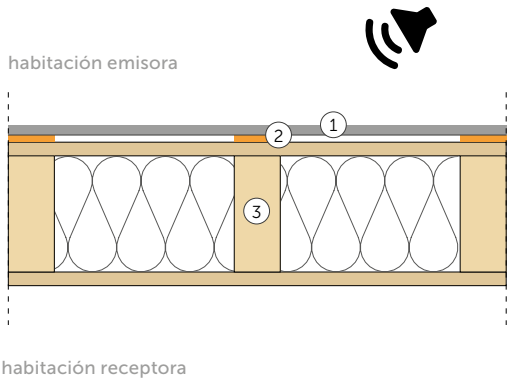



| f [Hz] | $L_{i,F,max}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 77,3 |
| 63 | 74,8 |
| 80 | 66,5 |
| 100 | 72,7 |
| 125 | 70,0 |
| 160 | 66,5 |
| 200 | 66,3 |
| 250 | 59,4 |
| 315 | 55,4 |
| 400 | 50,8 |
| 500 | 44,5 |
| 630 | 40,4 |

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 4A

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-2 Y EN ISO 717-1

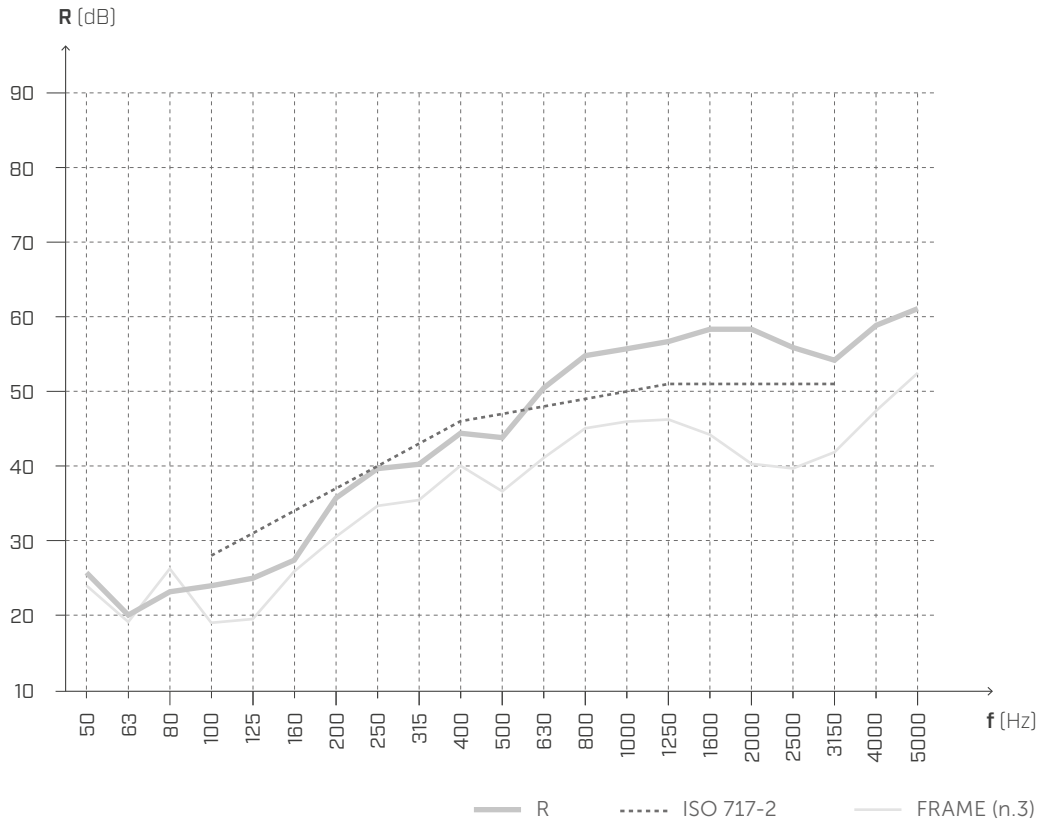



**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 33,6 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

1. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
2. **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
3. Entramado de madera (espesor: 170 mm)
   montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm
   2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
   OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 25,7 |
| 63 | 20,1 |
| 80 | 23,2 |
| 100 | 24,0 |
| 125 | 25,0 |
| 160 | 27,4 |
| 200 | 35,7 |
| 250 | 39,7 |
| 315 | 40,3 |
| 400 | 44,4 |
| 500 | 43,8 |
| 630 | 50,5 |
| 800 | 54,8 |
| 1000 | 55,7 |
| 1250 | 56,7 |
| 1600 | 58,3 |
| 2000 | 58,3 |
| 2500 | 55,9 |
| 3150 | 54,2 |
| 4000 | 58,9 |
| 5000 | 61,1 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **47 (-2;-8) dB**

$\Delta R_w$ = +6 dB[(1)]

STC = **48**

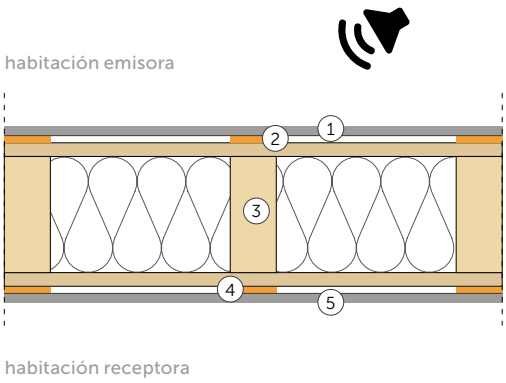
$\Delta STC$ = +7 [(1)]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R6a.

**NOTAS:**
(1) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 4B

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-2 Y EN ISO 717-1

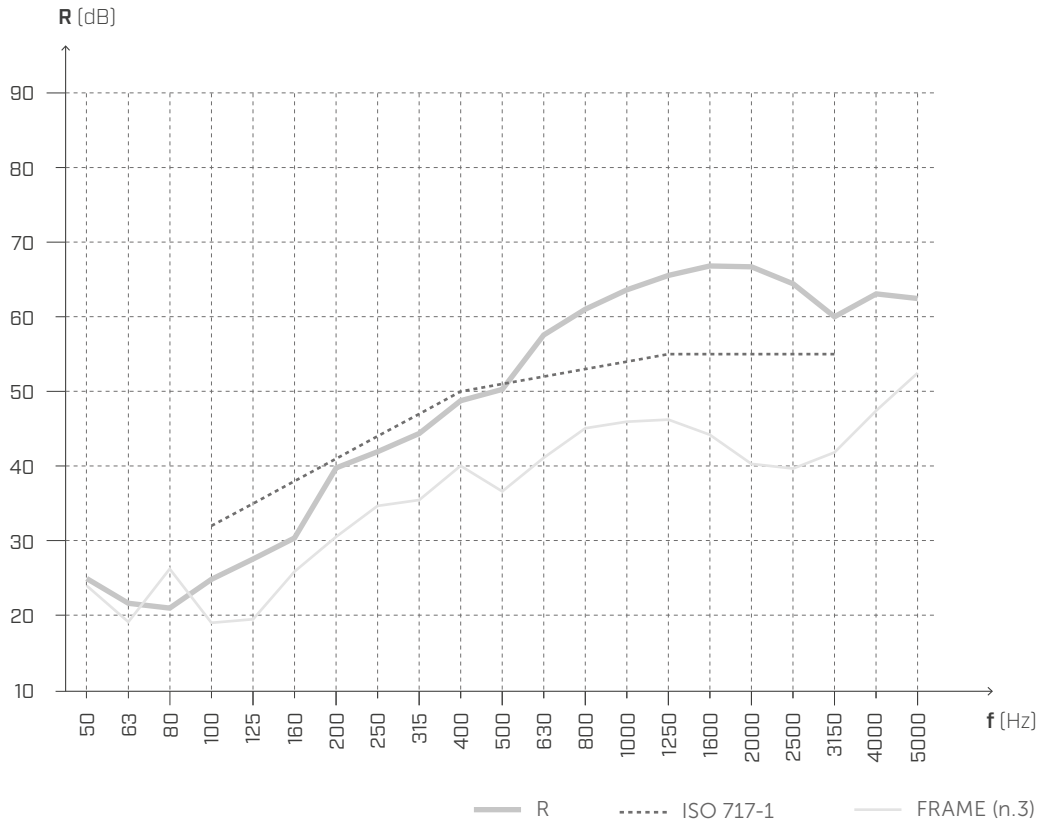



**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 42,9 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

1. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
2. **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
3. Entramado de madera (espesor: 170 mm)
   montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm
   2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
   OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)
4. **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
5. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 24,9 |
| 63 | 21,6 |
| 80 | 21,0 |
| 100 | 24,8 |
| 125 | 27,6 |
| 160 | 30,4 |
| 200 | 39,8 |
| 250 | 41,9 |
| 315 | 44,4 |
| 400 | 48,8 |
| 500 | 50,3 |
| 630 | 57,6 |
| 800 | 61,0 |
| 1000 | 63,6 |
| 1250 | 65,5 |
| 1600 | 66,8 |
| 2000 | 66,7 |
| 2500 | 64,4 |
| 3150 | 60,0 |
| 4000 | 63,1 |
| 5000 | 62,5 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **51 (-3;-10) dB**

*$\Delta R_w$ = +10 dB[(1)]*

STC = **51**

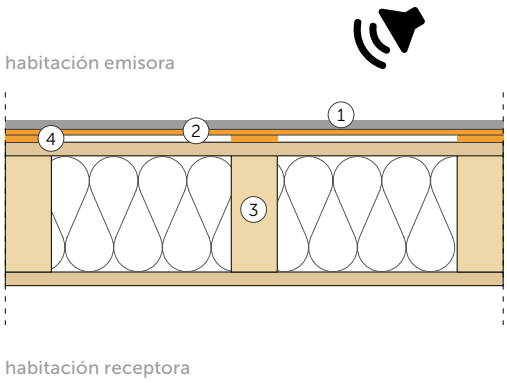
*$\Delta STC$ = +10[(1)]*

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R6b.

**NOTAS:**
(1) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 5A

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-2 Y EN ISO 717-1

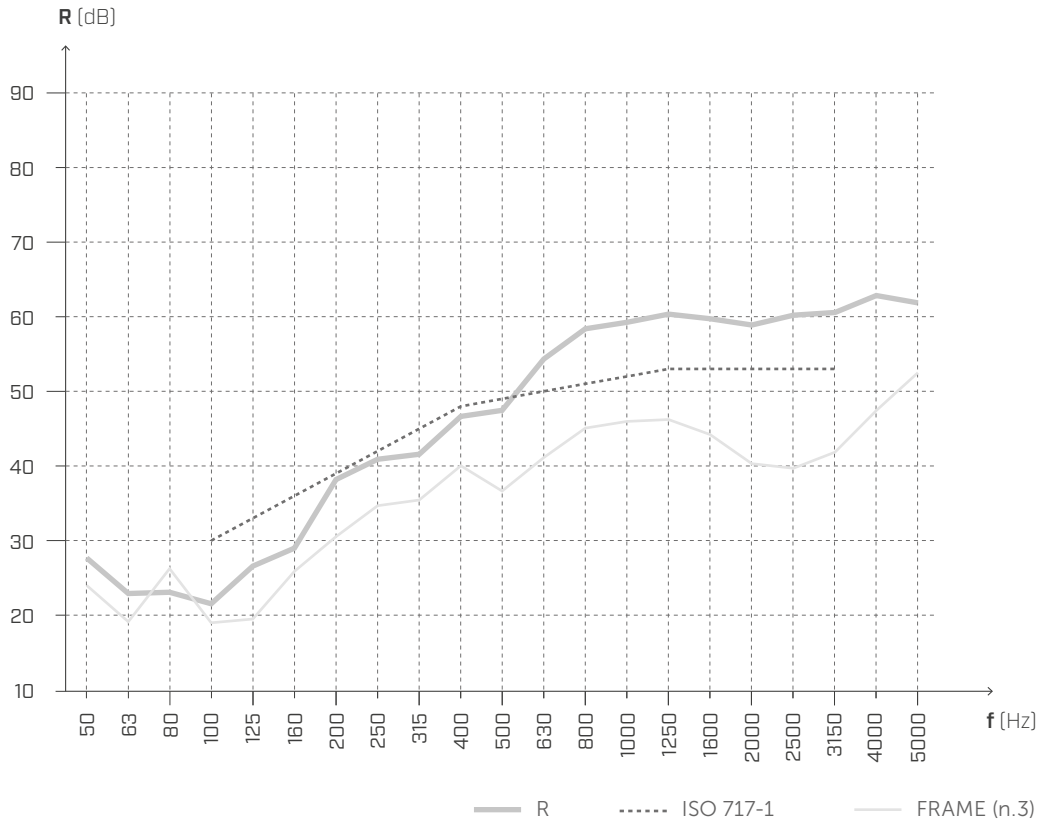



**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 38,6 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

(1) Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
(2) **SILENT WALL BYTUM SA** (espesor: 4 mm), (1250 $kg/m^3$), (5 $kg/m^2$)
(3) **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
(4) Entramado de madera (espesor: 170 mm)
montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm
2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 27,7 |
| 63 | 22,9 |
| 80 | 23,1 |
| 100 | 21,6 |
| 125 | 26,6 |
| 160 | 29,0 |
| 200 | 38,2 |
| 250 | 40,9 |
| 315 | 41,6 |
| 400 | 46,7 |
| 500 | 47,5 |
| 630 | 54,3 |
| 800 | 58,4 |
| 1000 | 59,2 |
| 1250 | 60,3 |
| 1600 | 59,7 |
| 2000 | 58,9 |
| 2500 | 60,2 |
| 3150 | 60,6 |
| 4000 | 62,8 |
| 5000 | 61,8 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **49 (-3;-10) dB** STC = **50**

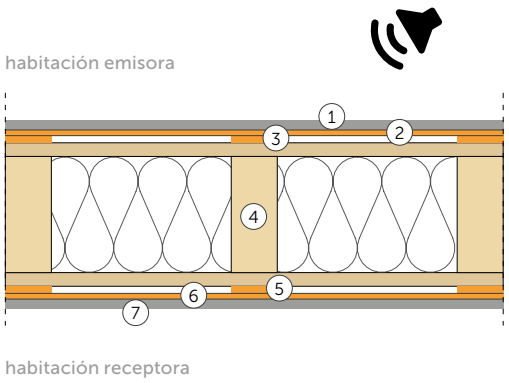
$\Delta R_w$ = +8 dB[1] $\Delta STC$ = +9[1]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R5a.

**NOTAS:**
[1] Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 5B

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-2 Y EN ISO 717-1

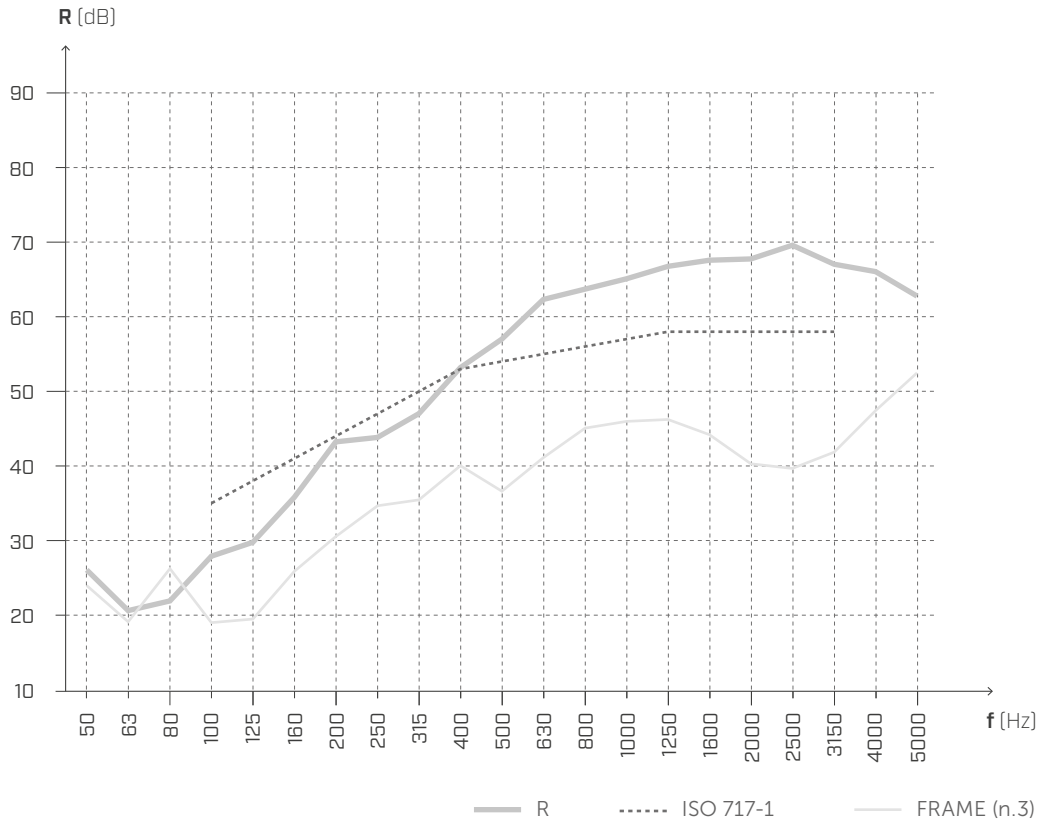



**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 52,9 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

1. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
2. **SILENT WALL BYTUM SA** (espesor: 4 mm), (1250 $kg/m^3$), (5 $kg/m^2$)
3. **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
4. Entramado de madera (espesor: 170 mm)
   montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm
   2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
   OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)
5. **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
6. **SILENT WALL BYTUM SA** (espesor: 4 mm), (1250 $kg/m^3$), (5 $kg/m^2$)
7. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 26,1 |
| 63 | 20,6 |
| 80 | 21,9 |
| 100 | 27,9 |
| 125 | 29,8 |
| 160 | 35,8 |
| 200 | 43,2 |
| 250 | 43,8 |
| 315 | 47,0 |
| 400 | 53,2 |
| 500 | 57,0 |
| 630 | 62,3 |
| 800 | 63,7 |
| 1000 | 65,1 |
| 1250 | 66,8 |
| 1600 | 67,6 |
| 2000 | 67,7 |
| 2500 | 69,6 |
| 3150 | 67,0 |
| 4000 | 66,0 |
| 5000 | 62,8 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **54 (-3;-9) dB**

$\Delta R_w$ = +13 dB[(1)]

STC = **54**

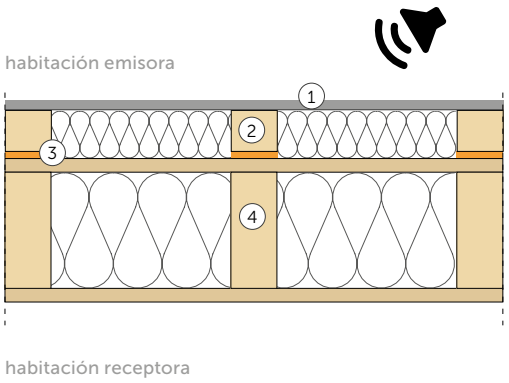
$\Delta STC$ = +13[(1)]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R5b.

**NOTAS:**
(1) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 6A

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-2 Y EN ISO 717-1




**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 37,2 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

(1) Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
(2) Trasdosado (espesor: 40 mm
rastreles de madera 40 x 60mm - intereje 600 mm
lana de roca (espesor: 40 mm), (38 $kg/m^3$)
(3) **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
(4) Entramado de madera (espesor: 170 mm)
montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm
2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA

| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 22,9 |
| 63 | 18,0 |
| 80 | 22,1 |
| 100 | 23,4 |
| 125 | 24,2 |
| 160 | 32,4 |
| 200 | 37,5 |
| 250 | 42,5 |
| 315 | 45,8 |
| 400 | 48,1 |
| 500 | 48,9 |
| 630 | 54,5 |
| 800 | 56,1 |
| 1000 | 57,5 |
| 1250 | 58,9 |
| 1600 | 60,8 |
| 2000 | 59,9 |
| 2500 | 59,0 |
| 3150 | 58,2 |
| 4000 | 65,7 |
| 5000 | 72,2 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **50 (-4;-10) dB**

$\Delta R_w$ = +9 dB[(1)]

STC = **48**

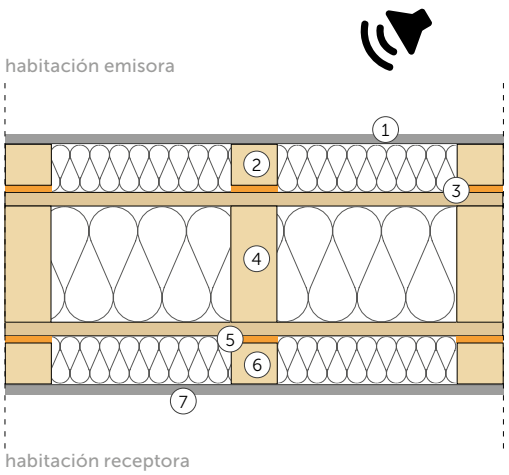
$\Delta STC$ = +7[(1)]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R12a.

**NOTAS:**
(1) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 6B

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMA DE REFERENCIA ISO 10140-2




**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 52,2 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

1. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
2. Trasdosado (espesor: 40 mm)
   rastreles de madera 40 x 60 mm - intereje 600 mm;
   lana de roca (espesor: 40 mm), (38 $kg/m^3$)
3. **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
4. Entramado de madera (espesor: 170 mm)
   montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm;
   2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
   OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)
5. **Tiras SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm), (110 $kg/m^3$), (1,1 $kg/m^2$)
6. Trasdosado (espesor: 40 mm)
   rastreles de madera 40 x 60 mm - intereje 600 mm;
   lana de roca (espesor: 40 mm), (38 $kg/m^3$)
7. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA

| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 22,6 |
| 63 | 14,4 |
| 80 | 18,1 |
| 100 | 25,7 |
| 125 | 29,4 |
| 160 | 35,2 |
| 200 | 40,9 |
| 250 | 47,6 |
| 315 | 53,1 |
| 400 | 55,3 |
| 500 | 59,1 |
| 630 | 62,8 |
| 800 | 65,3 |
| 1000 | 68,1 |
| 1250 | 69,6 |
| 1600 | 73,0 |
| 2000 | 74,0 |
| 2500 | 71,0 |
| 3150 | 64,9 |
| 4000 | 69,0 |
| 5000 | 74,5 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **55 (-5;-12) dB**

$\Delta R_w$ = +14 dB[(1)]

STC = **53**

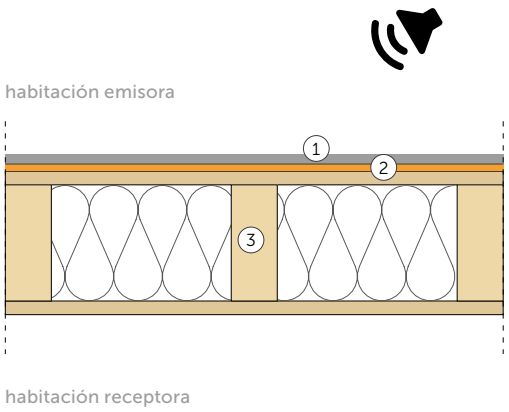
$\Delta STC$ = +12[(1)]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R12b.

**NOTAS:**
(1) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 7A

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-2 Y EN ISO 717-1




**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 34,4 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

1. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
2. **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
3. Entramado de madera (espesor: 170 mm)
   montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm
   2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
   OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA

| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 23,6 |
| 63 | 19,9 |
| 80 | 24,2 |
| 100 | 23,3 |
| 125 | 24,2 |
| 160 | 26,4 |
| 200 | 34,0 |
| 250 | 38,7 |
| 315 | 40,6 |
| 400 | 44,8 |
| 500 | 46,8 |
| 630 | 53,6 |
| 800 | 59,2 |
| 1000 | 61,0 |
| 1250 | 62,3 |
| 1600 | 61,8 |
| 2000 | 59,1 |
| 2500 | 57,3 |
| 3150 | 56,2 |
| 4000 | 62,4 |
| 5000 | 68,7 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **47 (-3;-9) dB**

$\Delta R_w$ = +6 dB[(1)]

STC = **47**

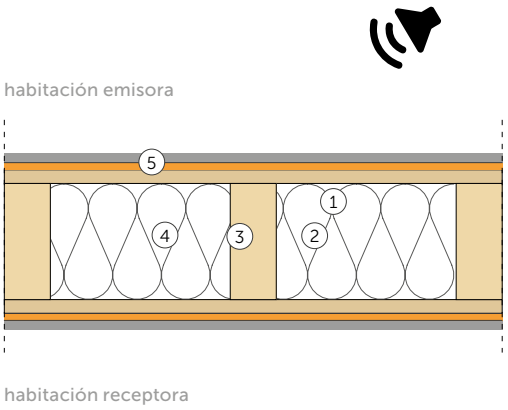
$\Delta STC$ = +6[(1)]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R13a.

**NOTAS:**
(1) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | PARED DE ENTRAMADO 7B

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-2 Y EN ISO 717-1

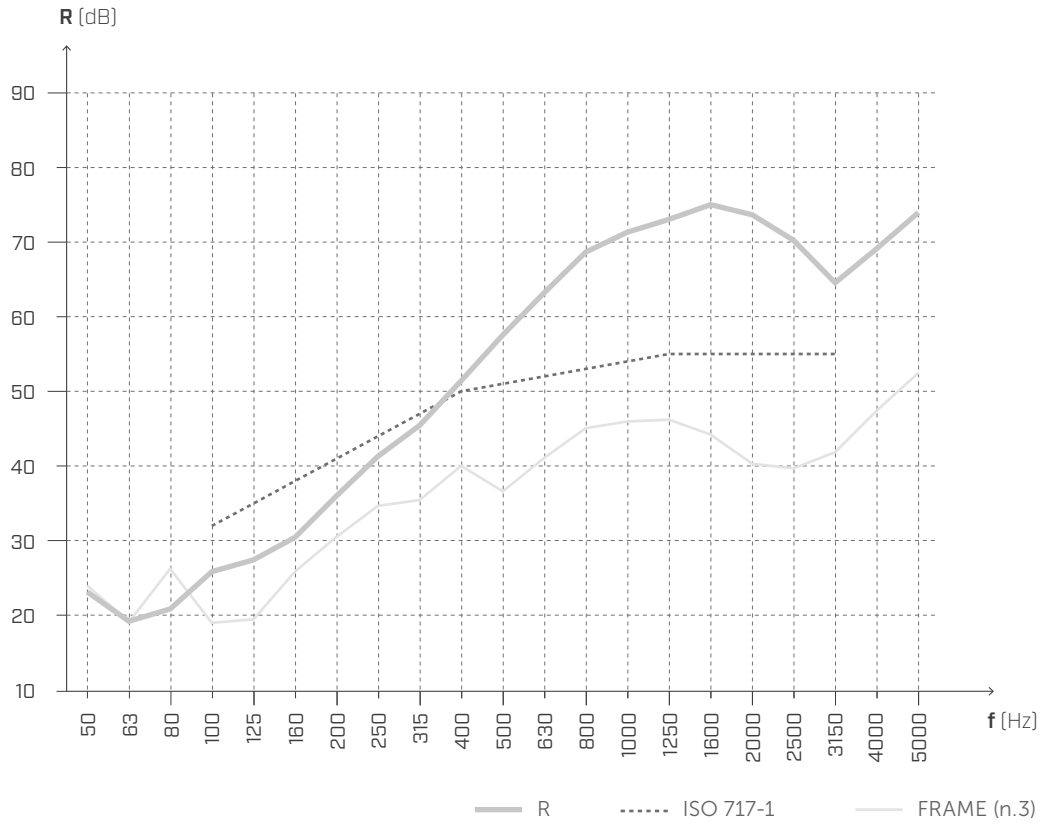



**PARED**

**Superficie** = 10,16 $m^2$
**Masa superficial** = 44,5 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,6 $m^3$

1. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)
2. **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
3. Entramado de madera (espesor: 170 mm)
   montantes de madera 60 x 140 mm - intereje 600 mm;
   2x lana de roca (espesor: 60 mm), (70 $kg/m^3$)
   OSB (espesor: 15 mm), (550 $kg/m^3$)
4. **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR10** (espesor: 10 mm)
5. Cartón yeso (espesor: 12,5 mm), (720 $kg/m^3$), (9 $kg/m^2$)

## AISLAMIENTO ACÚSTICO POR VÍA AÉREA




| f [Hz] | R [dB] |
|---|---|
| 50 | 23,2 |
| 63 | 19,3 |
| 80 | 20,9 |
| 100 | 25,9 |
| 125 | 27,4 |
| 160 | 30,5 |
| 200 | 36,0 |
| 250 | 41,3 |
| 315 | 45,4 |
| 400 | 51,4 |
| 500 | 57,6 |
| 630 | 63,2 |
| 800 | 68,6 |
| 1000 | 71,3 |
| 1250 | 73,0 |
| 1600 | 75,0 |
| 2000 | 73,6 |
| 2500 | 70,2 |
| 3150 | 64,5 |
| 4000 | 69,1 |
| 5000 | 73,9 |

$R_w(C;C_{tr})$ = **51 (-3;-9) dB**

$\Delta R_w$ = +10 dB[(1)]

STC = **51**

$\Delta STC$ = +10[(1)]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-R13b.

**NOTAS:**
(1) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES IN SITU

## EDIFICIO COMERCIAL

Atlanta (Estados Unidos)

El edificio de nueva construcción cuenta con oficinas, restaurantes, tiendas, un hotel y galerías de arte y es un proyecto muy innovador que también utiliza la madera como material estructural. Para mejorar el rendimiento acústico de los forjados se ha utilizado SILENT FLOOR PUR y para reducir la transmisión por flancos, ALADIN.

| | |
|---|---|
| **descripción** | edificio comercial de más de 300.000 pies cuadrados |
| **tipo de estructura** | mixta |
| **lugar** | Atlanta (Georgia, Estados Unidos) |
| **productos** | SILENT FLOOR PUR, ALADIN |

# SILFLOORPUR15

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Masa superficial m | - | 1,4 kg/m$^2$ |
| Densidad ρ | - | 90 kg/m$^3$ |
| Rigidez dinámica aparente s'$_t$ | EN 29052-1 | 8,8 MN/m$^3$ |
| Rigidez dinámica s' | EN 29052-1 | 8,8 MN/m$^3$ |
| Estimación teórica de la reducción del nivel de presión acústica de pisadas $\Delta L_w$ (1) | ISO 12354-2 | 34,6 dB |
| Frecuencia de resonancia del sistema $f_0$ (2) | ISO 12354-2 | 42,5 Hz |
| Reducción del nivel de presión acústica de pisadas $\Delta L_w$ (3) | ISO 10140-3 | 23 dB |
| Resistencia térmica $R_t$ | - | 0,52 m$^2$K/W |
| Resistividad al flujo de aire r | ISO 9053 | < 10,0 kPa·s·m$^{-2}$ |
| Clase de compresibilidad | EN 12431 | CP2 |
| CREEP Deslizamiento viscoso por compresión $X_{ct}$ (1,5 kPa) | EN 1606 | 7,50 % |
| Esfuerzo deformación por compresión | ISO 3386-1 | 17 kPa |
| Conductividad térmica λ | - | 0,035 W/m·K |
| Calor específico c | - | 1800 J/kg·K |
| Transmisión de vapor de agua Sd | - | > 100 m |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase F |
| Clasificación de emisiones de VOC | decreto francés n.° 2011-321 | A+ |

(1)$\Delta L_w$= (13 lg(m'))-(14,2 lg(s'))+20,8 [dB] con m'= 125 kg/m$^2$.
(2)$f_0$= 160 √(s'/m') con m'= 125 kg/m$^2$.
(3)Medición realizada en laboratorio con un forjado de CLT de 200 mm. Consulta el manual para más información sobre la configuración.

## EN ISO 12354-2 ANEXO C | ESTIMACIÓN $\Delta L_W$ (FÓRMULA C.4) Y $\Delta L$ (FÓRMULA C.1)

En las siguientes tablas se muestra cómo varía la atenuación en dB ($\Delta L_W$ y $\Delta L$) del SILFLOORPUR15 a medida que varía la carga m' (es decir, la masa superficial de las capas con las que se carga el SILFLOORPUR15).

### SILFLOORPUR15

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **s't o bien s'** | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | [MN/m$^3$] |
| | **carga m'** | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | [kg/m$^2$] |
| | **$\Delta L_w$** | 29,5 | 31,8 | 33,4 | 34,6 | 35,7 | 36,5 | 37,3 | 38,0 | 38,6 | 39,1 | 39,6 | [dB] |
| | **$f_0$** | 67,1 | 54,8 | 47,5 | 42,5 | 38,8 | 35,9 | 33,6 | 31,6 | 30,0 | 28,6 | 27,4 | [Hz] |
| | | **ΔL** en frecuencia | | | | | | | | | | | |
| [Hz] | **100** | 5,2 | 7,8 | 9,7 | 11,2 | 12,4 | 13,4 | 14,2 | 15,0 | 15,7 | 16,3 | 16,9 | [dB] |
| [Hz] | **125** | 8,1 | 10,7 | 12,6 | 14,1 | 15,3 | 16,3 | 17,1 | 17,9 | 18,6 | 19,2 | 19,8 | [dB] |
| [Hz] | **160** | 11,3 | 14,0 | 15,8 | 17,3 | 18,5 | 19,5 | 20,3 | 21,1 | 21,8 | 22,4 | 23,0 | [dB] |
| [Hz] | **200** | 14,2 | 16,9 | 18,7 | 20,2 | 21,4 | 22,4 | 23,3 | 24,0 | 24,7 | 25,3 | 25,9 | [dB] |
| [Hz] | **250** | 17,1 | 19,8 | 21,6 | 23,1 | 24,3 | 25,3 | 26,2 | 26,9 | 27,6 | 28,2 | 28,8 | [dB] |
| [Hz] | **315** | 20,1 | 22,8 | 24,7 | 26,1 | 27,3 | 28,3 | 29,2 | 29,9 | 30,6 | 31,2 | 31,8 | [dB] |
| [Hz] | **400** | 23,3 | 25,9 | 27,8 | 29,2 | 30,4 | 31,4 | 32,3 | 33,1 | 33,7 | 34,4 | 34,9 | [dB] |
| [Hz] | **500** | 26,2 | 28,8 | 30,7 | 32,1 | 33,3 | 34,3 | 35,2 | 36,0 | 36,6 | 37,3 | 37,8 | [dB] |
| [Hz] | **630** | 29,2 | 31,8 | 33,7 | 35,1 | 36,3 | 37,3 | 38,2 | 39,0 | 39,7 | 40,3 | 40,8 | [dB] |
| [Hz] | **800** | 32,3 | 34,9 | 36,8 | 38,3 | 39,4 | 40,4 | 41,3 | 42,1 | 42,8 | 43,4 | 44,0 | [dB] |
| [Hz] | **1000** | 35,2 | 37,8 | 39,7 | 41,2 | 42,4 | 43,4 | 44,2 | 45,0 | 45,7 | 46,3 | 46,9 | [dB] |
| [Hz] | **1250** | 38,1 | 40,7 | 42,6 | 44,1 | 45,3 | 46,3 | 47,1 | 47,9 | 48,6 | 49,2 | 49,8 | [dB] |
| [Hz] | **1600** | 41,3 | 44,0 | 45,8 | 47,3 | 48,5 | 49,5 | 50,3 | 51,1 | 51,8 | 52,4 | 53,0 | [dB] |
| [Hz] | **2000** | 44,2 | 46,9 | 48,7 | 50,2 | 51,4 | 52,4 | 53,3 | 54,0 | 54,7 | 55,3 | 55,9 | [dB] |
| [Hz] | **2500** | 47,1 | 49,8 | 51,6 | 53,1 | 54,3 | 55,3 | 56,2 | 56,9 | 57,6 | 58,2 | 58,8 | [dB] |
| [Hz] | **3150** | 50,1 | 52,8 | 54,7 | 56,1 | 57,3 | 58,3 | 59,2 | 59,9 | 60,6 | 61,2 | 61,8 | [dB] |

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.4*

$$\Delta L_w = \left(13 \lg\left(m'\right)\right) - \left(14{,}2 \lg\left(s'\right)\right) + 20{,}8 \text{ dB}$$

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.1*

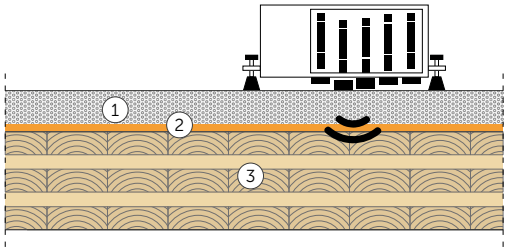
$$\Delta L = \left(30 \lg \frac{f}{f_0}\right) \text{dB}$$

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.2*

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-3 Y EN ISO 717-2




**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 215,7 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

(1) Solera de hormigón (espesor: 50 mm); (2600 $kg/m^3$); (130 $kg/m^2$)
(2) **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR15** (espesor: 15 mm)
(3) CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO

| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 62,7 |
| 63 | 63,1 |
| 80 | 64,0 |
| 100 | 70,6 |
| 125 | 67,3 |
| 160 | 64,6 |
| 200 | 66,9 |
| 250 | 63,9 |
| 315 | 62,4 |
| 400 | 60,5 |
| 500 | 58,3 |
| 630 | 56,9 |
| 800 | 56,2 |
| 1000 | 54,0 |
| 1250 | 53,2 |
| 1600 | 53,5 |
| 2000 | 56,4 |
| 2500 | 54,3 |
| 3150 | 50,0 |
| 4000 | 46,0 |
| 5000 | 40,7 |

$L_{n,w}(C_l)$ = **63 (-3) dB**

$\Delta L_{n,w}$ = -23 dB[1]

IIC = **47**

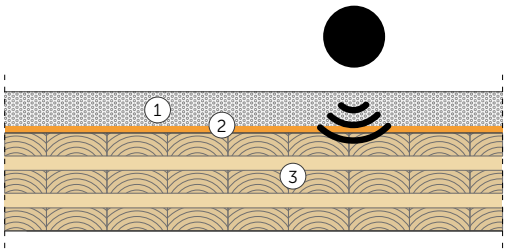
$\Delta IIC$ = +23[2]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L6.

**NOTAS:**
(1) Disminución debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.
(2) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
MÉTODO DE LA RUBBER BALL | NORMA DE REFERENCIA: ISO 16283-2

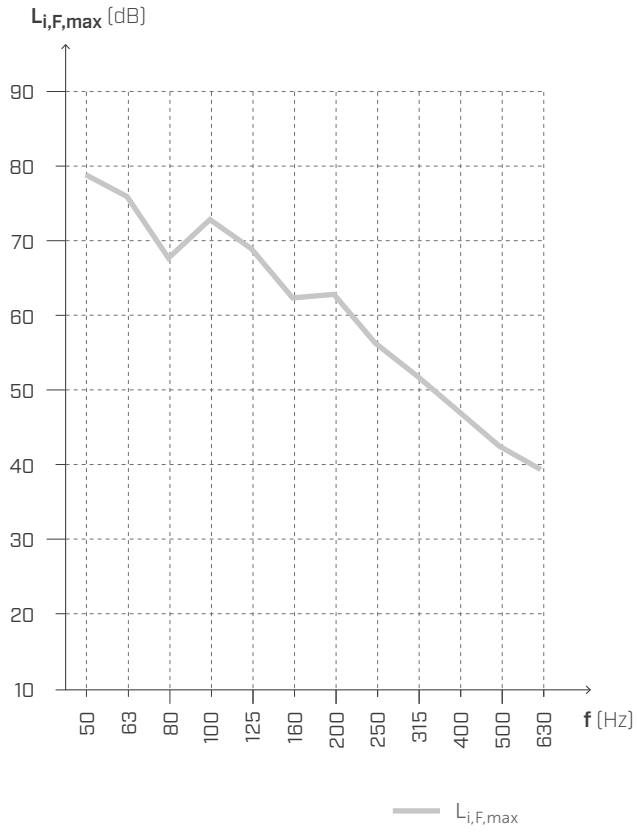



**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 215,7 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

(1) Solera de hormigón (espesor: 50 mm); (2600 $kg/m^3$); (130 $kg/m^2$)
(2) **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR15** (espesor: 15 mm)
(3) CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO

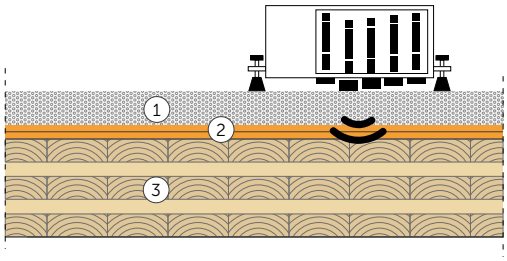



| f [Hz] | $L_{i,F,max}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 78,8 |
| 63 | 75,9 |
| 80 | 67,7 |
| 100 | 72,8 |
| 125 | 68,9 |
| 160 | 62,3 |
| 200 | 62,8 |
| 250 | 56,3 |
| 315 | 51,9 |
| 400 | 47,2 |
| 500 | 42,5 |
| 630 | 39,4 |

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L6.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-3 Y EN ISO 717-2

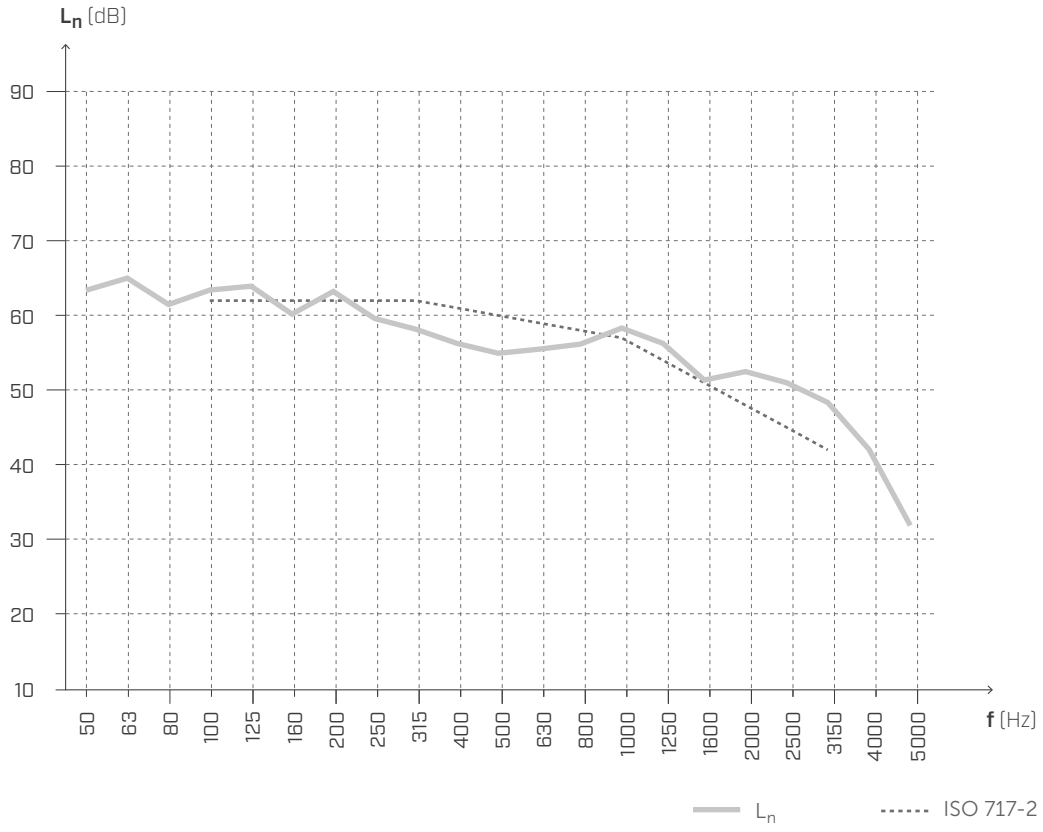



**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 217,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

1. Solera de hormigón (espesor: 50 mm), (2600 $kg/m^3$), (130 $kg/m^2$)
2. **2x SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR15** (espesor: 15 mm)
3. CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 63,4 |
| 63 | 65,0 |
| 80 | 61,5 |
| 100 | 63,4 |
| 125 | 63,9 |
| 160 | 60,2 |
| 200 | 63,2 |
| 250 | 59,6 |
| 315 | 58,2 |
| 400 | 56,3 |
| 500 | 55,0 |
| 630 | 55,5 |
| 800 | 56,2 |
| 1000 | 58,3 |
| 1250 | 56,3 |
| 1600 | 51,3 |
| 2000 | 52,5 |
| 2500 | 51,0 |
| 3150 | 48,4 |
| 4000 | 42,1 |
| 5000 | 31,9 |

$L_{n,w}(C_l)$ = **60 (-4) dB**

*$\Delta L_{n,w}$ = -26 dB*[1]

IIC = **50**

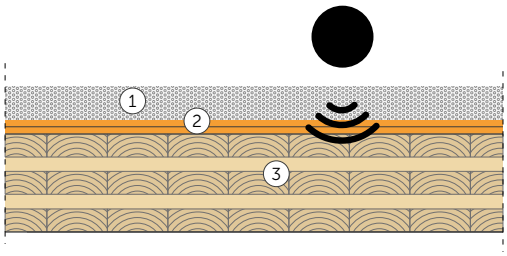
*$\Delta IIC$ = +26*[2]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L6.

**NOTAS:**
[1] Disminución debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.
[2] Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 2

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
MÉTODO DE LA RUBBER BALL | NORMA DE REFERENCIA: ISO 16283-2

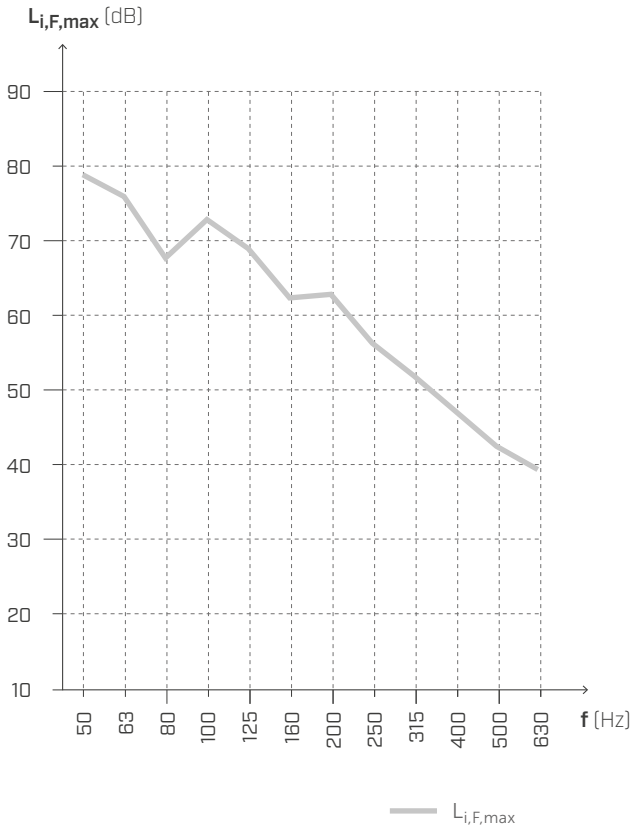



**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 217,3 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

1 Solera de hormigón (espesor: 50 mm), (2600 $kg/m^3$), (130 $kg/m^2$)
2 **2x SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR15** (espesor: 15 mm)
3 CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

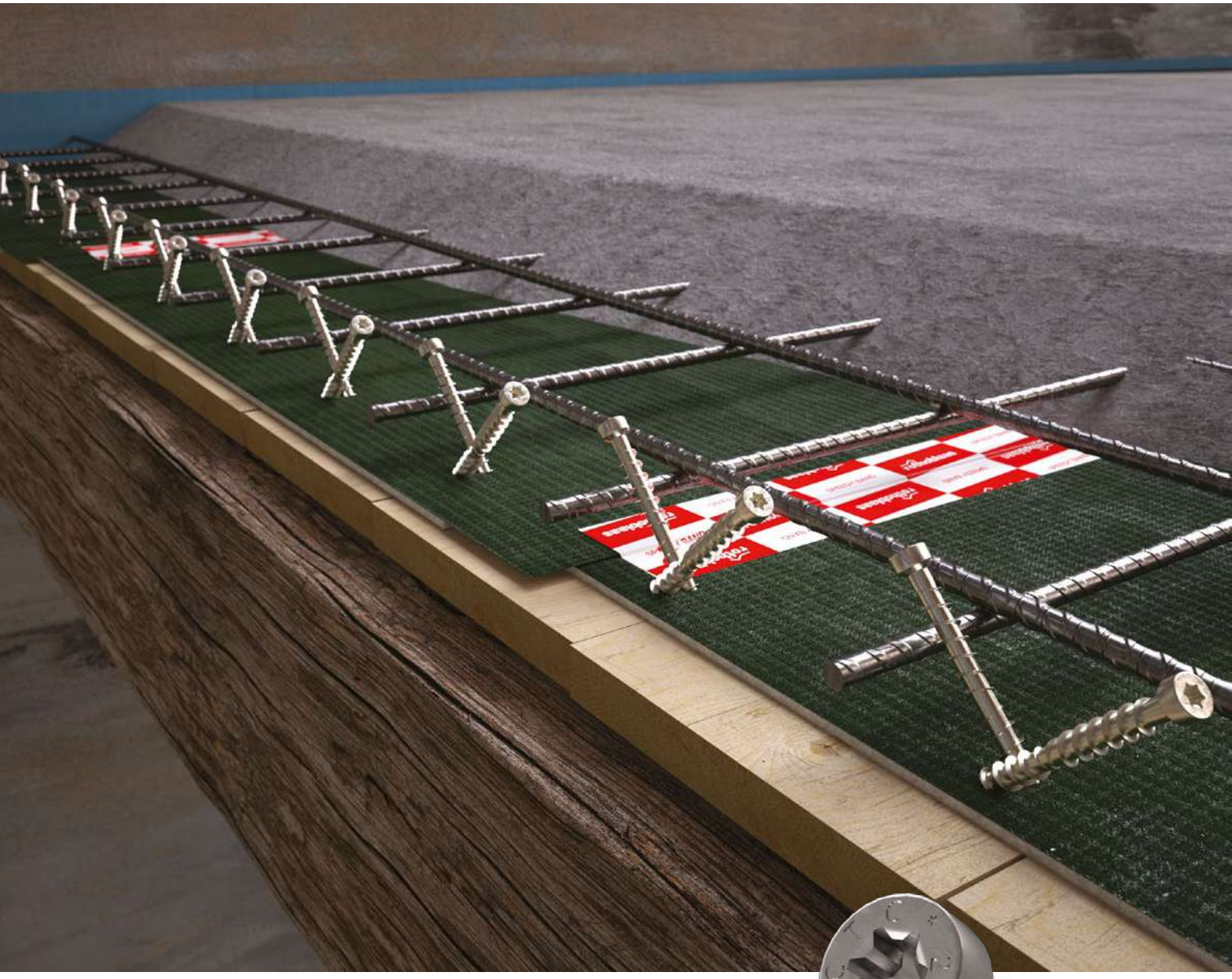
## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_{i,F,max}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 81,5 |
| 63 | 79,0 |
| 80 | 68,2 |
| 100 | 65,2 |
| 125 | 63,5 |
| 160 | 57,8 |
| 200 | 59,6 |
| 250 | 52,9 |
| 315 | 48,5 |
| 400 | 44,3 |
| 500 | 40,7 |
| 630 | 38,0 |

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L6.

# ALGUNAS COLABORACIONES NACEN PARA DURAR



CTC es el conector para forjados de madera-hormigón.
Certificado CE, permite conectar una losa de hormigón de 5 o 6 cm a las vigas de madera del forjado subyacente y obtener una nueva estructura de madera-hormigón con una resistencia extraordinaria y unas óptimas prestaciones estáticas y acústicas. Sistema homologado, autoperforante, reversible, rápido y no invasivo.

**Escanea el código QR y descubre las características del conector CTC**

**www.rothoblaas.es**

rothoblaas

Solutions for Building Technology

# SILFLOORPUR20

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Masa superficial m | - | 1,8 kg/m$^2$ |
| Densidad ρ | - | 90 kg/m$^3$ |
| Rigidez dinámica aparente s'$_t$ | EN 29052-1 | 7,4 MN/m$^3$ |
| Rigidez dinámica s' | EN 29052-1 | 7,4 MN/m$^3$ |
| Estimación teórica de la reducción del nivel de presión acústica de pisadas $\Delta L_w$ (1) | ISO 12354-2 | 35,7 dB |
| Frecuencia de resonancia del sistema $f_0$ (2) | ISO 12354-2 | 38,9 Hz |
| Reducción del nivel de presión acústica de pisadas $\Delta L_w$ (3) | ISO 10140-3 | 25 dB |
| Resistencia térmica $R_t$ | - | 0,92 m$^2$K/W |
| Resistividad al flujo de aire r | ISO 9053 | < 10,0 kPa·s·m$^{-2}$ |
| Clase de compresibilidad | EN 12431 | CP2 |
| CREEP Deslizamiento viscoso por compresión $X_{ct}$ (1,5 kPa) | EN 1606 | 7,50 % |
| Esfuerzo deformación por compresión | ISO 3386-1 | 17 kPa |
| Conductividad térmica λ | - | 0,035 W/m·K |
| Calor específico c | - | 1800 J/kg·K |
| Transmisión de vapor de agua Sd | - | > 100 m |
| Reacción al fuego | EN 13501-1 | clase F |
| Clasificación de emisiones de VOC | decreto francés n.° 2011-321 | A+ |

(1)$\Delta L_w$= (13 lg(m'))-(14,2 lg(s'))+20,8 [dB] con m'= 125 kg/m$^2$.
(2)$f_0$= 160 √(s'/m') con m'= 125 kg/m$^2$.
(3)Medición realizada en laboratorio con un forjado de CLT de 200 mm. Consulta el manual para más información sobre la configuración.

## EN ISO 12354-2 ANEXO C | ESTIMACIÓN $\Delta L_W$ (FÓRMULA C.4) Y $\Delta L$ (FÓRMULA C.1)

En las siguientes tablas se muestra cómo varía la atenuación en dB ($\Delta L_W$ y $\Delta L$) del SILFLOORPUR20 a medida que varía la carga m' (es decir, la masa superficial de las capas con las que se carga el SILFLOORPUR20).

### SILFLOORPUR20

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **s't o bien s'** | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | [MN/m$^3$] |
| | **carga m'** | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | [kg/m$^2$] |
| | **$\Delta L_w$** | 27,3 | 29,6 | 31,2 | 32,5 | 33,5 | 34,4 | 35,1 | 35,8 | 36,4 | 36,9 | 37,4 | [dB] |
| | **$f_0$** | 80,0 | 65,3 | 56,6 | 50,6 | 46,2 | 42,8 | 40,0 | 37,7 | 35,8 | 34,1 | 32,7 | [Hz] |
| | | **ΔL** en frecuencia | | | | | | | | | | | |
| [Hz] | **100** | 2,9 | 5,5 | 7,4 | 8,9 | 10,1 | 11,1 | 11,9 | 12,7 | 13,4 | 14,0 | 14,6 | [dB] |
| [Hz] | **125** | 5,8 | 8,5 | 10,3 | 11,8 | 13,0 | 14,0 | 14,8 | 15,6 | 16,3 | 16,9 | 17,5 | [dB] |
| [Hz] | **160** | 9,0 | 11,7 | 13,5 | 15,0 | 16,2 | 17,2 | 18,1 | 18,8 | 19,5 | 20,1 | 20,7 | [dB] |
| [Hz] | **200** | 11,9 | 14,6 | 16,5 | 17,9 | 19,1 | 20,1 | 21,0 | 21,7 | 22,4 | 23,0 | 23,6 | [dB] |
| [Hz] | **250** | 14,8 | 17,5 | 19,4 | 20,8 | 22,0 | 23,0 | 23,9 | 24,6 | 25,3 | 26,0 | 26,5 | [dB] |
| [Hz] | **315** | 17,9 | 20,5 | 22,4 | 23,8 | 25,0 | 26,0 | 26,9 | 27,7 | 28,3 | 29,0 | 29,5 | [dB] |
| [Hz] | **400** | 21,0 | 23,6 | 25,5 | 26,9 | 28,1 | 29,1 | 30,0 | 30,8 | 31,5 | 32,1 | 32,6 | [dB] |
| [Hz] | **500** | 23,9 | 26,5 | 28,4 | 29,8 | 31,0 | 32,0 | 32,9 | 33,7 | 34,4 | 35,0 | 35,5 | [dB] |
| [Hz] | **630** | 26,9 | 29,5 | 31,4 | 32,9 | 34,0 | 35,0 | 35,9 | 36,7 | 37,4 | 38,0 | 38,6 | [dB] |
| [Hz] | **800** | 30,0 | 32,6 | 34,5 | 36,0 | 37,2 | 38,2 | 39,0 | 39,8 | 40,5 | 41,1 | 41,7 | [dB] |
| [Hz] | **1000** | 32,9 | 35,5 | 37,4 | 38,9 | 40,1 | 41,1 | 41,9 | 42,7 | 43,4 | 44,0 | 44,6 | [dB] |
| [Hz] | **1250** | 35,8 | 38,5 | 40,3 | 41,8 | 43,0 | 44,0 | 44,8 | 45,6 | 46,3 | 46,9 | 47,5 | [dB] |
| [Hz] | **1600** | 39,0 | 41,7 | 43,5 | 45,0 | 46,2 | 47,2 | 48,1 | 48,8 | 49,5 | 50,1 | 50,7 | [dB] |
| [Hz] | **2000** | 41,9 | 44,6 | 46,5 | 47,9 | 49,1 | 50,1 | 51,0 | 51,7 | 52,4 | 53,0 | 53,6 | [dB] |
| [Hz] | **2500** | 44,8 | 47,5 | 49,4 | 50,8 | 52,0 | 53,0 | 53,9 | 54,6 | 55,3 | 56,0 | 56,5 | [dB] |
| [Hz] | **3150** | 47,9 | 50,5 | 52,4 | 53,8 | 55,0 | 56,0 | 56,9 | 57,7 | 58,3 | 59,0 | 59,5 | [dB] |

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.4*

$$\Delta L_w = \left(13 \lg\left(m'\right)\right) - \left(14{,}2 \lg\left(s'\right)\right) + 20{,}8 \text{ dB}$$

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.1*

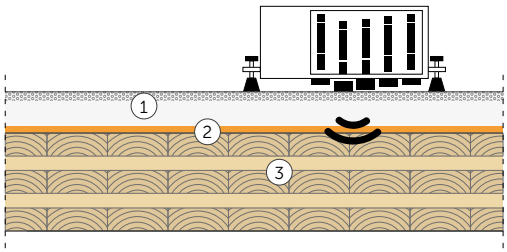
$$\Delta L = \left(30 \lg \frac{f}{f_0}\right) \text{dB}$$

*EN ISO 12354-2 Anexo C - fórmula C.2*

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-3 Y EN ISO 717-2

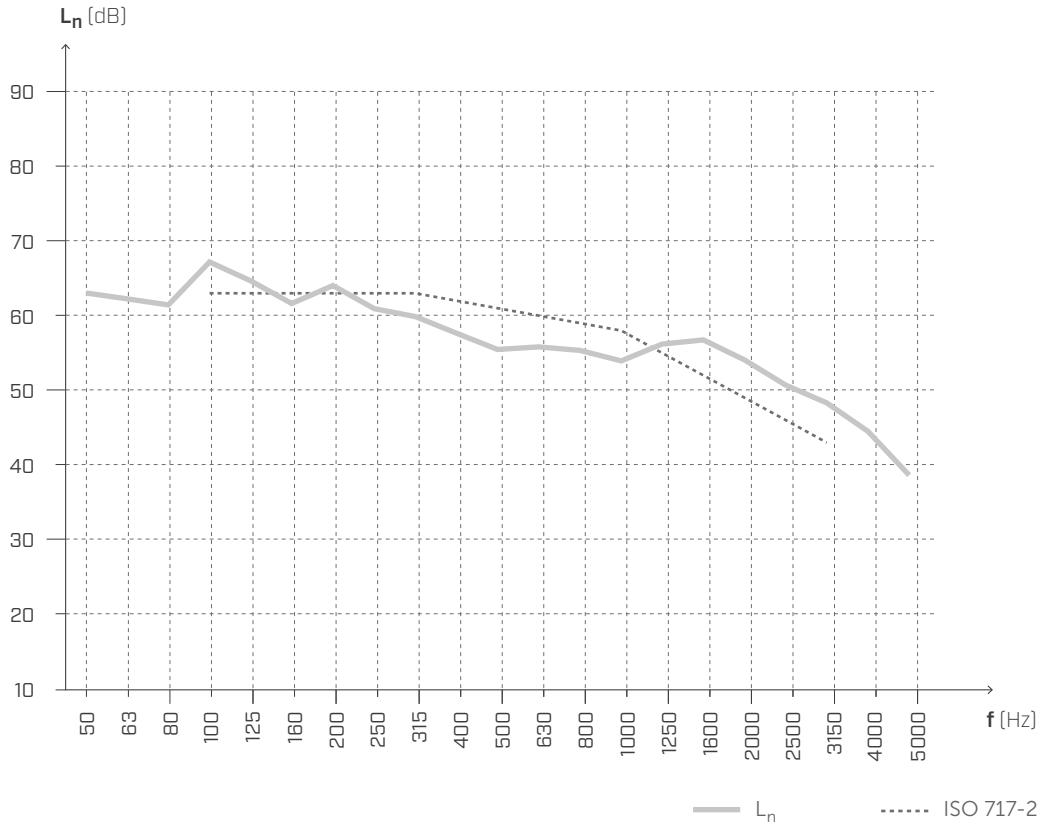



**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 216,2 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

1 Solera de hormigón (espesor: 50 mm); (2600 $kg/m^3$); (130 $kg/m^2$)
2 **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR20** (espesor: 20 mm)
3 CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 63,0 |
| 63 | 62,3 |
| 80 | 61,4 |
| 100 | 67,2 |
| 125 | 64,7 |
| 160 | 61,6 |
| 200 | 64,0 |
| 250 | 60,9 |
| 315 | 59,9 |
| 400 | 57,6 |
| 500 | 55,5 |
| 630 | 55,8 |
| 800 | 55,3 |
| 1000 | 53,9 |
| 1250 | 56,2 |
| 1600 | 56,7 |
| 2000 | 54,1 |
| 2500 | 50,7 |
| 3150 | 48,3 |
| 4000 | 44,5 |
| 5000 | 38,6 |

$L_{n,w}(C_l)$ = **61 (-4) dB**

$\Delta L_{n,w}$ = -25 dB[1]

IIC = **49**

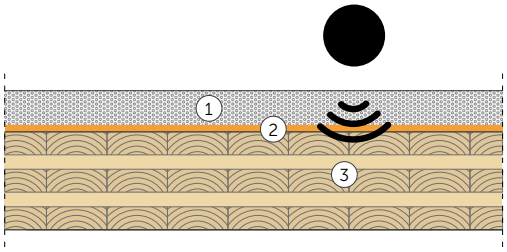
$\Delta IIC$ = +25[2]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L1.

**NOTAS:**
(1) Disminución debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.
(2) Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
MÉTODO DE LA RUBBER BALL | NORMA DE REFERENCIA: ISO 16283-2

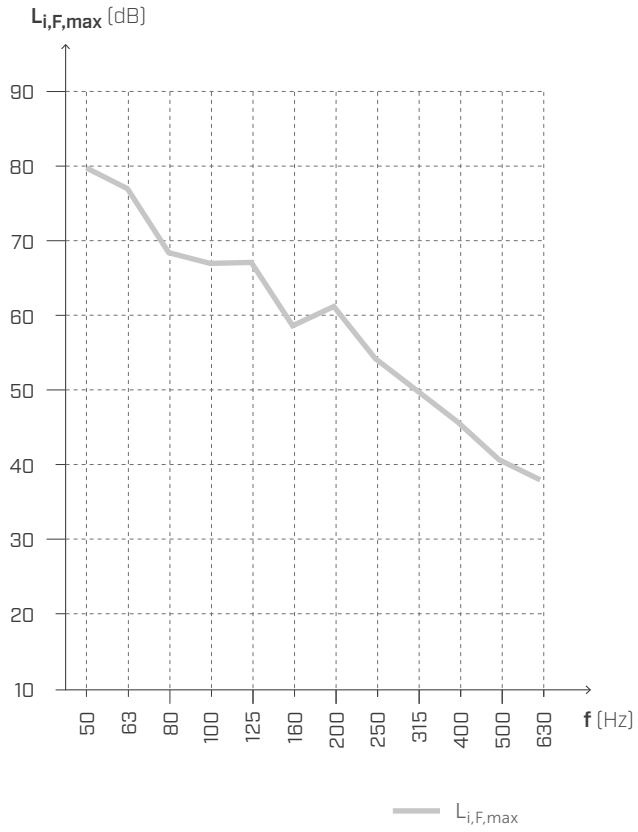



**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 216,2 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

(1) Solera de hormigón (espesor: 50 mm), (2600 $kg/m^3$), (130 $kg/m^2$)
(2) **SILENT FLOOR PUR - SILFLOORPUR20** (espesor: 20 mm)
(3) CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_{i,F,max}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 79,8 |
| 63 | 77,0 |
| 80 | 68,4 |
| 100 | 67,0 |
| 125 | 67,1 |
| 160 | 58,6 |
| 200 | 61,2 |
| 250 | 54,2 |
| 315 | 50,0 |
| 400 | 45,7 |
| 500 | 40,7 |
| 630 | 38,0 |

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L1.

Rotho Blaas Srl no proporciona ninguna garantía sobre el cumplimiento legal ni sobre el proyecto de los datos y cálculos, pero proporciona herramientas para obtener un cálculo aproximado, como servicio técnico-comercial en el ámbito de la actividad de ventas.

Rotho Blaas Srl, que aplica una política de desarrollo continuo de los productos, se reserva el derecho de modificar sus características, especificaciones técnicas y cualquier otra documentación sin previo aviso.

Es deber del usuario o del proyectista responsable comprobar en cada uso que los datos sean conformes con la normativa vigente y con el proyecto. La responsabilidad final de elegir el producto adecuado para una aplicación específica recae en el usuario/proyectista.

Los valores derivados de "investigaciones experimentales" se basan en los resultados reales de las pruebas y solo son válidos para las condiciones de prueba indicadas.

Rotho Blaas Srl no ofrece ninguna garantía y en ningún caso podrá ser considerada responsable por daños, pérdidas y costes u otras consecuencias, bajo ningún concepto (garantía por vicios, garantía por mal funcionamiento, responsabilidad del producto o legal, etc.), relacionados con el uso o la imposibilidad de usar los productos para cualquier fin ni por el uso no conforme del producto;

Rotho Blaas Srl queda eximida de toda responsabilidad por posibles errores de impresión y/o escritura. En caso de diferencias de contendidos entre las versiones del catálogo en los distintos idiomas, el texto italiano es vinculante y prevalece con respecto a las traducciones.

Las ilustraciones se completan parcialmente con accesorios no incluidos. Las imágenes son meramente ilustrativas. Las cantidades de embalaje pueden variar.

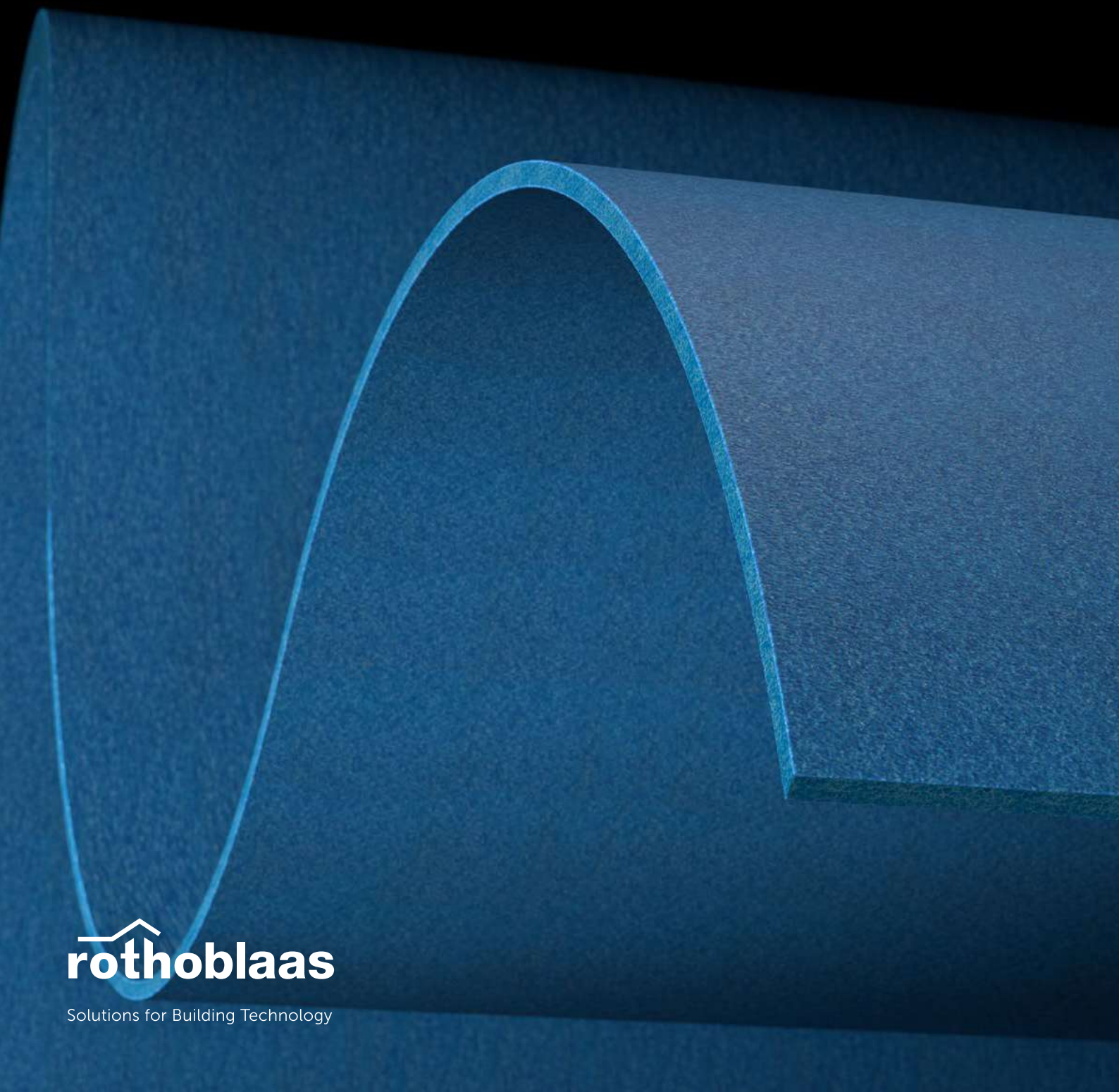
El presente catálogo es de propiedad de Rotho Blaas Srl y no puede ser copiado, reproducido o publicado, ni tan siquiera parcialmente, sin su consentimiento previo por escrito. Toda violación será perseguida conforme a ley.

Las condiciones generales de compra de Rotho Blaas Srl se pueden consultar en el sitio web www.rothoblaas.es.

Todos los derechos están reservados.
Copyright © 2022 by Rotho Blaas Srl
Todos los renders © Rotho Blaas Srl

# SILENT FLOOR PE

## MANUAL TÉCNICO



rothoblaas

Solutions for Building Technology

# ÍNDICE

PROBLEMAS ACÚSTICOS DE LOS FORJADOS. . . . . .206

SILENT FLOOR PE . . . . . .208

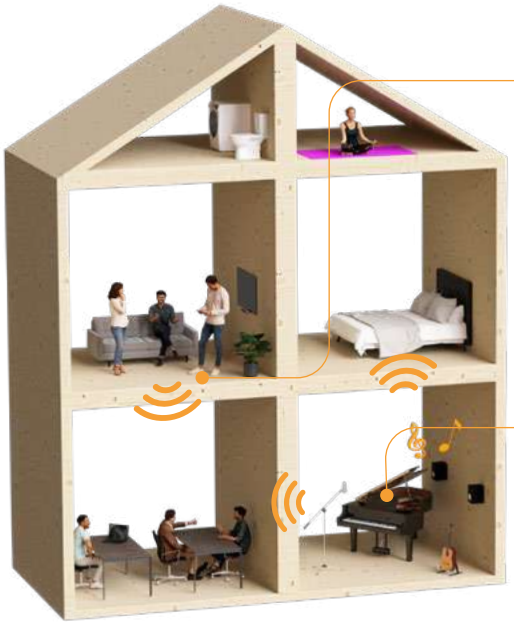
SILFLOORPE6 . . . . . .210

*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1 . . . . . 211*

*MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1 . . . . . 212*

SILFLOORPE10 . . . . . .213

# PROBLEMAS ACÚSTICOS DE LOS FORJADOS



## ¿QUÉ ES EL RUIDO DE IMPACTO?

Cuando se habla de forjados, el ruido de impacto es el principal problema acústico porque los afecta constantemente. Cuando un cuerpo impacta contra la estructura del forjado, el ruido se propaga rápidamente por todo el edificio, tanto por vía aérea, afectando a las habitaciones más cercanas, como por vía estructural, propagándose también a las habitaciones más alejadas.

## ¿QUE ES EL RUIDO AÉREO?

El ruido aéreo se genera en el aire y, tras una primera fase de propagación solo aérea, se propaga tanto por vía aérea como por vía estructural. Es un problema que afecta tanto a las paredes como a los forjados, pero, si hablamos de forjados, el problema más importante es, sin duda alguna, el del ruido de impacto.

## ESTA ES LA SOLUCIÓN

Para minimizar las molestias ocasionadas por el ruido de pisadas, se debe diseñar una estratigrafia compuesta por capas de materiales diferentes e independientes, que sean capaces de disipar la energía transmitida por el impacto.

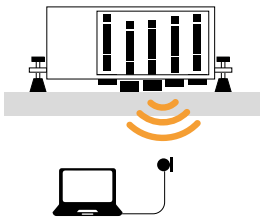
### SISTEMA MASA-MUELLE-MASA

Un sistema de solera flotante, como el ilustrado en las siguientes imágenes, se puede esquematizar con el sistema masa-muelle-masa, en el que el forjado estructural representa la masa, el producto que aísla del ruido de impacto equivale al muelle y la solera superior con el pavimento constituye la segunda masa del sistema. En este ámbito, se define como "capa resiliente" el elemento con la función de muelle, caracterizado por su propia *rigidez dinámica s'*.

## ¿CÓMO SE MIDE EL NIVEL DE RUIDO DE IMPACTO?

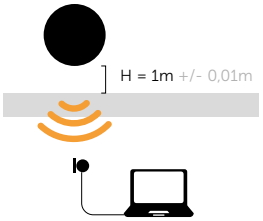
El nivel de ruido de impacto es la medida del ruido percibido en una habitación cuando, en la habitación superior, se activa una fuente de ruido de impacto. Se puede medir tanto in situ como en el laboratorio. Evidentemente, en el laboratorio existen unas condiciones ideales para poder omitir los efectos de la transmisión por flancos, ya que el propio laboratorio está construido de forma que las paredes queden desacopladas del forjado.

### Método de la *TAPPING MACHINE*



*La TAPPING MACHINE se utiliza para simular impactos "ligeros" y "fuertes", como los de caminar con tacones o los de la caída de objetos.*

### Método de la *RUBBER BALL*

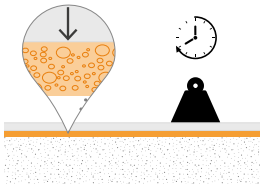



*La RUBBER BALL se utiliza para simular impactos "suaves" y "fuertes", como los de caminar con los pies descalzados o los de los saltos de un niño.*

## CÓMO ELEGIR EL MEJOR PRODUCTO

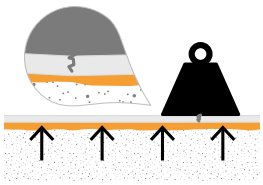
### RIGIDEZ DINÁMICA – **s'**

Expresada en MN/m³, se mide de acuerdo con la norma EN 29052-1 e indica la capacidad de deformación de un material sometido a una solicitación dinámica. En consecuencia, indica la capacidad de amortiguar las vibraciones generadas por un ruido de impacto.
El método de medición prevé que primero se mida la *rigidez dinámica aparente* $s'_t$ del material y que, luego, se corrija, si es necesario, para obtener la *rigidez dinámica real* $s'$. De hecho, la rigidez dinámica depende de la *resistividad al flujo de aire r*, que se mide en la dirección lateral de la muestra. Si el material tiene valores específicos de resistividad al flujo de aire, la rigidez dinámica aparente debe corregirse añadiendo la contribución del gas presente en el material: el aire.



### DESLIZAMIENTO VISCOSO POR COMPRESIÓN – **CREEP**

Expresado en porcentaje, se mide de acuerdo con la norma EN 1606 y permite simular la deformación a largo plazo de un material sometido a una carga constante. La medición en el laboratorio debe realizarse durante un período de al menos 90 días.

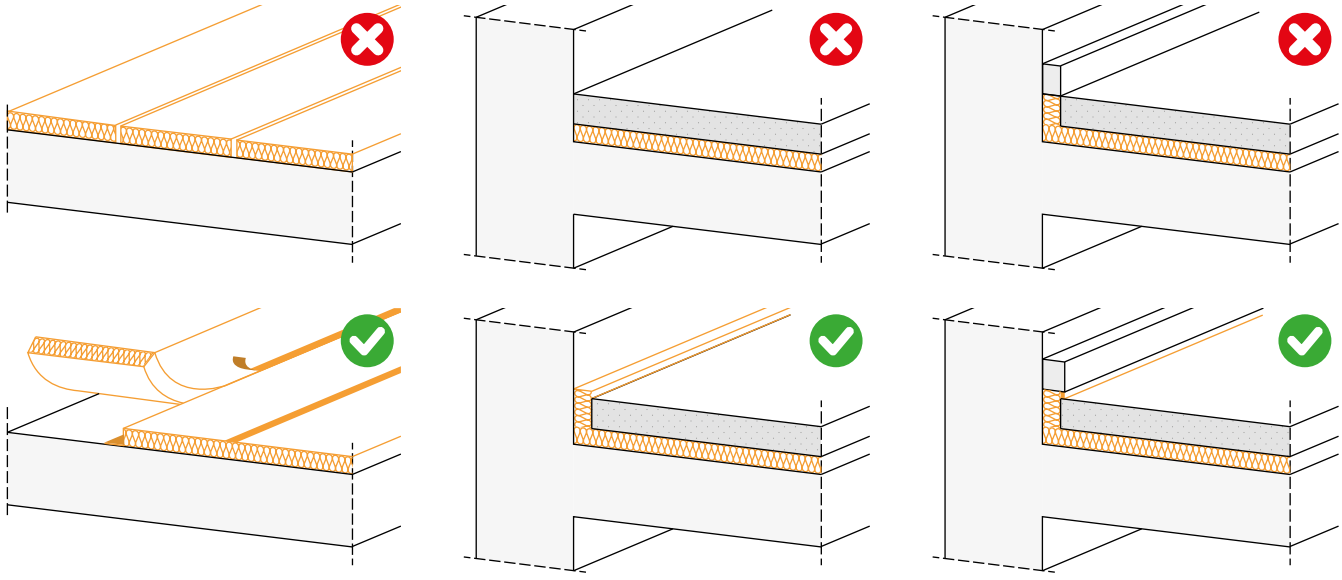


### COMPRESIBILIDAD - **c**

La clase de compresibilidad indica el comportamiento de un material cuando se somete a la carga de las soleras. Durante la medición, el producto se somete a diferentes cargas y se mide su espesor. La compresibilidad se mide para comprender qué cargas puede soportar el producto bajo la solera para evitar que esta se rompa o fisure.

## CORRECTA COLOCACIÓN

La solución tecnológica de la solera flotante es una de las más utilizadas y una de las más eficaces, pero para obtener resultados satisfactorios es importante que el sistema se diseñe y realice correctamente.



*La capa resiliente debe ser continua porque cualquier solución de discontinuidad representaría un puente acústico. Cuando se instalan las láminas bajo la solera hay que prestar atención en no crear discontinuidades.*

*Es importante utilizar la banda autoadhesiva para el desacople perimetral SILENT EDGE para asegurar que la capa resiliente sea continua en todo el perímetro de la habitación. SILENT EDGE solo debe recortarse tras colocar y rejuntar el pavimento.*

*El zócalo debe instalarse después de haber cortado el SILENT EDGE, asegurándose de que siempre quede debidamente levantado del pavimento.*

## IIC vs $L_w$

**IIC** es el acrónimo de **Impact Insulation Class** y es el valor que se obtiene restando el nivel de ruido medido en la habitación receptora al nivel de ruido medido en la habitación fuente. Impact Insulation Class, a veces llamado Impact Isolation Class, mide la resistencia de la estratigrafía del forjado a la propagación del ruido de impacto.

# SILENT FLOOR PE

LÁMINA BAJO SOLERA RESILIENTE DE PE DE CELDAS CERRADAS

## CELDAS CERRADAS

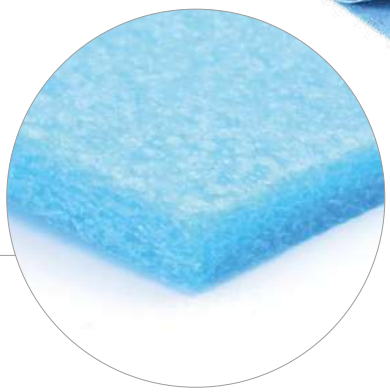
Gracias al polietileno reticulado de celdas cerradas, la lámina no sufre aplastamientos irreversibles, manteniendo su eficacia a lo largo del tiempo.

## COSTE-PRESTACIONES

La composición de la mezcla está optimizada para garantizar unas buenas prestaciones a un coste reducido.

## VERSÁTIL

Solución versátil en cualquier aplicación en la que se desee un producto resistente, ligero y flexible.



## COMPOSICIÓN

polietileno expandido de celdas cerradas

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| CÓDIGO | H [m] | L [m] | espesor [mm] | A [m²] | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SILFLOORPE6** | 1,55 | 50 | 5 | 77,5 | 4 |
| **SILFLOORPE10** | 1,30 | 50 | 10 | 65 | 2 |

## VARIOS USOS

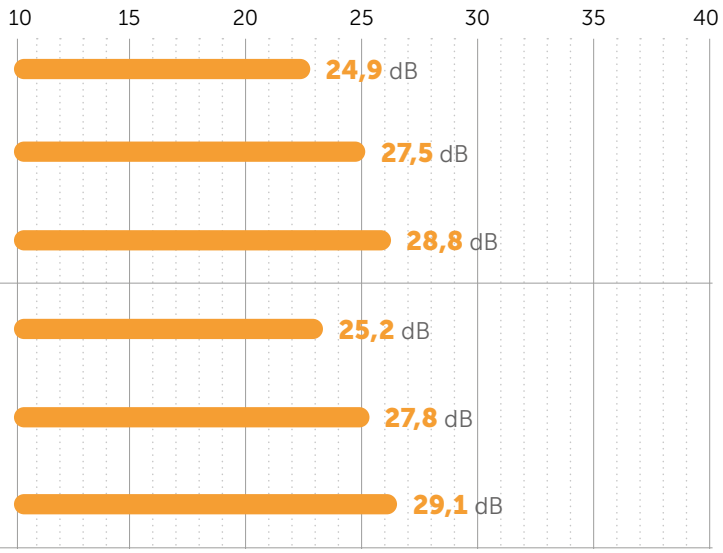
El formato y la composición permiten diferentes usos en el ámbito de la construcción, también bajo pavimento.

## ESTABLE

La espuma de polietileno reticulado es duradera y no presenta problemas debidos a ataques químicos o a incompatibilidad de materiales.

## COMPARACIÓN ESTRATIGRAFÍA PRODUCTO

| espesor | rigidez dinámica | carga | estimación $\Delta L_w$ según la fórmula C.4 de la norma EN ISO 12354-2 |
|---|---|---|---|
| **5** mm | **43** MN/m$^3$ | 125 kg/m$^2$ | **24,9** dB |
| | | 200 kg/m$^2$ | **27,5** dB |
| | | 250 kg/m$^2$ | **28,8** dB |
| **10** mm | **41** MN/m$^3$ | 125 kg/m$^2$ | **25,2** dB |
| | | 200 kg/m$^2$ | **27,8** dB |
| | | 250 kg/m$^2$ | **29,1** dB |



# SILFLOORPE6

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Espesor | - | 5 mm |
| Masa superficial m | - | 0,15 kg/m$^2$ |
| Rigidez dinámica aparente s'$_t$ | EN 29052-1 | 43 MN/m$^3$ |
| Rigidez dinámica s' | EN 29052-1 | 43 MN/m$^3$ |
| Estimación teórica de la reducción del nivel de presión acústica de impacto $\Delta L_w$ (1) | ISO 12354-2 | 24,9 dB |
| Frecuencia de resonancia del sistema $f_0$ (2) | ISO 12354-2 | 93,8 Hz |
| Reducción del nivel de presión acústica de impacto $\Delta L_w$ (3) | ISO 10140-3 | 19 dB |
| Resistencia térmica $R_t$ | - | 0,13 m$^2$K/W |
| Transmisión de vapor de agua Sd | - | 24,1 m |
| Factor de resistencia al vapor de agua μ | EN 12086 | 5000 |
| Densidad ρ | - | 30 kg/m$^3$ |
| Resistividad al flujo de aire r | ISO 9053 | > 100.0 kPa·s·m$^{-2}$ |
| Conductividad térmica λ | - | 0,038 W/m·K |
| Clasificación de emisiones de VOC | decreto francés n.° 2011-321 | A+ |

(1) $\Delta L_w$= (13 lg(m'))-(14,2 lg(s'))+20,8 [dB] con m'= 125 kg/m$^2$.
(2) $f_0$= 160 √(s'/m') con m'= 125 kg/m$^2$.
(3) Medición realizada en laboratorio con un forjado de CLT de 200 mm. Consulta el manual para más información sobre la configuración.

## EN ISO 12354-2 ANEXO C | ESTIMACIÓN $\Delta L_W$ (fórmula C.4) Y $\Delta L$ (fórmula C.1)

En las siguientes tablas se muestra cómo varía la atenuación en dB ($\Delta L_W$ y $\Delta L$) del SILFLOORPE6 a medida que varía la carga m' (es decir, la masa superficial de las capas con las que se carga el SILFLOORPE6).

### SILFLOORPE6

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **s't o bien s'** | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | [MN/m$^3$] |
| | **carga m'** | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | [kg/m$^2$] |
| | **$\Delta L_w$** | 19,7 | 22,0 | 23,6 | 24,9 | 25,9 | 26,8 | 27,5 | 28,2 | 28,8 | 29,3 | 29,8 | [dB] |
| | **$f_0$** | 148,4 | 121,2 | 104,9 | 93,8 | 85,7 | 79,3 | 74,2 | 69,9 | 66,4 | 63,3 | 60,6 | [Hz] |
| | | | | | | **ΔL** en frecuencia | | | | | | | |
| [Hz] | **100** | -5,1 | -2,5 | -0,6 | 0,8 | 2,0 | 3,0 | 3,9 | 4,7 | 5,3 | 6,0 | 6,5 | [dB] |
| [Hz] | **125** | -2,2 | 0,4 | 2,3 | 3,7 | 4,9 | 5,9 | 6,8 | 7,6 | 8,3 | 8,9 | 9,4 | [dB] |
| [Hz] | **160** | 1,0 | 3,6 | 5,5 | 7,0 | 8,1 | 9,1 | 10,0 | 10,8 | 11,5 | 12,1 | 12,7 | [dB] |
| [Hz] | **200** | 3,9 | 6,5 | 8,4 | 9,9 | 11,0 | 12,1 | 12,9 | 13,7 | 14,4 | 15,0 | 15,6 | [dB] |
| [Hz] | **250** | 6,8 | 9,4 | 11,3 | 12,8 | 14,0 | 15,0 | 15,8 | 16,6 | 17,3 | 17,9 | 18,5 | [dB] |
| [Hz] | **315** | 9,8 | 12,4 | 14,3 | 15,8 | 17,0 | 18,0 | 18,8 | 19,6 | 20,3 | 20,9 | 21,5 | [dB] |
| [Hz] | **400** | 12,9 | 15,6 | 17,4 | 18,9 | 20,1 | 21,1 | 22,0 | 22,7 | 23,4 | 24,0 | 24,6 | [dB] |
| [Hz] | **500** | 15,8 | 18,5 | 20,3 | 21,8 | 23,0 | 24,0 | 24,9 | 25,6 | 26,3 | 26,9 | 27,5 | [dB] |
| [Hz] | **630** | 18,8 | 21,5 | 23,4 | 24,8 | 26,0 | 27,0 | 27,9 | 28,6 | 29,3 | 29,9 | 30,5 | [dB] |
| [Hz] | **800** | 22,0 | 24,6 | 26,5 | 27,9 | 29,1 | 30,1 | 31,0 | 31,7 | 32,4 | 33,1 | 33,6 | [dB] |
| [Hz] | **1000** | 24,9 | 27,5 | 29,4 | 30,8 | 32,0 | 33,0 | 33,9 | 34,7 | 35,3 | 36,0 | 36,5 | [dB] |
| [Hz] | **1250** | 27,8 | 30,4 | 32,3 | 33,7 | 34,9 | 35,9 | 36,8 | 37,6 | 38,3 | 38,9 | 39,4 | [dB] |
| [Hz] | **1600** | 31,0 | 33,6 | 35,5 | 37,0 | 38,1 | 39,1 | 40,0 | 40,8 | 41,5 | 42,1 | 42,7 | [dB] |
| [Hz] | **2000** | 33,9 | 36,5 | 38,4 | 39,9 | 41,0 | 42,1 | 42,9 | 43,7 | 44,4 | 45,0 | 45,6 | [dB] |
| [Hz] | **2500** | 36,8 | 39,4 | 41,3 | 42,8 | 44,0 | 45,0 | 45,8 | 46,6 | 47,3 | 47,9 | 48,5 | [dB] |
| [Hz] | **3150** | 39,8 | 42,4 | 44,3 | 45,8 | 47,0 | 48,0 | 48,8 | 49,6 | 50,3 | 50,9 | 51,5 | [dB] |

*EN ISO 12354-2 Allegato C - formula C.4*

$$\Delta L_w = \left(13 \lg\left(m'\right)\right) - \left(14{,}2 \lg\left(s'\right)\right) + 20{,}8 \text{ dB}$$

*EN ISO 12354-2 Allegato C - formula C.1*

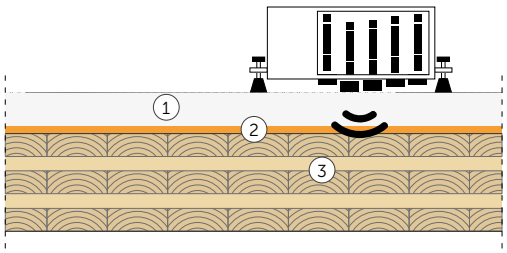
$$\Delta L = \left(30 \lg \frac{f}{f_0}\right) \text{dB}$$

*EN ISO 12354-2 Allegato C - formula C.2*

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
NORMAS DE REFERENCIA: ISO 10140-3 Y EN ISO 717-2

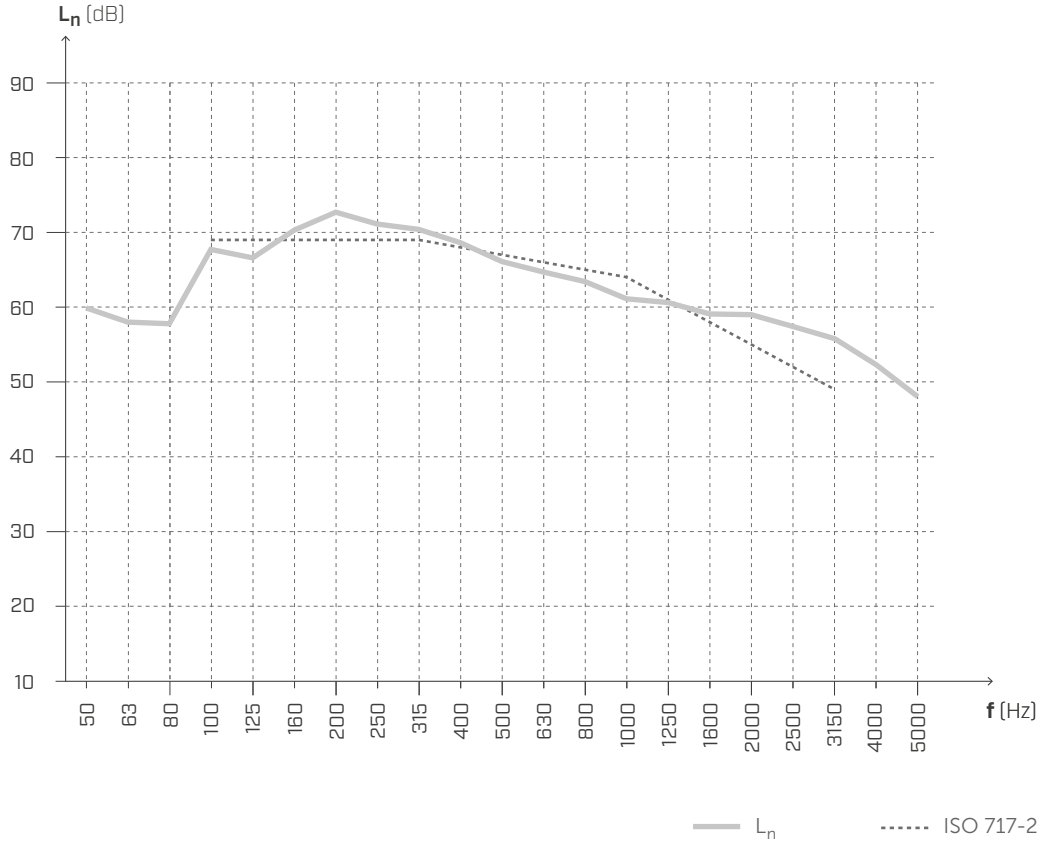



**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 214,2 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

1 solera de hormigón (espesor: 50 mm); (2600 $kg/m^3$); (130 $kg/m^2$)
2 **SILENT FLOOR PE - SILFLOORPE5** (espesor: 5 mm); (30 $kg/m^3$); (0,15 $kg/m^2$)
3 CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_n$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 59,9 |
| 63 | 58,0 |
| 80 | 57,8 |
| 100 | 67,7 |
| 125 | 66,6 |
| 160 | 70,3 |
| 200 | 72,7 |
| 250 | 71,1 |
| 315 | 70,4 |
| 400 | 68,6 |
| 500 | 66,1 |
| 630 | 64,7 |
| 800 | 63,4 |
| 1000 | 61,1 |
| 1250 | 60,6 |
| 1600 | 59,1 |
| 2000 | 59 |
| 2500 | 57,4 |
| 3150 | 55,8 |
| 4000 | 52,3 |
| 5000 | 48,0 |

$L_{n,w}$ ($C_l$) = **67 (-3) dB**

$\Delta L_{n,w}$ = -19 dB[1]

IIC = **43**

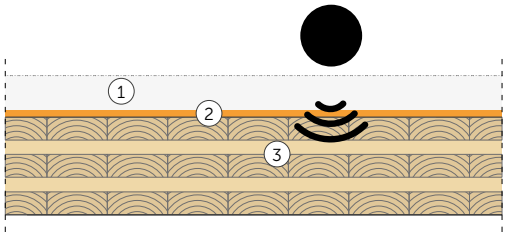
$\Delta$IIC = +19[2]

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L7.

**NOTAS:**
[1] Disminución debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.
[2] Aumento debido al añadido de las capas n.° 1 y 2.

# MEDICIONES EN LABORATORIO | FORJADO DE CLT 1

MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO
MÉTODO DE LA RUBBER BALL | NORMA DE REFERENCIA: ISO 16283-2

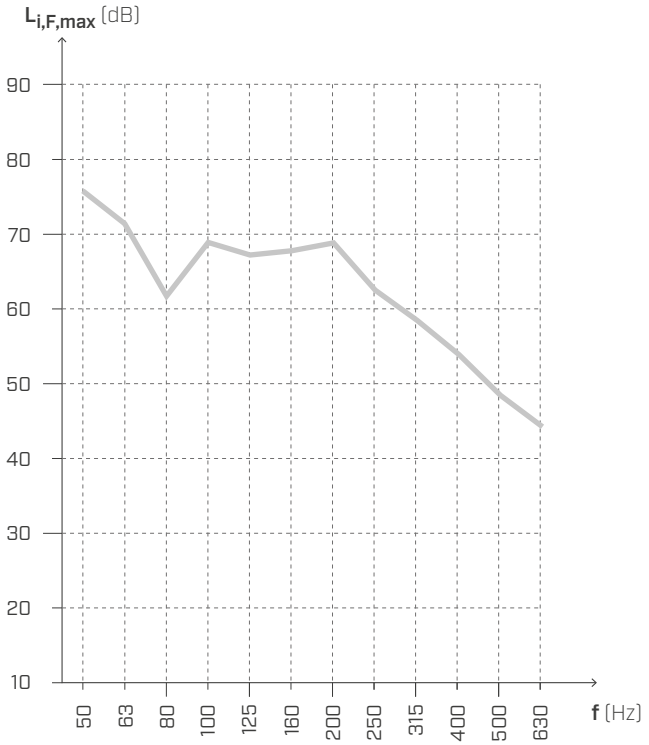



**FORJADO**

**Superficie** = 13,71 $m^2$
**Masa superficial** = 214,2 $kg/m^2$
**Volumen de la habitación receptora** = 60,1 $m^3$

1 solera de hormigón (espesor: 50 mm); (2600 $kg/m^3$); (130 $kg/m^2$)
2 **SILENT FLOOR PE - SILFLOORPE5** (espesor: 5 mm); (30 $kg/m^3$); (0,15 $kg/m^2$)
3 CLT 5 capas (espesor: 200 mm); (420 $kg/m^3$); (84 $kg/m^2$)

## NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO




| f [Hz] | $L_{i,F,max}$ [dB] |
|---|---|
| 50 | 75,8 |
| 63 | 71,4 |
| 80 | 61,7 |
| 100 | 68,9 |
| 125 | 67,2 |
| 160 | 67,8 |
| 200 | 68,9 |
| 250 | 62,5 |
| 315 | 58,5 |
| 400 | 53,9 |
| 500 | 48,5 |
| 630 | 44,3 |

$L_{i,F,max}$

**Laboratorio de pruebas:** Building Physics Lab | Libera Università di Bolzano.
**Protocolo de la prueba:** Pr. 2022-rothoLATE-L7.

# SILFLOORPE10

## DATOS TÉCNICOS

| Propiedad | normativa | valor |
|---|---|---|
| Espesor | - | 10 mm |
| Masa superficial m | - | 0,30 kg/m$^2$ |
| Rigidez dinámica aparente s'$_t$ | EN 29052-1 | 41 MN/m$^3$ |
| Rigidez dinámica s' | EN 29052-1 | 41 MN/m$^3$ |
| Estimación teórica de la reducción del nivel de presión acústica de impacto $\Delta L_w$[(1)] | ISO 12354-2 | 25,2 dB |
| Frecuencia de resonancia del sistema $f_0$[(2)] | ISO 12354-2 | 91,6 Hz |
| Reducción del nivel de presión acústica de impacto $\Delta L_w$[(3)] | ISO 10140-3 | - |
| Resistencia térmica $R_t$ | - | 0,26 m$^2$K/W |
| Transmisión de vapor de agua Sd | - | 48,2 m |
| Factor de resistencia al vapor de agua μ | EN 12086 | 5000 |
| Densidad ρ | - | 30 kg/m$^3$ |
| Resistividad al flujo de aire r | ISO 9053 | > 100.0 kPa·s·m$^{-2}$ |
| Conductividad térmica λ | - | 0,038 W/m·K |
| Clasificación de emisiones de VOC | decreto francés n.° 2011-321 | A+ |

(1) $\Delta L_w$= (13 lg(m'))-(14,2 lg(s'))+20,8 [dB] con m'= 125 kg/m$^2$.
(2) $f_0$= 160 √(s'/m') con m'= 125 kg/m$^2$.
(3) Medición realizada en laboratorio con un forjado de CLT de 200 mm. Consulta el manual para más información sobre la configuración.

## EN ISO 12354-2 ANEXO C | ESTIMACIÓN $\Delta L_W$ (fórmula C.4) Y $\Delta L$ (fórmula C.1)

En las siguientes tablas se muestra cómo varía la atenuación en dB ($\Delta L_W$ y $\Delta L$) del SILFLOORPE10 a medida que varía la carga m' (es decir, la masa superficial de las capas con las que se carga el SILFLOORPE10).

### SILFLOORPE10

| **s't o bien s'** | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | [MN/m$^3$] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **carga m'** | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | [kg/m$^2$] |
| **$\Delta L_w$** | 20,0 | 22,3 | 23,9 | 25,2 | 26,2 | 27,1 | 27,8 | 28,5 | 29,1 | 29,6 | 30,1 | [dB] |
| **$f_0$** | 144,9 | 118,3 | 102,4 | 91,6 | 83,7 | 77,4 | 72,4 | 68,3 | 64,8 | 61,8 | 59,1 | [Hz] |

**ΔL** en frecuencia

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [Hz] | **100** | -4,8 | -2,2 | -0,3 | 1,1 | 2,3 | 3,3 | 4,2 | 5,0 | 5,7 | 6,3 | 6,8 | [dB] |
| [Hz] | **125** | -1,9 | 0,7 | 2,6 | 4,0 | 5,2 | 6,2 | 7,1 | 7,9 | 8,6 | 9,2 | 9,7 | [dB] |
| [Hz] | **160** | 1,3 | 3,9 | 5,8 | 7,3 | 8,4 | 9,5 | 10,3 | 11,1 | 11,8 | 12,4 | 13,0 | [dB] |
| [Hz] | **200** | 4,2 | 6,8 | 8,7 | 10,2 | 11,4 | 12,4 | 13,2 | 14,0 | 14,7 | 15,3 | 15,9 | [dB] |
| [Hz] | **250** | 7,1 | 9,7 | 11,6 | 13,1 | 14,3 | 15,3 | 16,1 | 16,9 | 17,6 | 18,2 | 18,8 | [dB] |
| [Hz] | **315** | 10,1 | 12,8 | 14,6 | 16,1 | 17,3 | 18,3 | 19,1 | 19,9 | 20,6 | 21,2 | 21,8 | [dB] |
| [Hz] | **400** | 13,2 | 15,9 | 17,7 | 19,2 | 20,4 | 21,4 | 22,3 | 23,0 | 23,7 | 24,3 | 24,9 | [dB] |
| [Hz] | **500** | 16,1 | 18,8 | 20,7 | 22,1 | 23,3 | 24,3 | 25,2 | 25,9 | 26,6 | 27,2 | 27,8 | [dB] |
| [Hz] | **630** | 19,1 | 21,8 | 23,7 | 25,1 | 26,3 | 27,3 | 28,2 | 28,9 | 29,6 | 30,3 | 30,8 | [dB] |
| [Hz] | **800** | 22,3 | 24,9 | 26,8 | 28,2 | 29,4 | 30,4 | 31,3 | 32,1 | 32,7 | 33,4 | 33,9 | [dB] |
| [Hz] | **1000** | 25,2 | 27,8 | 29,7 | 31,1 | 32,3 | 33,3 | 34,2 | 35,0 | 35,7 | 36,3 | 36,8 | [dB] |
| [Hz] | **1250** | 28,1 | 30,7 | 32,6 | 34,0 | 35,2 | 36,2 | 37,1 | 37,9 | 38,6 | 39,2 | 39,7 | [dB] |
| [Hz] | **1600** | 31,3 | 33,9 | 35,8 | 37,3 | 38,4 | 39,5 | 40,3 | 41,1 | 41,8 | 42,4 | 43,0 | [dB] |
| [Hz] | **2000** | 34,2 | 36,8 | 38,7 | 40,2 | 41,4 | 42,4 | 43,2 | 44,0 | 44,7 | 45,3 | 45,9 | [dB] |
| [Hz] | **2500** | 37,1 | 39,7 | 41,6 | 43,1 | 44,3 | 45,3 | 46,1 | 46,9 | 47,6 | 48,2 | 48,8 | [dB] |
| [Hz] | **3150** | 40,1 | 42,8 | 44,6 | 46,1 | 47,3 | 48,3 | 49,1 | 49,9 | 50,6 | 51,2 | 51,8 | [dB] |

*EN ISO 12354-2 Allegato C - formula C.4*

$$\Delta L_w = \left(13 \lg\left(m'\right)\right) - \left(14{,}2 \lg\left(s'\right)\right) + 20{,}8 \text{ dB}$$

*EN ISO 12354-2 Allegato C - formula C.1*

$$\Delta L = \left(30 \lg \frac{f}{f_0}\right) \text{dB}$$

*EN ISO 12354-2 Allegato C - formula C.2*

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

Rotho Blaas Srl no proporciona ninguna garantía sobre el cumplimiento legal ni sobre el proyecto de los datos y cálculos, pero proporciona herramientas para obtener un cálculo aproximado, como servicio técnico-comercial en el ámbito de la actividad de ventas.

Rotho Blaas Srl, que aplica una política de desarrollo continuo de los productos, se reserva el derecho de modificar sus características, especificaciones técnicas y cualquier otra documentación sin previo aviso.

Es deber del usuario o del proyectista responsable comprobar en cada uso que los datos sean conformes con la normativa vigente y con el proyecto. La responsabilidad final de elegir el producto adecuado para una aplicación específica recae en el usuario/proyectista.

Los valores derivados de "investigaciones experimentales" se basan en los resultados reales de las pruebas y solo son válidos para las condiciones de prueba indicadas.

Rotho Blaas Srl no ofrece ninguna garantía y en ningún caso podrá ser considerada responsable por daños, pérdidas y costes u otras consecuencias, bajo ningún concepto (garantía por vicios, garantía por mal funcionamiento, responsabilidad del producto o legal, etc.), relacionados con el uso o la imposibilidad de usar los productos para cualquier fin ni por el uso no conforme del producto;

Rotho Blaas Srl queda eximida de toda responsabilidad por posibles errores de impresión y/o escritura. En caso de diferencias de contendidos entre las versiones del catálogo en los distintos idiomas, el texto italiano es vinculante y prevalece con respecto a las traducciones.

Las ilustraciones se completan parcialmente con accesorios no incluidos. Las imágenes son meramente ilustrativas. Las cantidades de embalaje pueden variar.

El presente catálogo es de propiedad de Rotho Blaas Srl y no puede ser copiado, reproducido o publicado, ni tan siquiera parcialmente, sin su consentimiento previo por escrito. Toda violación será perseguida conforme a ley.

Las condiciones generales de compra de Rotho Blaas Srl se pueden consultar en el sitio web www.rothoblaas.es.

Todos los derechos están reservados.
Copyright © 2022 by Rotho Blaas Srl
Todos los renders © Rotho Blaas Srl

**Rotho Blaas Srl**

Via dell'Adige N.2/1 | 39040, Cortaccia (BZ) | Italia
Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84
info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.es