

ALADIN

MANUAL TÉCNICO

ÍNDICE

ALADIN	4
ELECCIÓN DEL PRODUCTO Y DETERMINACIÓN DE K_{ij}	6
ALADIN EXTRA SOFT	8
ALADIN SOFT	10
MODELO CEN (EN ISO 12354).....	12
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE LAS VIBRACIONES K_{ij} DE ESTRUCTURAS DE MADERA	13
MÉTODO SIMPLIFICADO	14
PROYECTO FLANKSOUND.....	16
CONFIGURACIÓN DE MEDIDA	17
UNIÓN EN L	18
UNIÓN EN L	19
UNIÓN EN L	20
MEDICIONES IN SITU	21
MEDICIONES EN LAS OBRAS FORJADO DE CLT	22
MEDICIONES EN LAS OBRAS FORJADO DE CLT.....	23
INTERACCIÓN ACÚSTICA Y MECÁNICA.....	24
RESISTENCIA AL CORTE Y A LA TRACCIÓN DE TITAN + ALADIN CERTIFICADA SEGÚN ETA	26
ALADIN CONSEJOS DE APLICACIÓN	27

ALADIN



BANDA RESILIENTE PARA EL AISLAMIENTO ACÚSTICO

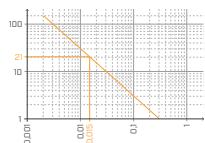
CÓDIGOS Y DIMENSIONES

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

		carga acústica [N/mm ²]			
		0			1
ALADIN EXTRA SOFT	0,035		0,157		
ALADIN SOFT		0,189		0,316	



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.

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

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 [mm]	carga para optimización acústica ⁽²⁾ [kN/m]		compresión para optimización acústica ⁽²⁾ [N/mm ²]		reducción [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.

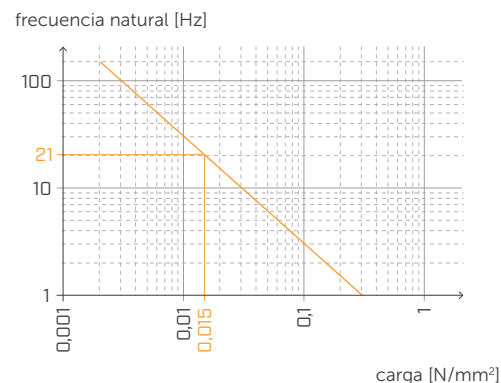


Nota: se evalúa el comportamiento estático del material en compresión, considerando que las deformaciones debidas a las cargas son estáticas. Esto porque un edificio no presenta fenómenos relevantes de desplazamiento ni deformaciones dinámicas. Rothoblaas ha optado por definir un intervalo de carga que 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/mm² 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.

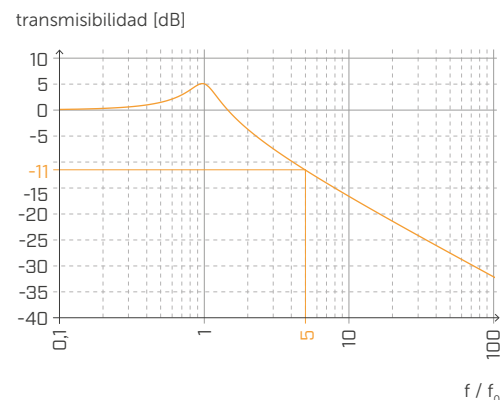


Llegados a este punto, se puede calcular la transmisibilidad del producto en estas condiciones de carga refiriéndose a la frecuencia de proyecto de 100 Hz.

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

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.

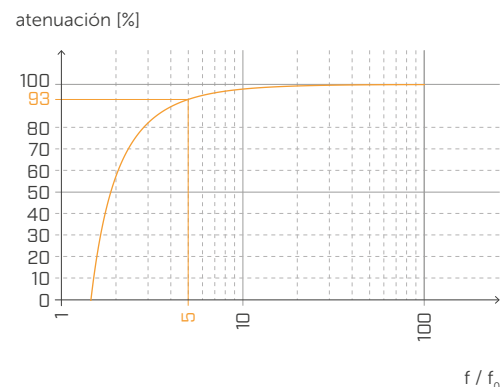
Lo mismo se puede hacer usando el gráfico de la atenuación; se obtiene el porcentaje de vibraciones atenuadas a la frecuencia de proyecto inicial.

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

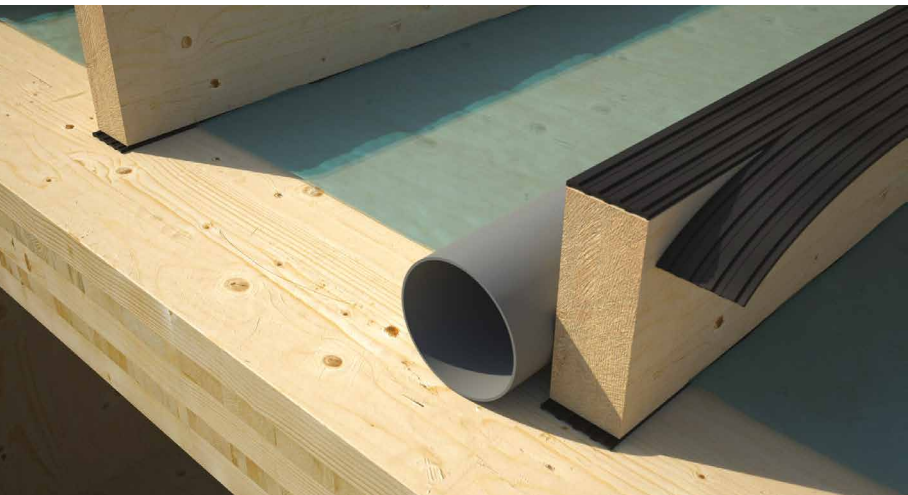
CÓDIGO	B [mm]	carga para optimización acústica ⁽¹⁾ [kN/m]		compresión para optimización acústica ⁽¹⁾ [N/mm²]		reducción [mm]	
		de	a	de	a	de	a
ALADIN115	115	4	18	0,035	0,157	0,7	2
	57,5 (divided)	2	9				

⁽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).

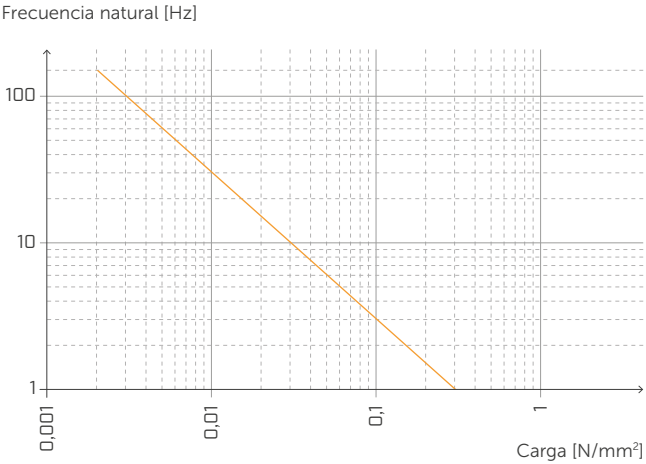


ALTO RENDIMIENTO

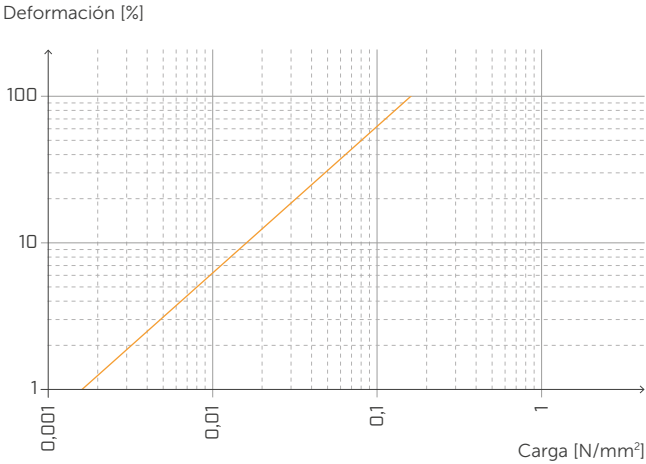
Absorción hasta 4 dB según EN ISO 140-7, gracias a la composición innovadora de la mezcla; espesor de uso reducido.



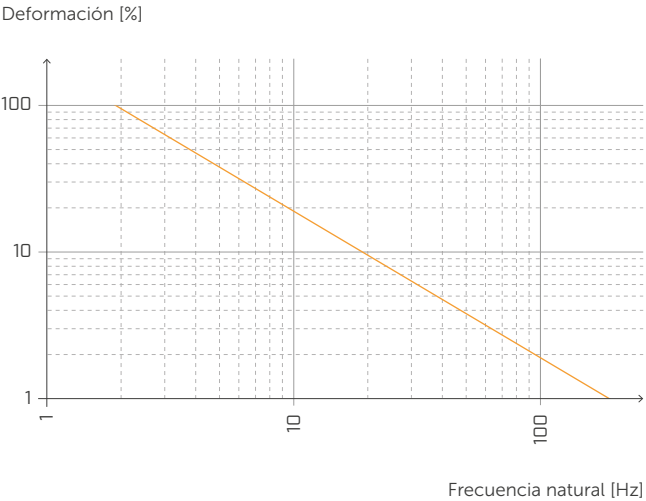
FRECUENCIA NATURAL Y CARGA



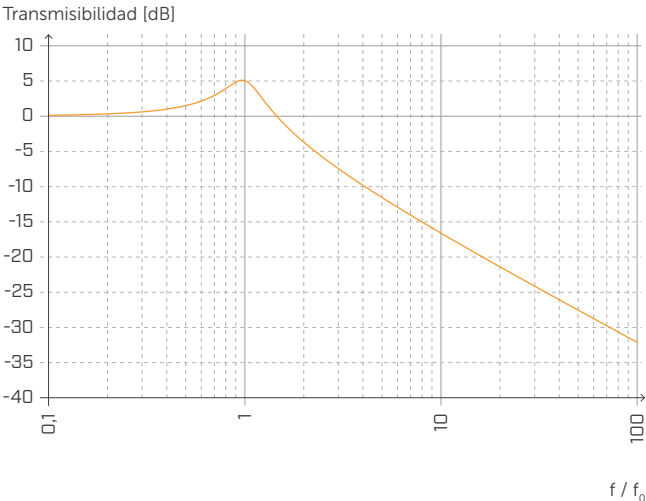
DEFORMACIÓN Y CARGA



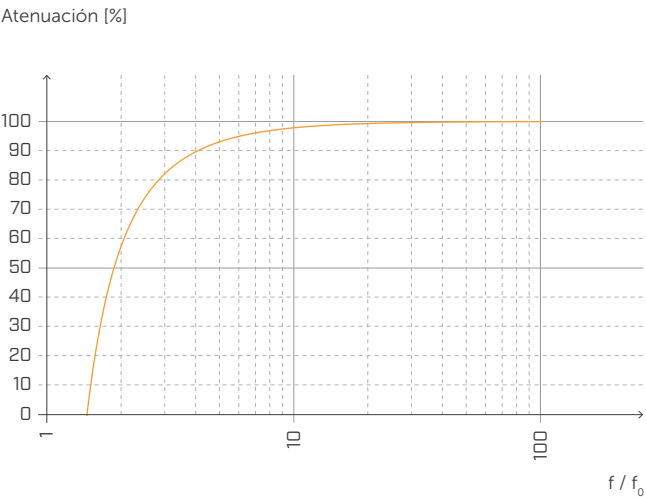
DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL



TRANSMISIBILIDAD



ATENUACIÓN



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

TABLA DE APLICACIÓN

CÓDIGO	B [mm]	carga para optimización acústica ⁽¹⁾ [kN/m]		compresión para optimización acústica ⁽¹⁾ [N/mm²]		reducción [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	$\geq 500\%$
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.



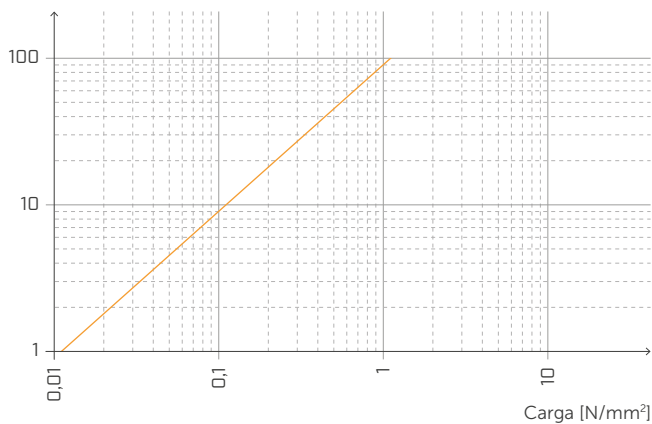
FRECUENCIA NATURAL Y CARGA

Frecuencia natural [Hz]



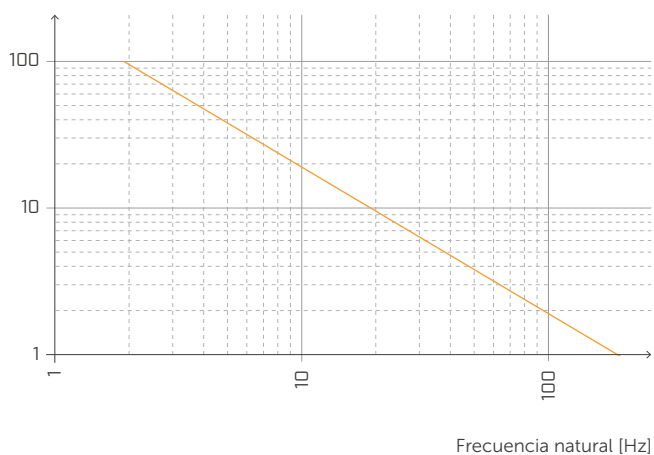
DEFORMACIÓN Y CARGA

Deformación [%]



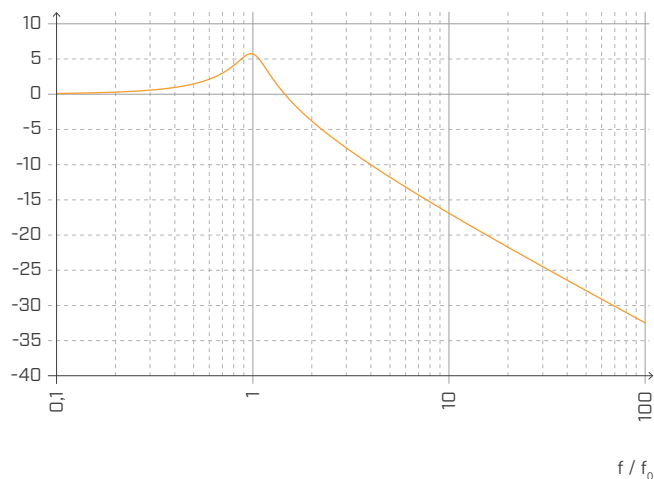
DEFORMACIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

Deformación [%]



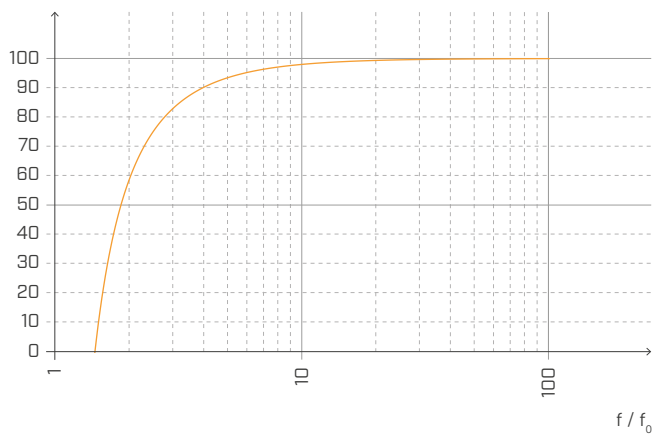
TRANSMISIBILIDAD

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;

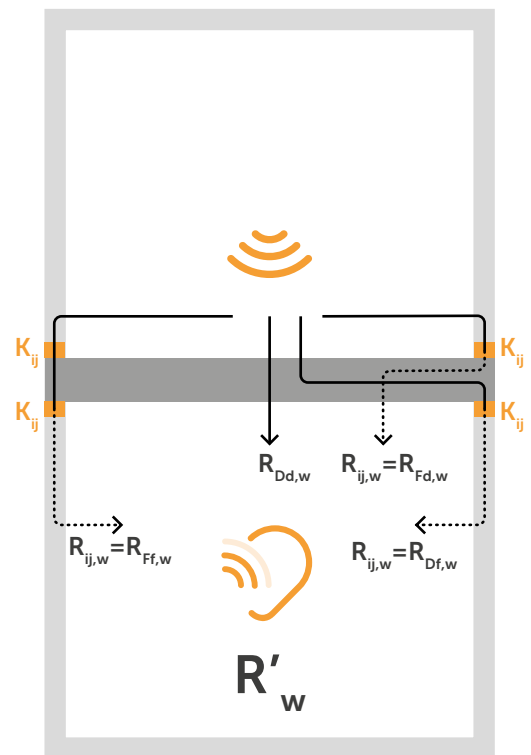
ΔR_i y ΔR_j son incrementos del poder fonoaislante debidos a la colocación de revestimientos para el elemento i en la habitación emisora y/o el elemento j en la habitación receptora;

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 ΔR_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.

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

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 rígidos y homogéneos 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)

ρ_1 e ρ_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.

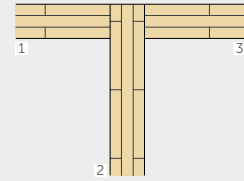
En el caso de estructuras de CLT escasamente vinculadas entre ellas, la contribución de la transmisión por flancos puede determinarse en función de las siguientes relaciones, válidas si $0,5 < (m_1/m_2) < 2$.

MÉTODO 1 - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

Solución 1 - UNIÓN "T"

$$K_{13} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$

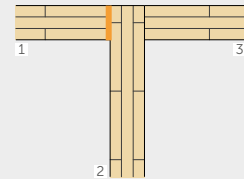


Solución 2 - UNIÓN "T"

con intercalado de una capa resiliente

$$K_{23} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$



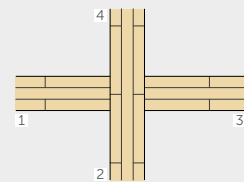
Solución 3 - UNIÓN "X"

$$K_{13} = 8,7 + 17,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 8,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$

$$K_{24} = 3,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

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



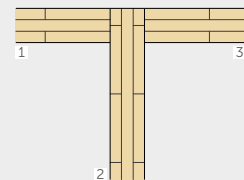
MÉTODO 2 - CÁLCULO $K_{ijrigid}$

Solución 1 - UNIÓN "T"

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

$$f_k = 500 \text{ Hz}$$

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



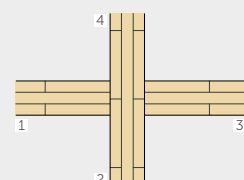
Solución 1 - UNIÓN "X"

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

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

$$f_k = 500 \text{ Hz}$$

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



MÉTODO SIMPLIFICADO

UN EJEMPLO DE CÁLCULO SEGÚN LA NORMA EN ISO 12354

INTRODUCCIÓN

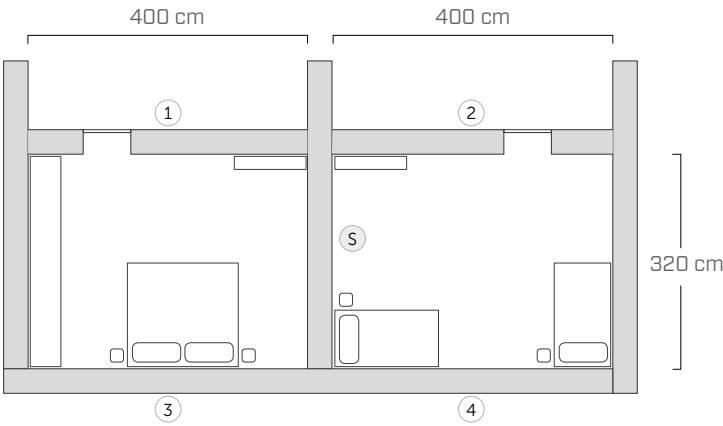
Como ya se ha mencionado, las normas EN ISO 12354 proponen dos métodos para calcular la prestación acústica de una partición: el método detallado y el método simplificado.

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.

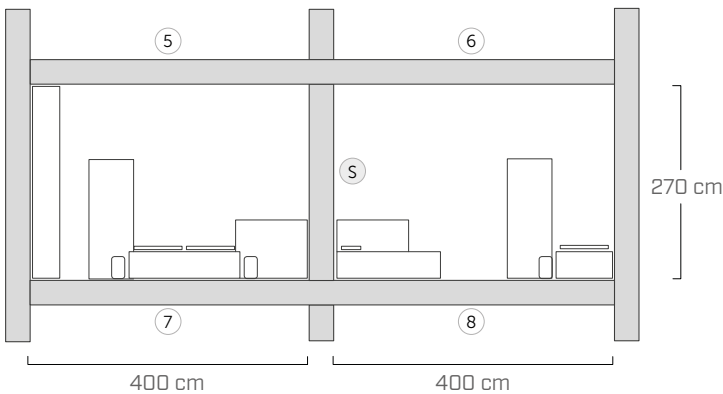
Para determinar la prestación acústica de una partición a partir de la prestación de sus componentes, es necesario conocer para cada elemento de la unión:

- la geometría de la partición (S)
- las propiedades acústicas de la partición (R_w)
- el acoplamiento entre elementos estructurales (K_j)
- 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 metódico, 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.

$$R'_w = \mathbf{51 \text{ dB}} \quad R_w = \mathbf{53 \text{ dB}}$$

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.



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

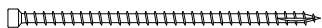
HBS

tornillo con cabeza avellanada



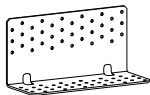
VGZ

conector todo rosca de cabeza cilíndrica



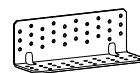
TITAN N

angular para fuerzas de corte en paredes macizas



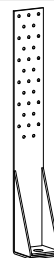
TITAN F

angular para fuerzas de corte en paredes de entramado



WHT

angular para fuerzas de tracción



ACÚSTICA

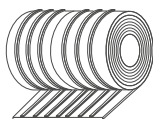
XYLOFON

banda resiliente de altas prestaciones



ALADIN

banda resiliente



CONSTRUCTION SEALING

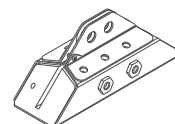
perfil de estanquidad al aire



X-RAD

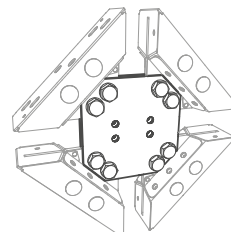
X-ONE

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:

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

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

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

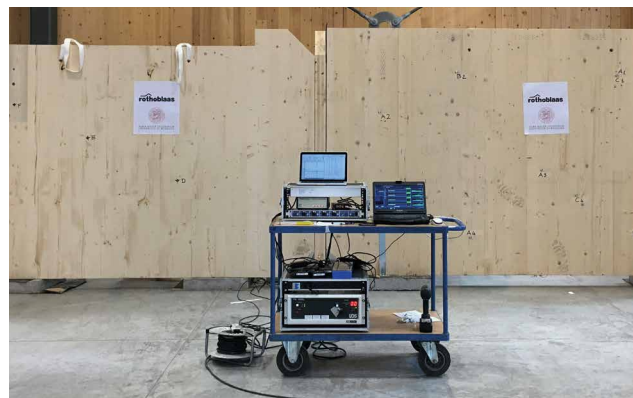
S es la superficie del panel

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 flanking transmission in CLT structures** " of Meetings on Acoustics (POMA), a serial publication of the Acoustical Society of America - POMA-D-17-00015.

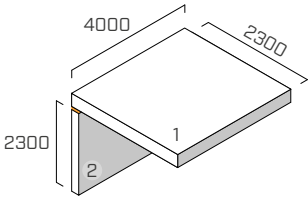
L. Barbaresi, F. Morandi, J. Belcari, A. Zucchelli, Alice Speranza, " **Optimising the mechanical characterisation of a resilient interlayer for the use in timber construction** " in Proceedings of the International congress on sound and vibration 2017, London, July 2017.

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)



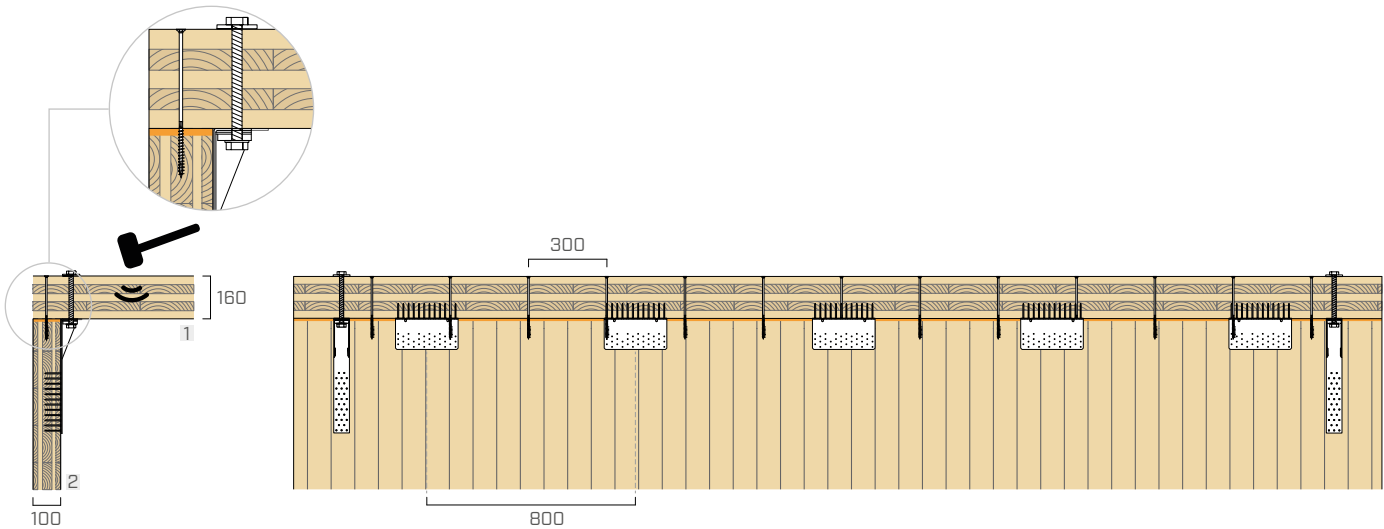
SISTEMA DE FIJACIÓN

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

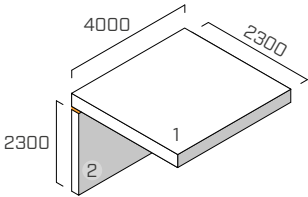
$$\overline{K_{12}} = 11,5 \text{ dB}$$

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)



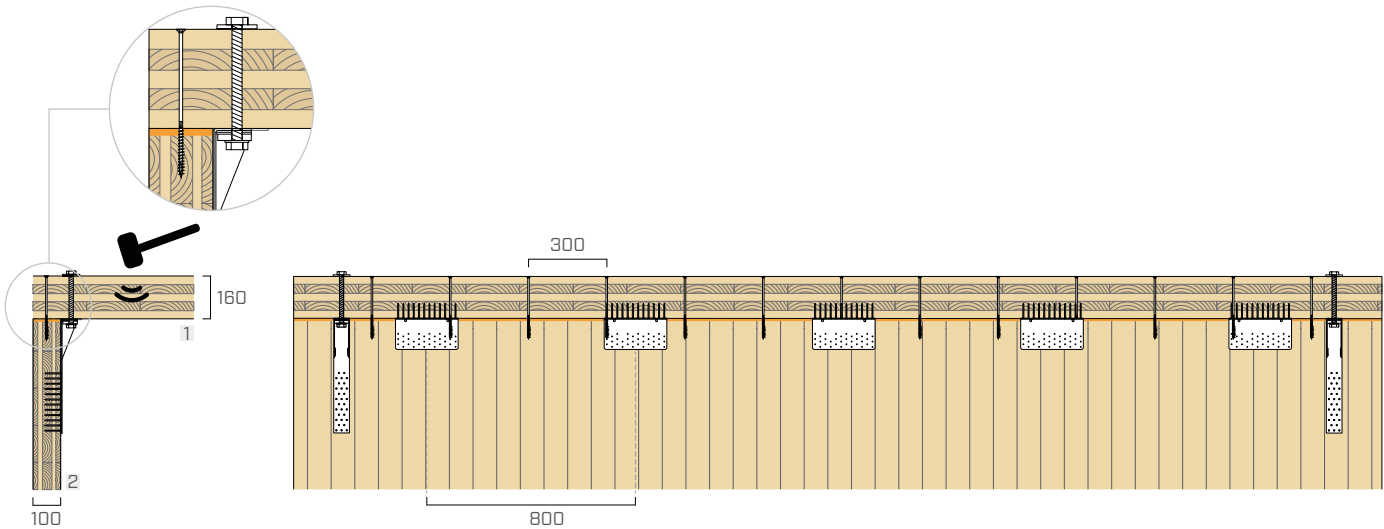
SISTEMA DE FIJACIÓN

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

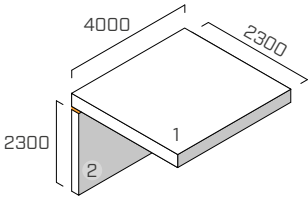
$$\overline{K_{12}} = 11,7 \text{ dB}$$

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)



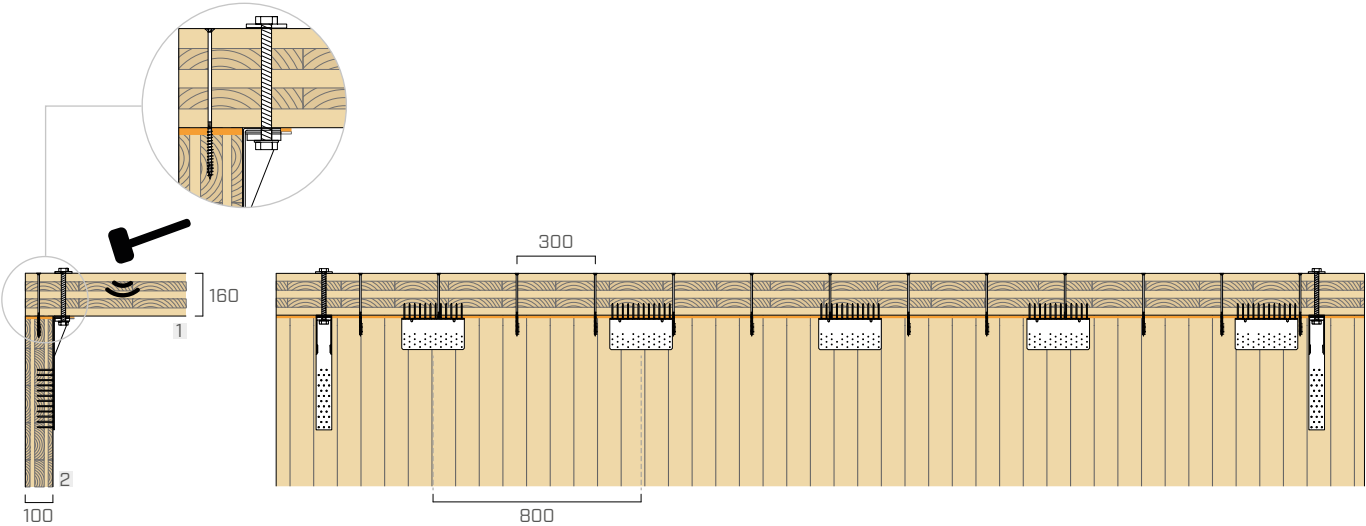
SISTEMA DE FIJACIÓN

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

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

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

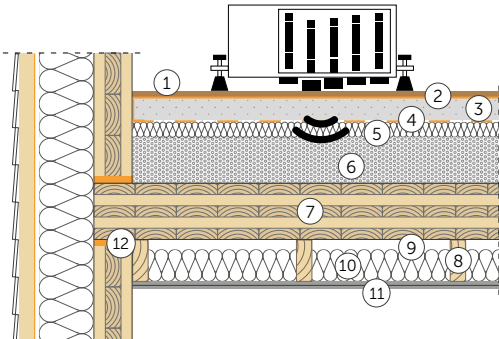
MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO

NORMAS DE REFERENCIA ISO 140-7

FORJADO

Superficie = 31 m²

Volumen de la habitación receptora = 75 m³



- 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) $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$

⑥ Llenado con grava (espesor: 80 mm) (1600 kg/m³)

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

$L'_{nT,w,0} (C_l) = 38 \text{ (1) dB}$

NISRASTM = 73

con ALADIN EXTRA SOFT

$L'_{nT,w,ALADIN} (C_l) = \textcolor{brown}{34} \text{ (0) dB}$

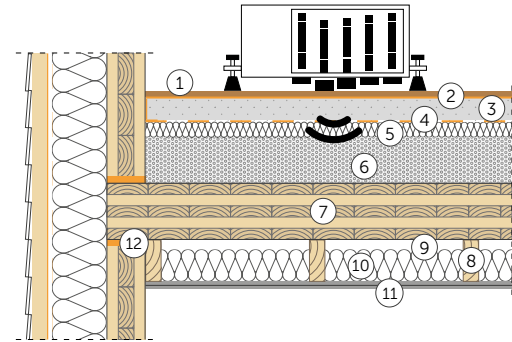
NISRASTM = 75

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 m²
Volumen de la habitación receptora = 75 m³



- 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) $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$
- 6 Llenado con grava (espesor: 80 mm) (1600 kg/m³)
- 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
NIS_{RASTM} = 73

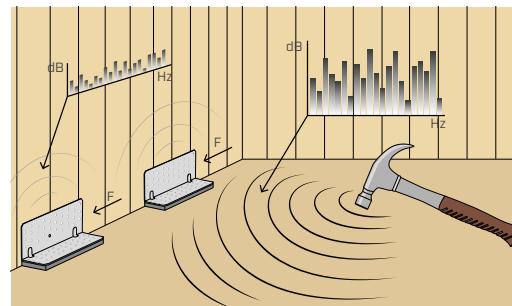
con ALADIN EXTRA SOFT

L'_{nT,w,ALADIN} (C_l) = **35 (0) dB**
NIS_{RASTM} = 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.



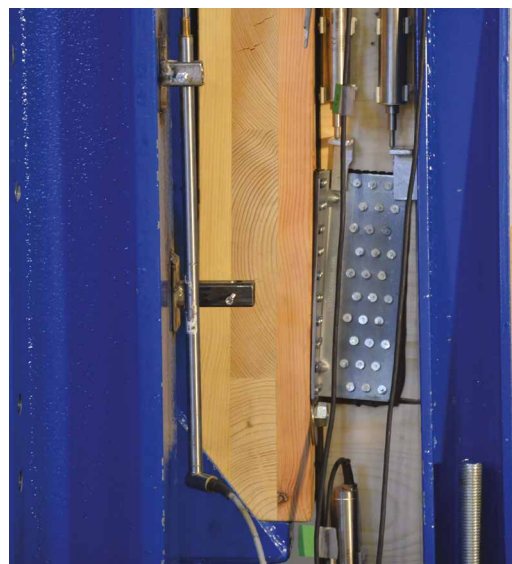
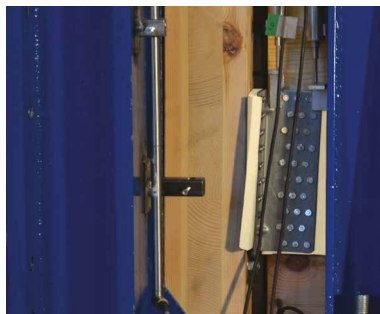
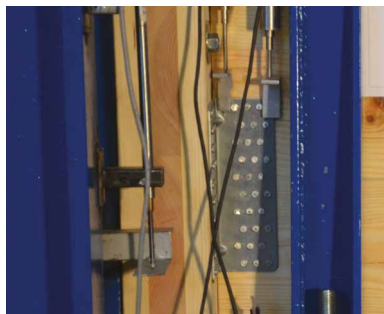
ESTUDIOS EXPERIMENTALES: COMPORTAMIENTO MECÁNICO

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

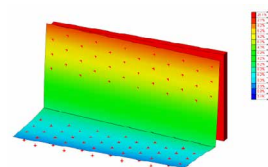
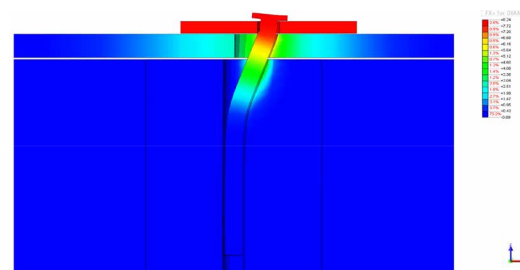
En la primera fase experimental, se han realizado pruebas monótonas a corte mediante procedimientos de carga lineal con control de desplazamiento, con el fin de evaluar la variación de la resistencia última y de la rigidez ofrecidas por la conexión TTF200 con clavos LBA de Ø4 x 60 mm.

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

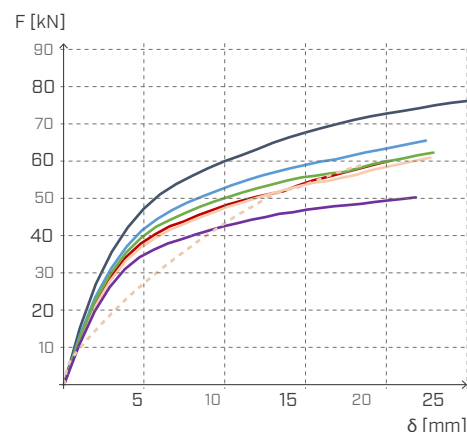
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA AL CORTE EN FUNCIÓN DE LA BANDA FONOAISLANTE

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

TITAN TTF200

configuraciones	sp	$F_{15\text{ mm}}$	$\Delta F_{15\text{ mm}}$	$K_{5\text{ mm}}$	$\Delta K_{5\text{ mm}}$
	[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 %

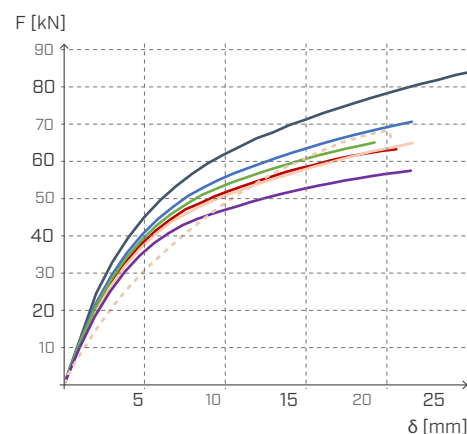
* Espesor reducido: altura de la banda reducida debido a la sección ondulada y al consiguiente aplastamiento provocado por la cabeza del clavo durante la inserción.



TITAN TTN240

configuraciones	sp	$F_{15\text{ mm}}$	$\Delta F_{15\text{ mm}}$	$K_{5\text{ mm}}$	$\Delta K_{5\text{ mm}}$
	[mm]	[kN]		[kN/mm]	
— TTN240	-	71,9	-	9,16	-
— TTN240 + 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.

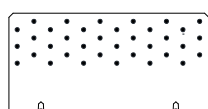
Como es un angular innovador y uno de los primeros del mercado que ha sido certificado, se ha elegido un enfoque muy conservador considerando ALADIN como una capa de aire equivalente. Por lo tanto, la capacidad del angular está ampliamente subestimada.



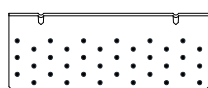
ANGULAR	fijación				$F_{2/3,Rk}$ [kN]
	tipo	$\varnothing \times L$ [mm]	n_V [unid.]	n_H [unid.]	
TTN240 + ALADIN SOFT	clavos LBA	4 x 60	36	36	28,9
	tornillos LBS	5 x 50	36	36	27,5
TTS240 + ALADIN EXTRA SOFT	tornillos HBS PLATE	8 x 80	14	14	27,5
	tornillos LBS	5 x 50	36	36	25,8

ESQUEMAS DE FIJACIÓN MADERA-MADERA

TTN240

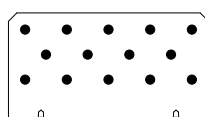


36 clavos LBA/tornillos LBS

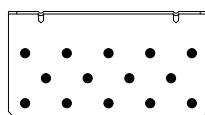


36 clavos LBA/tornillos LBS

TTS240



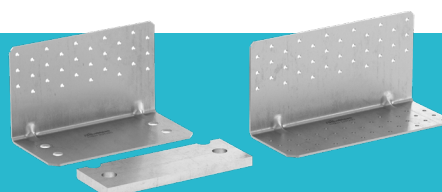
14 clavos LBA/tornillos LBS



14 clavos LBA/tornillos LBS

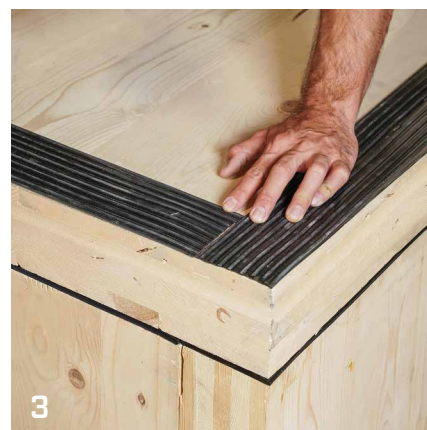
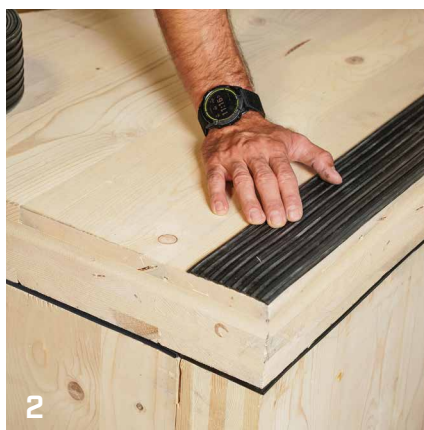
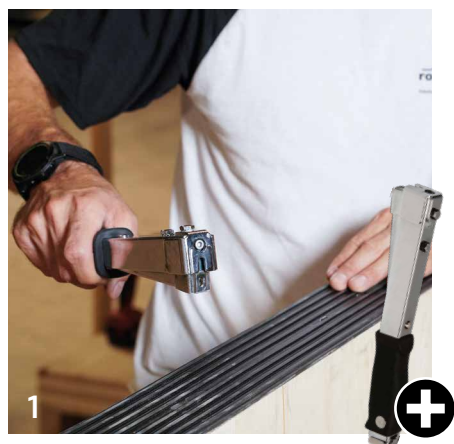
Descubre la gama completa de **TITAN** en nuestro sitio web o pide el catálogo a tu agente de confianza.

www.rothoblaas.es

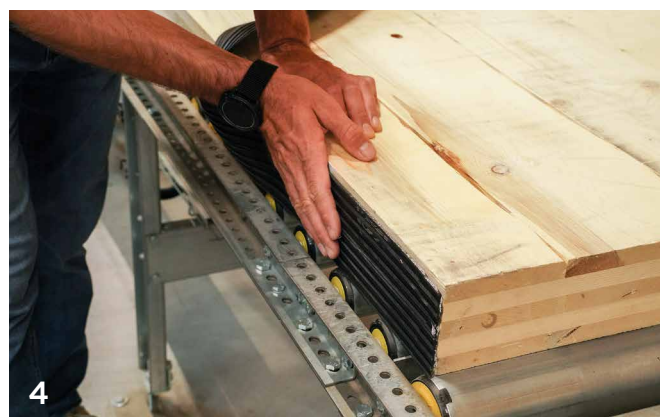


ALADIN | CONSEJOS DE APLICACIÓN

APLICACIÓN CON GRAPAS



APLICACIÓN CON PRIMER SPRAY



APLICACIÓN CON DOUBLE BAND



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 contenidos 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.

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

