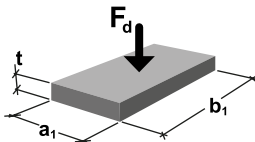
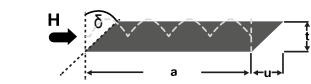
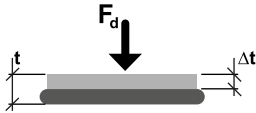
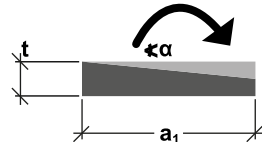


## Apoyo bi-Trapez Apoyo elastomérico como soporte estático para la construcción y para aislamiento del ruido de impactos

### Dimensionamiento con valores de diseño

El dimensionamiento de los apoyos se realiza de conformidad con la homologación general de las autoridades de construcción hasta una tensión de compresión de  $\sigma_{R,d} = 17,4 \text{ N/mm}^2$ . El concepto de dimensionamiento se basa en el factor de forma. Deben tenerse en cuenta los taladros, las escotaduras y la distancia necesaria respecto a los bordes, de conformidad con la norma DIN EN 1992.

| TIPO DE ESFUERZO  |   |  |  |
|---|---|--|--|
| valor de dimensionamiento de la capacidad portante                                | deformación de cizallamiento admisible  | deformación del apoyo  | ángulo de giro admisible   |
|  |    |  |   |
| FÓRMULA   |   |  |  |
| $\sigma_{R,d} = 1,095 \times S^{1,543} \leq 17,4 \text{ [N/mm}^2\text{]}$         | <p>Grosor t<br/> t = 10 mm: u admisible = 4 mm<br/> t = 15 mm: u admisible = 5,5 mm<br/> t = 20 mm: u admisible = 8 mm</p> <p>Fuerza horizontal<br/> <math>H_d = c_{s(t)} \cdot u \cdot A_E / (22500 \text{ mm}^2)</math></p> <p>Para evitar que se deslice el apoyo se requiere una tensión de compresión mínima de 1 N/mm<sup>2</sup>.</p> <p>Valores <math>c_{s(t)}</math> y condiciones marginales, ver la página 5</p> | <p>ver la página 4</p>   | <p>Grosor t<br/> t = 10 mm: <math>\alpha</math> admisible = <math>3000/a_1</math> [‰]<br/> t = 15 mm: <math>\alpha</math> admisible = <math>5000/a_1</math> [‰]<br/> t = 20 mm: <math>\alpha</math> admisible = <math>6500/a_1</math> [‰]</p> <p>(apoyo rectangular)</p> <p>A tener en cuenta según la homologación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 ‰ de oblicuidad</li> <li>• <math>\frac{625}{a_1}</math> de falta de planeidad</li> </ul> <p>véase también el Folleto 600, DAfStb (Comisión técnica alemana para el hormigón armado)</p> |
| <p>Factor de forma S, ver página 2</p>  |   |  |  |

#### LEYENDA DE LOS SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LAS FÓRMULAS

|       |  |                |  |
|-------|--|----------------|--|
| $F_d$ | Fuerza vertical  | $\sigma_{R,d}$ | Valor de dimensionamiento de la capacidad portante     |
| $H_d$ | Fuerza horizontal  | $\sigma_{E,d}$ | Tensión de compresión de diseño resultante de la carga |
| $A_E$ | Superficie del apoyo   | $\alpha$       | Torsión del apoyo                                      |
| S     | Factor de forma, relación entre la superficie del apoyo oprimida $A_E$ y la superficie lateral no sometida a esfuerzos | $c_{s(t)}$     | Rigidez al cizallamiento                               |
| $a_1$ | Lado más corto del apoyo   | u              | Deformación del apoyo por cizallamiento                |
| $b_1$ | Lado más largo del apoyo   | t              | Grosor del apoyo                                       |
| a     | Anchura del componente   | $\Delta t$     | Deformación del apoyo                                  |
| b     | Longitud del componente  |                |  |

## Apoyo bi-Trapez Apoyo elastomérico como soporte estático para la construcción y para aislamiento del ruido de impactos

### Cálculo del factor de forma

Para el dimensionamiento de los apoyos elastoméricos no armados se utiliza el factor de forma S como relación entre el área comprimida y el área de deformación libre. Con el factor de forma S se calcula la tensión de compresión admisible en función de las dimensiones del apoyo.

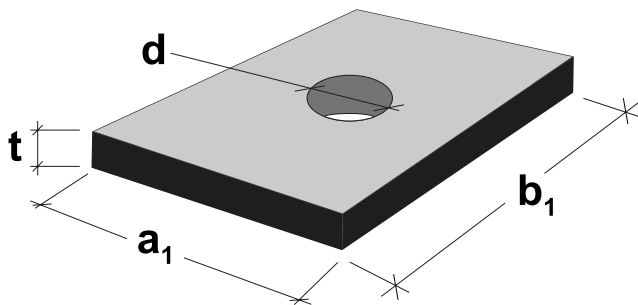
#### FACTOR DE FORMA PARA APOYOS RECTANGULARES

Sin taladro

$$S = \frac{b_1 \cdot a_1}{2 \cdot t \cdot (b_1 + a_1)}$$

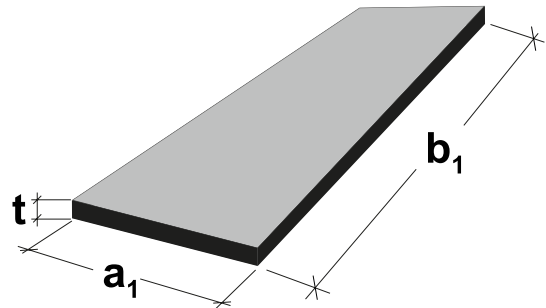
Con taladro,  $n \leq 4$

$$S = \frac{a \cdot b - \frac{\pi}{4} n \cdot d^2}{2 \cdot t \cdot (a + b) + t \cdot \pi \cdot n \cdot d}$$



#### FACTOR DE FORMA PARA APOYOS EN BANDAS

$$S = \frac{a_1}{2 \cdot t} \quad b_1 \gg a_1$$



## Apoyo bi-Trapez Apoyo elastomérico como soporte estático para la construcción y para aislamiento del ruido de impactos

### Grosor: 10 mm

Las tablas siguientes muestran el valor de dimensionamiento de la capacidad portante y el ángulo de giro admisible en función de las dimensiones del apoyo. Los valores intermedios pueden interpolarse.

| APOYO  |                          |         | TENSIÓN DE COMPRESIÓN, $\sigma_{R,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|--------------------------|---------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| [mm]   | $\alpha$ [‰]             | [mm]    | LONGITUD DEL APOYO [mm]                                    |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Grosor | ángulo de giro admisible | Anchura | 70   | 80  | 90  | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150  | 175  | 200  | 225  | 250  | 275  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500  |
| 10     | 40                       | 50      | -  | -   | -   | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9  | 3,1  | 3,2  | 3,3  | 3,4  | 3,5  | 3,5  | 3,7  | 3,8  | 3,8  | 3,9  |
|        | 30                       | 100     | 3,3  | 3,8 | 4,1 | 4,5 | 4,8 | 5,1 | 5,4 | 5,7 | 6,0  | 6,5  | 7,0  | 7,4  | 7,8  | 8,1  | 8,4  | 8,9  | 9,3  | 9,6  | 9,9  |
|        | 20                       | 150     | 4,2  | 4,8 | 5,4 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,4  | 9,4  | 10,3 | 11,2 | 11,9 | 12,5 | 13,1 | 14,1 | 15,0 | 15,7 | 16,4 |
|        | 15                       | 200     | 4,8  | 5,5 | 6,3 | 7,0 | 7,7 | 8,4 | 9,1 | 9,7 | 10,3 | 11,8 | 13,1 | 14,3 | 15,4 | 16,5 | 17,4 | 17,4 | 17,4 | 17,4 | 17,4 |

### Grosor: 15 mm

| APOYO  |                          |         | TENSIÓN DE COMPRESIÓN, $\sigma_{R,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |
|--------|--------------------------|---------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| [mm]   | $\alpha$ [‰]             | [mm]    | LONGITUD DEL APOYO [mm]                                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |
| Grosor | ángulo de giro admisible | Anchura | 70   | 80  | 90  | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 350  | 400  | 450  | 500  |
| 15     | 40                       | 50      | -  | -   | -   | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 2,1  |
|        | 40                       | 100     | 1,9  | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,5 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 4,8  | 5,0  | 5,1  | 5,3  |
|        | 33,3                     | 150     | 2,4  | 2,6 | 2,9 | 3,2 | 3,5 | 3,8 | 4,0 | 4,3 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,4 | 6,7 | 7,0 | 7,6  | 8,0  | 8,4  | 8,8  |
|        | 25                       | 200     | 2,8  | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 4,1 | 4,5 | 4,9 | 5,2 | 5,5 | 6,3 | 7,0 | 7,7 | 8,3 | 8,8 | 9,3 | 10,2 | 10,9 | 11,6 | 12,2 |

### Grosor: 20 mm

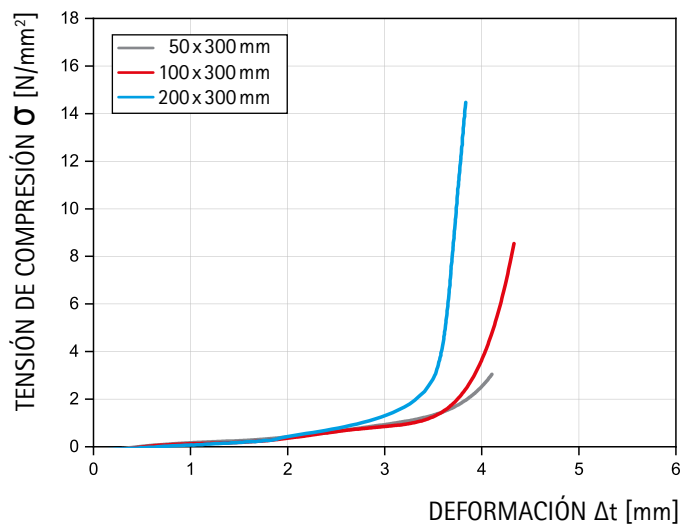
| APOYO  |                          |         | TENSIÓN DE COMPRESIÓN, $\sigma_{R,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|--------|--------------------------|---------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| [mm]   | $\alpha$ [‰]             | [mm]    | LONGITUD DEL APOYO [mm]                                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| Grosor | ángulo de giro admisible | Anchura | 100  | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |  |
| 20     | 40                       | 100     | 1,5  | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 |  |
|        | 32,5                     | 200     | 2,4  | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 4,9 | 5,3 | 5,6 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,4 | 7,8 |  |

| APOYO EN BANDAS            |  |                  |          |           |          |           |          |
|----------------------------|--|------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| ANCHURA DEL APOYO<br>$a_1$ |  | APOYO BI-TRAPEZ  |          |           |          |           |          |
|                            |  | GROSOR DEL APOYO |          |           |          |           |          |
|                            |  | 10 mm            |          | 15 mm     |          | 20 mm     |          |
|                            |  | $F_{R,d}$        | $\alpha$ | $F_{R,d}$ | $\alpha$ | $F_{R,d}$ | $\alpha$ |
| [mm]                       |  | [kN/m]           | [‰]      | [kN/m]    | [‰]      | [kN/m]    | [‰]      |
| 50                         |  | 225              | 40       | 120       | 40       | -         | -        |
| 100                        |  | 1312             | 30       | 702       | 40       | 450       | 40       |
| 150                        |  | 2610             | 20       | 1968      | 33,3     | -         | -        |
| 200                        |  | 3480             | 15       | 3480      | 25       | 2624      | 32,5     |

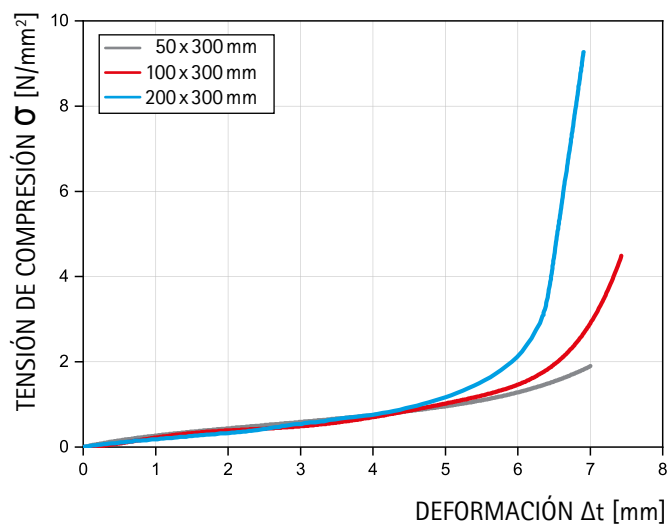
## Apoyo bi-Trapez Apoyo elastomérico como soporte estático para la construcción y para aislamiento del ruido de impactos

### Curvas características de elasticidad

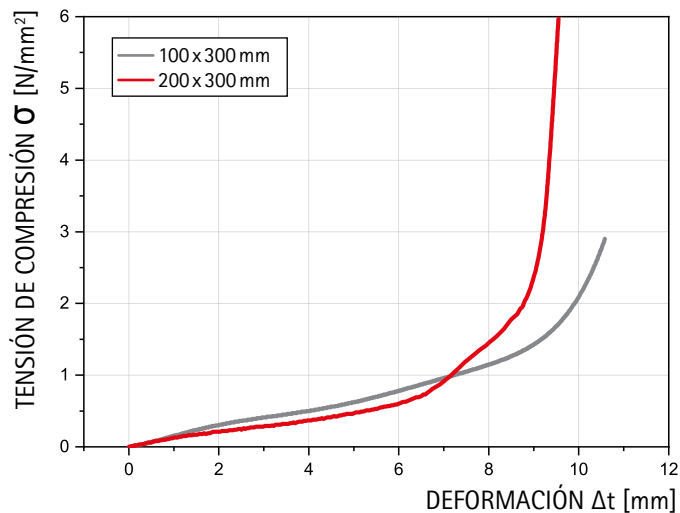
#### Grosor 10 mm



#### Grosor 15 mm

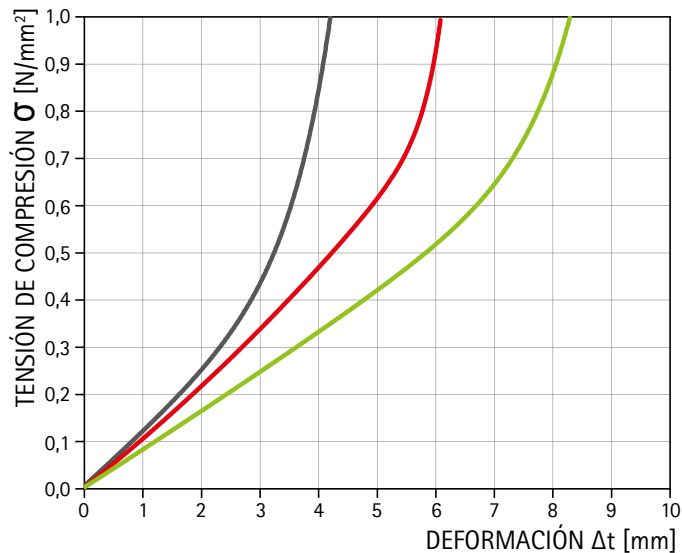


#### Grosor 20 mm



Curva de deformación por compresión hasta el valor de dimensionamiento de la capacidad portante de acuerdo con la homologación para un apoyo de este tipo con un factor de forma elevado.

### Curva característica de elasticidad para apoyos de diferentes grosores

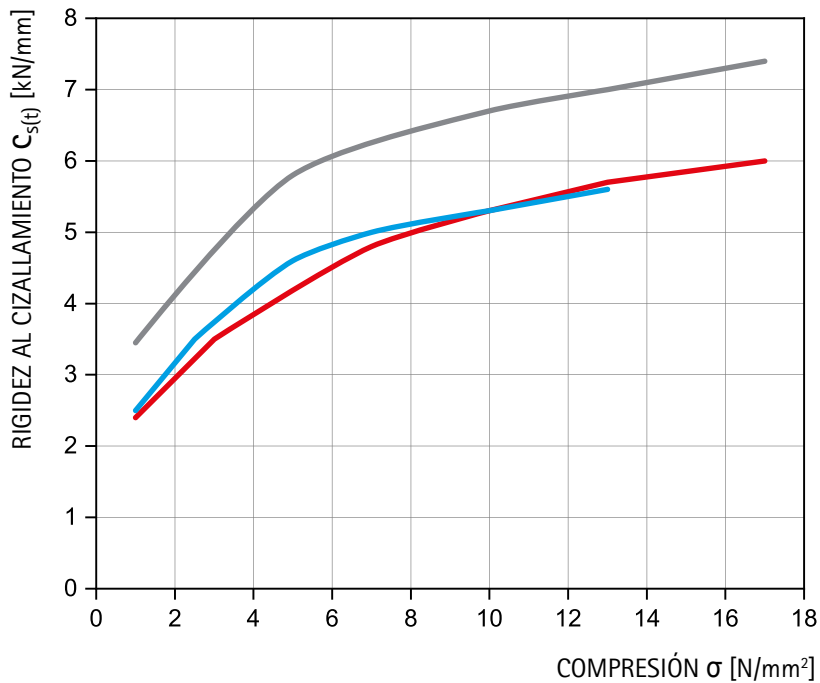


Deformación del apoyo en el rango inferior de la tensión de compresión relevante para el sonido, diagrama orientativo

— 10 mm  
— 15 mm  
— 20 mm

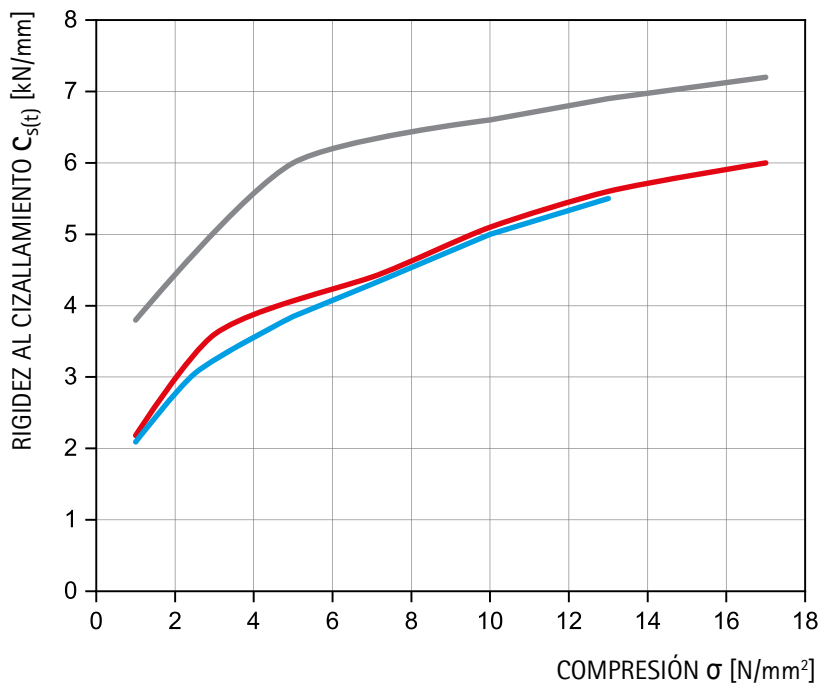
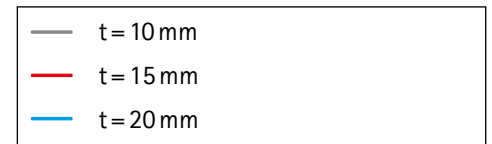
## Apoyo bi-Trapez Apoyo elastomérico como soporte estático para la construcción y para aislamiento del ruido de impactos

### Rigidez al cizallamiento

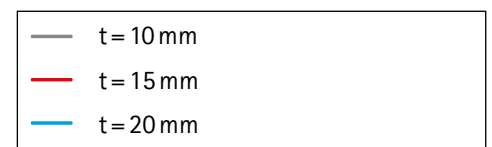


#### DIAGRAMA

En dirección perpendicular al perfilado.



En dirección paralela al perfilado.



## Apoyo bi-Trapez

Apoyo elastomérico para aislamiento del ruido de impactos

### Valores de ruido de impactos

Medido según DIN 7396 en el rango de tensión de compresión  $\sigma = 0,1 \text{ N/mm}^2 - 0,7 \text{ N/mm}^2$ .

| VALORES DE RUIDO DE IMPACTOS |                        |                                |                                 |                               |                              |                  |
|------------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------|
| Grosor del apoyo [mm]        | Anchura del apoyo [mm] | Carga vertical efectiva [kN/m] | $\Delta L_{w,Lauf}^*$ max. [dB] | $\Delta L_{w,Lauf}$ max. [dB] | $\Delta L_{n,w}^*$ max. [dB] | Deformación [mm] |
| 10                           | 50                     | 5-35                           | 20                              | 22                            | 23                           | 0,8-3,8          |
|                              | 100                    | 10-70                          |                                 |                               |                              |                  |
|                              | 150                    | 15-105                         |                                 |                               |                              |                  |
|                              | 200                    | 20-140                         |                                 |                               |                              |                  |
| 15                           | 50                     | 5-35                           | 22                              | 24                            | 25                           | 0,9-5,5          |
|                              | 100                    | 10-70                          |                                 |                               |                              |                  |
|                              | 150                    | 15-105                         |                                 |                               |                              |                  |
|                              | 200                    | 20-140                         |                                 |                               |                              |                  |
| 20                           | 100                    | 10-70                          | 23                              | 25                            | 26                           | 1,2-7,4          |
|                              | 200                    | 20-140                         |                                 |                               |                              |                  |

#### LEYENDA

$\Delta L_{w,Lauf}^*$  Diferencia evaluada del nivel sonoro de impacto según DIN 7396, como comprobante según DIN EN ISO-12354-2

$\Delta L_{w,Lauf}$  Diferencia evaluada del nivel sonoro de impacto en el tramo según DIN 7396, como comprobante según DIN 4109-2

$\Delta L_{n,w}^*$  Diferencia evaluada del nivel sonoro de impacto para conexión rígida y con desacoplamiento según DIN 7396, parámetro del producto

## Ejemplo de comprobante del aislamiento acústico

nach DIN 4109 Teil 2 según DIN 4109 Parte 2

#### Para viviendas multifamiliares:

pared simple de la caja de escalera rígida a la flexión

Tramo de escalera con pared simple de la caja de escalera

rígida a la flexión según DIN 4109-32:  $L_{n,eq,0,w} \leq 60 \text{ dB}$

Diferencia evaluada del nivel sonoro de impacto en el tramo de escalera con

apoyo bi-Trapez  $t = 15 \text{ mm}$ ,  $b = 50 \text{ mm}$ , medición de conformidad con DIN 7396:  $\Delta L_{w,Lauf}^* \geq 22 \text{ dB}$

#### Comprobante

$$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_{w,Lauf}^* = 60 \text{ dB} - 22 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} + u_{Prog} = 38 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 41 \text{ dB}$$

Con ello se satisfacen los siguientes requisitos:

DIN 4109, requisitos elevados  $L'_{n,w} \leq 47 \text{ dB}$

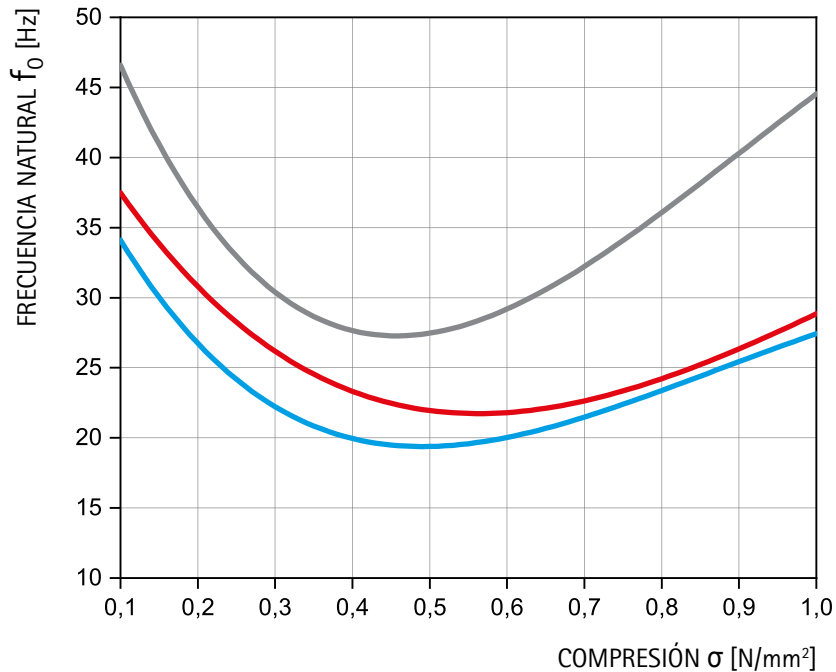
DEGA, Clase B  $L'_{n,w} \leq 43 \text{ dB}$

VDI 4100, SSt III  $L'_{n,w} \leq 44 \text{ dB}$

## Apoyo bi-Trapez

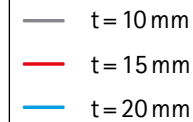
Apoyo elastomérico para aislamiento del ruido de impactos

### Frecuencia natural

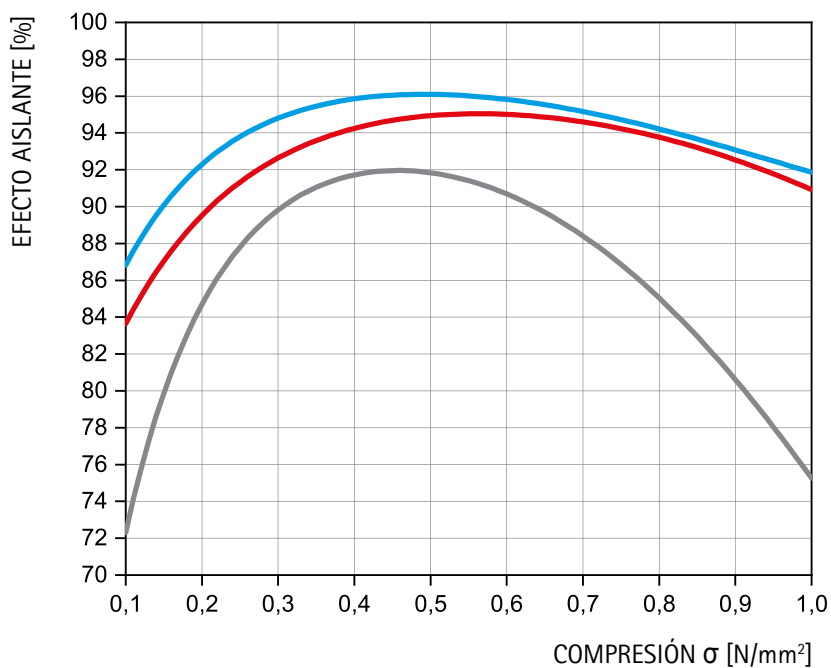


#### DIAGRAMA

El diagrama adjunto muestra la frecuencia natural de un oscilador de un grado de libertad con un apoyo bi-Trapez como elemento elástico bajo una tensión de compresión entre 0,1 y 1,0 N/mm<sup>2</sup>. En este rango, el apoyo bi-Trapez es idóneo para la atenuación de ruidos de impacto y ruido estructural debido a su característica elástica blanda.

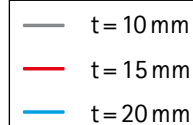


### Efecto aislante



#### DIAGRAMA

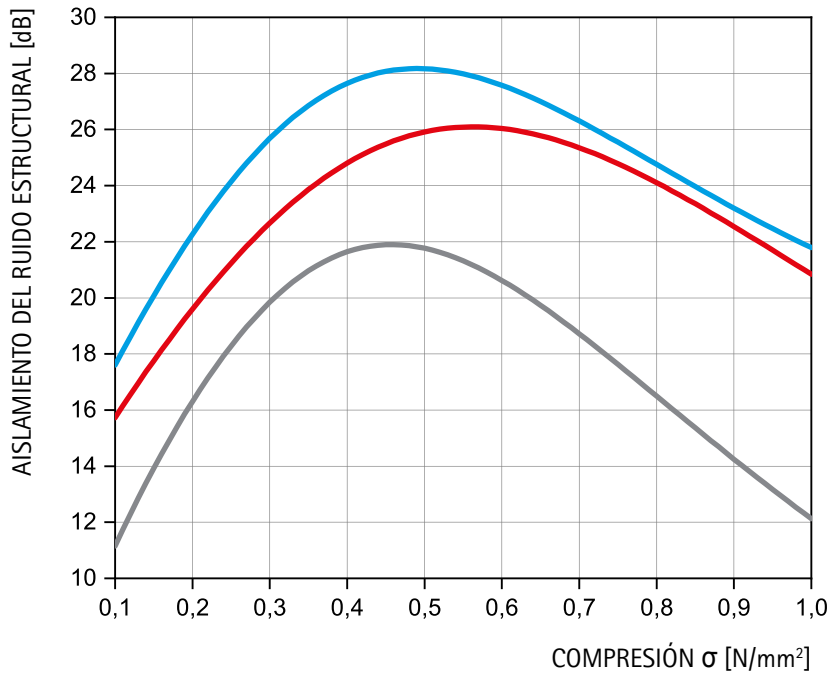
Los dos diagramas muestran el efecto posible de los apoyos bi-Trapez si se utilizan como aislamiento para el sonido estructural. La relación entre la frecuencia de excitación que actúa y la frecuencia natural indicada más arriba es el factor decisivo para el aislamiento contra el ruido estructural. Cuanto mayor sea esta relación, mejor es el aislamiento. De los diagramas se desprende claramente que es posible obtener ya un efecto aislante superior al 90% frente a una frecuencia de excitación de 100 Hz. Esto corresponde a un aislamiento del ruido estructural de 20 dB. Las frecuencias de excitación superiores a 100 Hz se atenúan aún más.



## Apoyo bi-Trapez

Apoyo elastomérico para aislamiento del ruido de impactos

### Aislamiento del ruido estructural

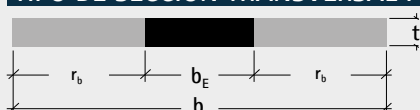


## Apoyo bi-Trapez

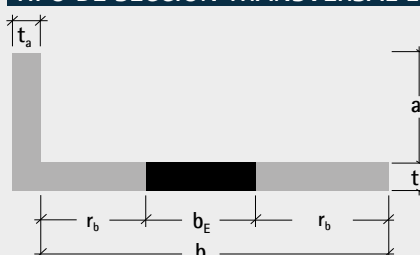
Apoyo elastomérico para aislamiento del ruido de impactos

### Elemento de escalera insonorizante para aplicaciones con hormigón en obra

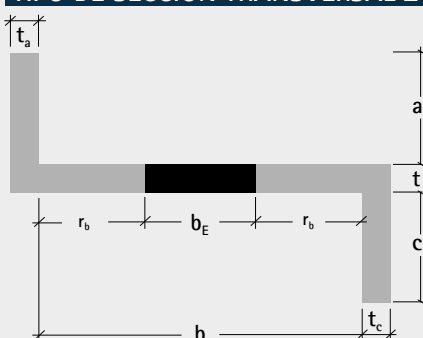
#### TIPO DE SECCIÓN TRANSVERSAL I



#### TIPO DE SECCIÓN TRANSVERSAL L



#### TIPO DE SECCIÓN TRANSVERSAL Z

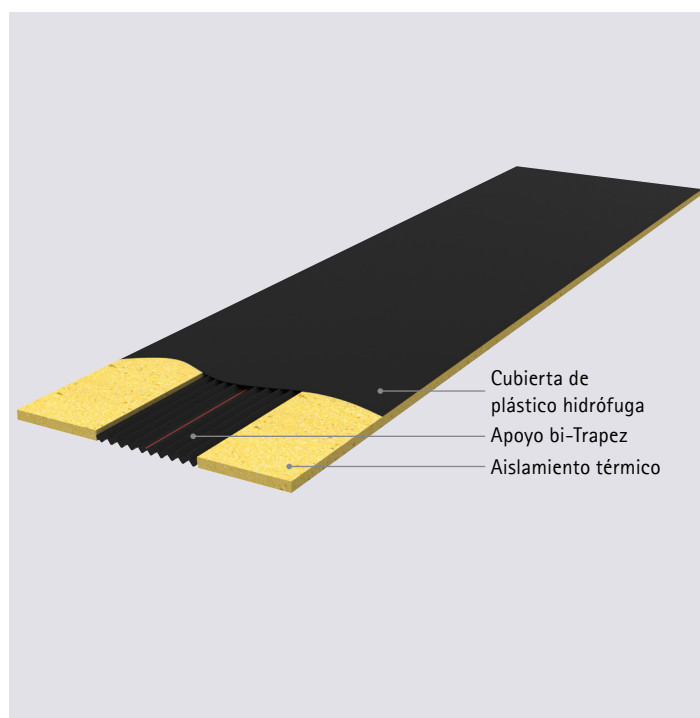


#### DESIGNACIÓN DE LA DIMENSIONES

|                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| l              | Longitud total              |
| b              | Anchura total               |
| t              | Grosor total                |
| a              | Longitud del brazo superior |
| c              | Longitud del brazo inferior |
| t <sub>a</sub> | Grosor del brazo superior   |
| t <sub>c</sub> | Grosor del brazo inferior   |
| b <sub>E</sub> | Anchura del apoyo bi-Trapez |
| r <sub>b</sub> | Distancia anchura-borde     |

#### ELEMENTO DE ESCALERA INSONORIZANTE

| Grosor del apoyo [mm] | Anchura del apoyo [mm] | Tipo de sección transversal |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------|
| 10                    | 50                     | I                           |
|                       |                        | L                           |
|                       |                        | Z                           |
| 10                    | 100                    | I                           |
|                       |                        | L                           |
|                       |                        | Z                           |
| 15                    | 50                     | I                           |
|                       |                        | L                           |
|                       |                        | Z                           |
| 15                    | 100                    | I                           |
|                       |                        | L                           |
|                       |                        | Z                           |
| 20                    | 100                    | I                           |
|                       |                        | L                           |
|                       |                        | Z                           |



El contenido de este impreso es el resultado de extensas tareas de investigación y de nuestra experiencia en la aplicación práctica. Todas las informaciones e indicaciones se han redactado según nuestro leal saber y entender. No obstante, no se ofrece garantía alguna en cuanto a sus propiedades y no se exonera al usuario de una comprobación propia, también con respecto a derechos de protección de terceros. Queda excluida cualquier responsabilidad por daños y perjuicios, de cualquier tipo y basada en cualquier fundamento jurídico, por el asesoramiento prestado mediante esta publicación. Se reserva el derecho de introducir modificaciones técnicas en el marco del desarrollo del producto.

© Copyright - Calenberg Ingenieure GmbH - 2025