

## Apoyo en sándwich Q

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

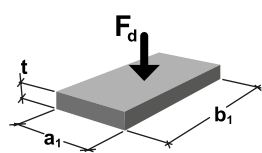
### Dimensionamiento con valores de diseño

El dimensionamiento de los apoyos se realiza de conformidad con la homologación general de las autoridades de construcción hasta una tensión de compresión de  $\sigma_{R,d} = 28 \text{ N/mm}^2$ . Deben tenerse en cuenta los taladros, las escotaduras y la distancia necesaria respecto a los bordes, de conformidad con la norma DIN EN 1992.

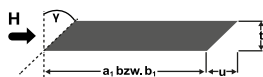
#### TIPO DE ESFUERZO

valor de dimensionamiento de la capacidad portante

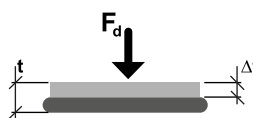
(tensión máxima de compresión)



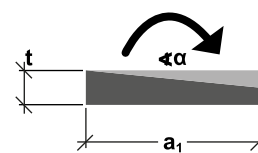
deformación máxima por cizallamiento



deformación del apoyo



ángulo máx. de giro



#### FÓRMULA

$$\sigma_{R,d} = 28 \text{ N/mm}^2$$

$$t = 10 \text{ mm}: u_{\text{máx}} = 0,4 \times t$$

$$t > 10 \text{ mm}: u_{\text{máx}} = 0,5 \times t$$

$$\text{Fuerza horizontal } H = c_{s(t)} \times u \times A_E / 10.000 \text{ mm}^2$$

Para evitar que se deslice el apoyo se requiere una tensión de compresión mínima de 2 N/mm<sup>2</sup>. Valores  $c_{s(t)}$  y condiciones marginales, ver página 4

ver. página 4

$$t = 10 \text{ mm}: \alpha_{\text{máx}} = 200 \text{ ‰} \times t/a_1 \leq 40 \text{ ‰}$$

$$t > 10 \text{ mm}: \alpha_{\text{máx}} = 350 \text{ ‰} \times t/a_1 \leq 43 \text{ ‰}$$

A tener en cuenta según la homologación:

10 ‰ por la oblicuidad  
625 ‰ x mm/a por la falta de planeidad

véase también el Folleto 600, DAFStb (Comisión técnica alemana para el hormigón armado)

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

$F_d$	Fuerza vertical	$\alpha$	Torsión del apoyo
$H$	Fuerza horizontal	$c_{s(t)}$	Rigidez al cizallamiento
$A_E$	Superficie del apoyo	$u$	Deformación del apoyo por cizallamiento
$a_1$	Lado más corto del apoyo	$\gamma$	Ángulo de empuje
$b_1$	Lado más largo del apoyo	$t$	Grosor del apoyo
$\sigma_{R,d}$	Valor de dimensionamiento de la capacidad portante	$\Delta t$	Deformación del apoyo
		$\varnothing$	Diámetro del apoyo

## Apoyo en sándwich Q

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

### Grosores: 10, 20, 30 y 40 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 RECTANGULAR									
ANCHURA DEL APOYO a [mm]	Grosor del apoyo								
	t = 10 mm		t = 20 mm		t = 30 mm		t = 40 mm		
	Deformación por cizallamiento								
	u = 4 mm		u = 10 mm		u = 15 mm		u = 20 mm		
	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	
	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	
90	28,0	22,2	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
100	28,0	20,0	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
110	28,0	18,2	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
120	28,0	16,7	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
130	28,0	15,4	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
140	28,0	14,3	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
150	28,0	13,3	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
200	28,0	10,0	28,0	35,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
250	28,0	8,0	28,0	28,0	28,0	42,0	28,0	43,0	
300	28,0	6,7	28,0	23,3	28,0	35,0	28,0	43,0	
350	28,0	5,7	28,0	20,0	28,0	30,0	28,0	40,0	
400	28,0	5,0	28,0	17,5	28,0	26,3	28,0	35,0	
450	28,0	4,4	28,0	15,6	28,0	23,3	28,0	31,1	
500	28,0	4,0	28,0	14,0	28,0	21,0	28,0	28,0	
550	28,0	3,6	28,0	12,7	28,0	19,1	28,0	25,5	
600	28,0	3,3	28,0	11,7	28,0	17,5	28,0	23,3	

Número de orificios  $\leq 4$

Porcentaje de orificios en la superficie de apoyo  $\leq 10\%$

Dimensiones mínimas del apoyo  $a \geq 90$  mm,  $b \geq 90$  mm

Diámetro del orificio  $\leq 45$  mm

Distancia respecto al borde  $\geq 20$  mm

## Apoyo en sándwich Q

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

### Grosores: 10, 20, 30 y 40 mm

La tabla siguiente 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 REDONDO									
DIÁMETRO D [mm]	Grosor del apoyo								
	t = 10 mm		t = 20 mm		t = 30 mm		t = 40 mm		
	Deformación por cizallamiento								
	u = 4 mm		u = 10 mm		u = 15 mm		u = 20 mm		
	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	$\sigma_{R,d}$	$\alpha_{m\acute{a}x}$	
	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[‰]	
90	28,0	22,2	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
100	28,0	20,0	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
110	28,0	18,2	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
120	28,0	16,7	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
130	28,0	15,4	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
140	28,0	14,3	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
150	28,0	13,3	28,0	43,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
200	28,0	10,0	28,0	35,0	28,0	43,0	28,0	43,0	
250	28,0	8,0	28,0	28,0	28,0	42,0	28,0	43,0	
300	28,0	6,7	28,0	23,3	28,0	35,0	28,0	43,0	
350	28,0	5,7	28,0	20,0	28,0	30,0	28,0	40,0	
400	28,0	5,0	28,0	17,5	28,0	26,3	28,0	35,0	
450	28,0	4,4	28,0	15,6	28,0	23,3	28,0	31,1	
500	28,0	4,0	28,0	14,0	28,0	21,0	28,0	28,0	
550	28,0	3,6	28,0	12,7	28,0	19,1	28,0	25,5	
600	28,0	3,6	28,0	11,7	28,0	17,5	28,0	23,3	

Número de orificios  $\leq 4$

Porcentaje de orificios en la superficie de apoyo  $\leq 10\%$

Dimensiones mínimas del apoyo D  $\geq 90$  mm sin orificio, D  $\geq 120$  mm con orificio

Diámetro del orificio  $\leq 45$  mm

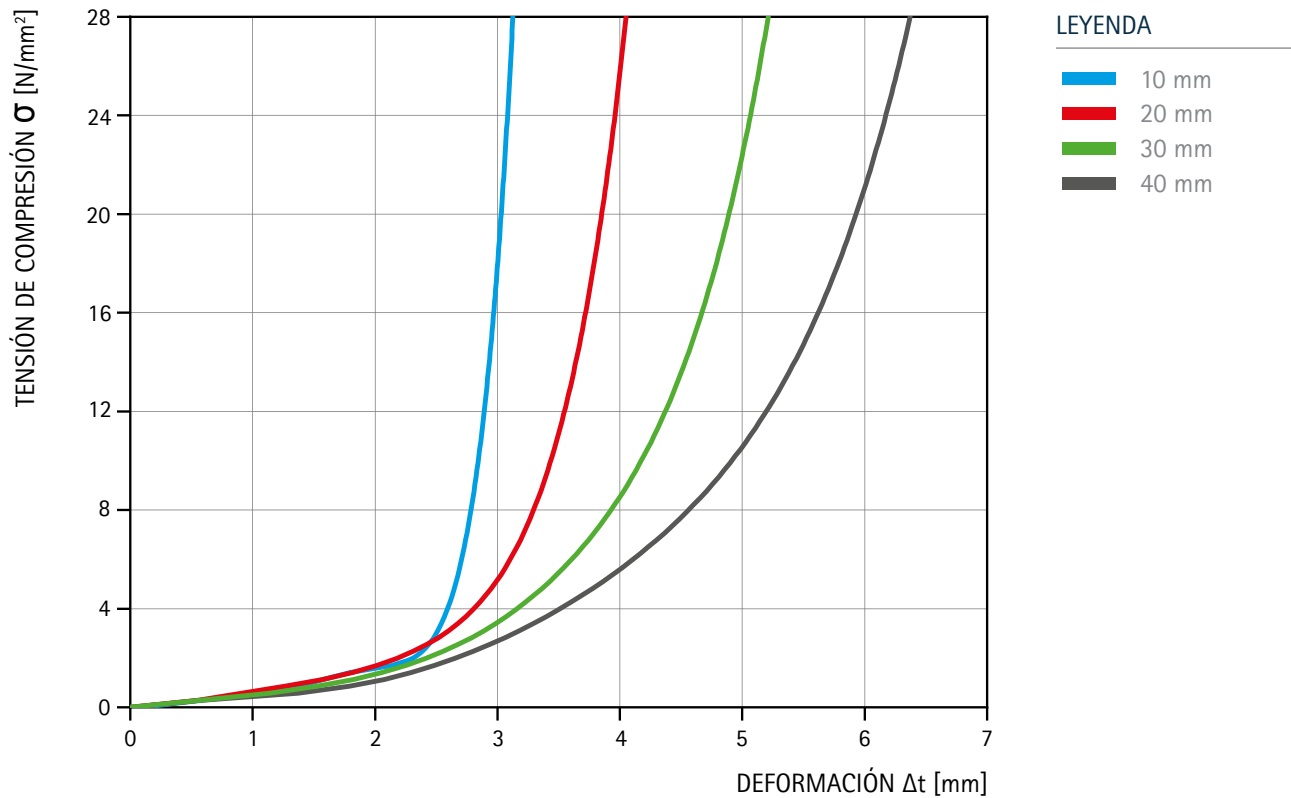
Distancia respecto al borde  $\geq 20$  mm

## Apoyo en sándwich Q

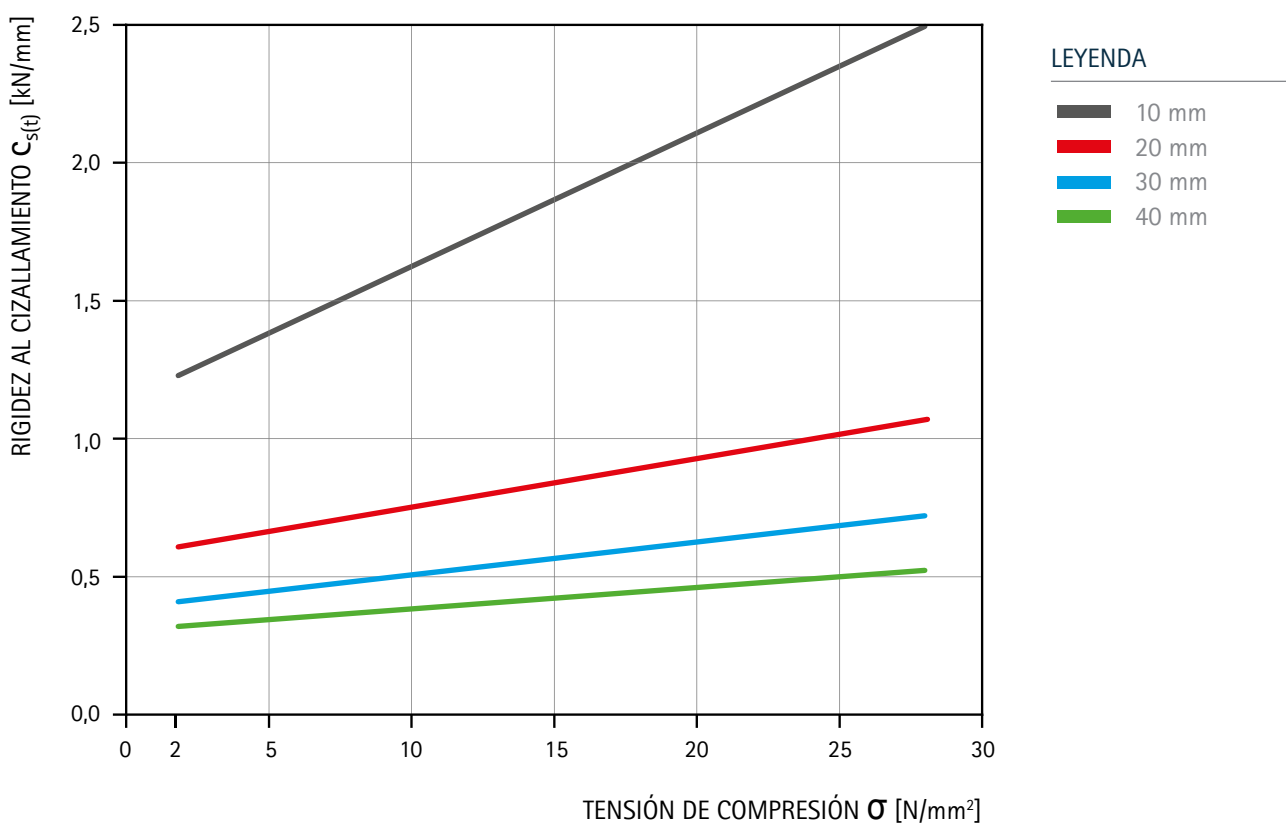
Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

### Curvas características de elasticidad

El siguiente diagrama muestra la deformación bajo compresión para diferentes grosores si se utiliza entre superficies de hormigón muy lisas y duras.



### Rigidez al cizallamiento



## Apoyo en sándwich Q

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

### Ejemplo de dimensionamiento

Se asume:  $F_{E,d} = 1232 \text{ kN}^*$ , de acuerdo con  $F_{E,k} = \text{aprox. } F_{E,d}/1,4 = 880 \text{ kN}^*$ , torsión del apoyo  $\alpha = 19 \text{ ‰}$ , deformación horizontal  $u = 8 \text{ mm}$

Dimensiones elegidas:  $a_1 = 150 \text{ mm}$ ,  $b_1 = 300 \text{ mm}$ ,  $t = 20 \text{ mm}$

Capacidad portante:

$$\sigma_{R,d} = 28,0 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{R,d} = \sigma_{R,d} \times A_E = 28,0 \text{ N/mm}^2 \times 150 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} = 1260 \text{ kN}$$

$$F_{R,d} \geq F_{E,d} \rightarrow \text{La capacidad de carga del apoyo es suficiente}$$

Torsión del apoyo por deformación de los componentes:

$$\alpha = 19 \text{ ‰}$$

Torsión adicional por oblicuidad:

$$10 \text{ ‰}$$

Torsión adicional por falta de planicidad:

$$625 \text{ (mm*‰)}/a = 625 / 150 \text{ ‰} = 4,2 \text{ ‰}$$

Torsión total a absorber:

$$\alpha = 19 \text{ ‰} + 10 \text{ ‰} + 4,2 \text{ ‰} = 33,2 \text{ ‰}$$

$$\alpha \text{ máx.} = 350 \text{ ‰} \times t/a = 350 \text{ ‰} \times 20 \text{ mm} / 150 \text{ mm} =$$

$$46,7 \text{ ‰} > 43 \text{ ‰} \rightarrow \alpha \text{ máx.} = 43 \text{ ‰}$$

$$\alpha \text{ máx.} \geq \alpha \rightarrow \text{El ángulo de giro del apoyo es suficiente}$$

Deformación horizontal de los componentes:  $u = 8,0 \text{ mm}$

$$\text{máx. } u = 0,5 \times t = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{máx. } u \geq u \rightarrow \text{La capacidad de deformación por cizallamiento del apoyo es suficiente}$$

\* Nota sobre el factor de seguridad parcial: El factor de seguridad parcial de una carga incidente depende de su tipo. Por ejemplo, para cargas permanentes es 1,35, para cargas variables 1,5. Dado que los apoyos para la construcción deberían utilizarse solamente bajo cargas predominantemente permanentes, puede asumirse un factor de 1,4 para la relación entre la carga característica total y la carga total de dimensionamiento.

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 - 2023

Rev. 0

23 de febrero de 2023

Calenberg Ingenieure GmbH | Am Knübel 2-4 | 31020 Salzhemmendorf | Alemania | info@calenberg-ingenieure.de | www.calenberg-ingenieure.es