

CONECTOR PARA LAJES MADEIRA-BETÃO

CERTIFICAÇÃO

Conector madeira-betão com certificação específica CE de acordo com ETA-19/0244. Testado e calculado com disposição paralela e cruzada dos conectores de 45° e 30°, com e sem soalho.

SISTEMA RÁPIDO A SECO

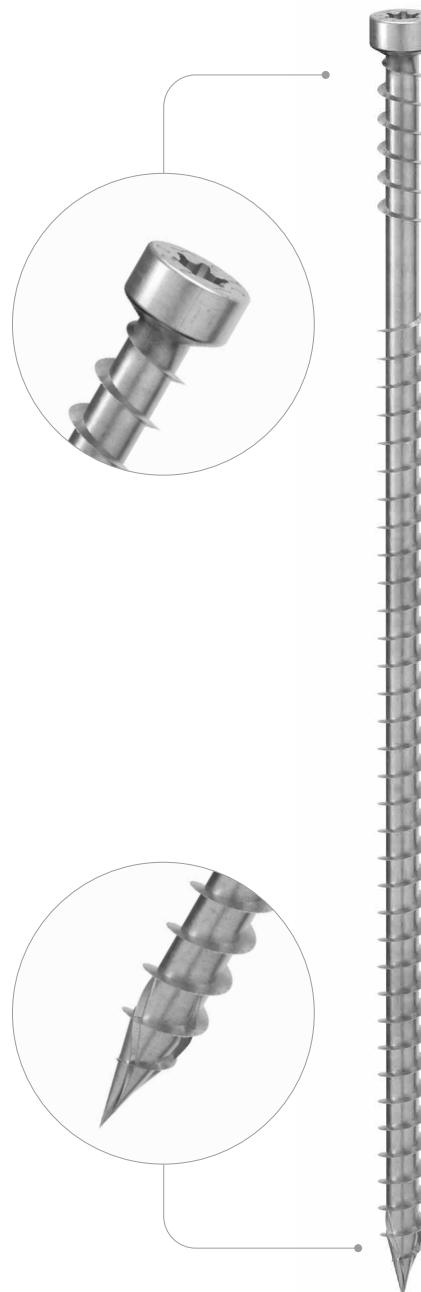
Sistema homologado, auto-perfurante, reversível, rápido e não invasivo. Óptimos desempenhos estáticos e acústicos quer em novas intervenções quer na reabilitação estrutural.

GAMA COMPLETA

Ponta auto-perfurante com entalhe e cabeça cilíndrica não aparente. Disponível em dois diâmetros (7 e 9 mm) e dois comprimentos (160 e 240 mm) para otimizar o número das fixações.

INDICADOR DE APLICAÇÃO

A contra-rosca sub-cabeça serve de indicador de aplicação durante a instalação e gera um aumento da vedação do conector dentro do betão.

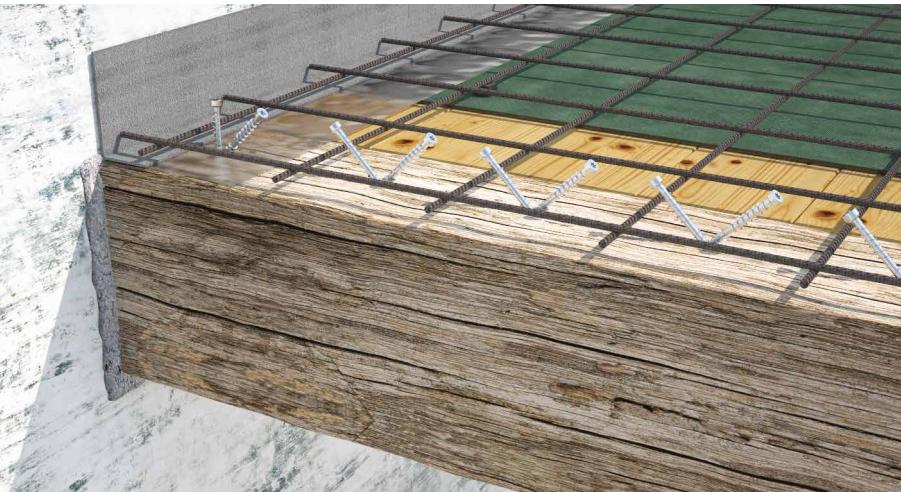
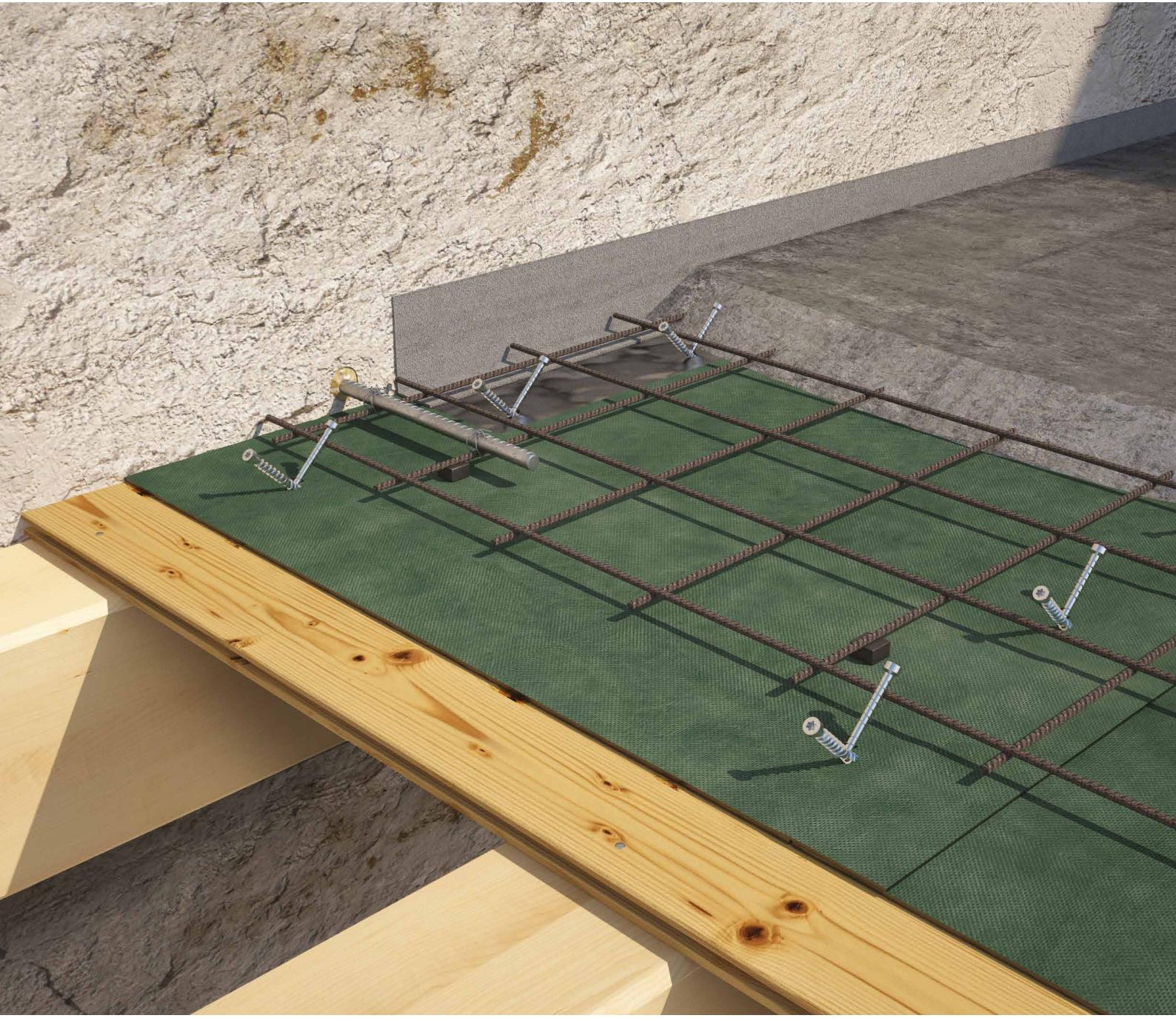


MY PROJECT	SOFTWARE	BIT INCLUDED
DIÂMETRO [mm]	6 (7 9)	16
COMPRIMENTO [mm]	52 (160 240)	400
CLASSE DE SERVIÇO	SC1 SC2	
CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA	C1 C2	
CORROSIVIDADE DA MADEIRA	T1 T2	
MATERIAL	Zn ELECTRO PLATED	aço carbónico electrozincado



CAMPOS DE APLICAÇÃO

- painéis à base de madeira
- madeira maciça
- madeira lamelar
- CLT e LVL
- madeiras de alta densidade
- betão EN 206-1
- betão aligeirado EN 206-1
- betão aligeirado à base de silicatos

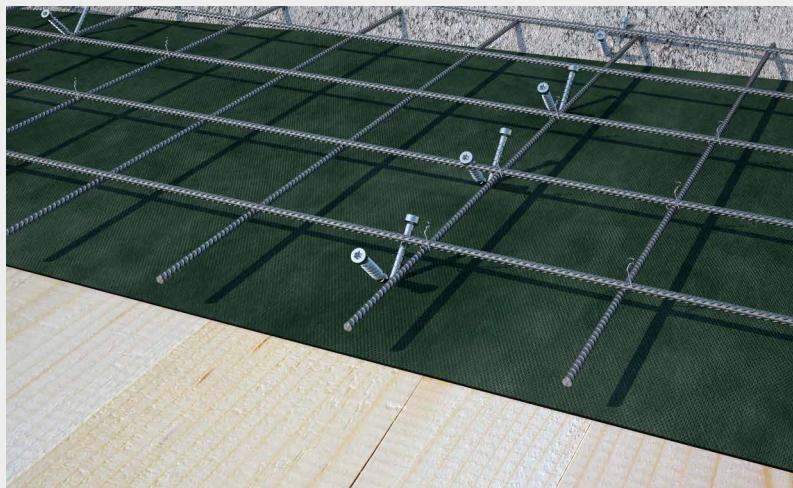


MADEIRA-BETÃO

Ideal quer para lajes colaborantes de raiz quer para reaproveitamento de lajes existentes. Valores de rigidez calculados também em presença de tela pára-vapor ou de lâmina acústica.

REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

Certificado, testado e calculado também em madeiras de alta densidade. Certificação específica para aplicação nas estruturas madeira-betão.

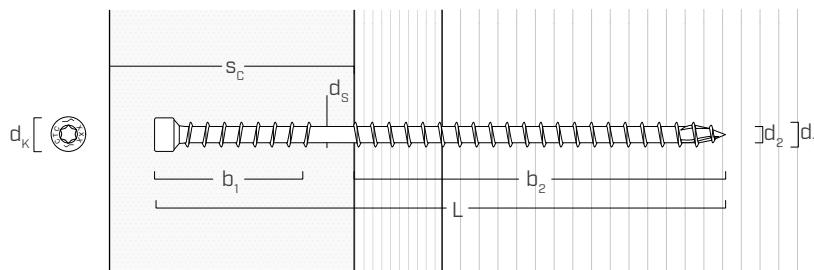


▲ Laje colaborante madeira-betão em painel CLT com disposição conectores a 45° em fila única.



▲ Laje colaborante madeira-betão com disposição conectores a 30° em fileira dupla.

■ GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS



GEOMETRIA

Diâmetro nominal	d_1 [mm]	7	9
Diâmetro da cabeça	d_K [mm]	9,50	11,50
Diâmetro do núcleo	d_2 [mm]	4,60	5,90
Diâmetro da haste	d_S [mm]	5,00	6,50
Diâmetro do pré-furo ⁽¹⁾	$d_{V,S}$ [mm]	4,0	5,0

(1) Pré-furo válido para madeira de coníferas (softwood).

PARÂMETROS MECÂNICOS CARACTERÍSTICOS

Diâmetro nominal	d_1 [mm]	7	9
Resistência à tração	$f_{tens,k}$ [kN]	20,0	30,0
Momento de cedência	$M_{y,k}$ [Nm]	20,0	38,0
Coeficiente de atrito ⁽²⁾	μ [-]	0,25	0,25

(2) O componente de atrito μ só pode ser considerado para disposições com parafusos não cruzados (30° e 45°) e na ausência da lâmina fonoisolante.

		madeira de coníferas (softwood)	betão [EN 206-1] + lâmi- na fonoisolante	betão [EN 206-1] ⁽³⁾
Parâmetro de resistência à extração	$f_{ax,k}$	-	11,3 N/mm ²	10,0 kN
Densidade associada	ρ_a [kg/m ³]	350	-	-
Densidade de cálculo	ρ_k [kg/m ³]	≤ 590	-	-

(3) Valor válido apenas na ausência de lâmina fonoisolante para disposições com conectores inclinados a 45° não cruzados

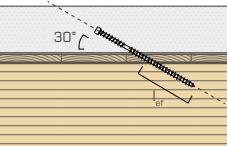
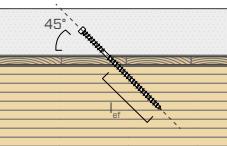
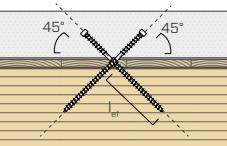
CÓDIGOS E DIMENSÕES

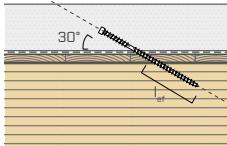
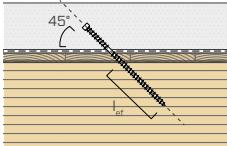
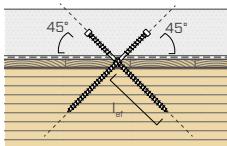
d₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b₁ [mm]	b₂ [mm]	pçs
7	CTC7160	160	40	110	100
TX 30	CTC7240	240	40	190	100

d₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b₁ [mm]	b₂ [mm]	pçs
9	CTC9160	160	40	110	100
TX 40	CTC9240	240	40	190	100

MÓDULO DE DESLIZAMENTO K_{ser}

O módulo de deslizamento K_{ser} deve ser entendido como relativo a um único conector ou a um par de conectores cruzados sujeitos a uma força paralela ao plano de deslizamento.

disposição conectores sem lâmina fonoisolante		K _{ser} [N/mm]	
		CTC Ø7	CTC Ø9
	30° paralelos	80 l _{ef}	80 l _{ef}
	45° paralelos	48 l _{ef}	60 l _{ef}
	45° cruzados	70 l _{ef}	100 l _{ef}

disposição conectores com lâmina fonoisolante		K _{ser} [N/mm]	
		CTC Ø7	CTC Ø9
	30° paralelos	48 l _{ef}	48 l _{ef}
	45° paralelos	16 l _{ef}	22 l _{ef}
	45° cruzados	70 l _{ef}	100 l _{ef}

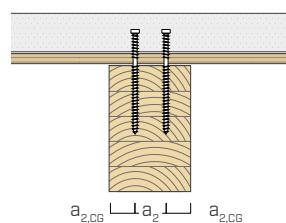
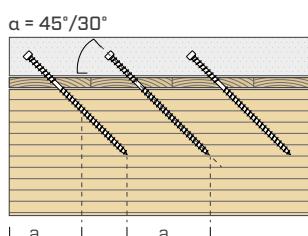
l_{ef} = profundidade de penetração do conector CTC no elemento em madeira em milímetros.

Por lâmina fonoisolante entende-se uma lâmina sob betonilha resiliente em betume e filtro de poliéster tipo SILENT FLOOR.

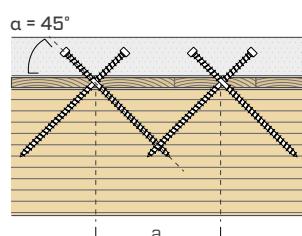
DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA CONECTORES SOB TENSÃO AXIAL

d₁ [mm]	7	9
a₁ [mm]	130·sin(a)	130·sin(a)
a₂ [mm]	35	45
a_{1,CG} [mm]	85	85
a_{2,CG} [mm]	32	37
a_{CROSS} [mm]	11	14

a = ângulo entre conector e fibras



30°/45° paralelos



45° cruzados

NOTAS na página 269.

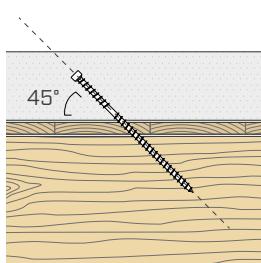
VALORES ESTÁTICOS - NORMA DE CÁLCULO NTC 2018

NTC2018
UNI EN 1995:2014

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE CONECTORES CTC PARA LAJES COMPOSTAS MADEIRA-BETÃO

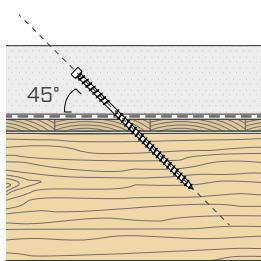
Madeira macia C24 (EN 338:2004) - não sujeita a controlo contínuo

Aplicação a 45° sem lâmina fonoisolante.



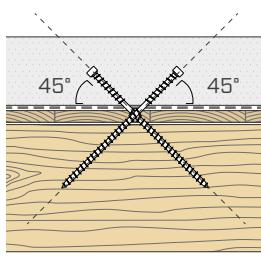
	secção da viga BxH [mm]	folga [m]					
		3	3,5	4	4,5	5	6
80 x 160	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	32 7x160 100/100 1 16,2	32 7x240 120/120 1 13,9	-	-	-	-
120 x 120	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	36 9x160 200/200 2 18,2	60 9x160 100/200 2 26,0	84 9x160 100/100 2 31,8	-	-	-
120 x 200	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	- 7x160 150/200 1 9,5	22 9x240 200/300 1 7,6	20 9x240 150/200 1 9,4	28 9x240 100/150 1 13,3	44 9x240 100/150 1 -	-
120 x 240	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	- 7x240 250/300 1 6,1	- 250/300 1 6,1	16 9x240 200/200 1 8,1	24 9x240 150/200 1 10,8	32 9x240 150/200 1 19,4	64 9x240 150/300 2 -

Aplicação a 45° com lâmina fonoisolante.



	secção da viga BxH [mm]	folga [m]					
		3	3,5	4	4,5	5	6
80 x 160	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	18 7x160 200/200 1 9,1	-	-	-	-	-
120 x 120	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	22 9x160 150/150 1 11,1	64 9x240 100/150 2 27,7	-	-	-	-
120 x 200	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	- 7x160 150/200 1 9,5	22 9x160 200/300 1 7,6	20 7x240 150/200 1 9,4	28 7x240 120/120 1 26,7	88 9x240 120/120 2 -	-
120 x 240	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	- 7x240 250/300 1 6,1	- 250/300 1 6,1	16 7x240 250/300 1 8,1	24 7x240 250/300 1 8,1	24 7x240 200/300 1 37,6	124 9x240 100/100 2 -

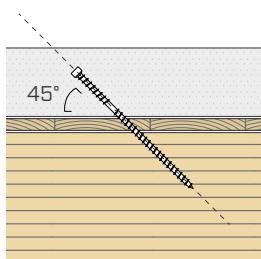
Aplicação cruzada a 45° com ou sem lâmina fonoisolante.



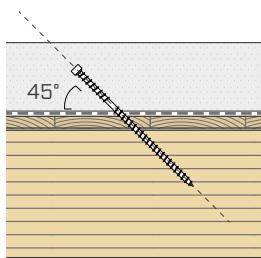
	secção da viga BxH [mm]	folga [m]					
		3	3,5	4	4,5	5	6
80 x 160	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	32 7x160 200/200 1 16,2	48 7x240 150/150 1 20,8	-	-	-	-
120 x 120	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	40 9x160 150/150 1 20,2	60 9x160 100/150 1 26,0	-	-	-	-
120 x 200	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	- 7x240 250/400 1 11,3	26 7x240 250/250 1 12,1	32 7x240 250/300 1 16,2	48 7x240 150/300 1 20,6	68 7x240 150/150 1 -	-
120 x 240	n.º conectores por viga CTC passo[mm] nº filas n.º conectores/m ²	- 7x240 300/400 1 9,1	- 300/400 1 9,1	24 7x240 250/350 1 10,8	32 7x240 250/350 1 10,8	52 7x240 200/200 1 17,5	82 9x240 120/200 1 24,8

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE CONECTORES CTC PARA LAJES COMPOSTAS MADEIRA-BETÃO

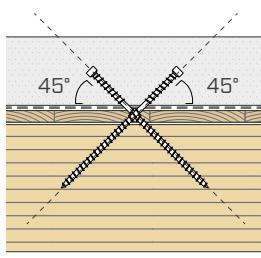
Madeira lamelada GL24h (EN 14080:2013) - sujeita a controlo contínuo

Aplicação a 45° sem
lâmina fonoisolante.

		secção da viga BxH [mm]	folga [m]						
			3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga	10	20	26	36				
	CTC	9x160	7x240	9x240	9x240				
	passo[mm]	400/400	150/300	120/250	100/200	-	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1				
120 x 200	n.º conectores/m ²	5,1	8,7	9,8	12,1				
	n.º conectores por viga	10	16	30	38	44			
	CTC	7x240	9x240	9x240	9x240	9x240			
	passo[mm]	-	400/400	300/300	120/250	100/250	100/200		
140 x 200	n.º filas	1	1	1	1	1	1	1	
	n.º conectores/m ²	4,3	6,1	10,1	11,5	12,1			
	n.º conectores por viga	18	24	32	42	62			
	CTC	7x240	9x240	9x240	9x240	9x240			
140 x 240	passo[mm]	-	-	1	1	1	1	1	
	n.º filas	250/250	150/300	120/250	100/250	100/200			
	n.º conectores/m ²	6,8	8,1	9,7	11,6	15,7			
	n.º conectores por viga	18	28	36	48				
140 x 240	CTC	7x240	7x240	9x240	9x240				
	passo[mm]	-	-	1	1	1	1	1	
	n.º filas	300/300	150/250	120/250	100/200				
	n.º conectores/m ²		6,1	8,5	9,9	12,1			

Aplicação a 45° com
lâmina fonoisolante.

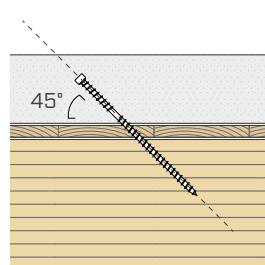
		secção da viga BxH [mm]	folga [m]						
			3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga	10	14	20	48				
	CTC	7x160	7x160	7x240	7x240				
	passo[mm]	400/400	250/400	200/300	100/100	-	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1				
120 x 200	n.º conectores/m ²	5,1	6,1	7,6	16,2				
	n.º conectores por viga	10	14	22	40				
	CTC	7x160	7x160	7x160	7x240				
	passo[mm]	-	400/400	300/400	200/300	100/200	-	-	-
140 x 200	n.º filas	1	1	1	1				
	n.º conectores/m ²	4,3	5,3	7,4	12,1				
	n.º conectores por viga	12	22	36	58				
	CTC	7x240	7x240	7x240	7x240				
140 x 240	passo[mm]	-	-	400/400	200/300	150/150	100/100		
	n.º filas	1	1	1	1				
	n.º conectores/m ²	4,5	7,4	10,9	16,0				
	n.º conectores por viga	14	16	32	48				
140 x 240	CTC	7x160	7x240	7x240	7x240				
	passo[mm]	-	-	400/400	350/350	150/250	100/200		
	n.º filas	1	1	1	1				
	n.º conectores/m ²	4,7	4,8	8,8	12,1				

Aplicação cruzada a
45° com ou sem lâmina
fonoisolante.

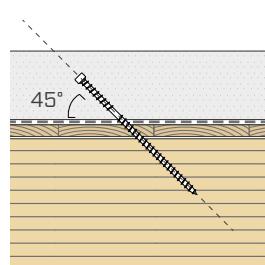
		secção da viga BxH [mm]	folga [m]						
			3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga	16	30	44	68				
	CTC	7x160	7x240	7x240	9x240				
	passo[mm]	400/400	200/300	150/250	100/200	-	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1				
120 x 200	n.º conectores/m ²	8,1	13,0	16,7	22,9				
	n.º conectores por viga	18	32	48	68				
	CTC	7x160	7x240	7x240	7x240				
	passo[mm]	-	400/400	200/400	150/300	150/150	-	-	-
140 x 200	n.º filas	1	1	1	1				
	n.º conectores/m ²	7,8	12,1	16,2	20,6				
	n.º conectores por viga	28	46	62	84				
	CTC	7x240	7x240	7x240	7x240				
140 x 240	passo[mm]	-	-	250/400	150/350	120/250	100/200		
	n.º filas	1	1	1	1				
	n.º conectores/m ²	10,6	15,5	18,8	23,1				
	n.º conectores por viga	32	44	74	100				
140 x 240	CTC	7x240	7x240	7x240	9x240				
	passo[mm]	-	-	300/300	200/300	150/150	120/120		
	n.º filas	1	1	1	1				
	n.º conectores/m ²	10,8	13,3	20,4	25,3				

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE CONECTORES CTC PARA LAJES COMPOSTAS MADEIRA-BETÃO

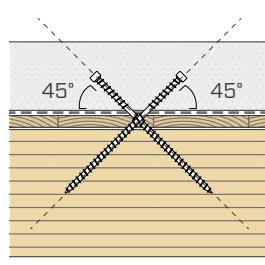
Madeira lamelar GL24h (EN14080:2013)

**Aplicação a 45° sem
lâmina fonoisolante.**

		secção da viga BxH [mm]	folga [m]						
			3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga CTC	10 9x160	16 9x240	26 9x240	32 9x240	44 9x240	-	-	-
	passo[mm]	400/400	200/400	150/200	120/200	100/150	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1	1	-	-	-
120 x 200	n.º conectores por viga CTC	-	10 7x240	16 9x240	24 9x240	38 9x240	44 9x240	-	-
	passo[mm]	-	400/400	300/300	200/200	100/250	100/200	-	-
	n.º filas	-	1	1	1	1	1	-	-
140 x 200	n.º conectores por viga CTC	-	-	16 7x240	24 9x240	32 9x240	42 9x240	52 9x240	-
	passo[mm]	-	-	1 300/300	1 200/200	1 150/200	1 100/250	1 100/150	-
	n.º filas	-	-	6,1	8,1	9,7	11,6	13,1	-
140 x 240	n.º conectores por viga CTC	-	-	-	18 7x240	28 7x240	36 9x240	42 9x240	-
	passo[mm]	-	-	-	1 300/300	1 200/200	1 120/250	1 120/200	-
	n.º filas	-	-	-	6,1	8,5	9,9	10,6	-
n.º conectores/m ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Aplicação a 45° com
lâmina fonoisolante.**

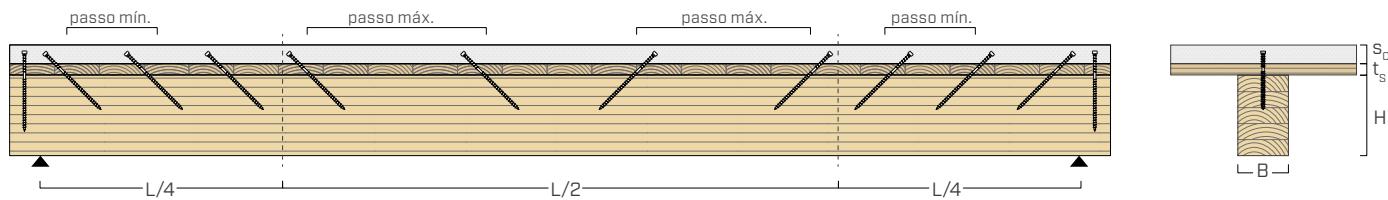
		secção da viga BxH [mm]	folga [m]						
			3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga CTC	10 7x160	14 7x160	20 9x160	48 7x240	-	-	-	-
	passo[mm]	400/400	400/400	200/300	100/100	-	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1	-	-	-	-
120 x 200	n.º conectores por viga CTC	-	10 7x160	14 9x160	20 9x160	40 7x240	-	-	-
	passo[mm]	-	400/400	350/350	200/350	100/200	-	-	-
	n.º filas	-	1	1	1	1	-	-	-
140 x 200	n.º conectores por viga CTC	-	-	12 7x240	16 7x160	32 7x240	58 7x240	-	-
	passo[mm]	-	-	400/400	250/400	150/200	100/100	-	-
	n.º filas	-	-	1	1	1	1	-	-
140 x 240	n.º conectores por viga CTC	-	-	-	14 7x160	16 7x240	30 7x240	48 7x240	-
	passo[mm]	-	-	-	400/400	350/400	150/300	100/200	-
	n.º filas	-	-	-	1	1	1	1	-
n.º conectores/m ²	-	-	-	-	4,5	5,4	9,7	16,0	-

**Aplicação cruzada a
45° com ou sem lâmina
fonoisolante.**

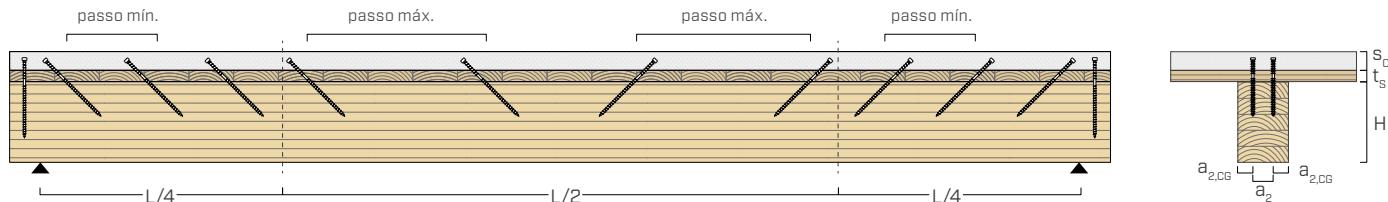
		secção da viga BxH [mm]	folga [m]						
			3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga CTC	16 7x160	28 7x160	48 9x160	76 9x160	-	-	-	-
	passo[mm]	400/400	200/350	150/200	100/150	-	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1	-	-	-	-
120 x 200	n.º conectores por viga CTC	-	18 7x160	32 7x240	48 7x240	68 7x240	-	-	-
	passo[mm]	-	400/400	200/400	150/300	150/150	-	-	-
	n.º filas	-	1	1	1	1	-	-	-
140 x 200	n.º conectores por viga CTC	-	-	24 9x160	46 7x240	60 7x240	74 7x240	-	-
	passo[mm]	-	-	300/400	150/350	150/200	120/200	-	-
	n.º filas	-	-	1	1	1	1	-	-
140 x 240	n.º conectores por viga CTC	-	-	-	35 7x240	44 7x240	66 7x240	82 7x240	-
	passo[mm]	-	-	-	350/350	200/300	150/200	120/200	-
	n.º filas	-	-	-	1	1	1	1	-
n.º conectores/m ²	-	-	-	-	9,1	15,5	18,2	20,4	-

EXEMPLOS DE POSSÍVEIS CONFIGURAÇÕES

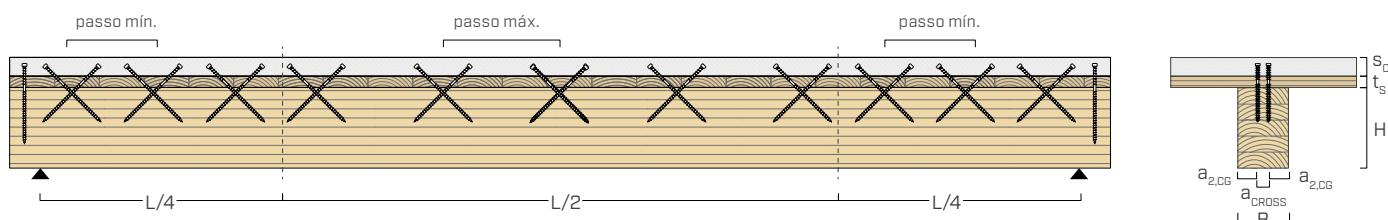
CONECTORES CTC DISPOSTOS A 45° NA CONFIGURAÇÃO PARALELA EM 1 FILA



CONECTORES CTC DISPOSTOS A 45° NA CONFIGURAÇÃO PARALELA EM 2 FILAS



CONECTORES CTC DISPOSTOS A 45° NA CONFIGURAÇÃO CRUZADA EM 1 FILA



VALORES ESTÁTICOS

PRINCÍPIOS GERAIS

- Para os valores de resistência mecânica e para a geometria dos parafusos, fez-se referência ao que consta da ETA-19/0244.
 - A resistência de projeto ao corte do conector inclinado é dada pelo contributo mínimo entre a resistência de projeto do lado da madeira ($R_{ax,d}$), a resistência de projeto do lado do betão ($R_{ax,concrete,d}$) e a resistência de projeto do lado do aço ($R_{tens,d}$):
- $$R_{v,Rd} = (\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) \cdot \min \left\{ R_{ax,d}, R_{tens,d}, R_{ax,concrete,d} \right\}$$
- em que α é o ângulo entre o conector e a fibra (45° ou 30°).
- Por lâmina fonoisolante entende-se uma lâmina sob betonilha resiliente em betume e feltro de poliéster tipo SILENT FLOOR.
 - O componente de atrito μ só pode ser considerado nas disposições com parafusos inclinados (30 ° e 45 °) e na ausência da lâmina fonoisolante.
 - A viga de madeira deve ter uma altura mínima $H \geq 100$ mm.
 - A laje colaborante de betão deve ter uma espessura s_c entre 50 mm ≤ s_c ≤ 0,7 H; no entanto, recomenda-se limitar a espessura a um máximo de 100 mm para garantir a distribuição correta das forças entre a laje, o conector e a viga de madeira.

NOTAS

- O pré-dimensionamento dos conectores CTC foi realizado de acordo com o Apêndice B da norma EN 1995-1-1:2014 e da ETA-19/0244.
- As tabelas de pré-dimensionamento do número de conectores foram calculadas de acordo com a norma italiana NTC 2018 e com a norma europeia EN 1995-1-1:2014, assumindo as seguintes hipóteses:
 - distância entre os eixos das vigas $i = 660$ mm;
 - laje de betão da classe C20/25 ($R_{ck}=25$ N/mm²) com espessura $s_c=50$ mm;
 - a presença de um soalho com espessura t_s de 20 mm com densidade característica de 350 kg/m³;
 - na laje de betão, está prevista uma malha eletrossoldada de Ø8 com uma malhagem de 200 x 200 mm.
- As tabelas de pré-dimensionamento do número de conectores foram calculadas de acordo com a norma italiana NTC 2018 e com a norma europeia EN 1995-1-1:2014, considerando as seguintes cargas como atuantes:
 - peso próprio g_{k1} (víga de madeira + soalho + laje de betão);
 - peso permanente não estrutural $g_{k2} = 2$ kN/m²;
 - carga variável de duração média $q_k = 2$ kN/m².
- Entende-se por passo os valores do espaçamento mínimo e máximo em que os conectores são posicionados, respetivamente nos lados (L/4 - espaçamento mínimo) e na parte central da viga (L/2 - espaçamento máximo).
- Os conectores podem ser dispostos em várias filas (1 ≤ n ≤ 3) ao longo da viga, respeitando as distâncias mínimas.
- Para configurações de cálculo diferentes, está disponível o software MyProject (www.rothoblaas.pt).



Relações de cálculo completas para projetar em madeira?
Descarregue o MyProject e simplifique o seu trabalho!

