

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

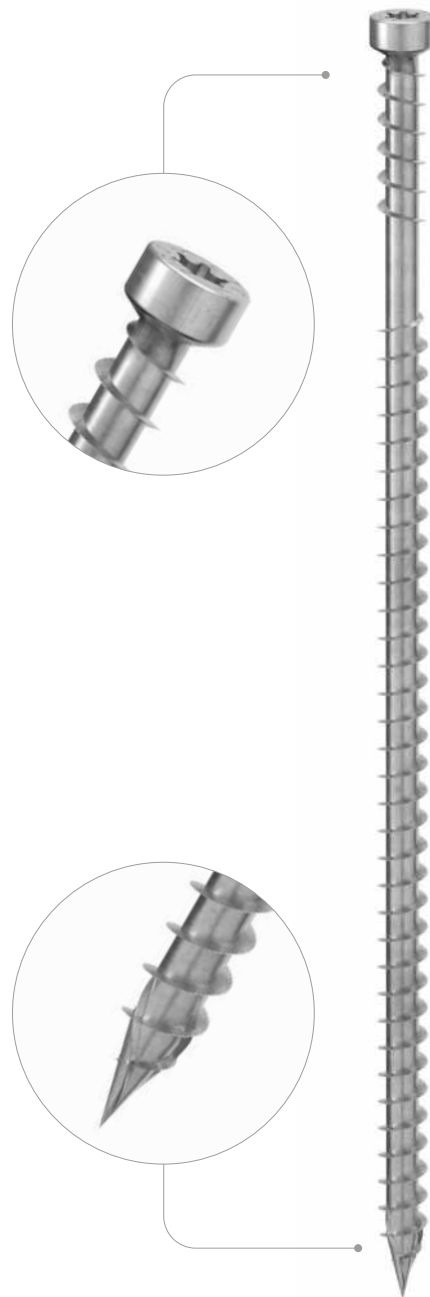
Ponta auto-perfurante com entalhe e cabeça cilíndrica não aparente. Disponível em dois diâmetros (7 e 9 mm) e dois comprimentos (160 e 240 mm) para otimizar o número das fixações.

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.

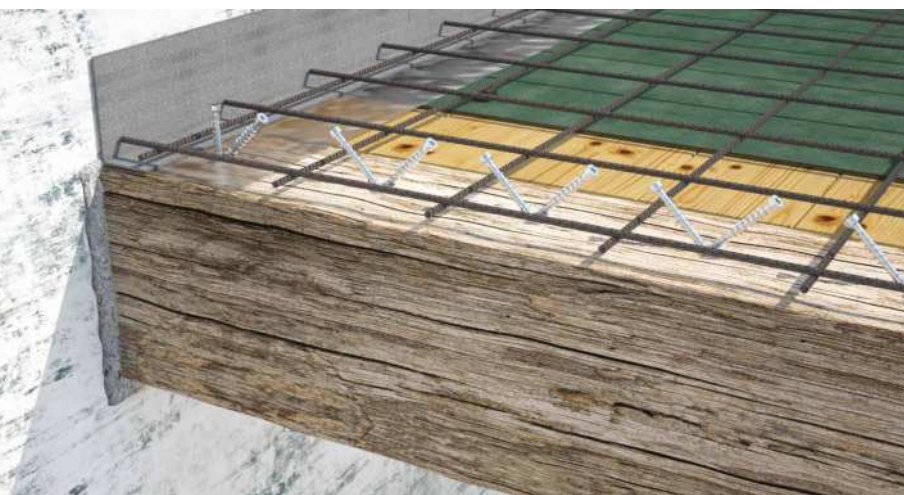


DIÂMETRO [mm]	6	7	9	16
COMPRIMENTO [mm]	52	160 240		400
CLASSE DE SERVIÇO	SC1 SC2			
CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA	C1 C2			
CORROSIVIDADE DA MADEIRA	T1 T2			
MATERIAL	Zn ELECTRO PLATED aço carbónico electrozincado			



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

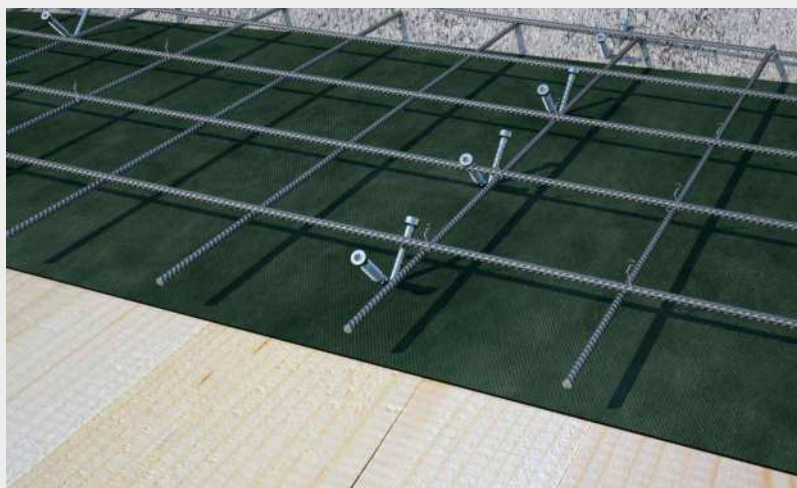


MADEIRA-BETÃO

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.

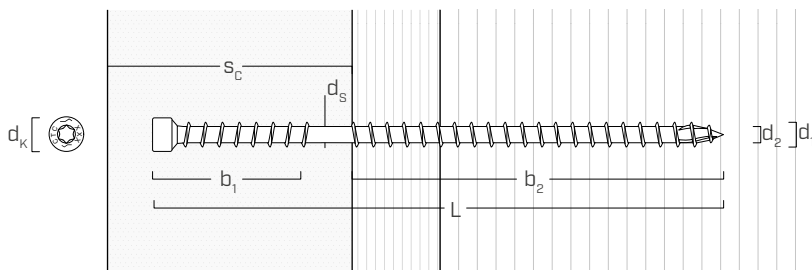


^
Laje colaborante madeira-betão em painel CLT com disposição conectores a 45° em fila única.



^
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
Coefficiente 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	15,0 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

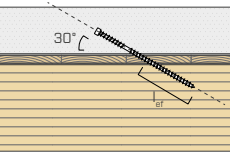
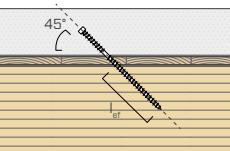
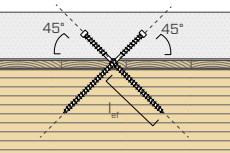
CÓDIGOS E DIMENSÕES

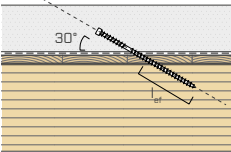
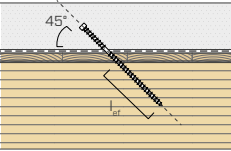
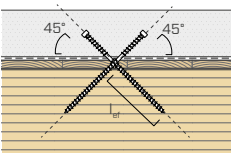
d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b ₁ [mm]	b ₂ [mm]	pçs
7	CTC7160	160	40	110	100
TX 30	CTC7240	240	40	190	100

d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b ₁ [mm]	b ₂ [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
	80 l _{ef}	80 l _{ef}
30° paralelos		
	48 l _{ef}	60 l _{ef}
45° paralelos		
	70 l _{ef}	100 l _{ef}
45° cruzados		

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

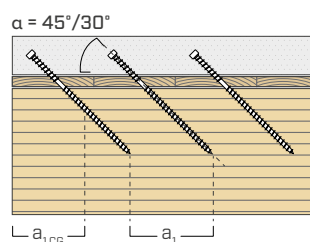
l_{ef} = profundidade de penetração do conector CTC no elemento em madeira em milímetros.

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

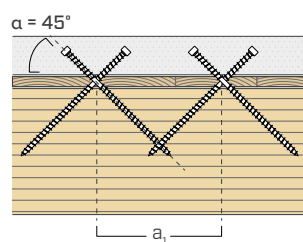
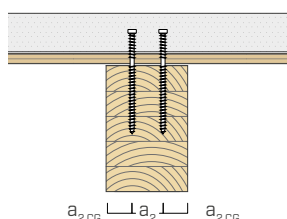
DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA CONECTORES SOB TENSÃO AXIAL

d ₁	[mm]	7	9
a ₁	[mm]	130·sin(α)	130·sin(α)
a ₂	[mm]	35	45
a _{1,CG}	[mm]	85	85
a _{2,CG}	[mm]	32	37
a _{CROSS}	[mm]	11	14

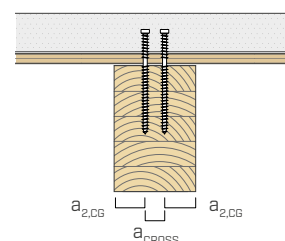
α = ângulo entre conector e fibras



30°/45° paralelos



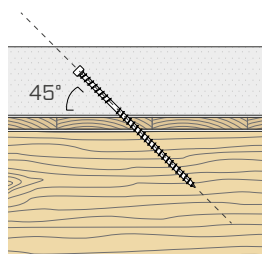
45° cruzados



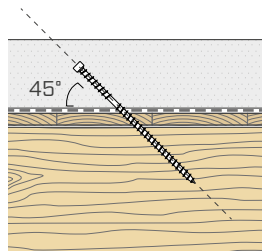
PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE CONECTORES CTC PARA LAJES COMPOSTAS MADEIRA-BETÃO

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

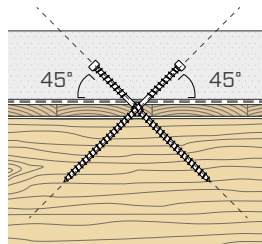
Aplicação a 45° sem lâmina fonoisolante.



Aplicação a 45° com lâmina fonoisolante.



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	32	32				
	CTC	7x160	7x240				
	passo[mm]	100/100	120/120	-	-	-	-
	n.º filas	1	1				
120 x 120	n.º conectores/m²	16,2	13,9				
	n.º conectores por viga	36	60	84			
	CTC	9x160	9x160	9x160			
	passo[mm]	200/200	100/200	100/100	-	-	-
120 x 200	n.º filas	2	2	2			
	n.º conectores/m²	18,2	26,0	31,8			
	n.º conectores por viga		22	20	28	44	
	CTC		7x160	9x240	9x240	9x240	
120 x 240	passo[mm]	-	150/200	200/300	150/200	100/150	-
	n.º filas		1	1	1	1	
	n.º conectores/m²		9,5	7,6	9,4	13,3	
	n.º conectores por viga			16	24	32	64
	CTC			7x240	9x240	9x240	9x240
	passo[mm]	-	-	250/300	200/200	150/200	150/300
	n.º filas			1	1	1	2
	n.º conectores/m²			6,1	8,1	10,8	19,4

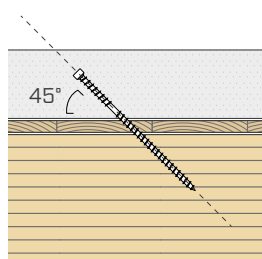
secção da viga BxH [mm]		folga [m]					
		3	3,5	4	4,5	5	6
80 x 160	n.º conectores por viga	18					
	CTC	7x160					
	passo[mm]	200/200	-	-	-	-	-
	n.º filas	1					
120 x 120	n.º conectores/m²	9,1					
	n.º conectores por viga	22	64				
	CTC	9x160	9x240				
	passo[mm]	150/150	100/150	-	-	-	-
120 x 200	n.º filas	1	2				
	n.º conectores/m²	11,1	27,7				
	n.º conectores por viga		22	20	28	88	
	CTC		7x160	9x160	7x240	9x240	
120 x 240	passo[mm]	-	150/200	200/300	150/200	120/120	-
	n.º filas		1	1	1	2	
	n.º conectores/m²		9,5	7,6	9,4	26,7	
	n.º conectores por viga			16	24	24	124
	CTC			7x240	7x240	7x240	9x240
	passo[mm]	-	-	250/300	250/300	200/300	100/100
	n.º filas			1	1	1	2
	n.º conectores/m²			6,1	8,1	8,1	37,6

secção da viga BxH [mm]		folga [m]					
		3	3,5	4	4,5	5	6
80 x 160	n.º conectores por viga	32	48				
	CTC	7x160	7x240				
	passo[mm]	200/200	150/150	-	-	-	-
	n.º filas	1	1				
120 x 120	n.º conectores/m²	16,2	20,8				
	n.º conectores por viga	40	60				
	CTC	9x160	9x160				
	passo[mm]	150/150	100/150	-	-	-	-
120 x 200	n.º filas	1	1				
	n.º conectores/m²	20,2	26,0				
	n.º conectores por viga		26	32	48	68	
	CTC		7x240	7x240	7x240	7x240	
120 x 240	passo[mm]	-	250/400	250/250	150/300	150/150	-
	n.º filas		1	1	1	1	
	n.º conectores/m²		11,3	12,1	16,2	20,6	
	n.º conectores por viga			24	32	52	82
	CTC			7x240	7x240	7x240	9x240
	passo[mm]	-	-	300/400	250/350	200/200	120/200
	n.º filas			1	1	1	1
	n.º conectores/m²			9,1	10,8	17,5	24,8

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

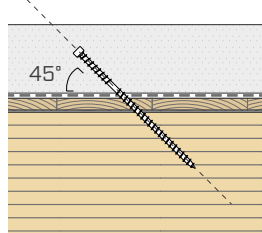
Madeira lamelada GL24h (EN 14080:2013) - sujeita a controlo contínuo

Aplicação a 45° sem lâmina fonoisolante.



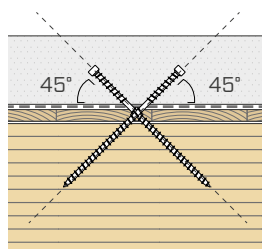
secção da viga BxH [mm]		folga [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga	10	20	26	36			
	CTC	9x160	7x240	9x240	9x240			
	passo[mm]	400/400	150/300	120/250	100/200	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1			
120 x 200	n.º conectores/m²	5,1	8,7	9,8	12,1			
	n.º conectores por viga		10	16	30	38	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	
	n.º conectores/m²		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	100/100
	n.º conectores/m²			6,8	8,1	9,7	11,6	15,7
	n.º conectores por viga				18	28	36	48
	CTC				7x240	7x240	9x240	9x240
	passo[mm]	-	-	-	1	1	1	1
	n.º filas				300/300	150/250	120/250	100/200
	n.º conectores/m²				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/m²	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/m²		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/m²			4,5	7,4	10,9	16,0	
	n.º conectores por viga				14	16	32	48
	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/m²				4,7	4,8	8,8	12,1

Aplicação cruzada a 45° com ou sem lâmina fonoisolante.

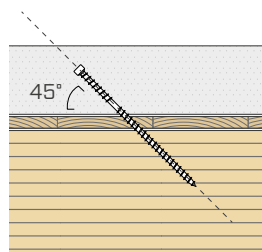


secção da viga BxH [mm]		folga [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga	16	30	44	68			
	CTC	7x160	7x240	7x240	9x240			
	passo[mm]	400/400	200/300	150/250	100/200	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1			
120 x 200	n.º conectores/m²	8,1	13,0	16,7	22,9			
	n.º conectores por viga		18	32	48	68		
	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/m²		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/m²			10,6	15,5	18,8	23,1	
	n.º conectores por viga				32	44	74	100
	CTC				7x240	7x240	9x240	9x240
	passo[mm]	-	-	-	300/300	200/300	150/150	120/120
	n.º filas				1	1	1	1
	n.º conectores/m²				10,8	13,3	20,4	25,3

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

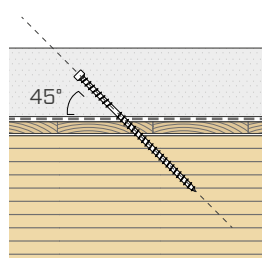
Madeira lamelar GL24h (EN14080:2013)

Aplicação a 45° sem lâmina fonoisolante.



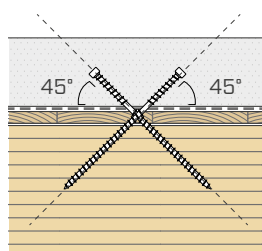
secção da viga BxH [mm]		folga [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga	10	16	26	32	44		
	CTC	9x160	9x240	9x240	9x240	9x240		
	passo[mm]	400/400	200/400	150/200	120/200	100/150	-	-
	n.º filas	1	1	1	1	1		
120 x 200	n.º conectores/m²	5,1	6,9	9,8	10,8	13,3		
	n.º conectores por viga		10	16	24	38	44	
	CTC		7x240	9x240	9x240	9x240	9x240	
	passo[mm]	-	400/400	300/300	200/200	100/250	100/200	-
140 x 200	n.º filas		1	1	1	1	1	
	n.º conectores/m²		4,3	6,1	8,1	11,5	12,1	
	n.º conectores por viga			16	24	32	42	52
	CTC			7x240	9x240	9x240	9x240	9x240
140 x 240	passo[mm]	-	-	1	1	1	1	1
	n.º filas			300/300	200/200	150/200	100/250	100/150
	n.º conectores/m²			6,1	8,1	9,7	11,6	13,1
	n.º conectores por viga				18	28	36	42
	CTC				7x240	7x240	9x240	9x240
	passo[mm]	-	-	-	1	1	1	1
	n.º filas				300/300	200/200	120/250	120/200
	n.º conectores/m²				6,1	8,5	9,9	10,6

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	9x160	7x240			
	passo[mm]	400/400	400/400	200/300	100/100	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1			
120 x 200	n.º conectores/m²	5,1	6,1	7,6	16,2			
	n.º conectores por viga		10	14	20	40		
	CTC		7x160	9x160	9x160	7x240		
	passo[mm]	-	400/400	350/350	200/350	100/200	-	-
140 x 200	n.º filas		1	1	1	1		
	n.º conectores/m²		4,3	5,3	6,7	12,1		
	n.º conectores por viga			12	16	32	58	
	CTC			7x240	7x160	7x240	7x240	
140 x 240	passo[mm]	-	-	400/400	250/400	150/200	100/100	-
	n.º filas			1	1	1	1	
	n.º conectores/m²			4,5	5,4	9,7	16,0	
	n.º conectores por viga				14	16	30	48
	CTC				7x160	7x240	7x240	7x240
	passo[mm]	-	-	-	400/400	350/400	150/300	100/200
	n.º filas				1	1	1	1
	n.º conectores/m²				4,7	4,8	8,3	12,1

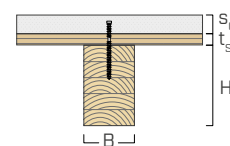
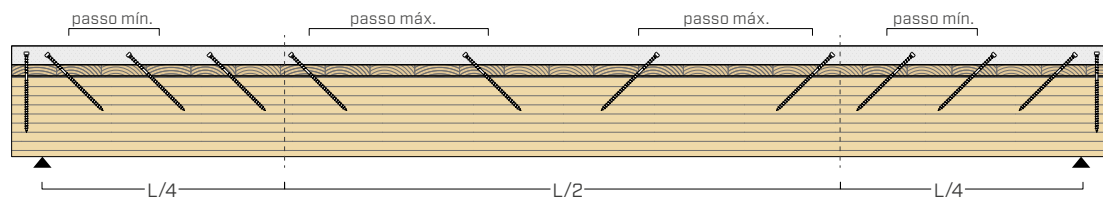
Aplicação cruzada a 45° com ou sem lâmina fonoisolante.



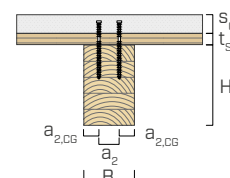
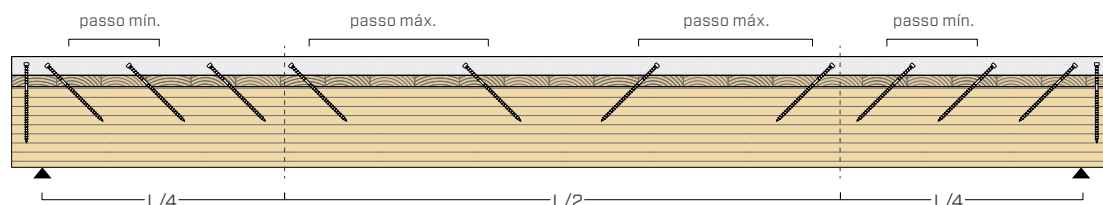
secção da viga BxH [mm]		folga [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n.º conectores por viga	16	28	48	76			
	CTC	7x160	7x160	9x160	9x160			
	passo[mm]	400/400	200/350	150/200	100/150	-	-	-
	n.º filas	1	1	1	1			
120 x 200	n.º conectores/m²	8,1	12,1	18,2	25,6			
	n.º conectores por viga		18	32	48	68		
	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/m²		7,8	12,1	16,2	20,6		
	n.º conectores por viga			24	46	60	74	
	CTC			9x160	7x240	7x240	7x240	
140 x 240	passo[mm]	-	-	300/400	150/350	150/200	120/200	-
	n.º filas			1	1	1	1	
	n.º conectores/m²			9,1	15,5	18,2	20,4	
	n.º conectores por viga				35	44	66	82
	CTC				7x240	7x240	7x240	7x240
	passo[mm]	-	-	-	350/350	200/300	150/200	120/200
	n.º filas				1	1	1	1
	n.º conectores/m²				11,8	13,3	18,2	20,7

EXEMPLOS DE POSSÍVEIS CONFIGURAÇÕES

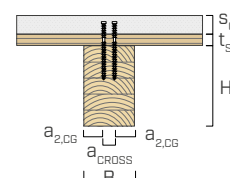
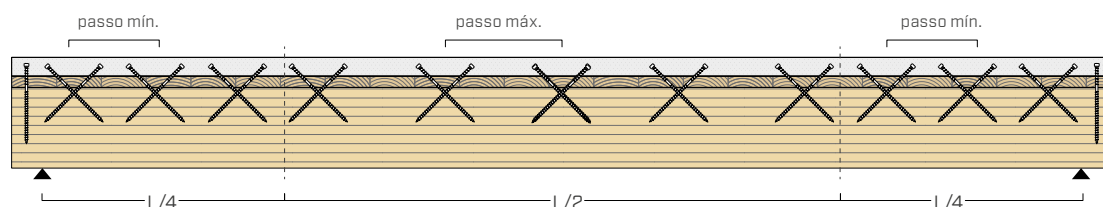
CONECTORES CTC DISPOSTOS A 45° NA CONFIGURAÇÃO PARALELA EM 1 FILA



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 ($R_{tens,d}$):

$$R_{v,Rd} = (\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) \cdot \min \begin{cases} R_{ax,d} \\ R_{tens,d} \\ R_{ax,concrete,d} \end{cases}$$

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 $50 \text{ mm} \leq s_c \leq 0,7 H$; 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 ($R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$) com espessura $s_c = 50$ mm;
 - a presença de um soalho com espessura t_s de 20 mm com densidade característica de 350 kg/m^3 ;
 - na laje de betão, está prevista uma malha eletrossoldada de $\varnothing 8$ com uma malhagem de 200×200 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} (viga de madeira + soalho + laje de betão);
 - peso permanente não estrutural $g_{k2} = 2 \text{ kN/m}^2$;
 - carga variável de duração média $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$.
- 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 ($1 \leq n \leq 3$) 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!

