

CONECTOR PARA FORJADOS DE MADERA-HORMIGÓN

CERTIFICACIÓN

Conector madera-hormigón con específica certificación CE según ETA-19/0244. Ensayado y calculado con disposición paralela y cruzada de los conectores a 45° y 30°, con y sin tablero.

SISTEMA RÁPIDO EN SECO

Sistema homologado, autoperforante, reversible, rápido y no invasivo. Excelente rendimiento estático y acústico tanto en las nuevas intervenciones como en la rehabilitación estructural.

GAMA COMPLETA

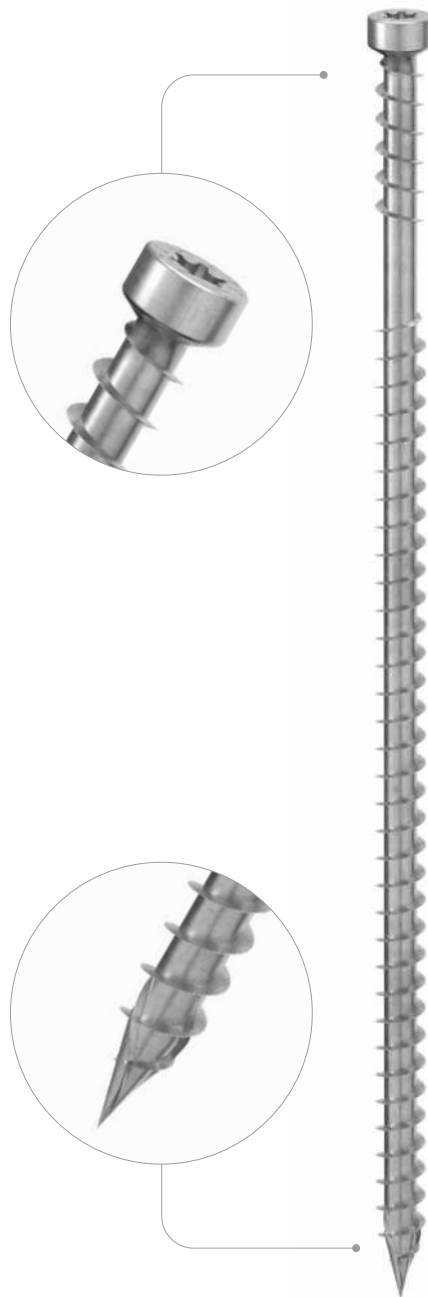
Punta autoperforante con muescado y cabeza cilíndrica oculta. Disponible en dos diámetros (7 y 9 mm) y dos longitudes (160 y 240 mm) para optimizar el número de fijaciones.

INDICADOR DE COLOCACIÓN

La contrarrosca bajo cabeza sirve de indicador de colocación durante la instalación y crea un aumento de la estanqueidad del conector dentro del hormigón.

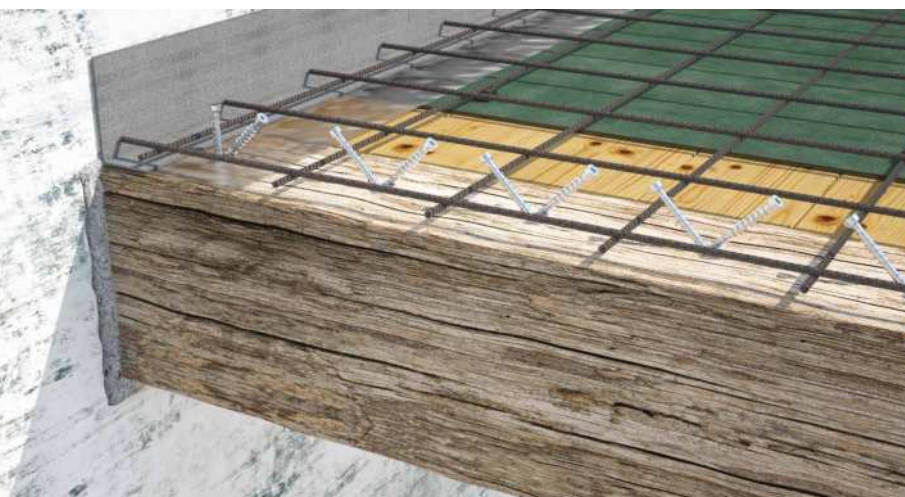


DIÁMETRO [mm]	6	7	9	16
LONGITUD [mm]	52	160	240	400
CLASE DE SERVICIO	SC1	SC2		
CORROSIVIDAD ATMOSFÉRICA	C1	C2		
CORROSIVIDAD DE LA MADERA	T1	T2		
MATERIAL	Zn ELECTRO PLATED acero al carbono electro galvanizado			



CAMPOS DE APLICACIÓN

- paneles de madera
- madera maciza
- madera laminada
- CLT y LVL
- maderas de alta densidad
- hormigón EN 206-1
- hormigón aligerado EN 206-1
- hormigón aligerado a base de silicatos

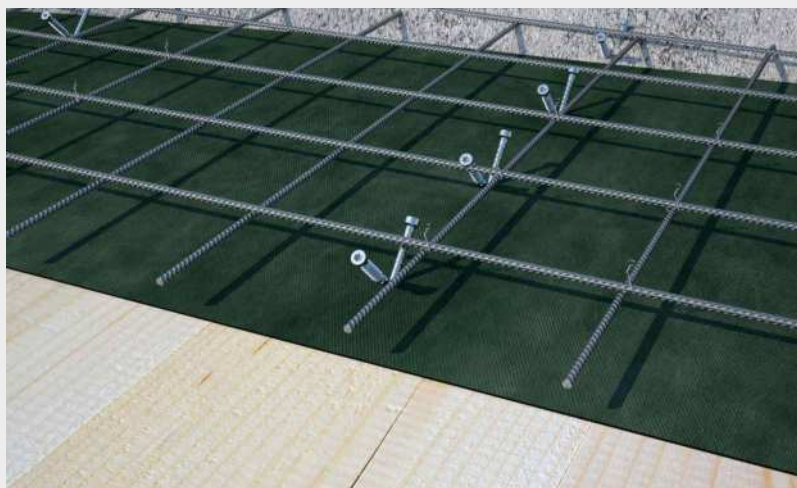


MADERA-HORMIGÓN

Ideal tanto para forjados colaborantes de nueva realización como para la rehabilitación de forjados existentes. Valores de rigidez calculados también en presencia de barrera de vapor o de lámina fonoaislante.

REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL

Certificado, ensayado y calculado también en maderas de alta densidad. Certificación específica para aplicación en las estructuras de madera-hormigón.

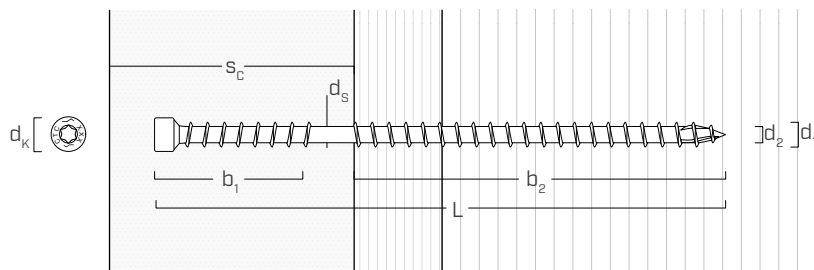


Forjado colaborante madera-hormigón en panel CLT con disposición de conectores a 45° en fila individual.



Forjado colaborante madera-hormigón con disposición de conectores a 30° en fila doble.

GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS



GEOMETRÍA

Diámetro nominal	d_1	[mm]	7	9
Diámetro cabeza	d_k	[mm]	9,50	11,50
Diámetro núcleo	d_2	[mm]	4,60	5,90
Diámetro cuello	d_s	[mm]	5,00	6,50
Diámetro pre-agujero ⁽¹⁾	$d_{v,s}$	[mm]	4,0	5,0

⁽¹⁾ Pre-agujero válido para madera de conífera (softwood).

PARÁMETROS MECÁNICOS CARACTERÍSTICOS

Diámetro nominal	d_1	[mm]	7	9
Resistencia a la tracción	$f_{tens,k}$	[kN]	20,0	30,0
Momento de esfuerzo plástico	$M_{y,k}$	[Nm]	20,0	38,0
Coefficiente de fricción ⁽²⁾	μ	[-]	0,25	0,25

⁽²⁾ La componente de fricción μ solo se puede considerar para las disposiciones con tornillos inclinados no cruzados (30° y 45°) y en ausencia de lámina fonoaislante.

			madera de conífera (softwood)	hormigón [EN 206-1] + lámina fonoaislante	hormigón [EN 206-1] ⁽³⁾
Parámetro de resistencia a extracción	$f_{ax,k}$	-	11,3 N/mm ²	10,0 kN	15,0 kN
Densidad asociada	ρ_a	[kg/m ³]	350	-	-
Densidad de cálculo	ρ_k	[kg/m ³]	≤ 590	-	-

⁽³⁾ Valor válido solo en ausencia de lámina fonoaislante para disposiciones con conectores inclinados a 45° no cruzados

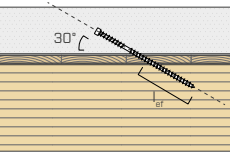
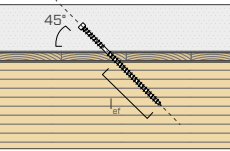
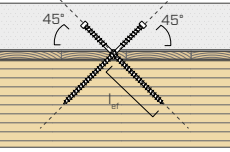
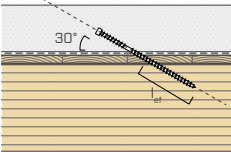
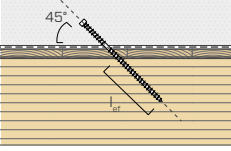
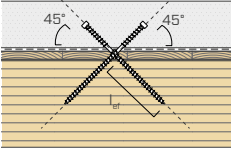
CÓDIGOS Y DIMENSIONES

d_1 [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b_1 [mm]	b_2 [mm]	unid.
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]	unid.
9	CTC9160	160	40	110	100
TX 40	CTC9240	240	40	190	100

MÓDULO DE DESLIZAMIENTO K_{ser}

El módulo de deslizamiento K_{ser} debe considerarse referido a un único conector o a un par de conectores cruzados sujetos a una fuerza paralela al plano de deslizamiento.

disposición conectores sin lámina fonoaislante	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	$70 l_{ef}$	$100 l_{ef}$
disposición conectores con lámina fonoaislante	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	$70 l_{ef}$	$100 l_{ef}$

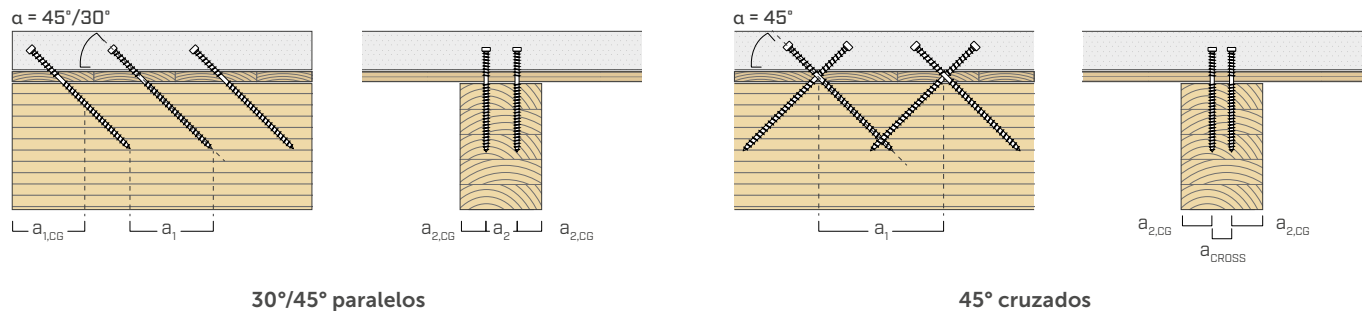
l_{ef} = profundidad de penetración del conector CTC en el elemento de madera en mm.

Por lámina fonoaislante se entiende una lámina bajo solera resiliente de betún y fieltro de poliéster tipo SILENT FLOOR.

DISTANCIAS MÍNIMAS PARA CONECTORES CARGADOS AXIALMENTE

d_1	[mm]	7	9
a_1	[mm]	$130 \cdot \sin(\alpha)$	$130 \cdot \sin(\alpha)$
a_2	[mm]	35	45
$a_{1,CG}$	[mm]	85	85
$a_{2,CG}$	[mm]	32	37
a_{CROSS}	[mm]	11	14

α = ángulo entre conector y fibras

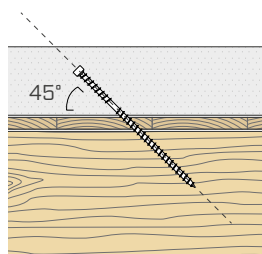


NOTAS en la página 269.

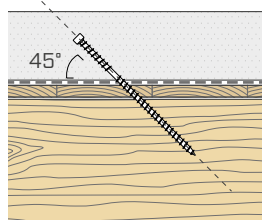
PREDIMENSIONAMIENTO CONECTORES CTC PARA FORJADOS MIXTOS MADERA - HORMIGÓN

Madera maciza C24 (EN 338:2004) - no sujeta a control continuo

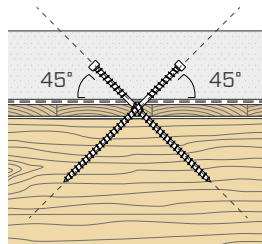
Colocación a 45° sin lámina fonoaislante.



Colocación a 45° con lámina fonoaislante.



Colocación cruzada a 45° con o sin lámina fonoaislante.



sección viga BxH [mm]		luz [m]					
		3	3,5	4	4,5	5	6
80 x 160	n° conectores por viga	32	32				
	CTC	7x160	7x240				
	paso[mm]	100/100	120/120	-	-	-	-
	n° filas	1	1				
	n° conectores/m ²	16,2	13,9				
120 x 120	n° conectores por viga	36	60	84			
	CTC	9x160	9x160	9x160			
	paso[mm]	200/200	100/200	100/100	-	-	-
	n° filas	2	2	2			
	n° conectores/m ²	18,2	26,0	31,8			
120 x 200	n° conectores por viga		22	20	28	44	
	CTC		7x160	9x240	9x240	9x240	
	paso[mm]	-	150/200	200/300	150/200	100/150	-
	n° filas		1	1	1	1	
	n° conectores/m ²		9,5	7,6	9,4	13,3	
120 x 240	n° conectores por viga			16	24	32	64
	CTC			7x240	9x240	9x240	9x240
	paso[mm]	-	-	250/300	200/200	150/200	150/300
	n° filas			1	1	1	2
	n° conectores/m ²			6,1	8,1	10,8	19,4

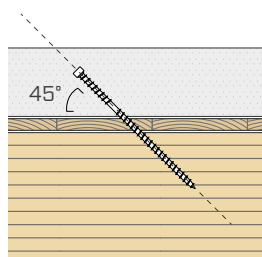
sección viga BxH [mm]		luz [m]					
		3	3,5	4	4,5	5	6
80 x 160	n° conectores por viga	18					
	CTC	7x160					
	paso[mm]	200/200	-	-	-	-	-
	n° filas	1					
	n° conectores/m ²	9,1					
120 x 120	n° conectores por viga	22	64				
	CTC	9x160	9x240				
	paso[mm]	150/150	100/150	-	-	-	-
	n° filas	1	2				
	n°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

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

PREDIMENSIONAMIENTO CONECTORES CTC PARA FORJADOS MIXTOS MADERA - HORMIGÓN

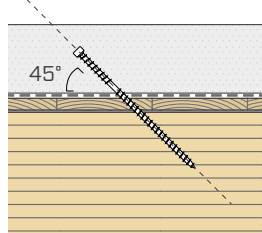
Madera laminada GL24h (EN14080:2013) - sujeta a control continuo

Colocación a 45° sin lámina fonoaislante.



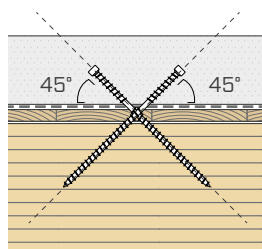
sección viga BxH [mm]		luz [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n° conectores por viga	10	20	26	36			
	CTC	9x160	7x240	9x240	9x240			
	paso[mm]	400/400	150/300	120/250	100/200	-	-	-
	n° filas	1	1	1	1			
120 x 200	n° conectores/m²	5,1	8,7	9,8	12,1			
	n° conectores por viga		10	16	30	38	44	
	CTC		7x240	9x240	9x240	9x240	9x240	
	paso[mm]	-	400/400	300/300	120/250	100/250	100/200	-
140 x 200	n° filas		1	1	1	1	1	
	n° conectores/m²		4,3	6,1	10,1	11,5	12,1	
	n° conectores por viga			18	24	32	42	62
	CTC			7x240	9x240	9x240	9x240	9x240
140 x 240	paso[mm]	-	-	1	1	1	1	1
	n° filas			250/250	150/300	120/250	100/250	100/100
	n° conectores/m²			6,8	8,1	9,7	11,6	15,7
	n° conectores por viga				18	28	36	48
	CTC				7x240	7x240	9x240	9x240
	paso[mm]	-	-	-	1	1	1	1
	n° filas				300/300	150/250	120/250	100/200
	n° conectores/m²				6,1	8,5	9,9	12,1

Colocación a 45° con lámina fonoaislante.



sección viga BxH [mm]		luz [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n° conectores por viga	10	14	20	48			
	CTC	7x160	7x160	7x240	7x240			
	paso[mm]	400/400	250/400	200/300	100/100	-	-	-
	n° filas	1	1	1	1			
120 x 200	n° conectores/m²	5,1	6,1	7,6	16,2			
	n° conectores por viga		10	14	22	40		
	CTC		7x160	7x160	7x160	7x240		
	paso[mm]	-	400/400	300/400	200/300	100/200	-	-
140 x 200	n° filas		1	1	1	1		
	n° conectores/m²		4,3	5,3	7,4	12,1		
	n° conectores por viga			12	22	36	58	
	CTC			7x240	7x240	7x240	7x240	
140 x 240	paso[mm]	-	-	400/400	200/300	150/150	100/100	-
	n° filas			1	1	1	1	
	n° conectores/m²			4,5	7,4	10,9	16,0	
	n° conectores por viga				14	16	32	48
	CTC				7x160	7x240	7x240	7x240
	paso[mm]	-	-	-	400/400	350/350	150/250	100/200
	n° filas				1	1	1	1
	n° conectores/m²				4,7	4,8	8,8	12,1

Colocación cruzada a 45° con o sin lámina fonoaislante.

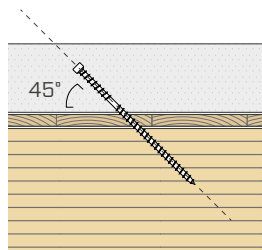


sección viga BxH [mm]		luz [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n° conectores por viga	16	30	44	68			
	CTC	7x160	7x240	7x240	9x240			
	paso[mm]	400/400	200/300	150/250	100/200	-	-	-
	n° filas	1	1	1	1			
120 x 200	n° conectores/m²	8,1	13,0	16,7	22,9			
	n° conectores por viga		18	32	48	68		
	CTC		7x160	7x240	7x240	7x240		
	paso[mm]	-	400/400	200/400	150/300	150/150	-	-
140 x 200	n° filas		1	1	1	1		
	n° conectores/m²		7,8	12,1	16,2	20,6		
	n° conectores por viga			28	46	62	84	
	CTC			7x240	7x240	7x240	7x240	
140 x 240	paso[mm]	-	-	250/400	150/350	120/250	100/200	-
	n° filas			1	1	1	1	
	n° conectores/m²			10,6	15,5	18,8	23,1	
	n° conectores por viga				32	44	74	100
	CTC				7x240	7x240	9x240	9x240
	paso[mm]	-	-	-	300/300	200/300	150/150	120/120
	n° filas				1	1	1	1
	n° conectores/m²				10,8	13,3	20,4	25,3

PREDIMENSIONAMIENTO CONECTORES CTC PARA FORJADOS MIXTOS MADERA - HORMIGÓN

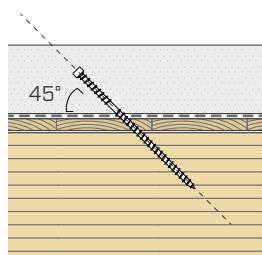
Madera laminada GL24h (EN14080:2013)

Colocación a 45° sin lámina fonoaislante.



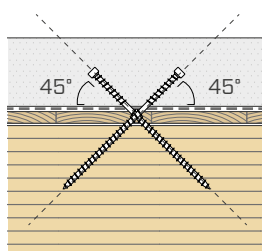
sección viga BxH [mm]		luz [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n° conectores por viga	10	16	26	32	44		
	CTC	9x160	9x240	9x240	9x240	9x240		
	paso[mm]	400/400	200/400	150/200	120/200	100/150	-	-
	n° filas	1	1	1	1	1		
120 x 200	n° conectores/m²	5,1	6,9	9,8	10,8	13,3		
	n° conectores por viga		10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

Colocación a 45° con lámina fonoaislante.



sección viga BxH [mm]		luz [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n° conectores por viga	10	14	20	48			
	CTC	7x160	7x160	9x160	7x240			
	paso[mm]	400/400	400/400	200/300	100/100	-	-	-
	n° filas	1	1	1	1			
120 x 200	n° conectores/m²	5,1	6,1	7,6	16,2			
	n° conectores por viga		10	14	20	40		
	CTC		7x160	9x160	9x160	7x240		
	paso[mm]	-	400/400	350/350	200/350	100/200	-	-
140 x 200	n° filas		1	1	1	1		
	n° conectores/m²		4,3	5,3	6,7	12,1		
	n° conectores por viga			12	16	32	58	
	CTC			7x240	7x160	7x240	7x240	
140 x 240	paso[mm]	-	-	400/400	250/400	150/200	100/100	-
	n° filas			1	1	1	1	
	n° conectores/m²			4,5	5,4	9,7	16,0	
	n° conectores por viga				14	16	30	48
	CTC				7x160	7x240	7x240	7x240
	paso[mm]	-	-	-	400/400	350/400	150/300	100/200
	n° filas				1	1	1	1
	n° conectores/m²				4,7	4,8	8,3	12,1

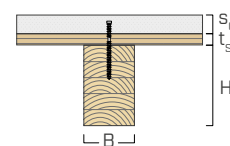
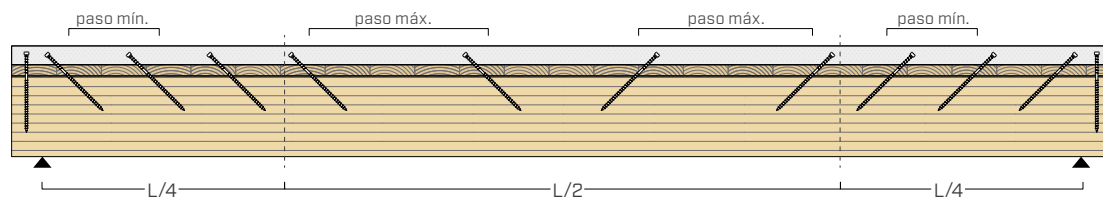
Colocación cruzada a 45° con o sin lámina fonoaislante.



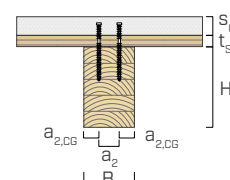
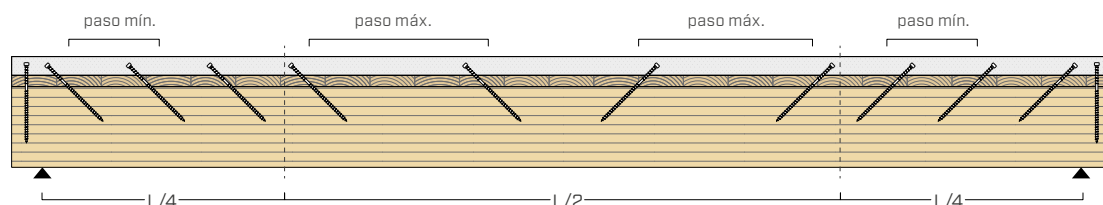
sección viga BxH [mm]		luz [m]						
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
120 x 160	n° conectores por viga	16	28	48	76			
	CTC	7x160	7x160	9x160	9x160			
	paso[mm]	400/400	200/350	150/200	100/150	-	-	-
	n° filas	1	1	1	1			
120 x 200	n° conectores/m²	8,1	12,1	18,2	25,6			
	n° conectores por viga		18	32	48	68		
	CTC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

EJEMPLOS DE POSIBLES CONFIGURACIONES

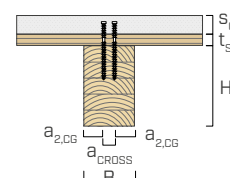
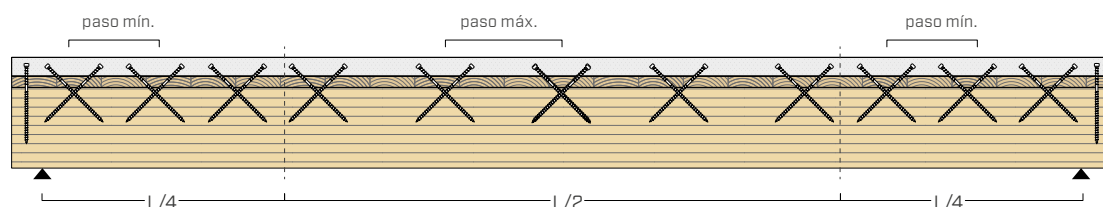
CONECTORES CTC DISPUESTOS A 45° EN CONFIGURACIÓN PARALELA EN 1 FILA



CONECTORES CTC DISPUESTOS A 45° EN CONFIGURACIÓN PARALELA EN 2 FILAS



CONECTORES CTC DISPUESTOS A 45° EN CONFIGURACIÓN CRUZADA EN 1 FILA



VALORES ESTÁTICOS

PRINCIPIOS GENERALES

- Para los valores de resistencia mecánica y para la geometría de los conectores se han tomado como referencia las indicaciones de ETA-19/0244.
- La resistencia al corte de proyecto del único conector inclinado está determinada por la mínima contribución entre la resistencia de proyecto lado madera ($R_{ax,d}$), la resistencia de proyecto lado hormigón ($R_{ax,concrete,d}$) y la resistencia de proyecto lado acero ($R_{tens,d}$):

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

donde α es el ángulo entre el conector y la fibra (45° o 30°).

- Por lámina fonoaislante se entiende una lámina bajo solera resiliente de betún y fieltro de poliéster tipo SILENT FLOOR.
- La componente de fricción μ solo se puede considerar para las disposiciones con tornillos inclinados no cruzados (30° y 45°) y en ausencia de lámina fonoaislante.
- La viga de madera debe tener una altura mínima $H \geq 100$ mm.
- La losa colaborante de hormigón debe tener un espesor s_c comprendido entre $50 \text{ mm} \leq s_c \leq 0,7 H$; sin embargo, se aconseja limitar el espesor a un máximo de 100 mm para asegurar la correcta distribución de las fuerzas entre la losa, el conector y la viga de madera.

NOTAS

- Los conectores CTC se han predimensionado según el apéndice B de la norma EN 1995-1-1:2014 y según lo indicado en ETA-19/0244.
- Las tablas de predimensionamiento del número de conectores se han calculado según la normativa italiana NTC 2018 y según la norma europea EN 1995-1-1:2014, con las siguientes hipótesis:
 - interje entre las vigas = 660 mm;
 - losa de hormigón de clase C20/25 ($R_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$) de espesor $s_c=50$ mm;
 - la presencia de un tablero de espesor t_s igual a 20 mm con densidad característica igual a 350 kg/m^3 ;
 - en la losa de hormigón se prevé la presencia de una red electrosoldada de $\varnothing 8$ con malla de 200×200 mm.
- Las tablas de predimensionamiento del número de conectores se han calculado según la normativa italiana NTC 2018 y según la norma europea EN 1995-1-1:2014, considerando las siguientes cargas actuantes:
 - peso propio g_{k1} (viga de madera + machihembrado + losa de hormigón);
 - peso permanente no estructural $g_{k2} = 2 \text{ kN/m}^2$;
 - carga variable de media duración $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$.
- Por paso se entienden la distancia mínima y la máxima a la cual se deben colocar los conectores, respectivamente en los lados ($L/4$ - distancia mínima) y en la parte central de la viga ($L/2$ - distancia máxima).
- Los conectores se pueden disponer en varias filas ($1 \leq n \leq 3$) a lo largo de la viga siempre que se respeten las distancias mínimas.
- Para configuraciones de cálculo diferentes tenemos disponible el software MyProject (www.rothoblaas.es).



¿Memorias de cálculo completas para proyectar en madera?
¡Descarga MyProject y simplifica tu trabajo!

