

CONECTOR TODO ROSCA DE CABEZA CILINDRICA

TRACCIÓN

Roscado profundo y acero de alta resistencia ($f_{y,k} = 1000 \text{ N/mm}^2$) para alto rendimiento a la tracción. Gama de medidas muy amplia.

APLICACIONES ESTRUCTURALES

Homologado para aplicaciones estructurales con solicitaciones en cualquier dirección con respecto a la fibra ($\alpha = 0^\circ - 90^\circ$). Distancias mínimas reducidas.

CABEZA CILINDRICA

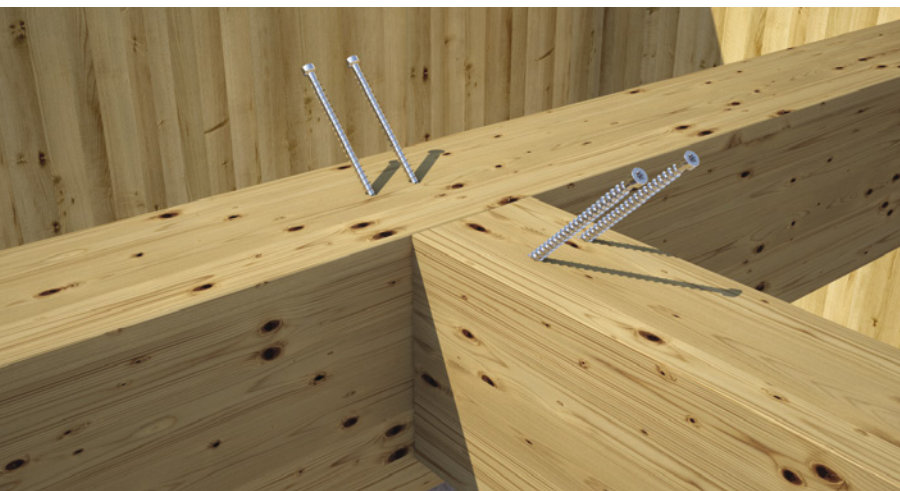
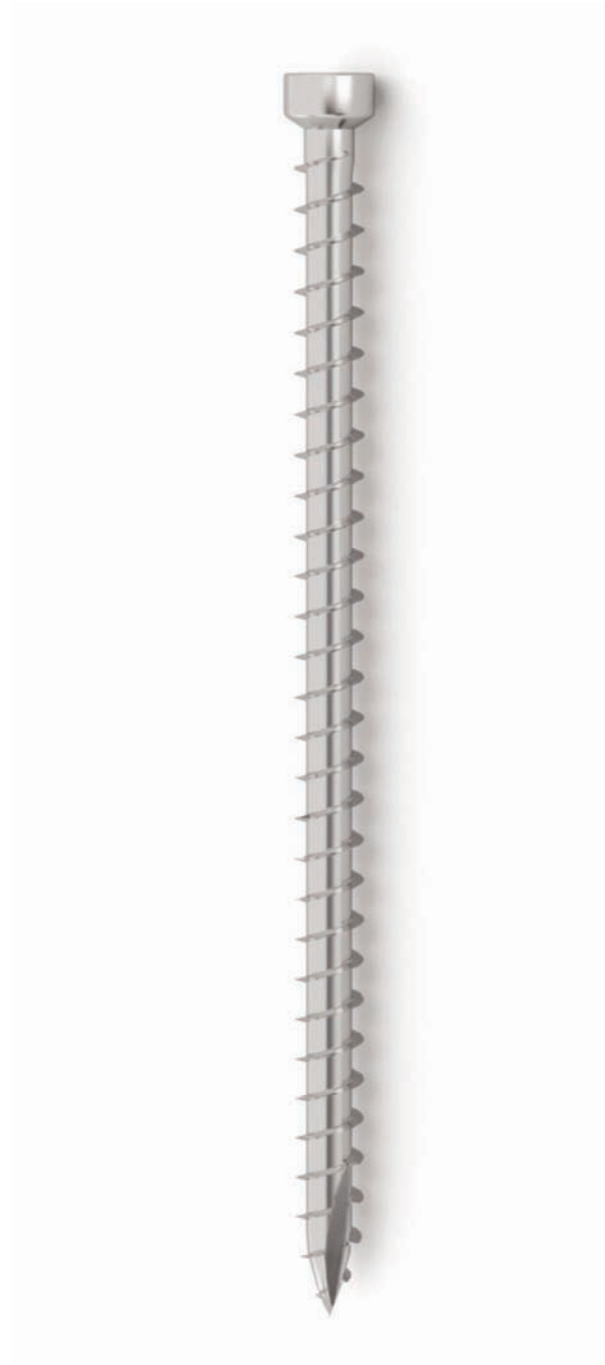
Ideal para uniones ocultas, acoplamientos de madera y refuerzos estructurales. Garantiza protección contra el fuego e idoneidad sísmica. Pruebas cíclicas SEISMIC-REV según EN 12512.

CHROMIUM VI FREE

Ausencia total de cromo hexavalente. Conformidad con las más estrictas normas de regulación de las sustancias químicas (SVHC). Información REACH disponible.

CARACTERÍSTICAS

PECULIARIDAD	conexiones 45°, refuerzos y acoplamientos
CABEZA	cilíndrica oculta
DIÁMETRO	5,3 5,6 7,0 9,0 11,0 mm
LONGITUD	de 80 mm a 600 mm

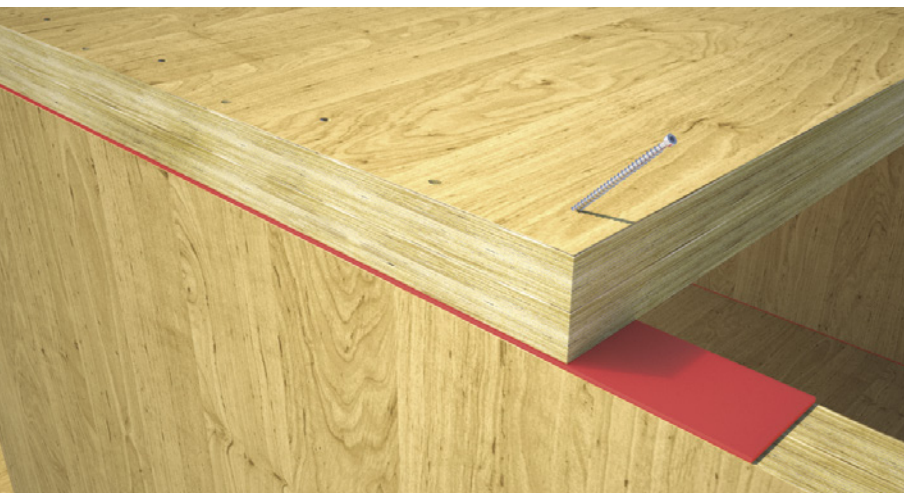


MATERIAL

Acero al carbono con zincado galvanizado.

CAMPOS DE APLICACIÓN

- paneles de madera
 - madera maciza
 - madera laminada
 - CLT, LVL
 - maderas de alta densidad
- Clases de servicio 1 y 2.



REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL

Ideal para el acoplamiento de vigas para rehabilitación estructural y en nuevas intervenciones. Posibilidades de utilización también en dirección paralela a la fibra gracias a la especial homologación.

CLT, LVL

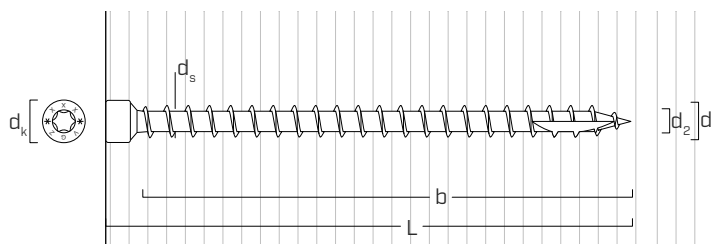
Valores ensayados, certificados y calculados para CLT y maderas de alta densidad como la madera microlaminada LVL.



Unión con una elevada rigidez para forjados de CLT acoplados. Aplicación con doble inclinación a 45° ideal para realizarla con plantilla JIG VGZ.

Refuerzo ortogonal a la fibra para carga suspendida debido a unión viga principal-secundaria.

GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS



Diámetro nominal	d_1	[mm]	5,3	5,6	7	9	11
Diámetro cabeza	d_k	[mm]	8,00	8,00	9,50	11,50	13,50
Diámetro núcleo	d_2	[mm]	3,60	3,80	4,60	5,90	6,60
Diámetro cuello	d_s	[mm]	3,95	4,15	5,00	6,50	7,70
Diámetro pre-agujero	d_v	[mm]	3,5	3,5	4,0	5,0	6,0
Momento plástico característico	$M_{y,k}$	[Nmm]	6876	7935	14174	27244	45905
Parámetro característico de resistencia a extracción	$f_{ax,k}$	[N/mm ²]	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
Resistencia característica de tracción	$f_{tens,k}$	[kN]	11,0	12,3	15,4	25,4	38,0
Resistencia característica de esfuerzo plástico	$f_{y,k}$	[kN]	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

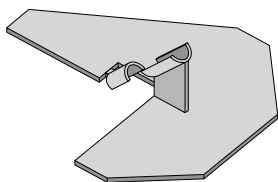
Parámetros mecánicos tornillo VGZ Ø5,3 y Ø5,6 obtenidos de pruebas experimentales.

CÓDIGOS Y DIMENSIONES

d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	unid.
5,3 TX 25	VGZ580	80	70	50
	VGZ5100	100	90	50
	VGZ5120	120	110	50
5,6 TX 25	VGZ5140	140	130	50
	VGZ5160	160	150	50
	VGZ780	80	70	25
7 TX 30	VGZ7100	100	90	25
	VGZ7120	120	110	25
	VGZ7140	140	130	25
	VGZ7160	160	150	25
	VGZ7180	180	170	25
	VGZ7200	200	190	25
	VGZ7220	220	210	25
	VGZ7240	240	230	25
	VGZ7260	260	250	25
	VGZ7280	280	270	25
	VGZ7300	300	290	25
VGZ7340	340	330	25	
VGZ7380	380	370	25	

d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	unid.
9 TX 40	VGZ9160	160	150	25
	VGZ9180	180	170	25
	VGZ9200	200	190	25
	VGZ9220	220	210	25
	VGZ9240	240	230	25
	VGZ9260	260	250	25
	VGZ9280	280	270	25
	VGZ9300	300	290	25
	VGZ9320	320	310	25
	VGZ9340	340	330	25
	VGZ9360	360	350	25
	VGZ9380	380	370	25
	VGZ9400	400	390	25
	VGZ9440	440	430	25
	VGZ9480	480	470	25
VGZ9520	520	510	25	
11 TX 50	VGZ11250	250	240	25
	VGZ11300	300	290	25
	VGZ11350	350	340	25
	VGZ11400	400	390	25
	VGZ11450	450	440	25
	VGZ11500	500	490	25
	VGZ11550	550	540	25
VGZ11600	600	590	25	

PLANTILLA JIG VGZ 45°



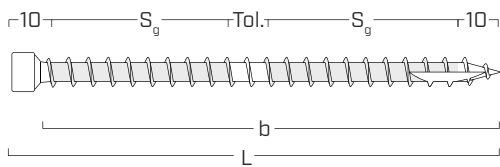
CÓDIGO	descripción	unid.
JIGVGZ45	plantilla de acero para tornillos VGZ a 45°	1



PLANTILLA JIG VGZ 45°

Instalación a 45° facilitada gracias a la utilización de la plantilla de acero JIG VGZ.

ROSCA EFICAZ DE CÁLCULO



$$b = L - 10 \text{ mm}$$

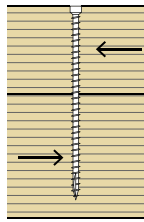
representa toda la longitud de la parte roscada

$$S_g = (L - 10 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \text{Tol.}) / 2$$

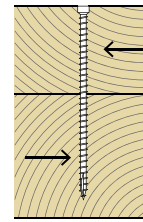
es la semilongitud de la parte roscada, al neto de una tolerancia (tol.) de colocación de 10 mm

Los valores de la extracción, de corte y de desplazamiento madera-madera han sido evaluados mediante la colocación del baricentro del conector en correspondencia del plano de corte.

DISTANCIA MÍNIMA PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE ⁽¹⁾



Ángulo entre fuerza y fibras $\alpha = 0^\circ$

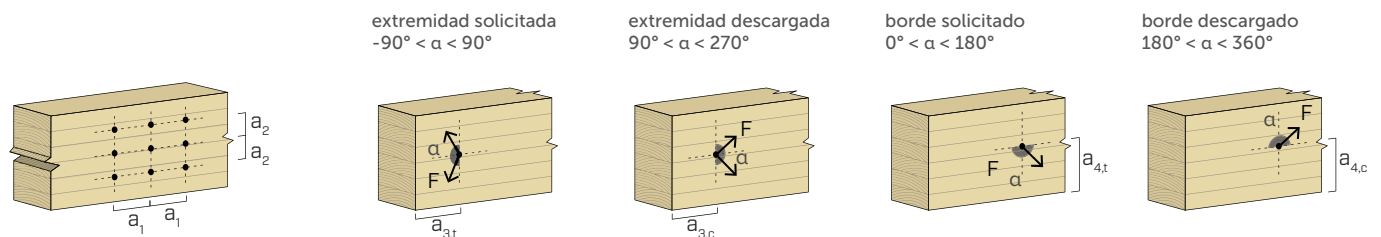


Ángulo entre fuerza y fibras $\alpha = 90^\circ$

	TORNILLOS INSERTADOS CON PRE-AGUJERO						TORNILLOS INSERTADOS CON PRE-AGUJERO					
		5,3	5,6	7	9	11		5,3	5,6	7	9	11
a_1 [mm]	5·d	27	28	35	45	55	4·d	21	22	28	36	44
a_2 [mm]	3·d	16	17	21	27	33	4·d	21	22	28	36	44
$a_{3,t}$ [mm]	12·d	64	67	84	108	132	7·d	37	39	49	63	77
$a_{3,c}$ [mm]	7·d	37	39	49	63	77	7·d	37	39	49	63	77
$a_{4,t}$ [mm]	3·d	16	17	21	27	33	7·d	37	39	49	63	77
$a_{4,c}$ [mm]	3·d	16	17	21	27	33	3·d	16	17	21	27	33

	TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO						TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO					
		5,3	5,6	7	9	11		5,3	5,6	7	9	11
a_1 [mm]	12·d	64	67	84	108	132	5·d	27	28	35	45	55
a_2 [mm]	5·d	27	28	35	45	55	5·d	27	28	35	45	55
$a_{3,t}$ [mm]	15·d	80	84	105	135	165	10·d	53	56	70	90	110
$a_{3,c}$ [mm]	10·d	53	56	70	90	110	10·d	53	56	70	90	110
$a_{4,t}$ [mm]	5·d	27	28	35	45	55	10·d	53	56	70	90	110
$a_{4,c}$ [mm]	5·d	27	28	35	45	55	5·d	27	28	35	45	55

d = diámetro nominal tornillo

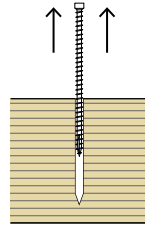


NOTAS:

- ⁽¹⁾ Las distancias mínimas están en línea con la norma EN 1995:2014 considerando una masa volúmica de los elementos de madera iguales a $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$.
- En el caso de unión acero-madera las separaciones mínimas (a_1, a_2) pueden ser multiplicadas por un coeficiente 0,7.

- En el caso de unión panel-madera, las separaciones mínimas (a_1, a_2) pueden ser multiplicadas por un coeficiente 0,85.

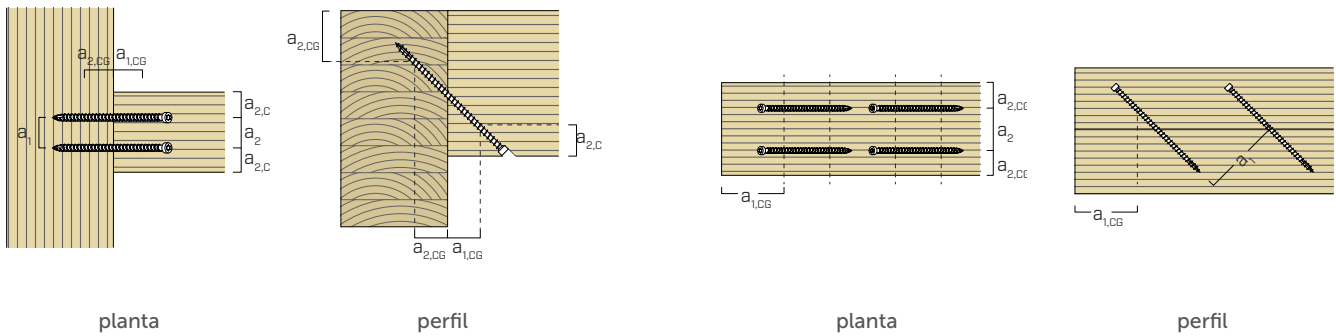
DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TORNILLOS SOLICITADOS AXIALMENTE ^[2]



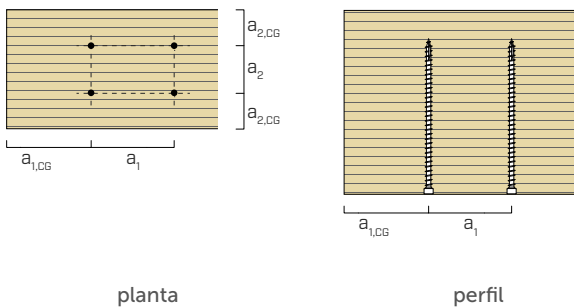
TORNILLOS INSERTADOS CON Y SIN PRE-AGUJERO

		5,3	5,6	7	9	11
a_1 [mm]	5·d	27	28	35	45	55
a_2 [mm]	5·d	27	28	35	45	55
$a_{2,LIM}^{(3)}$ [mm]	2,5·d	13	14	18	23	28
$a_{1,CG}$ [mm]	8·d	42	45	56	72	88
$a_{2,CG}$ [mm]	3·d	16	17	21	27	33
a_{CROSS} [mm]	1,5·d	8	8	11	14	17

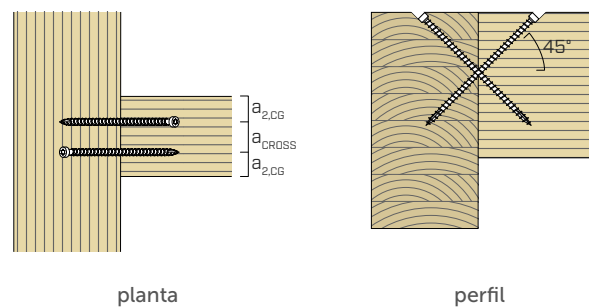
TORNILLOS EN TRACCIÓN INSERTADOS CON UN ÁNGULO α CON RESPECTO A LA FIBRA



TORNILLOS INSERTADOS CON UN ÁNGULO α DE 90° CON RESPECTO A LA FIBRA



TORNILLOS CRUZADOS INSERTADOS CON UN ÁNGULO α CON RESPECTO A LA FIBRA

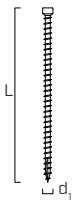
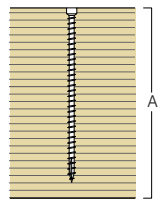
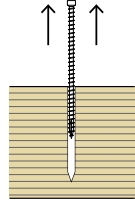
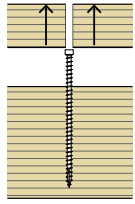
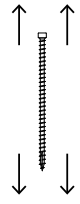


NOTAS:

⁽²⁾ Las distancias mínimas para conectores cargados axialmente son independientes del ángulo de inserción del conector y del ángulo de la fuerza respecto a las fibras, según ETA-11/0030.

⁽³⁾ La distancia axial a_2 puede reducirse hasta $2,5 d_1$ si por cada conector se mantiene un "superficie de unión" $a_1 a_2 = 25 d_1^2$.

geometría		TRACCIÓN ⁽¹⁾						tracción acero
		extracción de la rosca total ⁽²⁾		extracción de la rosca parcial ⁽²⁾		tracción acero		
d_1 [mm]	L [mm]	b [mm]	A_{min} [mm]	madera $R_{V,k}$ [kN]	S_g [mm]	A_{min} [mm]	madera $R_{ax,k}$ [kN]	acero $R_{tens,k}$ [kN]
5,3	80	70	90	4,68	25	45	1,67	11,00
	100	90	110	6,02	35	55	2,34	
	120	110	130	7,36	45	65	3,01	
5,6	140	130	150	9,19	55	75	3,89	12,30
	160	150	170	10,61	65	85	4,60	
7	80	70	90	6,19	25	45	2,21	15,40
	100	90	110	7,96	35	55	3,09	
	120	110	130	9,72	45	65	3,98	
	140	130	150	11,49	55	75	4,86	
	160	150	170	13,26	65	85	5,75	
	180	170	190	15,03	75	95	6,63	
	200	190	210	16,79	85	105	7,51	
	220	210	230	18,56	95	115	8,40	
	240	230	250	20,33	105	125	9,28	
	260	250	270	22,10	115	135	10,16	
	280	270	290	23,87	125	145	11,05	
	300	290	310	25,63	135	155	11,93	
	340	330	350	29,17	155	175	13,70	
380	370	390	32,70	175	195	15,47		
9	160	150	170	17,05	65	85	7,39	25,40
	180	170	190	19,32	75	95	8,52	
	200	190	210	21,59	85	105	9,66	
	220	210	230	23,87	95	115	10,80	
	240	230	250	26,14	105	125	11,93	
	260	250	270	28,41	115	135	13,07	
	280	270	290	30,68	125	145	14,21	
	300	290	310	32,96	135	155	15,34	
	320	310	330	35,23	145	165	16,48	
	340	330	350	37,50	155	175	17,61	
	360	350	370	39,78	165	185	18,75	
	380	370	390	42,05	175	195	19,89	
	400	390	410	44,32	185	205	21,02	
	440	430	450	48,87	205	225	23,30	
480	470	490	53,41	225	245	25,57		
520	510	530	57,96	245	265	27,84		

geometría		TRACCIÓN						tracción acero
		extracción de la rosca total ⁽²⁾		extracción de la rosca parcial ⁽²⁾				
								
d_1 [mm]	L [mm]	b [mm]	A_{min} [mm]	madera $R_{V,k}$ [kN]	S_g [mm]	A_{min} [mm]	madera $R_{ax,k}$ [kN]	acero $R_{tens,k}$ [kN]
11	250	240	260	33,34	110	130	15,28	38,00
	300	290	310	40,28	135	155	18,75	
	350	340	360	47,22	160	180	22,22	
	400	390	410	54,17	185	205	25,70	
	450	440	460	61,11	210	230	29,17	
	500	490	510	68,06	235	255	32,64	
	550	540	560	75,00	260	280	36,11	
600	590	610	81,95	285	305	39,59		

NOTAS:

⁽¹⁾ La resistencia de proyecto del conector es la más pequeña entre la resistencia de proyecto de la madera ($R_{ax,d}$) y la resistencia de proyecto del acero ($R_{tens,d}$).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{Y_m} \\ \frac{R_{tens,k}}{Y_{m2}} \end{array} \right.$$

⁽²⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando un ángulo de 90° entre las fibras y el conector y con una longitud de rosca eficaz igual a b o S_g . Para valores intermedios de S_g se puede interpolar linealmente.

geometría			CORTE		DESPLAZAMIENTO		
			madera-madera		madera - madera ⁽³⁾		
d_1 [mm]	L [mm]	S_g [mm]	A_{min} [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	A_{min} [mm]	B_{min} [mm]	$R_{v,k}$ [kN]
5,3	80	25	40	1,57	30	50	1,08
	100	35	50	1,94	40	55	1,51
	120	45	60	2,11	45	60	1,94
5,6	140	55	70	2,46	50	70	2,50
	160	65	80	2,64	60	75	2,95
7	80	25	40	2,16	30	50	1,42
	100	35	50	2,68	40	55	1,99
	120	45	60	3,14	45	60	2,56
	140	55	70	3,37	55	70	3,13
	160	65	80	3,59	60	75	3,69
	180	75	90	3,81	65	85	4,26
	200	85	100	4,03	75	90	4,83
	220	95	110	4,25	80	100	5,40
	240	105	120	4,30	90	105	5,97
	260	115	130	4,30	95	110	6,53
	280	125	140	4,30	100	120	7,10
	300	135	150	4,30	110	125	7,67
	340	155	170	4,30	125	140	8,81
	380	175	190	4,30	140	155	9,94
9	160	65	80	5,10	60	75	4,75
	180	75	90	5,39	70	85	5,48
	200	85	100	5,67	75	90	6,21
	220	95	110	5,95	80	100	6,94
	240	105	120	6,24	90	105	7,67
	260	115	130	6,51	95	110	8,40
	280	125	140	6,51	105	120	9,13
	300	135	150	6,51	110	125	9,86
	320	145	160	6,51	115	135	10,59
	340	155	170	6,51	125	140	11,32
	360	165	180	6,51	130	145	12,05
	380	175	190	6,51	140	155	12,78
	400	185	200	6,51	145	160	13,51
	440	205	220	6,51	160	175	14,98
480	225	240	6,51	175	190	16,44	
520	245	260	6,51	190	205	17,90	

geometría			CORTE		DESPLAZAMIENTO		
			madera-madera		madera - madera ⁽³⁾		
d_1 [mm]	L [mm]	S_g [mm]	A_{min} [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	A_{min} [mm]	B_{min} [mm]	$R_{v,k}$ [kN]
11	250	110	125	8,35	95	110	9,82
	300	135	150	9,06	115	125	12,05
	350	160	175	9,06	130	145	14,29
	400	185	200	9,06	150	160	16,52
	450	210	225	9,06	165	180	18,75
	500	235	250	9,06	185	195	20,98
	550	260	275	9,06	200	215	23,21
	600	285	300	9,06	220	230	25,45

NOTAS:

⁽³⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando un ángulo de 45° entre las fibras y el conector y con una longitud de rosca eficaz igual a S_g .

PRINCIPIOS GENERALES:

- Los valores característicos respetan la normativa EN 1995:2014 conforme con ETA-11/0030.
- Los valores de proyecto se obtienen a partir de los valores característicos de la siguiente manera:

$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_m}$$

Los coeficientes γ_m e k_{mod} se deben tomar de acuerdo con la normativa vigente utilizada para el cálculo.

- Para los valores de resistencia mecánica y para la geometría de los tornillos se han tomado como referencia las indicaciones de ETA-11/0030.
- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de madera equivalente a $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$.
- El dimensionamiento y la comprobación de los elementos de madera deben efectuarse por separado.
- Las resistencias características al corte se evalúan para tornillos introducidos sin pre-agujero; en caso de introducir tornillos con pre-agujero se pueden obtener valores de resistencia superiores.
- Los valores de la extracción, de corte y de desplazamiento han sido evaluados mediante la colocación del baricentro del conector en correspondencia del plano de corte.

CONEXIÓN DE CORTE CON CONECTORES CRUZADOS
UNIÓN EN ÁNGULO RECTO - VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDARIA

d_1 [mm]	L [mm]	$S_{gHT}^{(1)}$ [mm]	$S_{gNT}^{(1)}$ [mm]	$B_{HT\ min}$ [kN]	$H_{HT\ min} = h_{NT\ min}$ [mm]	$b_{NT\ min}$ [mm]	n° parejas	$R_{1V,k}^{(2)}$ [kN] extracción ⁽⁴⁾	$R_{2V,k}^{(2)}$ [kN] inestabilidad	$m^{(3)}$ [mm]
5,3	120	30	45	60	120	40	1	2,8	8,2	56
						66	2	5,3	15,2	
						93	3	7,6	21,9	
5,6	140	45	55	65	130	42	1	4,5	9,1	59
						70	2	8,4	17,0	
						98	3	12,1	24,5	
	160	65	65	75	130	42	1	5,9	9,1	59
						70	2	11,0	17,0	
						98	3	15,9	24,5	
7	160	45	65	75	160	53	1	5,6	13,6	74
						88	2	10,5	25,4	
						123	3	15,1	36,5	
	180	65	75	80	160	53	1	8,1	13,6	74
						88	2	15,2	25,4	
						123	3	21,8	36,5	
	200	85	85	90	160	53	1	9,7	13,6	74
						88	2	18,0	25,4	
						123	3	26,0	36,5	
	220	95	95	95	170	53	1	10,8	13,6	81
						88	2	20,1	25,4	
						123	3	29,0	36,5	
	240	105	105	100	185	53	1	11,9	13,6	88
						88	2	22,3	25,4	
						123	3	32,1	36,5	
	260	115	115	110	200	53	1	13,1	13,6	95
						88	2	24,4	25,4	
						123	3	35,1	36,5	
	280	125	125	115	215	53	1	14,2	13,6	102
						88	2	26,5	25,4	
						123	3	38,2	36,5	
	300	135	135	125	230	53	1	15,3	13,6	109
						88	2	28,6	25,4	
						123	3	41,2	36,5	
340	155	155	140	255	53	1	17,6	13,6	124	
					88	2	32,9	25,4		
					123	3	47,3	36,5		
380	175	175	150	285	53	1	19,9	13,6	138	
					88	2	37,1	25,4		
					123	3	53,5	36,5		

CONEXIÓN DE CORTE CON CONECTORES CRUZADOS
UNIÓN EN ÁNGULO RECTO - VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDARIA

d_1 [mm]	L [mm]	$S_{g,HT}^{(1)}$ [mm]	$S_{g,NT}^{(1)}$ [mm]	$B_{HT, min}$ [kN]	$H_{HT, min} = h_{NT, min}$ [mm]	$b_{NT, min}$ [mm]	n° parejas	$R_{1V,k}^{(2)}$ [kN] extracción ⁽⁴⁾	$R_{2V,k}^{(2)}$ [kN] inestabilidad	m ⁽³⁾ [mm]
9	200	55	85	90	200	68	1	8,8	22,8	96
						113	2	16,5	42,6	
						158	3	23,8	61,3	
	220	75	95	95	200	68	1	12,1	22,8	96
						113	2	22,5	42,6	
						158	3	32,4	61,3	
	240	95	105	100	200	68	1	15,3	22,8	96
						113	2	28,5	42,6	
						158	3	41,0	61,3	
	260	115	115	110	200	68	1	16,8	22,8	96
						113	2	31,4	42,6	
						158	3	45,2	61,3	
	280	125	125	115	215	68	1	18,3	22,8	103
						113	2	34,1	42,6	
						158	3	49,1	61,3	
	300	135	135	125	230	68	1	19,7	22,8	110
						113	2	36,8	42,6	
						158	3	53,0	61,3	
	320	145	145	130	245	68	1	21,2	22,8	117
						113	2	39,5	42,6	
						158	3	56,9	61,3	
	340	155	155	140	260	68	1	22,6	22,8	124
						113	2	42,3	42,6	
						158	3	60,9	61,3	
360	165	165	145	270	68	1	24,1	22,8	131	
					113	2	45,0	42,6		
					158	3	64,8	61,3		
380	175	175	150	285	68	1	25,6	22,8	138	
					113	2	47,7	42,6		
					158	3	68,7	61,3		
400	185	185	160	300	68	1	27,0	22,8	145	
					113	2	50,4	42,6		
					158	3	72,7	61,3		
440	205	205	175	330	68	1	30,0	22,8	160	
					113	2	55,9	42,6		
					158	3	80,5	61,3		
480	225	225	185	355	68	1	32,9	22,8	174	
					113	2	61,3	42,6		
					158	3	88,4	61,3		
520	245	245	200	385	68	1	35,8	22,8	188	
					113	2	66,8	42,6		
					158	3	96,2	61,3		

NOTAS:

⁽¹⁾ Los valores suministrados se han calculado considerando una distancia $a_{1CG} \approx 5d$. En algunos casos está prevista la colocación asimétrica de los conectores ($S_{g,HT} \neq S_{g,NT}$).

⁽²⁾ La resistencia de proyecto del conector es la mínima entre la resistencia de proyecto del lado de extracción ($R_{1V,d}$) y la resistencia de proyecto a la inestabilidad ($R_{2V,d}$).

$$R_{V,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{1V,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} \\ \frac{R_{2V,k}}{\gamma_{mi}} \end{array} \right.$$

⁽³⁾ La dimensión de montaje (m) es válida en el caso de la colocación simétrica de conectores ($S_{g,HT} = S_{g,NT}$) en el borde superior de los elementos.

⁽⁴⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando una longitud de rosca eficaz igual a S_g . Los conectores deben ser insertados a 45° con respecto al plano de corte.

CONEXIÓN DE CORTE CON CONECTORES CRUZADOS
UNIÓN EN ÁNGULO RECTO - VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDARIA

d_1 [mm]	L [mm]	$S_{gHT}^{(1)}$ [mm]	$S_{gNT}^{(1)}$ [mm]	$B_{HT\ min}$ [kN]	$H_{HT\ min} = h_{NT\ min}$ [mm]	$b_{NT\ min}$ [mm]	n° parejas	$R_{1V,k}^{(2)}$ [kN] extracción ⁽⁴⁾	$R_{2V,k}^{(2)}$ [kN] inestabilidad	m ⁽³⁾ [mm]
11	225 ^(*)	50	145	95	245	83	1	9,8	29,1	118
						138	2	18,3	54,2	
						193	3	26,4	78,1	
	250	75	145	105	245	83	1	14,7	29,1	118
						138	2	27,5	54,2	
						193	3	39,6	78,1	
	275 ^(*)	100	145	115	245	83	1	19,6	29,1	118
						138	2	36,7	54,2	
						193	3	52,8	78,1	
	300	125	145	125	245	83	1	24,6	29,1	118
						138	2	45,8	54,2	
						193	3	66,0	78,1	
	325 ^(*)	148	148	130	250	83	1	26,3	29,1	120
						138	2	49,2	54,2	
						193	3	70,8	78,1	
	350	160	160	140	265	83	1	28,6	29,1	129
						138	2	53,3	54,2	
						193	3	76,8	78,1	
	375 ^(*)	173	173	150	285	83	1	30,8	29,1	137
						138	2	57,5	54,2	
						193	3	82,8	78,1	
	400	185	185	160	300	83	1	33,0	29,1	146
						138	2	61,6	54,2	
						193	3	88,8	78,1	
450	210	210	175	335	83	1	37,5	29,1	164	
					138	2	70,0	54,2		
					193	3	100,8	78,1		
500	235	235	195	370	83	1	42,0	29,1	182	
					138	2	78,3	54,2		
					193	3	112,8	78,1		
550	260	260	210	405	83	1	46,4	29,1	199	
					138	2	86,6	54,2		
					193	3	124,8	78,1		
600	285	285	230	445	83	1	50,9	29,1	217	
					138	2	95,0	54,2		
					193	3	136,8	78,1		

NOTA: (*) conectores VGS véase pág. 182.

NOTAS:

⁽¹⁾ Los valores suministrados se han calculado considerando una distancia $a_{1CG} = 5d$. En algunos casos está prevista la colocación asimétrica de los conectores ($S_{gHT} \neq S_{gNT}$).

⁽²⁾ La resistencia de proyecto del conector es la mínima entre la resistencia de proyecto del lado de extracción ($R_{1V,d}$) y la resistencia de proyecto a la inestabilidad ($R_{2V,d}$).

$$R_{V,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{1V,k} \cdot k_{mod}}{Y_m} \\ \frac{R_{2V,k}}{Y_{m2}} \end{array} \right.$$

⁽³⁾ La dimensión de montaje (m) es válida en el caso de la colocación simétrica de conectores ($S_{gHT} = S_{gNT}$) en el borde superior de los elementos.

⁽⁴⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando una longitud de rosca eficaz igual a S_g . Los conectores deben ser insertados a 45° con respecto al plano de corte.

PRINCIPIOS GENERALES:

- Los valores característicos respetan la normativa EN 1995:2014 conforme con ETA-11/0030.
- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de madera equivalente a $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$.
- El dimensionamiento y la comprobación de los elementos de madera deben efectuarse por separado.
- Para configuraciones de cálculo diferentes tenemos disponible el software MyProject (www.rothoblaas.es | www.rothoblaas.lat).

DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TORNILLOS CRUZADOS

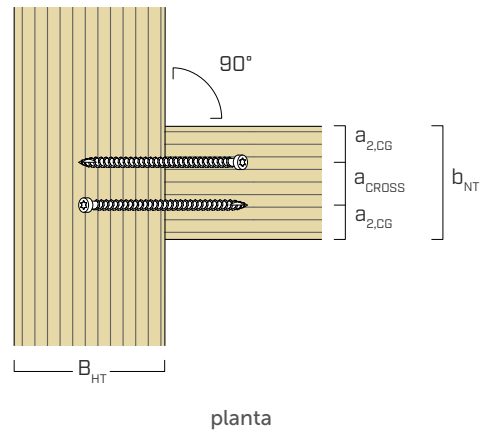
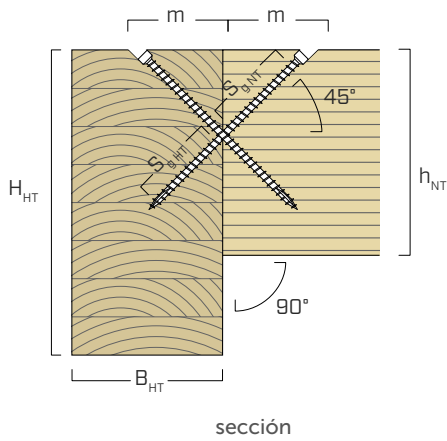
TORNILLOS INSERTADOS CON Y SIN PRE-AGUJERO

		5,3	5,6	7	9	11
$a_{2,CG}$	[mm]	16	17	21	27	33
a_{CROSS}	[mm]	8	8	11	14	17
e	[mm]	19	20	25	32	39

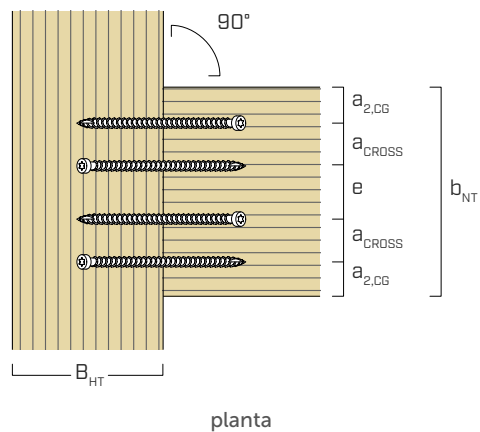
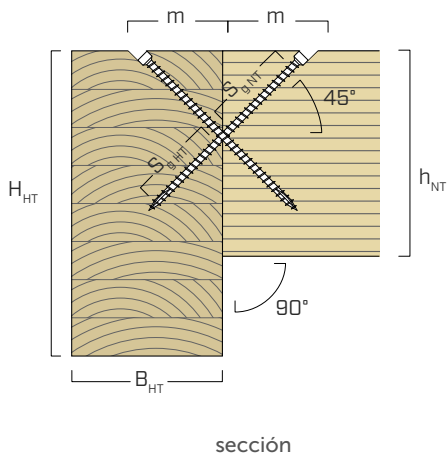
		5,3	5,6	7	9	11
d , (pre-agujero)	[mm]	3,5	3,5	4,0	5,0	6,0

Pre-agujero aconsejado para conectores $\varnothing 11 \times 400$ mm

CONEXIÓN DE CORTE CON CONECTORES CRUZADOS - 1 PAR



CONEXIÓN DE CORTE CON CONECTORES CRUZADOS - 2 O MÁS PARES



EJEMPLO DE CÁLCULO: CONEXIÓN VIGA PRINCIPAL/SECUNDARIA CON TORNILLOS CRUZADOS VGZ



Parameter	Value	Unit	Status
Total withdrawal characteristic resistance	$F_{u,Rd}$	20.34	kN
Total characteristic bearing resistance of the screws	$F_{b,Rd}$	22.16	kN
Total withdrawal design resistance	$F_{u,Rd}$	14.61	kN
Shear characteristic resistance	$F_{v,Rd}$	26.43	kN
Shear design resistance of whole connection	$F_{v,Rd}$	13.82	kN
Stress factor		0.28	VERIFI.
VERIFICATION OF SHEAR STRENGTH SECONDARY BEAM			
Effective height (overall)	h_{ef}	173	mm
Not bounded height (below screws)	h_{nb}	27	mm
Not factor	k_{tr}	0.57	
Effective width	b_{ef}	107	mm
Reduction factor	k_{tr}	1.00	
Shear stress on hef	τ	0.41	N/mm ²
Shear design resistance (timber)	$f_{v,d}$	2.52	N/mm ²
Verification of shear stress secondary beam		0.16	VERIFI.
Verification of shear stress on hef		0.16	VERIFI.

Parameter	Value	Unit	Status
Shear characteristic resistance of whole connection	$F_{v,Rd}$	27.30	kN
Shear design resistance of whole connection	$F_{v,Rd}$	13.96	kN
Stress factor		0.26	VERIFI.
Verification of shear stress secondary beam		0.16	VERIFI.
Verification of shear stress on hef		0.16	VERIFI.

Parameter	Value	Unit	Status
Shear characteristic resistance of whole connection	$F_{v,Rd}$	27.30	kN
Shear design resistance of whole connection	$F_{v,Rd}$	13.96	kN
Stress factor		0.26	VERIFI.
Verification of shear stress secondary beam		0.16	VERIFI.
Verification of shear stress on hef		0.16	VERIFI.

Parameter	Value	Unit	Status
Shear characteristic resistance of whole connection	$F_{v,Rd}$	27.30	kN
Shear design resistance of whole connection	$F_{v,Rd}$	13.96	kN
Stress factor		0.26	VERIFI.
Verification of shear stress secondary beam		0.16	VERIFI.
Verification of shear stress on hef		0.16	VERIFI.

Para configuraciones de cálculo diferentes tenemos disponible el software MyProject (www.rothoblaas.es | www.rothoblaas.lt)

MEMORIA DE CÁLCULO

MY PROJECT calculation software by Rothoblaas

PROJECT INFORMATION

Date: 01/02/2019
 Project: Page 02
 Client: GZ
 Project address: Eng. Structural Computer
 Drawn by: J. B. B. B.
 Notes: Building 011

Code of calculation: EN1995-2:2010 (E)

Connections with screws fully threaded

VGZ - Full threaded cylindrical head fastener S202 (see EN1995-2:2010)
 Number of pairs of connectors: 2 pairs
 CE marking according to EN 11088

CALCULATION DATA

Connections with screws fully threaded

Material	st	1
Main head diameter	d	8
Head factor	k_{tr}	0.50
Connector safety factor	γ_{M2}	1.30
Factor of stress design	$F_{u,Rd}$	0.60 mm
Main beam width	b	100 mm
Height main beam	h	200 mm
Type of wood secondary beam	b_{ef}	107 mm (EN1995-2:2010)
Secondary beam height	h_{ef}	200 mm
Type of wood secondary beam	h_{nb}	27 mm (EN1995-2:2010)
Angle in the vertical plane - secondary beam	α	0.00°
Angle in the horizontal plane - secondary beam	β	0.00°
Number of pairs of connectors	n	2

EN1995-2:2010

Normal diameter - threaded core	d_1	6.0 mm
Normal diameter - threaded core	d_2	6.0 mm
Inner core diameter	d_3	5.0 mm
Head diameter	d_4	11.0 mm
Screw length	L	200 mm
Thread length	L_1	120 mm

NOTES

Before the execution, all calculation must be verified and approved by the responsible designer.
 Mechanical resistance values and generally value is product certification.
 Verification of other elements resistance must be realized again.

Rothoblaas S.p.A.
 Via dell'Industria 21
 02047 (T) 0421
 info@rothoblaas.com

CALCULATION RESULTS

EN1995-2:2010	d	8
EN1995-2:2010	d_1	6.0 mm
EN1995-2:2010	d_2	6.0 mm
EN1995-2:2010	d_3	5.0 mm
EN1995-2:2010	d_4	11.0 mm
EN1995-2:2010	L	200 mm
EN1995-2:2010	L_1	120 mm
EN1995-2:2010	h	200 mm
EN1995-2:2010	b	100 mm
EN1995-2:2010	b_{ef}	107 mm
EN1995-2:2010	h_{ef}	200 mm
EN1995-2:2010	h_{nb}	27 mm
EN1995-2:2010	α	0.00°
EN1995-2:2010	β	0.00°
EN1995-2:2010	n	2

TYPE OF FASTENING

EN1995-2:2010	d	8
EN1995-2:2010	d_1	6.0 mm
EN1995-2:2010	d_2	6.0 mm
EN1995-2:2010	d_3	5.0 mm
EN1995-2:2010	d_4	11.0 mm
EN1995-2:2010	L	200 mm
EN1995-2:2010	L_1	120 mm

SCREW TYPE DIMENSIONS

EN1995-2:2010	d	8
EN1995-2:2010	d_1	6.0 mm
EN1995-2:2010	d_2	6.0 mm
EN1995-2:2010	d_3	5.0 mm
EN1995-2:2010	d_4	11.0 mm
EN1995-2:2010	L	200 mm
EN1995-2:2010	L_1	120 mm

MASSIVE STRESS ELEMENT

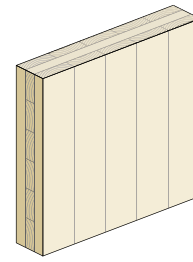
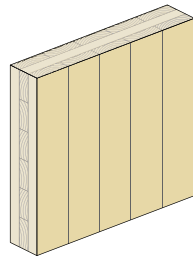
EN1995-2:2010	$f_{u,Rd}$	14.61 kN
EN1995-2:2010	$F_{u,Rd}$	20.34 kN
EN1995-2:2010	$F_{b,Rd}$	22.16 kN
EN1995-2:2010	$F_{v,Rd}$	26.43 kN
EN1995-2:2010	$F_{v,Rd}$	27.30 kN
EN1995-2:2010	$F_{v,Rd}$	13.82 kN
EN1995-2:2010	τ	0.41 N/mm ²
EN1995-2:2010	$f_{v,d}$	2.52 N/mm ²
EN1995-2:2010	τ	0.16 VERIFI.

VERIFICATION OF SHEAR STRENGTH SECONDARY BEAM

EN1995-2:2010	h_{ef}	173 mm
EN1995-2:2010	h_{nb}	27 mm
EN1995-2:2010	k_{tr}	0.57
EN1995-2:2010	b_{ef}	107 mm
EN1995-2:2010	k_{tr}	1.00
EN1995-2:2010	τ	0.41 N/mm ²
EN1995-2:2010	$f_{v,d}$	2.52 N/mm ²
EN1995-2:2010	τ	0.16 VERIFI.

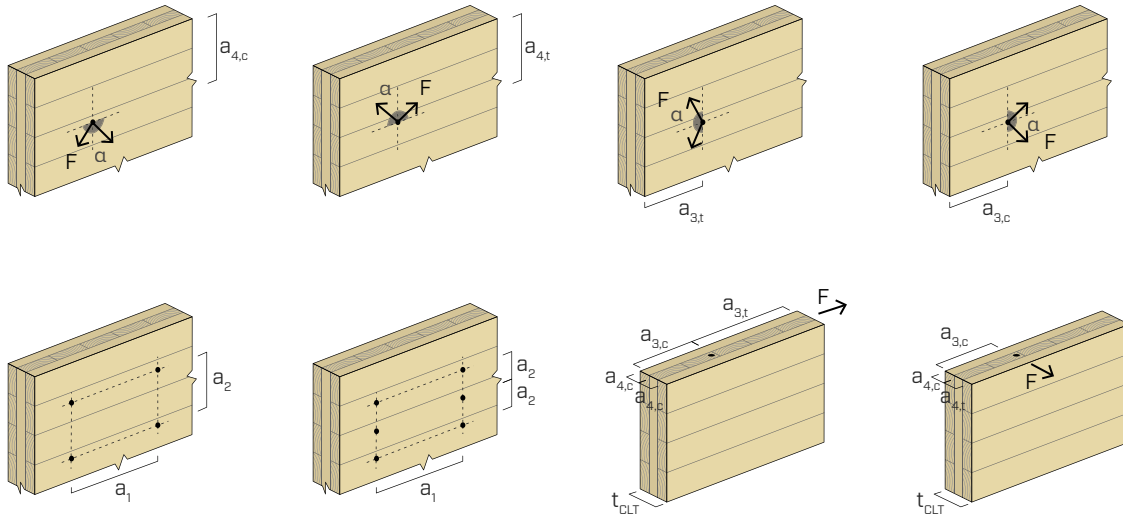
Rothoblaas S.p.A.
 Via dell'Industria 21
 02047 (T) 0421
 info@rothoblaas.com

DISTANCIA MÍNIMA PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE | CLT



	TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO				TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO			
		lateral face ⁽¹⁾				narrow face ⁽²⁾		
		7	9	11		7	9	11
a_1 [mm]	4·d	28	36	44	10·d	70	90	110
a_2 [mm]	2,5·d	18	23	28	4·d	28	36	44
$a_{3,t}$ [mm]	6·d	42	54	66	12·d	84	108	132
$a_{3,c}$ [mm]	6·d	42	54	66	7·d	49	63	77
$a_{4,t}$ [mm]	6·d	42	54	66	6·d	42	54	66
$a_{4,c}$ [mm]	2,5·d	18	23	28	3·d	21	27	33

d = diámetro nominal tornillo



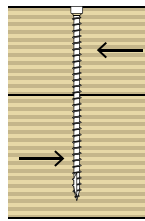
NOTAS:

Las distancias mínimas se ajustan a ETA-11/0030 y deben considerarse válidas si no se especifica lo contrario en los documentos técnicos de los paneles CLT.

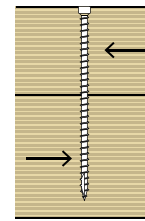
⁽¹⁾ Espesor mínimo CLT $t_{min} = 10 \cdot d$

⁽²⁾ Espesor mínimo CLT $t_{min} = 10 \cdot d$ y profundidad de penetración mínima del tornillo $t_{pen} = 10 \cdot d$

DISTANCIA MÍNIMA PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE | LVL



Ángulo entre fuerza y fibras $\alpha = 0^\circ$

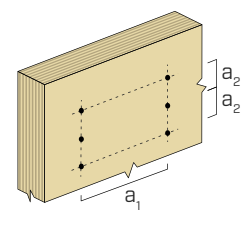
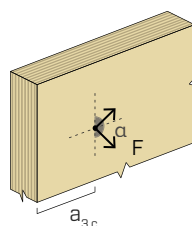
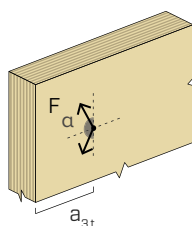
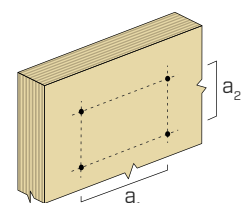
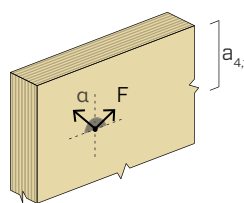
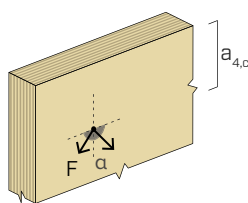


Ángulo entre fuerza y fibras $\alpha = 90^\circ$

		TORNILLOS INSERTADOS CON PRE-AGUJERO					TORNILLOS INSERTADOS CON PRE-AGUJERO					
		5,3	5,6	7	9	11	5,3	5,6	7	9	11	
a_1	[mm]	5·d	27	28	35	45	4·d	21	22	28	36	44
a_2	[mm]	3·d	16	17	21	27	4·d	21	22	28	36	44
$a_{3,t}$	[mm]	12·d	64	67	84	108	7·d	37	39	49	63	77
$a_{3,c}$	[mm]	7·d	37	39	49	63	7·d	37	39	49	63	77
$a_{4,t}$	[mm]	3·d	16	17	21	27	7·d	37	39	49	63	77
$a_{4,c}$	[mm]	3·d	16	17	21	27	3·d	16	17	21	27	33

		TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO					TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO					
		5,3	5,6	7	9	11	5,3	5,6	7	9	11	
a_1	[mm]	15·d	80	84	105	135	7·d	37	39	49	63	77
a_2	[mm]	7·d	37	39	49	63	7·d	37	39	49	63	77
$a_{3,t}$	[mm]	20·d	106	112	140	180	15·d	80	84	105	135	165
$a_{3,c}$	[mm]	15·d	80	84	105	135	15·d	80	84	105	135	165
$a_{4,t}$	[mm]	7·d	37	39	49	63	12·d	64	67	84	108	132
$a_{4,c}$	[mm]	7·d	37	39	49	63	7·d	37	39	49	63	77

d = diámetro nominal tornillo

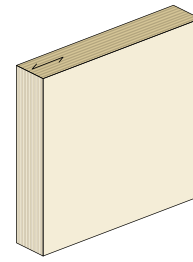
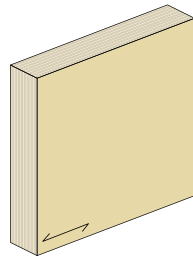


NOTAS:

- ⁽¹⁾ Las distancias mínimas están en línea con la norma EN 1995:2014 considerando una masa volúmica de los elementos de madera iguales a $\rho_k < 500 \text{ kg/m}^3$.
- En el caso de unión acero-madera las separaciones mínimas (a_1 , a_2) pueden ser multiplicadas por un coeficiente 0,7.

- En el caso de unión panel-madera, las separaciones mínimas (a_1 , a_2) pueden ser multiplicadas por un coeficiente 0,85.

DISTANCIA MÍNIMA PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE | LVL

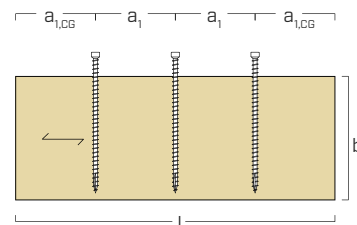
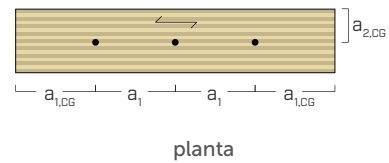
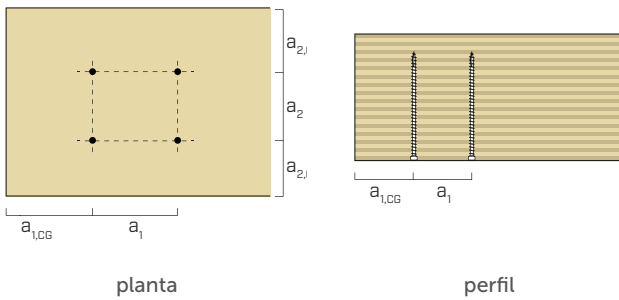


	TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO		TORNILLOS INSERTADOS SIN PRE-AGUJERO			
	wide face		edge face ⁽¹⁾			
	7	9	7	9		
a_1 [mm]	5·d	35	45	10·d	70	70
a_2 [mm]	5·d	35	45	5·d	35	35
$a_{1,CG}$ [mm]	8·d	56	72	12·d	84	108
$a_{2,CG}$ [mm]	3·d	21	27	3·d	21	27

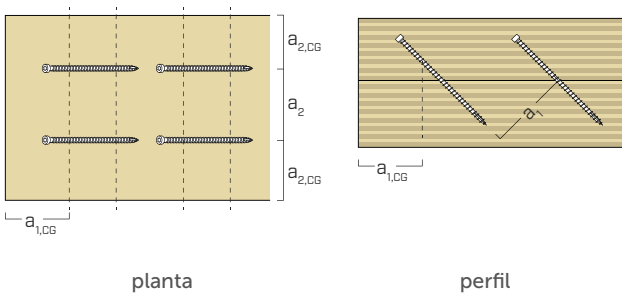
d = diámetro nominal tornillo

TORNILLOS INSERTADOS CON UN ÁNGULO α DE 90° CON RESPECTO A LA FIBRA (wide face)

TORNILLOS INSERTADOS CON UN ÁNGULO $\alpha = 90^\circ$ CON RESPECTO A LA FIBRA (edge face)



TORNILLOS INSERTADOS CON UN ÁNGULO α CON RESPECTO A LA FIBRA (wide face)



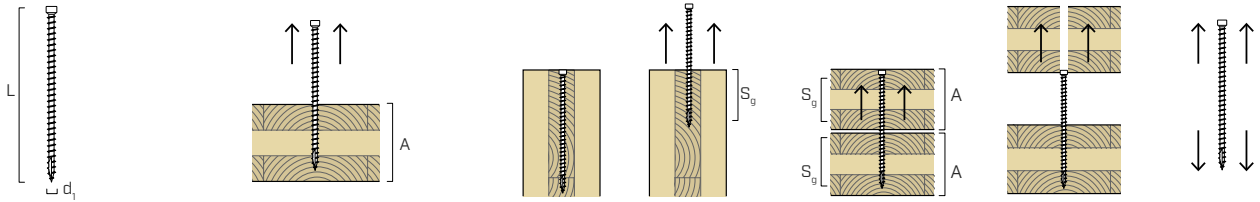
NOTAS:

- ⁽¹⁾ Distancias mínimas de pruebas experimentales se han llevado a cabo en Eurofins Expert Services Oy, Espoo, Finland (Report EUF129-19000819-T1/T2).
- Las distancias mínimas están en línea con la norma EN 1995:2014 conforme con ETA-11/0030.

- Las distancias mínimas en las conexiones wide face son válidas con la utilización de LVL con chapas de madera paralelas.

TRACCIÓN⁽¹⁾

geometría	extracción de la rosca total lateral face	extracción de la rosca total narrow face	extracción de la rosca parcial lateral face	tracción acero
-----------	---	--	---	----------------



d ₁ [mm]	L [mm]	b [mm]	A _{min} [mm]	madera		madera		S _g [mm]	A _{min} [mm]	madera		acero
				R _{ax,k} [kN]	S _g [mm]	R _{ax,k} [kN]	S _g [mm]			R _{ax,k} [kN]	R _{tens,k} [kN]	
7	80	70	90	5,73	70	4,34	25	45,00	2,05	15,40		
	100	90	110	7,37	90	5,44	35	55,00	2,87			
	120	110	130	9,01	110	6,52	45	65,00	3,69			
	140	130	150	10,65	130	7,58	55	75,00	4,50			
	160	150	170	12,29	150	8,62	65	85,00	5,32			
	180	170	190	13,92	170	9,65	75	95,00	6,14			
	200	190	210	15,56	190	10,67	85	105,00	6,96			
	220	210	230	17,20	210	11,67	95	115,00	7,78			
	240	230	250	18,84	230	12,67	105	125,00	8,60			
	260	250	270	20,48	250	13,65	115	135,00	9,42			
	280	270	290	22,11	270	14,63	125	145,00	10,24			
	300	290	310	23,75	290	15,61	135	155,00	11,06			
340	330	350	27,03	330	17,53	155	175,00	12,69				
380	370	390	30,30	370	19,43	175	195,00	14,33				
9	160	150	170	15,80	150	10,54	65	85,00	6,84	25,40		
	180	170	190	17,90	170	11,80	75	95,00	7,90			
	200	190	210	20,01	190	13,04	85	105,00	8,95			
	220	210	230	22,11	210	14,27	95	115,00	10,00			
	240	230	250	24,22	230	15,49	105	125,00	11,06			
	260	250	270	26,33	250	16,69	115	135,00	12,11			
	280	270	290	28,43	270	17,89	125	145,00	13,16			
	300	290	310	30,54	290	19,08	135	155,00	14,22			
	320	310	330	32,64	310	20,26	145	165,00	15,27			
	340	330	350	34,75	330	21,43	155	175,00	16,32			
	360	350	370	36,86	350	22,60	165	185,00	17,37			
	380	370	390	38,96	370	23,76	175	195,00	18,43			
	400	390	410	41,07	390	24,91	185	205,00	19,48			
	440	430	450	45,28	430	27,20	205	225,00	21,59			
480	470	490	49,49	470	29,47	225	245,00	23,69				
520	510	530	53,70	510	31,71	245	265,00	25,80				
11	250	240	260	30,89	240	18,89	110	130,00	14,16	38,00		
	300	290	310	37,32	290	22,40	135	155,00	17,37			
	350	340	360	43,76	340	25,85	160	180,00	20,59			
	400	390	410	50,19	390	29,25	185	205,00	23,81			
	450	440	460	56,63	440	32,60	210	230,00	27,03			
	500	490	510	63,06	490	35,92	235	255,00	30,24			
	550	540	560	69,50	540	39,20	260	280,00	33,46			
	600	590	610	75,93	590	42,45	285	305,00	36,68			

NOTAS:

⁽¹⁾ La resistencia de proyecto del conector es la mínima entre la resistencia de proyecto de la madera (R_{ax,d}) y la resistencia de proyecto del acero (R_{tens,d}).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} \\ \frac{R_{tens,k}}{\gamma_{m2}} \end{array} \right.$$

⁽²⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando un ángulo de 90° entre las fibras y el conector y con una longitud de rosca eficaz igual a b o S_g. Para valores intermedios de S_g se puede interpolar linealmente.

⁽³⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca es válida para espesores mínimos del elemento de t_{min} = 10 · d₁ y profundidad de penetración mínima del tornillo t_{pen} = 10 · d.

⁽⁴⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando siempre un ángulo de 45° entre las fibras y el conector y con una longitud de rosca eficaz igual a S_g ya que no se puede definir con antelación espesor y orientación de cada capa. Se pueden obtener valores de resistencia mayores considerando la orientación de las fibras de cada capa del panel.

⁽⁵⁾ Véase notas en la pág. 146.

CORTE			DESPLAZAMIENTO ⁽⁴⁾								
CLT - CLT			CLT - CLT			CLT - CLT ⁽⁵⁾					
S_g [mm]	A_{min} [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	S_g [mm]	A_{min} [mm]	B_{min} [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	S_{g1} [mm]	S_{g2} [mm]	$R_{1V,k}$ ⁽¹⁾ [kN] extracción ⁽⁴⁾	$R_{2V,k}$ ⁽¹⁾ [kN] inestabilidad	
25	40	2,02	25	30	50,0	1,3	25	25	2,6	13,3	
35	50	2,49	35	40	55,0	1,8	35	35	3,7	13,3	
45	60	2,97	45	45	60,0	2,4	45	45	4,7	13,3	
55	70	3,18	55	55	70,0	2,9	55	55	5,8	13,3	
65	80	3,38	65	60	75	3,42	65	65	6,8	13,3	
75	90	3,59	75	65	85	3,95	75	75	7,9	13,3	
85	100	3,79	85	75	90	4,48	85	85	9,0	13,3	
95	110	3,99	95	80	100	5,00	95	95	10,0	13,3	
105	120	4,10	105	90	105	5,53	105	105	11,1	13,3	
115	130	4,10	115	95	110	6,05	115	115	12,1	13,3	
125	140	4,10	125	100	120	6,58	125	125	13,2	13,3	
135	150	4,10	135	110	125	7,11	135	135	14,2	13,3	
155	170	4,10	155	125	140	8,16	155	155	16,3	13,3	
175	190	4,10	175	140	155	9,21	175	175	18,4	13,3	
65	80	4,81	65	60	75,0	4,4	65	65	8,8	22,4	
75	90	5,08	75	70	85,0	5,1	75	75	10,2	22,4	
85	100	5,34	85	75	90	5,75	85	85	11,5	22,4	
95	110	5,60	95	80	100	6,43	95	95	12,9	22,4	
105	120	5,87	105	90	105	7,11	105	105	14,2	22,4	
115	130	6,13	115	95	110	7,78	115	115	15,6	22,4	
125	140	6,21	125	105	120	8,46	125	125	16,9	22,4	
135	150	6,21	135	110	125	9,14	135	135	18,3	22,4	
145	160	6,21	145	115	135	9,81	145	145	19,6	22,4	
155	170	6,21	155	125	140	10,49	155	155	21,0	22,4	
165	180	6,21	165	130	145	11,17	165	165	22,3	22,4	
175	190	6,21	175	140	155	11,85	175	175	23,7	22,4	
185	200	6,21	185	145	160	12,52	185	185	25,0	22,4	
205	220	6,21	205	160	175	13,88	205	205	27,8	22,4	
225	240	6,21	225	175	190	15,23	225	225	30,5	22,4	
245	260	6,21	245	190	205	16,58	245	245	33,2	22,4	
110	125	7,86	110	95	110	9,10	110	110	18,2	28,5	
135	150	8,64	135	115	125	11,17	135	135	22,3	28,5	
160	175	8,64	160	130	145	13,24	160	160	26,5	28,5	
185	200	8,64	185	150	160	15,31	185	185	30,6	28,5	
210	225	8,64	210	165	180	17,37	210	210	34,7	28,5	
235	250	8,64	235	185	195	19,44	235	235	38,9	28,5	
260	275	8,64	260	200	215	21,51	260	260	43,0	28,5	
285	300	8,64	285	220	230	23,58	285	285	47,2	28,5	

PRINCIPIOS GENERALES:

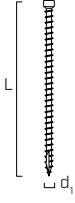
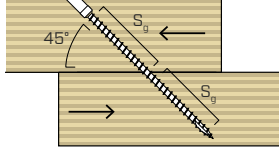
- Los valores característicos respetan la normativa EN 1995:2014 y las especificaciones nacionales ÖNORM EN 1995 - Annex K conforme con ETA-11/0030.
- Los valores de proyecto se obtienen a partir de los valores característicos de la siguiente manera:

$$R_{d} = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_m}$$

Los coeficientes γ_m e k_{mod} se deben tomar de acuerdo con la normativa vigente utilizada para el cálculo.

- Para los valores de resistencia mecánica y para la geometría de los tornillos se han tomado como referencia las indicaciones de ETA-11/0030.

- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de madera equivalente a $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$.
- El dimensionamiento y la comprobación de los elementos de madera deben efectuarse por separado.
- Las resistencias características al corte se evalúan para tornillos introducidos sin pre-agujero; en caso de introducir tornillos con pre-agujero se pueden obtener valores de resistencia superiores.
- Los valores de la extracción, de corte y de desplazamiento han sido evaluados mediante la colocación del baricentro del conector en correspondencia del plano de corte.
- Los valores de la extracción, de corte y de desplazamiento han sido evaluados mediante la colocación del baricentro del conector en correspondencia del plano de corte.

geometría		DESPLAZAMIENTO ⁽⁵⁾					
		LVL - LVL flat					
							
d ₁ [mm]	L [mm]	S _g [mm]	A _{min} [mm]	B _{min} [mm]	LVL R _{V,k} [kN]	acero R _{tens,k 45°} ⁽⁶⁾ [kN]	
7	80	25	30	50	1,62	10,89	
	100	35	40	55	2,27		
	120	45	45	60	2,92		
	140	55	55	70	3,56		
	160	65	60	75	4,21		
	180	75	65	85	4,86		
	200	85	75	90	5,51		
	220	95	80	100	6,16		
	240	105	90	105	6,80		
	260	115	95	110	7,45		
	280	125	100	120	8,10		
	300	135	110	125	8,75		
	340	155	125	140	10,04		
380	175	140	155	11,34			
9	160	65	60	75	5,11	17,96	
	180	75	70	85	5,90		
	200	85	75	90	6,69		
	220	95	80	100	7,47		
	240	105	90	105	8,26		
	260	115	95	110	9,05		
	280	125	105	120	9,84		
	300	135	110	125	10,62		
	320	145	115	135	11,41		
	340	155	125	140	12,20		
	360	165	130	145	12,98		
	380	175	140	155	13,77		
	400	185	145	160	14,56		
440	205	160	175	16,13			
480	225	175	190	17,70			
520	245	190	205	19,28			

NOTAS:

⁽¹⁾ La resistencia de proyecto del conector es la más pequeña entre la resistencia de proyecto de la madera (R_{ax,d}) y la resistencia de proyecto del acero (R_{tens,d}).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{Y_m} \\ \frac{R_{tens,k}}{Y_{m2}} \end{array} \right.$$

⁽²⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca R_{ax,90,flat,k} se ha evaluado considerando un ángulo de 90° entre las fibras y el conector y para una longitud de penetración de b en aplicación con LVL tanto con chapas de madera paralelas como con chapas de madera cruzadas.

⁽³⁾ La resistencia axial a la extracción de la rosca R_{ax,90,edge,k} se ha evaluado considerando un ángulo de 90° entre las fibras y el conector y para una longitud de penetración de b en aplicación con LVL con chapas de madera paralelas.

⁽⁴⁾ La longitud de penetración mínima por el lado de la punta S_{g,MIN} = 100 mm para conectores VGZ Ø7 y S_{g,MIN} = 120 mm para conectores VGZ Ø9.

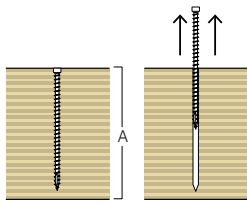
⁽⁵⁾ La resistencia de proyecto al desplazamiento del conector es la más pequeña entre la resistencia de proyecto del lado madera (RV,d) y la resistencia de proyecto lado acero (R_{tens,d 45°}).

$$R_{V,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{V,k} \cdot k_{mod}}{Y_m} \\ \frac{R_{tens,k 45°}}{Y_{m2}} \end{array} \right.$$

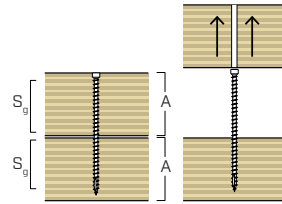
⁽⁶⁾ La resistencia a la tracción del conector se ha evaluado considerando un ángulo de 45° entre la fibra y el conector.

TRACCIÓN ⁽¹⁾

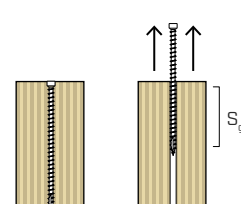
extracción total de la rosca⁽²⁾
flat



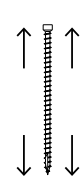
extracción parcial de la rosca⁽²⁾
flat



extracción de la rosca⁽³⁾
edge



tracción
acero



b [mm]	A _{min} [mm]	LVL R _{ax,k} [kN]	S _g [mm]	A _{min} [mm]	LVL R _{ax,k} [kN]	S _g ⁽⁴⁾ [mm]	t _{min} [mm]	LVL R _{ax,k} [kN]	acero R _{tens,k} [kN]
70	90	7,06	25	45	2,52	-	-	-	15,40
90	110	9,07	35	55	3,53	-	-	-	
110	130	11,09	45	65	4,54	110	45	9,86	
130	150	13,10	55	75	5,54	130	45	11,65	
150	170	15,12	65	85	6,55	150	45	13,44	
170	190	17,14	75	95	7,56	170	45	15,23	
190	210	19,15	85	105	8,57	190	45	17,02	
210	230	21,17	95	115	9,58	210	45	18,82	
230	250	23,18	105	125	10,58	230	45	20,61	
250	270	25,20	115	135	11,59	250	45	22,40	
270	290	27,22	125	145	12,60	270	45	24,19	
290	310	29,23	135	155	13,61	290	45	25,98	
330	350	33,26	155	175	15,62	330	45	29,57	
370	390	37,30	175	195	17,64	370	45	33,15	
150	170	18,36	65	85	7,96	150	57	19,58	
170	190	20,81	75	95	9,18	170	57	22,19	
190	210	23,26	85	105	10,40	190	57	24,80	
210	230	25,70	95	115	11,63	210	57	27,41	
230	250	28,15	105	125	12,85	230	57	30,02	
250	270	30,60	115	135	14,08	250	57	32,63	
270	290	33,05	125	145	15,30	270	57	35,24	
290	310	35,50	135	155	16,52	290	57	37,85	
310	330	37,94	145	165	17,75	310	57	40,46	
330	350	40,39	155	175	18,97	330	57	43,07	
350	370	42,84	165	185	20,20	350	57	45,68	
370	390	45,29	175	195	21,42	370	57	48,29	
390	410	47,74	185	205	22,64	390	57	50,90	
430	450	52,63	205	225	25,09	430	57	56,12	
470	490	57,53	225	245	27,54	470	57	61,34	
510	530	62,42	245	265	29,99	510	57	66,56	

PRINCIPIOS GENERALES:

- Los valores característicos respetan la normativa EN 1995:2014 conforme con ETA-11/0030.
- Los parámetros mecánicos de resistencia a extracción en LVL se han obtenidos de pruebas experimentales efectuadas en Eurofins Expert Services Oy, Espoo, Finland (Report EUFI29-19000819-T1/T2).
- Los valores de proyecto se obtienen a partir de los valores característicos de la siguiente manera:

$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_m}$$

Los coeficientes γ_m e k_{mod} se deben tomar de acuerdo con la normativa vigente utilizada para el cálculo.

- Para los valores de resistencia mecánica y para la geometría de los tornillos se han tomado como referencia las indicaciones de ETA-11/0030.

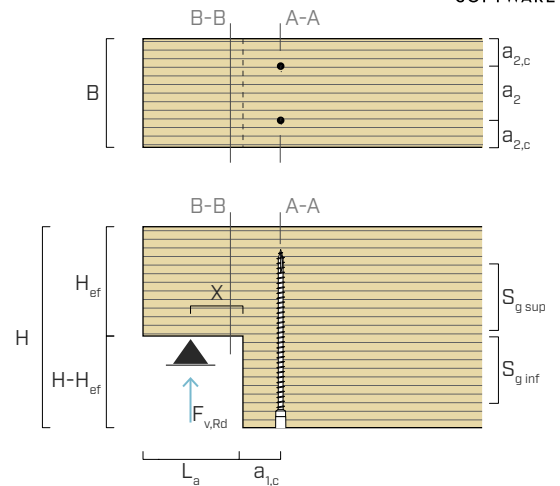
- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de madera equivalente a $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$.
- El dimensionamiento y la comprobación de los elementos de madera deben efectuarse por separado.
- Los valores de la extracción y de desplazamiento han sido evaluados mediante la colocación del baricentro del conector en correspondencia del plano de corte.

EJEMPLOS DE CÁLCULO: REFUERZO VIGA ENTALLADA A TRACCIÓN ORTOGONAL A LAS FIBRAS



DATOS DE PROYECTO

B = 200 mm	Madera GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)
H = 400 mm	$F_{v,Rd} = 29,5 \text{ kN}$
$H_{ef} = 200 \text{ mm}$	Clase de servicio = 1
$H_i = H - H_{ef} = 200$	Duración de la carga = media
$i_a = 0$ (inclinación muescado)	$L_a = 150 \text{ mm}$



VERIFICACIÓN TENSIÓN AL CORTE - VIGA SIN REFUERZO - Sección A-A [EN 1995:2014] : $\tau_d \leq k_v \cdot f_{v,d}$

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot F_{v,Rd}}{B \cdot H_{ef}} \quad x = \frac{L_a}{2} \quad \alpha = \frac{H_{ef}}{H}$$

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{k_n \left(1 + \frac{1,1 i_a^{1,5}}{\sqrt{H}} \right)}{\sqrt{h} \left(\sqrt{\alpha \cdot (1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{H} \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \tau_d &= 1,65 \text{ N/mm}^2 \\ x &= 75 \text{ mm} \\ \alpha &= 0,5 \\ k_n &= 6,50 \text{ (GL24h)} \\ k_v &= 0,47 \\ f_{v,k} &= 3,50 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

EN 1995:2014

$$\begin{aligned} k_{mod} &= 0,9 \\ \gamma_m &= 1,25 \\ f_{v,d} &= 2,52 \text{ N/mm}^2 \\ k_v \cdot f_{v,d} &= 1,18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau_d \leq k_v \cdot f_{v,d} \quad 1,65 > 1,18 \text{ N/mm}^2$$

verificación no conforme
NECESIDAD DE REFUERZO

Italia - NTC 2018

$$\begin{aligned} k_{mod} &= 0,9 \\ \gamma_m &= 1,45 \\ f_{v,d} &= 2,17 \text{ N/mm}^2 \\ k_v \cdot f_{v,d} &= 1,02 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau_d \leq k_v \cdot f_{v,d} \quad 1,65 > 1,02 \text{ N/mm}^2$$

verificación no conforme
NECESIDAD DE REFUERZO

VERIFICACIÓN TENSIÓN AL CORTE - Sección B-B [EN 1995:2014] : $\tau_d \leq f_{v,d}$

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot F_{v,Rd}}{B \cdot H_{ef}}$$

$$\tau_d = 1,65 \text{ N/mm}^2$$

EN 1995:2014

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad 1,65 < 2,52 \text{ N/mm}^2$$

verificación conforme

Italia - NTC 2018

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad 1,65 < 2,17 \text{ N/mm}^2$$

verificación conforme

REFUERZO Sección A-A - CÁLCULO SOLICITACIÓN DE TRACCIÓN ORTOGONAL A LAS FIBRAS [DIN 1052:2008]

$$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot F_{v,Rd} \cdot [3 \cdot (1-\alpha)^2 - 2 \cdot (1-\alpha)^3]$$

$$F_{t,90,d} = 19,18 \text{ kN}$$

ELECCIÓN DEL CONECTOR DE REFUERZO

$$\begin{aligned} \text{VGZ } 9 \times 360 \text{ mm} \\ S_{g \text{ sup}} &= 165 \text{ mm} \\ S_{g \text{ inf}} &= 165 \text{ mm} \end{aligned}$$

Para optimizar la resistencia, el conector debe colocarse con el baricentro en correspondencia con la posible línea de agrietamiento.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONECTOR [EN 1995:2014 y ETA-11/0030]

$$R_{ax,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,\alpha,Rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} \\ \frac{R_{tens,k}}{\gamma_{m2}} \end{array} \right.$$

$$R_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} \cdot 11,7 \cdot d_1 \cdot S_g}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

$$R_{ax,90^\circ,Rk} = 18,75 \text{ kN}$$

$$R_{tens,k} = 25,40 \text{ kN}$$

Las resistencias a la tracción de los conectores aquí calculadas se muestran en la tabla de la pág. 140

Las distancias mínimas para la colocación de los conectores se muestran en la tabla de la pág. 139

EN 1995:2014

$$k_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_m = 1,3$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$R_{ax,90^\circ,Rd} = 12,98 \text{ kN}$$

$$R_{tens,d} = 20,32 \text{ kN}$$

$$R_{ax,Rd} = 12,98 \text{ kN}$$

Italia - NTC 2018

$$k_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_m = 1,5$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$R_{ax,90^\circ,Rd} = 11,25 \text{ kN}$$

$$R_{ki,d} = 20,32 \text{ kN}$$

$$R_{ax,Rd} = 11,25 \text{ kN}$$

NUMERO MÍNIMO DE CONECTORES

$$F_{t,90,d} / R_{ax,Rd} = 1,48$$

Se hipotizan 2 conectores $n_{ef,ax} 2^{0,9} = 1,87$

$$F_{t,90,d} / R_{ax,Rd} = 1,70$$

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ORTOGONAL DE LA UNIÓN

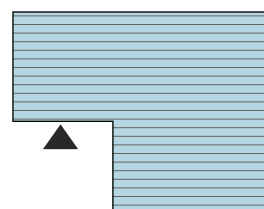
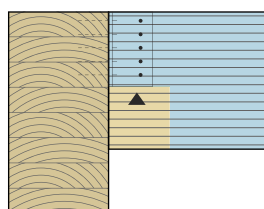
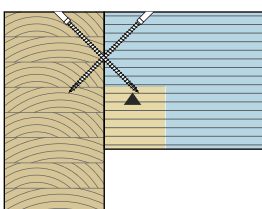
$$R_{ax,Rd} = 1,87 \cdot 12,98 = 24,27 \text{ kN} > 19,18 \text{ kN OK}$$

$$R_{ax,Rd} = 1,87 \cdot 11,25 = 21,04 \text{ kN} > 19,18 \text{ kN OK}$$

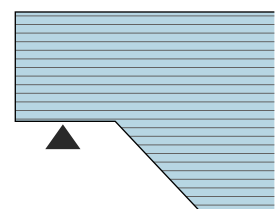


Para configuraciones de cálculo diferentes tenemos disponible el software MyProject (www.rothoblaas.es | www.rothoblaas.lat).

EJEMPLOS DE UNIÓN QUE REQUIEREN PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ORTOGONAL Y POSIBLE REFUERZO



$$i_a = 0$$



$$i_a > 0$$