

## PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER

### RESISTÊNCIAS SUPERIORES

Excelente resistência à rutura e rutura de tensão ( $f_{y,k} = 1000 \text{ N/mm}^2$ ) do aço. Resistência à torção  $f_{tor,k}$  muito elevada para um aperto mais seguro.

### APLICAÇÕES ESTRUTURAIS

Homologada para aplicações estruturais solicitadas em qualquer direção em relação à fibra ( $\alpha = 0^\circ - 90^\circ$ ). Rosca assimétrica em forma de „guarda-chuva” para uma maior capacidade de penetração na madeira.

### DUCTILIDADE

Ângulo de dobra mais amplo de  $20^\circ$  em relação à norma, certificado de acordo com ETA 11/0030. Ensaios cíclicos SEISMIC-REV de acordo com EN 12512. Performance sísmica testada de acordo com EN 14592.

### CHROMIUM VI FREE

Ausência total de crómio hexovalente. Conformidade com as mais rigorosas normas de regulamentação das substâncias químicas (SVHC). Informações REACH disponíveis.



## PROPRIEDADES

FOCUS	gama extremamente completa
CABEÇA	de embeber com nervuras sub-cabeça
DIÂMETRO	de 3,5 a 12,0 mm
COMPRIMENTO	de 30 a 600 mm



## MATERIAL

Aço carbônico com zincagem galvânica.

## CAMPOS DE APLICAÇÃO

- painéis à base de madeira
  - madeira maciça
  - madeira lamelar
  - CLT, LVL
  - madeiras de alta densidade
- Classes de serviço 1 e 2.



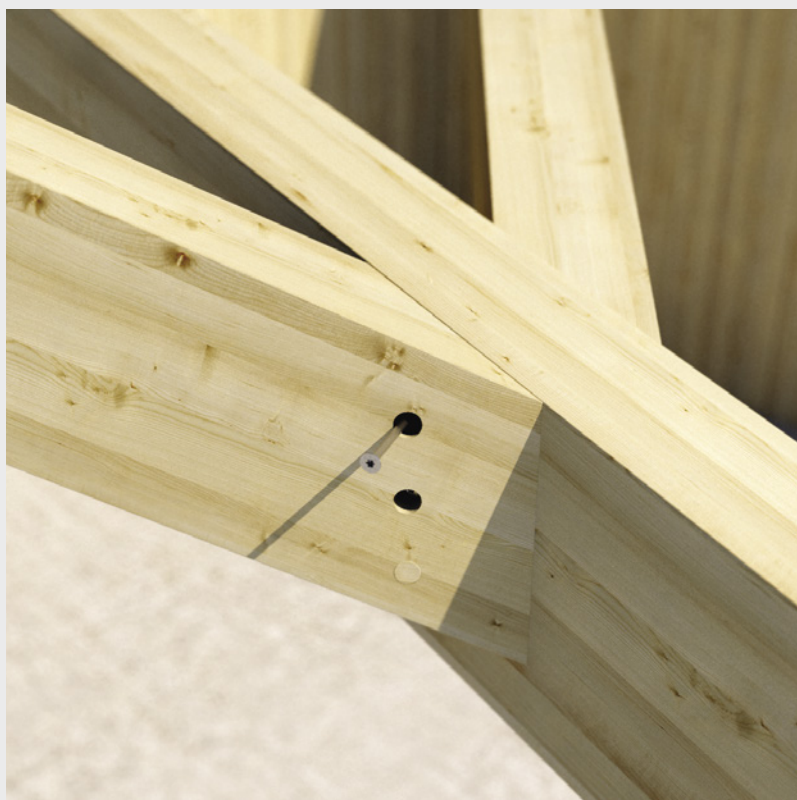
## CLT

Valores testados, certificados e calculados também para CLT. Tabelas de cálculo e software de dimensionamento (Myproject) para CLT disponíveis em catálogo e on-line.

## LVL

Valores testados, certificados e calculados também para CLT e madeiras de alta densidade como o microlamelar LVL.



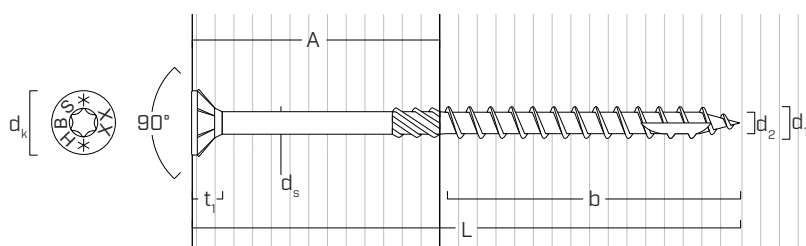


^  
Ligação barrote-laró de suporte com parafusos HOST diâmetro 8 mm.



Fixação paredes em CLT >  
com parafusos HBS diâmetro 6 mm.

## ■ GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS



Diâmetro nominal	$d_1$	[mm]	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12
Diâmetro da cabeça	$d_k$	[mm]	7,00	8,00	9,00	10,00	12,00	14,50	18,25	20,75
Diâmetro do núcleo	$d_2$	[mm]	2,25	2,55	2,80	3,40	3,95	5,40	6,40	6,80
Diâmetro da haste	$d_s$	[mm]	2,45	2,75	3,15	3,65	4,30	5,80	7,00	8,00
Espessura da cabeça	$t_1$	[mm]	2,20	2,80	2,80	3,10	4,50	4,50	5,80	7,20
Diâmetro do pré-furo	$d_v$	[mm]	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Momento plástico característico	$M_{y,k}$	[Nmm]	2143	3033	4119	5417	9494	20057	35830	47966
Parâmetro característico de resistência à extracção	$f_{ax,k}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
Parâmetro característico de penetração da cabeça	$f_{head,k}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Resistência característica à tração	$f_{tens,k}$	[kN]	3,8	5,0	6,4	7,9	11,3	20,1	31,4	33,9

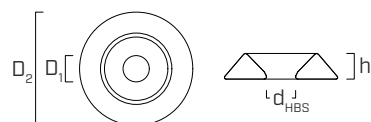
## CÓDIGOS E DIMENSÕES

$d_1$ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	A [mm]	pçs
3,5 TX 15	HBS3540	40	18	22	500
	HBS3545	45	24	21	400
	HBS3550	50	24	26	400
4 TX 20	HBS430	30	18	12	500
	HBS435	35	18	17	500
	HBS440	40	24	16	500
	HBS445	45	30	15	400
	HBS450	50	30	20	400
	HBS460	60	35	25	200
	HBS470	70	40	30	200
	HBS480	80	40	40	200
4,5 TX 20	HBS4540	40	24	16	400
	HBS4545	45	30	15	400
	HBS4550	50	30	20	200
	HBS4560	60	35	25	200
	HBS4570	70	40	30	200
	HBS4580	80	40	40	200
	5 TX 25	HBS540	40	24	16
HBS545		45	24	21	200
HBS550		50	24	26	200
HBS560		60	30	30	200
HBS570		70	35	35	100
HBS580		80	40	40	100
HBS590		90	45	45	100
HBS5100		100	50	50	100
6 TX 30	HBS5120	120	60	60	100
	HBS640	40	35	8	100
	HBS650	50	35	15	100
	HBS660	60	30	30	100
	HBS670	70	40	30	100
	HBS680	80	40	40	100
	HBS690	90	50	40	100
	HBS6100	100	50	50	100
	HBS6110	110	60	50	100
	HBS6120	120	60	60	100
6 TX 30	HBS6130	130	60	70	100
	HBS6140	140	75	65	100
	HBS6150	150	75	75	100
	HBS6160	160	75	85	100
	HBS6180	180	75	105	100
	HBS6200	200	75	125	100
	HBS6220	220	75	145	100
	HBS6240	240	75	165	100
	HBS6260	260	75	185	100
	HBS6280	280	75	205	100
	HBS6300	300	75	225	100

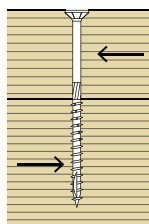
$d_1$ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	A [mm]	pçs
8 TX 40	HBS880	80	52	28	100
	HBS8100	100	52	48	100
	HBS8120	120	60	60	100
	HBS8140	140	60	80	100
	HBS8160	160	80	80	100
	HBS8180	180	80	100	100
	HBS8200	200	80	120	100
	HBS8220	220	80	140	100
	HBS8240	240	80	160	100
	HBS8260	260	80	180	100
	HBS8280	280	80	200	100
	HBS8300	300	100	200	100
	HBS8320	320	100	220	100
	HBS8340	340	100	240	100
	HBS8360	360	100	260	100
	HBS8380	380	100	280	100
	HBS8400	400	100	300	100
	10 TX 40	HBS8440	440	100	340
HBS8480		480	100	380	100
HBS8520		520	100	420	100
HBS1080		80	52	28	50
HBS10100		100	52	48	50
HBS10120		120	60	60	50
HBS10140		140	60	80	50
HBS10160		160	80	80	50
HBS10180		180	80	100	50
HBS10200		200	80	120	50
HBS10220		220	80	140	50
HBS10240		240	80	160	50
12 TX 50	HBS10260	260	80	180	50
	HBS10280	280	80	200	50
	HBS10300	300	100	200	50
	HBS10320	320	100	220	50
	HBS10340	340	100	240	50
	HBS10360	360	100	260	50
	HBS10380	380	100	280	50
	HBS10400	400	100	300	50
	HBS12120	120	80	40	25
	HBS12160	160	80	80	25
	HBS12200	200	80	120	25
	HBS12240	240	80	160	25
HBS12280	280	80	200	25	
HBS12320	320	120	200	25	
HBS12360	360	120	240	25	
HBS12400	400	120	280	25	
HBS12440	440	120	320	25	
HBS12480	480	120	360	25	
HBS12520	520	120	400	25	
HBS12560	560	120	440	25	
HBS12600	600	120	480	25	

### ANILHA TORNEADA HUS

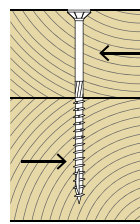
$d_{HBS}$ [mm]	CÓDIGO	$D_1$ [mm]	$D_2$ [mm]	h [mm]	pçs
6	HUS6	7,5	20,0	4,0	100
8	HUS8	8,5	25,0	5,0	50
10	HUS10	11	32,0	6,0	50
12	HUS12	14,0	37,0	7,5	25



## DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE



Ângulo entre força e fibras  $\alpha = 0^\circ$



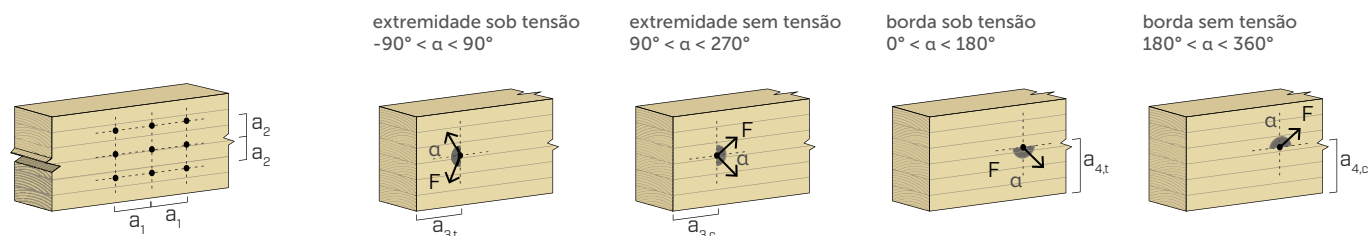
Ângulo entre força e fibras  $\alpha = 90^\circ$

	PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO										PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO									
	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12				
$a_1$ [mm]	5d	18	20	23	5d	25	30	40	50	60	4d	14	16	18	4d	20	24	32	40	48
$a_2$ [mm]	3d	11	12	14	3d	15	18	24	30	36	4d	14	16	18	4d	20	24	32	40	48
$a_{3,t}$ [mm]	12d	42	48	54	12d	60	72	96	120	144	7d	25	28	32	7d	35	42	56	70	84
$a_{3,c}$ [mm]	7d	25	28	32	7d	35	42	56	70	84	7d	25	28	32	7d	35	42	56	70	84
$a_{4,t}$ [mm]	3d	11	12	14	3d	15	18	24	30	36	5d	18	20	23	7d	35	42	56	70	84
$a_{4,c}$ [mm]	3d	11	12	14	3d	15	18	24	30	36	3d	11	12	14	3d	15	18	24	30	36

	PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO										PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO									
	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12				
$a_1$ [mm]	10	35	40	45	12d	60	72	96	120	144	5d	18	20	23	5d	25	30	40	50	60
$a_2$ [mm]	5	18	20	23	5d	25	30	40	50	60	5d	18	20	23	5d	25	30	40	50	60
$a_{3,t}$ [mm]	15	53	60	68	15d	75	90	120	150	180	10d	35	40	45	10d	50	60	80	100	120
$a_{3,c}$ [mm]	10	35	40	45	10d	50	60	80	100	120	10d	35	40	45	10d	50	60	80	100	120
$a_{4,t}$ [mm]	5	18	20	23	5d	25	30	40	50	60	7d	25	28	32	10d	50	60	80	100	120
$a_{4,c}$ [mm]	5	18	20	23	5d	25	30	40	50	60	5d	18	20	23	5d	25	30	40	50	60

d = diâmetro nominal do parafuso



### NOTAS:

- As distâncias mínimas são de acordo com a regulamentação EN 1995:2014 de acordo com ETA-11/0030 considerando uma massa volúmica dos elementos de madeira  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$  e um diâmetro de cálculo igual a  $d = \text{diâmetro nominal parafuso}$ .
- Em caso de ligação aço-madeira, os espaçamentos mínimos ( $a_1$ ,  $a_2$ ) podem ser multiplicados por um coeficiente 0,7.
- Em caso de ligação painel-madeira, os espaçamentos mínimos ( $a_1$ ,  $a_2$ ) podem ser multiplicados por um coeficiente 0,85.
- No caso de ligações com elementos de abeto de Douglas (Pseudotsuga menziesii) o espaçamento e distâncias mínimas paralelas à fibra devem ser multiplicadas por um coeficiente 1,5.

geometria				CORTE				TRAÇÃO		
				madeira-madeira	painel-madeira <sup>(1)</sup>	aço-madeira chapa fina <sup>(2)</sup>	aço-madeira chapa espessa <sup>(3)</sup>	extração da rosca <sup>(4)</sup>	penetração da cabeça <sup>(5)</sup>	
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>ax,k</sub> [kN]	R <sub>head,k</sub> [kN]	
3,5	40	18	22	0,73	S <sub>PAN</sub> = 12 mm	0,72	S <sub>PLATE</sub> ≤ 1,8 mm	0,85	S <sub>PLATE</sub> ≤ 3,5 mm	1,13
	45	24	21	0,79		0,72		0,92		1,19
	50	24	26	0,79		0,72		0,92		1,19
4	30	16	14	0,70	S <sub>PAN</sub> = 12 mm	0,76	S <sub>PLATE</sub> ≤ 2 mm	0,93	S <sub>PLATE</sub> ≤ 4 mm	1,26
	35	16	19	0,79		0,84		1,02		1,36
	40	24	16	0,83		0,84		1,12		1,46
	45	24	21	0,94		0,84		1,12		1,46
	50	24	26	1,00		0,84		1,12		1,46
	60	30	30	1,00		0,84		1,20		1,53
	70	35	35	1,00		0,84		1,26		1,60
80	40	40	1,00	0,84	1,32	1,66				
4,5	40	24	16	0,98	S <sub>PAN</sub> = 15 mm	1,06	S <sub>PLATE</sub> ≤ 2,3 mm	1,33	S <sub>PLATE</sub> ≤ 4,5 mm	1,75
	45	30	15	0,96		1,06		1,42		1,83
	50	30	20	1,06		1,06		1,42		1,83
	60	35	25	1,19		1,06		1,49		1,90
	70	40	30	1,22		1,06		1,56		1,97
	80	40	40	1,22		1,06		1,56		1,97
5	40	24	16	1,12	S <sub>PAN</sub> = 15 mm	1,16	S <sub>PLATE</sub> ≤ 2,5 mm	1,46	S <sub>PLATE</sub> ≤ 5 mm	2,00
	45	24	21	1,19		1,20		1,56		2,05
	50	24	26	1,29		1,20		1,56		2,05
	60	30	30	1,46		1,20		1,65		2,14
	70	35	35	1,46		1,20		1,73		2,22
	80	40	40	1,46		1,20		1,81		2,30
	90	45	45	1,46		1,20		1,89		2,38
	100	50	50	1,46		1,20		1,97		2,46
	120	50	70	1,46		1,20		1,97		2,46

NOTAS:

- <sup>(1)</sup> As resistências características de corte são avaliadas considerando um painel OSB3 ou OSB4 de acordo com EN 300 ou um painel de partículas de acordo com EN 312 de espessura S<sub>PAN</sub>.
- <sup>(2)</sup> As resistências características ao corte são avaliadas considerando-se o caso de chapa fina (S<sub>PLATE</sub> ≤ 0,5 d<sub>1</sub>).
- <sup>(3)</sup> As resistências características de corte são avaliadas considerando o caso de chapa espessa (S<sub>PLATE</sub> ≥ d<sub>1</sub>).

- <sup>(4)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um ângulo de 90° entre as fibras e o conector e para um comprimento de cravação igual a b.
- <sup>(5)</sup> A resistência axial de penetração da cabeça, com e sem anilha, foi avaliada sobre elemento de madeira.  
Em caso de ligações aço-madeira, é geralmente vinculante a resistência à tração do aço em relação à retirada ou à penetração da cabeça.

geometria				CORTE				TRAÇÃO			
				madeira-madeira	madeira-madeira com anilha	aço-madeira chapa fina <sup>(1)</sup>	aço-madeira chapa espessa <sup>(2)</sup>	extração da rosca <sup>(3)</sup>	penetração da cabeça <sup>(4)</sup>	penetração da cabeça com anilha <sup>(4)</sup>	
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>ax,k</sub> [kN]	R <sub>head,k</sub> [kN]	R <sub>head,k</sub> [kN]	
6	40	35	8	0,89	0,89	1,64	2,60	2,65	1,63	4,53	
	50	35	15	1,53	1,66	2,08	2,98	2,65	1,63	4,53	
	60	30	30	1,78	1,94	2,24	2,93	2,27	1,63	4,53	
	70	40	30	1,88	2,23	2,42	3,12	3,03	1,63	4,53	
	80	40	40	2,07	2,42	2,42	3,12	3,03	1,63	4,53	
	90	50	40	2,07	2,61	2,61	3,30	3,79	1,63	4,53	
	100	50	50	2,07	2,61	2,61	3,30	3,79	1,63	4,53	
	110	60	50	2,07	2,80	2,80	3,49	4,55	1,63	4,53	
	120	60	60	2,07	2,80	2,80	3,49	4,55	1,63	4,53	
	130	60	70	2,07	2,80	2,80	3,49	4,55	1,63	4,53	
	140	75	65	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53	
	150	75	75	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53	
	160	75	85	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53	
	180	75	105	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53	
	200	75	125	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53	
	220	75	145	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53	
	8	80	52	28	2,59	3,31	3,99	5,10	5,25	2,38	7,08
		100	52	48	3,28	3,99	3,99	5,10	5,25	2,38	7,08
120		60	60	3,28	4,19	4,19	5,30	6,06	2,38	7,08	
140		60	80	3,28	4,19	4,19	5,30	6,06	2,38	7,08	
160		80	80	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08	
180		80	100	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08	
200		80	120	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08	
220		80	140	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08	
240		80	160	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08	
260		80	180	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08	
280		80	200	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08	
300		100	200	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
320		100	220	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
340		100	240	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
360		100	260	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
380		100	280	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
400		100	300	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
10		80	52	28	3,63	4,33	4,75	6,94	6,57	3,77	11,60
	100	52	48	4,22	4,92	5,51	7,12	6,57	3,77	11,60	
	120	60	60	4,82	5,77	5,77	7,37	7,58	3,77	11,60	
	140	60	80	4,82	5,77	5,77	7,37	7,58	3,77	11,60	
	160	80	80	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60	
	180	80	100	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60	
	200	80	120	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60	
	220	80	140	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60	
	240	80	160	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60	
	260	80	180	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60	
	280	80	200	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60	
	300	100	200	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60	
	320	100	220	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60	
	340	100	240	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60	
	360	100	260	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60	
	380	100	280	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60	
	400	100	300	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60	

geometria				CORTE				TRAÇÃO		
				madeira-madeira	madeira-madeira com anilha	aço-madeira chapa fina <sup>(1)</sup>	aço-madeira chapa espessa <sup>(2)</sup>	extração da rosca <sup>(3)</sup>	penetração da cabeça <sup>(4)</sup>	penetração da cabeça com anilha <sup>(4)</sup>
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>ax,k</sub> [kN]	R <sub>head,k</sub> [kN]	R <sub>head,k</sub> [kN]
12	120	80	40	4,87	6,68	7,81	9,78	12,12	4,88	15,51
	160	80	80	6,00	7,81	7,81	9,78	12,12	4,88	15,51
	200	80	120	6,00	7,81	7,81	9,78	12,12	4,88	15,51
	240	80	160	6,00	7,81	7,81	9,78	12,12	4,88	15,51
	280	80	200	6,00	7,81	7,81	9,78	12,12	4,88	15,51
	320	120	200	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51
	360	120	240	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51
	400	120	280	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51
	440	120	320	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51
	480	120	360	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51
	520	120	400	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51
	560	120	440	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51
600	120	480	6,00	8,65	9,32	11,30	18,18	4,88	15,51	

NOTAS:

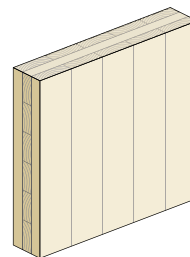
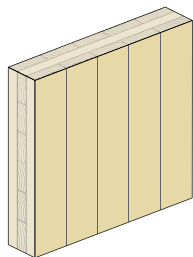
- <sup>(1)</sup> As resistências características ao corte são avaliadas considerando-se o caso de chapa fina (S<sub>PLATE</sub> ≤ 0,5 d<sub>1</sub>).
- <sup>(2)</sup> As resistências características de corte são avaliadas considerando o caso de chapa espessa (S<sub>PLATE</sub> ≥ d<sub>1</sub>).
- <sup>(3)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um ângulo de 90° entre as fibras e o conector e para um comprimento de cravação igual a b.
- <sup>(4)</sup> A resistência axial de penetração da cabeça, com e sem anilha, foi avaliada sobre elemento de madeira.  
Em caso de ligações aço-madeira, é geralmente vinculante a resistência à tração do aço em relação à retirada ou à penetração da cabeça.

PRINCÍPIOS GERAIS:

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030.
- Os valores de projectos são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:
 
$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_m}$$
 Os coeficientes γ<sub>m</sub> e k<sub>mod</sub> devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo.
- Para os valores de resistência mecânica e para a geometria dos parafusos, fez-se referência ao que consta da ETA-11/0030.
- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a ρ<sub>k</sub> = 385 kg/m<sup>3</sup>.
- Os valores foram calculados considerando-se a parte roscada inserida completamente no elemento de madeira.
- O dimensionamento e a verificação dos elementos de madeira, dos painéis e das chapas de aço devem ser feitos à parte.
- As resistências características ao corte são avaliadas para parafusos inseridos sem pré-furo; em caso de parafusos inseridos com pré-furo, é possível obter maiores valores de resistência.
- Para configurações de cálculo diferentes, está disponível o software MyProject (www.rothoblaas.pt).

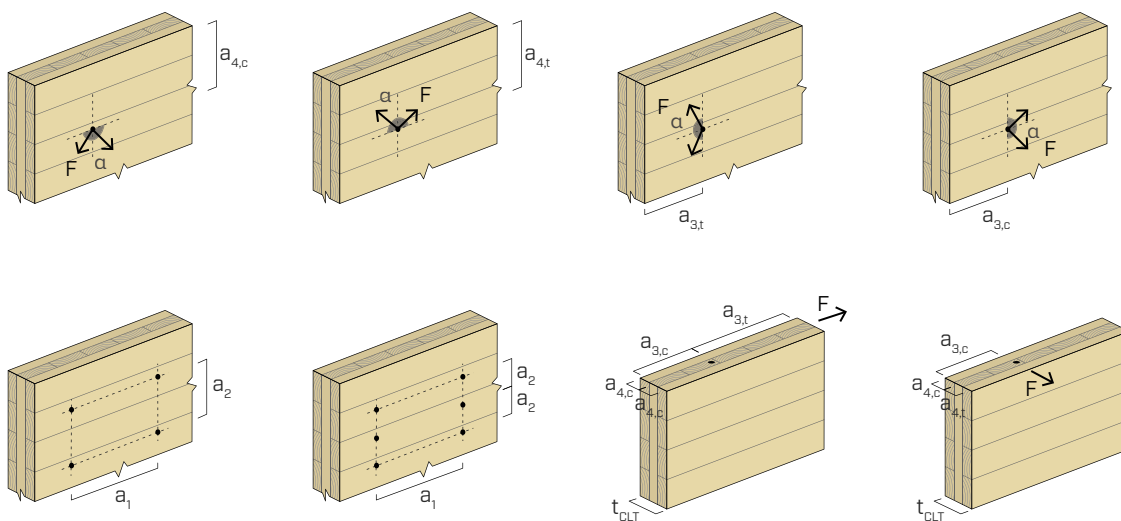


## ■ DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE E CARREGADAS AXIALMENTE | CLT



		PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO lateral face <sup>(1)</sup>				PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO narrow face <sup>(2)</sup>				
		6	8	10	12	6	8	10	12	
$a_1$	[mm]	<b>4·d</b>	24	32	40	<b>10·d</b>	60	80	100	120
$a_2$	[mm]	<b>2,5·d</b>	15	20	25	<b>4·d</b>	24	32	40	48
$a_{3,t}$	[mm]	<b>6·d</b>	36	48	60	<b>12·d</b>	72	96	120	144
$a_{3,c}$	[mm]	<b>6·d</b>	36	48	60	<b>7·d</b>	42	56	70	84
$a_{4,t}$	[mm]	<b>6·d</b>	36	48	60	<b>6·d</b>	36	48	60	72
$a_{4,c}$	[mm]	<b>2,5·d</b>	15	20	25	<b>3·d</b>	18	24	30	36

**d** = diâmetro nominal do parafuso



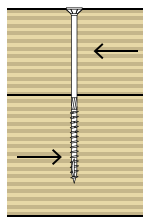
### NOTAS:

As distâncias mínimas são de acordo com ETA-11/0030 e ser consideradas válidas se não diferentemente especificado nos documentos técnicos dos painéis CLT.

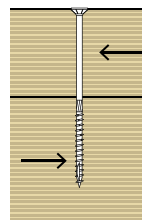
<sup>(1)</sup> Espessura mínima CLT  $t_{\min} = 10 \cdot d$

<sup>(2)</sup> Espessura mínima CLT  $t_{\min} = 10 \cdot d$  e profundidade de penetração mínima do parafuso  $t_{\text{pen}} = 10 \cdot d$

## DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE | LVL



Ângulo entre força e fibras  $\alpha = 0^\circ$



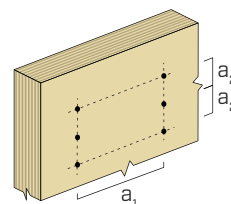
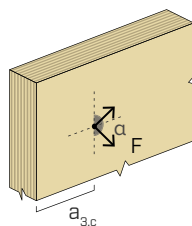
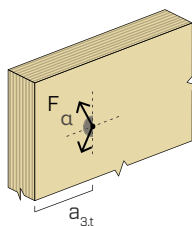
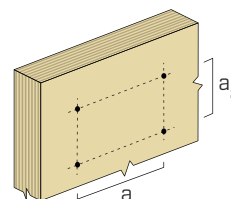
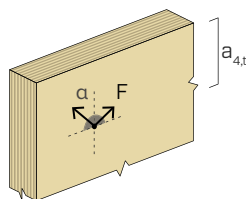
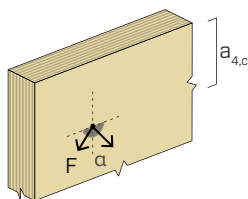
Ângulo entre força e fibras  $\alpha = 90^\circ$

	PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO <sup>(1)</sup>					PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO <sup>(1)</sup>				
		5	6	8	10		5	6	8	10
$a_1$ [mm]	12·d	60	72	96	120	5·d	25	30	40	50
$a_2$ [mm]	5,0·d	25	30	40	50	5,0·d	25	30	40	50
$a_{3,t}$ [mm]	15·d	75	90	120	150	10·d	50	60	80	100
$a_{3,c}$ [mm]	10·d	50	60	80	100	10·d	50	60	80	100
$a_{4,t}$ [mm]	5·d	25	30	40	50	10·d	50	60	80	100
$a_{4,c}$ [mm]	5,0·d	25	30	40	50	5,0·d	25	30	40	50

	PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO					PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO				
		5	6	8	10		5	6	8	10
$a_1$ [mm]	5·d	25	30	40	50	4·d	20	24	32	40
$a_2$ [mm]	3·d	15	18	24	30	4·d	20	24	32	40
$a_{3,t}$ [mm]	12·d	60	72	96	120	7·d	35	42	56	70
$a_{3,c}$ [mm]	7·d	35	42	56	70	7·d	35	42	56	70
$a_{4,t}$ [mm]	3·d	15	18	24	30	7·d	35	42	56	70
$a_{4,c}$ [mm]	3·d	15	18	24	30	3·d	15	18	24	30

d = diâmetro nominal do parafuso



### NOTAS:

<sup>(1)</sup> Distâncias mínimas para ensaios experimentais efectuados na Eurofins Expert Services Oy, Espoo, Finland (Report EUFI29-19000819-T1/T2).

- As distâncias mínimas são conforme a norma EN 1995:2014.
- As distâncias mínimas são válidas com a utilização seja de LVL em folhosas paralelas que cruzadas.
- As distâncias mínimas sem pré-furo são válidas para espessuras mínimas dos elementos em LVL  $t_{min}$ :

$$t_1 \geq 8,4d - 9$$

$$t_2 \geq \begin{cases} 11,4d \\ 75 \end{cases}$$

onde:

$t_1$  é a espessura em mm do elemento em LVL numa ligação com 2 elementos em madeira. No caso de ligações com 3 ou mais elementos  $t_1$  representa a espessura do elemento em LVL posicionado mais externamente;

$t_2$  é a espessura em mm do elemento central numa ligação com 3 ou mais elementos.

# VALORES ESTÁTICOS | CLT

geometria				CORTE						
				CLT - CLT lateral face		painel - CLT <sup>(1)</sup> lateral face		CLT - painel - CLT <sup>(1)</sup> lateral face		
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	t [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]	t [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]
6	40	35	8	0,80	1,33	1,38	-	-	-	-
	50	35	15	1,44	1,46	1,53	-	-	-	-
	60	30	30	1,63	1,46	1,53	-	-	-	-
	70	40	30	1,74	1,46	1,53	30	1,71	30	2,19
	80	40	40	1,97	1,46	1,53	35	1,71	35	2,19
	90	50	40	1,97	1,46	1,53	40	1,71	40	2,19
	100	50	50	1,97	1,46	1,53	45	1,71	45	2,19
	110	60	50	1,97	1,46	1,53	50	1,71	50	2,19
	120	60	60	1,97	1,46	1,53	55	1,71	55	2,19
	130	60	70	1,97	1,46	1,53	60	1,71	60	2,19
	140	75	65	1,97	1,46	1,53	65	1,71	65	2,19
	150	75	75	1,97	1,46	1,53	70	1,71	70	2,19
	160	75	85	1,97	1,46	1,53	75	1,71	75	2,19
	180	75	105	1,97	1,46	1,53	85	1,71	85	2,19
	200	75	125	1,97	1,46	1,53	95	1,71	95	2,19
	220	75	145	1,97	1,46	1,53	105	1,71	105	2,19
	240	75	165	1,97	1,46	1,53	115	1,71	115	2,19
	260	75	185	1,97	1,46	1,53	125	1,71	125	2,19
280	75	205	1,97	1,46	1,53	135	1,71	135	2,19	
300	75	225	1,97	1,46	1,53	145	1,71	145	2,19	
8	80	52	28	2,42	2,23	2,30	-	-	-	18,00
	100	52	48	3,04	2,23	2,30	45	2,39	40	2,92
	120	60	60	3,11	2,23	2,30	55	2,39	50	2,92
	140	60	80	3,11	2,23	2,30	65	2,39	60	2,92
	160	80	80	3,11	2,23	2,30	75	2,39	70	2,92
	180	80	100	3,11	2,23	2,30	85	2,39	80	2,92
	200	80	120	3,11	2,23	2,30	95	2,39	90	2,92
	220	80	140	3,11	2,23	2,30	105	2,39	100	2,92
	240	80	160	3,11	2,23	2,30	115	2,39	110	2,92
	260	80	180	3,11	2,23	2,30	125	2,39	120	2,92
	280	80	200	3,11	2,23	2,30	135	2,39	130	2,92
	300	100	200	3,11	2,23	2,30	145	2,39	140	2,92
	320	100	220	3,11	2,23	2,30	155	2,39	150	2,92
	340	100	240	3,11	2,23	2,30	165	2,39	160	2,92
	360	100	260	3,11	2,23	2,30	175	2,39	170	2,92
	380	100	280	3,11	2,23	2,30	185	2,39	180	2,92
	400	100	300	3,11	2,23	2,30	195	2,39	190	2,92
	440	100	340	3,11	2,23	2,30	215	2,39	210	2,92
480	100	380	3,11	2,23	2,30	235	2,39	230	2,92	
520	100	420	3,11	2,23	2,30	255	2,39	250	2,92	





geometria				CORTE						
				CLT - CLT lateral face		painel - CLT <sup>(1)</sup> lateral face		CLT - painel - CLT <sup>(1)</sup> lateral face		
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	R <sub>V,k</sub> [kN]	t [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]	t [mm]	R <sub>V,k</sub> [kN]
10	80	52	28	3,40	3,12	3,31	-	-	-	22,00
	100	52	48	3,86	3,12	3,31	40	3,12	-	22,00
	120	60	60	4,45	3,12	3,31	50	3,12	50	3,89
	140	60	80	4,49	3,12	3,31	60	3,12	60	3,89
	160	80	80	4,57	3,12	3,31	70	3,12	70	3,89
	180	80	100	4,57	3,12	3,31	80	3,12	80	3,89
	200	80	120	4,57	3,12	3,31	90	3,12	90	3,89
	220	80	140	4,57	3,12	3,31	100	3,12	100	3,89
	240	80	160	4,57	3,12	3,31	110	3,12	110	3,89
	260	80	180	4,57	3,12	3,31	120	3,12	120	3,89
	280	80	200	4,57	3,12	3,31	130	3,12	130	3,89
	300	100	200	4,57	3,12	3,31	140	3,12	140	3,89
	320	100	220	4,57	3,12	3,31	150	3,12	150	3,89
	340	100	240	4,57	3,12	3,31	160	3,12	160	3,89
	360	100	260	4,57	3,12	3,31	170	3,12	170	3,89
	380	100	280	4,57	3,12	3,31	180	3,12	180	3,89
400	100	300	4,57	3,12	3,31	190	3,12	190	3,89	
12	120	80	40	4,54	-	-	-	-	-	-
	160	80	80	5,68	-	-	-	-	-	-
	200	80	120	5,68	-	-	-	-	-	-
	240	80	160	5,68	-	-	-	-	-	-
	280	80	200	5,68	-	-	-	-	-	-
	320	120	200	5,68	-	-	-	-	-	-
	360	120	240	5,68	-	-	-	-	-	-
	400	120	280	5,68	-	-	-	-	-	-
	440	120	320	5,68	-	-	-	-	-	-
	480	120	360	5,68	-	-	-	-	-	-
	520	120	400	5,68	-	-	-	-	-	-
	560	120	440	5,68	-	-	-	-	-	-
600	120	480	5,68	-	-	-	-	-	-	

NOTAS:

<sup>(1)</sup> As resistências características de corte são avaliadas considerando um painel OSB3 ou OSB4 de acordo com EN 300 ou um painel de partículas de acordo com EN 312 de espessura S<sub>PAN</sub>.

<sup>(2)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um ângulo de 90° entre as fibras e o conector e para um comprimento de cravação igual a b.

<sup>(3)</sup> A resistência axial à extração da rosca é válida para espessuras mínimas do elemento equivalente a t<sub>min</sub> = 10 · d<sub>1</sub> e profundidade de penetração mínima do parafuso t<sub>pen</sub> = 10 · d<sub>1</sub>.

<sup>(4)</sup> A resistência axial de penetração da cabeça, com e sem anilha, foi avaliada sobre elemento de madeira.

Em caso de ligações aço-madeira, é geralmente vinculante a resistência à tração do aço em relação à retirada ou à penetração da cabeça.



geometria				CORTE								
				LVL - LVL		LVL - LVL - LVL			LVL - madeira		madeira - LVL	
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$t_1$ [mm]	$t_2$ [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{V,k}$ [kN]			
5	40	24	16	1,53	-	-	-	1,30	1,12			
	45	24	21	1,67	-	-	-	1,41	1,21			
	50	24	26	1,78	-	-	-	1,47	1,33			
	60	30	30	1,94	20,00	20,00	2,43	1,74	1,43			
	70	35	35	1,94	20,00	30,00	3,53	1,83	1,47			
	80	40	40	1,94	25,00	30,00	3,64	1,83	1,47			
	90	45	45	1,94	30,00	30,00	3,64	1,83	1,47			
	100	50	50	1,94	35,00	30,00	3,64	1,83	1,47			
6	120	60	60	1,94	40,00	40,00	3,88	1,83	1,47			
	40	35	5	0,69	-	-	-	0,69	0,50			
	50	35	15	2,03	-	-	-	1,94	1,51			
	60	30	30	2,43	25,00	10,00	1,38	2,12	1,82			
	70	40	30	2,52	25,00	20,00	2,76	2,41	1,82			
	80	40	40	2,61	30,00	20,00	2,76	2,46	2,09			
	90	50	40	2,61	30,00	30,00	4,14	2,46	2,09			
	100	50	50	2,61	30,00	40,00	5,15	2,46	2,09			
	110	60	50	2,61	30,00	50,00	5,15	2,46	2,09			
	120	60	60	2,61	40,00	40,00	5,23	2,46	2,09			
	130	60	70	2,61	40,00	50,00	5,23	2,46	2,09			
	140	75	65	2,61	40,00	60,00	5,23	2,46	2,09			
	150	75	75	2,61	40,00	70,00	5,23	2,46	2,09			
	160	75	85	2,61	40,00	80,00	5,23	2,46	2,09			
	180	75	105	2,61	60,00	60,00	5,23	2,46	2,09			
	200	75	125	2,61	60,00	80,00	5,23	2,46	2,09			
	220	75	145	2,61	60,00	100,00	5,23	2,46	2,09			
	240	75	165	2,61	80,00	80,00	5,23	2,46	2,09			
260	75	185	2,61	80,00	100,00	5,23	2,46	2,09				
280	75	205	2,61	80,00	120,00	5,23	2,46	2,09				
300	75	225	2,61	100,00	100,00	5,23	2,46	2,09				

NOTAS:

<sup>(1)</sup> A resistência axial à extração da rosca  $R_{ax,90,flat,k}$  foi avaliada considerando-se um ângulo de 90° entre as fibras e o conector e para um comprimento de cravação igual a b em aplicação com LVL seja em folhosas paralelas que cruzadas.

<sup>(2)</sup> A resistência axial de extração da rosca  $R_{ax,90,edge,k}$  foi avaliada considerando-se um ângulo de 90° entre as fibras e o conector e para um comprimento de cravação igual a b em aplicação com LVL em folhosas paralelas.

<sup>(3)</sup> A resistência axial de penetração da cabeça  $R_{head,k}$  com e sem anilha, foi avaliada no elemento em LVL em folhosas paralelas ou cruzadas de espessura  $t_{min}$ .





geometria				CORTE					
				LVL - LVL	LVL - LVL - LVL		LVL - madeira	madeira - LVL	
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$t_1$ [mm]	$t_2$ [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{V,k}$ [kN]
8	80	52	28	3,30	32,00	16,00	2,70	3,15	2,53
	100	52	48	3,95	40,00	20,00	3,37	3,71	3,17
	120	60	60	3,95	40,00	40,00	6,75	3,71	3,30
	140	60	80	3,95	40,00	60,00	7,91	3,71	3,30
	160	80	80	3,95	40,00	80,00	7,91	3,71	3,30
	180	80	100	3,95	60,00	60,00	7,91	3,71	3,30
	200	80	120	3,95	60,00	80,00	7,91	3,71	3,30
	220	80	140	3,95	60,00	100,00	7,91	3,71	3,30
	240	80	160	3,95	80,00	80,00	7,91	3,71	3,30
	260	80	180	3,95	80,00	100,00	7,91	3,71	3,30
	280	80	200	3,95	80,00	120,00	7,91	3,71	3,30
	300	100	200	3,95	100,00	100,00	7,91	3,71	3,30
	320	100	220	3,95	100,00	120,00	7,91	3,71	3,30
	340	100	240	3,95	100,00	140,00	7,91	3,71	3,30
	360	100	260	3,95	120,00	120,00	7,91	3,71	3,30
	380	100	280	3,95	120,00	140,00	7,91	3,71	3,30
400	100	300	3,95	120,00	160,00	7,91	3,71	3,30	
440	100	340	3,95	140,00	160,00	7,91	3,71	3,30	
480	100	380	3,95	140,00	200,00	7,91	3,71	3,30	
520	100	420	3,95	140,00	240,00	7,91	3,71	3,30	
10	80	52	28	4,62	-	-	-	4,32	3,57
	100	52	48	5,57	40,00	20,00	3,95	4,99	4,20
	120	60	60	5,84	40,00	40,00	7,89	5,33	4,69
	140	60	80	5,84	40,00	60,00	11,37	5,33	4,85
	160	80	80	5,84	40,00	80,00	11,37	5,49	4,85
	180	80	100	5,84	60,00	60,00	11,68	5,49	4,85
	200	80	120	5,84	60,00	80,00	11,68	5,49	4,85
	220	80	140	5,84	60,00	100,00	11,68	5,49	4,85
	240	80	160	5,84	80,00	80,00	11,68	5,49	4,85
	260	80	180	5,84	80,00	100,00	11,68	5,49	4,85
	280	80	200	5,84	80,00	120,00	11,68	5,49	4,85
	300	100	200	5,84	100,00	100,00	11,68	5,49	4,85
	320	100	220	5,84	100,00	120,00	11,68	5,49	4,85
	340	100	240	5,84	100,00	140,00	11,68	5,49	4,85
	360	100	260	5,84	120,00	120,00	11,68	5,49	4,85
	380	100	280	5,84	120,00	140,00	11,68	5,49	4,85
400	100	300	5,84	120,00	160,00	11,68	5,49	4,85	



## LIGAÇÃO MADEIRA-MADEIRA / CORTE UNITÁRIO

<b>ELEMENTO 1</b>	<b>1</b>
B1 = 120 mm	
H1 = 160 mm	
Pendência 30% (16,7°)	
Madeira GL24h	



<b>ELEMENTO 2</b>	<b>2</b>
B2 = 160 mm	
H2 = 240 mm	
Pendência 21% (12,0°)	
Madeira GL24h	

<b>DADOS DE PROJECTO</b>
$F_{v,Rd} = 7,17$ kN
Classe de serviço = 1
Duração da carga = breve

<b>ESCOLHA DO PARAFUSO</b>
HBS = 10x180 mm
Pré-furo = não
Anilha = não

<b>GEOMETRIA DA LIGAÇÃO</b>
$t_1 = 60$ mm
$\alpha_1 = 73,3^\circ$ ( $90^\circ - 16,7^\circ$ )
$t_2 = 120$ mm (comprimento de cravação no elemento 2)
$\alpha_2 = 78,0^\circ$ ( $90^\circ - 12,0^\circ$ )

### CÁLCULO DE RESISTÊNCIA AO CORTE (EN 1995:2014 e ETA-11/0030)

$d_1 = 10,0$ mm	$M_{y,k} = 35830$ Nmm
$f_{h,1,k} = 15,82$ N/mm <sup>2</sup>	$R_{ax,Rk} = \min \{ \text{resistência à extração da rosca}; \text{resistência à penetração da cabeça} \} = \min \{ R_{ax,Rk}; R_{head,Rk} \}$
$f_{h,2,k} = 15,82$ N/mm <sup>2</sup>	$= 3,77$ kN
$\beta = 1,00$	$R_{ax,Rk}/4 = 0,94$ kN (efeito côncavo)

$$R_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \\ f_{h,2,k} t_2 d \\ \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1 + \beta} \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{R_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta) M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{R_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[ \sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta) M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{R_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{(1 + \beta)}} \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{R_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

(a) = 9,49 kN  
(b) = 18,99 kN  
(c) = 7,39 kN  
(d) = 4,87 kN  
(e) = 7,90 kN  
(f) = 4,82 kN

$R_{v,Rk} = 4,82$  kN

$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_m}$	EN 1995:2014	Itália - NTC 2018
	$k_{mod} = 0,9$ $\gamma_m = 1,3$ $R_{v,Rd} = 3,33$ kN	$k_{mod} = 0,9$ $\gamma_m = 1,5$ $R_{v,Rd} = 2,89$ kN
	Número mínimo de parafusos $F_{v,Rd} / R_{v,Rd} = 2,15$	Número mínimo de parafusos $F_{v,Rd} / R_{v,Rd} = 2,48$

Supõem-se 3 parafusos  $n_{ef,CORTE} = 3$  (parafusos perpendiculares às fibras)  
 $n_{ef,TRAÇÃO} = 3^{0,9} = 2,69$

Ao se recalculer a resistência ao corte, para o efeito côncavo considera-se uma resistência à tração de cada parafuso equivalente a:  
 $R_{ax,Rk} = 3,74 \cdot 2,69 / 3 = 3,38$  kN (penetração da cabeça)  
 $R_{ax,Rk}/4 = 0,85$  kN (efeito côncavo)

Resistência ao corte de cada parafuso:

$R_{v,Rk} = 4,71$  kN

$R_{v,Rd} \geq F_{v,Rd}$	EN 1995:2014	Itália - NTC 2018
	$R_{v,Rd} = 3,33$ kN	$R_{v,Rd} = 2,89$ kN
	<b>Resistência da ligação ao corte:</b> $R_{v,Rd} = 3,33 \times 3 = 9,99$ kN > 7,17 kN <b>OK</b>	<b>Resistência da ligação ao corte:</b> $R_{v,Rd} = 2,89 \times 3 = 8,67$ kN > 7,17 kN <b>OK</b>

# EXEMPLOS DE CÁLCULO: LIGAÇÃO BARROTE-LARÓ COM MYPROJECT



## LIGAÇÃO MADEIRA-MADEIRA / CORTE UNITÁRIO

### ELEMENTO 1

1

B1 = 120 mm

H1 = 160 mm

Pendência 30% (16,7°)

Madeira GL24h



### ELEMENTO 2

2

B2 = 160 mm

H2 = 240 mm

Pendência 21% (12,0°)

Madeira GL24h

### DADOS DE PROJECTO

$F_{v,Rd} = 7,17$  kN

Classe de serviço = 1

Duração da carga = breve

### ESCOLHA DO PARAFUSO

HBS = 10x180 mm

Pré-furo = não

Anilha = não

### GEOMETRIA DA LIGAÇÃO

$t_1 = 60$  mm

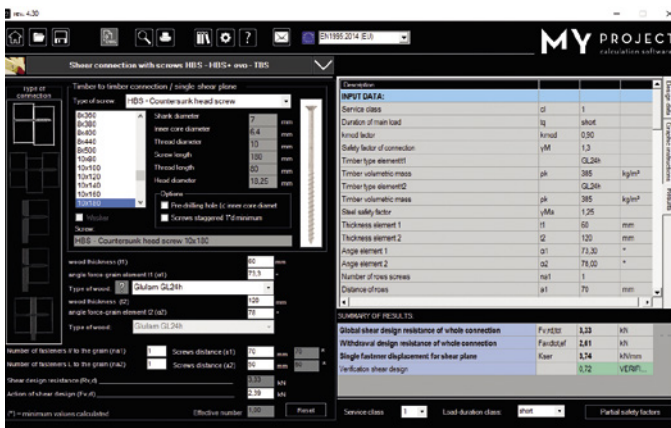
$\alpha_1 = 73,3^\circ$  ( $90^\circ - 16,7^\circ$ )

$t_2 = 120$  mm

(comprimento de cravação no elemento 2)

$\alpha_2 = 78,0^\circ$  ( $90^\circ - 12,0^\circ$ )

## CÁLCULO DA RESISTÊNCIA AO CORTE COM SOFTWARE MYPROJECT (EN 1995:2014 e ETA-11/0030)



Number of rows screws	na1	1	
Distance of rows	a1	70	mm

SUMMARY OF RESULTS:			
Global shear design resistance of whole connection	$F_{v,Rd,tot}$	3,33	kN
Withdrawal design resistance of whole connection	$F_{ax,d,tot}$	2,61	kN
Single fastener displacement for shear plane	$K_{ser}$	3,74	kN/mm
Verification shear design		0,72	VERIF.

## RELATÓRIO DE CÁLCULO

