

## CONECTOR TOTALMENTE ROSCADO DE CABEÇA ESCAREADA OU SEXTAVADA

### PONTA 3 THORNS

Graças à ponta 3 THORNS, as distâncias mínimas de instalação são reduzidas. Podem ser utilizados mais parafusos em menos espaço e parafusos maiores em elementos mais pequenos.

Os custos e o tempo de execução do projeto são menores.

### CERTIFICAÇÃO PARA MADEIRA E BETÃO

Conector estrutural homologado para aplicações em madeira de acordo com a ETA-11/0030 e para aplicações em madeira-betão de acordo com a ETA-22/0806.

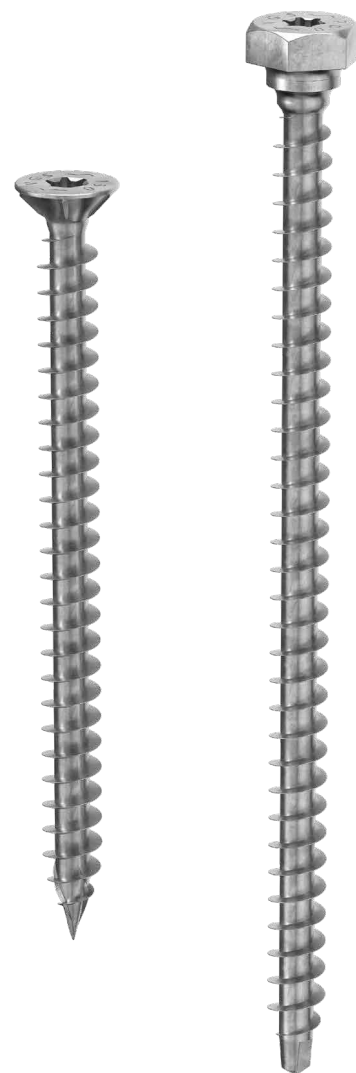
### RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Roscagem profunda e aço de alta resistência para um excelente desempenho de tração e deslizamento. Homologado para aplicações estruturais solicitadas em qualquer direção em relação à fibra ( $0^\circ \div 90^\circ$ ).

Possibilidade de utilização em chapas em aço em combinação com as anilhas VGU e HUS.

### CABEÇA DE EMBEBER OU SEXTAVADA

Cabeça de embeber até L = 600 mm ideal para utilização em chapas ou para reforços não aparentes. Cabeça sextavada de L > 600 mm para facilitar a aderência com o aparafusador.



BIT INCLUDED

DIÂMETRO [mm]	9 (9) 15 15
COMPRIMENTO [mm]	80 (80) 2000 2000
CLASSE DE SERVIÇO	SC1 SC2
CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA	C1 C2
CORROSIVIDADE DA MADEIRA	T1 T2
MATERIAL	Zn ELECTRO PLATED aço carbónico electrozincado

METAL-to-TIMBER recommended use:



## CAMPOS DE APLICAÇÃO

- painéis à base de madeira
- madeira maciça
- madeira lamelar
- CLT e LVL
- madeiras de alta densidade

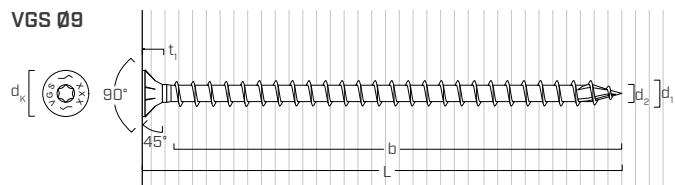


## TC FUSION

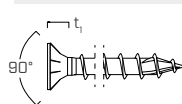
A homologação ETA-22/0806 do sistema TC FUSION permite que os parafusos VGS sejam utilizados juntamente com as armaduras presentes no betão, de modo a que as lajes de painel e o núcleo de contraventamento possam ser solidarizados.

## GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

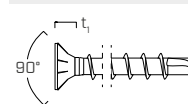
### VGS Ø9



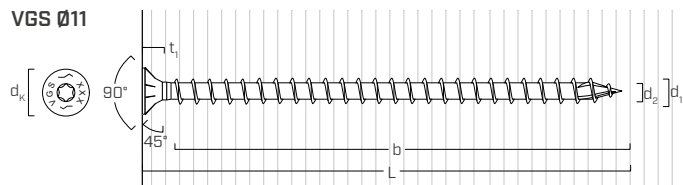
$L \leq 520 \text{ mm}$



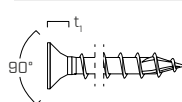
$L > 520 \text{ mm}$



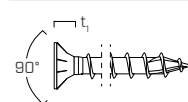
### VGS Ø11



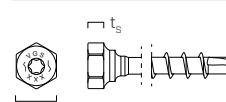
$L \leq 250 \text{ mm}$



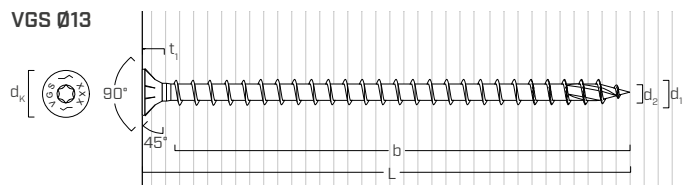
$250 \text{ mm} < L \leq 600 \text{ mm}$



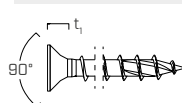
$L > 600 \text{ mm}$



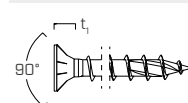
### VGS Ø13



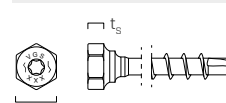
$L \leq 250 \text{ mm}$



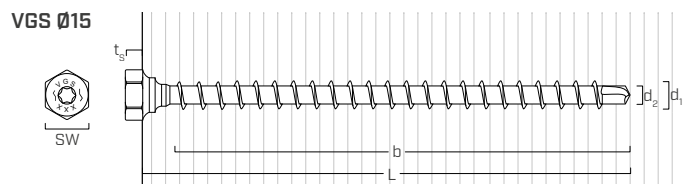
$250 \text{ mm} < L \leq 600 \text{ mm}$



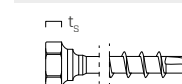
$L > 600 \text{ mm}$



### VGS Ø15



$L > 600 \text{ mm}$



Diâmetro nominal	$d_1$	[mm]	9	11	11	13	13	15
Comprimento	L	[mm]	-	$\leq 600 \text{ mm}$	$> 600 \text{ mm}$	$\leq 600 \text{ mm}$	$> 600 \text{ mm}$	-
Diâmetro cabeça de embeber	$d_K$	[mm]	16,00	19,30	-	22,00	-	-
Espessura cabeça de embeber	$t_1$	[mm]	6,50	8,20	-	9,40	-	-
Medida da chave	SW	-	-	-	SW 17	-	SW 19	SW22
Espessura cabeça sextavada	$t_s$	[mm]	-	-	6,40	-	7,50	8,80
Diâmetro do núcleo	$d_2$	[mm]	5,90	6,60	6,60	8,00	8,00	9,10
Diâmetro do pré-furo <sup>(1)</sup>	$d_{V,S}$	[mm]	5,0	6,0	6,0	8,0	8,0	9,00
Diâmetro do pré-furo <sup>(2)</sup>	$d_{V,H}$	[mm]	6,0	7,0	7,0	9,0	9,0	10,00
Resistência característica à tração	$f_{tens,k}$	[kN]	25,4	38,0	38,0	53,0	53,0	65,0
Momento de cedência característico	$M_{y,k}$	[Nm]	27,2	45,9	45,9	70,9	70,9	95,0
Resistência característica à tensão	$f_{y,k}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1000	1000	1000	1000	1000	1000

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

(2) Pré-furo válido para madeiras duras (hardwood) e para LVL em madeira de faia.

Os parâmetros mecânicos do VGS Ø15 são obtidos analiticamente e validados por ensaios experimentais.

			madeira de coníferas (softwood)	LVL de coníferas (LVL softwood)	LVL de faia pré-furado (beech LVL predrilled)
Parâmetro de resistência à extração	$f_{ax,k}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	11,7	15,0	29,0
Densidade associada	$\rho_a$	[kg/m <sup>3</sup> ]	350	500	730
Densidade de cálculo	$\rho_k$	[kg/m <sup>3</sup> ]	$\leq 440$	410 ÷ 550	590 ÷ 750

Para aplicações com materiais diferentes, consultar ETA-11/0030.

### SISTEMA TC DE FUSÃO PARA APLICAÇÃO MADEIRA-BETÃO

Diâmetro nominal	$d_1$	[mm]	9	11	13	15
Resistência tangencial de aderência em betão C25/30	$f_{b,k}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	12,5	12,5	12,5	-

Para aplicações com materiais diferentes, consultar ETA-22/0806.

## CÓDIGOS E DIMENSÕES

d <sub>1</sub> [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	pçs
9 TX 40	VGS9100	100	90	25
	VGS9120	120	110	25
	VGS9140	140	130	25
	VGS9160	160	150	25
	VGS9180	180	170	25
	VGS9200	200	190	25
	VGS9220	220	210	25
	VGS9240	240	230	25
	VGS9260	260	250	25
	VGS9280	280	270	25
	VGS9300	300	290	25
	VGS9320	320	310	25
	VGS9340	340	330	25
	VGS9360	360	350	25
	VGS9380	380	370	25
	VGS9400	400	390	25
	VGS9440	440	430	25
	VGS9480	480	470	25
	VGS9520	520	510	25
	VGS9560	560	550	25
	VGS9600	600	590	25
11 TX 50	VGS1180	80	70	25
	VGS11100	100	90	25
	VGS11125	125	115	25
	VGS11150	150	140	25
	VGS11175	175	165	25
	VGS11200	200	190	25
	VGS11225	225	215	25
	VGS11250	250	240	25
	VGS11275	275	265	25
	VGS11300	300	290	25
	VGS11325	325	315	25
	VGS11350	350	340	25
	VGS11375	375	365	25
	VGS11400	400	390	25
	VGS11425	425	415	25
	VGS11450	450	440	25
	VGS11475	475	465	25
	VGS11500	500	490	25
	VGS11525	525	515	25
	VGS11550	550	540	25
	VGS11575	575	565	25
11 SW 17 TX 50	VGS11600	600	590	25
	VGS11650	650	630	25
	VGS11700	700	680	25
	VGS11750	750	680	25
	VGS11800	800	780	25
	VGS11850	850	830	25
	VGS11900	900	880	25
	VGS11950	950	930	25
	VGS111000	1000	980	25

d <sub>1</sub> [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	pçs
13 TX 50	VGS1380	80	70	25
	VGS13100	100	90	25
	VGS13150	150	140	25
	VGS13200	200	190	25
	VGS13250	250	240	25
	VGS13300	300	280	25
	VGS13350	350	330	25
	VGS13400	400	380	25
	VGS13450	450	430	25
	VGS13500	500	480	25
13 SW 19 TX 50	VGS13550	550	530	25
	VGS13600	600	580	25
	VGS13650	650	630	25
	VGS13700	700	680	25
	VGS13750	750	730	25
	VGS13800	800	780	25
	VGS13850	850	830	25
	VGS13900	900	880	25
	VGS13950	950	930	25
	VGS131000	1000	980	25
15 SW 21 TX 50	VGS131100	1100	1080	25
	VGS131200	1200	1180	25
	VGS131300	1300	1280	25
	VGS131400	1400	1380	25
	VGS131500	1500	1480	25
	VGS15600	600	580	25
	VGS15700	700	680	25
	VGS15800	800	780	25
	VGS15900	900	880	25
	VGS151000	1000	980	25
	VGS151200	1200	1180	25
	VGS151400	1400	1380	25
	VGS151600	1600	1580	25
	VGS151800	1800	1780	25
	VGS152000	2000	1980	25

## PRODUTOS RELACIONADOS



### VGU

ANILHA 45° PARA VGS

pág. 190



### TORQUE LIMITER

LIMITADOR DE BINÁRIO

pág. 408



### WASP

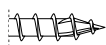
GANCHO PARA O TRANSPORTE DE ELEMENTOS DE MADEIRA

pág. 413

## ■ DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AXIAL



parafusos inseridos **COM** e **SEM** pré-furo

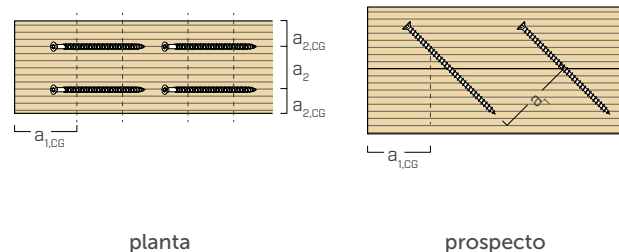
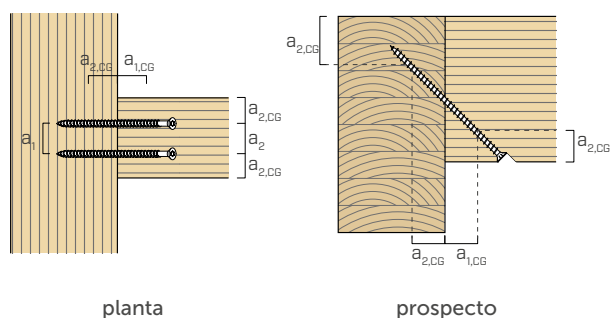


$d_1$	[mm]	9	11
$a_1$	[mm]	$5 \cdot d$	45
$a_2$	[mm]	$5 \cdot d$	45
$a_{2,LIM}$	[mm]	$2,5 \cdot d$	23
$a_{1,CG}$	[mm]	$8 \cdot d$	72
$a_{2,CG}$	[mm]	$3 \cdot d$	27
$a_{CROSS}$	[mm]	$1,5 \cdot d$	14

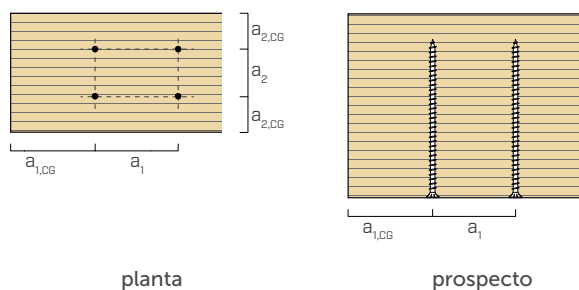
$d_1$	[mm]	13
$a_1$	[mm]	$5 \cdot d$
$a_2$	[mm]	$5 \cdot d$
$a_{2,LIM}$	[mm]	$2,5 \cdot d$
$a_{1,CG}$	[mm]	$8 \cdot d$
$a_{2,CG}$	[mm]	$3 \cdot d$
$a_{CROSS}$	[mm]	$1,5 \cdot d$

$d_1$	[mm]	9	11	13	15
$a_1$	[mm]	$5 \cdot d$	45	55	65
$a_2$	[mm]	$5 \cdot d$	45	55	65
$a_{2,LIM}$	[mm]	$2,5 \cdot d$	23	28	33
$a_{1,CG}$	[mm]	$5 \cdot d$	45	55	65
$a_{2,CG}$	[mm]	$3 \cdot d$	27	33	39
$a_{CROSS}$	[mm]	$1,5 \cdot d$	14	17	20

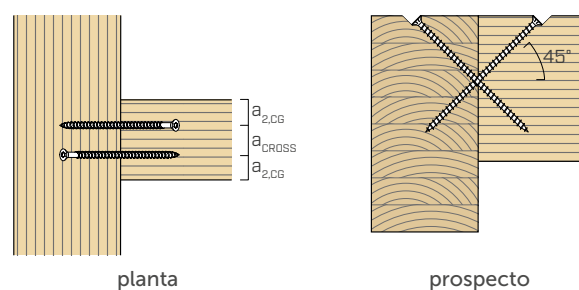
PARAFUSOS EM TRAÇÃO INSERIDOS COM UM ÂNGULO  $\alpha$  EM RELAÇÃO À FIBRA



PARAFUSOS INSERIDOS COM UM ÂNGULO  $\alpha = 90^\circ$  EM RELAÇÃO À FIBRA



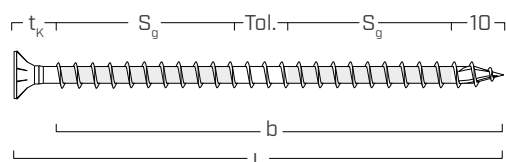
PARAFUSOS CRUZADOS INSERIDOS COM UM ÂNGULO  $\alpha$  EM RELAÇÃO À FIBRA



### NOTAS

- As distâncias mínimas estão em conformidade com a ETA-11/0030.
- As distâncias mínimas são independentes do ângulo de inserção do conector e do ângulo da força em relação à fibra.
- A distância axial  $a_2$  pode ser reduzida até  $a_{2,LIM}$  se, para conector, for mantida uma "superfície de ligação"  $a_1 \cdot a_2 = 25 \cdot d_1^2$ .
- Para parafusos com ponta 3 THORNS, RBSN e self-drilling, as distâncias mínimas tabeladas são obtidas de ensaios experimentais; em alternativa, adotar  $a_{1,CG} = 10 \cdot d$  e  $a_{2,CG} = 4 \cdot d$  de acordo com a EN 1995:2014.

## ■ ROSCA EFICAZ DE CÁLCULO



$$b = S_{g,tot} = L - t_K$$

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

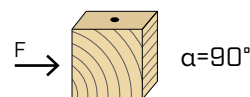
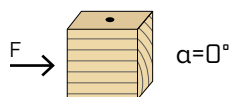
$t_K = 10 \text{ mm}$  (cabeça de embeber)  
 $t_K = 20 \text{ mm}$  (cabeça sextavada)

representa todo o comprimento da parte roscada

representa metade do comprimento da parte roscada, deduzida uma tolerância (Tol.) de aposição de 10 mm

## DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE

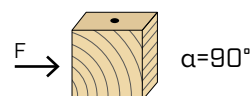
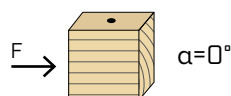
parafusos inseridos SEM pré-furo  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$



$d_1$ [mm]		9	11	13	15
$a_1$ [mm]	10·d	90	110	130	150
$a_2$ [mm]	5·d	45	55	65	75
$a_{3,t}$ [mm]	15·d	135	165	195	225
$a_{3,c}$ [mm]	10·d	90	110	130	150
$a_{4,t}$ [mm]	5·d	45	55	65	75
$a_{4,c}$ [mm]	5·d	45	55	65	75

$d_1$ [mm]		9	11	13	15
$a_1$ [mm]	5·d	45	55	65	75
$a_2$ [mm]	5·d	45	55	65	75
$a_{3,t}$ [mm]	10·d	90	110	130	150
$a_{3,c}$ [mm]	10·d	90	110	130	150
$a_{4,t}$ [mm]	10·d	90	110	130	150
$a_{4,c}$ [mm]	5·d	45	55	65	75

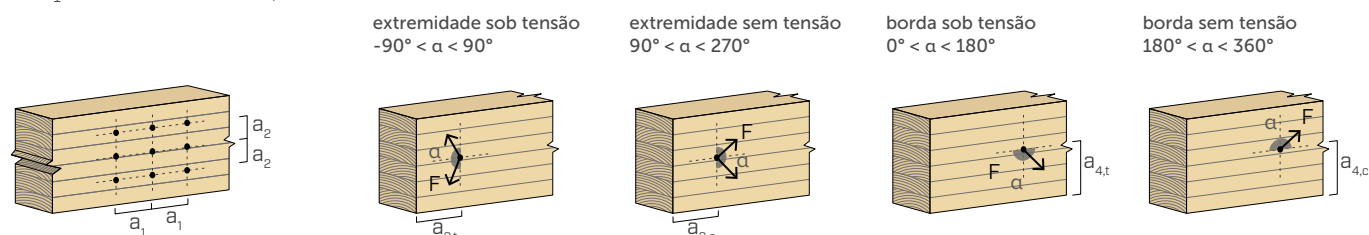
parafusos inseridos COM pré-furo



$d_1$ [mm]		9	11	13	15
$a_1$ [mm]	5·d	45	55	65	75
$a_2$ [mm]	3·d	27	33	39	45
$a_{3,t}$ [mm]	12·d	108	132	156	180
$a_{3,c}$ [mm]	7·d	63	77	91	105
$a_{4,t}$ [mm]	3·d	27	33	39	45
$a_{4,c}$ [mm]	3·d	27	33	39	45

$d_1$ [mm]		9	11	13	15
$a_1$ [mm]	4·d	36	44	52	60
$a_2$ [mm]	4·d	36	44	52	60
$a_{3,t}$ [mm]	7·d	63	77	91	105
$a_{3,c}$ [mm]	7·d	63	77	91	105
$a_{4,t}$ [mm]	7·d	63	77	91	105
$a_{4,c}$ [mm]	3·d	27	33	39	45

$\alpha$  = ângulo entre força e fibras  
 $d$  = diâmetro nominal do parafuso



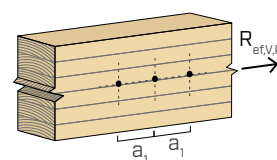
### NOTAS

- As distâncias mínimas são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030, considerando-se uma massa volumica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ .
- 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.
- O espaçamento  $a_1$  tabelado para parafusos com ponta 3 THORNS inseridos sem pré-furo em elementos de madeira com densidade  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$  e ângulo entre força e fibras  $\alpha = 0^\circ$  foi assumido como sendo de 10·d com base em ensaios experimentais; em alternativa, adotar 12·d de acordo com a EN 1995:2014.

## NÚMERO EFETIVO PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO DE CORTE

A capacidade de carga de uma ligação efetuada com vários parafusos, todos do mesmo tipo e dimensão, pode ser inferior à soma das capacidades de carga de cada meio de ligação. Para uma fila de  $n$  parafusos dispostos paralelamente à direção da fibra a uma distância  $a_1$ , a capacidade de carga característica efetiva é de:

$$R_{ef,V,k} = n_{ef} \cdot R_{V,k}$$



O valor de  $n_{ef}$  é dado na tabela seguinte em função de  $n$  e de  $a_1$ .

$n$	$a_1^{(*)}$										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1,41	1,48	1,55	1,62	1,68	1,74	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
3	1,73	1,86	2,01	2,16	2,28	2,41	2,54	2,65	2,76	2,88	3,00
4	2,00	2,19	2,41	2,64	2,83	3,03	3,25	3,42	3,61	3,80	4,00
5	2,24	2,49	2,77	3,09	3,34	3,62	3,93	4,17	4,43	4,71	5,00

(\*) Para valores Intermediários de  $a_1$  é possível interpolar linearmente.

TRAÇÃO / COMPRESSÃO											
geometria		extração rosca total				extração rosca parcial				tração do aço	instabilidade $\varepsilon=90^\circ$
		$\varepsilon=90^\circ$		$\varepsilon=0^\circ$		$\varepsilon=90^\circ$		$\varepsilon=0^\circ$			
$d_1$ [mm]	L [mm]	$S_{g,tot}$ [mm]	$A_{min}$ [mm]	$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{ax,0,k}$ [kN]	$S_g$ [mm]	$A_{min}$ [mm]	$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{ax,0,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [kN]	$R_{ki,90,k}$ [kN]
9	100	90	110	10,23	3,07	35	55	3,98	1,19	25,40	17,25
	120	110	130	12,50	3,75	45	65	5,11	1,53		
	140	130	150	14,77	4,43	55	75	6,25	1,88		
	160	150	170	17,05	5,11	65	85	7,39	2,22		
	180	170	190	19,32	5,80	75	95	8,52	2,56		
	200	190	210	21,59	6,48	85	105	9,66	2,90		
	220	210	230	23,87	7,16	95	115	10,80	3,24		
	240	230	250	26,14	7,84	105	125	11,93	3,58		
	260	250	270	28,41	8,52	115	135	13,07	3,92		
	280	270	290	30,68	9,21	125	145	14,21	4,26		
	300	290	310	32,96	9,89	135	155	15,34	4,60		
	320	310	330	35,23	10,57	145	165	16,48	4,94		
	340	330	350	37,50	11,25	155	175	17,61	5,28		
	360	350	370	39,78	11,93	165	185	18,75	5,63		
	380	370	390	42,05	12,61	175	195	19,89	5,97		
	400	390	410	44,32	13,30	185	205	21,02	6,31		
	440	430	450	48,87	14,66	205	225	23,30	6,99		
	480	470	490	53,41	16,02	225	245	25,57	7,67		
	520	510	530	57,96	17,39	245	265	27,84	8,35		
	560	550	570	62,50	18,75	265	285	30,12	9,03		
	600	590	610	67,05	20,11	285	305	32,39	9,72		
11	80	70	90	9,72	2,92	25	45	3,47	1,04	38,00	21,93
	100	90	110	12,50	3,75	35	55	4,86	1,46		
	125	115	135	15,97	4,79	48	68	6,60	1,98		
	150	140	160	19,45	5,83	60	80	8,33	2,50		
	175	165	185	22,92	6,88	73	93	10,07	3,02		
	200	190	210	26,39	7,92	85	105	11,81	3,54		
	225	215	235	29,86	8,96	98	118	13,54	4,06		
	250	240	260	33,34	10,00	110	130	15,28	4,58		
	275	265	285	36,81	11,04	123	143	17,01	5,10		
	300	290	310	40,28	12,08	135	155	18,75	5,63		
	325	315	335	43,75	13,13	148	168	20,49	6,15		
	350	340	360	47,22	14,17	160	180	22,22	6,67		
	375	365	385	50,70	15,21	173	193	23,96	7,19		
	400	390	410	54,17	16,25	185	205	25,70	7,71		
	425	415	435	57,64	17,29	198	218	27,43	8,23		
	450	440	460	61,11	18,33	210	230	29,17	8,75		
	475	465	485	64,59	19,38	223	243	30,90	9,27		
	500	490	510	68,06	20,42	235	255	32,64	9,79		
	525	515	535	71,53	21,46	248	268	34,38	10,31		
	550	540	560	75,00	22,50	260	280	36,11	10,83		
	575	565	585	78,48	23,54	273	293	37,85	11,35		
	600	590	610	81,95	24,58	285	305	39,59	11,88		
	650	630	660	87,51	26,25	305	325	42,36	12,71		
	700	680	710	94,45	28,33	330	350	45,84	13,75		
	750	680	760	94,45	28,33	330	350	45,84	13,75		
	800	780	810	108,34	32,50	380	400	52,78	15,83		
	850	830	860	115,28	34,59	405	425	56,25	16,88		
	900	880	910	122,23	36,67	430	450	59,73	17,92		
	950	930	960	129,17	38,75	455	475	63,20	18,96		
	1000	980	1010	136,12	40,84	480	500	66,67	20,00		

TRAÇÃO / COMPRESSÃO											
geometria		extração rosca total				extração rosca parcial				tração do aço	instabilidade $\varepsilon=90^\circ$
		$\varepsilon=90^\circ$		$\varepsilon=0^\circ$		$\varepsilon=90^\circ$		$\varepsilon=0^\circ$			
$d_1$ [mm]	$L$ [mm]	$S_{g,tot}$ [mm]	$A_{min}$ [mm]	$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{ax,0,k}$ [kN]	$S_g$ [mm]	$A_{min}$ [mm]	$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{ax,0,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [kN]	$R_{ki,90,k}$ [kN]
13	80	70	90	11,49	3,45	25	45	4,10	1,23	53,00	32,69
	100	90	110	14,77	4,43	35	55	5,75	1,72		
	150	140	160	22,98	6,89	60	80	9,85	2,95		
	200	190	210	31,19	9,36	85	105	13,95	4,19		
	250	240	260	39,40	11,82	110	130	18,06	5,42		
	300	280	310	45,96	13,79	130	150	21,34	6,40		
	350	330	360	54,17	16,25	155	175	25,44	7,63		
	400	380	410	62,38	18,71	180	200	29,55	8,86		
	450	430	460	70,58	21,18	205	225	33,65	10,10		
	500	480	510	78,79	23,64	230	250	37,75	11,33		
	550	530	560	87,00	26,10	255	275	41,86	12,56		
	600	580	610	95,21	28,56	280	300	45,96	13,79		
	650	630	660	103,42	31,02	305	325	50,07	15,02		
	700	680	710	111,62	33,49	330	350	54,17	16,25		
	750	730	760	119,83	35,95	355	375	58,27	17,48		
	800	780	810	128,04	38,41	380	400	62,38	18,71		
	850	830	860	136,25	40,87	405	425	66,48	19,94		
	900	880	910	144,45	43,34	430	450	70,58	21,18		
	950	930	960	152,66	45,80	455	475	74,69	22,41		
	1000	980	1010	160,87	48,26	480	500	78,79	23,64		
	1100	1080	1110	177,28	53,18	530	550	87,00	26,10		
	1200	1180	1210	193,70	58,11	580	600	95,21	28,56		
	1300	1280	1310	210,11	63,03	630	650	103,42	31,02		
	1400	1380	1410	226,53	67,96	680	700	111,62	33,49		
	1500	1480	1510	242,94	72,88	730	750	119,83	35,95		
15	600	580	610	109,85	32,96	280	300	53,03	15,91	65,00	42,86
	700	680	710	128,80	38,64	330	350	62,50	18,75		
	800	780	810	147,74	44,32	380	400	71,97	21,59		
	900	880	910	166,68	50,00	430	450	81,44	24,43		
	1000	980	1010	185,62	55,69	480	500	90,91	27,27		
	1200	1180	1210	223,50	67,05	580	600	109,85	32,96		
	1400	1380	1410	261,38	78,41	680	700	128,80	38,64		
	1600	1580	1610	299,26	89,78	780	800	147,74	44,32		
	1800	1780	1810	337,14	101,14	880	900	166,68	50,00		
	2000	1980	2010	375,02	112,51	980	1000	185,62	55,69		

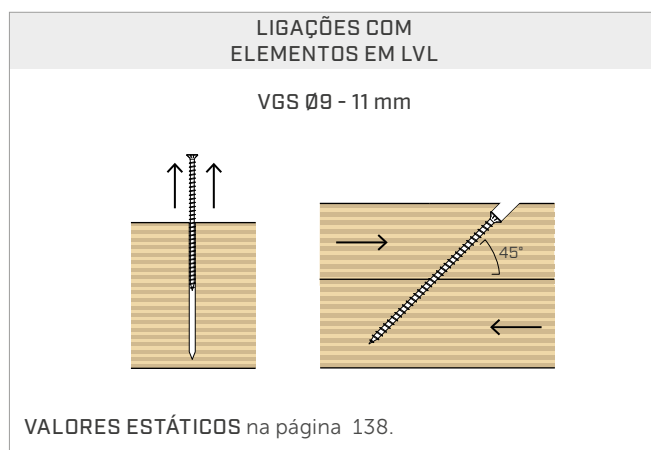
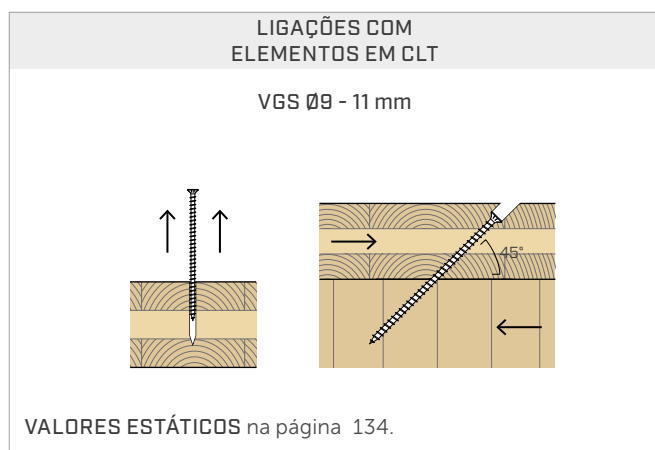
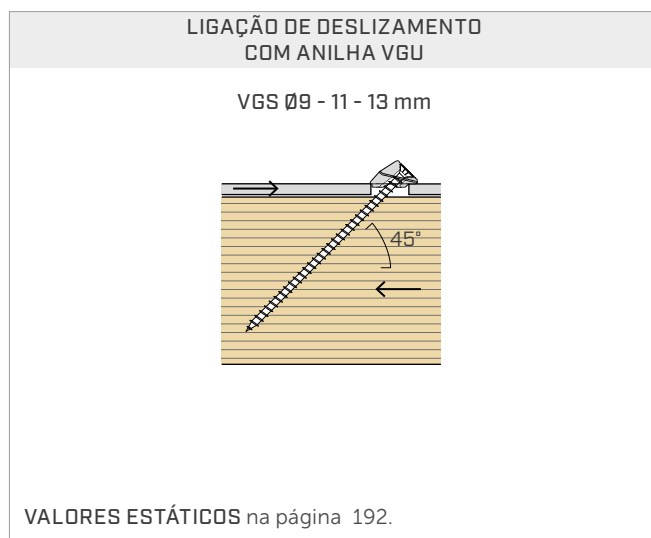
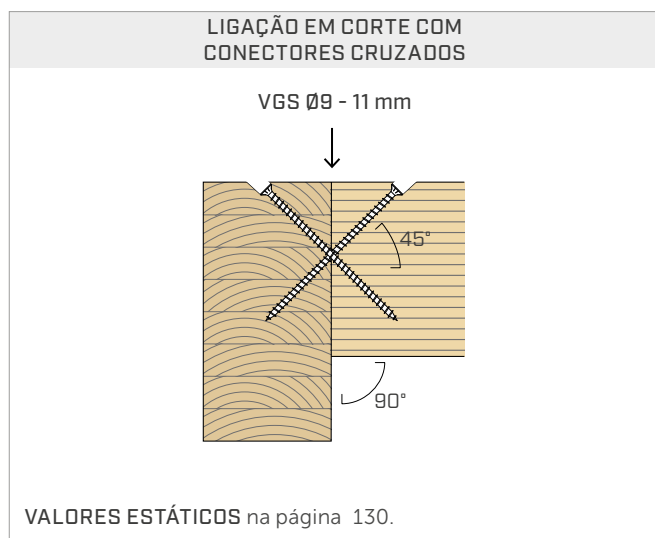
$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

DESLIZAMENTO											CORTE			
geometria		madeira-madeira				aço-madeira				tração do aço	madeira-madeira ε=90°			madeira-madeira ε=0°
d <sub>1</sub>	L	S <sub>g</sub>	A	B <sub>min</sub>	R <sub>V,k</sub>	S <sub>PLATE</sub>	S <sub>g</sub>	A <sub>min</sub>	R <sub>V,k</sub>	R <sub>tens,45,k</sub>	S <sub>g</sub>	A	R <sub>V,90,k</sub>	R <sub>V,0,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]
9	100	35	40	55	2,81	15	85	80	6,83	17,96	35	50	4,04	2,07
	120	45	45	60	3,62		105	95	8,44		45	60	4,53	2,30
	140	55	55	70	4,42		125	110	10,04		55	70	4,81	2,55
	160	65	60	75	5,22		145	125	11,65		65	80	5,10	2,81
	180	75	70	85	6,03		165	135	13,26		75	90	5,38	3,08
	200	85	75	90	6,83		185	150	14,87		85	100	5,67	3,18
	220	95	85	100	7,63		205	165	16,47		95	110	5,95	3,27
	240	105	90	105	8,44		225	180	18,08		105	120	6,23	3,35
	260	115	95	110	9,24		245	195	19,69		115	130	6,50	3,44
	280	125	105	120	10,04		265	205	21,29		125	140	6,50	3,52
	300	135	110	125	10,85		285	220	22,90		135	150	6,50	3,61
	320	145	120	135	11,65		305	235	24,51		145	160	6,50	3,69
	340	155	125	140	12,46		325	250	26,12		155	170	6,50	3,78
	360	165	130	145	13,26		345	265	27,72		165	180	6,50	3,86
	380	175	140	155	14,06		365	280	29,33		175	190	6,50	3,95
	400	185	145	160	14,87		385	290	30,94		185	200	6,50	4,03
	440	205	160	175	16,47		425	320	34,15		205	220	6,50	4,21
480	225	175	190	18,08	465	350	37,37	225	240	6,50	4,38			
520	245	190	205	19,69	505	375	40,58	245	260	6,50	4,55			
560	265	205	220	21,29	545	405	43,79	265	280	6,50	4,72			
600	285	215	230	22,90	585	435	47,01	285	300	6,50	4,89			
11	80	25	35	50	2,46	18	60	60	5,89	26,87	25	40	3,67	2,16
	100	35	40	55	3,44		80	75	7,86		35	50	4,72	2,69
	125	48	50	65	4,67		105	95	10,31		48	63	6,03	2,99
	150	60	60	75	5,89		130	110	12,77		60	75	6,61	3,33
	175	73	65	80	7,12		155	130	15,22		73	88	7,05	3,71
	200	85	75	90	8,35		180	145	17,68		85	100	7,48	4,10
	225	98	85	100	9,58		205	165	20,13		98	113	7,92	4,44
	250	110	95	110	10,80		230	185	22,59		110	125	8,35	4,57
	275	123	100	115	12,03		255	200	25,04		123	138	8,79	4,70
	300	135	110	125	13,26		280	220	27,50		135	150	9,06	4,83
	325	148	120	135	14,49		305	235	29,96		148	163	9,06	4,96
	350	160	130	145	15,71		330	255	32,41		160	175	9,06	5,09
	375	173	140	155	16,94		355	270	34,87		173	188	9,06	5,22
	400	185	145	160	18,17		380	290	37,32		185	200	9,06	5,35
	425	198	155	170	19,40		405	305	39,78		198	213	9,06	5,48
	450	210	165	180	20,63		430	325	42,23		210	225	9,06	5,61
	475	223	175	190	21,85		455	340	44,69		223	238	9,06	5,74
	500	235	180	195	23,08		480	360	47,14		235	250	9,06	5,87
	525	248	190	205	24,31		505	375	49,60		248	263	9,06	6,00
	550	260	200	215	25,54		530	395	52,05		260	275	9,06	6,13
	575	273	210	225	26,76		555	410	54,51		273	288	9,06	6,26
	600	285	215	230	27,99		580	430	56,96		285	300	9,06	6,39
	650	305	230	245	29,96		-	-	-		305	320	9,06	6,60
	700	330	250	265	32,41		-	-	-		330	345	9,06	6,85
	750	330	250	265	32,41		-	-	-		330	345	9,06	6,85
	800	380	285	300	37,32		-	-	-		380	395	9,06	6,85
	850	405	300	315	39,78		-	-	-		405	420	9,06	6,85
900	430	320	335	42,23	-	-	-	430	445	9,06	6,85			
950	455	335	350	44,69	-	-	-	455	470	9,06	6,85			
1000	480	355	370	47,14	-	-	-	480	495	9,06	6,85			

		DESLIZAMENTO									CORTE			
geometria		madeira-madeira			aço-madeira			tração do aço			madeira-madeira $\varepsilon=90^\circ$		madeira-madeira $\varepsilon=0^\circ$	
$d_1$ [mm]	L [mm]	$S_g$ [mm]	A [mm]	$B_{min}$ [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$S_{PLATE}$ [mm]	$S_g$ [mm]	$A_{min}$ [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{tens,45,k}$ [kN]	$S_g$ [mm]	A [mm]	$R_{V,90,k}$ [kN]	$R_{V,0,k}$ [kN]
13	80	25	35	50	2,90	20	60	60	6,96	37,48	25	40	4,18	2,44
	100	35	40	55	4,06		80	75	9,29		35	50	5,37	3,10
	150	60	60	75	6,96		130	110	15,09		60	75	8,37	4,06
	200	85	75	90	9,87		180	145	20,89		85	100	9,46	4,88
	250	110	95	110	12,77		230	185	26,70		110	125	10,49	5,77
	300	130	110	125	15,09		280	220	32,50		130	145	11,31	6,11
	350	155	125	140	17,99		330	255	38,30		155	170	11,94	6,42
	400	180	145	160	20,89		380	290	44,11		180	195	11,94	6,73
	450	205	160	175	23,79		430	325	49,91		205	220	11,94	7,04
	500	230	180	195	26,70		480	360	55,71		230	245	11,94	7,35
	550	255	195	210	29,60		530	395	61,52		255	270	11,94	7,65
	600	280	215	230	32,50		580	430	67,32		280	295	11,94	7,96
	650	305	230	245	35,40		-	-	-		305	320	11,94	8,27
	700	330	250	265	38,30		-	-	-		330	345	11,94	8,58
	750	355	265	280	41,21		-	-	-		355	370	11,94	8,88
	800	380	285	300	44,11		-	-	-		380	395	11,94	9,03
	850	405	300	315	47,01		-	-	-		405	420	11,94	9,03
	900	430	320	335	49,91		-	-	-		430	445	11,94	9,03
	950	455	335	350	52,81		-	-	-		455	470	11,94	9,03
	1000	480	355	370	55,71		-	-	-		480	495	11,94	9,03
15	1100	530	390	405	61,52		-	-	-		530	545	11,94	9,03
	1200	580	425	440	67,32		-	-	-		580	595	11,94	9,03
	1300	630	460	475	73,13		-	-	-		630	645	11,94	9,03
	1400	680	495	510	78,93		-	-	-		680	695	11,94	9,03
	1500	730	530	545	84,73		-	-	-		730	745	11,94	9,03
	600	280	215	230	37,50	-	-	-	-	45,96	280	295	14,53	9,47
	700	330	250	265	44,20		-	-	-		330	345	14,53	10,18
	800	380	285	300	50,89		-	-	-		380	395	14,53	10,89
	900	430	320	335	57,59		-	-	-		430	445	14,53	10,99
	1000	480	355	370	64,29		-	-	-		480	495	14,53	10,99
	1200	580	425	440	77,68		-	-	-		580	595	14,53	10,99
	1400	680	495	510	91,07		-	-	-		680	695	14,53	10,99
	1600	780	565	580	104,47		-	-	-		780	795	14,53	10,99
	1800	880	640	655	117,86		-	-	-		880	895	14,53	10,99
	2000	980	710	725	131,25		-	-	-		980	995	14,53	10,99

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

## ■ VALORES ESTÁTICOS | APLICAÇÕES ADICIONAIS

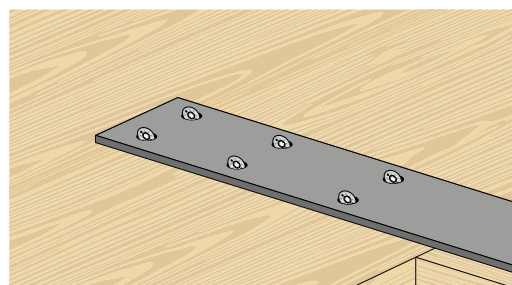


## ■ NÚMERO EFETIVO PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO DE CORTE

A capacidade de carga de uma ligação efetuada com vários parafusos, todos do mesmo tipo e dimensão, pode ser inferior à soma das capacidades de carga de cada meio de ligação.

Para uma ligação com parafusos inclinados, a capacidade de carga efetiva de deslizamento característica para uma fila de  $n$  parafusos é de:

$$R_{ef,V,k} = n_{ef,ax} \cdot R_{V,k}$$



O valor de  $n_{ef}$  é dado na tabela seguinte em função de  $n$  (número de parafusos numa fila).

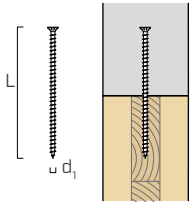
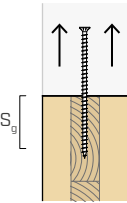
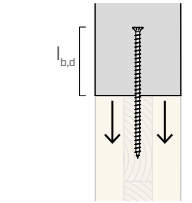
$n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_{ef,ax}$	1,87	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00



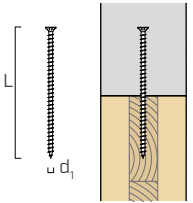
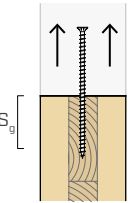
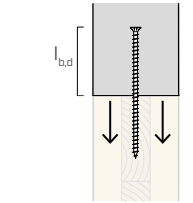
Relações de cálculo completas para projetar em madeira?  
**Descarregue o MyProject e simplifique o seu trabalho!**



LIGAÇÃO DE TRAÇÃO  
CLT - BETÃO

geometria		CLT		betão	
					
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	S <sub>g</sub> [mm]	R <sub>ax,0,k</sub> [kN]	l <sub>b,d</sub> [mm]	R <sub>ax,C,k</sub> [kN]
9	200	85	6,32	100	35,34
	220	105	7,65	100	
	240	125	8,95	100	
	260	145	10,22	100	
	280	165	11,49	100	
	300	185	12,73	100	
	320	205	13,96	100	
	340	225	15,18	100	
	360	245	16,39	100	
	380	265	17,59	100	
	400	285	18,78	100	
	440	325	21,14	100	
	480	365	23,47	100	
	520	405	25,40	100	
	560	445	25,40	100	
	600	485	25,40	100	
11	225	110	9,36	100	43,20
	250	135	11,26	100	
	275	160	13,12	100	
	300	185	14,95	100	
	325	210	16,75	100	
	350	235	18,54	100	
	375	260	20,31	100	
	400	285	22,05	100	
	425	310	23,79	100	
	450	335	25,51	100	
	475	360	27,22	100	
	500	385	28,91	100	
	525	410	30,59	100	
	550	435	32,27	100	
	575	460	33,93	100	
	600	485	35,59	100	
	650	535	38,00	100	
	700	585	38,00	100	
	750	635	38,00	100	
	800	685	38,00	100	
	850	735	38,00	100	
	900	785	38,00	100	
	950	835	38,00	100	
	1000	885	38,00	100	

LIGAÇÃO DE TRAÇÃO  
CLT - BETÃO

geometria		CLT		betão	
					
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	S <sub>g</sub> [mm]	R <sub>ax,0,k</sub> [kN]	l <sub>b,d</sub> [mm]	R <sub>ax,C,k</sub> [kN]
13	300	165	15,41	120	61,26
	350	215	19,56	120	
	400	265	23,61	120	
	450	315	27,58	120	
	500	365	31,50	120	
	550	415	35,35	120	
	600	465	39,16	120	
	650	515	42,93	120	
	700	565	46,67	120	
	750	615	50,37	120	
	800	665	53,00	120	
	850	715	53,00	120	
	900	765	53,00	120	
	950	815	53,00	120	
	1000	865	53,00	120	
	1100	965	53,00	120	
	1200	1065	53,00	120	
	1300	1165	53,00	120	
	1400	1265	53,00	120	
	1500	1365	53,00	120	

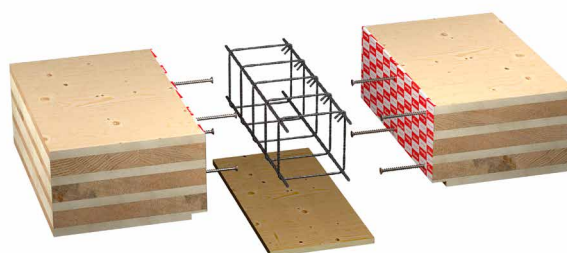
NOTAS e PRINCÍPIOS GERAIS na página 176.

## TC FUSION

### SISTEMA DE LIGAÇÃO MADEIRA-BETÃO

A inovação dos conectores de rosca total VGS, VGZ e RTR para aplicações em madeira-betão.

Descubra-o na pág. 270.



## VALORES ESTÁTICOS

### PRINCÍPIOS GERAIS

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030.
- A resistência de projeto à tração do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da madeira ( $R_{ax,d}$ ) e a resistência de projeto do lado do aço ( $R_{tens,d}$ ).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{tens,k}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right.$$

- A resistência de projeto à compressão do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da madeira ( $R_{ax,d}$ ) e a resistência de projeto à instabilidade ( $R_{ki,d}$ ).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{ki,k}}{\gamma_{M1}} \end{array} \right.$$

- A resistência de projeto ao deslizamento do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da madeira ( $R_{v,d}$ ) e a resistência de projeto do lado do aço ( $R_{tens,45,d}$ ):

$$R_{v,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{v,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{tens,45,k}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right.$$

- A resistência de projeto ao corte do conector é obtida a partir dos valor característico, desta forma:

$$R_{v,d} = \frac{R_{v,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

- Os coeficientes  $\gamma_M$  e  $k_{mod}$  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.
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas à parte.
- O posicionamento dos parafusos deve ser efetuado dentro das distâncias mínimas.
- As resistências características à extração da rosca foram avaliadas considerando um comprimento de cravação de  $S_{g,tot}$  o  $S_g$  como indicado na tabela. Para valores intermédios de  $S_g$ , é possível interpolar linearmente.
- Os valores de resistência ao corte e deslizamento foram avaliados considerando o centro de gravidade do conector posicionado no plano de corte.
- 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.
- Os valores tabelados são avaliados considerando parâmetros de resistência mecânica dos parafusos Ø15 VGS obtidos analiticamente e validados por ensaios experimentais.
- Para configurações de cálculo diferentes, está disponível o software MyProject ([www.rothoblaas.pt](http://www.rothoblaas.pt)).

### NOTAS | MADEIRA

- As resistências características à extração da rosca foram avaliadas considerando tanto um ângulo  $\epsilon$  de 90° ( $R_{ax,90,k}$ ) como de 0° ( $R_{ax,0,k}$ ) entre as fibras do elemento de madeira e o conector.
- As resistências características ao deslizamento foram avaliadas considerando um ângulo  $\epsilon$  de 45° entre as fibras do elemento de madeira e o conector.
- As espessuras das chapas ( $S_{PLATE}$ ) são entendidas como os valores mínimos para permitir o alojamento da cabeça de embeber do parafuso.
- As resistências características ao corte madeira-madeira foram avaliadas considerando um ângulo  $\epsilon$  de 90° ( $R_{V,90,k}$ ) e 0° ( $R_{V,0,k}$ ) entre as fibras do segundo elemento e o conector.
- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ . Para valores de  $\rho_k$  diferentes, as resistências tabeladas (extração, compressão, deslizamento e corte) podem ser convertidas através do coeficiente  $k_{dens}$ :

$$\begin{aligned} R'_{ax,k} &= k_{dens,ax} \cdot R_{ax,k} \\ R'_{ki,k} &= k_{dens,ki} \cdot R_{ki,k} \\ R'_{v,k} &= k_{dens,ax} \cdot R_{v,k} \\ R'_{V,90,k} &= k_{dens,V} \cdot R_{V,90,k} \\ R'_{V,0,k} &= k_{dens,V} \cdot R_{V,0,k} \end{aligned}$$

$\rho_k$ [kg/m³]	350	380	<b>385</b>	405	425	430	440
C-GL	C24	C30	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
$k_{dens,ax}$	0,92	0,98	1,00	1,04	1,08	1,09	1,11
$k_{dens,ki}$	0,97	0,99	1,00	1,00	1,01	1,02	1,02
$k_{dens,v}$	0,90	0,98	1,00	1,02	1,05	1,05	1,07

Os valores de resistência determinados desta forma podem diferir, por razões de segurança, dos valores resultantes de um cálculo exato.

### NOTAS | TC FUSION

- Os valores característicos são calculados de acordo com ETA-22/0806.
- A resistência axial à extração da rosca narrow face é válida para espessuras mínimas  $CLT \ t_{CLT,min} = 10 \cdot d_1$  e profundidades de penetração mínima do parafuso  $t_{pen} = 10 \cdot d_1$ .
- Os conectores com comprimentos inferiores aos tabelados não cumprem os requisitos de profundidade mínima de penetração e não são indicados.
- Na fase de cálculo, foi considerada uma classe de betão C25/30. Para aplicações com materiais diferentes, consultar ETA-22/0806.
- A resistência de projeto à tração do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da madeira ( $R_{ax,d}$ ) e a resistência de projeto do lado do betão ( $R_{ax,C,d}$ ):

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,0,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{ax,C,k}}{\gamma_{M,concrete}} \end{array} \right.$$

- O elemento de betão deve ter barras de armadura adequadas.
- Os conectores devem ser dispostos a uma distância máxima de 300 mm.

## PRODUTOS RELACIONADOS



**JIG VGU**  
pág. 409



**LEWIS**  
pág. 414



**CATCH**  
pág. 408



**TORQUE LIMITER**  
pág. 408



**B 13 B**  
pág. 405

## PARAFUSOS COMPRIDOS



Graças ao CATCH, mesmo os parafusos mais compridos podem ser apertados rapidamente e com segurança, sem risco da ponteira escorregar. Pode ser combinado com o TORQUE LIMITER.

## VGS + VGU



O gabarito JIG VGU permite efetuar com facilidade um pré-furo com inclinação de 45° que facilita o sucessivo aparafusamento dos parafusos VGS dentro da anilha. É recomendável um comprimento do pré-furo de pelo menos 20 mm.



Para garantir o controlo do momento de torção aplicado, deve ser utilizado o modelo correto de TORQUE LIMITER em função do conector escolhido.

## VGS + WASPL

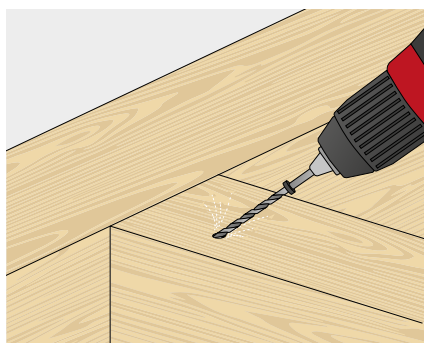


Inserir o parafuso de modo a que a cabeça sobressaia 15 mm e engatar o gancho WASPL.

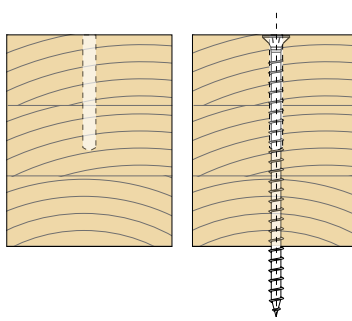


Depois de levantado, o gancho WASPL solta-se rápida e facilmente, ficando pronto a ser utilizado novamente.

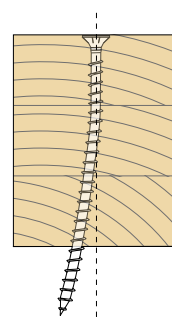
## IMPORTÂNCIA DO FURO PILOTO



furo piloto



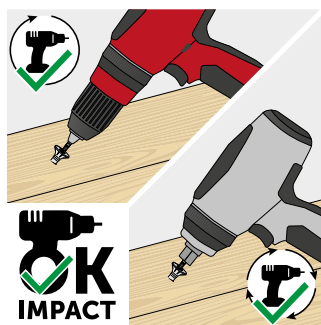
inserção com furo piloto



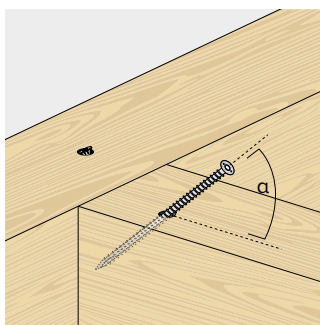
inserção sem furo piloto

O desvio do parafuso em relação à direção de aparafusamento ocorre frequentemente durante a instalação. Este fenómeno está ligado à própria conformação do material lenhoso, que não é homogénea nem uniforme, por exemplo, devido à presença localizada de nós ou às propriedades físicas dependentes da direção da fibra. A competência do operador também desempenha um papel importante.

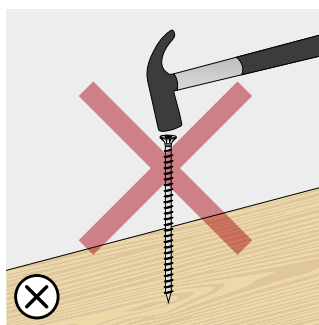
A utilização de furos-piloto facilita a inserção de parafusos, especialmente os mais compridos, permitindo uma direção de inserção muito precisa.



No caso de instalação de parafusos utilizados em ligações estruturais madeira-madeira (softwood), também pode ser utilizado uma aparafusadora por impulsos/de percussão.

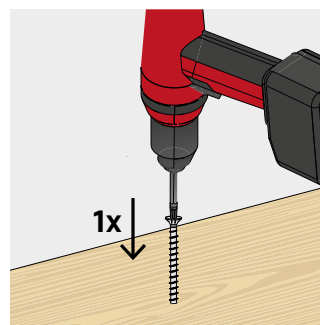


Respeitar o ângulo de inserção com a ajuda de um furo piloto e/ou de um gabarito de instalação.



Não martelar os parafusos para inserir a broca na madeira.

O parafuso não pode ser reutilizado.

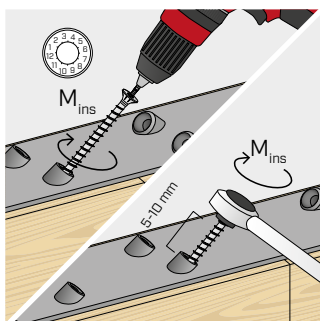


Em geral, recomenda-se a inserção do conector numa única operação, sem paragens e recomeços que poderiam criar sobretensão no parafuso.

## APLICAÇÃO AÇO-MADEIRA

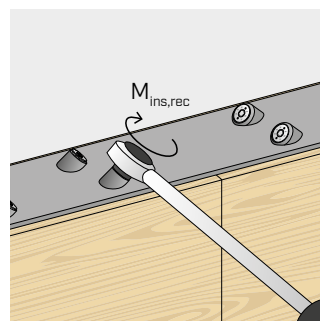


Não é permitido o uso de aparafusadora de impacto/percussão.

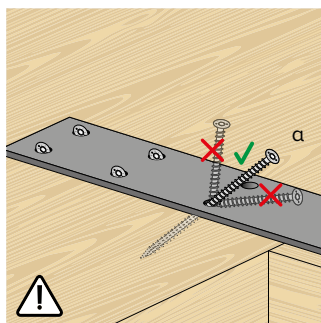


Assegurar um aperto correto. Recomenda-se a utilização de aparafusadoras com controlo de binário de aperto, por exemplo, através de TORQUE LIMITER. Em alternativa, apertar com uma chave dinamométrica.

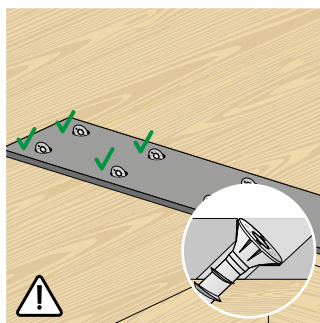
VGS	d <sub>1</sub> [mm]	M <sub>ins,rec</sub> [Nm]
Ø9	9	20
Ø11 L < 400 mm	11	30
Ø11 L ≥ 400 mm	11	40
Ø13	13	50



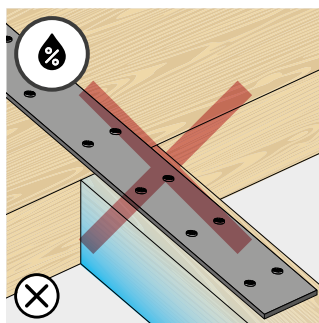
Após a instalação, os dispositivos de fixação podem ser inspecionados utilizando uma chave dinamométrica.



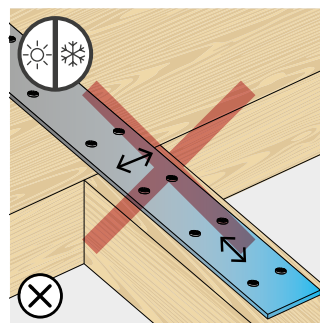
Evitar a flexão.



A montagem deve ser feita de forma a garantir que as tensões sejam uniformemente distribuídas sobre todas as anilhas instaladas.



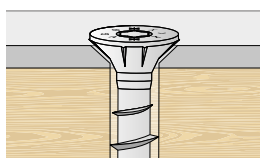
Evitar fenómenos de retração ou dilatação dos elementos de madeira devido a variações da humidade.



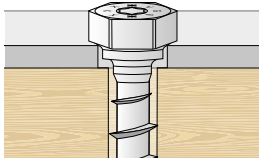
Evitar alterações dimensionais no metal, por exemplo, devido a grandes amplitudes térmicas.

## CHAPA MOLDADA

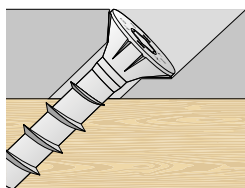
## ANILHAS



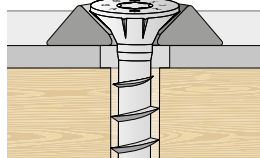
Furo escareado.



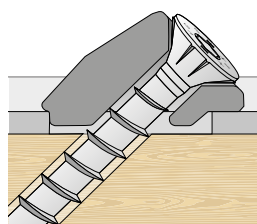
Furo cilíndrico.



Furo escareado inclinado.

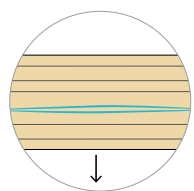


Furo cilíndrico com anilha de embeber HUS.



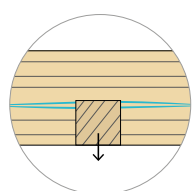
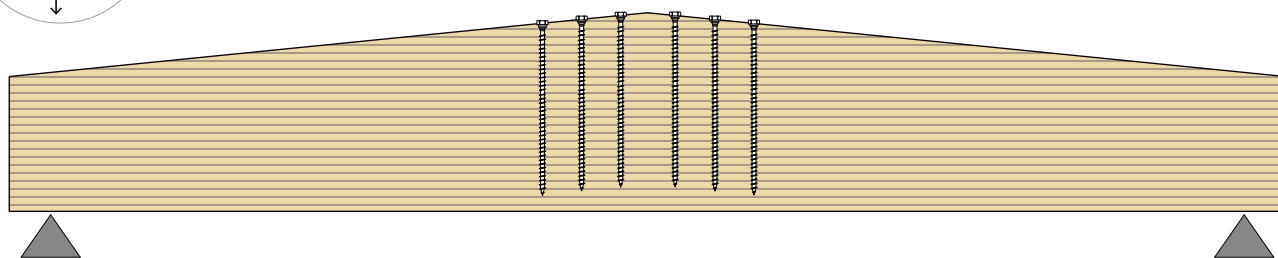
Furo ranhurado com anilha VGU.

## ■ EXEMPLOS DE APLICAÇÃO: REFORÇOS



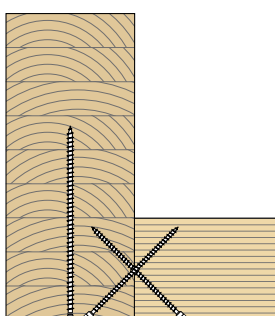
### VIGAS ESTREITADAS

reforço da zona de cumeeira à tração perpendicular às fibras

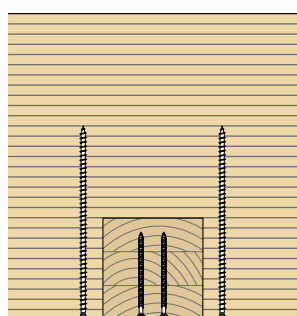


### CARGA SUSPENSA

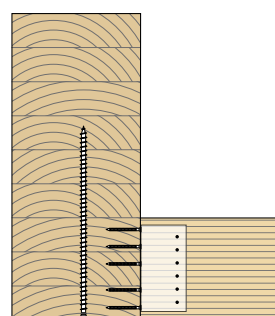
reforço à tração perpendicular às fibras



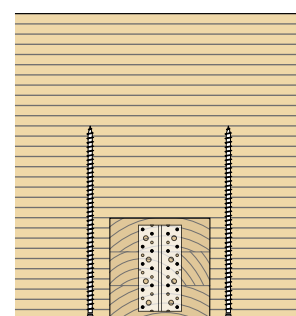
secção



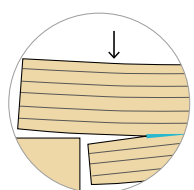
prospecto



secção

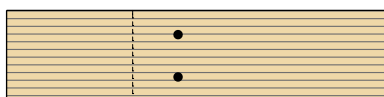


prospecto

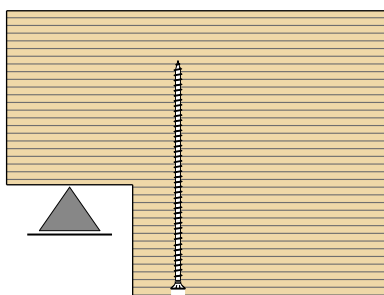


### ENTALHE

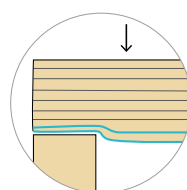
reforço à tração perpendicular às fibras



planta

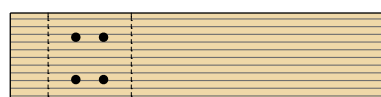


secção

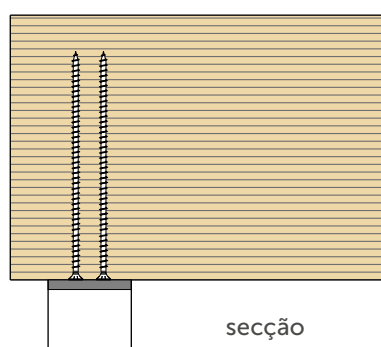


### APOIO

reforço à compressão perpendicular às fibras



planta



secção