

## CONECTOR TOTALMENTE ROSCADO DE CABEÇA CILÍNDRICA

### TRAÇÃO

Roscagem profunda e aço de alta resistência ( $f_{y,k} = 1000 \text{ N/mm}^2$ ) para um grande desempenho à tração. Gama de medidas muito ampla.

### APLICAÇÕES ESTRUTURAIS

Homologada para aplicações estruturais solicitadas em qualquer direção em relação à fibra ( $\alpha = 0^\circ - 90^\circ$ ). Distâncias mínimas reduzidas.

### CABEÇA CILÍNDRICA

Ideal para ligações ocultas, acoplamentos de madeira e reforços estruturais. Garante proteção contra fogo e idoneidade aos sismos. Ensaio cíclicos SEISMIC-REV de acordo com EN 12512.

### CHROMIUM VI FREE

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

## CARACTERÍSTICAS

|             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| FOCUS       | conexões 45°, reforços e ajustes |
| CABEÇA      | cilíndrica de embutir            |
| DIÂMETRO    | 5,3   5,6   7,0   9,0   11,0 mm  |
| COMPRIMENTO | de 80 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.

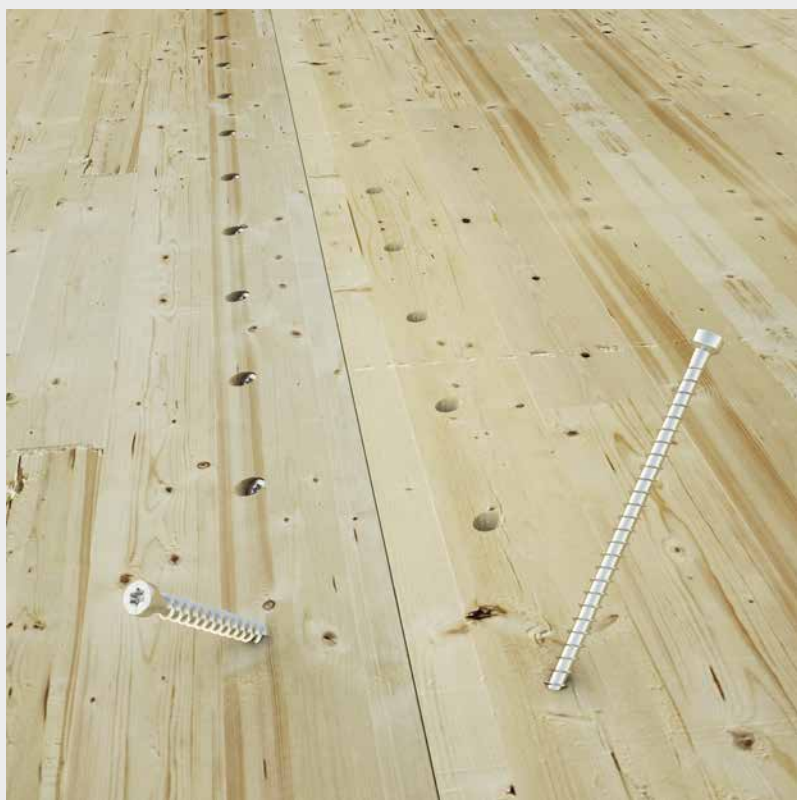


## REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

Ideal para o acoplamento de vigas na reabilitação estrutural e nas novas intervenções. Possibilidade de utilização também em direção paralela à fibra graças à especial homologação.

## CLT, LVL

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

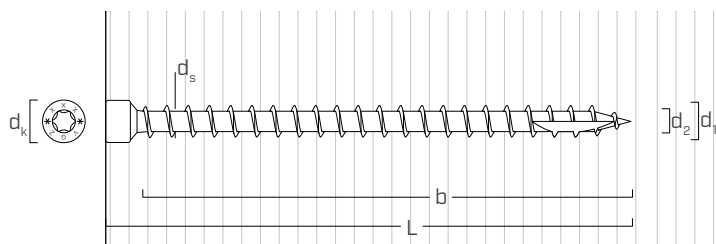


^  
Ligação com elevadíssima rigidez de lajes em CLT lado a lado. Aplicação com dupla inclinação a 45° ideal para realizar com gabarito JIG VGZ.



> Reforço ortogonal à fibra para carga suspensa devido a ligação viga principal-secundária.

## ■ GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS



| Diâmetro nominal                                    | $d_1$        | [mm]                 | 5,3    | 5,6    | 7      | 9      | 11     |
|-----------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Diâmetro da cabeça                                  | $d_k$        | [mm]                 | 8,00   | 8,00   | 9,50   | 11,50  | 13,50  |
| Diâmetro do núcleo                                  | $d_2$        | [mm]                 | 3,60   | 3,80   | 4,60   | 5,90   | 6,60   |
| Diâmetro da haste                                   | $d_s$        | [mm]                 | 3,95   | 4,15   | 5,00   | 6,50   | 7,70   |
| Diâmetro do pré-furo                                | $d_v$        | [mm]                 | 3,5    | 3,5    | 4,0    | 5,0    | 6,0    |
| Momento plástico característico                     | $M_{y,k}$    | [Nmm]                | 6876   | 7935   | 14174  | 27244  | 45905  |
| Parâmetro característico de resistência à extracção | $f_{ax,k}$   | [N/mm <sup>2</sup> ] | 11,7   | 11,7   | 11,7   | 11,7   | 11,7   |
| Resistência característica à tração                 | $f_{tens,k}$ | [kN]                 | 11,0   | 12,3   | 15,4   | 25,4   | 38,0   |
| Resistência característica à tensão                 | $f_{y,k}$    | [kN]                 | 1000,0 | 1000,0 | 1000,0 | 1000,0 | 1000,0 |

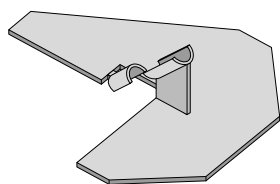
Parâmetros mecânicos parafuso VGZ Ø5,3 e Ø5,6 obtidos com ensaios experimentais.

## CÓDIGOS E DIMENSÕES

| d <sub>1</sub><br>[mm] | CÓDIGO  | L<br>[mm] | b<br>[mm] | pçs |
|------------------------|---------|-----------|-----------|-----|
| 5,3<br>TX 25           | VGZ580  | 80        | 70        | 50  |
|                        | VGZ5100 | 100       | 90        | 50  |
|                        | VGZ5120 | 120       | 110       | 50  |
| 5,6<br>TX 25           | VGZ5140 | 140       | 130       | 50  |
|                        | VGZ5160 | 160       | 150       | 50  |
| 7<br>TX 30             | VGZ780  | 80        | 70        | 25  |
|                        | 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 <sub>1</sub><br>[mm] | CÓDIGO   | L<br>[mm] | b<br>[mm] | pçs |
|------------------------|----------|-----------|-----------|-----|
| 9<br>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  |
| 11<br>TX 50            | VGZ9520  | 520       | 510       | 25  |
|                        | 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  |

GABARITO JIG VGZ 45°



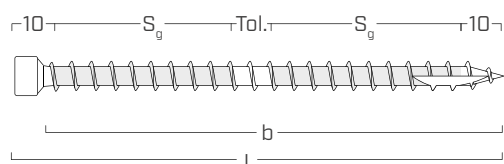
| CÓDIGO   | descrição                                | pçs |
|----------|------------------------------------------|-----|
| JIGVGZ45 | gabarito em aço para parafusos VGZ a 45° | 1   |



### GABARITO JIG VGZ 45°

Instalação a 45° facilitada pela utilização do gabarito em aço JIG VGZ.

## ROSCA EFICAZ DE CÁLCULO



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

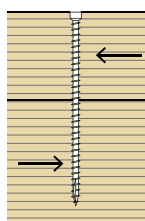
representa todo o comprimento da parte rosçada

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

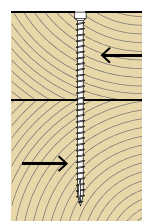
representa metade do comprimento da parte rosçada, deduzida uma tolerância (Tol.) de aposição de 10 mm

Os valores de extração, corte e deslizamento madeira-madeira devem ser avaliados considerando o baricentro do conector posicionado em correspondência com o plano de corte.

## DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE <sup>[1]</sup>



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



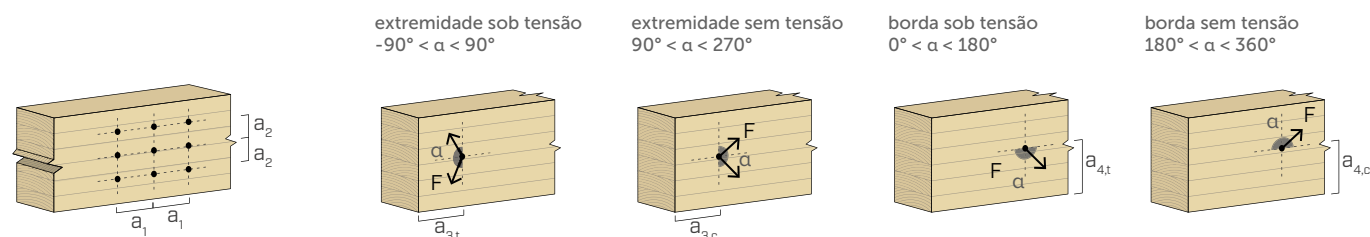
Ângulo entre força e fibras  $\alpha = 90^\circ$

| PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO |      |      |     |    |    |     | PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO |     |     |    |    |    |    |
|----------------------------------|------|------|-----|----|----|-----|----------------------------------|-----|-----|----|----|----|----|
|                                  |      | 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 |

| PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |      |      |     |    |     |     | PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |      |     |    |    |    |     |
|----------------------------------|------|------|-----|----|-----|-----|----------------------------------|------|-----|----|----|----|-----|
|                                  |      | 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 = diâmetro nominal do parafuso

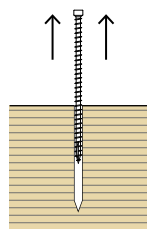


### NOTAS:

- <sup>[1]</sup> As distâncias mínimas são conforme a norma EN 1995:2014 considerando-se uma massa volúmica dos elementos de madeira  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ .
- Em caso de ligação aço-madeira, os espaçamentos mínimos ( $a_1$ ,  $a_2$ ) podem ser multiplicados por um coeficiente 0,7.

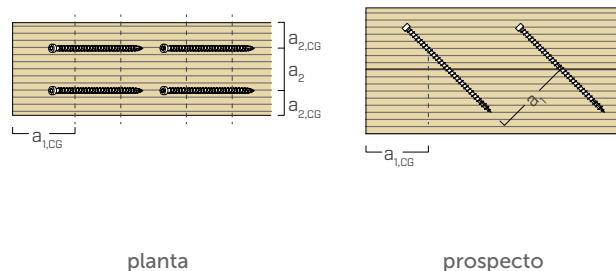
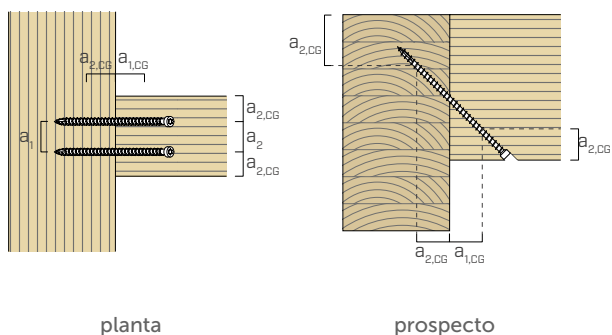
- Em caso de ligação painel-madeira, os espaçamentos mínimos ( $a_1$ ,  $a_2$ ) podem ser multiplicados por um coeficiente 0,85.

## ■ DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AXIAL <sup>[2]</sup>

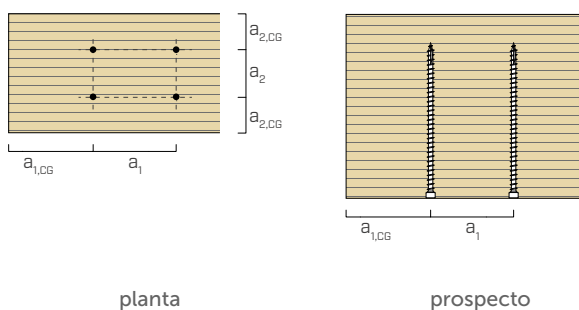


| PARAFUSOS INSERIDOS COM E SEM PRÉ-FURO |              |     |     |    |    |    |
|----------------------------------------|--------------|-----|-----|----|----|----|
|                                        |              | 5,3 | 5,6 | 7  | 9  | 11 |
| $a_1$ [mm]                             | <b>5·d</b>   | 27  | 28  | 35 | 45 | 55 |
| $a_2$ [mm]                             | <b>5·d</b>   | 27  | 28  | 35 | 45 | 55 |
| $a_{2,LIM}^{(3)}$ [mm]                 | <b>2,5·d</b> | 13  | 14  | 18 | 23 | 28 |
| $a_{1,CG}$ [mm]                        | <b>8·d</b>   | 42  | 45  | 56 | 72 | 88 |
| $a_{2,CG}$ [mm]                        | <b>3·d</b>   | 16  | 17  | 21 | 27 | 33 |
| $a_{CROSS}$ [mm]                       | <b>1,5·d</b> | 8   | 8   | 11 | 14 | 17 |

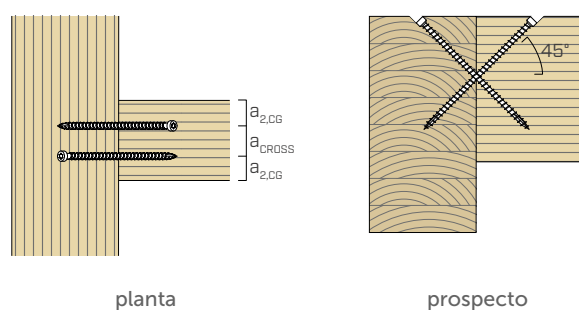
### PARAFUSOS EM TRAÇÃO INSERIDOS COM UM ÂNGULO $\alpha$ EM RELAÇÃO À FIBRA



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



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

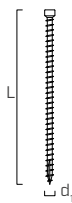
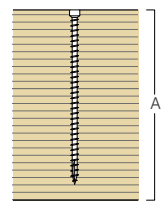
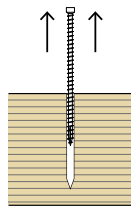
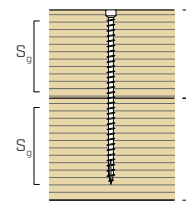
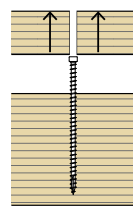
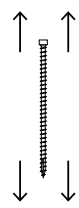


#### NOTAS:

<sup>[2]</sup> As distâncias mínimas para conectores carregados axialmente são independentes do ângulo de inserção do conector e do ângulo da força em relação às fibras segundo ETA-11/0030.

<sup>[3]</sup> A distância axial  $a_2$  pode ser reduzida até 2,5 d, se, para cada conector, mantêm-se uma "superfície de ligação"  $a_1 a_2 = 25 d_1^2$ .

|               |           | TRAÇÃO <sup>(1)</sup>                  |                   |                                    |                                          |                   |                                     |                             |
|---------------|-----------|----------------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| geometria     |           | extração da rosca total <sup>(2)</sup> |                   |                                    | extração da rosca parcial <sup>(2)</sup> |                   |                                     | tração do aço               |
|               |           |                                        |                   |                                    |                                          |                   |                                     |                             |
| $d_1$<br>[mm] | L<br>[mm] | b<br>[mm]                              | $A_{min}$<br>[mm] | sobre madeira<br>$R_{V,k}$<br>[kN] | $S_g$<br>[mm]                            | $A_{min}$<br>[mm] | sobre madeira<br>$R_{ax,k}$<br>[kN] | aço<br>$R_{tens,k}$<br>[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                               |                             |

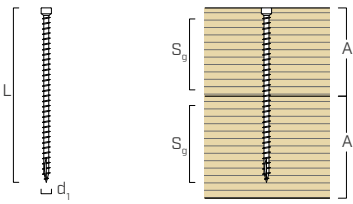
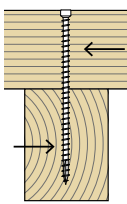
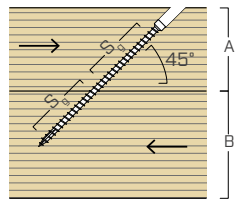
|                                                                                   |           | TRAÇÃO                                                                            |                   |                                                                                   |                                                                                    |                   |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| geometria                                                                         |           | extração da rosca total <sup>(2)</sup>                                            |                   |                                                                                   | extração da rosca parcial <sup>(2)</sup>                                           |                   |                                                                                     | tração do aço                                                                       |
|  |           |  |                   |  |  |                   |  |  |
| $d_1$<br>[mm]                                                                     | L<br>[mm] | b<br>[mm]                                                                         | $A_{min}$<br>[mm] | sobre madeira<br>$R_{V,k}$<br>[kN]                                                | $S_g$<br>[mm]                                                                      | $A_{min}$<br>[mm] | sobre madeira<br>$R_{ax,k}$<br>[kN]                                                 | aço<br>$R_{tens,k}$<br>[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                                                                               |                                                                                     |

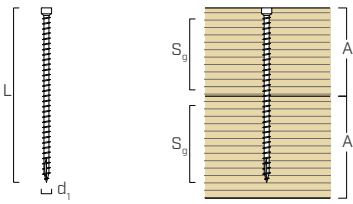
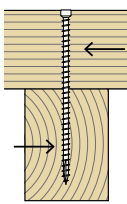
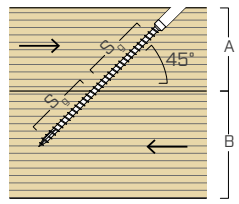
NOTAS:

<sup>(1)</sup> A resistência de projecto do conector é a mínima entre a resistência de projecto do lado da madeira ( $R_{ax,d}$ ) e a resistência de projecto do lado do aço ( $R_{tens,d}$ ).

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

<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 rosca eficaz equivalente a b ou  $S_g$ . Para valores intermédios de  $S_g$ , é possível interpolar linearmente.

|                                                                                   |           |               | CORTE                                                                             |                   | DESLIZAMENTO                                                                        |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| geometria                                                                         |           |               | madeira-madeira                                                                   |                   | madeira - madeira <sup>(3)</sup>                                                    |                   |                   |
|  |           |               |  |                   |  |                   |                   |
| $d_1$<br>[mm]                                                                     | L<br>[mm] | $S_g$<br>[mm] | $A_{min}$<br>[mm]                                                                 | $R_{v,k}$<br>[kN] | $A_{min}$<br>[mm]                                                                   | $B_{min}$<br>[mm] | $R_{v,k}$<br>[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             |

|                                                                                   |           |               | CORTE                                                                             |                   | DESLIZAMENTO                                                                        |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| geometria                                                                         |           |               | madeira-madeira                                                                   |                   | madeira - madeira <sup>(3)</sup>                                                    |                   |                   |
|  |           |               |  |                   |  |                   |                   |
| $d_1$<br>[mm]                                                                     | L<br>[mm] | $S_g$<br>[mm] | $A_{min}$<br>[mm]                                                                 | $R_{v,k}$<br>[kN] | $A_{min}$<br>[mm]                                                                   | $B_{min}$<br>[mm] | $R_{v,k}$<br>[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:

<sup>(3)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um ângulo de 45° entre as fibras e o conector e para um comprimento de rosca eficaz equivalente a  $S_g$ .

#### PRINCÍPIOS GERAIS:

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030.
- Os valores de projecto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:

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

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.
- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ .
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas 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.
- Os valores de extração, corte e deslizamento foram avaliados considerando-se o baricentro do conector posicionado em correspondência com o plano de corte.

LIGAÇÃO AO CORTE COM CONECTORES CRUZADOS

LIGAÇÃO EM ÂNGULO RETO - VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDÁRIA

| $d_1$<br>[mm] | L<br>[mm] | $S_{gHT}^{(1)}$<br>[mm] | $S_{gNT}^{(1)}$<br>[mm] | $B_{HT\ min}$<br>[kN] | $H_{HT\ min} = h_{NT\ min}$<br>[mm] | $b_{NT\ min}$<br>[mm] | n° de pares | $R_{1V,k}^{(2)}$<br>[kN]<br>extração <sup>(4)</sup> | $R_{2V,k}^{(2)}$<br>[kN]<br>instabilidade | $m^{(3)}$<br>[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                                      |                   |

LIGAÇÃO AO CORTE COM CONECTORES CRUZADOS

LIGAÇÃO EM ÂNGULO RETO - VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDÁRIA

| $d_1$<br>[mm] | L<br>[mm] | $S_{gHT}^{(1)}$<br>[mm] | $S_{gNT}^{(1)}$<br>[mm] | $B_{HT\ min}$<br>[kN] | $H_{HT\ min} = h_{NT\ min}$<br>[mm] | $b_{NT\ min}$<br>[mm] | n° de pares | $R_{1V,k}^{(2)}$<br>[kN]<br>extração <sup>(4)</sup> | $R_{2V,k}^{(2)}$<br>[kN]<br>instabilidade | m <sup>(3)</sup><br>[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:

<sup>(1)</sup> Os valores fornecidos são calculados considerando uma distância  $a_{CG} = 5d$ . Em alguns casos, prevê-se a aposição assimétrica dos conectores ( $S_{gHT} \neq S_{gNT}$ ).

<sup>(2)</sup> A resistência de projeto do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da extração ( $R_{1V,d}$ ) e a resistência de projeto à instabilidade ( $R_{2V,d}$ ).

$$R_{V,d} = \min \left\{ \frac{R_{1V,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m}, \frac{R_{2V,k}}{\gamma_{m1}} \right\}$$

<sup>(3)</sup> A quota de montagem (m) é válida em caso de aposição assimétrica dos conectores ( $S_{gHT} = S_{gNT}$ ) em prumo superior aos elementos.

<sup>(4)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um comprimento de rosca eficaz equivalente a  $S_g$ . Os conectores devem ser inseridos a 45° em relação ao plano de corte.

LIGAÇÃO AO CORTE COM CONECTORES CRUZADOS

LIGAÇÃO EM ÂNGULO RETO - VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDÁRIA

| $d_1$<br>[mm] | L<br>[mm]          | $S_{gHT}^{(1)}$<br>[mm] | $S_{gNT}^{(1)}$<br>[mm] | $B_{HT\ min}$<br>[kN] | $H_{HT\ min} = h_{NT\ min}$<br>[mm] | $b_{NT\ min}$<br>[mm] | nº de pares | $R_{1V,k}^{(2)}$<br>[kN]<br>extração <sup>(4)</sup> | $R_{2V,k}^{(2)}$<br>[kN]<br>instabilidade | m <sup>(3)</sup><br>[mm] |
|---------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
| 11            | 225 <sup>(*)</sup> | 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 <sup>(*)</sup> | 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 <sup>(*)</sup> | 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 <sup>(*)</sup> | 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: (\*) para os conectores VGS, ver pág. 182.

NOTAS:

<sup>(1)</sup> Os valores fornecidos são calculados considerando uma distância  $a_{LCG} = 5d$ . Em alguns casos, prevê-se a aposição assimétrica dos conectores ( $S_{gHT} \neq S_{gNT}$ ).

<sup>(2)</sup> A resistência de projeto do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da extração ( $R_{1V,d}$ ) e a resistência de projeto à instabilidade ( $R_{2V,d}$ ).

$$R_{V,d} = \min \left\{ \frac{R_{1V,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m}, \frac{R_{2V,k}}{\gamma_{m1}} \right\}$$

<sup>(3)</sup> A quota de montagem (m) é válida em caso de aposição assimétrica dos conectores ( $S_{gHT} = S_{gNT}$ ) em prumo superior aos elementos.

<sup>(4)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um comprimento de rosca eficaz equivalente a  $S_g$ . Os conectores devem ser inseridos a 45° em relação ao plano de corte.

PRINCÍPIOS GERAIS:

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030.
- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ .
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas à parte.
- Para configurações de cálculo diferentes, está disponível o software MyProject ([www.rothoblaas.pt](http://www.rothoblaas.pt)).

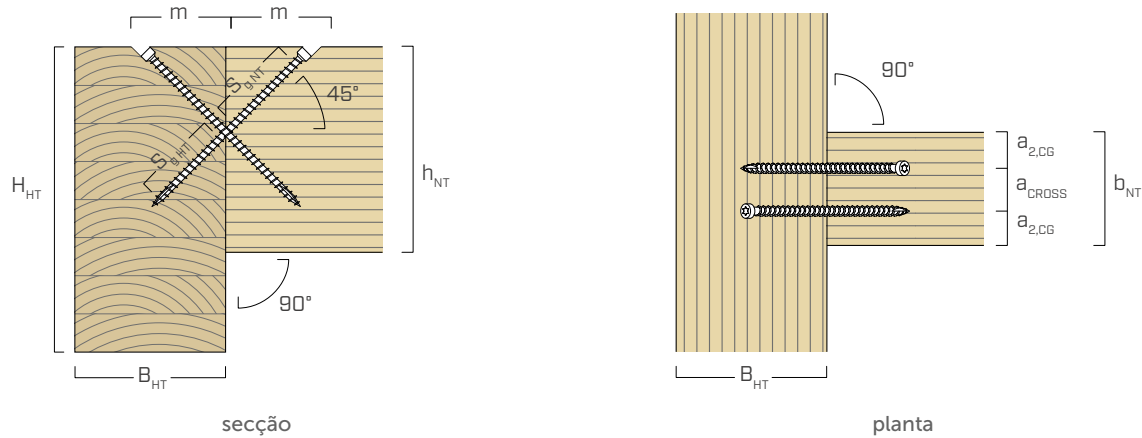
DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS CRUZADOS

|             |      | PARAFUSOS INSERIDOS COM E SEM PRÉ-FURO |     |    |    |    |
|-------------|------|----------------------------------------|-----|----|----|----|
|             |      | 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 |

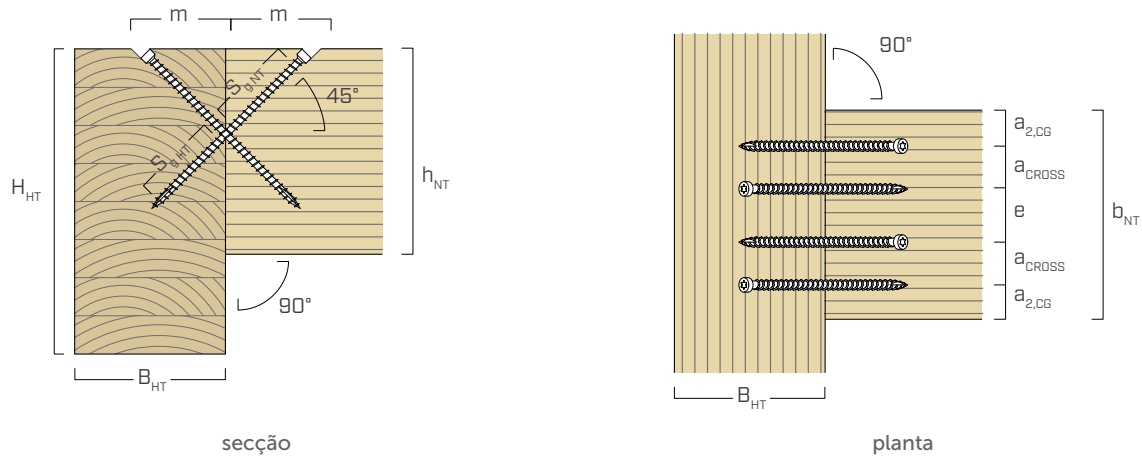
|                  |      | 5,3 | 5,6 | 7   | 9   | 11  |
|------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $d_v$ (pré-furo) | [mm] | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |

Pré-furo aconselhado para conectores Ø11 L = 400 mm

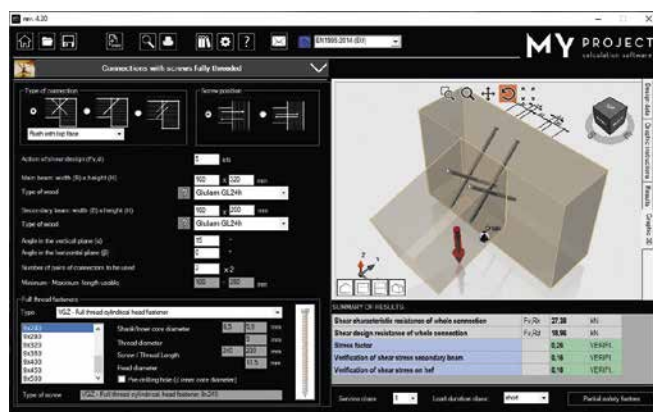
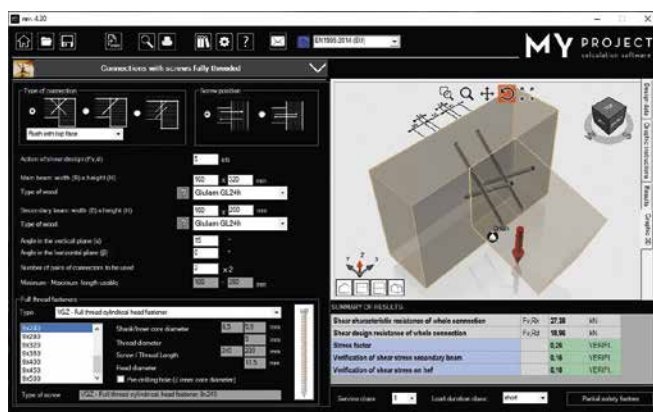
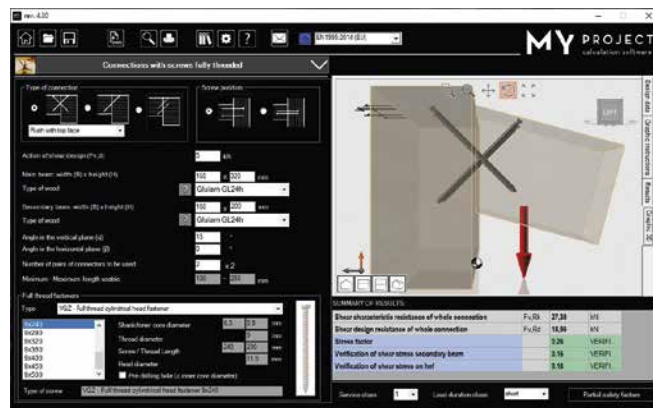
LIGAÇÃO EM CORTE COM CONECTORES CRUZADOS - 1 PAR



LIGAÇÃO EM CORTE COM CONECTORES CRUZADOS - 2 OU MAIS PARES

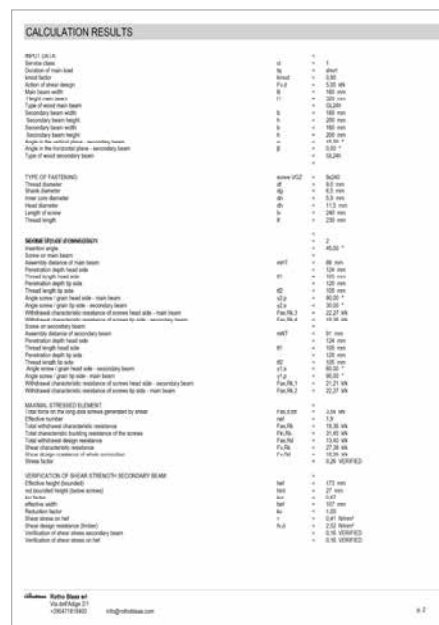
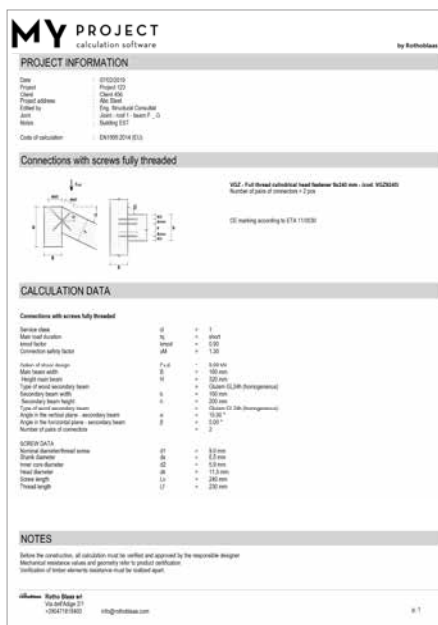


# EXEMPLO DE CÁLCULO: CONEXÃO VIGA PRINCIPAL/SECUNDÁRIA COM PARAFUSOS CRUZADOS VGZ

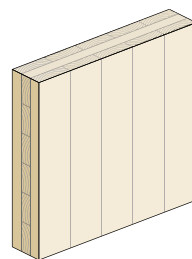
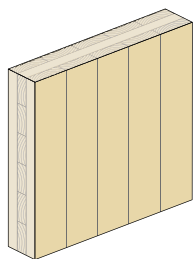


Para configurações de cálculo diferentes, está disponível o software MyProject ([www.rothoblaas.pt](http://www.rothoblaas.pt))

## RELATÓRIO DE CÁLCULO

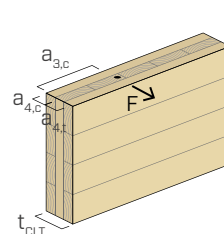
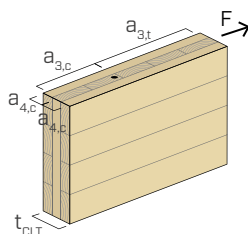
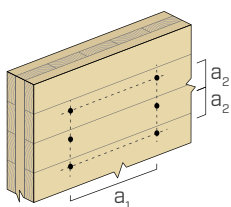
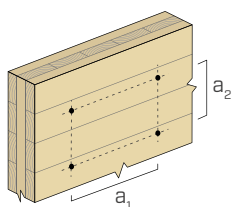
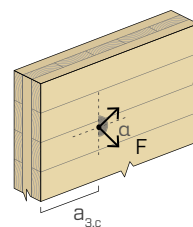
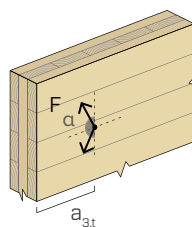
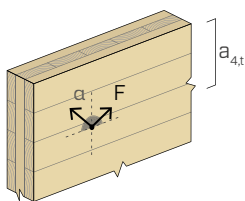
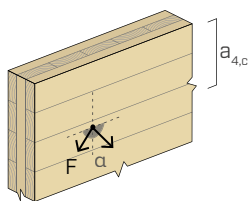


## ■ DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE E CARREGADAS AXIALMENTE | CLT



|                  |      | PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |    |    |    | PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |    |     |     |
|------------------|------|----------------------------------|----|----|----|----------------------------------|----|-----|-----|
|                  |      | lateral face <sup>(1)</sup>      |    |    |    | narrow face <sup>(2)</sup>       |    |     |     |
|                  |      | 7                                | 9  | 11 |    | 7                                | 9  | 11  |     |
| a <sub>1</sub>   | [mm] | 4·d                              | 28 | 36 | 44 | 10·d                             | 70 | 90  | 110 |
| a <sub>2</sub>   | [mm] | 2,5·d                            | 18 | 23 | 28 | 4·d                              | 28 | 36  | 44  |
| a <sub>3,t</sub> | [mm] | 6·d                              | 42 | 54 | 66 | 12·d                             | 84 | 108 | 132 |
| a <sub>3,c</sub> | [mm] | 6·d                              | 42 | 54 | 66 | 7·d                              | 49 | 63  | 77  |
| a <sub>4,t</sub> | [mm] | 6·d                              | 42 | 54 | 66 | 6·d                              | 42 | 54  | 66  |
| a <sub>4,c</sub> | [mm] | 2,5·d                            | 18 | 23 | 28 | 3·d                              | 21 | 27  | 33  |

d = diâmetro nominal do parafuso



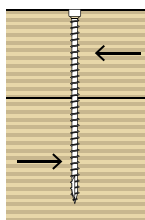
### NOTAS:

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

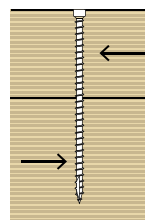
<sup>(1)</sup> Espessura mínima CLT  $t_{min} = 10 \cdot d$

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

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



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



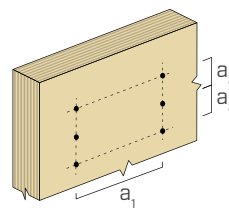
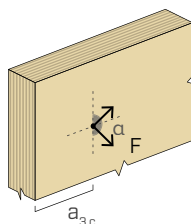
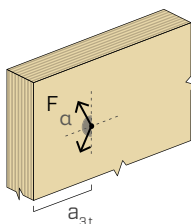
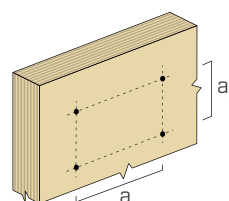
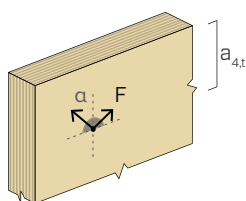
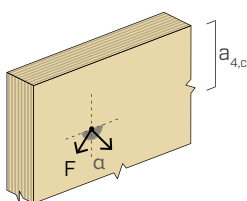
Ângulo entre força e fibras  $\alpha = 90^\circ$

| PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO |      |      |     |    |    |     | PARAFUSOS INSERIDOS COM PRÉ-FURO |     |     |    |    |    |    |
|----------------------------------|------|------|-----|----|----|-----|----------------------------------|-----|-----|----|----|----|----|
|                                  |      | 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 |

| PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |      |      |     |     |     |     | PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |      |     |    |     |     |     |
|----------------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|----------------------------------|------|-----|----|-----|-----|-----|
|                                  |      | 5,3  | 5,6 | 7   | 9   | 11  |                                  | 5,3  | 5,6 | 7  | 9   | 11  |     |
| $a_1$                            | [mm] | 15·d | 80  | 84  | 105 | 135 | 165                              | 7·d  | 37  | 39 | 49  | 63  | 77  |
| $a_2$                            | [mm] | 7·d  | 37  | 39  | 49  | 63  | 77                               | 7·d  | 37  | 39 | 49  | 63  | 77  |
| $a_{3,t}$                        | [mm] | 20·d | 106 | 112 | 140 | 180 | 220                              | 15·d | 80  | 84 | 105 | 135 | 165 |
| $a_{3,c}$                        | [mm] | 15·d | 80  | 84  | 105 | 135 | 165                              | 15·d | 80  | 84 | 105 | 135 | 165 |
| $a_{4,t}$                        | [mm] | 7·d  | 37  | 39  | 49  | 63  | 77                               | 12·d | 64  | 67 | 84  | 108 | 132 |
| $a_{4,c}$                        | [mm] | 7·d  | 37  | 39  | 49  | 63  | 77                               | 7·d  | 37  | 39 | 49  | 63  | 77  |

d = diâmetro nominal do parafuso

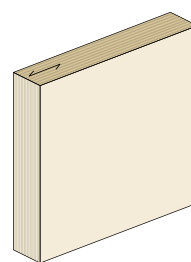
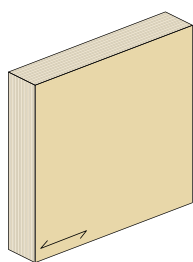


### NOTAS:

- <sup>(1)</sup> As distâncias mínimas são conforme a norma EN 1995:2014 considerando-se uma massa volumica dos elementos de madeira  $\rho_k < 500 \text{ kg/m}^3$ .
- 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.

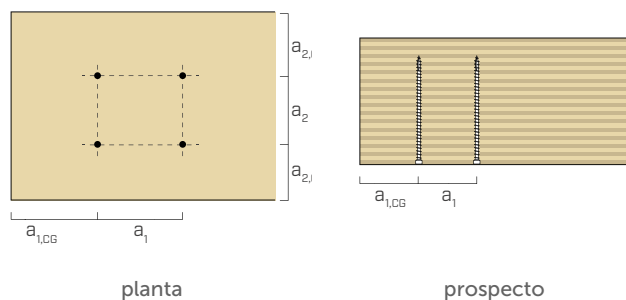
## ■ DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AXIAL | LVL



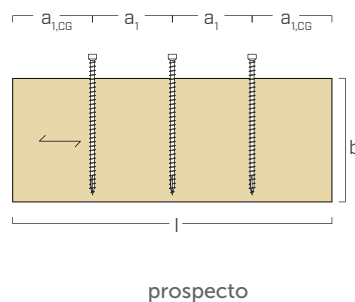
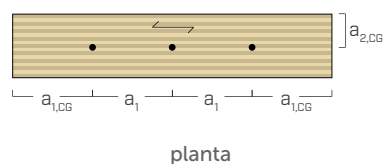
| PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |      |     |    | PARAFUSOS INSERIDOS SEM PRÉ-FURO |      |    |     |
|----------------------------------|------|-----|----|----------------------------------|------|----|-----|
| wide face                        |      |     |    | edge face <sup>(1)</sup>         |      |    |     |
|                                  |      | 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 = diâmetro nominal do parafuso

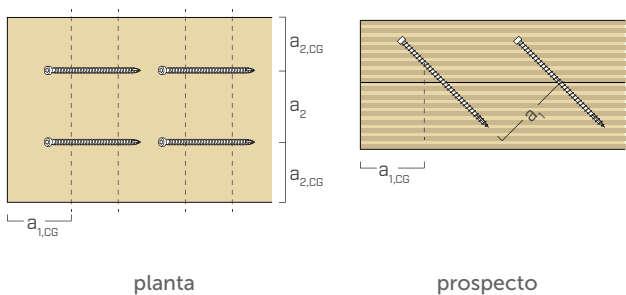
PARAFUSOS INSERIDOS COM UM ÂNGULO  $\alpha = 90^\circ$  EM RELAÇÃO À FIBRA (wide face)



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



PARAFUSOS INSERIDOS COM UM ÂNGULO  $\alpha$  EM RELAÇÃO À FIBRA (wide face)



### 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, de acordo com ETA-11/0030.

• As distâncias mínimas nas ligações wide face são válidas com a utilização de LVL em folhosas paralelas.

| TRAÇÃO <sup>(1)</sup> |                                                        |           |                                                       |                                     |                                                          |                                     |                  |                   |                                     |                             |  |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--|
| geometria             | extração da rosca total <sup>(2)</sup><br>lateral face |           | extração da rosca total <sup>(3)</sup><br>narrow face |                                     | extração da rosca parcial <sup>(2)</sup><br>lateral face |                                     | tração<br>do aço |                   |                                     |                             |  |
|                       |                                                        |           |                                                       |                                     |                                                          |                                     |                  |                   |                                     |                             |  |
| $d_1$<br>[mm]         | L<br>[mm]                                              | b<br>[mm] | $A_{min}$<br>[mm]                                     | sobre madeira<br>$R_{ax,k}$<br>[kN] | $S_g$<br>[mm]                                            | sobre madeira<br>$R_{ax,k}$<br>[kN] | $S_g$<br>[mm]    | $A_{min}$<br>[mm] | sobre madeira<br>$R_{ax,k}$<br>[kN] | aço<br>$R_{tens,k}$<br>[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                               |                             |  |
| 9                     | 340                                                    | 330       | 350                                                   | 27,03                               | 330                                                      | 17,53                               | 155              | 175,00            | 12,69                               | 25,40                       |  |
|                       | 380                                                    | 370       | 390                                                   | 30,30                               | 370                                                      | 19,43                               | 175              | 195,00            | 14,33                               |                             |  |
|                       | 160                                                    | 150       | 170                                                   | 15,80                               | 150                                                      | 10,54                               | 65               | 85,00             | 6,84                                |                             |  |
|                       | 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                               |                             |  |
| 11                    | 400                                                    | 390       | 410                                                   | 41,07                               | 390                                                      | 24,91                               | 185              | 205,00            | 19,48                               | 38,00                       |  |
|                       | 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                               |                             |  |
|                       | 250                                                    | 240       | 260                                                   | 30,89                               | 240                                                      | 18,89                               | 110              | 130,00            | 14,16                               |                             |  |
|                       | 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                               |                             |  |

#### NOTAS:

<sup>(1)</sup> A resistência de projecto do conector é a mínima entre a resistência de projecto do lado da madeira ( $R_{ax,d}$ ) e a resistência de projecto do lado do aço ( $R_{tens,d}$ ).

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

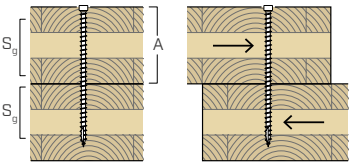
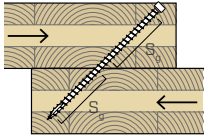
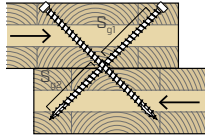
<sup>(2)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um ângulo de 90° entre as fibras e o conector e para um comprimento de rosca eficaz equivalente a b ou  $S_g$ .

Para valores intermédios de  $S_g$ , é possível interpolar linearmente.

<sup>(3)</sup> A resistência axial à extração da rosca é válida para espessuras mínimas do elemento equivalente a  $t_{min} = 10 \cdot d$  e profundidade de penetração mínima do parafuso  $t_{pen} = 10 \cdot d$ .

<sup>(4)</sup> A resistência axial à extração da rosca foi avaliada considerando-se um ângulo de 45° entre as fibras e o conector e para um comprimento de rosca eficaz equivalente a  $S_g$ . É possível obter maiores valores de resistência considerando a orientação das fibras de cada camada do painel.

<sup>(5)</sup> Ver produto pág. 146.

|  | CORTE                                                                             |                   |                   | DESLIZAMENTO <sup>[4]</sup>                                                       |                   |                   |                   |                                                                                     |                  |                                                              |                                                    |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|  | CLT - CLT                                                                         |                   |                   | CLT - CLT                                                                         |                   |                   |                   | CLT - CLT <sup>[5]</sup>                                                            |                  |                                                              |                                                    |
|  |  |                   |                   |  |                   |                   |                   |  |                  |                                                              |                                                    |
|  | $S_g$<br>[mm]                                                                     | $A_{min}$<br>[mm] | $R_{V,k}$<br>[kN] | $S_g$<br>[mm]                                                                     | $A_{min}$<br>[mm] | $B_{min}$<br>[mm] | $R_{V,k}$<br>[kN] | $S_{g1}$<br>[mm]                                                                    | $S_{g2}$<br>[mm] | $R_{1V,k}$ <sup>(1)</sup><br>[kN]<br>extração <sup>(4)</sup> | $R_{2V,k}$ <sup>(1)</sup><br>[kN]<br>instabilidade |
|  | 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                                               |

## PRINCÍPIOS GERAIS:

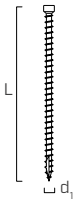
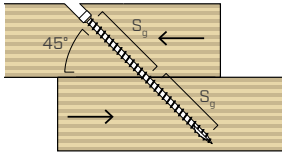
- Os valores característicos são conforme a normativa EN 1995:2014 e especificações nacionais ONORM EN 1995 - Annex K, de acordo com ETA-11/0030.
- Os valores de projecto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:

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

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.

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ .
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas 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.
- Os valores de extração, corte e deslizamento foram avaliados considerando-se o baricentro do conector posicionado em correspondência com o plano de corte.
- Os valores de extração, corte e deslizamento foram avaliados considerando-se o baricentro do conector posicionado em correspondência com o plano de corte.

|                                                                                   |           | DESLIZAMENTO <sup>[5]</sup>                                                        |                          |                          |                                 |                                                       |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|--|
| geometria                                                                         |           | LVL - LVL<br>flat                                                                  |                          |                          |                                 |                                                       |  |
|  |           |  |                          |                          |                                 |                                                       |  |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                            | L<br>[mm] | S <sub>g</sub><br>[mm]                                                             | A <sub>min</sub><br>[mm] | B <sub>min</sub><br>[mm] | LVL<br>R <sub>V,k</sub><br>[kN] | aço<br>R <sub>tens,k 45°</sub> <sup>(6)</sup><br>[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:

<sup>(1)</sup> A resistência de projecto do conector é a mínima entre a resistência de projecto do lado da madeira (R<sub>ax,d</sub>) e a resistência de projecto do lado do aço (R<sub>tens,d</sub>).

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

<sup>(2)</sup> A resistência axial à extração da rosca R<sub>ax,90,flat,k</sub> 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.

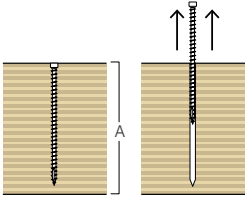
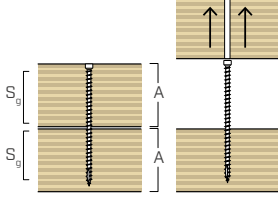
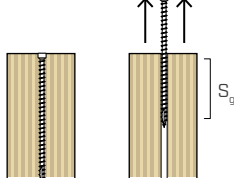
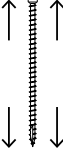
<sup>(3)</sup> A resistência axial à extração da rosca R<sub>ax,90,edge,k</sub> foi avaliada considerando-se um ângulo de 90° entre as fibras e o conector e para um comprimento de cravação igual a b em aplicação com LVL em folhosas paralelas.

<sup>(4)</sup> O comprimento de penetração mínima no lado da ponta S<sub>g,MIN</sub> = 100 mm para conectores VGZ Ø7 e S<sub>g,MIN</sub> = 120 mm para conectores VGZ Ø9.

<sup>(5)</sup> A resistência de projeto ao deslizamento do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da madeira (R<sub>v,d</sub>) e a resistência de projeto do lado do aço (R<sub>tens,d 45°</sub>).

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

<sup>(6)</sup> A resistência à tração do conector foi avaliada considerando-se um ângulo de 45° entre as fibras e o conector.

| TRACÇÃO <sup>(1)</sup>                                                            |                          |                                  |                                                                                   |                          |                                  |                                                                                    |                          |                                  |                                                                                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| extração da rosca total <sup>(2)</sup><br>flat                                    |                          |                                  | extração da rosca parcial <sup>(2)</sup><br>flat                                  |                          |                                  | extração da rosca <sup>(3)</sup><br>edge                                           |                          |                                  | tração<br>do aço                                                                    |  |
|  |                          |                                  |  |                          |                                  |  |                          |                                  |  |  |
| b<br>[mm]                                                                         | A <sub>min</sub><br>[mm] | LVL<br>R <sub>ax,k</sub><br>[kN] | S <sub>g</sub><br>[mm]                                                            | A <sub>min</sub><br>[mm] | LVL<br>R <sub>ax,k</sub><br>[kN] | S <sub>g</sub> <sup>(4)</sup><br>[mm]                                              | t <sub>min</sub><br>[mm] | LVL<br>R <sub>ax,k</sub><br>[kN] | aço<br>R <sub>tens,k</sub><br>[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                            | 25,4                                                                                |  |
| 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                            |                                                                                     |  |

## PRINCÍPIOS GERAIS:

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030.
- Os parâmetros mecânico de resistência à extracção em LVL são obtidos com ensaios experimentais efectuados na Eurofins Expert Services Oy, Espoo, Finland (Report EUFI29-19000819-T1/T2).
- Os valores de projecto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:

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

Os coeficientes  $\gamma_m$  e  $k_{mod}$  devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo.

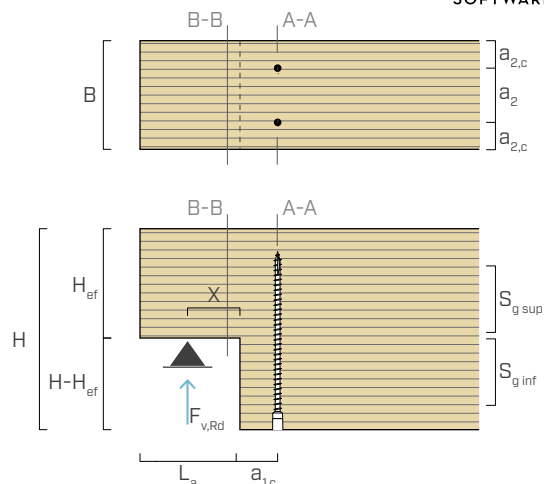
- Para os valores de resistência mecânica e para a geometria dos parafusos, fez-se referência ao que consta da ETA-11/0030.

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$ .
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas à parte.
- Os valores de extração e deslizamento foram avaliados considerando-se o baricentro do conector posicionado em correspondência com o plano de corte.

# EXEMPLOS DE CÁLCULO: REFORÇO DA VIGA ENTALHADA À TRAÇÃO ORTOGONAL ÀS FIBRAS

## DADOS DE PROJECTO

|                                   |                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| B = 200 mm                        | Madeira GL24h ( $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ ) |
| H = 400 mm                        | $F_{v,Rd} = 29,5 \text{ kN}$                    |
| $H_{ef} = 200 \text{ mm}$         | Classe de serviço = 1                           |
| $H_i = H - H_{ef} = 200$          | Duração da carga = média                        |
| $i_a = 0$ (inclinação do entalhe) | $L_a = 150 \text{ mm}$                          |



## VERIFICAÇÃO DA TENSÃO AO CORTE - VIGA SEM REFORÇO - Secção A-A (EN 1995:2014): $\sigma_d \leq k_v \cdot f_{v,d}$

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

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

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

### EN 1995:2014

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

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

**verificação não satisfeita**  
**NECESSIDADE DE REFORÇO**

### Itália - NTC 2018

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

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

**verificação não satisfeita**  
**NECESSIDADE DE REFORÇO**

## VERIFICAÇÃO DA TENSÃO AO CORTE - Secção B-B (EN 1995:2014): $\sigma_d \leq f_{v,d}$

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

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

### EN 1995:2014

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

**verificação satisfeita**

### Itália - NTC 2018

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

**verificação satisfeita**

## REFORÇO DA SECÇÃO A-A - CÁLCULO DA TENSÃO DE TRAÇÃO ORTOGONAL ÀS FIBRAS (DIN 1052:2008)

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

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

## ESCOLHA DO CONECTOR DE REFORÇO

VGZ 9 x 360 mm

$S_{g \text{ sup}} = 165 \text{ mm}$

$S_{g \text{ inf}} = 165 \text{ mm}$

Para otimizar a sua resistência, o conector deve ser posicionado com o baricentro em correspondência com a possível linha de fissuração.

## CÁLCULO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DO CONECTOR [EN 1995:2014 e ETA-11/0030]

$$R_{ax,Rd} = \min \left\{ \frac{R_{ax,a,Rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_m}, \frac{R_{tens,k}}{\gamma_{m2}} \right\}$$

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

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

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

As resistências à tração dos conectores aqui calculadas constam da tabela da pág. 140.

As distâncias mínimas para o posicionamento dos conectores constam da tabela da pág. 139.

### EN 1995:2014

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

$$\gamma_m = 1,3$$

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

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

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

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

### Itália - NTC 2018

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

$$\gamma_m = 1,5$$

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

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

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

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

### NÚMERO MÍNIMO DE CONECTORES

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

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

Supõem-se 2 conectores  $n_{ef,ax} 2^{0,9} = 1,87$

### RESISTÊNCIA À TRAÇÃO ORTOGONAL DA LIGAÇÃO

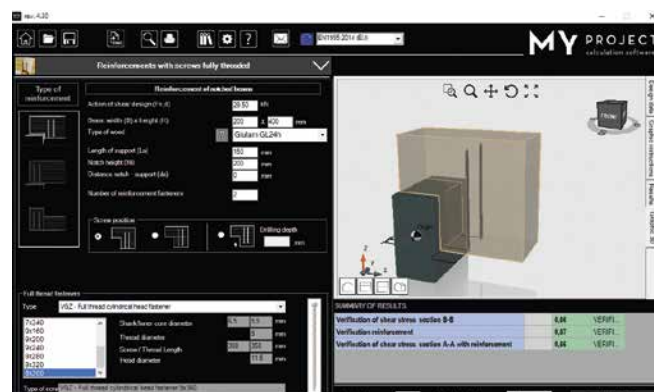
$$R_{ax,Rd} = 1,87 \cdot 12,98 = 24,27 \text{ kN}$$

>

$$19,18 \text{ kN OK}$$

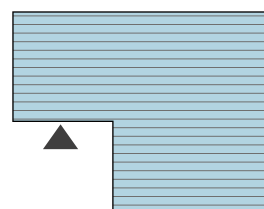
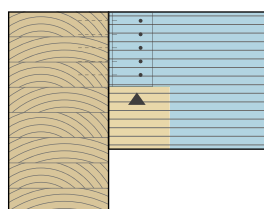
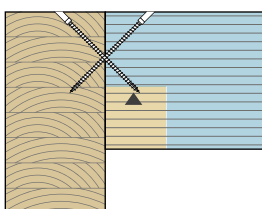
$$R_{ax,Rd} = 1,87 \cdot 11,25 = 21,04 \text{ kN}$$

$$19,18 \text{ kN OK}$$

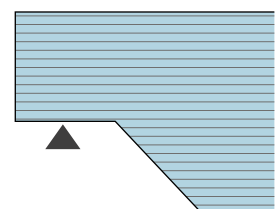


Para configurações de cálculo diferentes, está disponível o software MyProject ([www.rothoblaas.pt](http://www.rothoblaas.pt)).

### EXEMPLOS DE JUNCÕES QUE NECESSITAM DE VERIFICAÇÃO DA TRAÇÃO ORTOGONAL E DE UM EVENTUAL REFORÇO



$$i_a = 0$$



$$i_a > 0$$