

## TORNILLO DE CABEZA REDONDA PARA PLACAS

### TORNILLO PARA PLACAS PERFORADAS

Bajo cabeza cilíndrica concebido para la fijación de elementos metálicos. El efecto de encastre con el agujero de la placa garantiza excelentes prestaciones estáticas.

### ESTÁTICA

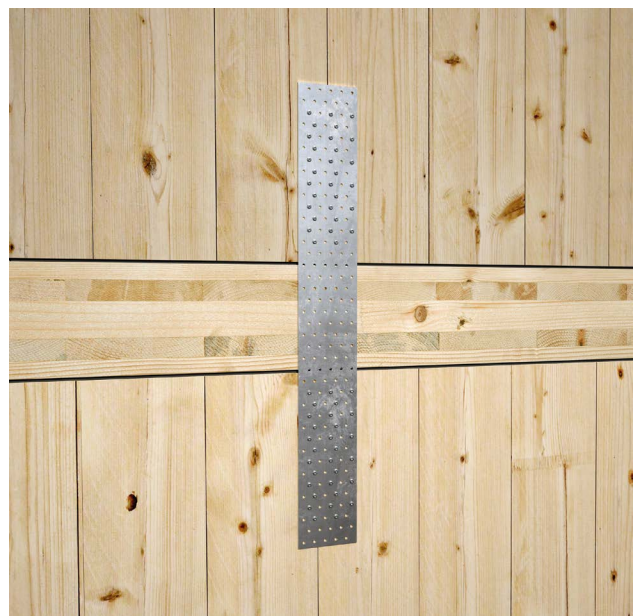
Calculable de acuerdo con Eurocódigo 5 en la condición de uniones acero-madera con placa gruesa, también con elementos metálicos delgados. Excelentes valores de resistencia al corte.

### MADERAS DE NUEVA GENERACIÓN

Ensayado y certificado para su uso en una gran variedad de maderas ingenierizadas, como CLT, GL, LVL, OSB y Beech LVL. La versión LBS5 hasta una longitud de 40 mm está homologada completamente sin pre-agujero en Beech LVL.

### DUCTILIDAD

Excelente comportamiento de ductilidad destacado por los ensayos cíclicos SEISMIC-REV según EN 12512.



DIÁMETRO [mm]

3,5 ☒ 5 ☐ 7 ☐ 12

LONGITUD [mm]

25 ☒ 100 ☐ 200

CLASE DE SERVICIO

☒ SC1 ☒ SC2

CORROSIVIDAD ATMOSFÉRICA

☒ C1 ☒ C2

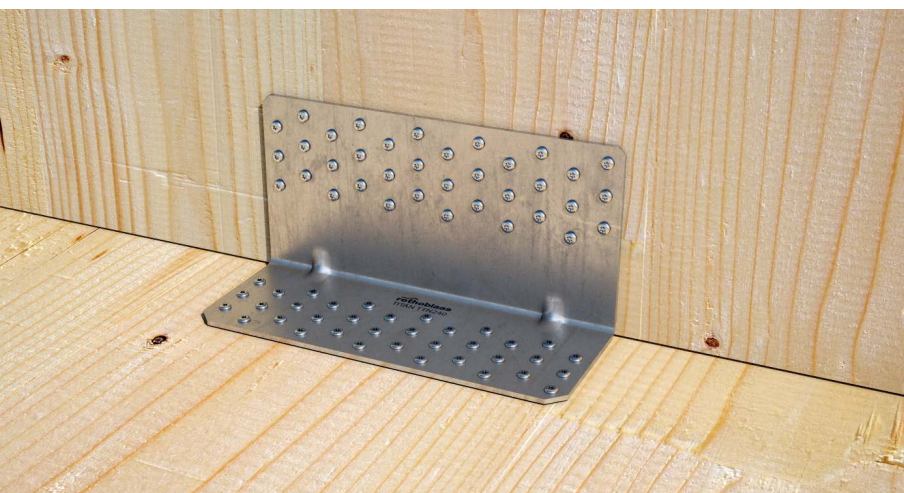
CORROSIVIDAD DE LA MADERA

☒ T1 ☒ T2

MATERIAL

**Zn**  
ELECTRO  
PLATED

acero al carbono electrogalvanizado



## CAMPOS DE APLICACIÓN

- paneles de madera
- madera maciza
- madera laminada
- CLT y LVL
- maderas de alta densidad

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| $d_1$<br>[mm] | CÓDIGO  | L<br>[mm] | b<br>[mm] | unid. |
|---------------|---------|-----------|-----------|-------|
| 5<br>TX 20    | LBS525  | 25        | 21        | 500   |
|               | LBS540  | 40        | 36        | 500   |
|               | LBS550  | 50        | 46        | 200   |
|               | LBS560  | 60        | 56        | 200   |
|               | LBS570  | 70        | 66        | 200   |
| 7<br>TX 30    | LBS760  | 60        | 55        | 100   |
|               | LBS780  | 80        | 75        | 100   |
|               | LBS7100 | 100       | 95        | 100   |

## LBS HARDWOOD EVO

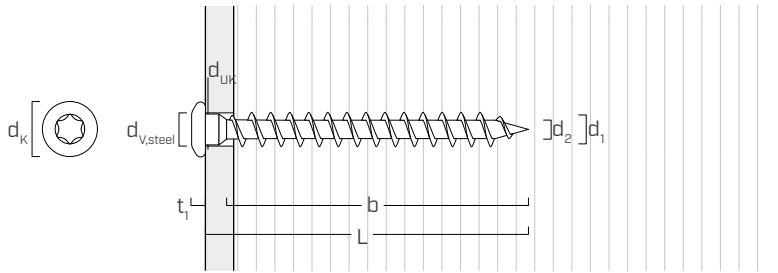
TORNILLO DE CABEZA REDONDA PARA PLACAS EN MADERAS DURAS



|               |    |    |     |     |
|---------------|----|----|-----|-----|
| DIÁMETRO [mm] | 3  | 5  | 7   | 12  |
| LONGITUD [mm] | 25 | 60 | 200 | 200 |

También disponible en la versión LBS HARDWOOD EVO, L de 80 a 200 mm, diámetro Ø5 y Ø7 mm, descúbrelo en la página. 244.

## GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS



### GEOMETRÍA

| Diámetro nominal                                  | $d_1$         | [mm] | 5       | 7       |
|---------------------------------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Diámetro cabeza                                   | $d_K$         | [mm] | 7,80    | 11,00   |
| Diámetro núcleo                                   | $d_2$         | [mm] | 3,00    | 4,40    |
| Diámetro bajo cabeza                              | $d_{UK}$      | [mm] | 4,90    | 7,00    |
| Espesor cabeza                                    | $t_1$         | [mm] | 2,40    | 3,50    |
| Diámetro del agujero aconsejado en placa de acero | $d_{V,steel}$ | [mm] | 5,0÷5,5 | 7,5÷8,0 |
| Diámetro pre-agujero <sup>(1)</sup>               | $d_{V,S}$     | [mm] | 3,0     | 4,0     |
| Diámetro pre-agujero <sup>(2)</sup>               | $d_{V,H}$     | [mm] | 3,5     | 5,0     |

(1) Pre-agujero válido para madera de conífera (softwood).  
(2) Pre-agujero válido para maderas duras (hardwood) y para LVL de madera de haya.

### PARÁMETROS MECÁNICOS CARACTERÍSTICOS

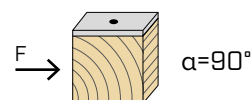
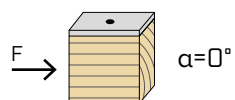
| Diámetro nominal             | $d_1$        | [mm] | 5   | 7    |
|------------------------------|--------------|------|-----|------|
| Resistencia a la tracción    | $f_{tens,k}$ | [kN] | 7,9 | 15,4 |
| Momento de esfuerzo plástico | $M_{y,k}$    | [Nm] | 5,4 | 14,2 |

|                                                      |              |                      | madera de conífera (softwood) | LVL de conífera (LVL softwood) | LVL de haya pre-perforada (beech LVL predrilled) | LVL de haya <sup>(3)</sup> (beech LVL) |
|------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Parámetro característico de resistencia a extracción | $f_{ax,k}$   | [N/mm <sup>2</sup> ] | 11,7                          | 15,0                           | 29,0                                             | 42,0                                   |
| Parámetro característico de penetración de la cabeza | $f_{head,k}$ | [N/mm <sup>2</sup> ] | 10,5                          | 20,0                           | -                                                | -                                      |
| Densidad asociada                                    | $\rho_a$     | [kg/m <sup>3</sup> ] | 350                           | 500                            | 730                                              | 730                                    |
| Densidad de cálculo                                  | $\rho_k$     | [kg/m <sup>3</sup> ] | ≤ 440                         | 410 ÷ 550                      | 590 ÷ 750                                        | 590 ÷ 750                              |

(3) Válido para  $d_1 = 5$  mm y  $l_{ef} \leq 34$  mm.  
Para aplicaciones con materiales diferentes consultar ETA-11/0030.

## ■ DISTANCIA MÍNIMA PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE | ACERO-MADERA

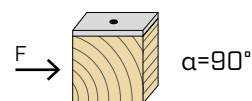
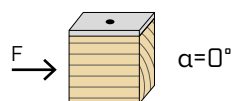
tornillos insertados **SIN** pre-agujero  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$



| $d_1$     | [mm] | 5                  | 7  |
|-----------|------|--------------------|----|
| $a_1$     | [mm] | $12 \cdot d - 0,7$ | 42 |
| $a_2$     | [mm] | $5 \cdot d - 0,7$  | 18 |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $15 \cdot d$       | 75 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $10 \cdot d$       | 50 |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $5 \cdot d$        | 25 |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $5 \cdot d$        | 25 |

| $d_1$     | [mm] | 5                 | 7  |
|-----------|------|-------------------|----|
| $a_1$     | [mm] | $5 \cdot d - 0,7$ | 18 |
| $a_2$     | [mm] | $5 \cdot d - 0,7$ | 18 |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $10 \cdot d$      | 50 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $10 \cdot d$      | 50 |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $10 \cdot d$      | 50 |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $5 \cdot d$       | 25 |

tornillos insertados **CON** pre-agujero



| $d_1$     | [mm] | 5                 | 7  |
|-----------|------|-------------------|----|
| $a_1$     | [mm] | $5 \cdot d - 0,7$ | 18 |
| $a_2$     | [mm] | $3 \cdot d - 0,7$ | 11 |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $12 \cdot d$      | 60 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $7 \cdot d$       | 35 |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $3 \cdot d$       | 15 |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $3 \cdot d$       | 15 |

| $d_1$     | [mm] | 5                 | 7  |
|-----------|------|-------------------|----|
| $a_1$     | [mm] | $4 \cdot d - 0,7$ | 14 |
| $a_2$     | [mm] | $4 \cdot d - 0,7$ | 14 |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $7 \cdot d$       | 35 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $7 \cdot d$       | 35 |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $7 \cdot d$       | 35 |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $3 \cdot d$       | 15 |

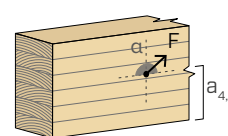
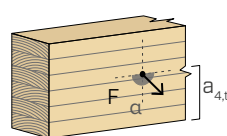
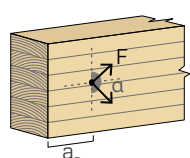
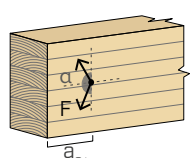
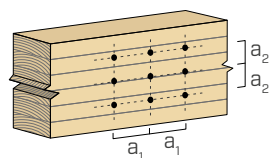
$\alpha$  = ángulo entre fuerza y fibras  
 $d$  =  $d_1$  = diámetro nominal tornillo

extremidad solicitada  
 $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$

extremidad descargada  
 $90^\circ < \alpha < 270^\circ$

borde solicitado  
 $0^\circ < \alpha < 180^\circ$

borde descargado  
 $180^\circ < \alpha < 360^\circ$



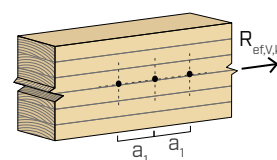
### NOTAS

- Las distancias mínimas están en línea con la norma EN 1995:2014 conforme con ETA-11/0030.
- En el caso de unión madera-madera las separaciones mínimas ( $a_1$ ,  $a_2$ ) tienen que ser multiplicadas por un factor de 1,5.
- En el caso de uniones con elementos de abeto de Douglas (Pseudotsuga menziesii), las separaciones y distancias mínimas paralelas a la fibra deben multiplicarse por un coeficiente 1,5.

## ■ NÚMERO EFICAZ PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE

La capacidad portante de una conexión realizada con varios tornillos, todos del mismo tipo y tamaño, puede ser inferior a la suma de las capacidades portantes de cada conector. Para una fila de  $n$  tornillos dispuestos paralelamente a la dirección de la fibra a una distancia  $a_1$ , la capacidad portante característica eficaz es igual a:

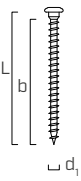
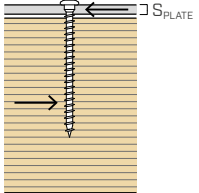
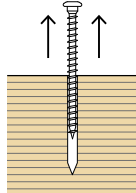
$$R_{ef,V,k} = n_{ef} \cdot R_{V,k}$$



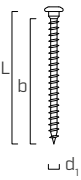
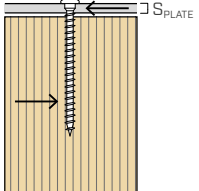
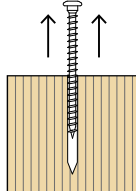
El valor de  $n_{ef}$  se indica en la siguiente tabla en función de  $n$  y de  $a_1$ .

| $n$ |   | $a_1^{(*)}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
|-----|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|     |   | 4·d         | 5·d  | 6·d  | 7·d  | 8·d  | 9·d  | 10·d | 11·d | 12·d | ≥ 14·d |
| 2   | 2 | 1,41        | 1,48 | 1,55 | 1,62 | 1,68 | 1,74 | 1,80 | 1,85 | 1,90 | 2,00   |
|     | 3 | 1,73        | 1,86 | 2,01 | 2,16 | 2,28 | 2,41 | 2,54 | 2,65 | 2,76 | 3,00   |
|     | 4 | 2,00        | 2,19 | 2,41 | 2,64 | 2,83 | 3,03 | 3,25 | 3,42 | 3,61 | 4,00   |
|     | 5 | 2,24        | 2,49 | 2,77 | 3,09 | 3,34 | 3,62 | 3,93 | 4,17 | 4,43 | 5,00   |

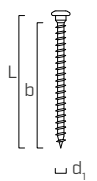
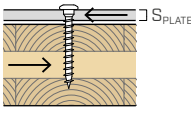
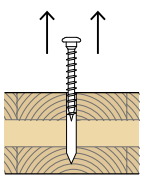
(\*) Para valores intermedios de  $a_1$  se puede interpolar de forma lineal.

| geometría                                                                         |           |           | CORTE<br>acero - madera<br>$\varepsilon=90^\circ$                                 |        |        |        |        |         |         |      | TRACCIÓN<br>extracción de la rosca<br>$\varepsilon=90^\circ$                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |           |           |  |        |        |        |        |         |         |      |  |
| $d_1$<br>[mm]                                                                     | L<br>[mm] | b<br>[mm] | $R_{V,90,k}$<br>[kN]                                                              |        |        |        |        |         |         |      | $R_{ax,90,k}$<br>[kN]                                                               |
| $S_{PLATE}$                                                                       |           |           | 1,5 mm                                                                            | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -    |                                                                                     |
| 5                                                                                 | 25        | 21        | 1,59                                                                              | 1,58   | 1,56   | -      | -      | -       | -       | 1,33 |                                                                                     |
|                                                                                   | 40        | 36        | 2,24                                                                              | 2,24   | 2,24   | 2,24   | 2,23   | 2,18    | 2,13    | 2,27 |                                                                                     |
|                                                                                   | 50        | 46        | 2,39                                                                              | 2,39   | 2,39   | 2,39   | 2,39   | 2,38    | 2,36    | 2,90 |                                                                                     |
|                                                                                   | 60        | 56        | 2,55                                                                              | 2,55   | 2,55   | 2,55   | 2,55   | 2,54    | 2,52    | 3,54 |                                                                                     |
|                                                                                   | 70        | 66        | 2,71                                                                              | 2,71   | 2,71   | 2,71   | 2,71   | 2,69    | 2,68    | 4,17 |                                                                                     |
| $S_{PLATE}$                                                                       |           |           | 3,0 mm                                                                            | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -    |                                                                                     |
| 7                                                                                 | 60        | 55        | 2,81                                                                              | 2,98   | 3,37   | 3,80   | 4,18   | 4,05    | 3,92    | 4,86 |                                                                                     |
|                                                                                   | 80        | 75        | 3,80                                                                              | 3,88   | 4,13   | 4,40   | 4,63   | 4,59    | 4,55    | 6,63 |                                                                                     |
|                                                                                   | 100       | 95        | 4,25                                                                              | 4,38   | 4,63   | 4,87   | 5,08   | 5,03    | 4,99    | 8,40 |                                                                                     |

$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

| geometría                                                                           |           |           | CORTE<br>acero - madera<br>$\varepsilon=0^\circ$                                    |        |        |        |        |         |         |      | TRACCIÓN<br>extracción de la rosca<br>$\varepsilon=0^\circ$                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |           |           |  |        |        |        |        |         |         |      |  |
| $d_1$<br>[mm]                                                                       | L<br>[mm] | b<br>[mm] | $R_{V,0,k}$<br>[kN]                                                                 |        |        |        |        |         |         |      | $R_{ax,0,k}$<br>[kN]                                                                  |
| $S_{PLATE}$                                                                         |           |           | 1,5 mm                                                                              | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -    |                                                                                       |
| 5                                                                                   | 25        | 21        | 0,77                                                                                | 0,77   | 0,77   | 0,76   | 0,76   | 0,75    | 0,74    | 0,40 |                                                                                       |
|                                                                                     | 40        | 36        | 0,98                                                                                | 0,98   | 0,97   | 0,96   | 0,95   | 0,94    | 0,92    | 0,68 |                                                                                       |
|                                                                                     | 50        | 46        | 1,15                                                                                | 1,15   | 1,14   | 1,13   | 1,12   | 1,10    | 1,09    | 0,87 |                                                                                       |
|                                                                                     | 60        | 56        | 1,32                                                                                | 1,32   | 1,32   | 1,32   | 1,30   | 1,28    | 1,27    | 1,06 |                                                                                       |
|                                                                                     | 70        | 66        | 1,37                                                                                | 1,37   | 1,37   | 1,37   | 1,37   | 1,36    | 1,36    | 1,25 |                                                                                       |
| $S_{PLATE}$                                                                         |           |           | 3,0 mm                                                                              | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -    |                                                                                       |
| 7                                                                                   | 60        | 55        | 1,12                                                                                | 1,21   | 1,41   | 1,60   | 1,77   | 1,73    | 1,69    | 1,46 |                                                                                       |
|                                                                                     | 80        | 75        | 1,52                                                                                | 1,61   | 1,83   | 2,04   | 2,22   | 2,17    | 2,13    | 1,99 |                                                                                       |
|                                                                                     | 100       | 95        | 1,91                                                                                | 1,99   | 2,17   | 2,35   | 2,53   | 2,52    | 2,51    | 2,52 |                                                                                       |

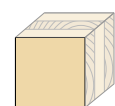
$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

| geometría                                                                         |           |           | CORTE<br>acero-CLT<br>lateral face                                                |        |        |        |        |         |         |      | TRACCIÓN<br>extracción de la rosca<br>lateral face                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |           |           |  |        |        |        |        |         |         |      |  |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                            | L<br>[mm] | b<br>[mm] | R <sub>V,90,k</sub><br>[kN]                                                       |        |        |        |        |         |         |      | R <sub>ax,90,k</sub><br>[kN]                                                        |
| S <sub>PLATE</sub>                                                                |           |           | 1,5 mm                                                                            | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -    |                                                                                     |
| 5                                                                                 | 25        | 21        | 1,48                                                                              | 1,47   | 1,45   | 1,44   | 1,42   | 1,38    | 1,35    | 1,23 |                                                                                     |
|                                                                                   | 40        | 36        | 2,12                                                                              | 2,12   | 2,10   | 2,09   | 2,05   | 2,01    | 1,96    | 2,11 |                                                                                     |
|                                                                                   | 50        | 46        | 2,26                                                                              | 2,26   | 2,26   | 2,26   | 2,26   | 2,25    | 2,23    | 2,69 |                                                                                     |
|                                                                                   | 60        | 56        | 2,41                                                                              | 2,41   | 2,41   | 2,41   | 2,41   | 2,39    | 2,38    | 3,28 |                                                                                     |
|                                                                                   | 70        | 66        | 2,56                                                                              | 2,56   | 2,56   | 2,56   | 2,56   | 2,54    | 2,53    | 3,86 |                                                                                     |
| S <sub>PLATE</sub>                                                                |           |           | 3,0 mm                                                                            | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -    |                                                                                     |
| 7                                                                                 | 60        | 55        | 2,55                                                                              | 2,77   | 3,13   | 3,53   | 3,86   | 3,74    | 3,62    | 4,50 |                                                                                     |
|                                                                                   | 80        | 75        | 3,45                                                                              | 3,59   | 3,82   | 4,10   | 4,38   | 4,33    | 4,29    | 6,14 |                                                                                     |
|                                                                                   | 100       | 95        | 4,00                                                                              | 4,12   | 4,36   | 4,58   | 4,79   | 4,74    | 4,70    | 7,78 |                                                                                     |

NOTAS y PRINCIPIOS GENERALES en la página 233.

## ■ DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE Y CARGADOS AXIALMENTE | CLT

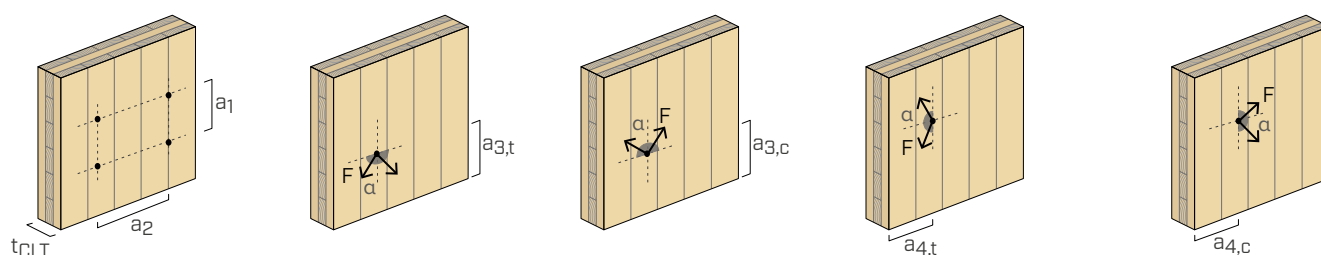
● tornillos insertados SIN pre-agujero



lateral face

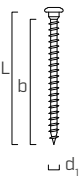
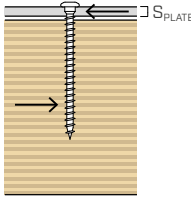
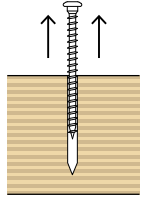
| d <sub>1</sub><br>[mm]   |       | 5  | 7  |
|--------------------------|-------|----|----|
| a <sub>1</sub><br>[mm]   | 4·d   | 20 | 28 |
| a <sub>2</sub><br>[mm]   | 2,5·d | 13 | 18 |
| a <sub>3,t</sub><br>[mm] | 6·d   | 30 | 42 |
| a <sub>3,c</sub><br>[mm] | 6·d   | 30 | 42 |
| a <sub>4,t</sub><br>[mm] | 6·d   | 30 | 42 |
| a <sub>4,c</sub><br>[mm] | 2,5·d | 13 | 18 |

d = d<sub>1</sub> = diámetro nominal tornillo



### NOTAS

- Las distancias mínimas se ajustan a ETA-11/0030 y deben considerarse válidas si no se especifica lo contrario en los documentos técnicos de los paneles CLT.
- Las distancias mínimas son válidas para espesor mínimo de CLT  $t_{CLT,min} = 10 \cdot d_1$ .

| geometría                                                                         |     |    | CORTE                                                                             |        |        |        |        |         |         |      | TRACCIÓN                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |     |    | acero-LVL                                                                         |        |        |        |        |         |         |      | extracción de la rosca flat                                                         |
|  |     |    |  |        |        |        |        |         |         |      |  |
| d <sub>1</sub>                                                                    | L   | b  | R <sub>v,90,k</sub><br>[kN]                                                       |        |        |        |        |         |         |      | R <sub>ax,90,k</sub><br>[kN]                                                        |
| S <sub>PLATE</sub>                                                                |     |    | 1,5 mm                                                                            | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -    |                                                                                     |
| 5                                                                                 | 25  | 21 | 1,59                                                                              | 1,58   | 1,56   | -      | -      | -       | -       | 1,33 |                                                                                     |
|                                                                                   | 40  | 36 | 2,24                                                                              | 2,24   | 2,24   | 2,24   | 2,23   | 2,18    | 2,13    | 2,27 |                                                                                     |
|                                                                                   | 50  | 46 | 2,39                                                                              | 2,39   | 2,39   | 2,39   | 2,39   | 2,38    | 2,36    | 2,90 |                                                                                     |
|                                                                                   | 60  | 56 | 2,55                                                                              | 2,55   | 2,55   | 2,55   | 2,55   | 2,54    | 2,52    | 3,54 |                                                                                     |
|                                                                                   | 70  | 66 | 2,71                                                                              | 2,71   | 2,71   | 2,71   | 2,71   | 2,69    | 2,68    | 4,17 |                                                                                     |
| S <sub>PLATE</sub>                                                                |     |    | 3,0 mm                                                                            | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -    |                                                                                     |
| 7                                                                                 | 60  | 55 | 2,81                                                                              | 2,98   | 3,37   | 3,80   | 4,18   | 4,05    | 3,92    | 4,86 |                                                                                     |
|                                                                                   | 80  | 75 | 3,80                                                                              | 3,88   | 4,13   | 4,40   | 4,63   | 4,59    | 4,55    | 6,63 |                                                                                     |
|                                                                                   | 100 | 95 | 4,25                                                                              | 4,38   | 4,63   | 4,87   | 5,08   | 5,03    | 4,99    | 8,40 |                                                                                     |

## VALORES ESTÁTICOS

### PRINCIPIOS GENERALES

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

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

Los coeficientes  $\gamma_M$  y  $k_{mod}$  se deben tomar de acuerdo con la normativa vigente utilizada para el cálculo.

- Para los valores de resistencia mecánica y para la geometría de los tornillos se han tomado como referencia las indicaciones de ETA-11/0030.
- El dimensionamiento y el cálculo de los elementos de madera y de las placas de acero deben efectuarse por separado.
- Las resistencias características al corte se evalúan para tornillos insertados sin pre-agujero; en caso de tornillos insertados con pre-agujero, se pueden obtener valores de resistencia superiores.
- Los tornillos deben colocarse con respecto a las distancias mínimas.
- Las resistencias características a la extracción de la rosca se han evaluado considerando una longitud de penetración igual a b.
- Las resistencias características al corte para tornillos LBS Ø5 se evalúan para placas con espesor = S<sub>PLATE</sub> considerando siempre el caso de placa gruesa de acuerdo con ETA-11/0030 (S<sub>PLATE</sub> ≥ 1,5 mm).
- Las resistencias características al corte para tornillos LBS Ø7 se evalúan para placas con espesor = S<sub>PLATE</sub> considerando los casos de placa fina (S<sub>PLATE</sub> ≤ 3,5 mm), intermedia (3,5 mm < S<sub>PLATE</sub> < 7,0 mm) o gruesa (S<sub>PLATE</sub> ≥ 7 mm).
- En el caso de sollicitación combinada de corte y tracción tiene que ser satisfactoria la siguiente verificación:

$$\left(\frac{F_{v,d}}{R_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}}\right)^2 \leq 1$$

- En el caso de conexiones acero-madera con placa gruesa, es necesario evaluar los efectos relacionados con la deformación de la madera e instalar los conectores siguiendo las instrucciones de montaje.

### NOTAS | MADERA

- Las resistencias características al corte acero-madera se han evaluado considerando tanto un ángulo ε de 90° (R<sub>v,90,k</sub>) como de 0° (R<sub>v,0,k</sub>) entre las fibras del elemento de madera y el conector.
- Las resistencias características a corte madera-madera se indican en la página 237.

- Las resistencias características a la extracción de la rosca se han evaluado considerando tanto un ángulo ε de 90° (R<sub>ax,90,k</sub>) como de 0° (R<sub>ax,0,k</sub>) entre las fibras y el conector.
- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de madera equivalente a  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ . Para valores de  $\rho_k$  diferentes, las resistencias indicadas en las tablas (corte madera-madera, corte acero-madera y tracción) pueden convertirse mediante el coeficiente  $k_{dens}$ :

$$R'_{v,k} = k_{dens,v} \cdot R_{v,k}$$

$$R'_{ax,k} = k_{dens,ax} \cdot R_{ax,k}$$

| ρ <sub>k</sub><br>[kg/m <sup>3</sup> ] | 350  | 380  | <b>385</b> | 405   | 425   | 430   | 440   |
|----------------------------------------|------|------|------------|-------|-------|-------|-------|
| C-GL                                   | C24  | C30  | GL24h      | GL26h | GL28h | GL30h | GL32h |
| k <sub>dens,v</sub>                    | 0,90 | 0,98 | 1,00       | 1,02  | 1,05  | 1,05  | 1,07  |
| k <sub>dens,ax</sub>                   | 0,92 | 0,98 | 1,00       | 1,04  | 1,08  | 1,09  | 1,11  |

Los valores de resistencia determinados de esta manera pueden diferir, en favor de la seguridad, de los obtenidos mediante un cálculo exacto.

### NOTAS | CLT

- Los valores característicos son según las especificaciones austriacas ÖNORM EN 1995 - Anexo K.
- En la fase de cálculo se ha considerado una densidad para los elementos de CLT de  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ .
- Las resistencias características al corte se evalúan considerando una longitud de penetración mínima del tornillo igual a 4·d<sub>1</sub>.
- La resistencia característica al corte es independiente de la dirección de la fibra de la capa externa de los paneles de CLT.
- La resistencia axial a la extracción de la rosca es válida para espesores mínimos de CLT  $t_{CLT,min} = 10 \cdot d_1$ .

### NOTAS | LVL

- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de LVL madera de conífera (softwood) de  $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$ .
- La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando un ángulo de 90° entre las fibras y el conector.
- Las resistencias características al corte se evalúan para conectores insertados en la cara lateral (wide face) considerando, para los elementos de madera individuales, un ángulo de 90° entre el conector y la fibra, un ángulo de 90° entre el conector y la cara lateral del elemento de LVL y un ángulo de 0° entre la fuerza y la fibra.