

# LBS HARDWOOD EVO

## TORNILLO DE CABEZA REDONDA PARA PLACAS EN MADERAS DURAS

### REVESTIMIENTO C4 EVO

La clase de resistencia a la corrosión atmosférica (C4) del revestimiento C4 EVO ha sido ensayada por el Research Institutes of Sweden - RISE. Revestimiento adecuado para su uso en aplicaciones en maderas con un nivel de acidez (pH) superior a 4, como abeto, alerce y pino (véase pág. 314).

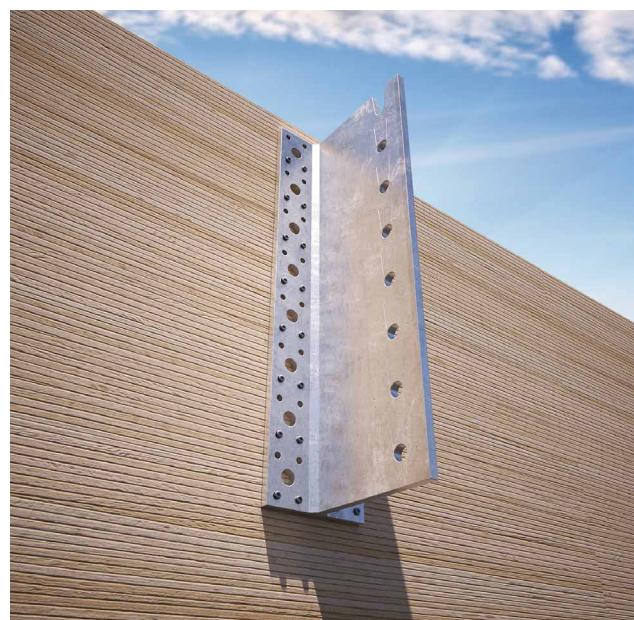
### CERTIFICACIÓN MADERAS DURAS

Punta especial con elementos cortantes en relieve. Certificación ETA-11/0030 que permite el uso con maderas de alta densidad completamente sin pre-agujero.

Homologado para aplicaciones estructurales con solicitudes en cualquier dirección con respecto a la fibra.

### ROBUSTEZ

El diámetro del núcleo interno del tornillo se ha aumentado con respecto a la versión LBS para garantizar el atornillado en maderas con densidades más altas. El bajo cabeza cilíndrico se ha diseñado para fijar elementos mecánicos y para producir un efecto de encastre con el agujero de la placa que garantiza excelentes prestaciones estáticas.



BIT INCLUDED

#### DIÁMETRO [mm]

3,5  12

#### LONGITUD [mm]

25  200

#### CLASE DE SERVICIO

#### CORROSIVIDAD ATMOSFÉRICA

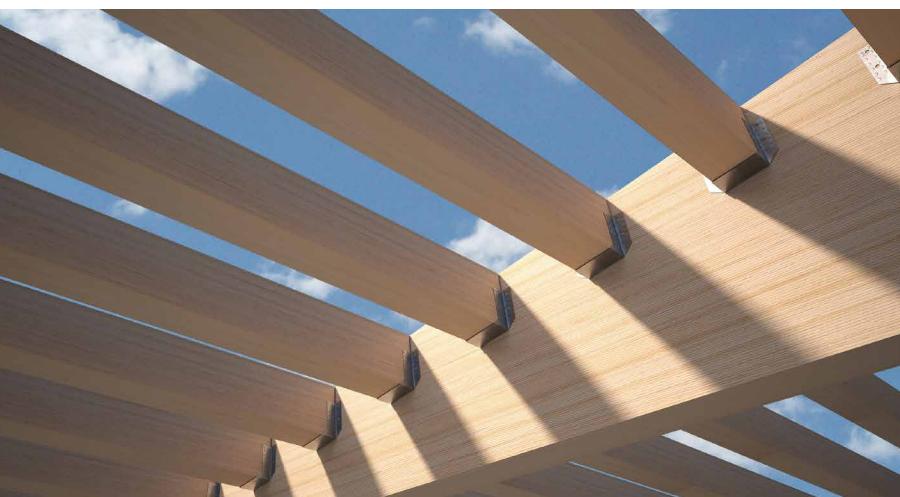
#### CORROSIVIDAD DE LA MADERA

#### MATERIAL



acero al carbono con revestimiento C4 EVO



### CAMPOS DE APLICACIÓN

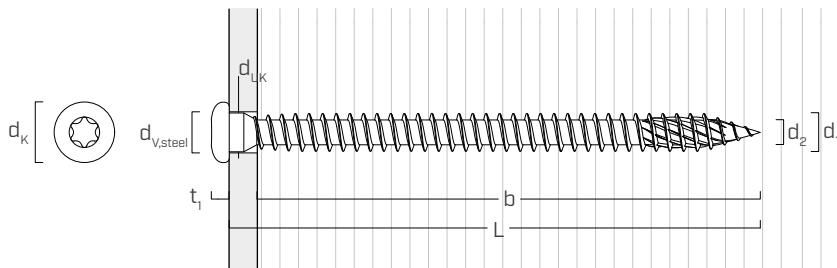
- paneles de madera
- madera maciza y laminada
- CLT y LVL
- maderas de alta densidad
- maderas tratadas ACQ y CCA

## CÓDigos y dimensiones

	d <sub>1</sub> [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	unid.
5 TX 20		LBSHEVO580	80	76	200
		LBSHEVO5100	100	96	200
		LBSHEVO5120	120	116	200

	d <sub>1</sub> [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	unid.
7 TX 30		LBSHEVO760	60	55	100
		LBSHEVO780	80	75	100
		LBSHEVO7100	100	95	100

## GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS



Diámetro nominal	d <sub>1</sub> [mm]	5	7
Diámetro cabeza	d <sub>K</sub> [mm]	7,80	11,00
Diámetro núcleo	d <sub>2</sub> [mm]	3,48	4,85
Diámetro bajo cabeza	d <sub>UK</sub> [mm]	4,90	7,00
Espesor cabeza	t <sub>1</sub> [mm]	2,45	3,50
Diámetro del agujero aconsejado en placa de acero	d <sub>V,steel</sub> [mm]	5,0÷5,5	7,5÷8,0
Diámetro pre-agujero <sup>(1)</sup>	d <sub>V,S</sub> [mm]	3,0	4,0
Diámetro pre-agujero <sup>(2)</sup>	d <sub>V,H</sub> [mm]	3,5	5,0
Resistencia característica de tracción	f <sub>tens,k</sub> [kN]	11,5	21,5
Momento plástico característico	M <sub>y,k</sub> [Nm]	9,0	21,5

(1) Pre-agujero válido para madera de conífera (softwood).

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

Los parámetros mecánicos se obtienen de forma analítica y se validan mediante ensayos experimentales (LBS H EVO Ø7).

	madera de conífera (softwood)	roble, haya (hardwood)	fresno (hardwood)	LVL de haya (beech LVL)
Parámetro de resistencia a extracción	f <sub>ax,k</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	11,7	22,0	30,0
Parámetro de penetración de la cabeza	f <sub>head,k</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	10,5	-	-
Densidad asociada	ρ <sub>a</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	350	530	530
Densidad de cálculo	ρ <sub>k</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	≤ 440	≤ 590	≤ 590
Para aplicaciones con materiales diferentes consultar ETA-11/0030.				



## ESTRUCTURAS HÍBRIDAS ACERO-MADERA

Los tornillos LBSH EVO de Ø7 mm son adecuados para conexiones diseñadas a medida, características de las estructuras de acero. Las máximas prestaciones en las maderas duras combinadas con la resistencia de las placas de acero.

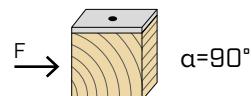
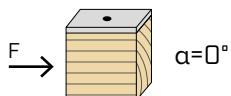
## CORROSIVIDAD DE LA MADERA T3

Revestimiento adecuado para su uso en aplicaciones en maderas con un nivel de acidez (pH) superior a 4, como abeto, alerce, pino, fresno y abedul (ver pág. 314).

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

tornillos insertados SIN pre-agujero

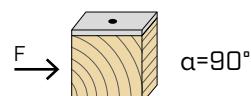
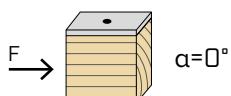
$\rho_k > 420 \text{ kg/m}^3$



$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$15 \cdot d \cdot 0,7$	53
$a_2$ [mm]	$7 \cdot d \cdot 0,7$	25
$a_{3,t}$ [mm]	$20 \cdot d$	100
$a_{3,c}$ [mm]	$15 \cdot d$	75
$a_{4,t}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35

$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$7 \cdot d \cdot 0,7$	25
$a_2$ [mm]	$7 \cdot d \cdot 0,7$	25
$a_{3,t}$ [mm]	$15 \cdot d$	75
$a_{3,c}$ [mm]	$15 \cdot d$	75
$a_{4,t}$ [mm]	$12 \cdot d$	60
$a_{4,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35

tornillos insertados CON pre-agujero

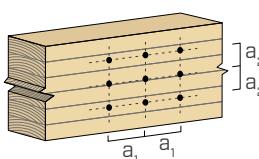


$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$5 \cdot d \cdot 0,7$	18
$a_2$ [mm]	$3 \cdot d \cdot 0,7$	11
$a_{3,t}$ [mm]	$12 \cdot d$	60
$a_{3,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,t}$ [mm]	$3 \cdot d$	15
$a_{4,c}$ [mm]	$3 \cdot d$	15

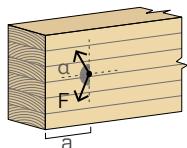
$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$4 \cdot d \cdot 0,7$	14
$a_2$ [mm]	$4 \cdot d \cdot 0,7$	14
$a_{3,t}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{3,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,t}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,c}$ [mm]	$3 \cdot d$	15

$\alpha$  = ángulo entre fuerza y fibras

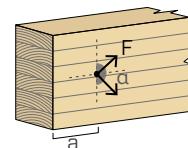
$d = d_1$  = diámetro nominal tornillo



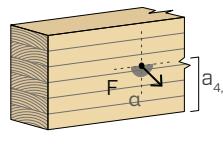
extremidad solicitada  
 $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$



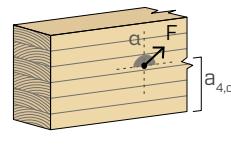
extremidad descargada  
 $90^\circ < \alpha < 270^\circ$



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 considerando una masa volúmica de los elementos de madera iguales a  $420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$ .
- En el caso de unión madera-madera las separaciones mínimas ( $a_1, a_2$ ) tienen que ser multiplicadas por un factor de 1,5.

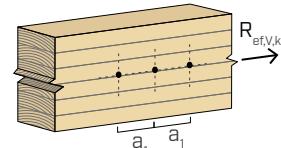
- En el caso de uniones con elementos de abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), las separaciones y distancias mínimas paralelas a la fibra deben multiplicarse por un coeficiente 1,5.

## 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:

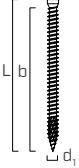
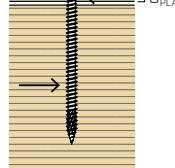
$$R_{ef,V,k} = n_{ef} \cdot R_{V,k}$$



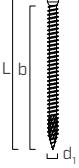
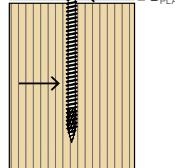
El valor de  $n_{ef}$  se indica en la siguiente tabla en función de  $n$  y de  $a_1$ .

$n$	$a_1^{(*)}$										
	4·d	5·d	6·d	7·d	8·d	9·d	10·d	11·d	12·d	13·d	$\geq 14 \cdot d$
2	1,41	1,48	1,55	1,62	1,68	1,74	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
3	1,73	1,86	2,01	2,16	2,28	2,41	2,54	2,65	2,76	2,88	3,00
4	2,00	2,19	2,41	2,64	2,83	3,03	3,25	3,42	3,61	3,80	4,00
5	2,24	2,49	2,77	3,09	3,34	3,62	3,93	4,17	4,43	4,71	5,00

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

geometría			CORTE								TRACCIÓN	
			acero - madera $\varepsilon=90^\circ$								extracción de la rosca $\varepsilon=90^\circ$	tracción acero
												
<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>L</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>R<sub>V,90,k</sub></b> [kN]								<b>R<sub>ax,90,k</sub></b> [kN]	<b>R<sub>tens,k</sub></b> [kN]
<b>5</b>	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>1,5 mm</b>	<b>2,0 mm</b>	<b>2,5 mm</b>	<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>	-	-	
	80	76	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,34	3,32	4,80		
	100	96	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,65	3,64	6,06		11,50
<b>7</b>	120	116	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,97	3,95	7,32		
	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>	<b>8,0 mm</b>	<b>10,0 mm</b>	<b>12,0 mm</b>	-	-	
	60	55	2,81	3,02	3,50	3,99	4,37	4,25	4,12	4,86		
	80	75	3,80	3,98	4,43	4,90	5,34	5,29	5,25	6,63		
	100	95	4,75	4,89	5,18	5,50	5,78	5,73	5,69	8,40		
	120	115	5,19	5,35	5,66	5,96	6,22	6,17	6,13	10,16		
<b>7</b>	160	155	5,30	5,56	6,10	6,62	7,10	7,06	7,01	13,70		
	200	195	5,30	5,61	6,24	6,86	7,49	7,49	7,49	17,24		

$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

geometría			CORTE								TRACCIÓN	
			acero - madera $\varepsilon=0^\circ$								extracción de la rosca $\varepsilon=0^\circ$	tracción acero
												
<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>L</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>R<sub>V,90,k</sub></b> [kN]								<b>R<sub>ax,90,k</sub></b> [kN]	<b>R<sub>tens,k</sub></b> [kN]
<b>5</b>	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>1,5 mm</b>	<b>2,0 mm</b>	<b>2,5 mm</b>	<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>	-	-	
	80	76	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,71	1,44		
	100	96	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,81	1,81	1,82		11,50
<b>7</b>	120	116	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,90	2,20		
	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>	<b>8,0 mm</b>	<b>10,0 mm</b>	<b>12,0 mm</b>	-	-	
	60	55	1,12	1,23	1,48	1,73	1,95	1,92	1,88	1,46		
	80	75	1,52	1,63	1,88	2,14	2,35	2,31	2,27	1,99		
	100	95	1,91	2,04	2,31	2,58	2,81	2,76	2,72	2,52		
	120	115	2,31	2,41	2,64	2,88	3,11	3,10	3,08	3,05		
<b>7</b>	160	155	2,70	2,80	3,00	3,19	3,38	3,36	3,35	4,11		
	200	195	2,97	3,07	3,26	3,46	3,64	3,63	3,61	5,17		

$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

NOTAS y PRINCIPIOS GENERALES en la página 249.

geometría			CORTE								TRACCIÓN	
			acero - madera $\varepsilon=90^\circ$								extracción de la rosca $\varepsilon=90^\circ$	tracción acero
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	$R_{v,90,k}$ [kN]								$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [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	80	76	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,70	4,67	8,61	11,50	
	100	96	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	10,88		
	120	116	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	13,14		
7	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	-	-	
	60	55	4,01	4,33	5,07	5,83	6,43	6,22	6,02	8,72	21,50	
	80	75	5,42	5,65	6,21	6,80	7,33	7,25	7,17	11,90		
	100	95	6,33	6,60	7,15	7,67	8,12	8,04	7,97	15,07		
	120	115	6,33	6,70	7,45	8,20	8,92	8,84	8,76	18,24		
	160	155	6,33	6,70	7,45	8,20	8,95	8,95	8,95	24,59		
	200	195	6,33	6,70	7,45	8,20	8,95	8,95	8,95	30,93		

$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

geometría			CORTE								TRACCIÓN	
			acero - madera $\varepsilon=0^\circ$								extracción de la rosca $\varepsilon=0^\circ$	tracción acero
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	$R_{v,90,k}$ [kN]								$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [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	80	76	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,26	2,58	11,50	
	100	96	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,43	3,26		
	120	116	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,60	3,94		
7	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	-	-	
	60	55	1,61	1,75	2,08	2,41	2,69	2,63	2,57	2,62	21,50	
	80	75	2,17	2,34	2,70	3,06	3,37	3,30	3,23	3,57		
	100	95	2,73	2,88	3,23	3,59	3,92	3,90	3,88	4,52		
	120	115	3,30	3,40	3,65	3,92	4,16	4,14	4,12	5,47		
	160	155	3,85	3,96	4,20	4,43	4,64	4,62	4,59	7,38		
	200	195	4,00	4,17	4,49	4,81	5,11	5,09	5,07	9,28		

$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

geometría			CORTE								TRACCIÓN	
			acero-beech LVL								extracción de la rosca flat	tracción acero
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	$R_{v,90,k}$ [kN]								$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [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	80	76	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	15,96	11,50	
	100	96	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	20,16		
	120	116	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	24,36		
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	7,14	7,44	8,22	9,06	9,79	9,64	9,49	16,17	21,50	
	80	75	8,44	8,85	9,68	10,51	11,26	11,11	10,96	22,05		
	100	95	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	27,93		
	120	115	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	33,81		
	160	155	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	45,57		
	200	195	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	57,33		

$\epsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

## 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.

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

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

- 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.
- 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 LBSH EVO Ø5 son evaluadas para placas con espesor =  $S_{PLATE}$ , considerando siempre el caso de placas gruesas de acuerdo con ETA-11/0030 ( $S_{PLATE} \geq 1,5$  mm).
- Las resistencias características al corte para tornillos LBSH EVO Ø7 se evalúan para placas con espesor =  $S_{PLATE}$  considerando los casos de placa fina ( $S_{PLATE} \leq 3,5$  mm), intermedia ( $3,5 \text{ mm} < S_{PLATE} < 7,0$  mm) o gruesa ( $S_{PLATE} \geq 7$  mm).
- En el caso de solicitud combinada de corte y tracción tiene que ser satisfecha 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.
- Los valores indicados en las tablas se evalúan considerando parámetros de resistencia mecánica de los tornillos LBS H EVO Ø7 obtenidos de forma analítica y validados mediante ensayos experimentales.

### NOTAS | MADERA

- Las resistencias características al corte madera-madera se han evaluado considerando tanto un ángulo  $\epsilon$  de 90° ( $R_{v,90,k}$ ) como de 0° ( $R_{v,0,k}$ ) entre las fibras del segundo elemento y el conector.
- En caso de tornillos insertados con pre-agujero se pueden obtener valores de resistencia superiores.
- Las resistencias características a la extracción de la rosca se han evaluado considerando tanto un ángulo  $\epsilon$  de 90° ( $R_{ax,90,k}$ ) como de 0° ( $R_{ax,0,k}$ ) 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  $k_{dens}$  (véase página 243).

### NOTAS | HARDWOOD

- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de madera dura (roble) de  $\rho_k = 550 \text{ kg/m}^3$ .

### NOTAS | BEECH LVL

- En la fase de cálculo se ha considerado una densidad de los elementos de LVL de madera de haya de  $\rho_k = 730 \text{ kg/m}^3$ .
- En la fase de cálculo se han considerado, 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.