

# SPIDER

## SISTEMA DE LIGAÇÃO E REFORÇO PARA PILARES E LAJES

### EDIFÍCIOS MULTI-PISOS

Permite realizar edifícios multi-pisos com estrutura pilar-laje. Certificado, calculado e otimizado para pilares de madeira lamelada, LVL, aço e betão armado. Novos horizontes arquitetónicos e estruturais.

### PILAR-PILAR

O núcleo central de aço do sistema impede que os painéis CLT sejam esmagados e permite que mais de 5000 kN de força vertical sejam transferidos entre pilares.

### SISTEMA DE REFORÇO PARA CLT

Os braços do sistema asseguram o reforço do punção dos painéis em CLT, permitindo valores excecionais de resistência ao corte. Distância das colunas superior a 7,0 x 7,0 m de malha estrutural.



VIDEO



PATENTED



ETA-19/0700

### CLASSE DE SERVIÇO

SC1

SC2

### MATERIAL

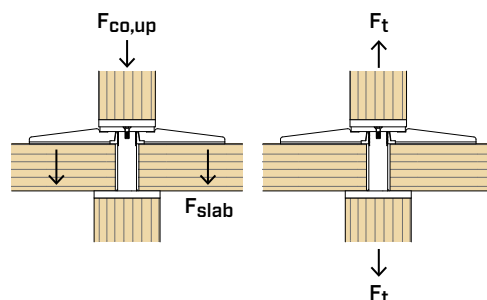
S355  
Fe/Zn12c

aço carbónico S355 + Fe/Zn12c

S690  
Fe/Zn12c

aço carbónico S690 + Fe/Zn12c

### FORÇAS



### VÍDEO

Digitalize o QR Code e assista ao vídeo no nosso canal YouTube



### CAMPOS DE APLICAÇÃO

Edifícios multi-pisos com sistema pilar-laje. Pilares de madeira maciça, madeira lamelada, madeiras de alta densidade, CLT, LVL, aço e betão.



## WOODEN SKYSCRAPERS

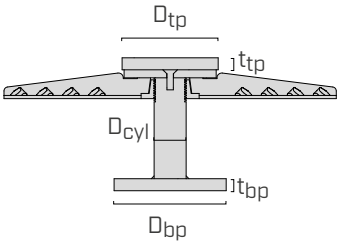
Sistema standard de ligação e reforço para realizar arranha-céus de madeira com sistema pilar-laje. Novas possibilidades arquitetônicas na construção.

## PAINÉIS CLT CRUZADOS

Excepcional resistência e rigidez da estrutura com a disposição das lajes em CLT cruzadas. É possível criar folgas superiores a 6,0 x 6,0 m, mesmo sem o auxílio de nós de momento.

# CÓDIGOS E DIMENSÕES

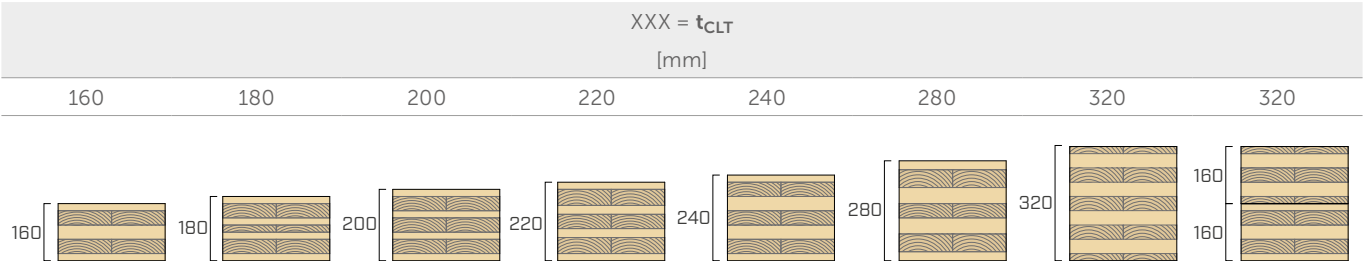
## CONECTOR SPIDER



O código é composto pela respetiva espessura do painel CLT em mm (XXX =  $t_{CLT}$ ).  
SPI80MXXX para painéis CLT com XXX =  $t_{CLT}$  = 200 mm: código SPI80M200.

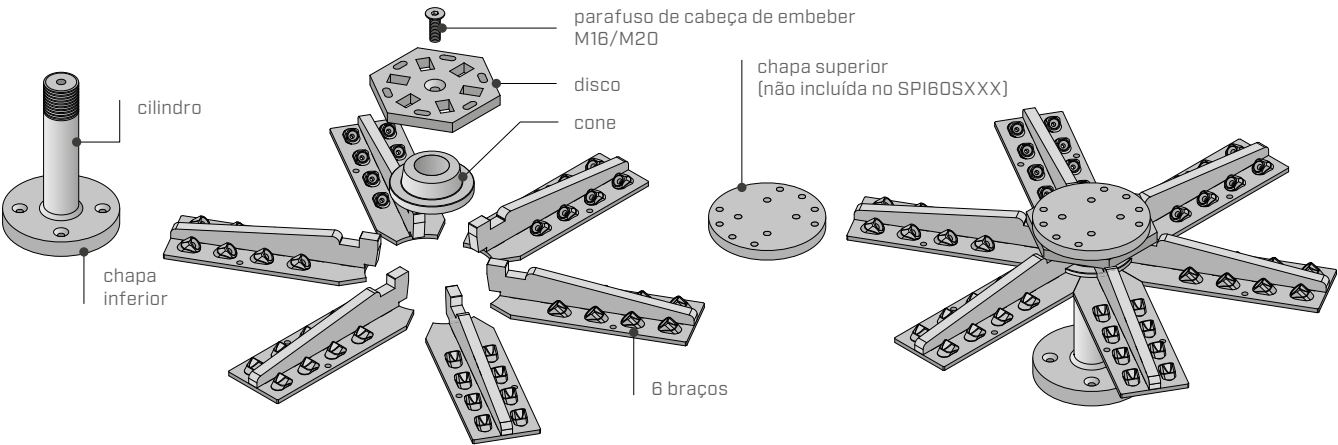
| CÓDIGO                   | cilindro<br><br>$D_{cyl}$<br>[mm] | chapa inferior<br><br>$D_{bp} \times t_{bp}$<br>[mm] | chapa superior<br><br>$D_{tp} \times t_{tp}$<br>[mm] | peso<br><br>[kg] | pçs |
|--------------------------|-----------------------------------|--|--|------------------|-----|
| SPI60SXXX <sup>(1)</sup> | 60                                | 200 x 30   | 200 x 20 <sup>(1)</sup>                              | 52,2             | 1   |
| SPI80SXXX                | 80                                | 240 x 30   | 200 x 20   | 63,6             | 1   |
| SPI80MXXX                | 80                                | 280 x 30   | 240 x 30   | 73,1             | 1   |
| SPI80LXXX                | 80                                | 280 x 40   | 280 x 30   | 87,0             | 1   |
| SPI100SXXX               | 100                               | 240 x 30   | 240 x 20   | 74,9             | 1   |
| SPI100MXXX               | 100                               | 280 x 30   | 280 x 30   | 86,1             | 1   |
| SPI120SXXX               | 120                               | 280 x 30   | 280 x 30   | 91,6             | 1   |
| SPI120MXXX               | 120                               | 280 x 40   | 280 x 40   | 111,6            | 1   |
| SPI100LXXX               | 100                               | 240 x 20   | não prevista   | 64,6             | 1   |
| SPI120LXXX               | 120                               | 240 x 20   | não prevista   | 70,1             | 1   |

<sup>(1)</sup>O SPI60S é fornecido sem chapa superior. Esta pode ser encomendada separadamente com o código STP20020C.



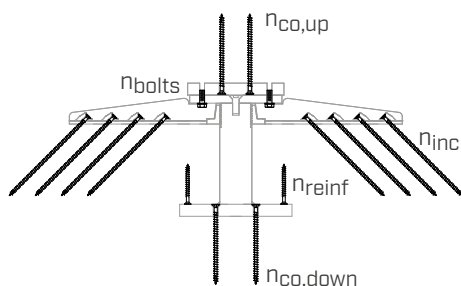
Disponível também para espessuras  $t_{CLT}$  não presentes na tabela.

Cada código inclui os seguintes componentes:



## CÓDIGOS E DIMENSÕES

### NÚMERO DE PARAFUSOS POR CONECTOR



|               | SPI60S - SPI80S - SPI100S-SPI100L - SPI120L | SPI80M - SPI80L - SPI100M - SPI120S - SPI120M |                        |
|---------------|---|---|------------------------|
| $n_{incl}$    | 48  | 48  | VGS Ø9                 |
| $n_{co,up}$   | 4   | 4   | VGS Ø11                |
| $n_{co,down}$ | 4   | 4   | VGS Ø11                |
| $n_{bolts}$   | 4   | 4   | SPBOLT1235 - SPROD1270 |
| $n_{reinf}$   | 14  | 16  | VGS Ø9                 |

Parafusos e parafusos de rosca métrica não incluídos na embalagem.  
Os parafusos de reforço  $n_{reinf}$  são opcionais.

## PRODUTOS ADICIONAIS - FIXAÇÕES

### PARAFUSOS

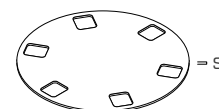
| tipo      | descrição                                   |  | d<br>[mm] | suporte |
|-----------|---|--|-----------|---------|
| HBS PLATE | parafuso de cabeça troncocônica             |  | 8         |         |
| VGS       | parafuso de rosca total e cabeça de embeber |  | 9-11      |         |

### PARAFUSOS-MÉTRICO

| CÓDIGO     | descrição   |  | d<br>[mm] | L<br>[mm] | SW<br>[mm] |
|------------|---|--|-----------|-----------|------------|
| SPBOLT1235 | parafuso rosca métrica de cabeça sextavada 8.8 DIN 933 EN 15048 |  | M12       | 35        | 19         |
| SPROD1270  | barra roscada 8.8 DIN 976-1                                     |  | M12       | 70        | -          |
| MUT93412   | porca exagonal classe 8 DIN 934-M12                             |  | M12       | -         | 19         |
| ULS13242   | anilha DIN 125  |  |           |           |            |

### ACESSÓRIOS DE MONTAGEM

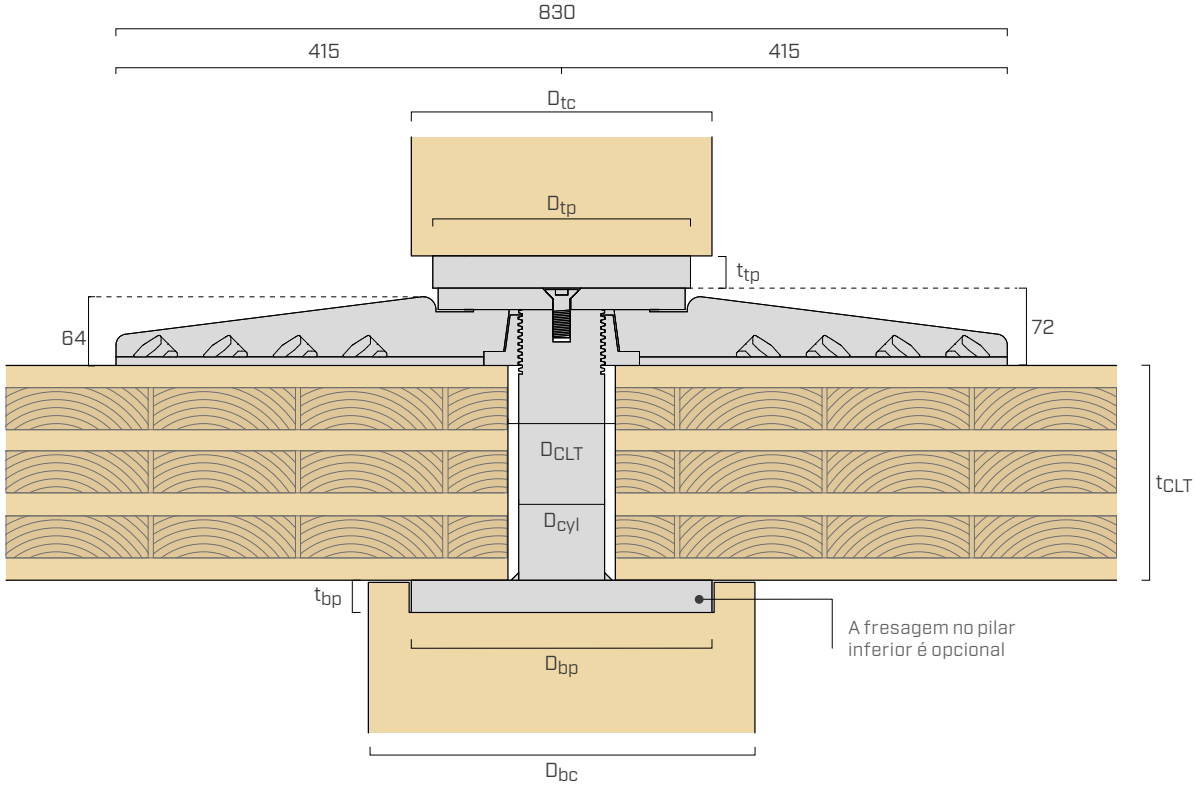
| CÓDIGO    | descrição            | s<br>[mm] | pçs |
|-----------|----------------------|-----------|-----|
| SPISHIM10 | cunha de nivelamento | 1         | 20  |
| SPISHIM20 | cunha de nivelamento | 2         | 10  |



A **ficha técnica** completa dos **valores estáticos** está disponível no sítio Web [www.rothoblaas.pt](http://www.rothoblaas.pt)







CONECTOR

| MODELO  | chapa inferior                            |       |          | cilindro                 |          | disco | chapa superior                            |                  |          |
|---------|---|-------|----------|--------------------------|----------|-------|---|------------------|----------|
|         | D <sub>bp</sub> x t <sub>bp</sub><br>[mm] | forma | material | D <sub>cyl</sub><br>[mm] | material |       | D <sub>tp</sub> x t <sub>tp</sub><br>[mm] | forma            | material |
| SPI60S  | 200 x 30                                  | ○     | S355     | 60                       | S355     | S355  | 200 x 20                                  | ○ <sup>(1)</sup> | S355     |
| SPI80S  | 240 x 30                                  | ○     | S355     | 80                       | S355     | S355  | 200 x 20                                  | ○                | S355     |
| SPI80M  | 280 x 30                                  | ○     | S690     | 80                       | S355     | S355  | 240 x 30                                  | ○                | S355     |
| SPI80L  | 280 x 40                                  | □     | S690     | 80                       | S355     | S355  | 280 x 30                                  | ○                | S690     |
| SPI100S | 240 x 30                                  | ○     | S690     | 100                      | S355     | S355  | 240 x 20                                  | ○                | S690     |
| SPI100M | 280 x 30                                  | ○     | S690     | 100                      | S355     | S355  | 280 x 30                                  | ○                | S690     |
| SPI120S | 280 x 30                                  | ○     | S690     | 120                      | S355     | S355  | 280 x 30                                  | ○                | S690     |
| SPI120M | 280 x 40                                  | □     | S690     | 120                      | S355     | S355  | 280 x 40                                  | □                | S690     |
| SPI100L | 240 x 20                                  | ○     | S690     | 100                      | 1.7225   | S690  | _ <sup>(2)</sup>                          |                  |          |
| SPI120L | 240 x 20                                  | ○     | S690     | 120                      | 1.7225   | S690  | _ <sup>(2)</sup>                          |                  |          |

<sup>(1)</sup>SPI60S inclui chapa superior opcional.  
<sup>(2)</sup>O SPI100L e o SPI120L preveem a fixação em pilares de aço sem utilizar a chapa superior.

PILARES E PAINÉIS CLT

| MODELO  | pilar superior              | pilar inferior              | painel CLT               | reforço (opcional)         |                    |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|
|         | D <sub>tc,min</sub><br>[mm] | D <sub>bc,min</sub><br>[mm] | D <sub>CLT</sub><br>[mm] | D <sub>reinf</sub><br>[mm] | n <sub>reinf</sub> |
| SPI60S  | 200                         | 200                         | 80                       | 170                        | 14                 |
| SPI80S  | 200                         | 240                         | 100                      | 210                        | 14                 |
| SPI80M  | 240                         | 280                         | 100                      | 240                        | 16                 |
| SPI80L  | 280                         | 280                         | 100                      | 240                        | 16                 |
| SPI100S | 240                         | 240                         | 120                      | 210                        | 14                 |
| SPI100M | 280                         | 280                         | 120                      | 240                        | 16                 |
| SPI120S | 280                         | 280                         | 140                      | 240                        | 16                 |
| SPI120M | 280                         | 280                         | 140                      | 240                        | 16                 |
| SPI100L | 240                         | 240                         | 120                      | 210                        | 14                 |
| SPI120L | 240                         | 240                         | 140                      | 220                        | 14                 |

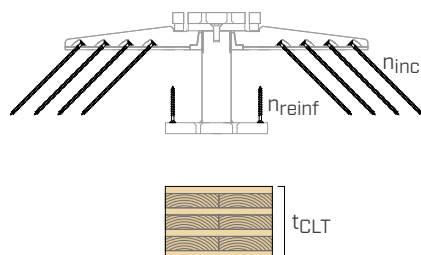
## GEOMETRIA E MATERIAIS

### CARACTERÍSTICAS DOS PAINÉIS CLT

| Parâmetro   | $160 \text{ mm} \leq t_{\text{CLT}} < 200 \text{ mm}$                        | $t_{\text{CLT}} \geq 200 \text{ mm}$ |
|---|--|--------------------------------------|
| $EI_x/EI_y$   | 0,68 - 1,46  | 0,84 - 1,19                          |
| $GA_{z,x}/GA_{z,y}$                                 | 0,71 - 1,40  | 0,76 - 1,31                          |
| Min ( $EI_x$ , $EI_y$ )                             | 1525 kNm <sup>2</sup> /m   | 3344 kNm <sup>2</sup> /m             |
| Min ( $GA_{z,x}$ , $GA_{z,y}$ )                     | 11945 kNm/m  | 17708 kNm/m                          |
| Espessura das lamelas                               | $\leq 40 \text{ mm}$   | $\leq 40 \text{ mm}$                 |
| Relação largura - espessura lamelas b/t             | $\geq 3,5$   | $\geq 3,5$                           |
| Classe de resistência mínima de acordo com a EN 338 | C24/T14  | C24/T14                              |
| Tolerância dimensional na espessura do painel CLT   | $\pm 2 \text{ mm}$   | $\pm 2 \text{ mm}$                   |
| $EI_x$ , $EI_y$                                     | Rigidez à flexão para as direções x e y para o painel CLT com 1 m de largura |                                      |
| $GA_{z,x}$ , $GA_{z,y}$                             | Rigidez ao corte para as direções x e y para o painel CLT com 1 m de largura |                                      |
| x   | Direção paralela à fibra das lamelas superiores                              |                                      |
| y   | Direção perpendicular à fibra das lamelas superiores                         |                                      |

### PARAFUSOS PARA O PAINEL CLT

| $t_{\text{CLT}}$<br>[mm] | parafusos inclinados<br>$n_{\text{incl}}$<br>[pçs - ØxL] | parafusos de reforço opcionais<br>$n_{\text{reinf}}$<br>[pçs - ØxL] |
|--------------------------|--|---|
| 160                      | 48 VGS Ø9x200  | VGS Ø9x100  |
| 180                      | 48 VGS Ø9x240  | VGS Ø9x100  |
| 200                      | 48 VGS Ø9x280  | VGS Ø9x100  |
| 220                      | 48 VGS Ø9x280  | VGS Ø9x120  |
| 240                      | 48 VGS Ø9x320  | VGS Ø9x120  |
| 280                      | 48 VGS Ø9x360  | VGS Ø9x140  |
| 320                      | 48 VGS 9x400   | VGS 9x160   |
| 320 (160 + 160)          | 48 VGS Ø9x400  | VGS Ø9x160  |

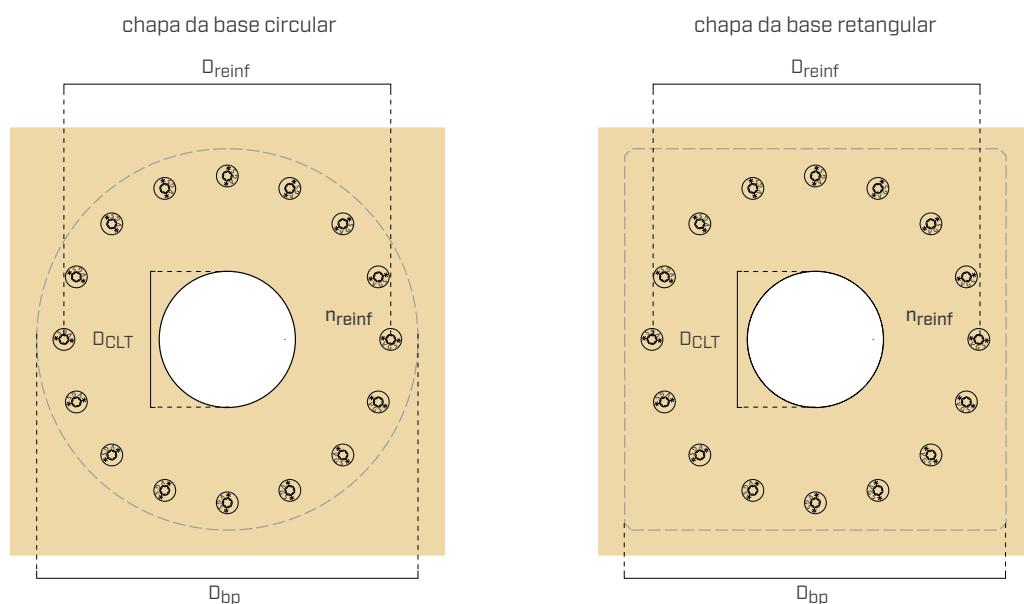


Regras para espessuras de painel não incluídas na tabela:

- para os parafusos inclinados, utilizar o comprimento previsto para o painel de espessura inferior;
- para os parafusos de reforço, utilizar o comprimento previsto para o painel de espessura superior.

Exemplo: para painéis CLT com 250 mm de espessura, utilizar-se-ão parafusos inclinados VGS Ø9x320 e parafusos de reforço VGS Ø9x140.

### PARAFUSOS DE REFORÇO (OPCIONAIS)

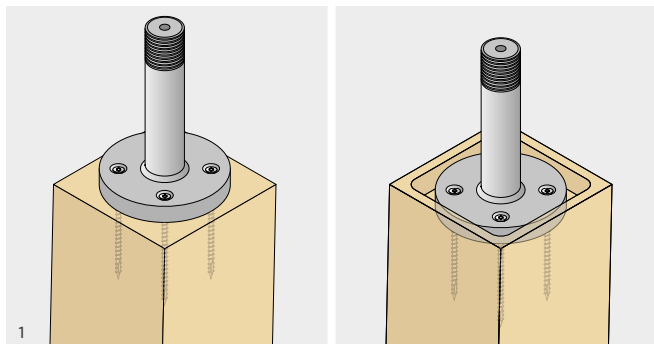


### PROPRIEDADE INTELECTUAL

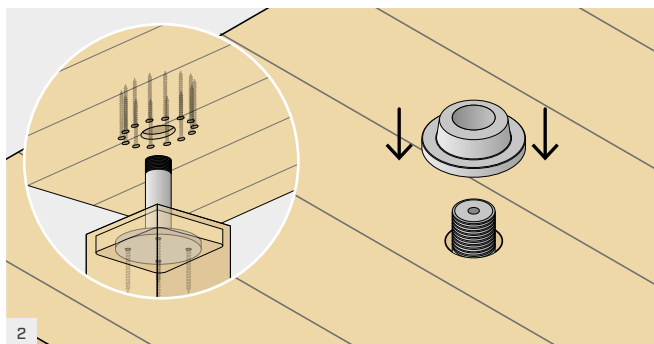
- SPIDER está protegido pela patente EP3.384.097B1.



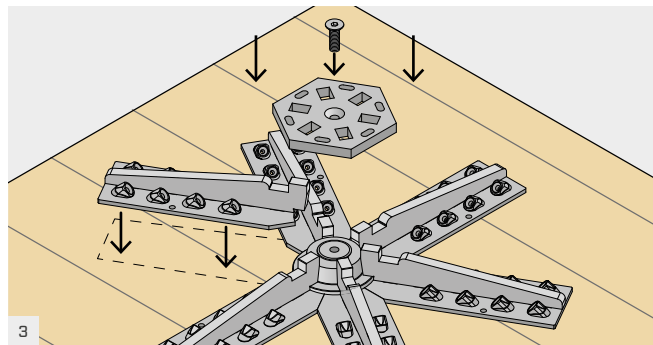
VIDEO



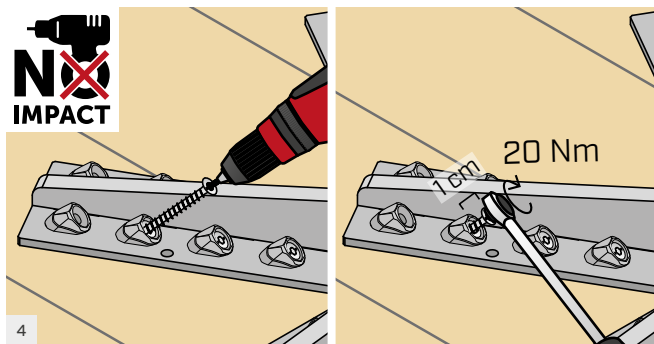
Fixar a chapa da base à face superior do pilar com os parafusos VGS Ø11, de acordo com as instruções de instalação correspondentes. É possível ocultar a chapa da base numa fresagem predisposta no pilar. Para a instalação em pilares de aço é possível utilizar parafusos de cabeça de embeber M12. Em caso de instalação sobre pilares de betão armado, utilizar conectores parafusos de cabeça de embeber adequados. Para evitar a excentricidade da linha de eixo das colunas, é essencial centrar a chapa de base em relação à coluna.



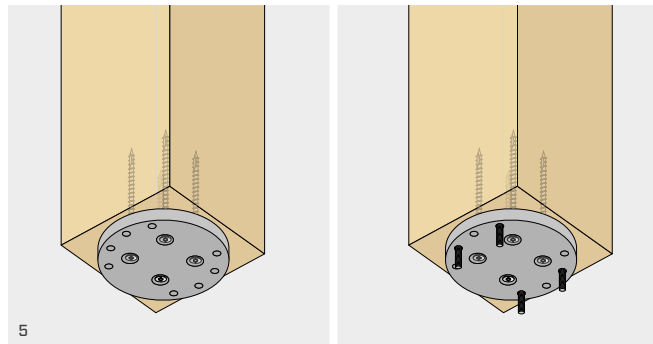
Inserir o painel CLT, pré-furado com um furo circular de diâmetro  $D_{CLT}$ , no cilindro. Pode ser colocado um reforço de compressão no intradorso do painel, para aumentar a resistência. Aparafusar o cone ao cilindro até este entrar em contacto com a superfície do painel CLT.



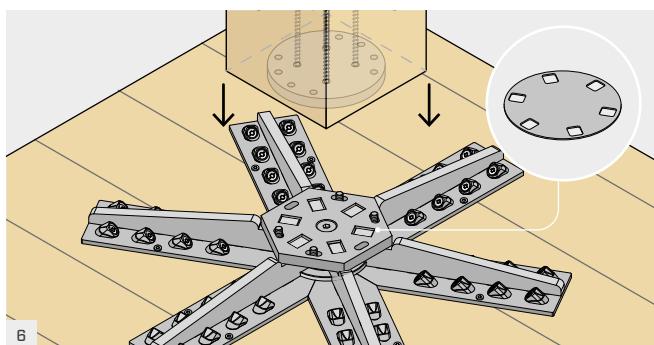
Apoiar os 6 braços na superfície superior do painel CLT e do cone. Inserir o disco hexagonal de modo a encaixar os 6 braços e fixar o parafuso de cabeça de embeber com uma chave sextavada macho de 10 ou 12 mm.



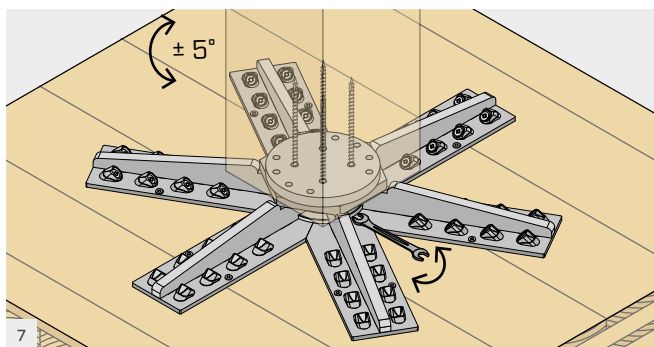
Utilizando um aparafusador **NÃO POR IMPULSOS**, inserir os 48 parafusos VGS Ø9 dentro das anilhas inclinadas, respeitando o ângulo de inserção de 45° (utilizar o gabarito de pré-furo JIGV-GU945). Apertar, parando cerca de 1 cm da anilha e concluir o aparafusamento utilizando uma chave dinamométrica, aplicando um binário de inserção de 20 Nm.



Fixar a chapa superior à face inferior do pilar com os parafusos VGS Ø11, de acordo com as instruções de instalação correspondentes. A chapa superior possui furos roscados adequados para a fixação ao disco hexagonal. Se forem utilizados SPRODS, depois de posicionar a chapa no pilar superior, estes devem ser aparafusados, tendo o cuidado de marcar o comprimento mínimo de penetração na chapa superior.



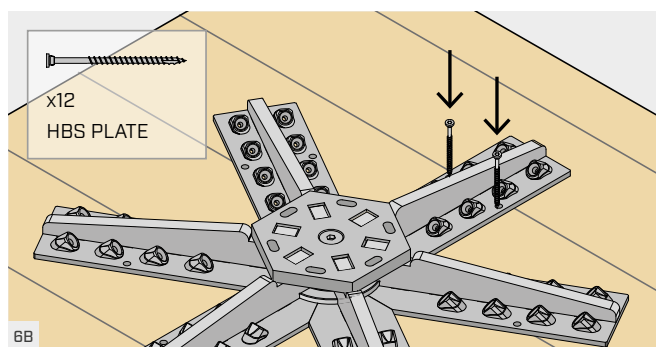
Posicionar o pilar superior no disco hexagonal e fixá-lo utilizando 4 parafusos SPBOLT1235 com anilha ULS125. Se tiver sido escolhida a opção com SPRODS, a fixação é efetuada com uma anilha e uma porca sextavada. No caso de um pilar superior de aço, a chapa superior não deve ser utilizada e o pilar deve estar equipado com uma chapa de aço adequada com furos para a fixação dos 4 parafusos SPBOLT1235 ou dos 4 SPRODS. Em caso de desalinhamento da quota de imposição das colunas, por exemplo devido a tolerâncias de corte, este espaço pode ser compensado utilizando cunhas SPISHIM10 (1 mm) ou SPISHIM20 (2 mm), ou uma combinação das duas.



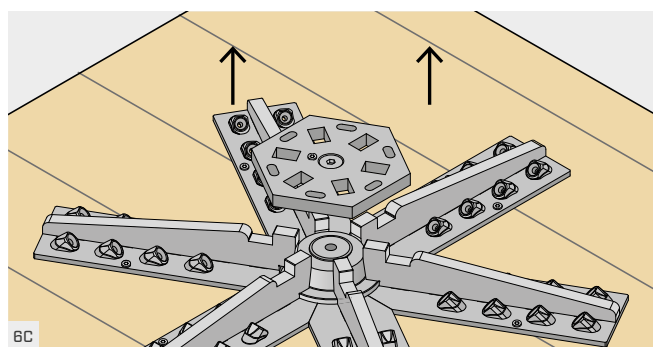
Os furos ranhurados no disco hexagonal permitem rodar o pilar  $\pm 5^\circ$ . Rodar o pilar para a posição correta e apertar os 4 parafusos SPBOLT1235 ou as porcas sextavadas MUT dos SPRODS utilizando uma chave lateral.

## INSTRUÇÕES ESPECIAIS PARA SPI100S - SPI100M - SPI100L - SPI120S - SPI120M - SPI120L

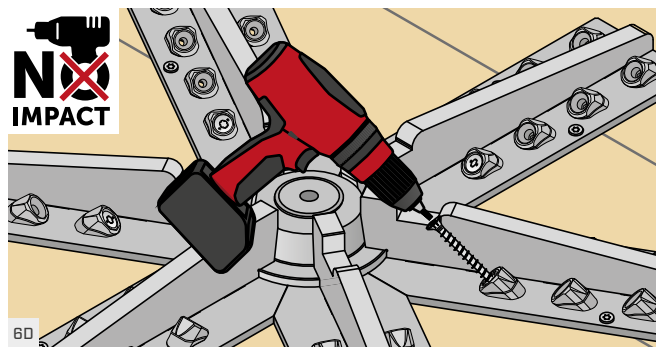
Para os conectores SPIDER com cilindro de diâmetro  $D_{cyl} = 100$  ou  $120$  mm, o disco hexagonal tem uma dimensão aumentada. Neste caso, a fase 6A deve ser substituída pelas fases 6B - 6F.



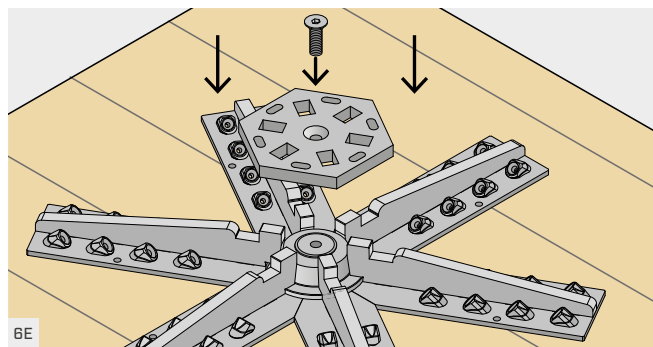
Depois de inserir o disco hexagonal e o parafuso de cabeça de embeber, inserir 12 parafusos HBSP8120 nos 12 furos verticais predispostos nos 6 braços. Estes parafusos irão manter os braços no lugar nas seguintes fases.



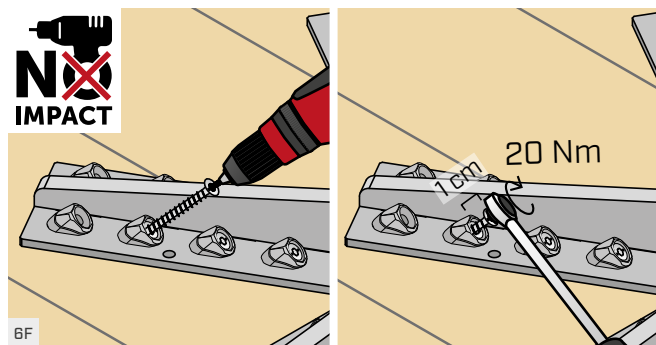
Desapertar o parafuso de cabeça de embeber e remover o disco hexagonal.



Utilizando um aparafusador NÃO POR IMPULSOS, inserir os 12 parafusos VGS Ø9 dentro das anilhas inclinadas mais próximas do cilindro, respeitando o ângulo de inserção de  $45^\circ$  (utilizar o gabarito de pré-furo JIGVGU945). Apertar, parando a cerca de 1 cm da anilha.



Inserir o disco hexagonal e fixar o parafuso de cabeça de embeber com uma chave sextavada macho de 10 ou 12 mm.



Utilizando um aparafusador NÃO POR IMPULSOS, inserir os restantes 36 parafusos VGS Ø9 dentro das anilhas inclinadas, respeitando o ângulo de inserção de  $45^\circ$  (utilizar o gabarito de pré-furo JIGVGU945). Apertar, parando cerca de 1 cm da anilha e conclua o aparafusamento utilizando uma chave dinamométrica, aplicando um binário de inserção de 20 Nm.



## TOLERÂNCIAS DE FABRICO E INSTALAÇÃO DO PAINEL CLT

O conector foi concebido para se adaptar às tolerâncias de fabrico e instalação do painel CLT.

### 1. TOLERÂNCIA DE FABRICO NA ESPESSURA DO PAINEL CLT de $\pm 2$ mm

O cone deve ser apertado até tocar na superfície do painel CLT (superfície **C**), enquanto o disco deve ser colocado de modo a assegurar o contacto com o cilindro (superfície **A**).

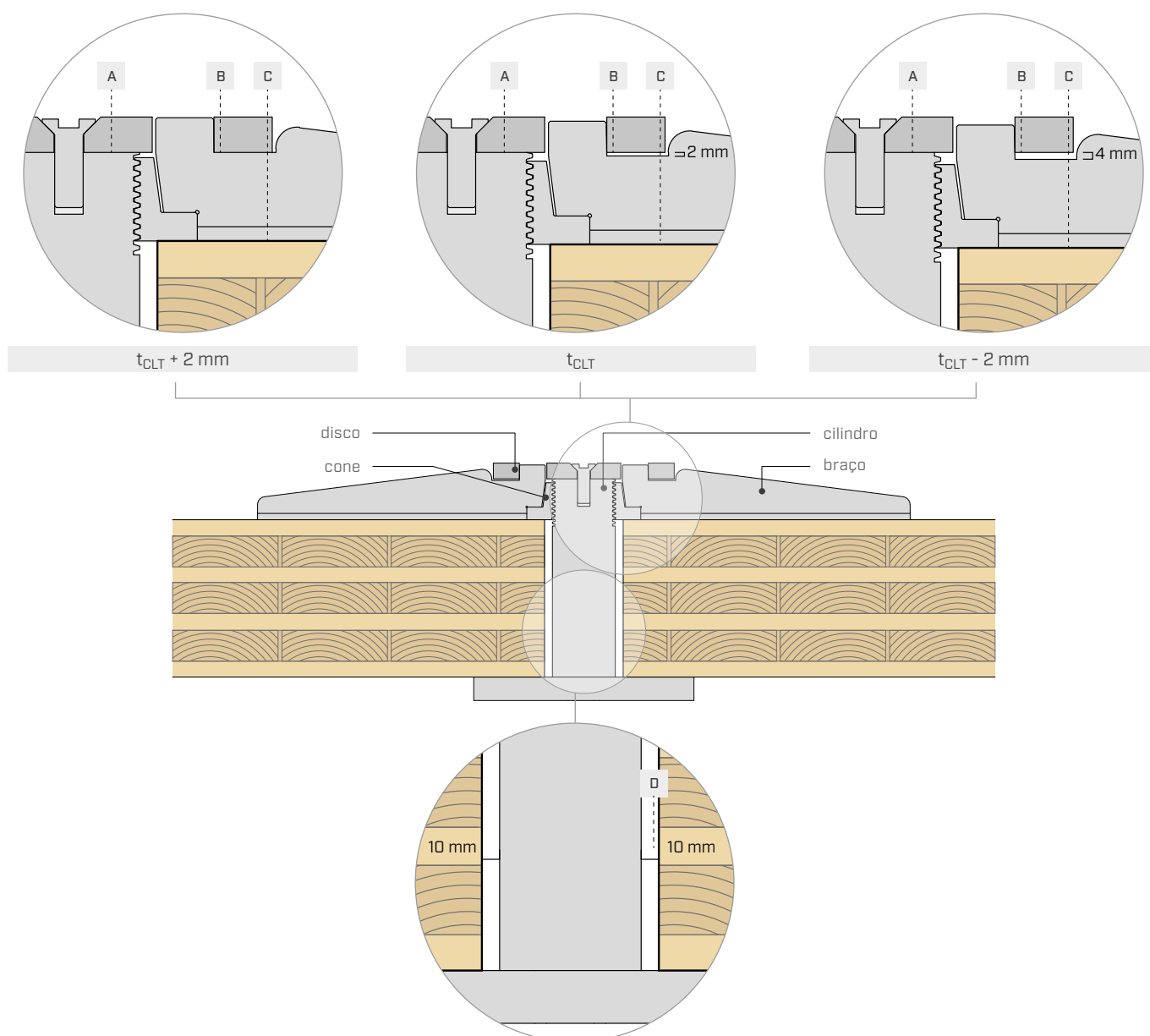
A tolerância de  $\pm 2$  mm é absorvida na zona **B**:

- tolerância espessura CLT +2 mm  $\rightarrow$  contacto entre o disco e braço na zona **B**;
- tolerância espessura CLT 0 mm  $\rightarrow$  fuga de 2 mm na zona **B**;
- tolerância espessura CLT -2 mm  $\rightarrow$  fuga de 4 mm na zona **B**.

A altura total do SPIDER permanece constante independentemente da tolerância de fabrico do painel CLT. Desta forma, o comprimento dos pilares não é afetado pela tolerância de fabrico dos painéis CLT.

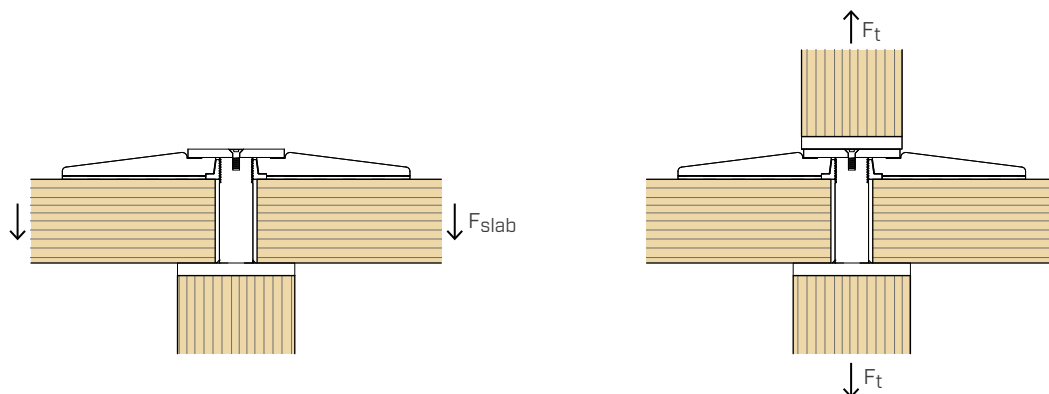
### 2. TOLERÂNCIA DE $\pm 10$ mm NO POSICIONAMENTO DA LAJE (zona **D**)

O furo no painel CLT é aumentado em 20 mm para permitir um ligeiro desvio entre o SPIDER e o furo.



## VALORES ESTÁTICOS | PUNÇIONAMENTO E TRAÇÃO

### TENSÕES NO CONECTOR



### RESISTÊNCIA AO PUNÇIONAMENTO - VALORES VÁLIDOS PARA TODOS OS MODELOS DE SPIDER

| $t_{CLT}$<br>[mm]        | com reforço          |                 | sem reforço          |                 |
|--------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
|                          | $R_{slab,k}$<br>[kN] | $k_{sus}^{(2)}$ | $R_{slab,k}$<br>[kN] | $k_{sus}^{(2)}$ |
| 160                      | 463                  | 0,60            | 419                  | 0,70            |
| 180                      | 545                  | 0,60            | 494                  | 0,70            |
| 200                      | 627                  | 0,60            | 568                  | 0,70            |
| 220                      | 709                  | 0,60            | 642                  | 0,70            |
| 240                      | 791                  | 0,60            | 717                  | 0,70            |
| 280                      | 791                  | 0,60            | 717                  | 0,70            |
| 320                      | 791                  | 0,60            | 717                  | 0,70            |
| 160 + 160 <sup>(1)</sup> | 616                  | 0,36            | 558                  | 0,46            |

### RESISTÊNCIA À TRAÇÃO - VALORES VÁLIDOS PARA TODOS OS MODELOS DE SPIDER

| Parafusos pilar<br>superior/inferior<br>[pçs - ØxL] | $F_{t,k}$ [kN]     |                      |                      |                      |
|---|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | C24 <sup>(3)</sup> | GL24h <sup>(4)</sup> | GL28h <sup>(5)</sup> | GL32h <sup>(6)</sup> |
| 4 VGS Ø11x250                                       | 34,60              | 37,32                | 40,38                | 41,54                |
| 4 VGS Ø11x400                                       | 56,20              | 60,65                | 65,64                | 67,49                |

#### NOTAS:

- <sup>(1)</sup> A configuração 160 + 160 refere-se à instalação com painéis CLT cruzados.
- <sup>(2)</sup> O coeficiente  $k_{sus}$  expressa a relação entre a força fornecida pelos parafusos inclinados para tração e a força descarregada na chapa da base para compressão.
- <sup>(3)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira maciça C24 com  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ .
- <sup>(4)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira lamelada GL24h com  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ .
- <sup>(5)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira lamelada GL28h com  $\rho_k = 425 \text{ kg/m}^3$ .
- <sup>(6)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira lamelada GL32h com  $\rho_k = 440 \text{ kg/m}^3$ .

#### PRINCÍPIOS GERAIS:

- Para espessuras do painel  $t_{CLT}$  intermédias às fornecidas na tabela, recomenda-se utilizar os valores de resistência previstos para a espessura inferior.
- Os valores de projeto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma: Os coeficientes  $\gamma_M$  e  $k_{mod}$  devem ser considerados em função da norma em vigor utilizada para o cálculo. O coeficiente  $\gamma_M$  é o coeficiente de segurança aplicável do lado das ligações.

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

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

- Para as verificações devem ser cumpridas as seguintes expressões:

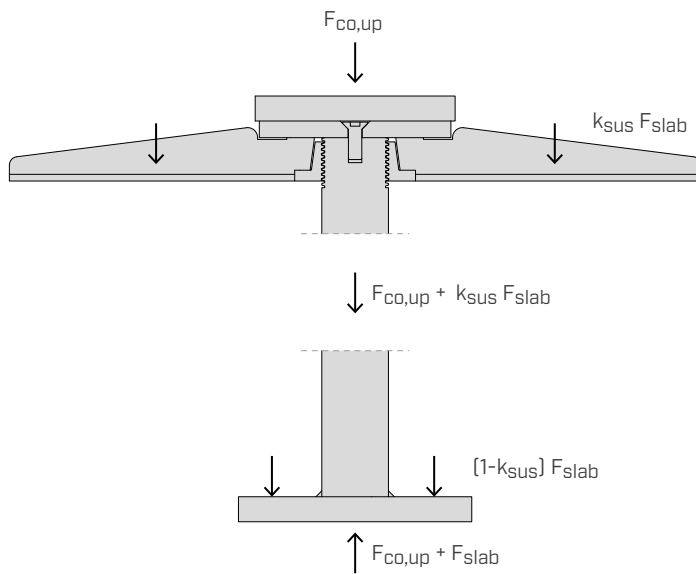
$$\frac{F_{slab,d}}{R_{slab,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{F_{t,d}}{R_{t,d}} \leq 1,0$$

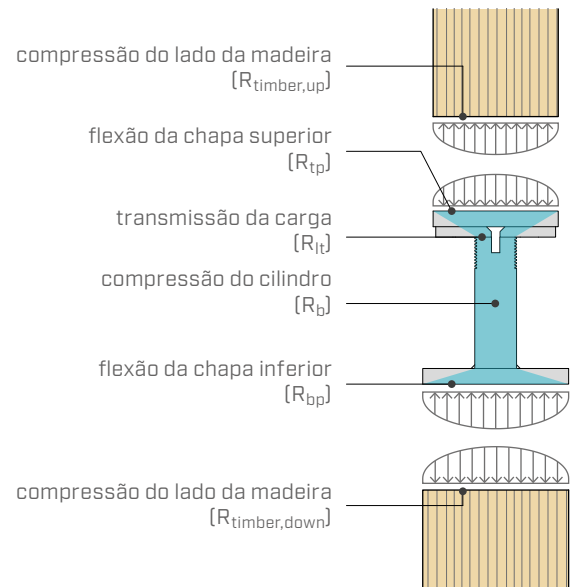
- A resistência ao punçionamento da laje ( $F_{slab,d}$ ) inclui a verificação de todos os componentes de reforço do SPIDER (braços e parafusos de reforço), bem como a resistência ao corte e ao "rolling shear" do painel CLT na zona afetada pela presença do apoio. As outras verificações no Último Estado Limite e no Estado Limite de Serviço nos painéis da laje são da responsabilidade do projetista.

## VALORES ESTÁTICOS | TRANSMISSÃO DA CARGA

### TENSÕES NO CONECTOR



### MECANISMOS DE RUTURA E VERIFICAÇÕES



## SPIDER SPI60S

### RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência           |                     | tensão                             |
|------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$<br>[kN] | $\gamma_{steel}$    |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(5)}$ | 450                   | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 663                   | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 907                   | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(5)}$ | 706                   | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

### RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência | $R_{timber,up,k}$<br>[kN] | $R_{timber,down,k}$<br>[kN] |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| C24                   | 595                       | 660                         |
| GL24h                 | 680                       | 754                         |
| GL28h                 | 794                       | 880                         |
| GL32h <sup>(3)</sup>  | 907                       | 1005                        |

## SPIDER SPI80S

### RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência           |                     | tensão                             |
|------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$<br>[kN] | $\gamma_{steel}$    |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(6)}$ | 655                   | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 1286                  | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 1626                  | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(6)}$ | 939                   | $\gamma_{M0}^{(1)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

### RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência | $R_{timber,up,k}$<br>[kN] | $R_{timber,down,k}$<br>[kN] |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| GL24h                 | 754                       | 1086                        |
| GL28h                 | 880                       | 1267                        |
| GL32h <sup>(3)</sup>  | 1005                      | 1448                        |

## SPIDER SPI80M

### RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência   |                      | tensão                             |
|------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$ |                      |                                    |
|                        |                  | [kN]          | $\gamma_{steel}$     |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(6)}$ | 939           | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 1286          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 1626          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(6)}$ | 1761          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

## SPIDER SPI80L

### RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência   |                      | tensão                             |
|------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$ |                      |                                    |
|                        |                  | [kN]          | $\gamma_{steel}$     |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(6)}$ | 1761          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 1286          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 1626          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(6)}$ | 2350          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

## SPIDER SPI100S

### RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência   |                      | tensão                             |
|------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$ |                      |                                    |
|                        |                  | [kN]          | $\gamma_{steel}$     |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(7)}$ | 1689          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 2031          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 2474          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(7)}$ | 2519          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

## SPIDER SPI100M

### RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência   |                      | tensão                             |
|------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$ |                      |                                    |
|                        |                  | [kN]          | $\gamma_{steel}$     |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(7)}$ | 2394          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 2031          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 2474          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(7)}$ | 2394          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

### RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência | $R_{timber,up,k}$ | $R_{timber,down,k}$ |
|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                       | [kN]              | [kN]                |
| GL24h                 | 1086              | 1426                |
| GL28h                 | 1267              | 1663                |
| GL32h <sup>(3)</sup>  | 1448              | 1901                |

### RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência | $R_{timber,up,k}$ | $R_{timber,down,k}$ |
|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                       | [kN]              | [kN]                |
| GL24h                 | 1426              | 1802                |
| GL28h                 | 1663              | 2102                |
| GL32h <sup>(3)</sup>  | 1901              | 2402                |

### RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência   | $R_{timber,up,k}$ | $R_{timber,down,k}$ |
|-------------------------|-------------------|---------------------|
|                         | [kN]              | [kN]                |
| GL28h                   | 1163              | 1267                |
| GL32h                   | 1330              | 1448                |
| LVL GL75 <sup>(4)</sup> | 2280              | 2977                |

### RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência   | $R_{timber,up,k}$ | $R_{timber,down,k}$ |
|-------------------------|-------------------|---------------------|
|                         | [kN]              | [kN]                |
| GL28h                   | 1724              | 1724                |
| GL32h                   | 1970              | 1970                |
| LVL GL75 <sup>(4)</sup> | 3748              | 3748                |



SPIDER SPI120S

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência   |                      | tensão                             |
|------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$ |                      |                                    |
|                        |                  | [kN]          | $\gamma_{steel}$     |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(7)}$ | 3034          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 2856          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 3336          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(7)}$ | 3034          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

SPIDER SPI120M

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações           |                  | resistência   |                      | tensão                             |
|------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------------------------|
|                        |                  | $R_{steel,k}$ |                      |                                    |
|                        |                  | [kN]          | $\gamma_{steel}$     |                                    |
| Chapa superior         | $R_{tp,k}^{(7)}$ | 3976          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d}$                      |
| Transmissão da carga   | $R_{lt,k}$       | 2856          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d}$                      |
| Compressão do cilindro | $R_{b,k}^{(8)}$  | 3336          | $\gamma_{M0}^{(1)}$  | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |
| Chapa inferior         | $R_{bp,k}^{(7)}$ | 3976          | $\gamma_{M0}^{*(2)}$ | $F_{co,up,d} + k_{sus} F_{slab,d}$ |

O SPI100L e o SPI120L são ideais para a utilização com pilares de aço. Neste caso, a chapa superior não está presente.

SPIDER SPI100L

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações                   |                                 | resistência          |                                 | tensão  |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|---|
|                                |                                 | R <sub>steel,k</sub> |                                 |   |
|                                |                                 | [kN]                 | γ <sub>steel</sub>              |   |
| Chapa superior <sup>(9)</sup>  | R <sub>tp,k</sub>               | -                    | -                               | F <sub>co,up,d</sub>  |
| Transmissão da carga           | R <sub>lt,k</sub>               | 4190                 | γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup> | F <sub>co,up,d</sub>  |
| Compressão do cilindro         | R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup> | 5010                 | γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup> | F <sub>co,up,d</sub> + k <sub>sus</sub> F <sub>slab,d</sub> |
| Chapa inferior <sup>(10)</sup> | R <sub>bp,k</sub>               | -                    | -                               | F <sub>co,up,d</sub> + k <sub>sus</sub> F <sub>slab,d</sub> |

SPIDER SPI120L

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

| Verificações                   |                                 | resistência          |                                 | tensão  |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|---|
|                                |                                 | R <sub>steel,k</sub> |                                 |   |
|                                |                                 | [kN]                 | γ <sub>steel</sub>              |   |
| Chapa superior <sup>(9)</sup>  | R <sub>tp,k</sub>               | -                    | -                               | F <sub>co,up,d</sub>  |
| Transmissão da carga           | R <sub>lt,k</sub>               | 5325                 | γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup> | F <sub>co,up,d</sub>  |
| Compressão do cilindro         | R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup> | 6220                 | γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup> | F <sub>co,up,d</sub> + k <sub>sus</sub> F <sub>slab,d</sub> |
| Chapa inferior <sup>(10)</sup> | R <sub>bp,k</sub>               | -                    | -                               | F <sub>co,up,d</sub> + k <sub>sus</sub> F <sub>slab,d</sub> |

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência   | $R_{timber,up,k}$<br>[kN] | $R_{timber,down,k}$<br>[kN] |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| GL28h                   | 1724                      | 1724                        |
| GL32h                   | 1970                      | 1970                        |
| LVL GL75 <sup>(4)</sup> | 4184                      | 4184                        |

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

| Classe de resistência   | $R_{timber,up,k}$<br>[kN] | $R_{timber,down,k}$<br>[kN] |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| GL28h                   | 2188                      | 2188                        |
| GL32h                   | 2501                      | 2501                        |
| LVL GL75 <sup>(4)</sup> | 5101                      | 5101                        |

## NOTAS:

- (1) O coeficiente  $\gamma_{M0}$  corresponde ao coeficiente parcial de resistência das secções para o aço S355 e deve ser considerado em função da norma vigente utilizada para o cálculo. Por exemplo, de acordo com a EN 1995-1-1, deve ser considerado como 1,00.
- (2) O coeficiente  $\gamma_{M0}^*$  corresponde ao coeficiente parcial de resistência das secções para os aços não previstos na EN 1993-1-1. Este deve ser considerado em função da norma vigente utilizada para o cálculo. Na ausência de indicações normativas, recomenda-se a utilização de um valor  $\gamma_{M0}^*=1,10$ .
- (3) O modelo de conector SPIDER em questão é ideal para a utilização com pilares de madeira lamelada GL32h. É permitido utilizar materiais com características inferiores; neste caso, os componentes metálicos do conector serão sobredimensionados.
- (4) O modelo de conector SPIDER em questão é ideal para a utilização com pilares de madeira LVL GL75 de acordo com a ETA-14/0354. É permitido utilizar materiais com características inferiores; neste caso, os componentes metálicos do conector serão sobredimensionados.
- (5) Por razões de segurança, a resistência é calculada utilizando um coeficiente  $k_{steel}$  válido para pilares de madeira C24. Pode ser utilizado o mesmo valor para pilares de GL24h, GL28h e GL32h.
- (6) A resistência é calculada utilizando um coeficiente  $k_{steel}$  válido para pilares de madeira GL32h. Se forem utilizados outros materiais nos pilares, a resistência deve ser calculada de acordo com a ETA-19/0700.
- (7) A resistência é calculada utilizando um coeficiente  $k_{steel}$  válido para pilares de madeira GL75. Se forem utilizados outros materiais nos pilares, a resistência deve ser calculada de acordo com a ETA-19/0700.
- (8) A resistência à compressão do cilindro foi calculada para uma altura do painel de 320 mm. Em todos os outros casos, por razões de segurança, pode ser utilizado o mesmo valor.
- (9) O conector é fornecido sem chapa superior. O pilar de aço pode ser ligado diretamente ao conector SPIDER utilizando 4 parafusos M12. O pilar superior deve estar equipado com uma chapa, dimensionada pelo projetista, adequada para transferir a carga para o conector SPIDER.
- (10) A chapa inferior do conector SPIDER não está dimensionada para distribuir a carga no pilar inferior de aço. Este último deve estar equipado com uma chapa, dimensionada pelo projetista, adequada para receber a carga do conector SPIDER.

## PRINCÍPIOS GERAIS:

- Os valores de projeto do lado da madeira são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma: Os coeficientes  $\gamma_{MT}$  e  $k_{mod}$  devem ser considerados em função da norma em vigor utilizada para o cálculo. O coeficiente  $\gamma_{MT}$  é o coeficiente de segurança aplicável do lado do material de madeira.

$$R_{timber,up,d} = \frac{R_{timber,up,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_{MT}}$$

$$R_{timber,down,d} = \frac{R_{timber,down,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_{MT}}$$

- Os valores de projeto do lado do aço são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma: Os coeficientes  $\gamma_{steel}$  devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo (ver notas 1 e 2).

$$R_{tp,d} = \frac{R_{tp,k}}{\gamma_{steel}} \quad R_{lt,d} = \frac{R_{lt,k}}{\gamma_{steel}}$$

$$R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_{steel}} \quad R_{bp,d} = \frac{R_{bp,k}}{\gamma_{steel}}$$

- Para as verificações devem ser cumpridas as seguintes expressões:

$$\frac{F_{co,up,d}}{\min \{R_{timber,up,d}; R_{tp,d}; R_{lt,d}\}} \leq 1,0$$

$$\frac{F_{co,up,d} + k_{sus} \cdot F_{slab,d}}{\min \{R_{b,d}; R_{bp,d}\}} \leq 1,0$$

$$\frac{F_{co,up,d} + F_{slab,d}}{R_{timber,down,d}} \leq 1,0$$

- As verificações no lado dos pilares referem-se à resistência à compressão paralela à fibra, no conector SPIDER. A verificação da instabilidade do pilar deve ser feita à parte.