

# TITAN PLATE C CONCRETE

## CHAPA PARA FORÇAS DE CORTE

### VERSÁTIL

Pode ser utilizada para a ligação contínua à subestrutura de paredes CLT e de light timber frame.

### INOVADORA

Concebida para ser fixada com pregos ou parafusos, com fixação parcial ou total. Possibilidade de instalação mesmo na presença de argamassa de assentamento.

### CALCULADA E CERTIFICADA

Marcação CE conforme EN 14545. Disponível em duas versões. TCP300 com espessura aumentada e otimizada para CLT.



CLASSE DE SERVIÇO

SC1 SC2

MATERIAL

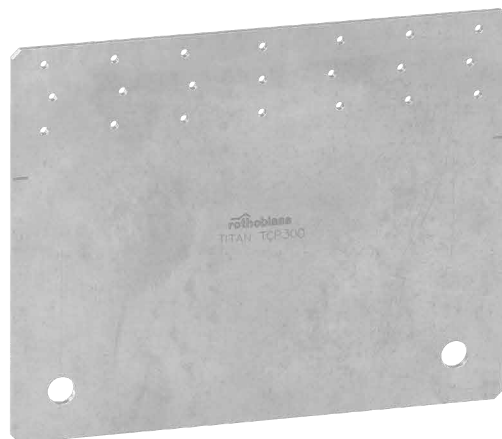
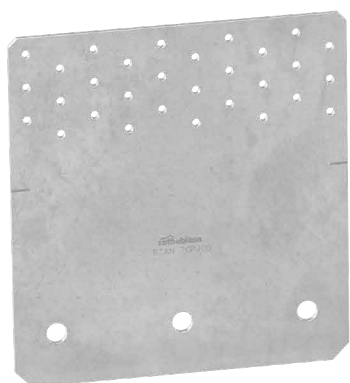
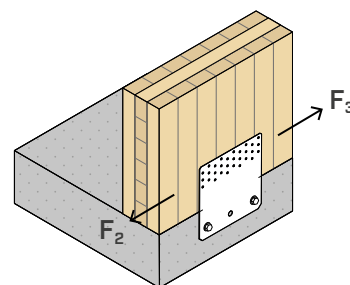
DX51D  
Z275

TCP200: aço carbónico DX51D + Z275

S355  
Fe/Zn12c

TCP300: aço carbónico S355 + Fe/Zn12c

FORÇAS



### CAMPOS DE APLICAÇÃO

Ligações de corte para paredes de madeira. Configurações madeira-betão e madeira-aço. Adequada para paredes alinhadas com o bordo de betão.

Aplicar em:

- madeira maciça e lamelar
- paredes de armação (timber frame)
- painéis CLT e LVL



## **SOBRE-ELEVAÇÕES**

Ideal para realizar ligações planas entre elementos de betão ou alvenaria e painéis em CLT. Realização de ligações contínuas de corte.

## **ESTRUTURAS HÍBRIDAS**

No interior das estruturas híbridas madeira-aço, pode ser utilizada para ligações de corte, bastando alinhar o bordo da madeira com o do elemento de aço.



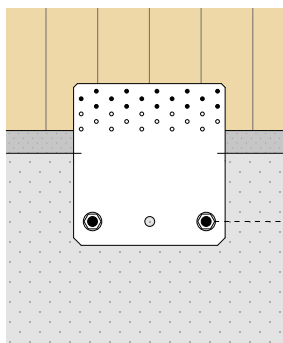


## ESQUEMAS DE FIXAÇÃO

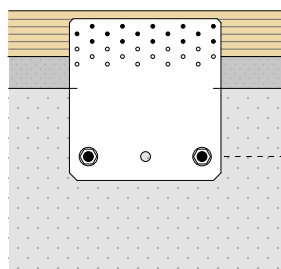
### FIXAÇÃO PARCIAL

Na presença de requisitos de projeto, tais como graus variáveis de tensão ou na presença de uma camada de nivelamento entre a parede e a superfície de apoio, é possível adotar **pregagens parciais** pré-calculadas ou posicionar as chapas de acordo com as necessidades (por ex., chapas rebaixadas), tendo o cuidado de respeitar as distâncias mínimas indicadas na tabela e verificar a resistência do grupo de ancorantes do lado do betão tendo em conta o aumento da distância da borda ( $c_x$ ). Seguem-se alguns exemplos de possíveis configurações de limites:

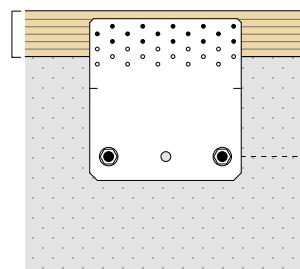
#### TCP200



parcial 15 fixações - CLT

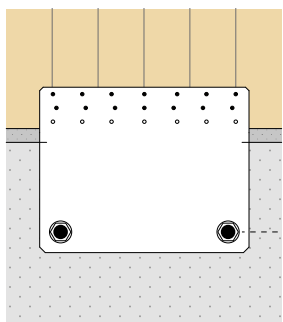


parcial 15 fixações - C/GL

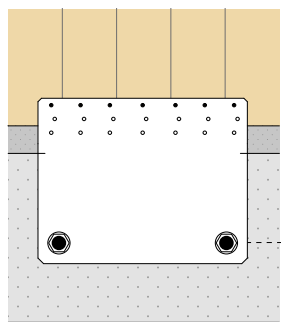


chapa rebaixada - C/GL

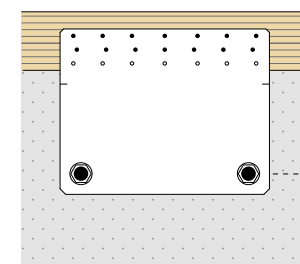
#### TCP300



parcial 14 fixações - CLT

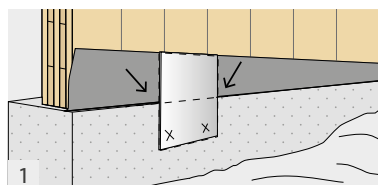


parcial 7 fixações - CLT

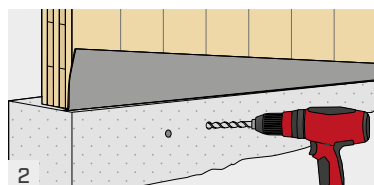


chapa rebaixada - C/GL

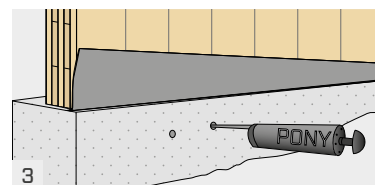
## MONTAGEM



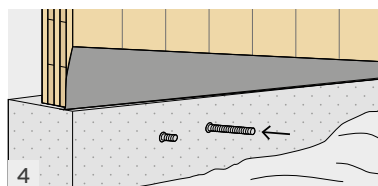
1 Posicionar TITAN TCP com a linha tracejada na ligação madeir- betão e marcar os furos.



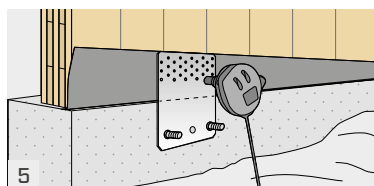
2 Remoção da chapa TITAN TCP e furação do betão.



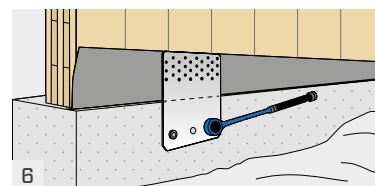
3 Limpeza cuidadosa dos furos.



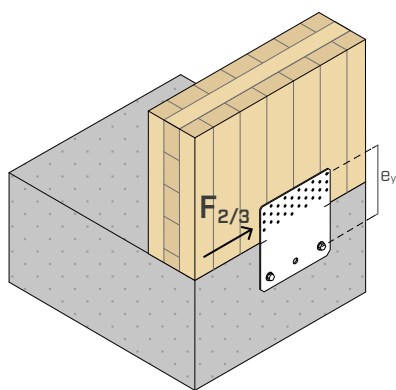
4 Injecção do ancorante e posicionamento das barras rosçadas.



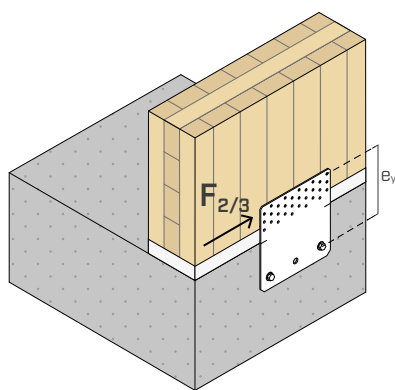
5 Instalação da chapa TITAN TCP e pregagem.



6 Posicionamento de porcas e anilhas mediante um adequado torque de aperto.



fixação total



fixação parcial

#### RESISTÊNCIA DO LADO DA MADEIRA

|                            | MADEIRA             |               |                |                                  |                               | AÇO                       |                         | BETÃO                |                |                     |   |     |
|----------------------------|---------------------|---------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|----------------|---------------------|---|-----|
| configuração sobre madeira | fixação de furos Ø5 |               |                | $R_{2/3,k \text{ timber}}^{(1)}$ | $R_{2/3,k \text{ CLT}}^{(2)}$ | $R_{2/3,k \text{ steel}}$ |                         | fixação de furos Ø13 |                |                     |   |     |
|                            | tipo                | Ø x L<br>[mm] | $n_v$<br>[pçs] | [kN]                             | [kN]                          | [kN]                      | $\gamma_{\text{steel}}$ | Ø<br>[mm]            | $n_v$<br>[pçs] | $e_y^{(3)}$<br>[mm] |   |     |
| fixação total              | LBA                 | Ø4 x 60       | 30             | 62,9                             | 84,9                          | 21,8                      | $\gamma_{M2}$           | M12                  | 2              | 147                 |   |     |
|                            | LBS                 | Ø5 x 60       | 30             | 54,0                             | 69,8                          |                           |                         |                      |                |                     |   |     |
| fixação parcial            | LBA                 | Ø4 x 60       | 15             | 31,5                             | 42,5                          | 20,5                      | $\gamma_{M2}$           |                      |                | M12                 | 2 | 162 |
|                            | LBS                 | Ø5 x 60       | 15             | 27,0                             | 34,9                          |                           |                         |                      |                |                     |   |     |

#### RESISTÊNCIA DO LADO DO BETÃO

Valores de resistência no betão de algumas das possíveis soluções de ancoragem, de acordo com as configurações adotadas para a fixação em madeira ( $e_y$ ). Partindo do princípio de que a chapa está posicionada com os entalhes de montagem na interface madeira-betão (distância ancorante-borda betão  $c_x = 90 \text{ mm}$ ).

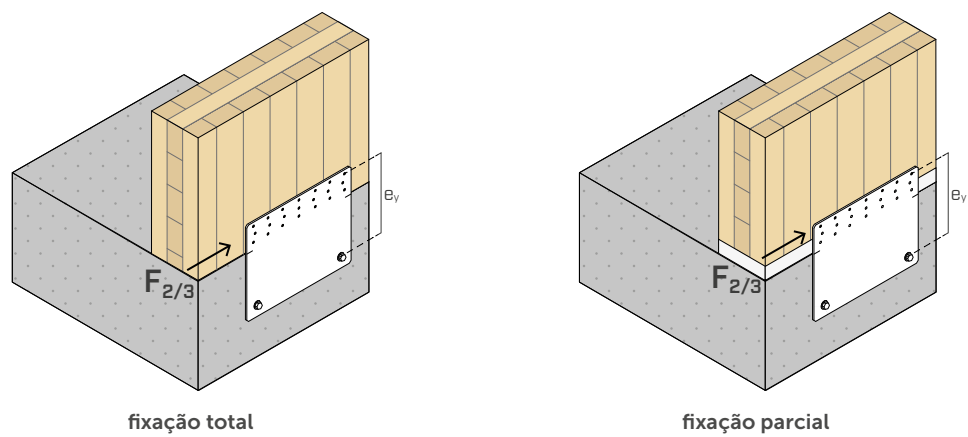
| configuração sobre betão | fixação de furos Ø13 |            | fixação total<br>( $e_y = 147 \text{ mm}$ ) | fixação parcial<br>( $e_y = 162 \text{ mm}$ ) |
|--------------------------|----------------------|------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                          | tipo                 | Ø x L [mm] | $R_{2/3,d \text{ concrete}}$                | $R_{2/3,d \text{ concrete}}$                  |
|                          |                      |            | [kN]                                        | [kN]                                          |
| não fissurado            | VIN-FIX 5.8          | M12 x 140  | 12,6                                        | 11,5                                          |
|                          |                      | M12 x 195  | 13,4                                        | 12,2                                          |
|                          | SKR                  | 12 x 90    | 11,3                                        | 10,3                                          |
|                          | AB1                  | M12 x 100  | 13,1                                        | 11,9                                          |
| fissurado                | VIN-FIX 5.8          | M12 x 140  | 8,9                                         | 8,1                                           |
|                          |                      | M12 x 195  | 9,5                                         | 8,7                                           |
|                          | SKR                  | 12 x 90    | 8,0                                         | 7,3                                           |
|                          | AB1                  | M12 x 100  | 9,2                                         | 8,4                                           |
| sísmica                  | HYB-FIX 8.8          | M12 x 140  | 6,6                                         | 6,1                                           |
|                          |                      | M12 x 195  | 8,1                                         | 7,4                                           |
|                          | EPO-FIX 8.8          | M12 x 140  | 7,6                                         | 6,9                                           |

#### NOTAS

<sup>(1)</sup> Valores de resistência para utilização em vigas horizontais de madeira maciça ou lamelada, calculados considerando o número efetivo de acordo com o Prospeito 8.1 (EN 1995:2014).

<sup>(2)</sup> Valores de resistência para utilização em CLT.

<sup>(3)</sup> Excentricidade de cálculo para a verificação do grupo de ancorantes sobre betão.



RESISTÊNCIA DO LADO DA MADEIRA

|                                | MADEIRA             |               |                         |                                          |                                       | AÇO                      |                    | BETÃO                |                         |                                       |
|--------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| configuração sobre madeira     | fixação de furos Ø5 |               |                         | R <sub>2/3,k timber</sub> <sup>(1)</sup> | R <sub>2/3,k CLT</sub> <sup>(2)</sup> | R <sub>2/3,k steel</sub> |                    | fixação de furos Ø17 |                         | e <sub>y</sub> <sup>(3)</sup><br>[mm] |
|                                | tipo                | Ø x L<br>[mm] | n <sub>v</sub><br>[pçs] | [kN]                                     | [kN]                                  | [kN]                     | γ <sub>steel</sub> | Ø<br>[mm]            | n <sub>v</sub><br>[pçs] |                                       |
| fixação total                  | LBA                 | Ø4 x 60       | 21                      | 43,4                                     | 59,4                                  | 64,0                     | γ <sub>M2</sub>    | M16                  | 2                       | 180                                   |
|                                | LBS                 | Ø5 x 60       | 21                      | 36,8                                     | 48,9                                  |                          |                    |                      |                         |                                       |
| fixação parcial<br>14 fixações | LBA                 | Ø4 x 60       | 14                      | 29,0                                     | 39,6                                  | 60,5                     | γ <sub>M2</sub>    |                      |                         | 190                                   |
|                                | LBS                 | Ø5 x 60       | 14                      | 24,6                                     | 32,6                                  |                          |                    |                      |                         |                                       |
| fixação parcial<br>7 fixações  | LBA                 | Ø4 x 60       | 7                       | 14,5                                     | 19,8                                  | 57,6                     | γ <sub>M2</sub>    |                      |                         |                                       |
|                                | LBS                 | Ø5 x 60       | 7                       | 12,3                                     | 16,3                                  |                          |                    |                      |                         |                                       |

RESISTÊNCIA DO LADO DO BETÃO

Valores de resistência no betão de algumas das possíveis soluções de ancoragem, de acordo com as configurações adotadas para a fixação em madeira (e<sub>y</sub>). Partindo do princípio de que a chapa seja posicionada com os entalhes de montagem na interface madeira-betão (distância ancorante-borda betão c<sub>x</sub> = 130 mm).

| configuração sobre betão | fixação de furos Ø17 |            | fixação total (e <sub>y</sub> = 180 mm) | fixação parcial (e <sub>y</sub> = 190 mm) | fixação parcial (e <sub>y</sub> = 200 mm) |
|--------------------------|----------------------|------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                          | tipo                 | Ø x L [mm] | R <sub>2/3,d concrete</sub>             | R <sub>2/3,d concrete</sub>               | R <sub>2/3,d concrete</sub>               |
|                          |                      |            | [kN]                                    | [kN]                                      | [kN]                                      |
| não fissurado            | VIN-FIX 5.8          | M16 x 195  | 29,6                                    | 28,3                                      | 27,0                                      |
|                          | SKR                  | 16 x 130   | 26,0                                    | 24,8                                      | 23,7                                      |
|                          | AB1                  | M16 x 145  | 30,2                                    | 28,7                                      | 27,3                                      |
| fissurado                | VIN-FIX 5.8          | M16 x 195  | 21,0                                    | 20,0                                      | 19,1                                      |
|                          | SKR                  | 16 x 130   | 18,4                                    | 17,6                                      | 16,8                                      |
|                          | AB1                  | M16 x 145  | 21,4                                    | 20,3                                      | 19,3                                      |
| sísmica                  | HYB-FIX 8.8          | M16 x 195  | 16,8                                    | 16,2                                      | 15,6                                      |
|                          |                      | M16 x 245  | 18,6                                    | 17,7                                      | 16,9                                      |
|                          | EPO-FIX 8.8          | M16 x 195  | 17,8                                    | 17,0                                      | 16,9                                      |

PRINCÍPIOS GERAIS

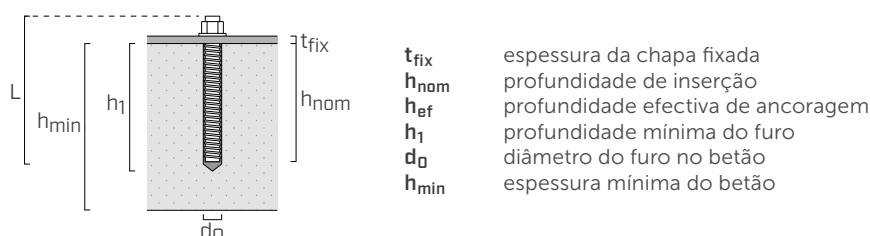
Para os PRINCÍPIOS GERAIS de cálculo, consultar a pág. 306.

## PARÂMETROS DE INSTALAÇÃO DOS ANCORANTES

| instalação | tipo de ancorante                         |            | $t_{fix}$<br>[mm] | $h_{ef}$<br>[mm] | $h_{nom}$<br>[mm] | $h_1$<br>[mm] | $d_0$<br>[mm] | $h_{min}$<br>[mm] |
|------------|-------------------------------------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|
|            | tipo                                      | Ø x L [mm] |                   |                  |                   |               |               |                   |
| TCP200     | VIN-FIX 5.8<br>HYB-FIX 8.8<br>EPO-FIX 8.8 | M12 x 140  | 3                 | 112              | 112               | 120           | 14            | 150               |
|            | SKR                                       | 12 x 90    | 3                 | 64               | 87                | 110           | 10            |                   |
|            | AB1                                       | M12 x 100  | 3                 | 70               | 80                | 85            | 12            |                   |
|            | VIN-FIX 5.8<br>HYB-FIX 8.8                | M12 x 195  | 3                 | 170              | 170               | 175           | 14            | 200               |
|            |                                           |            |                   |                  |                   |               |               |                   |
| TCP300     | VIN-FIX 5.8<br>HYB-FIX 8.8<br>EPO-FIX 8.8 | M16 x 195  | 4                 | 164              | 164               | 170           | 18            | 200               |
|            | SKR                                       | 16 x 130   | 4                 | 85               | 126               | 150           | 14            |                   |
|            | AB1                                       | M16 x 145  | 4                 | 85               | 97                | 105           | 16            |                   |
|            | HYB-FIX 8.8                               | M16 x 245  | 4                 | 210              | 210               | 215           | 18            | 250               |
|            |                                           |            |                   |                  |                   |               |               |                   |

Barra rosca pré-cortada INA dotada de porca e anilha: consultar a pág. 562.

Barra rosca MGS classe 8.8 para cortar à medida: consultar a pág. 174.



## VERIFICAÇÃO DOS ANCORANTES TENSÃO $F_{2/3}$

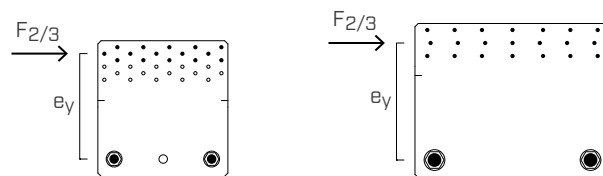
A fixação ao betão por meio de ancorantes deve ser verificada com base nas forças de tensão sobre os próprios ancorantes, que dependem da configuração de fixação do lado da madeira.

A posição e o número de pregos/parafusos determinam o valor de excentricidade  $e_y$ , entendido como a distância entre o centro de gravidade da pregagem e o dos ancorantes.

O grupo de ancorantes deve ser verificado quanto a:

$$V_{Sd,x} = F_{2/3,d}$$

$$M_{Sd,z} = F_{2/3,d} \cdot e_y$$



### PRINCÍPIOS GERAIS

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014.
- Os valores de projeto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{(R_{k, \text{timber}} \text{ or } R_{k, \text{CLT}}) \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{k, \text{steel}}}{\gamma_{M2}} \\ R_{d, \text{concrete}} \end{array} \right.$$

Os coeficientes  $k_{mod}$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_{M2}$  devem ser considerados em função da norma em vigor utilizada para o cálculo.

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$  e betão C25/30 com armação rara e espessura mínima indicada na tabela.
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira e de betão devem ser feitas à parte.
- Os valores de resistência são válidos para as hipóteses de cálculo definidas na tabela; para condições de contorno diferentes das indicadas na tabela (por ex., distâncias mínimas das bordas), os ancorantes do lado do betão podem ser verificados utilizando o software de cálculo MyProject de acordo com os requisitos do projeto.

- Projeção sísmica na categoria de desempenho C2, sem requisitos de ductilidade nos ancorantes (opção a2) e projeção elástica de acordo com a EN 1992:2018. Para ancorantes químicos, parte-se do princípio de que o espaço anular entre o ancorante e o furo da chapa esteja preenchido ( $\alpha_{gap} = 1$ ).
- Os ETA dos produtos relativos aos ancorantes utilizadas no cálculo da resistência do lado do betão são apresentados abaixo:
  - ancorante químico VIN-FIX de acordo com a ETA-20/0363;
  - ancorante químico HYB-FIX de acordo com a ETA-20/1285;
  - ancorante químico EPO-FIX de acordo com a ETA-23/0419;
  - ancorante parafusável SKR de acordo com a ETA-24/0024;
  - bucha metálica AB1 de acordo com a ETA-17/0481 (M12);
  - bucha metálica AB1 de acordo com a ETA-99/0010 (M16).

### PROPRIEDADE INTELECTUAL

- As chapas TITAN PLATE C estão protegidas pelos seguintes Desenhos ou Modelos Comunitários Registrados:
  - RCD 002383265-0003;
  - RCD 008254353-0014.

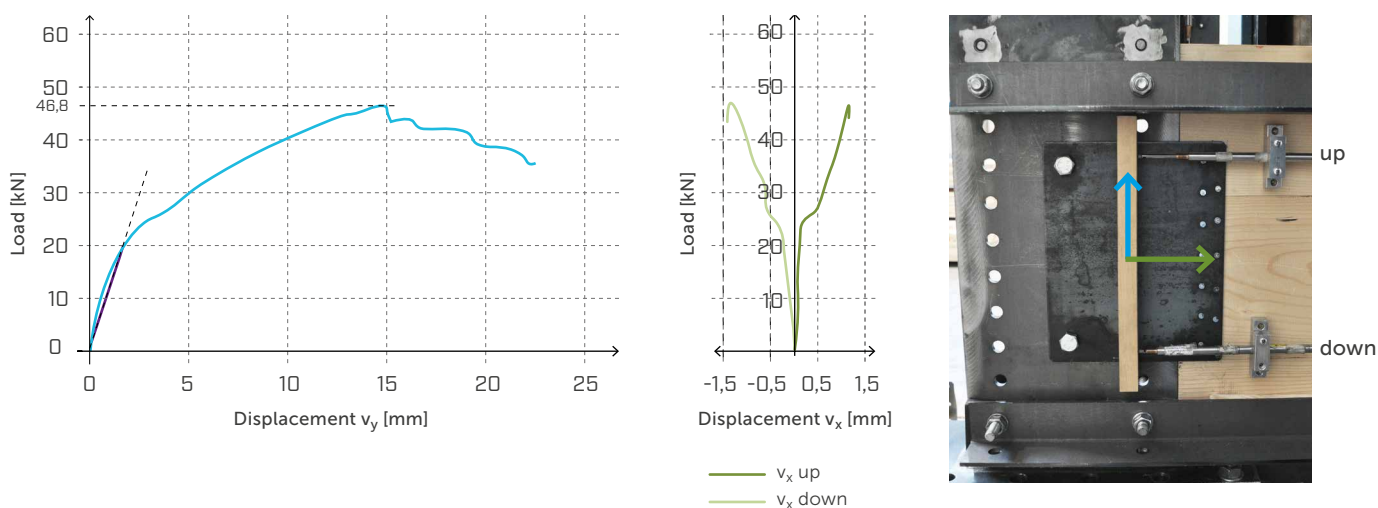
## ■ INVESTIGAÇÕES EXPERIMENTAIS | TCP300

A fim de calibrar os modelos numéricos utilizados para a conceção e verificação da chapa TCP300, foi realizada uma campanha experimental em colaboração com o Instituto de BioEconomia (IBE) - San Michele all'Adige.

O sistema de ligação, pregado ou aparafusado aos painéis em CLT, foi submetido a tensão de corte através de testes monotónicos em controlo do deslocamento, registando a respetiva carga, deslocamento nas duas direções principais e modo de colapso.

Os resultados obtidos foram utilizados para validar o modelo de cálculo analítico para a chapa TCP300, com base na hipótese de que o centro de corte é colocado no centro de gravidade das fixações na madeira e, portanto, que os ancorantes, geralmente o ponto fraco do sistema, são submetidas a tensão não só pelas ações de corte, mas também pelo momento local.

O estudo em diferentes configurações de fixação (pregos Ø4/parafusos Ø5, pregagem total, pregagem parcial com 14 conectores, pregagem parcial com 7 conectores) mostra que o comportamento mecânico da chapa é fortemente influenciado pela respetiva **rigidez dos conectores** na madeira em relação à dos ancorantes, em testes simulados por aparafusamento em aço. Em todos os casos observou-se um modo de rutura de corte das fixações na madeira que não provoca rotações evidentes da chapa. Apenas em alguns casos (pregagem total) a rotação não negligenciável da chapa provoca um aumento da tensão nas fixações da madeira resultante de uma redistribuição do momento local com o consequente alívio da tensão nos ancorantes, que representam o ponto limitador da resistência global do sistema.



Diagramas força-deslocamento para amostra TCP300 com pregagem parcial (n. 14 pregos LBA Ø4 x 60 mm).

São necessárias mais investigações para definir um modelo analítico que possa ser generalizado às diferentes configurações de utilização da chapa, capaz de fornecer a rigidez real do sistema e a redistribuição das tensões à medida que as condições de contorno (conectores e materiais de base) variam.