

CONECTOR PARA PAINÉIS ESTRUTURAIS

PAINEL MONOLÍTICO

Permite ligações de elevadíssima rigidez e é capaz de transferir forças de corte excepcionais entre os painéis. Ideal para paredes e lajes.

FÁCIL DE MANUSEAR

A forma em cunha facilita a inserção na fresagem. A geometria alveolar maximiza a resistência. Em alumínio, é leve e fácil de manusear.

VELOCIDADE DE COLOCAÇÃO

Possibilidade de montagem com parafusos auxiliares inclinados que facilitam o aperto recíproco entre os painéis. Excelente performance: um conector pode substituir até 60 parafusos Ø6.

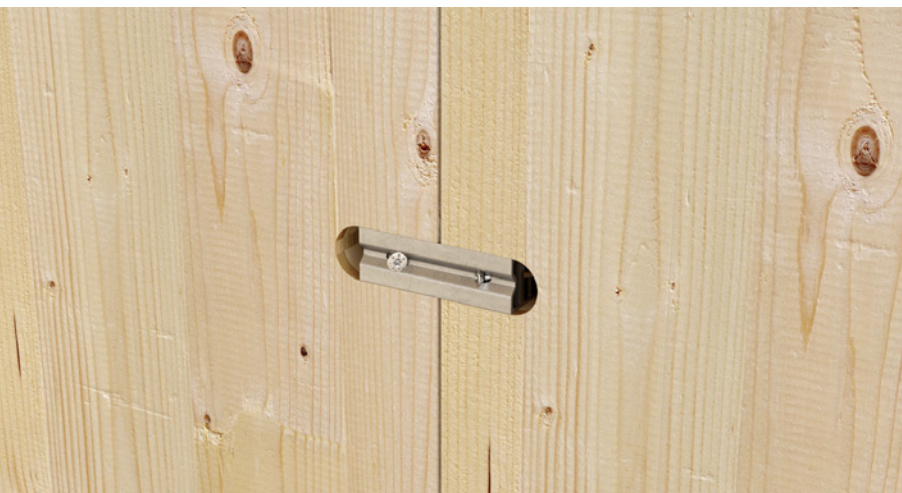


CARACTERÍSTICAS

FOCUS	ligações de paredes e lajes
PAINÉIS	espessura de 90 a 160 mm
RESISTÊNCIA	$R_{v,k}$ de 35 a 120 kN
FIXAÇÕES	HBS

VÍDEO

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



MATERIAL

Chapa furada tridimensional em liga de alumínio.

CAMPOS DE APLICAÇÃO

Ligação de painéis para paredes e lajes

- CLT, LVL
- madeira lamelar



MULTI-STOREY

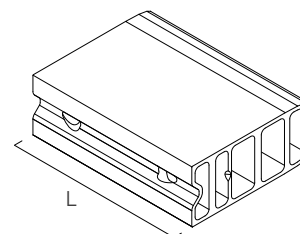
Ideal para ligações de paredes e lajes dos edifícios multi-pisos. Permite restaurar no estaleiro os painéis fabricados na fábrica com pequenas dimensões para necessidades de transporte.

GLULAM, CLT, LVL

Marcação CE conforme ETA. Valores testados, certificados e calculados também em madeira lamelada, CLT, LVL Softwood e LVL Hardwood.

CÓDIGOS E DIMENSÕES

CÓDIGO	L [mm]	pçs
SLOT90	120	10



MATERIAL E DURABILIDADE

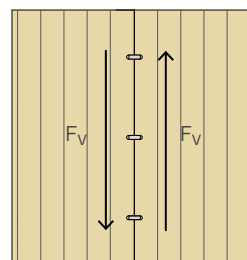
SLOT: liga de alumínio EN AW-6005A.
Utilização em classes de serviço 1 e 2 (EN 1955-1-1).

FORÇAS

Tensões de corte na superfície do painel.

CAMPOS DE EMPREGO

- Painéis CLT
- Painéis em madeira lamelada
- Painéis em LVL softwood com folheados cruzados ou paralelos
- Painéis em LVL hardwood com folheados cruzados ou paralelos



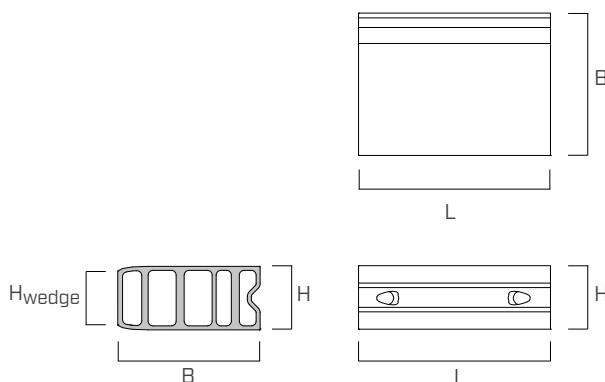
PRODUTOS ADICIONAIS - FIXAÇÕES

tipo	descrição		d [mm]	L [mm]	suporte
HBS	parafuso HBS		6	120	
HBS	parafuso HBS		8	140	

Para mais detalhes, consultar o catálogo "Parafusos e conectores para madeira".

GEOMETRIA

CONECTOR



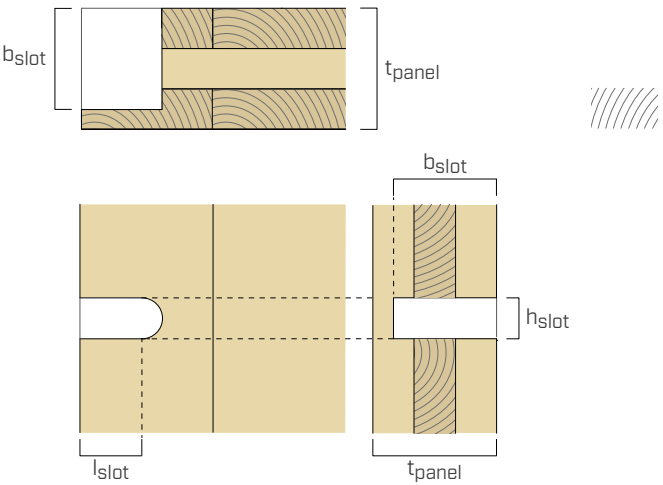
B [mm]	H [mm]	H _{wedge} [mm]	L [mm]	n _{screws} [pçs.]
89	40	34	120	2

Os parafusos são facultativos e não estão incluídos na embalagem.

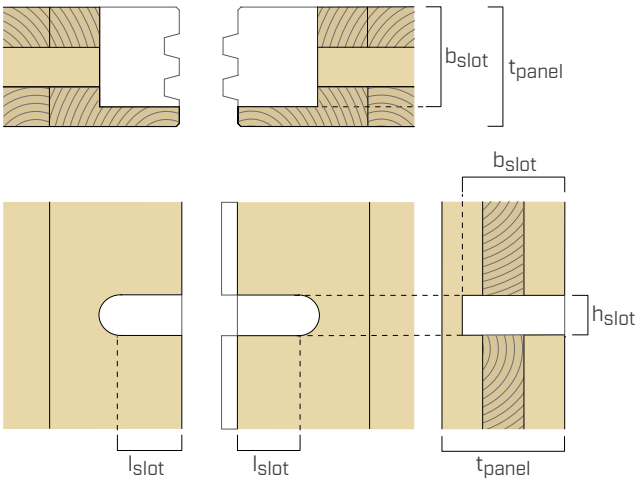
GEOMETRIA

FRESAGEM NO PAINEL

PAINEL COM BORDA PLANA



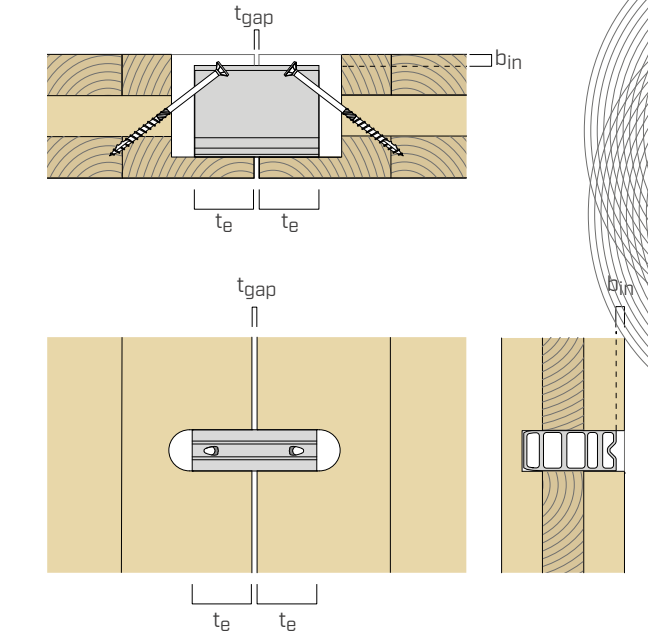
PAINEL COM BORDA ROSCADA



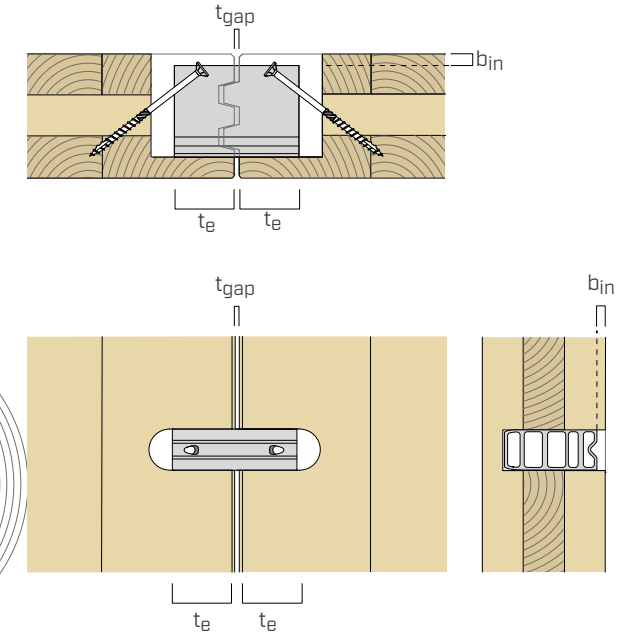
$b_{slot,min}$ [mm]	$l_{slot,min}$ [mm]	$t_{panel,min}$ [mm]	$h_{slot}^{(1)}$ [mm]
90	60	90	$40 \pm 0,5$

INSTALAÇÃO

PAINEL COM BORDA PLANA



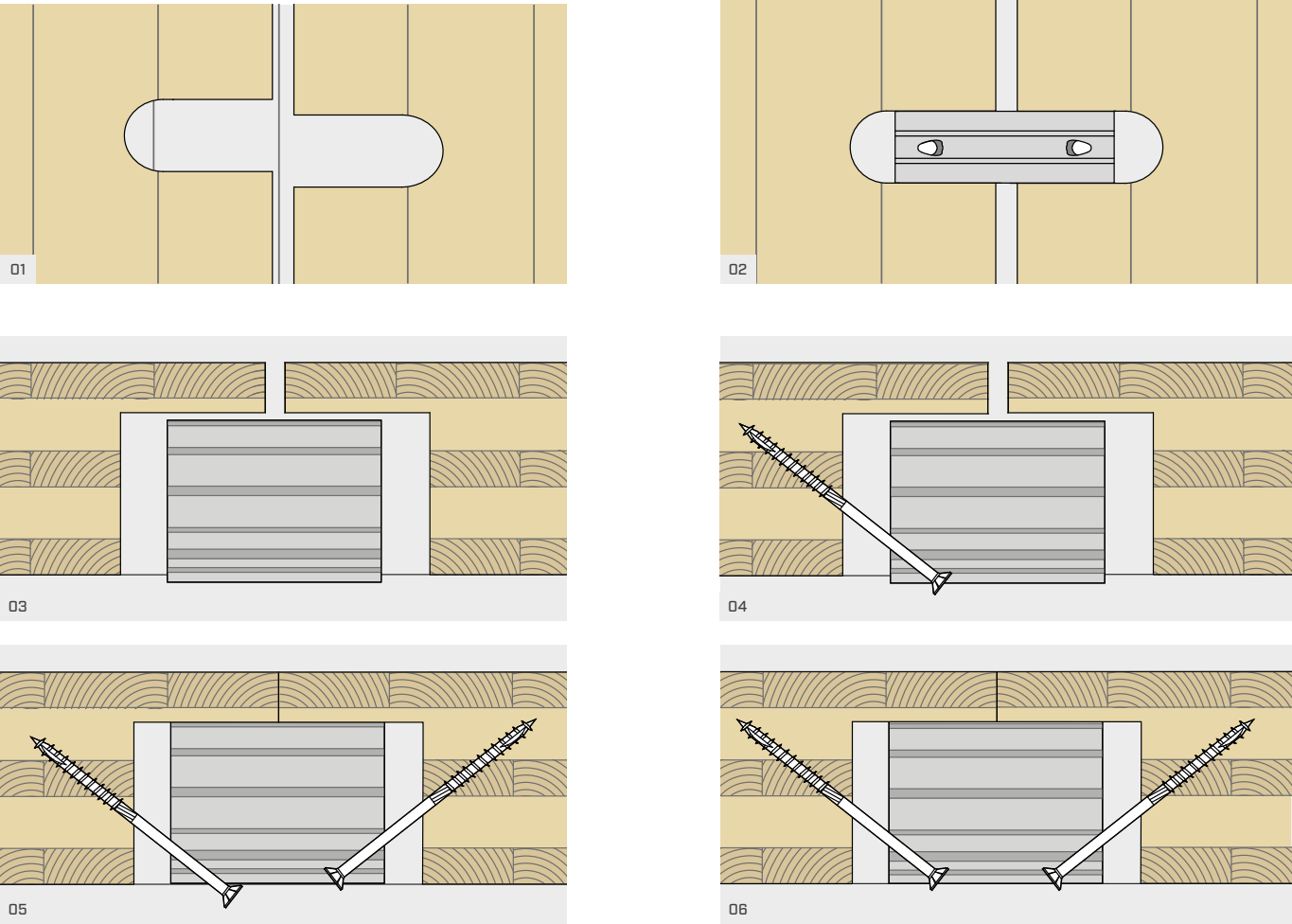
PAINEL COM BORDA ROSCADA



$t_{gap,max}^{(2)}$ [mm]	$b_{in,max}$ [mm]	$t_{e,min}$ [mm]
5	$t_{panel}-90^{(3)}$	57,5

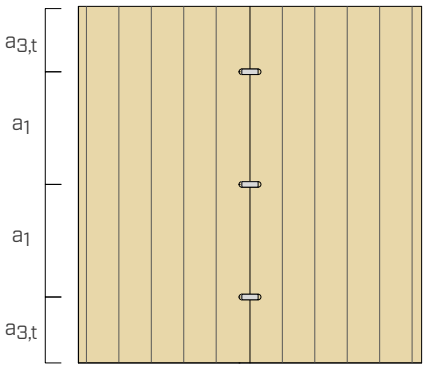
UTILIZAÇÃO DO CONECTOR COMO EQUIPAMENTO DE MONTAGEM

O conector também pode ser utilizado como equipamento de montagem, graças à sua forma em cunha e à presença de parafusos.

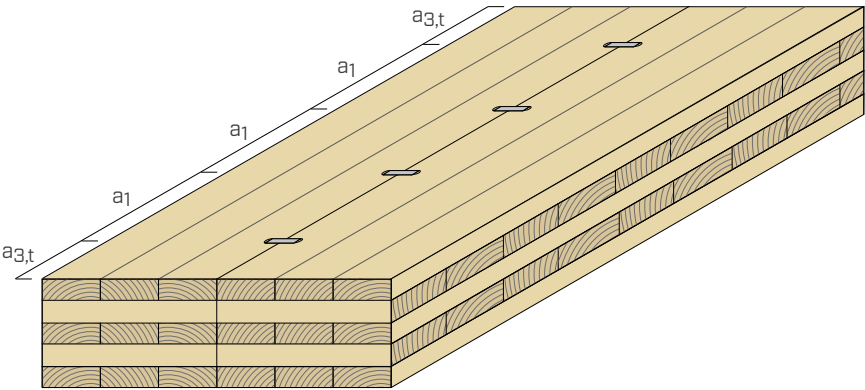


DISTÂNCIAS MÍNIMAS

PAREDE



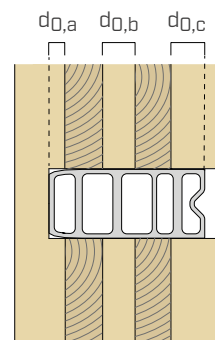
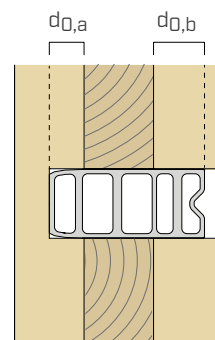
LAJE



		CLT	LVL		madeira lamelada
			folheados cruzados	folheados paralelos	
a_1	[mm]	320 ⁽⁴⁾	320 ⁽⁴⁾	480	480
$a_{3,t}$	[mm]	320 ⁽⁴⁾	320 ⁽⁴⁾	480	480

VALORES ESTÁTICOS

			R _{v,k} [kN]	k _{ser} [kN/mm]
CLT ⁽⁵⁾	Σd ₀ ⁽⁶⁾ =	40 [mm]	34,37	17,50
		45 [mm]	37,81	
		49 [mm]	40,57	
		50 [mm]	41,26	
		55 [mm]	44,70	
		59 [mm]	47,46	
		60 [mm]	48,15	
		65 [mm]	51,59	
	69 [mm]	54,35		
LVL softwood	folheados cruzados ⁽⁷⁾	52,72	24,00	
	folheados paralelos ⁽⁸⁾	70,97		
LVL hardwood	folheados cruzados ⁽⁹⁾	125,71	48,67	
	folheados paralelos ⁽¹⁰⁾	116,59		
madeira lamelada ⁽¹¹⁾			68,13	25,67



$$\Sigma d_0 = d_{0,a} + d_{0,b} + d_{0,c}$$

NOTAS:

- ⁽¹⁾ A tolerância recomendada de $\pm 0,5$ mm deve ser considerada como indicativa. Uma fresagem com h_{slot} insuficiente pode dificultar a inserção do conector; uma fresagem com h_{slot} excessiva pode diminuir a rigidez inicial da ligação. Antes de cortar o primeiro lote de painéis, é recomendável fazer fresagens de teste para verificar a qualidade das fresagens efetuadas pela maquinaria específica utilizada para o corte dos painéis.
- ⁽²⁾ O espaço entre os painéis deve ser considerado no cálculo da resistência do conector; para o cálculo, consultar a ETA-19/0167. O espaço entre os painéis pode eventualmente conter um material de enchimento.
- ⁽³⁾ O conector pode ser instalado em qualquer posição dentro da espessura do painel.
- ⁽⁴⁾ Para CLT e LVL com folheados cruzados, no caso de instalação com $a_1 < 480$ mm ou $a_{3,t} < 480$ mm, a resistência é reduzida com um coeficiente k_{a1} , como previsto na ETA-19/0167.
- $$k_{a1} = 1 - 0,001 \cdot \left(480 - \min \{ a_1; a_{3,t} \} \right)$$
- ⁽⁵⁾ Valores calculados de acordo com a ETA-19/0167 e válidos na Classe de Serviço 1 de acordo com a EN 1995-1-1. No cálculo foram considerados os seguintes parâmetros: $f_{c,0k} = 24$ MPa, $\rho_k = 350$ kg/m³, $t_{gap} = 0$ mm, $a_1 \geq 480$ mm, $a_{3,t} \geq 480$ mm.
- ⁽⁶⁾ O parâmetro Σd_0 corresponde à espessura cumulativa das camadas paralelas a F_v , dentro da espessura B do conector (ver imagem).
- ⁽⁷⁾ Valores calculados de acordo com a ETA-19/0167. No cálculo foram considerados os seguintes parâmetros: $f_{c,0k} = 26$ MPa, $\rho_k = 480$ kg/m³, $t_{gap} = 0$ mm, $a_1 \geq 480$ mm, $a_{3,t} \geq 480$ mm.
- ⁽⁸⁾ Valores calculados de acordo com a ETA-19/0167. No cálculo foram considerados os seguintes parâmetros: $f_{c,0k} = 35$ MPa, $\rho_k = 480$ kg/m³, $t_{gap} = 0$ mm.
- ⁽⁹⁾ Valores calculados de acordo com a ETA-19/0167. No cálculo foram considerados os seguintes parâmetros: $f_{c,0k} = 62$ MPa, $\rho_k = 730$ kg/m³, $t_{gap} = 0$ mm, $a_1 \geq 480$ mm, $a_{3,t} \geq 480$ mm.
- ⁽¹⁰⁾ Valores calculados de acordo com a ETA-19/0167. No cálculo foram considerados os seguintes parâmetros: $f_{c,0k} = 57,5$ MPa, $\rho_k = 730$ kg/m³, $t_{gap} = 0$ mm.
- ⁽¹¹⁾ Valores calculados de acordo com a ETA-19/0167 e válidos na Classe de Serviço 1 de acordo com a EN 1995-1-1. No cálculo foram considerados os seguintes parâmetros: $f_{c,0k} = 24$ MPa, $\rho_k = 385$ kg/m³, $t_{gap} = 0$ mm.

PRINCÍPIOS GERAIS:

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995-1-1, de acordo com ETA-19/0167.
- Os valores de projeto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma: Os coeficientes γ_M e k_{mod} devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo.

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

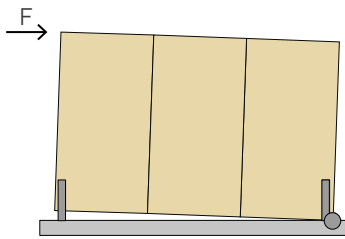
A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas à parte.

- Os valores de resistência do sistema de fixação são válidos para as hipóteses de cálculo definidas em tabela. Para configurações de cálculo diferentes, está disponível gratuitamente o software MyProject (www.rothoblaas.pt).
- O conector pode ser utilizado para ligações entre elementos de madeira lamelada, CLT e LVL ou elementos semelhantes colados.
- A superfície de contacto entre os painéis pode ser plana ou em forma de "macho-fêmea", ver a imagem na secção INSTALAÇÃO.
- Deve ser utilizados, no mínimo, dois conectores numa ligação.
- Os conectores devem ser inseridos com a mesma profundidade de penetração (t_e) em ambos os membros a fixar.
- Os dois parafusos inclinados são facultativos e não têm qualquer influência no cálculo da resistência e rigidez.

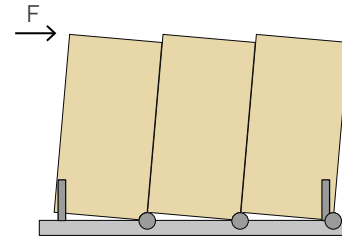
LIGAÇÕES DE CORTE ENTRE PAINÉIS CLT | RIGIDEZ

PAREDES CLT MULTIPAINEL COM RETENTOR NAS EXTREMIDADES

COMPORTAMENTO COM PAREDE SIMPLES



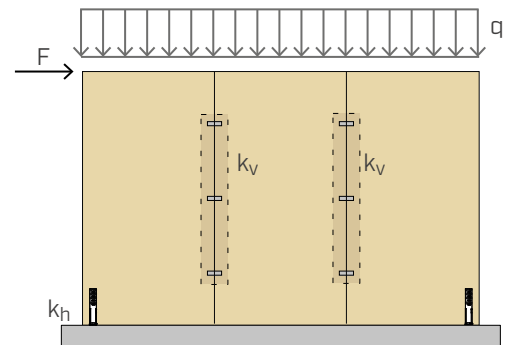
COMPORTAMENTO COM PAINÉIS ACOPLADOS



Existem dois comportamentos rotacionais possíveis da parede CLT, multipainel, determinados por múltiplos parâmetros. Em condições idênticas, pode dizer-se que a relação de rigidez k_v/k_h determina o comportamento rotacional da parede, em que:

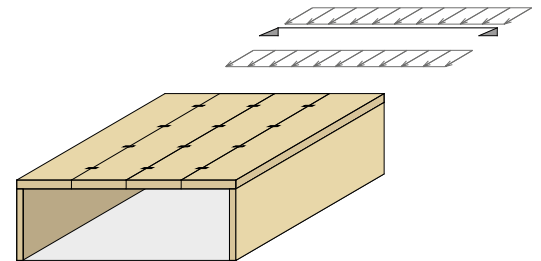
- k_v = rigidez total de corte da ligação entre os painéis;
- k_h = rigidez de tração do retentor.

Em condições idênticas, pode dizer-se que, para valores elevados de k_v/k_h (ou seja, para valores elevados de k_v) o comportamento cinemático da parede tende a aproximar-se do comportamento da parede simples. Uma parede deste tipo é muito mais fácil de projetar do que uma parede com um comportamento de painéis acoplados, devido à simplicidade da modelação.



LAJES CLT MULTIPAINEL

A distribuição das forças horizontais (sismo ou vento) da laje para as paredes inferiores depende da rigidez da laje no seu próprio plano. Uma laje rígida permite a transmissão de forças horizontais externas às paredes subjacentes com comportamento de diafragma. O comportamento do diafragma rígido é muito mais fácil de projetar do que uma laje deformável no seu próprio plano, devido à simplicidade na esquematização estrutural da laje. Além disso, muitas normas sísmicas internacionais exigem a presença de um diafragma rígido como requisito para obter a regularidade na planta do construção e, portanto, uma melhor resposta sísmica do edifício.

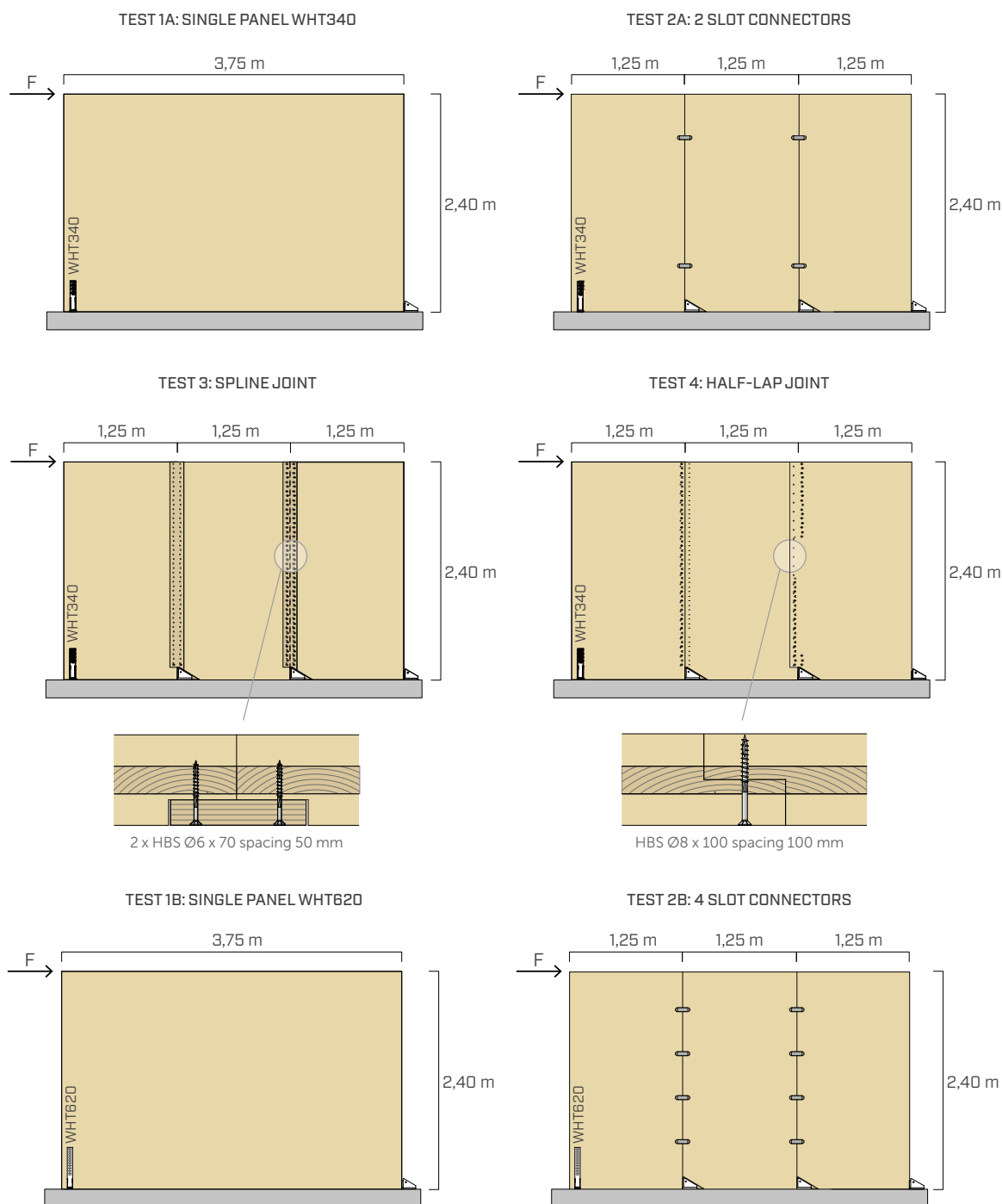


A VANTAGEM DE UMA RIGIDEZ ELEVADA E CERTIFICADA POR TESTES

A utilização do conector SLOT, caracterizado por elevados valores de rigidez e resistência, apresenta vantagens indiscutíveis, tanto no caso da parede CLT multipainel, como no caso da laje de diafragma. Estes valores de resistência e rigidez são validados experimentalmente e certificados de acordo com a ETA-19/0167; isto significa que o projetista dispõe de dados certificados, precisos e confiáveis.

■ COMPARAÇÃO EXPERIMENTAL ENTRE SISTEMAS DE LIGAÇÃO

Em 2019, foi realizada uma campanha experimental em paredes à escala real nos laboratórios da CNR-IBE em S.Michele All'Adige. O objetivo da campanha é determinar o comportamento rotacional das paredes multipainel, montadas utilizando diferentes sistemas de ligação. Os testes são do tipo monotónico em controlo do deslocamento.



Foram realizadas duas séries de testes, a primeira fixando a parede ao chão através de 1 WHT340 com anilha e 20 pregos Anker Ø4 x 60:

- TEST 1A: painel completo.
- TEST 2A: três painéis ligados entre si com 2 conectores SLOT.
- TEST 3: três painéis ligados entre si com cobre-junta em LVL e pares de parafusos HBS Ø6 x 70 com entre-eixo de 50 mm (88 parafusos de ligação).
- TEST 4: três painéis ligados entre si com meia-madeira e parafusos HBS Ø8 x 100 com entre-eixo 100 mm (22 parafusos de ligação).

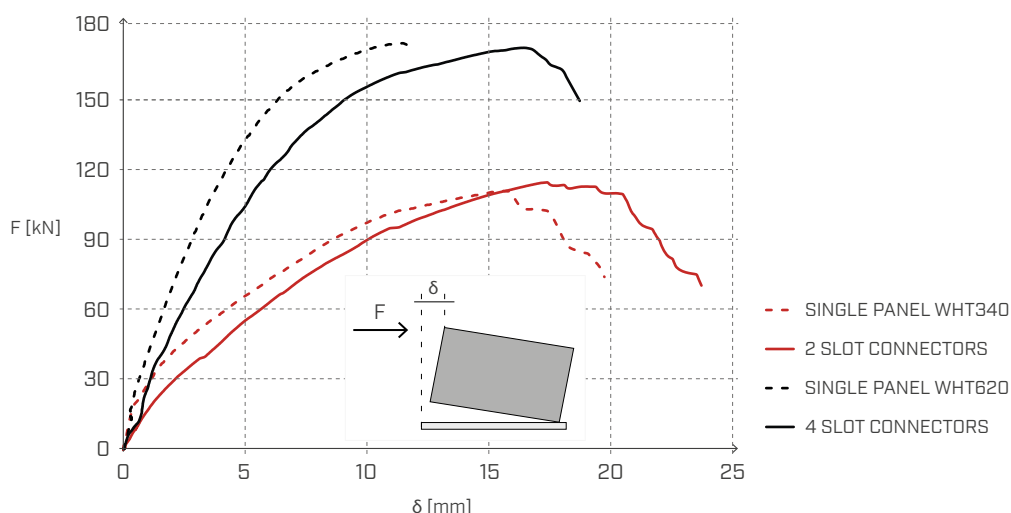
Na segunda série de testes, as paredes são fixadas ao chão através de 1 WHT620 com anilha e 55 pregos Anker Ø4 x 60:

- TEST 1B: painel completo.
- TEST 2B: três painéis ligados entre si com 4 conectores SLOT para cada ligação.

Na página seguinte são apresentadas comparações experimentais.

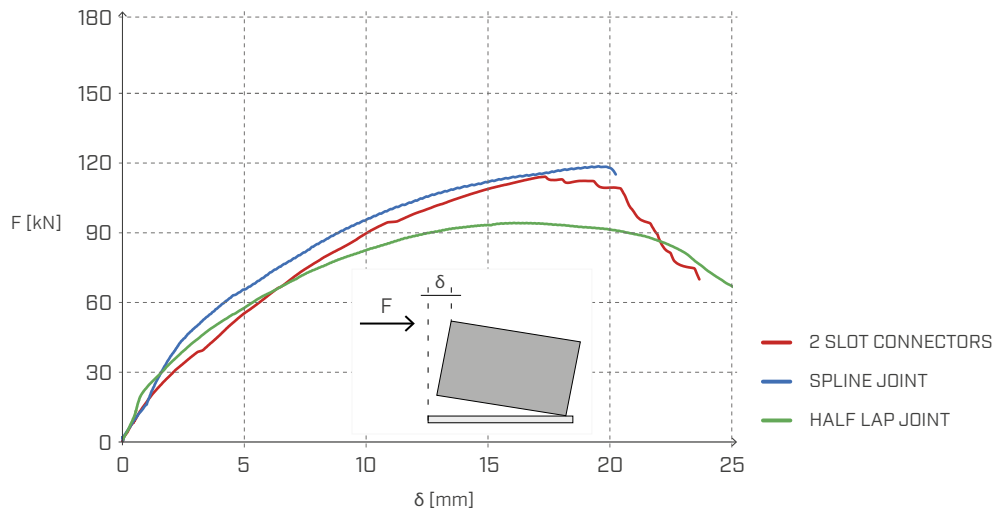
■ COMPARAÇÃO EXPERIMENTAL ENTRE SISTEMAS DE LIGAÇÃO

COMPARAÇÃO SLOT - PAINEL SIMPLES



O gráfico mostra a comparação entre o painel simples e os painéis ligados com o conector SLOT. Ambos os testes com os conectores SLOT apresentam um comportamento marcado de parede simples, com um único ponto de rotação situado na borda comprimida da parede. Os conectores SLOT permaneceram no campo elástico em ambos os testes, enquanto que o retentor partiu. As paredes ligadas com o conector SLOT mostram uma perda de rigidez de 20-30% em comparação com o painel simples. Ao aumentar o número de conectores, é possível aproximar ainda mais a rigidez da parede multipainel da rigidez correspondente do painel simples. Por exemplo, numa parede de 2,40 m de altura é possível colocar até, no máximo, 6 SLOT por ligação, triplicando a rigidez dos nós verticais para a configuração 2A.

COMPARAÇÃO SLOT - SPLINE JOINT - HALF LAP JOINT



O gráfico mostra uma comparação entre o teste 2A (2 conectores SLOT) e os outros sistemas de ligação (testes 3 e 4). Os testes foram concebidos para representar dois casos-limite:

- no TEST 2A, utilizando o número mínimo de conectores SLOT (2 conectores);
- nos TEST 3 e 4, utilizando um número muito elevado de parafusos (22 parafusos para a half-lap joint e 88 parafusos para a spline joint). A parede ligada com 2 conectores SLOT, consegue exibir um comportamento comparável ao de paredes ligadas com um número muito elevado de parafusos.

Isto significa que se o projetista quiser aproximar ainda mais o comportamento da parede multipainel do comportamento do painel simples, o sistema SLOT tem amplas margens em termos de aumento de rigidez, enquanto os outros sistemas de ligação testados já atingiram o seu limite máximo de rigidez devido à dificuldade em reforçar ainda mais os parafusos.

■ COMPARAÇÃO ANALÍTICA ENTRE SISTEMAS DE LIGAÇÃO

ENTRE-EIXOS AUMENTADOS

sistema de ligação	número de conectores	entre-eixo [mm]	$R_{v,k}$ [kN]
SLOT	2	967	81,1
HALF-LAP	14	200	42,6
SPLINE JOINT	56	100	60,9

ENTRE-EIXOS REDUZIDOS

sistema de ligação	número de conectores	entre-eixo [mm]	$R_{v,k}$ [kN]
SLOT	4	580	162,3
HALF-LAP	28	100	73,1
SPLINE JOINT	114	50	70,1

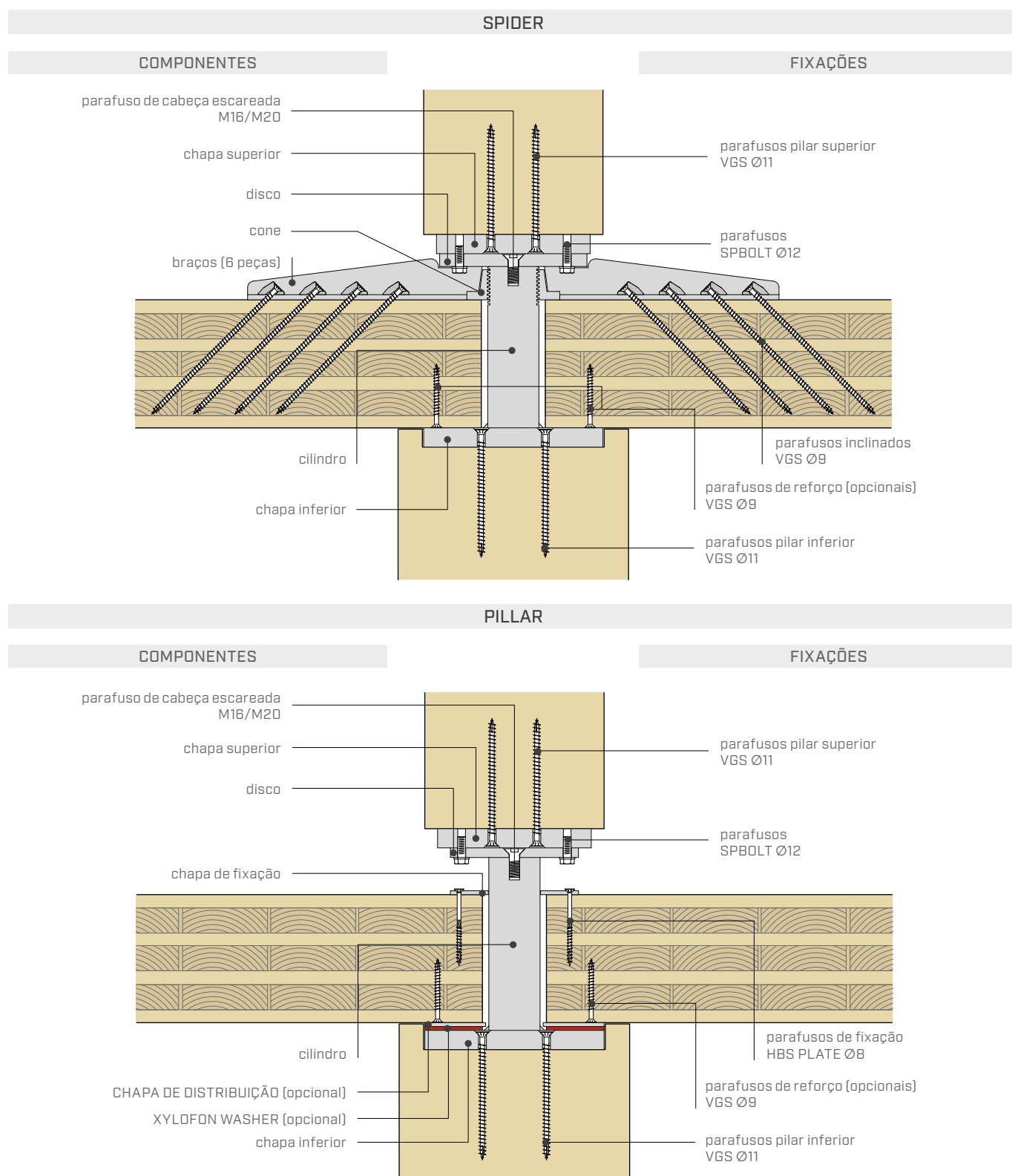
Os valores de resistência são calculados de acordo com a ETA-19/0167, ETA-11/0030 e EN 1995-1-1.

As tabelas mostram uma comparação em termos de resistência entre os três tipos de ligação. Para o cálculo foi utilizado um painel de parede com 2,9 m de altura. Na tabela ENTRE-EIXOS AUMENTADOS, foram utilizados entre-eixos de 200 mm e 100 mm para a half-lap joint e a spline joint, respetivamente. Para o conector SLOT foi utilizado um entre-eixo de aproximadamente 1 m; neste caso, as ligações com parafusos oferecem resistências muito inferiores às do conector SLOT. Como pode ser visto na tabela ENTRE-EIXOS REDUZIDOS, reduzindo para metade o entre-eixo dos parafusos (e, portanto, duplicando o número de parafusos) não é possível alcançar a resistência oferecida apenas pelos dois conectores SLOT do caso anterior, devido à redução da resistência dada pelo número efetivo. Utilizando 4 conectores SLOT, também é possível alcançar valores de resistência muito difíceis de alcançar com parafusos. Isto significa que não é possível alcançar elevados valores de resistência da ligação com ligações tradicionais.

CONECTORES SPIDER E PILLAR

O conector SPIDER é o resultado de uma ideia nascida no seio da Arbeitsbereich für Holzbau da Universidade de Innsbruck e materializada através de uma estreita colaboração com a Rothoblaas. O ambicioso projeto de investigação, cofinanciado pela Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), levou ao desenvolvimento, pela primeira vez no mundo, de um conector metálico para a construção de lajes planas em CLT com suporte pontual. A campanha experimental permitiu o desenvolvimento de 10 modelos, adaptados a diferentes aplicações.

O conector PILLAR é uma versão simplificada do conector SPIDER, adequado para pilares com entre-eixos mais pequenos; pode adaptar-se com versatilidade a diferentes tipos de aplicações.



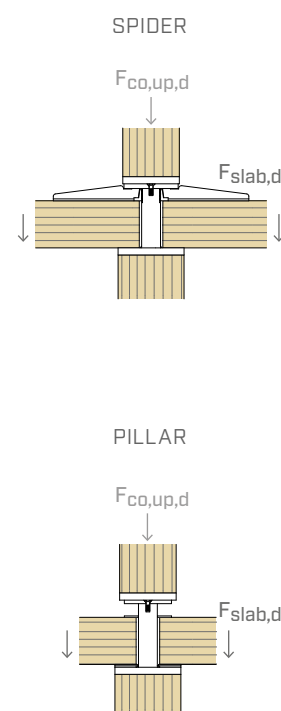
TABELAS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO

RESISTÊNCIAS DE PROJETO CONECTOR SPIDER

MODELO	espessura da laje CLT [mm]							PILARES
	160	180	200	220	240	280	160 + 160	
	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	
SPI60S	345 + 296	290 + 349	240 + 401	185 + 454	135 + 506	135 + 506	245 + 394	GL32h
SPI80S	630 + 296	575 + 349	525 + 401	470 + 454	420 + 506	420 + 506	530 + 394	
SPI80M	920 + 296	865 + 349	815 + 401	760 + 454	710 + 506	710 + 506	820 + 394	
SPI80L	1215 + 296	1185 + 349	1135 + 401	1080 + 454	1030 + 506	1030 + 506	1140 + 394	
SPI100S	1515 + 296	1515 + 349	1515 + 401	1515 + 454	1475 + 506	1475 + 506	1515 + 394	LVL FAGGIO
SPI100M	1965 + 296	1930 + 349	1895 + 401	1855 + 454	1820 + 506	1820 + 506	2030 + 394	
SPI120S	2490 + 296	2440 + 349	2385 + 401	2335 + 454	2280 + 506	2280 + 506	2395 + 394	
SPI120M	2855 + 296	2855 + 349	2855 + 401	2855 + 454	2855 + 506	2855 + 506	2855 + 394	
SPI100L	3805 + 296	3805 + 349	3805 + 401	3805 + 454	3805 + 506	3805 + 506	3805 + 394	AÇO
SPI120L	4840 + 296	4840 + 349	4840 + 401	4840 + 454	4840 + 506	4840 + 506	4840 + 394	

RESISTÊNCIAS DE PROJETO CONECTOR PILLAR

MODELO	espessura da laje CLT [mm]					PILARES
	160	180	200	220	240	
	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	$F_{co,up,d} + F_{slab,d}$ [kN]	
PIL60S	470 + 132	470 + 145	470 + 157	470 + 157	470 + 184	GL32h
PIL80S	815 + 167	815 + 181	815 + 195	815 + 195	815 + 225	
PIL80M	1005 + 208	990 + 223	975 + 239	975 + 239	940 + 272	
PIL80L	1325 + 208	1310 + 223	1295 + 239	1295 + 239	1265 + 272	
PIL100S	1515 + 162	1515 + 175	1515 + 190	1515 + 190	1515 + 220	LVL FAGGIO
PIL100M	2205 + 202	2205 + 218	2205 + 234	2205 + 234	2205 + 266	
PIL120S	2675 + 196	2660 + 211	2645 + 227	2645 + 227	2610 + 260	
PIL120M	3200 + 196	3185 + 211	3170 + 227	3170 + 227	3140 + 260	
PIL100L	4435 + 202	4435 + 218	4435 + 234	4435 + 234	4435 + 266	AÇO
PIL120L	5480 + 196	5480 + 211	5480 + 227	5480 + 227	5480 + 260	



NOTAS:

As resistências apresentadas na tabela referem-se aos valores de projeto, calculados de acordo com EN 1993-1-1, EN 1993-1-2 e EN 1995-1-1 considerando uma carga de classe de duração média ($k_{mod}=0,8$).

Por razões de segurança, foi considerada uma altura da laje CLT de 320 mm.

Todas as resistências se referem à situação "com reforço". Para o conector PILLAR, a configuração apresentada é a que tem suporte central (ver o capítulo específico).

Os valores apresentados na tabela devem ser considerados como valores de pré-dimensionamento do conector. A verificação estrutural deve ser realizada de acordo com as tabelas das páginas seguintes. A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas à parte.

ÁBACO DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO

O ábaco pode ser utilizado para uma primeira seleção do conector a utilizar em cada posição e para cada piso. No ábaco, cada coluna refere-se a uma área de influência A_i diferentes do pilar em questão, enquanto cada linha se refere a um nível diferente, a numeração dos níveis é feita a partir da laje de cobertura e descendo. Cruzando a área de influência e o nível, é possível determinar o conector mais adequado a cada nível. O cálculo é realizado tendo com referência uma carga de projeto na laje no Último Estado Limite de $8,0 \text{ kN/m}^2$ com classe de duração da carga média ($k_{\text{mod}}=0,8$). A escolha definitiva e a verificação estrutural devem ser efetuadas de acordo com as tabelas das páginas seguintes. A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas à parte.

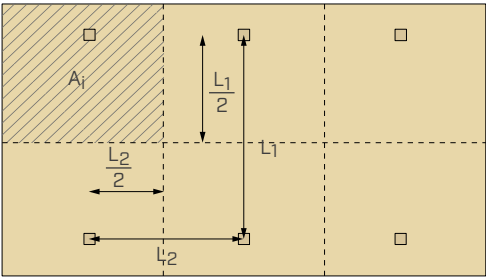
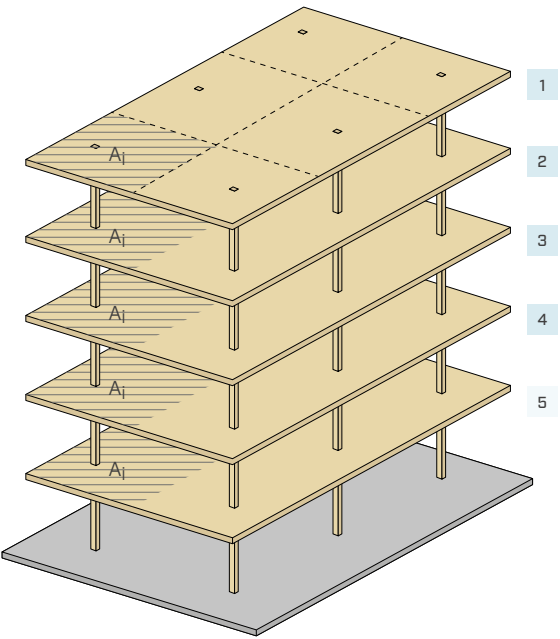
As cores das diferentes células permitem determinar o material mais adequado para a construção do pilar sobre o qual assenta o conector SPIDER ou PILLAR. Em qualquer caso, um cálculo mais refinado, bem como a escolha de um tipo de pilar diferente, podem ser realizados de acordo com as tabelas das páginas seguintes.

- Pilar de madeira lamelada
- Pilar de LVL hardwood
- Pilar de aço

EXEMPLO

No que respeita ao edifício de 5 pisos mostrado no desenho e à série de pilares destacada, presume-se uma área de influência de aproximadamente 40 m^2 . Numa primeira análise, os conectores e pilares a utilizar são os seguintes:

Laje	1	conector SPI60S em pilar de madeira lamelada
Laje	2	conector SPI80S em pilar de madeira lamelada
Laje	3	conector SPI80M em pilar de madeira lamelada
Laje	4	conector SPI80L em pilar de madeira lamelada
Laje	5	conector SPI100S em pilar de LVL hardwood



Esquema das áreas de influência da laje.

■ ÁBACO DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO

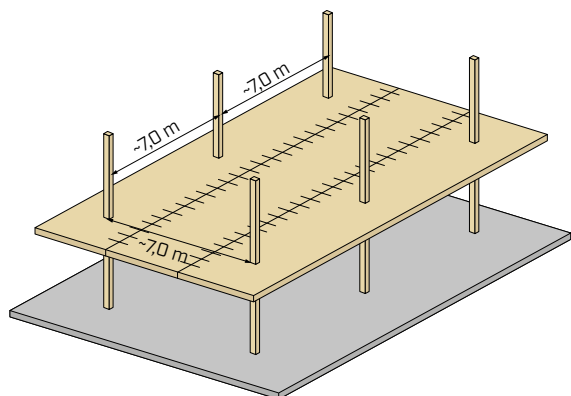
floor number	A _i [m ²]								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	PIL60S	PIL60S	PIL80S	PIL80M	SPI60S	SPI60S	SPI60S	SPI60S	SPI60S
2	PIL60S	PIL60S	PIL80S	PIL80M	SPI80S	SPI80S	SPI80S	SPI80S	SPI80S
3	PIL60S	PIL60S	PIL80S	PIL80M	SPI80S	SPI80M	SPI80M	SPI80L	SPI80L
4	PIL60S	PIL60S	PIL80S	PIL80M	SPI80M	SPI80L	SPI80L	SPI100S	SPI100S
5	PIL60S	PIL80S	PIL80S	PIL80M	SPI80L	SPI80L	SPI100S	SPI100S	SPI100M
6	PIL60S	PIL80S	PIL80S	PIL80L	SPI100S	SPI100S	SPI100M	SPI100M	SPI120S
7	PIL80S	PIL80S	PIL80M	PIL80L	SPI100S	SPI100M	SPI120S	SPI120S	SPI120M
8	PIL80S	PIL80M	PIL80L	PIL100M	SPI100M	SPI120S	SPI120S	SPI120M	SPI120M
9	PIL80S	PIL80M	PIL80L	PIL100M	SPI120S	SPI120S	SPI120M	SPI100L	SPI100L
10	PIL80S	PIL80L	PIL100S	PIL100M	SPI120S	SPI120M	SPI100L	SPI100L	SPI100L
11	PIL80S	PIL80L	PIL100M	PIL100M	SPI120M	SPI120M	SPI100L	SPI100L	SPI120L
12	PIL80M	PIL100S	PIL100M	PIL100M	SPI120M	SPI100L	SPI100L	SPI120L	SPI120L
13	PIL80M	PIL100S	PIL100M	PIL120S	SPI100L	SPI100L	SPI120L	SPI120L	SPI120L
14	PIL80L	PIL100M	PIL100M	PIL120S	SPI100L	SPI100L	SPI120L	SPI120L	-
15	PIL80L	PIL100M	PIL120S	PIL120M	SPI100L	SPI120L	SPI120L	-	-
16	PIL80L	PIL100M	PIL120S	PIL120M	SPI100L	SPI120L	SPI120L	-	-
17	PIL80L	PIL100M	PIL120S	PIL100L	SPI120L	SPI120L	-	-	-
18	PIL100S	PIL100M	PIL120M	PIL100L	SPI120L	SPI120L	-	-	-
19	PIL100S	PIL100M	PIL120M	PIL100L	SPI120L	-	-	-	-
20	PIL100M	PIL120S	PIL120M	PIL100L	SPI120L	-	-	-	-
21	PIL100M	PIL120S	PIL100L	PIL100L	SPI120L	-	-	-	-
22	PIL100M	PIL120S	PIL100L	PIL100L	-	-	-	-	-
23	PIL100M	PIL120S	PIL100L	PIL100L	-	-	-	-	-
24	PIL100M	PIL120M	PIL100L	PIL120L	-	-	-	-	-
25	PIL100M	PIL120M	PIL100L	PIL120L	-	-	-	-	-
26	PIL100M	PIL120M	PIL100L	PIL120L	-	-	-	-	-
27	PIL100M	PIL120M	PIL100L	PIL120L	-	-	-	-	-
28	PIL100M	PIL100L	PIL100L	PIL120L	-	-	-	-	-
29	PIL120S	PIL100L	PIL120L	-	-	-	-	-	-
30	PIL120S	PIL100L	PIL120L	-	-	-	-	-	-

MODALIDADES DE CONSTRUÇÃO DA LAJE

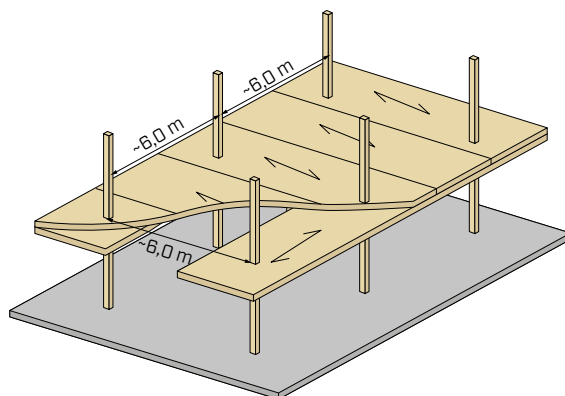
É possível identificar duas modalidades diferentes de colocação do SPIDER e duas para o conector PILLAR. É possível adotar soluções mistas em que, na mesma laje, são utilizados ambos os conectores, de forma a otimizar o desempenho e os custos.

SPIDER

LAJE DE CHAPA



PAINÉIS CRUZADOS

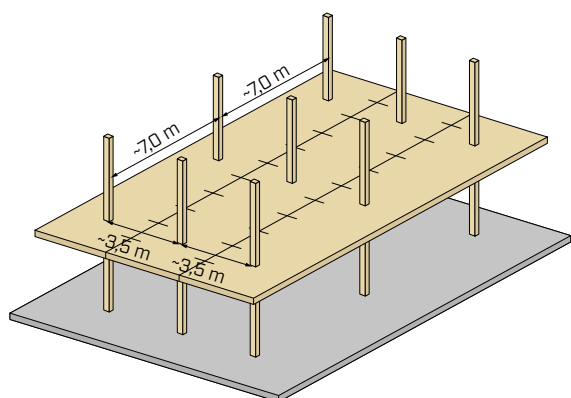


- ✓ entre-eixo máximo entre os pilares
- ✓ beneficia do comportamento bidimensional do painel

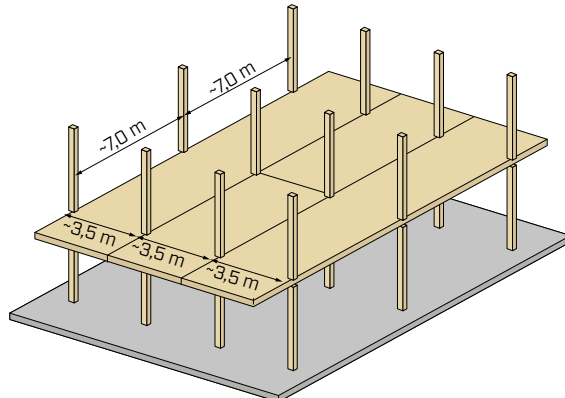
- ✓ saguão sistemas no intradorso
- ✓ sem ligações de momento

PILLAR

APOIOS CENTRAIS



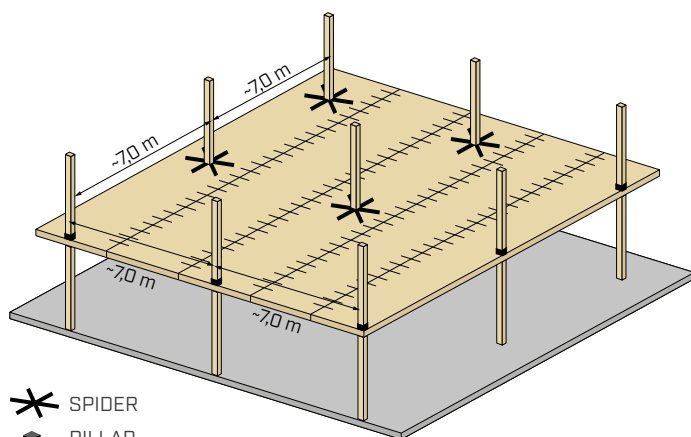
APOIOS DE BORDA/ÂNGULO



- ✓ menos pilares do que os apoios de borda/ângulo
- ✓ paredes externas sem pilares

- ✓ sem escoramentos
- ✓ sem ligações de momento

SPIDER + PILLAR



O conector PILLAR pode ser utilizado em conjunto com o conector SPIDER nos apoios submetidos a menos tensão ou nas zonas das bordas e ângulos, para otimizar o desempenho e os custos. Esta solução permite uma maior liberdade arquitetônica no posicionamento dos pilares na planta.

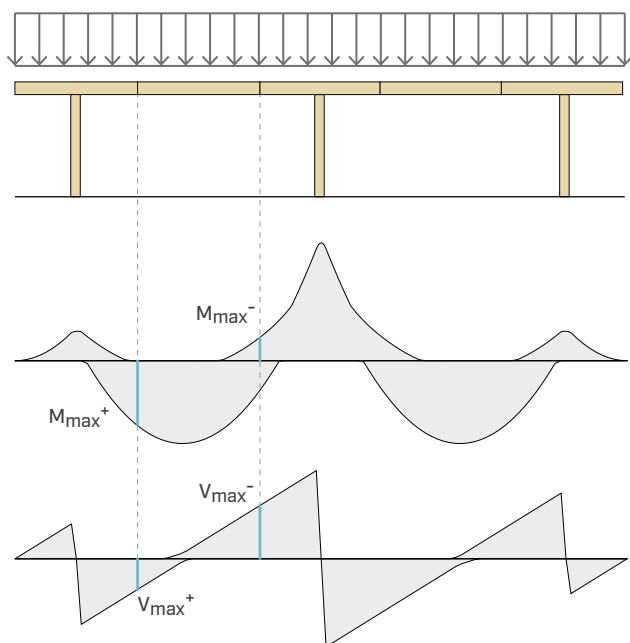
- ✓ máxima liberdade arquitetônica no posicionamento dos pilares
- ✓ otimização do desempenho e dos custos



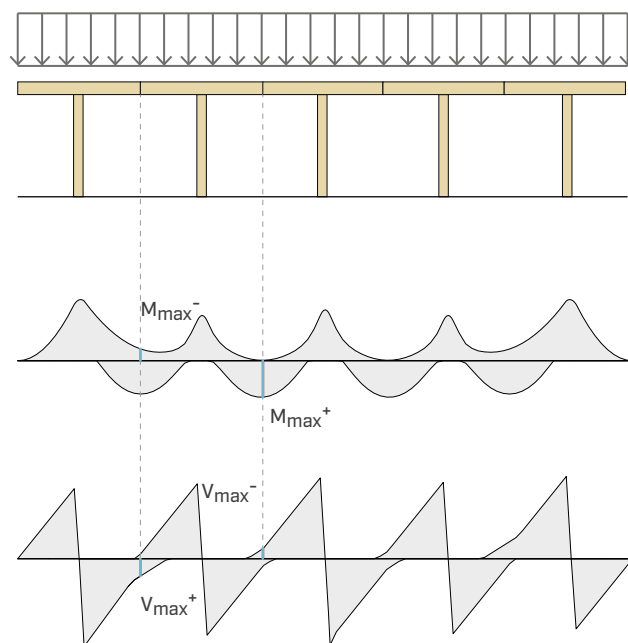
TENSÕES NAS LIGAÇÕES ENTRE PAINÉIS CLT

O comportamento da chapa da laje CLT pode ser alcançado através de ligações especiais resistentes ao momento. As ligações, normalmente posicionadas a 1/4 do vão para o sistema SPIDER COM LAJE DE CHAPA nunca estão sujeitas ao momento máximo de tensão. No caso do sistema PILLAR COM APOIOS CENTRAIS, as ligações são posicionadas aproximadamente na linha central, onde o momento é reduzido devido ao entre-eixos reduzido entre os pilares. Nos esquemas seguintes são apresentadas as seções verticais numa série de pilares.

SPIDER COM LAJE DE CHAPA



PILLAR COM APOIOS CENTRAIS



LIGAÇÃO ESPECIAL ENTRE PAINÉIS CLT



Ligação de momento realizada com chapas de aço coladas em fresagens verticais no painel. A geometria da ligação garante uma resistência ao momento positivo e negativo, adaptando-se às tensões envolventes típicas. A utilização de um material de alto desempenho como o aço em combinação com resina epoxídica garante um excelente desempenho em termos de resistência e rigidez à flexão.

