



SISTEMA DE LIGAÇÃO MADEIRA-BETÃO

ESTRUTURAS HÍBRIDAS

Os conectores todo-rosca VGS, VGZ e RTR estão agora certificados para qualquer tipo de aplicação em que um elemento de madeira (parede, laje, etc.) deva transmitir tensões a um elemento de betão (núcleo de contraventamento, fundação, etc.).

PRÉ-FABRICO

O pré-fabrico do betão é combinado com a da madeira: as armaduras de reforço inseridas na cofragem do betão acomodam os conectores para madeira todo-rosca; a cofragem suplementar realizada após a colocação dos componentes de madeira completa a ligação.

SISTEMAS POST-AND-SLAB

Permite efetuar ligações entre painéis CLT com uma resistência e rigidez excecionais para tensões de corte, momento fletor e esforço axial. É o complemento natural dos sistemas SPIDER e PILLAR.



CARACTERÍSTICAS

FOCUS	ligações madeira-betão com resistência todas as direções
DIÂMETRO	parafusos Ø9 mm, Ø11 mm, Ø13 mm, Ø16 mm
FIXAÇÕES	VGS, VGZ e RTR
CERTIFICAÇÃO	marcação CE em conformidade com ETA-22/0806



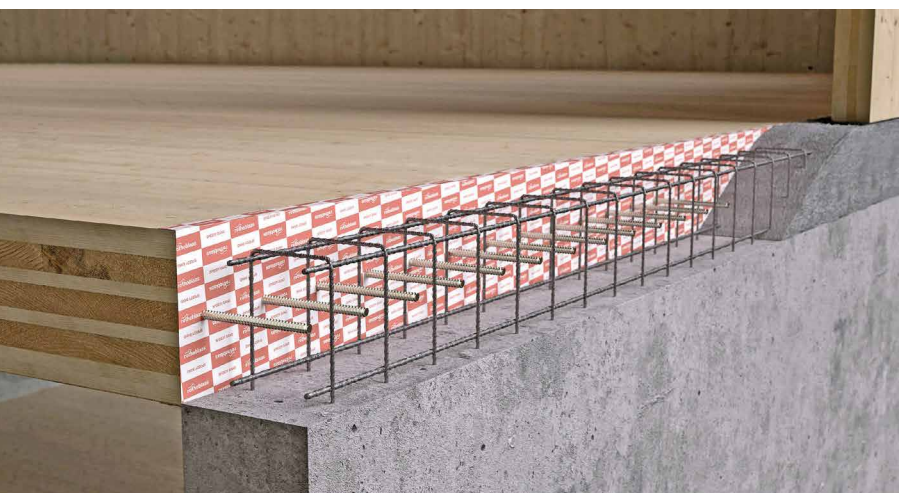
VGS

VGZ

RTR

VÍDEO

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

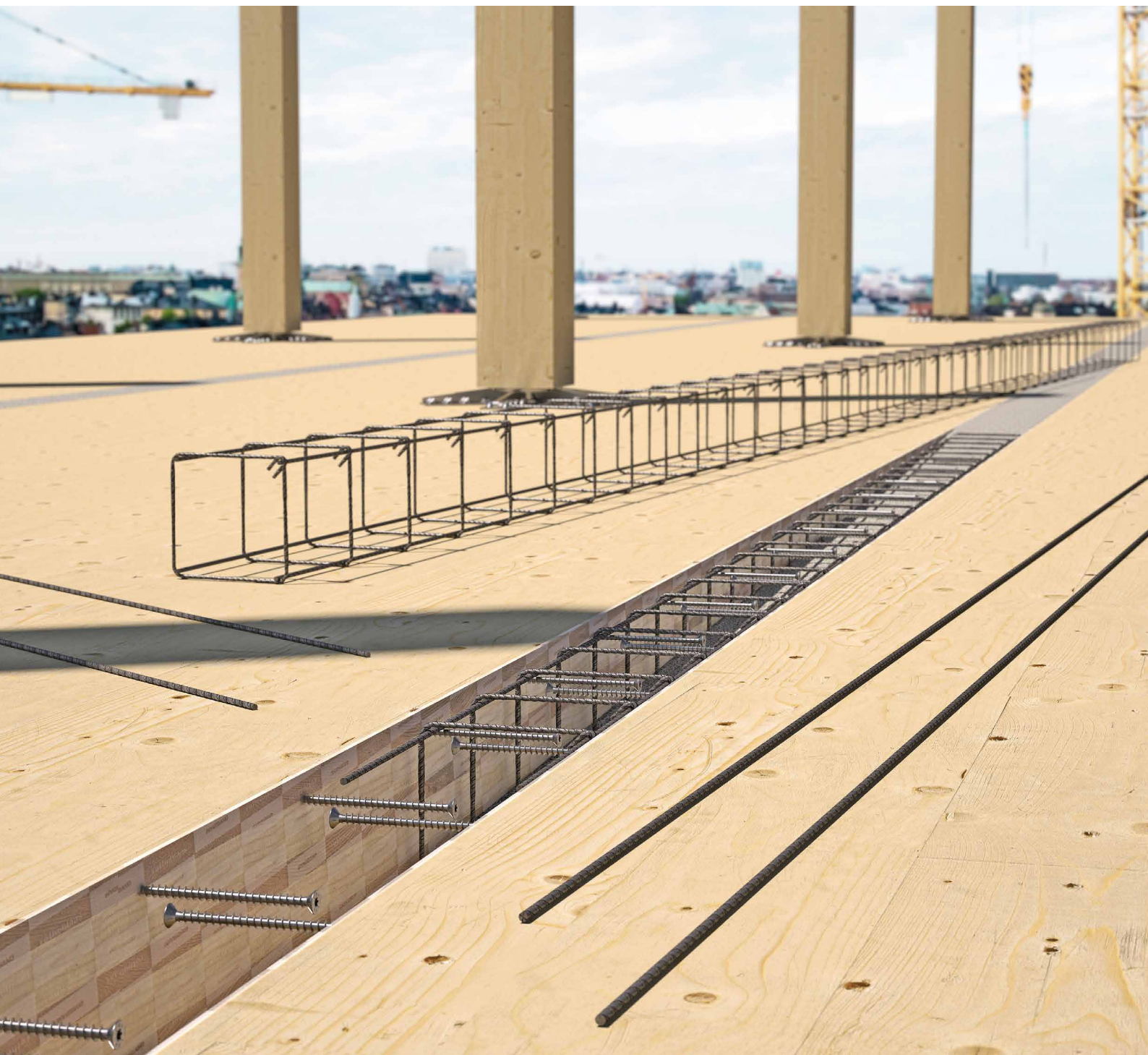


CAMPOS DE APLICAÇÃO

Ligações resistentes ao momento, corte e força axial para painéis CLT. A elevada rigidez do betão armado permite realizar ligações resistentes em todas as direções com elevada rigidez.

Aplicar em:

- lajes ou paredes em painéis CLT ou LVL.



SPIDER E PILLAR

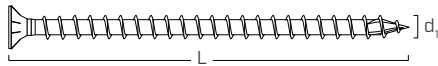
TC FUSION complementa os sistemas SPIDER e PILLAR, permitindo a realização de ligações de momento entre painéis. Os sistemas de impermeabilização da Rothoblaas permitem separar a madeira do betão.

COFRAGENS PARA BETÃO

O TC FUSION pode ser utilizado em conjunto com sistemas de cofragem para betão para ligar as lajes de painel e o núcleo de contraventamento com uma pequena integração do jato de betão.

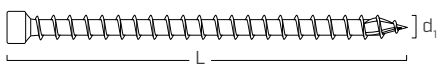
CÓDIGOS E DIMENSÕES

VGS - conector totalmente roscado de cabeça de embeber ou sextavada



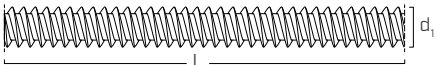
d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	pçs
9 TX 40	VGS9200	200	190	25
	VGS9220	220	210	25
	VGS9240	240	230	25
	VGS9260	260	250	25
	VGS9280	280	270	25
	VGS9300	300	290	25
	VGS9320	320	310	25
	VGS9340	340	330	25
	VGS9360	360	350	25
	VGS9380	380	370	25
	VGS9400	400	390	25
	VGS9440	440	430	25
	VGS9480	480	470	25
	VGS9520	520	510	25
	VGS9560	560	550	25
	VGS9600	600	590	25
11 TX 50	VGS11200	200	190	25
	VGS11225	225	215	25
	VGS11250	250	240	25
	VGS11275	275	265	25
	VGS11300	300	290	25
	VGS11325	325	315	25
	VGS11350	350	340	25
	VGS11375	375	365	25
	VGS11400	400	390	25
	VGS11425	425	415	25
	VGS11450	450	440	25
	VGS11475	475	465	25
	VGS11500	500	490	25
	VGS11525	525	515	25
	VGS11550	550	540	25
	VGS11575	575	565	25
11 SW 17 TX 50	VGS11600	600	590	25
	VGS11650	650	630	25
	VGS11700	700	680	25
	VGS11750	750	680	25
	VGS11800	800	780	25
	VGS11850	850	830	25
	VGS11900	900	880	25
	VGS11950	950	930	25
	VGS111000	1000	980	25
	VGS13200	200	190	25
13 TX 50	VGS13250	250	240	25
	VGS13300	300	280	25
	VGS13350	350	330	25
	VGS13400	400	380	25
	VGS13450	450	430	25
	VGS13500	500	480	25
	VGS13550	550	530	25
	VGS13600	600	580	25
13 SW 19 TX 50	VGS13650	650	630	25
	VGS13700	700	680	25
	VGS13750	750	730	25
	VGS13800	800	780	25
	VGS13850	850	830	25
	VGS13900	900	880	25
	VGS13950	950	930	25
	VGS131000	1000	980	25
	VGS131100	1100	1080	25
	VGS131200	1200	1180	25
	VGS131300	1300	1280	25
	VGS131400	1400	1380	25
	VGS131500	1500	1480	25

VGZ - conector totalmente roscado de cabeça cilíndrica



d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	pçs
9 TX 40	VGZ9200	200	190	25
	VGZ9220	220	210	25
	VGZ9240	240	230	25
	VGZ9260	260	250	25
	VGZ9280	280	270	25
	VGZ9300	300	290	25
	VGZ9320	320	310	25
	VGZ9340	340	330	25
	VGZ9360	360	350	25
	VGZ9380	380	370	25
	VGZ9400	400	390	25
	VGZ9440	440	430	25
	VGZ9480	480	470	25
	VGZ9520	520	510	25
	VGZ9560	560	550	25
	VGZ9600	600	590	25
11 TX 50	VGZ11200	200	190	25
	VGZ11250	250	240	25
	VGZ11275	275	265	25
	VGZ11300	300	290	25
	VGZ11325	325	315	25
	VGZ11350	350	340	25
	VGZ11375	375	365	25
	VGZ11400	400	390	25
	VGZ11425	425	415	25
	VGZ11450	450	440	25
	VGZ11475	475	465	25
	VGZ11500	500	490	25
	VGZ11525	525	515	25
	VGZ11550	550	540	25
	VGZ11575	575	565	25
	VGZ11600	600	590	25
11 SW 17 TX 50	VGZ11650	650	640	25
	VGZ11700	700	690	25
	VGZ11750	750	740	25
	VGZ11800	800	790	25
	VGZ11850	850	840	25
	VGZ11900	900	890	25
	VGZ11950	950	940	25
	VGZ111000	1000	990	25

RTR - sistema de reforço estrutural



d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	pçs
16	RTR162200	2200	10

GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

VGS - VGZ

Diâmetro nominal	d ₁	[mm]	VGS					VGZ	
			9	11	11	13	13	9	11
Comprimento	L	[mm]	-	≤ 600 mm	> 600 mm	≤ 600 mm	> 600 mm	-	-
Diâmetro cabeça de embeber	d _K	[mm]	16,00	19,30	-	22,00	-	11,50	13,50
Espessura cabeça de embeber	t ₁	[mm]	6,50	8,20	-	9,40	-	-	-
Medida da chave	SW	-	-	-	SW 17	-	SW 19	-	-
Espessura cabeça sextavada	t _s	[mm]	-	-	6,40	-	7,50	-	-
Diâmetro do núcleo	d ₂	[mm]	5,90	6,60	6,60	8,00	8,00	5,90	6,60
Diâmetro do pré-furo ⁽¹⁾	d _{V,S}	[mm]	5,0	6,0	6,0	8,0	8,0	5,0	6,0
Diâmetro do pré-furo ⁽²⁾	d _{V,H}	[mm]	6,0	7,0	7,0	9,0	9,0	6,0	7,0
Resistência característica à tração	f _{tens,k}	[kN]	25,4	38,0	38,0	53,0	53,0	25,4	38,0
Momento de cedência característico	M _{y,k}	[Nm]	27,2	45,9	45,9	70,9	70,9	27,2	45,9
Resistência característica à tensão	f _{y,k}	[N/mm ²]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

(1) Pré-furo válido para madeira de coníferas (softwood).

(2) Pré-furo válido para madeiras duras (hardwood) e para LVL em madeira de faia.

RTR

Diâmetro nominal	d ₁	[mm]	16
Diâmetro do núcleo	d ₂	[mm]	12,00
Diâmetro do pré-furo ⁽¹⁾	d _{V,S}	[mm]	13,0
Resistência característica à tração	f _{tens,k}	[kN]	100,0
Momento de cedência característico	M _{y,k}	[Nm]	200,0
Resistência característica à tensão	f _{y,k}	[N/mm ²]	640

(1) Pré-furo válido para madeira de coníferas (softwood).

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO SISTEMA TC FUSION

Diâmetro nominal	d ₁	[mm]	VGS/VGZ			RTR
			9	11	13	16
Resistência tangencial de aderência em betão C25/30	f _{b,k}	[N/mm ²]	12,5	12,5	12,5	9,0

Para aplicações com materiais diferentes, consultar ETA-22/0806.

PRODUTOS RELACIONADOS



D 38 RLE
BERBEQUIM APARAFUSADOR DE 4 VELOCIDADES



SPEEDY BAND
FITA MONOADESIVA UNIVERSAL SEM PELÍCULA DE SEPARAÇÃO



FLUID MEMBRANE
MEMBRANA SINTÉTICA SELANTE APLICÁVEL COM PINCEL E PULVERIZAÇÃO



INVISI BAND
FITA MONOADESIVA TRANSPARENTE SEM LINER, RESISTENTE AOS RAIOS ULTRAVIOLETA E A ALTAS TEMPERATURAS

Saiba mais em www.rothoblaas.pt

CAMPO DE EMPREGO

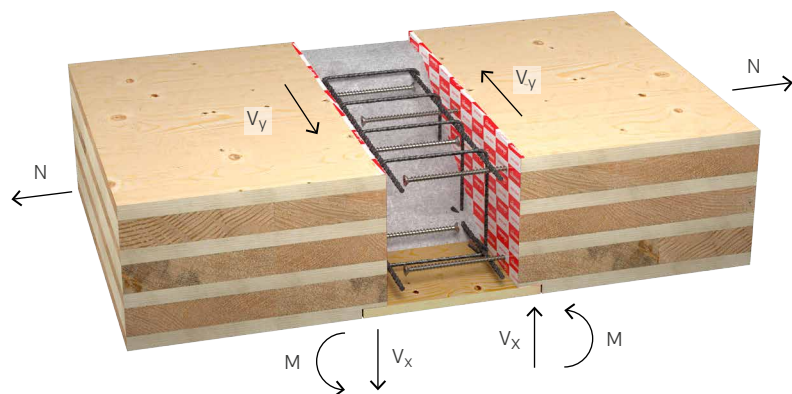
A **ETA-22/0806** destina-se especificamente a aplicações de madeira-betão realizadas com conectores totalmente roscados VGS, VGZ e RTR.

O método de cálculo para avaliar a resistência e a rigidez da junta é explicitado.

A ligação permite a transferência de tensões de corte, tração e momento fletor entre elementos de madeira (CLT, LVL, GL, C) e betão, tanto ao nível da laje como da parede.

O sistema TC FUSION foi testado e validado no Arbeitsbereich für Holzbau da Universidade de Innsbruck, no âmbito de um projeto de investigação cofinanciado pela Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

FORÇAS



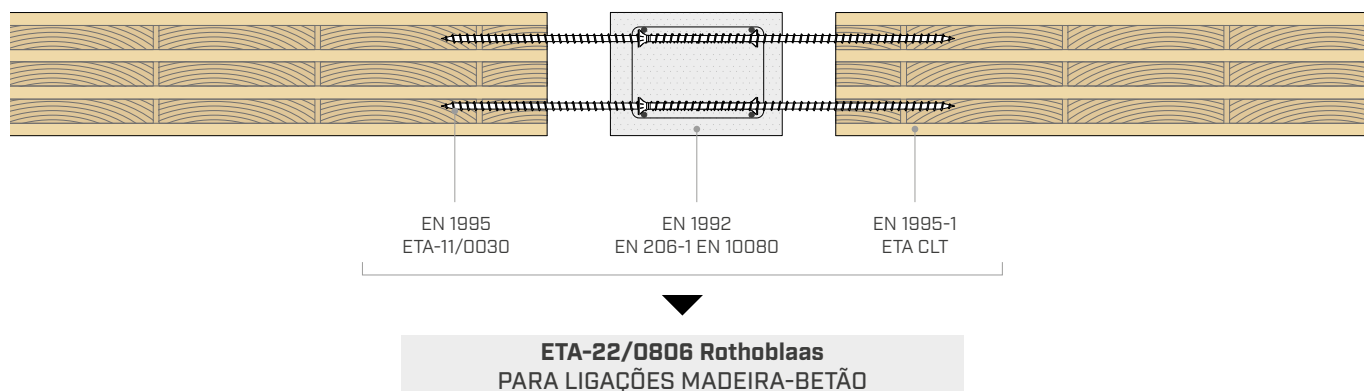
Junta rígida:

- corte no plano do painel (V_y)
- corte fora do plano (V_x)
- tração (N)
- momento de flexão (M)

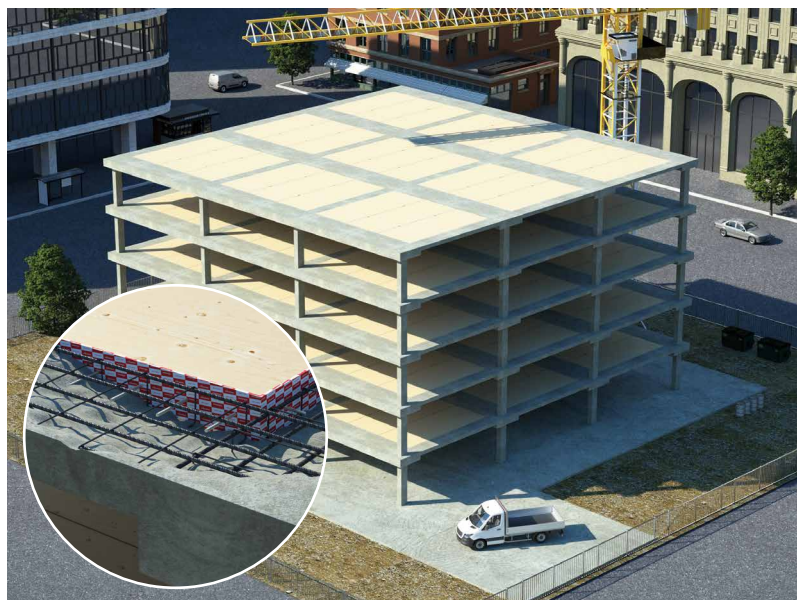
Junta com dobradiça:

- corte no plano do painel (V_y)
- corte fora do plano (V_x)
- tração (N)

NORMAS E CERTIFICAÇÕES ENVOLVIDAS



UTILIZAÇÃO PARA ESTRUTURAS HÍBRIDAS DE MADEIRA-BETÃO



A utilização do sistema TC FUSION com parafusos e barras roscadas oferece uma versatilidade excepcional para a construção de estruturas híbridas madeira-betão.

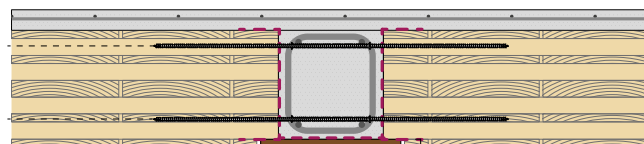
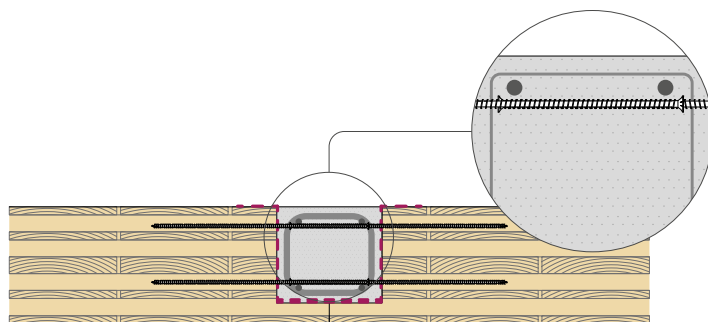
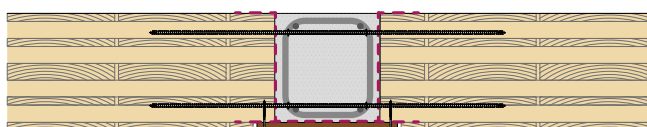
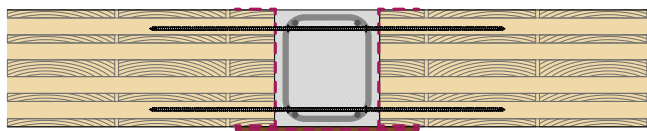
A ligação é perfeitamente adequada para situações em que são necessários vínculos articulados ou semirrígidos. Os parafusos e o betão podem transferir eficazmente a tensão, o corte e o momento fletor.

A rigidez e o momento resistente aumentam progressivamente com o aumento do braço de binário interno entre os parafusos de abas tensionada e o betão comprimido.

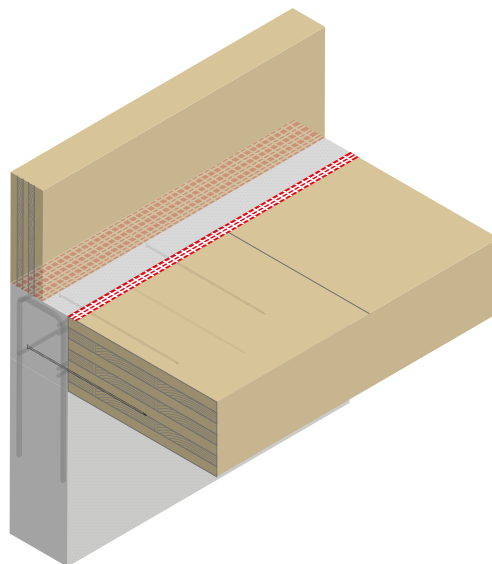
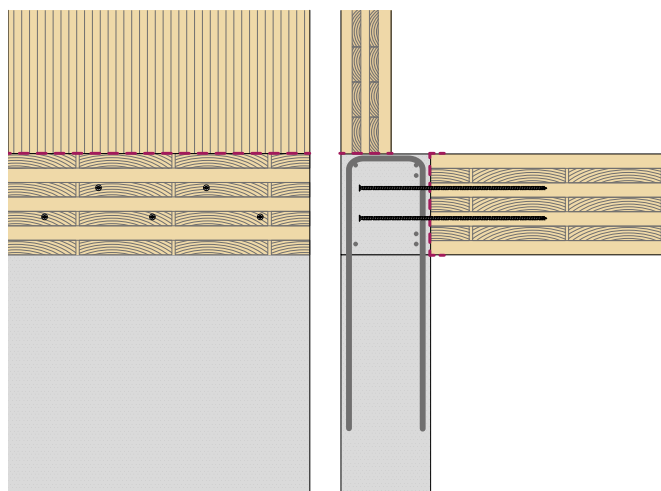
A combinação dos dois materiais cria um aumento significativo da rigidez e reduz os problemas relacionados com as tolerâncias estruturais.

■ INSTALAÇÃO

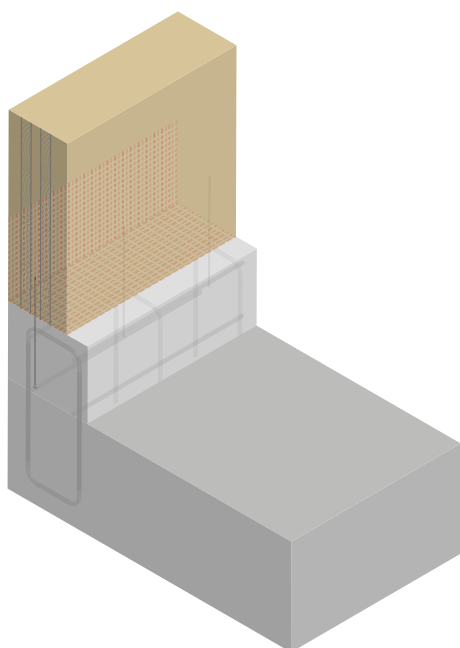
LIGAÇÃO PAINEL-PAINEL



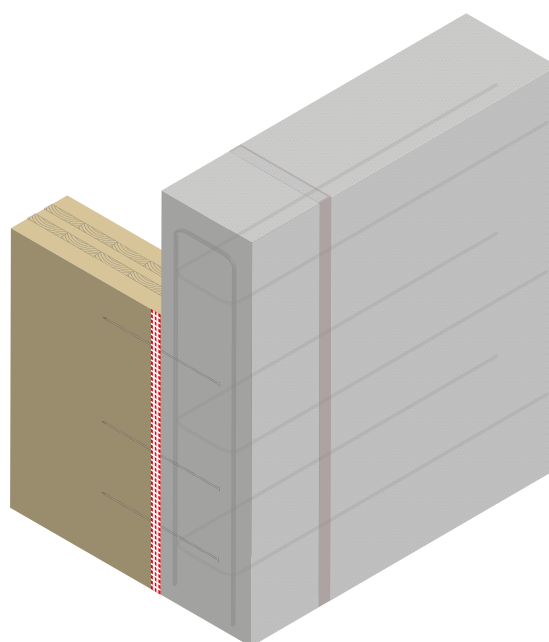
LIGAÇÃO LAJE-PAREDE



LIGAÇÃO PAREDE-FUNDAÇÃO



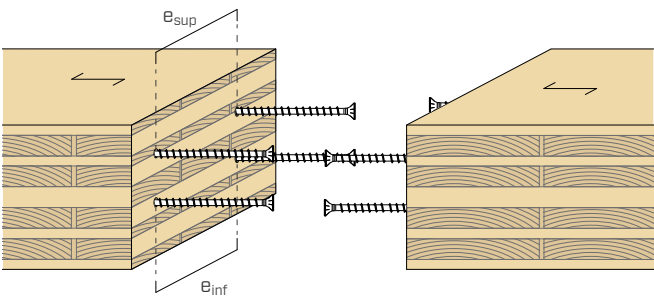
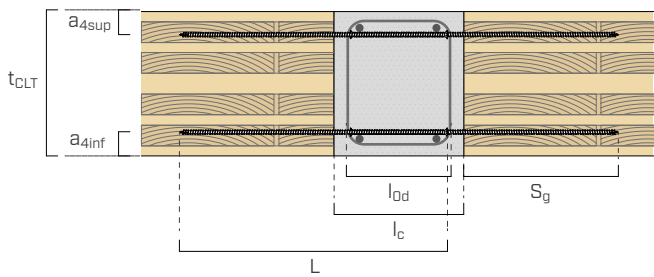
LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE



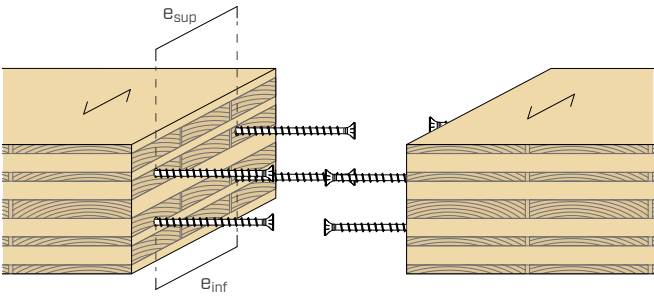
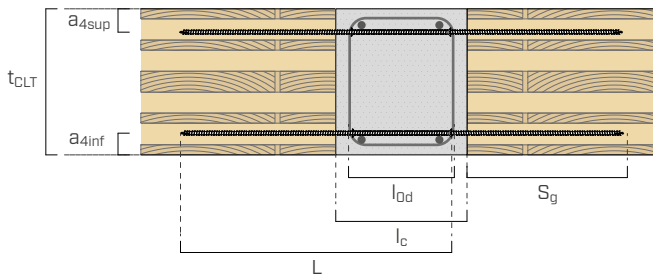
							MOMENTO					
							M^*_{Rd}					
geometria							160		180		200	
							(40-20-40-20-40) ⁽¹⁾		(40-30-40-30-40) ⁽¹⁾		(40-40-40-40-40) ⁽¹⁾	
d_1	L	l_c	l_{0d} ⁽²⁾	S_g	e_{inf} e_{sup}		(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
9	300	200	160	120	200		3,5	2,3	4,1	2,9	4,7	3,5
	320	200	160	140	200		4,1	2,6	4,8	3,3	5,5	4,1
	340	200	160	160	200		4,6	3,0	5,4	3,8	6,2	4,6
	360	200	160	180	200		5,1	3,3	6,1	4,2	7,0	5,1
	380	200	160	200	200		5,7	3,7	6,7	4,7	7,7	5,7
	400	200	160	220	200		6,2	4,0	7,3	5,1	8,4	6,2
	440	200	160	260	200		7,2	4,7	8,5	6,0	9,8	7,2
	480	200	160	300	200		8,2	5,3	9,7	6,8	11,2	8,2
11	520	200	160	340	200		9,2	5,9	10,9	7,6	12,5	9,2
	325	200	160	145	200		4,9	3,2	5,8	4,0	6,6	4,9
	350	200	160	170	200		5,7	3,7	6,7	4,7	7,7	5,7
	375	200	160	195	200		6,5	4,2	7,6	5,3	8,8	6,5
	400	200	160	220	200		7,3	4,7	8,6	6,0	9,8	7,3
	450	200	160	270	200		8,8	5,6	10,3	7,2	11,9	8,8
	500	200	160	320	200		10,2	6,6	12,1	8,4	13,9	10,2
	550	200	160	370	200		11,7	7,5	13,7	9,6	15,8	11,7
13	600	200	160	420	200		13,0	8,3	15,4	10,7	17,8	13,0
	400	230	190	190	200		7,2	4,7	8,5	5,9	9,8	7,2
	450	230	190	240	200		9,0	5,8	10,6	7,4	12,2	9,0
	500	230	190	290	200		10,7	6,8	12,6	8,7	14,5	10,7
	600	230	190	390	200		13,9	8,9	16,4	11,4	18,9	13,9
	700	230	190	490	200		17,0	10,8	20,1	13,9	23,2	17,0
	800	230	190	590	200		19,9	12,6	23,6	16,3	27,3	19,9
	900	250	210	670	200		22,2	14,0	26,4	18,1	30,5	22,2
16	545	270	230	295	200		9,6	6,2	11,3	7,9	13,0	9,6
	650	270	230	400	200		12,6	8,1	14,9	10,4	17,2	12,6
	730	270	230	480	200		14,8	9,5	17,5	12,2	20,2	14,8
	900	270	230	650	200		19,3	12,2	22,9	15,8	26,4	19,3
	1095	270	230	845	200		24,2	15,1	28,7	19,7	33,2	24,2

INSTALAÇÃO MADEIRA-BETÃO-MADEIRA

CONFIGURAÇÃO (L)



CONFIGURAÇÃO (T)



LEGENDA

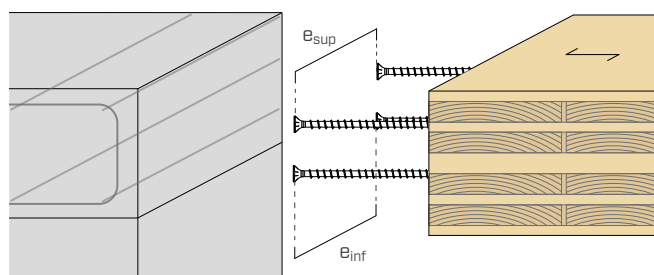
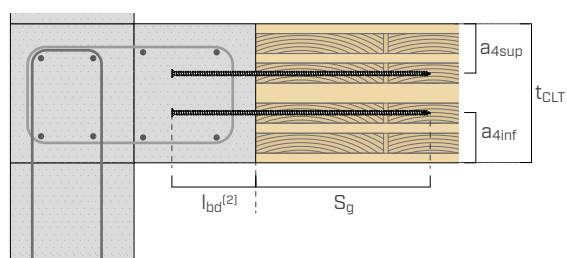
t_{CLT} espessura do painel CLT ligado
 S_g comprimento de penetração do parafuso
 l_{0d} comprimento de sobreposição
 l_c largura do elemento de betão

e_{inf} entre-eixo dos parafusos inferiores
 e_{sup} entre-eixo dos parafusos superiores
 a_{4inf} distância dos parafusos inferiores em relação ao bordo
 a_{4sup} distância dos parafusos superiores em relação ao bordo

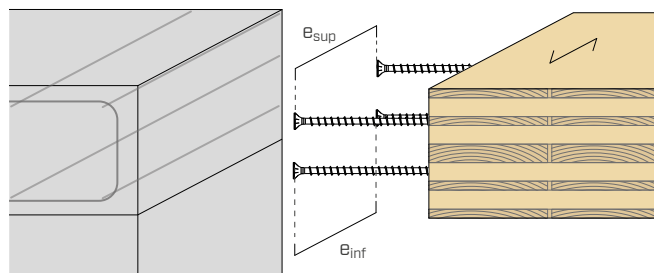
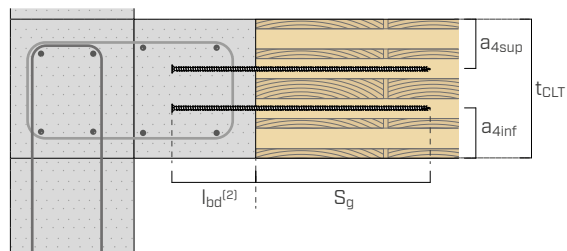
	MOMENTO M* _{Rd}								CORTE ⁽³⁾ V* _{Rd}	TRAÇÃO N* _{Rd}
	220 (40-40-20-20-20-40-40) ⁽¹⁾		240 (40-40-20-40-20-40-40) ⁽¹⁾		260 (40-40-30-40-30-40-40) ⁽¹⁾		280 (40-40-40-40-40-40-40) ⁽¹⁾			
	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)		
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]		
	5,3	4,1	5,9	4,7	6,6	5,3	7,2	5,9	3,8	6,1
	6,2	4,8	6,9	5,5	7,6	6,2	8,3	6,9	4,0	7,1
	7,0	5,4	7,8	6,2	8,7	7,0	9,5	7,8	4,3	8,1
	7,9	6,1	8,8	7,0	9,7	7,9	10,6	8,8	4,5	9,1
	8,7	6,7	9,7	7,7	10,7	8,7	11,7	9,7	4,5	10,0
	9,5	7,3	10,6	8,4	11,7	9,5	12,8	10,6	4,5	11,0
	11,1	8,5	12,4	9,8	13,7	11,1	14,9	12,4	4,5	12,8
	12,7	9,7	14,1	11,2	15,6	12,7	17,1	14,1	4,5	14,7
	14,2	10,9	15,8	12,5	17,5	14,2	19,1	15,8	4,5	16,5
	7,5	5,8	8,4	6,6	9,2	7,5	10,1	8,4	5,3	8,7
	8,7	6,7	9,7	7,7	10,8	8,7	11,8	9,7	5,6	10,1
	9,9	7,6	11,1	8,8	12,2	9,9	13,4	11,1	6,0	11,5
	11,1	8,6	12,4	9,8	13,7	11,1	15,0	12,4	6,2	12,9
	13,5	10,3	15,0	11,9	16,6	13,5	18,1	15,0	6,2	15,6
	15,7	12,1	17,5	13,9	19,4	15,7	21,2	17,5	6,2	18,3
	17,9	13,7	20,0	15,8	22,1	17,9	24,2	20,0	6,2	20,9
	20,1	15,4	22,5	17,8	24,8	20,1	27,2	22,5	6,2	23,5
	11,1	8,5	12,4	9,8	13,6	11,1	14,9	12,4	7,2	12,8
	13,8	10,6	15,4	12,2	17,0	13,8	18,6	15,4	8,0	16,0
	16,4	12,6	18,3	14,5	20,2	16,4	22,1	18,3	8,0	19,1
	21,4	16,4	23,9	18,9	26,4	21,4	29,0	23,9	8,0	25,1
	26,3	20,1	29,4	23,2	32,5	26,3	35,6	29,4	8,0	31,0
	31,0	23,6	34,6	27,3	38,3	31,0	42,0	34,6	8,0	36,8
	34,6	26,4	38,7	30,5	42,9	34,6	47,0	38,7	8,0	41,3
	14,8	11,3	16,5	13,0	18,2	14,8	19,9	16,5	11,4	17,2
	19,5	14,9	21,7	17,2	24,0	19,5	26,3	21,7	12,8	22,8
	22,9	17,5	25,6	20,2	28,3	22,9	31,0	25,6	13,8	26,9
	30,0	22,9	33,6	26,4	37,1	30,0	40,7	33,6	14,2	35,6
	37,7	28,7	42,3	33,2	46,8	37,7	51,3	42,3	14,2	45,2

INSTALAÇÃO MADEIRA-BETÃO

CONFIGURAÇÃO (L)



CONFIGURAÇÃO (T)



NOTAS

⁽¹⁾ Composição do painel, espessura das camadas sobrepostas com orientação cruzada das fibras.

⁽²⁾ l_{bd} representa o comprimento de sobreposição dos conectores. No caso de uma ligação madeira-betão, esta grandeza deve ser entendida como o comprimento de ancoragem l_{bd} .

⁽³⁾ Se a distância do bordo do painel for inferior à distância do bordo prescrita para os parafusos (ETA-11/0030), a resistência ao corte deve ser reduzida de acordo com as indicações da secção "Princípios gerais". No entanto, deve ser verificada a condição geométrica de que os parafusos devem estar contidos no interior das barras de reforço do componente de betão armado e a distância mínima.

							RIGIDEZ ROTACIONAL						
							k^*_{φ}						
geometria							160		180		200		
							(40-20-40-20-40) ⁽¹⁾		(40-30-40-30-40) ⁽¹⁾		(40-40-40-40-40) ⁽¹⁾		
d_1	L	l_c	$l_{od}^{(2)}$	S_g	e_{inf}	e_{sup}	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	
9	300	200	160	120	200		632	307	913	600	1246	838	
	320	200	160	140	200		732	355	1057	695	1443	970	
	340	200	160	160	200		830	403	1199	789	1636	1101	
	360	200	160	180	200		927	450	1339	881	1828	1229	
	380	200	160	200	200		927	450	1339	881	1828	1229	
	400	200	160	220	200		927	450	1339	881	1828	1229	
	440	200	160	260	200		927	450	1339	881	1828	1229	
	480	200	160	300	200		927	450	1339	881	1828	1229	
	520	200	160	340	200		927	450	1339	881	1828	1229	
11	325	200	160	145	200		841	394	1233	798	1699	1128	
	350	200	160	170	200		975	457	1429	925	1970	1308	
	375	200	160	195	200		1107	518	1622	1049	2235	1484	
	400	200	160	220	200		1235	578	1810	1171	2494	1656	
	450	200	160	270	200		1235	578	1810	1171	2494	1656	
	500	200	160	320	200		1235	578	1810	1171	2494	1656	
	550	200	160	370	200		1235	578	1810	1171	2494	1656	
	600	200	160	420	200		1235	578	1810	1171	2494	1656	
	900	200	160	670	200		1235	578	1810	1171	2494	1656	
13	400	230	190	190	200		1258	589	1844	1193	2541	1687	
	450	230	190	240	200		1550	725	2271	1469	3129	2078	
	500	230	190	290	200		1662	778	2436	1576	3357	2229	
	600	230	190	390	200		1662	778	2436	1576	3357	2229	
	700	230	190	490	200		1662	778	2436	1576	3357	2229	
	800	230	190	590	200		1662	778	2436	1576	3357	2229	
	900	250	210	670	200		1662	778	2436	1576	3357	2229	
	1095	270	230	845	200		2362	1106	3461	2239	4770	3167	
	1095	270	230	845	200		2362	1106	3461	2239	4770	3167	

(*) A tabela refere-se ao caso das ligações madeira-betão-madeira. No caso de madeira-betão, a rigidez da ligação deve ser duplicada.

NOTAS

- ⁽¹⁾ Composição do painel, espessura das camadas sobrepostas com orientação cruzada.
- ⁽²⁾ l_{od} representa o comprimento de sobreposição dos conectores. No caso de uma ligação madeira-betão, esta grandeza deve ser entendida como o comprimento de ancoragem l_{bd} .

PRINCÍPIOS GERAIS

- O caso de elementos de madeira em CLT foi considerado na fase de cálculo. Considera-se uma resistência à compressão paralela às fibras de $f_{c0k} = 21$ Mpa e um módulo elástico médio paralelo às fibras de $E_{0m} = 11500$ Mpa. No cálculo das resistências e rigidezes, é negligenciado o contributo das camadas com fibras ortogonais ao esforço. Assume-se uma classe de resistência do betão de C25/30, de preferência com baixa retração. Se forem utilizadas classes de resistência mais elevadas (máx. C50), as tensões de aderência podem ser aumentadas de acordo com a ETA22/0806.
- Para a determinação da resistência à flexão, considerou-se a distância dos parafusos da aba tensionada do painel a_{4inf} de: 41 mm para os parafusos com Ø9 mm e 45mm para os parafusos com Ø11, Ø13 e para as barras RTR.
- Se o sistema for utilizado com outros materiais, as resistências axiais dos parafusos devem ser calculadas de acordo com a ETA-11/0030.
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira e de betão devem ser feitas à parte. Os comprimentos mínimos de ancoragem e de sobreposição, a disposição mínima das armaduras e os requisitos geométricos são especificados na ETA-22/0806.
- No caso de tensões combinadas, devem ser seguidas as indicações da ETA-22/0806.
- Os coeficientes de segurança γ_M devem ser considerados em função da norma em vigor utilizada para o cálculo. As tabelas foram elaboradas considerando:
 $k_{mod} = 1$ (duração curta/instantânea)
 $\gamma_M = 1,3$ (ligações)
 $\gamma_{M,concrete} = 1,5$ (betão)
 $\alpha_{cc} = 0,85$ coeficiente de viscosidade do betão à compressão

MOMENTO RESISTENTE M

- Os valores característicos são calculados de acordo com a norma EN 1995-1-1, em conformidade com as normas ETA-22/0806 e ETA-11/0030. Os valores de resistência de projeto são obtidos a partir dos valores indicados na tabela, desta forma:

$$M_{Rd} = M^*_{Rd} \cdot \frac{200}{e} \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

- onde:
- M_{Rd} momento resistente referente ao passo de projeto
 - M^*_{Rd} momento resistente referente a um passo padrão de 200 mm
 - e passo dos parafusos na aba tensionada da junta (e_{inf} o e_{sup})

CORTE V_y

- A resistência do sistema é obtida a partir da fórmula:

$$V_{Rd} = V^*_{Rd} \cdot \left(\frac{1000}{e_{inf}} + \frac{1000}{e_{sup}} \right) \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

- onde:
- V_{Rd} corte resistente referente ao passo de projeto
 - V^*_{Rd} corte resistente unitário (1 parafuso por metro)
 - e_{inf} asso dos parafusos na aba tensionada da junta
 - e_{sup} passo dos parafusos na aba comprimida da junta

	RIGIDEZ ROTACIONAL k* φ								RIGIDEZ LATERAL k* ser
	220 (40-40-20-20-20-40-40) ⁽¹⁾		240 (40-40-20-40-20-40-40) ⁽¹⁾		260 (40-40-30-40-30-40-40) ⁽¹⁾		280 (40-40-40-40-40-40-40) ⁽¹⁾		
	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	
	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	
	1630	1115	2066	1431	2553	1787	3092	2183	1371
	1887	1291	2392	1658	2957	2070	3581	2528	1371
	2141	1465	2714	1880	3354	2348	4062	2868	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2240	1515	2855	1960	3545	2462	4309	3020	1928
	2597	1757	3310	2273	4110	2854	4996	3502	1928
	2946	1993	3755	2578	4663	3238	5668	3973	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3349	2266	4269	2931	5301	3681	6444	4517	2562
	4125	2791	5259	3610	6529	4534	7937	5563	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	5881	3979	7496	5146	9307	6463	11314	7931	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646

CORTE V_x

- A resistência do sistema é obtida a partir da fórmula:

$$V_{Rd} = V^*_{Rd} \cdot \left(\frac{1000 + 1000}{e_{inf} + e_{sup}} \right) \cdot \beta \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

$$\beta = \min \left\{ \frac{a_{4,inf}}{a_{4,inf,min}}; \frac{a_{4,sup}}{a_{4,sup,min}}; 1 \right\}$$

onde:

V_{Rd} corte resistente referente ao passo de projeto
V*_{Rd} corte resistente unitário (1 parafuso por metro), com distância do bordo superior ao mínimo previsto na ETA-11/0030
e_{inf} asso dos parafusos na aba tensionada da junta
e_{sup} passo dos parafusos na aba comprimida da junta
β coeficiente que reduz a resistência ao corte dos parafusos de corte em caso de desvios da distância mínima especificada na ETA-11/0030
a_{4inf,min} e a_{4sup,min} são as distâncias mínimas de acordo com a ETA-11/0030 do bordo inferior e superior do painel (6 d)
a_{4inf} e a_{4sup} são as distâncias de projeto do bordo inferior e superior do painel
Nas fórmulas anteriores, assumiu-se a hipótese de reduzir a resistência de todos os parafusos em função da distância mais penalizadora do bordo.

TRAÇÃO N

- A resistência do sistema é obtida a partir da fórmula:

$$N_{Rd} = N^*_{Rd} \cdot \left(\frac{1000 + 1000}{e_{inf} + e_{sup}} \right) \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

onde:

N_{Rd} tração resistente referente ao passo de projeto
N*_{Rd} tração resistente unitária (1 parafuso por metro)
e_{inf} asso dos parafusos na aba tensionada da junta
e_{sup} passo dos parafusos na aba comprimida da junta

RIGIDEZ ROTACIONAL

- No cálculo do sistema, foi assumido um comprimento eficaz limitado a um valor de 20d, tal como indicado na ETA-22/0806. No caso de ligações madeira-betão-madeira, a rigidez rotacional deve ser calculada através da seguinte fórmula; no caso de ligações madeira-betão, este valor deve ser duplicado.

$$k_{\varphi} = k^*_{\varphi} \cdot \frac{200}{e}$$

onde:

k φ rigidez rotacional referente ao passo de projeto
k* φ rigidez rotacional referente a um passo padrão de 200 mm
e passo dos parafusos na aba tensionada da junta infletida

RIGIDEZ NO PLANO/FORA DO PLANO

- No caso de ligações madeira-betão-madeira, a rigidez lateral deve ser calculada através da seguinte fórmula; no caso de ligações madeira-betão, este valor deve ser duplicado. A rigidez do sistema é obtida a partir da fórmula.

$$k_{ser} = k^*_{ser} \cdot \left(\frac{1000 + 1000}{e_{inf} + e_{sup}} \right)$$

onde:

k_{ser} rigidez da ligação por metro linear
k*_{ser} rigidez lateral simples parafuso
e_{inf} asso dos parafusos na aba tensionada da junta
e_{sup} passo dos parafusos na aba comprimida da junta

RIGIDEZ AXIAL

- Para a avaliação da rigidez axial, consultar a ETA-22/0806.