

RE•PORTO

SEMANA DAREABILITAÇÃO URBANA 2025

12 • 13 • 14 NOVEMBRO



Ligações e Reabilitação do Património em Madeira

Joselito Pereira



Sinopse

A reabilitação em madeira exige diagnóstico preciso com técnicas não destrutivas. A intervenção deve reforçar ligações e conservar elementos originais com soluções adequadas, assegurando a estabilidade estrutural e o valor histórico do edifício.





A TECOFIX, S.A. dedica-se à comercialização de produtos de fixação ao longo dos seus quase 40 anos de existência, apresentando **as melhores soluções na comercialização de equipamentos e materiais de fixação**, representando a marca francesa SPIT – PASLODE em Portugal.



spit

Desde 1951



Inovação e Desenvolvimento de produtos há 75 anos

Uma fabricação industrial 90 % fabricada na Europa



tecofix®
técnica de equipamento e fixação, s.a.

RE•PORTO



A inovar desde 1912 com ITW

SPIT desde 1951

Paslode desde 1935

Mais de 19.000 patentes





“Pensar o passado para compreender o presente e idealizar o futuro”

Heródoto *geógrafo e historiador grego*

Cada época construtiva está associada a tendências arquitetónicas e materiais próprios, do ponto de vista estrutural e não estrutural. Neste contexto é importante conhecer os 3 períodos mais relevantes do edificado em Portugal :

- Pós 1755 (A Gaiola Pombalina);
- Seculo XIX e XX (Ascensão do Aço e Betão Armado);
- Seculo XXI (A Inovação Técnica Moderna).



Século XXI: As novas tecnologias de construção

A análise da utilização da madeira na construção civil desde 1755 é, em grande parte, a história de uma inovação pioneira, de um período de declínio em face de novos materiais e, mais recentemente, de um ressurgimento impulsionado pela sustentabilidade e pela tecnologia.



A inovação técnica moderna

Para superar as limitações dimensionais e de resistência do tronco maciço, a engenharia criou produtos de madeira maciça reconstituída e laminada:

- **Madeira Laminada Colada (Glulam):** Permite criar vigas e arcos de grandes dimensões e formas curvas;
- **Madeira Laminada Cruzada (CLT - Cross-Laminated Timber):** Esta é a inovação mais transformadora. O CLT é composto por camadas de madeira coladas em ângulos alternados.



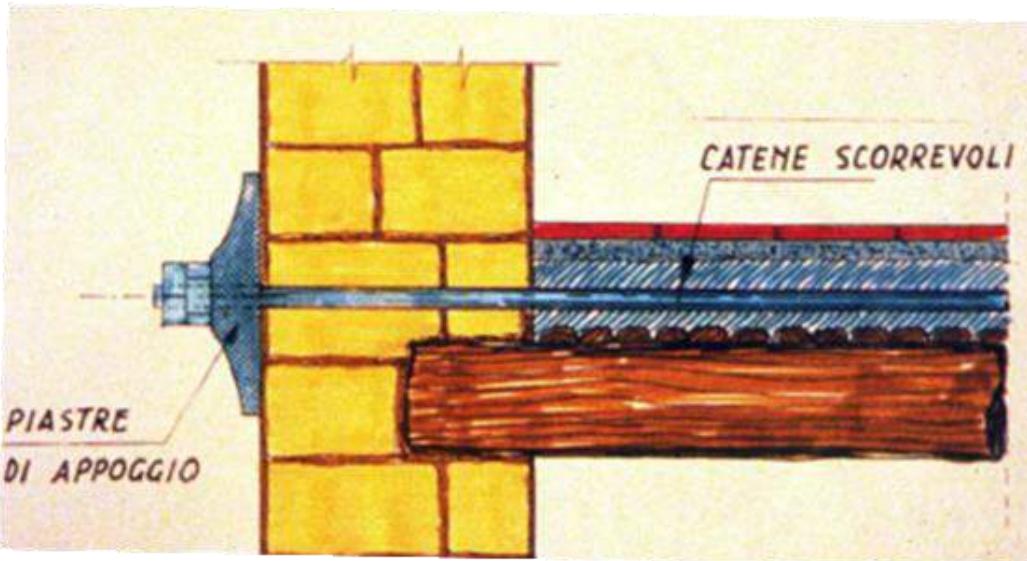
O desafio de intervir na reabilitação de **estruturas de madeira** e garantir a **ligação entre elementos tão distintos** (como madeira e novos materiais de reforço, ou madeira antiga e madeira nova) é resolvido através de diversas **técnicas de reforço e consolidação**, que visam criar uma ligação eficiente e duradoura.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Diagnóstico adequado dos processos construtivos existentes, através de:

- Documentação existente;
- Observação direta;
- Observação indireta;
- Sondagens em obra.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Diagnóstico adequado do existente:

- Importância da avaliação geométrica;
- O estado de degradação (fungos);
- Classificação da madeira existente;
- Registo fotográfico.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Diagnóstico adequado do existente:

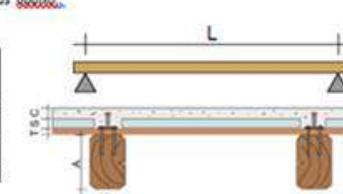
- Elaboração de documento de intervenções passadas ao edifício atualizado;
 - Elaboração de documento do estado geral do edificado.

 IPS Instituto Politécnico de Setúbal Escola Superior de Tecnologia do Barreiro	FICHA DE INSPEÇÃO: A IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO	
1. Dados gerais do edifício Morada: Loteamento Municipal da Mãe		
Freguesia: Moita Concelho: Moita Distrito: Setúbal		
2. Caracterização do edifício Ano de construção: 2023 N° de pisos: 2 N° de Fregues: 1 Utilização do Edifício: Desportivo		
		
3. Local de implantação Isolado <input checked="" type="checkbox"/> Gaveto <input type="checkbox"/> Banda Extremo <input type="checkbox"/> Banda/Méio <input type="checkbox"/>		
4. Tipologia da estrutura resistente Pórtico/paredes em betão armado <input type="checkbox"/> Viga/pilar em betão armado <input type="checkbox"/> Viga/pilar em perfil metálico <input type="checkbox"/>		
Laminar em betão armado <input type="checkbox"/> Mista (betão/metálica) <input checked="" type="checkbox"/> Mista (betão/alvenaria) <input type="checkbox"/>		
5. Tipologia das paredes exteriores Paredes de pano duplo <input type="checkbox"/> 6. Tipologia dos materiais das paredes exteriores		
Paredes de pano simples <input type="checkbox"/> Pedra natural <input checked="" type="checkbox"/> Blocos de betão de argila expandida <input type="checkbox"/> Blocos de betão celular autoclavado <input type="checkbox"/> Outra: _____		
7. Tipologia dos revestimentos das paredes exteriores Ladrilhos cerâmicos <input type="checkbox"/> Ladrilhos hidráulicos <input type="checkbox"/> Placas de pedra natural <input type="checkbox"/> Betão à vista <input type="checkbox"/> Tijolo cerâmico à vista <input type="checkbox"/> Pintura com acabamento liso/rugoso <input type="checkbox"/> ETICS <input checked="" type="checkbox"/>		
Impermeabilização (telas/membranas) <input type="checkbox"/> Painéis sandwich <input type="checkbox"/> Chapas de zinco <input type="checkbox"/> Chapas de alumínio <input type="checkbox"/> Chapas de policloro de vinil (PVC) <input type="checkbox"/> Chapas de polimercárcido de metilo (acrílicas) <input type="checkbox"/> Outra: Painéis de betão pré-moldado <input type="checkbox"/>		

Lajes mistas madeira-concreta ORDENAMENTO ÚNICO
 Formulário de pedido de cálculo. Enviar preenchido para info@tecnaria.com

Dados:
 Designer: _____
 Referência do projeto: _____
 Telefone e e-mail: _____

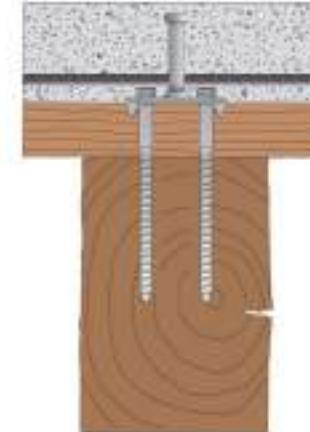
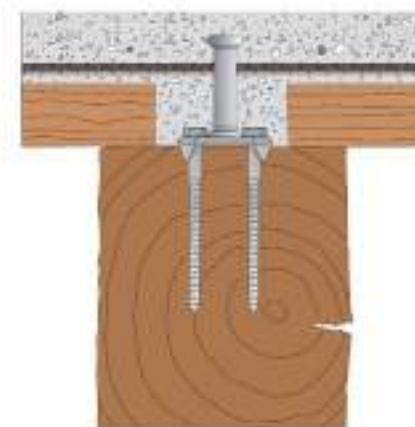
Pelo menos os dados precedidos por ">" devem ser indicados

> Comprimento do cálculo:	<input type="text"/> L =	cm				
> Base da viga:	<input type="text"/> B =	cm				
> Altura da viga:	<input type="text"/> H =	cm				
> Espaçamento dos vigas	<input type="text"/> E =	cm				
> Tipo de madeira existente	Coníferas:	C18	C20	C22	C24	Mais *
	Larfoglia:	D18	D24	D27	D30	
	Lamella:	GL24h	GL28h	GL30h	GL32h	
> Interposição:	Material:	Prancha	Tabelas	Mais *		
	Espessura:	<input type="text"/> T =			cm	
> Espessura da laje de betão:	<input type="text"/> C =			cm		
Espressura de isolamento, se houver:	<input type="text"/> S =			cm		
> Espessura máxima admissível:	$(S+C)_{max} =$				cm	
> Tipo de betão	Normal:	C25/30	C28/35	C30/37	Mais *	
	Aligeirado:	*				
	Reforçado com fibras:					
Máxima deformação final (flecha):	<input type="text"/> L/250	<input type="text"/> L/300	<input type="text"/> L/350	Mais *		
> Possibilidade de escorar ou puxar:	<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não			
Número de vigas ou área de superfície:	<input type="text"/> N. vigas	área	<input type="text"/> m ²			
* Especifique a sua escolha na tabela ou na coluna "Notas" abaixo.						
Carregamento:						
Viga de madeira, prancha, isolamento e laje de betão	Calculado por	<input type="text"/> kN/m ²				
Tecnaria						
> Cargas adicionais existentes, se houver	<input type="text"/> kN/m ²					
> Permanentes	<input type="text"/> kN/m ²					
> Variáveis	<input type="text"/> kN/m ²					
						
Notas:						

A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Compatibilidade de Materiais:

Assegurar que os materiais de reforço (metal, betão, resinas) são compatíveis com a madeira, nomeadamente em termos de humidade e dilatação, para evitar tensões indesejadas.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Transferência de Esforços:

O principal objetivo da ligação é transferir os esforços de forma eficiente e segura da peça de madeira danificada para o novo elemento de reforço, restaurando ou aumentando a capacidade resistente da estrutura.



A intervenção na ligação entre elementos depende de:

Intrusividade:

Na reabilitação do património há a preocupação de usar soluções que sejam o menos intrusivas possível e que respeitem a arquitetura e a estética original.



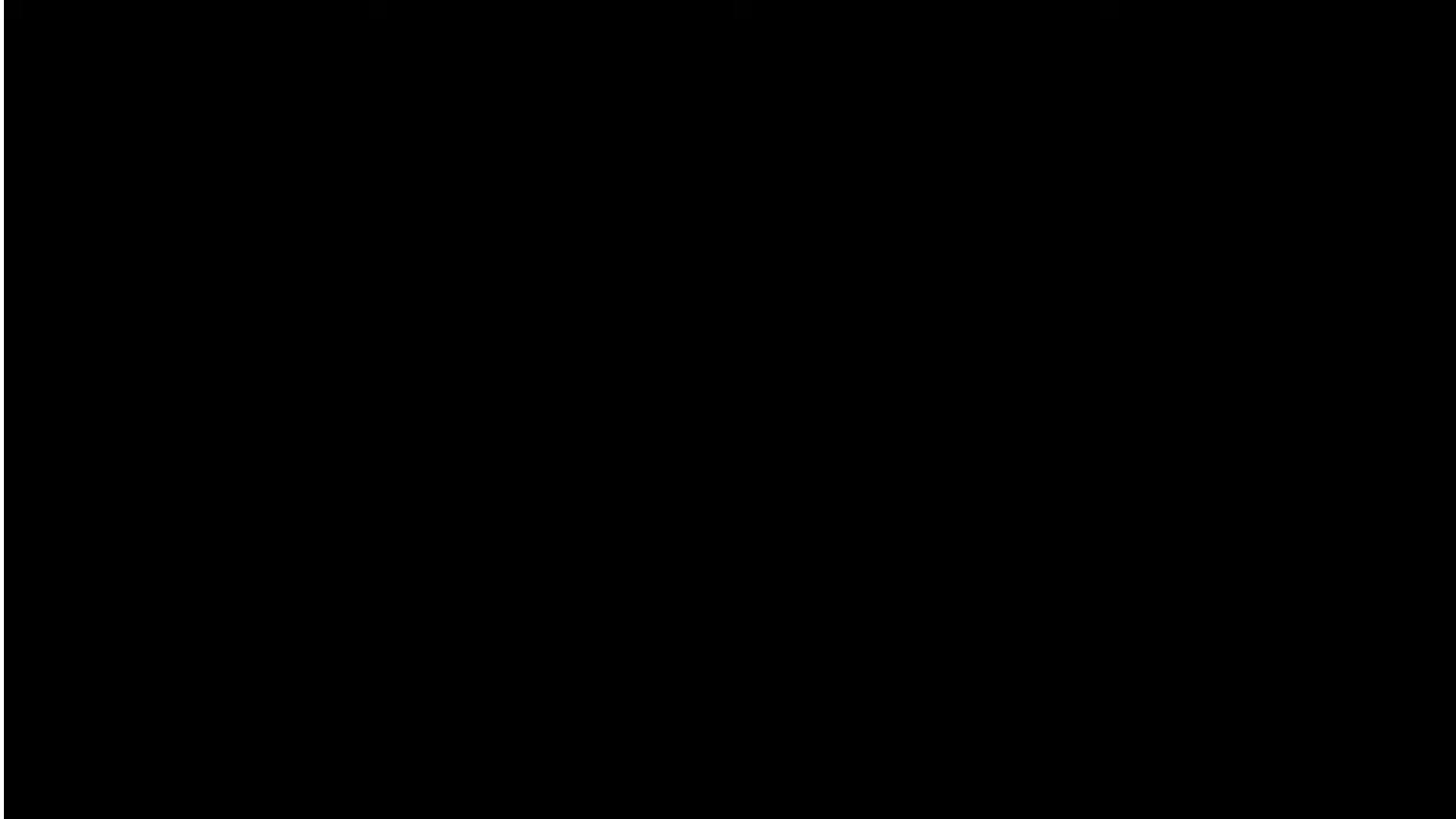
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço

Com a utilização de elementos metálicos para aumentar a capacidade de carga ou de ligação com a inserção de conectores, esquadros ou outros elementos especiais.

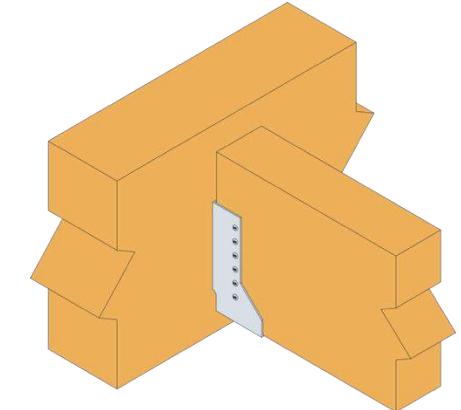
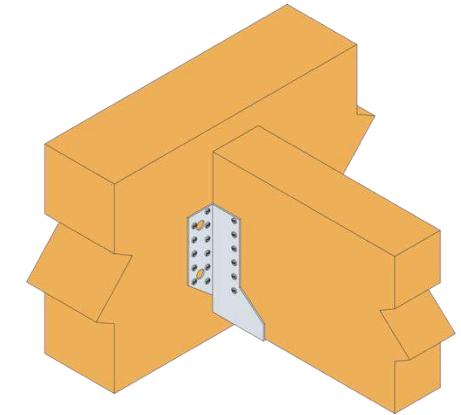


Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie



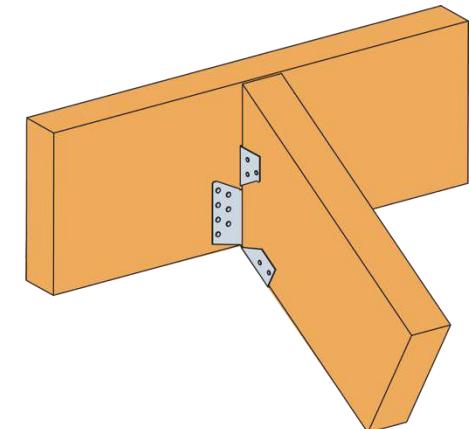
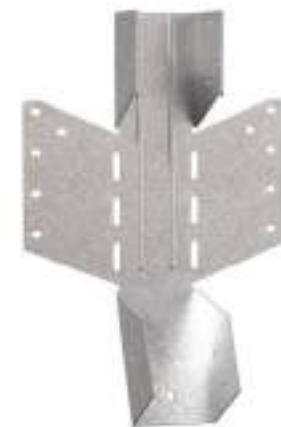
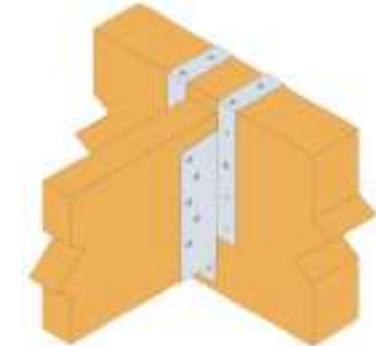
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



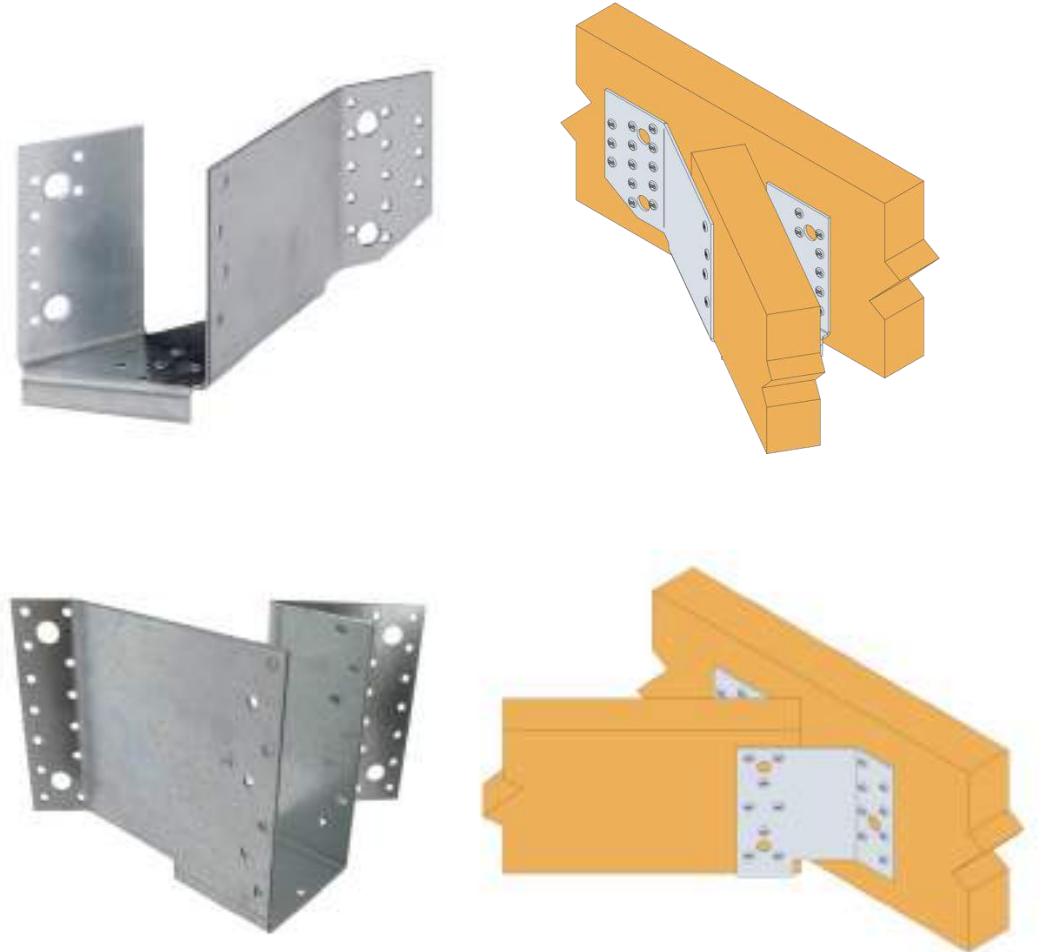
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



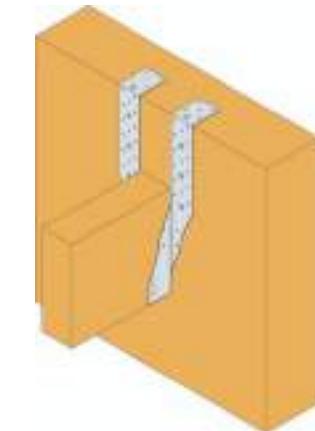
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



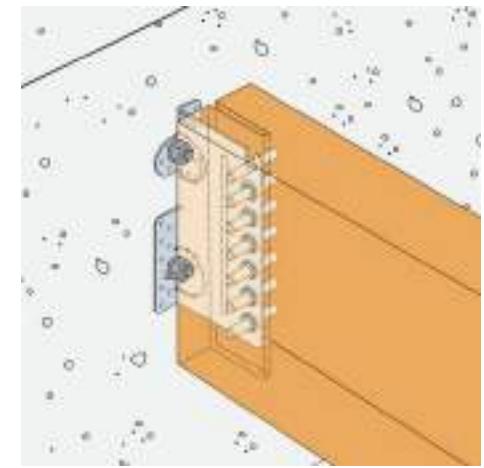
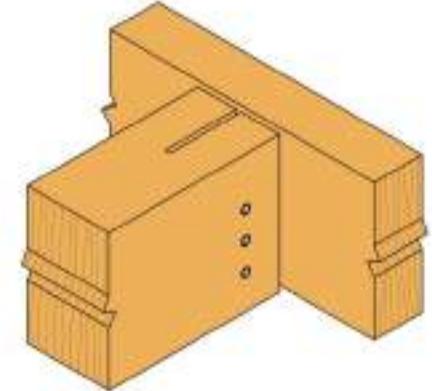
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Os conectores ou suportes



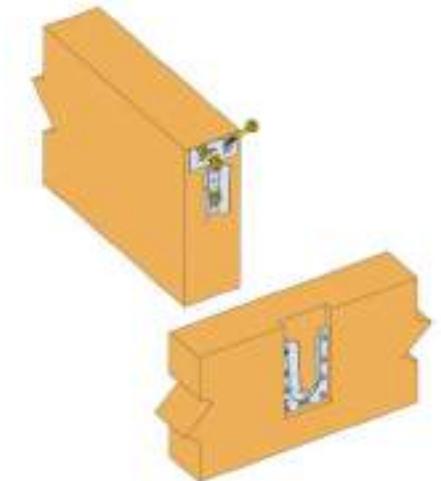
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações ocultas



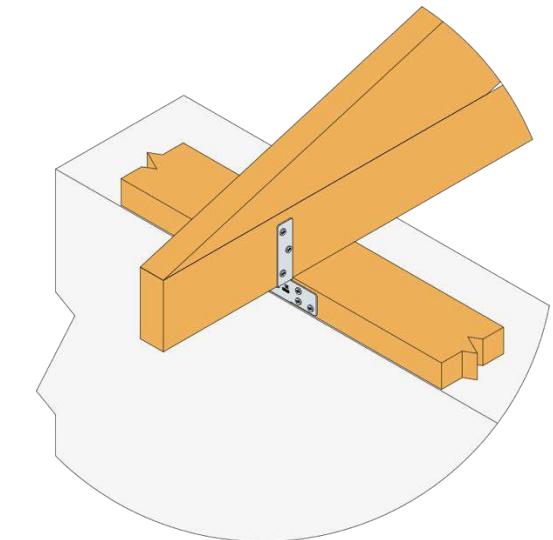
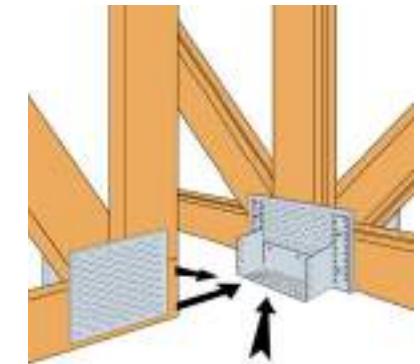
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações ocultas



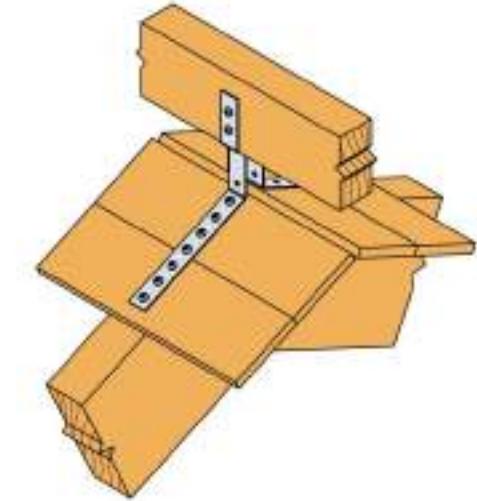
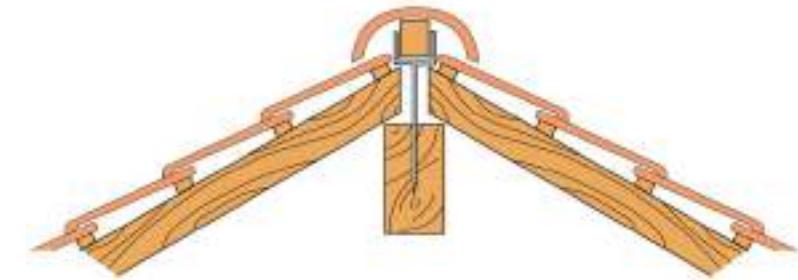
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações especiais



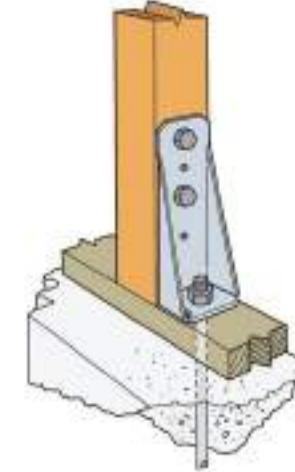
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações especiais



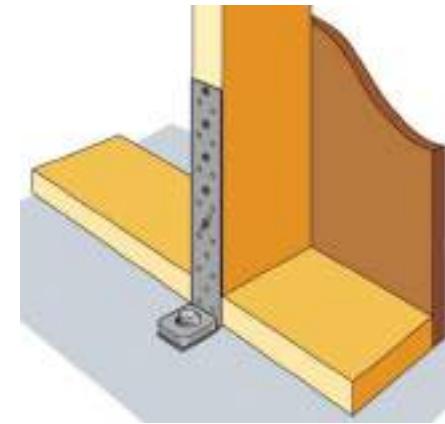
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



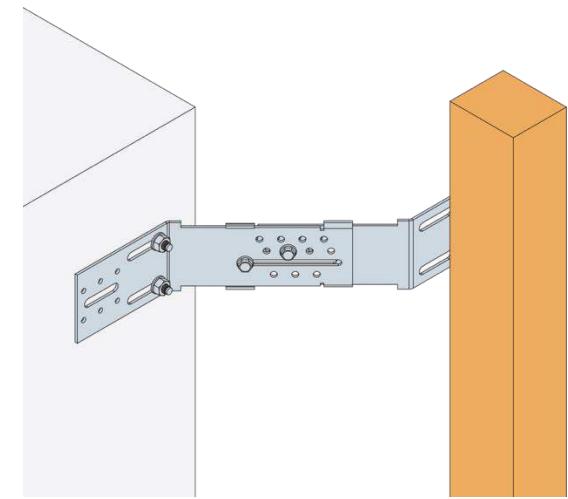
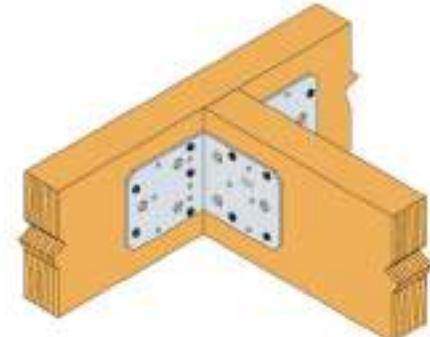
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



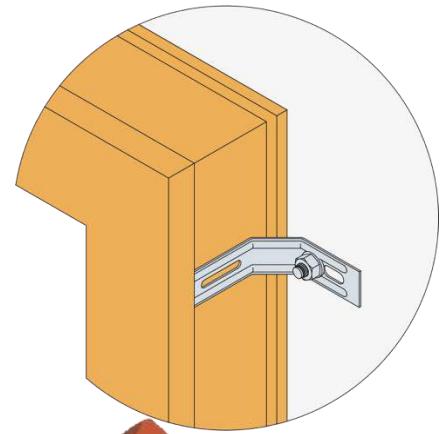
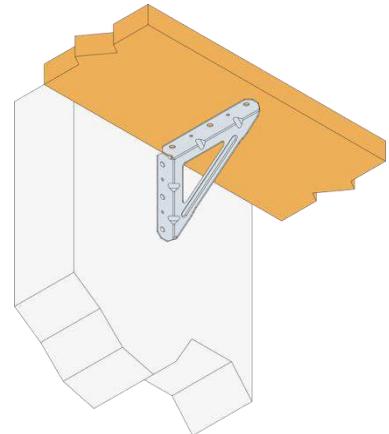
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



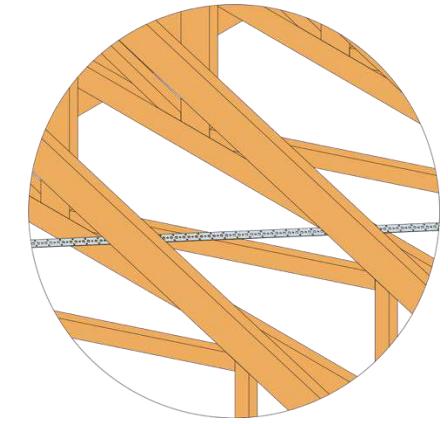
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Ligações esquadrias



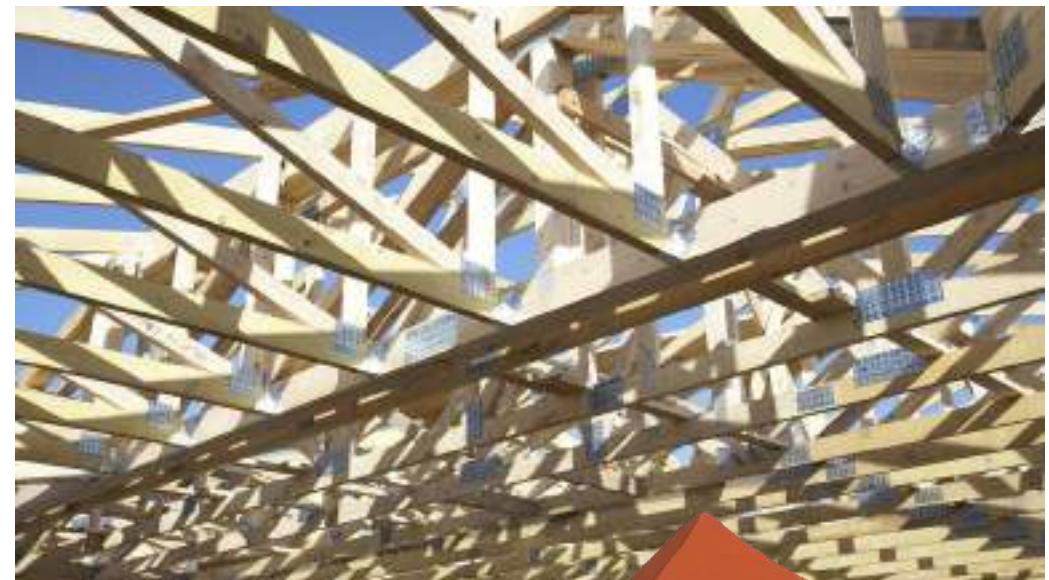
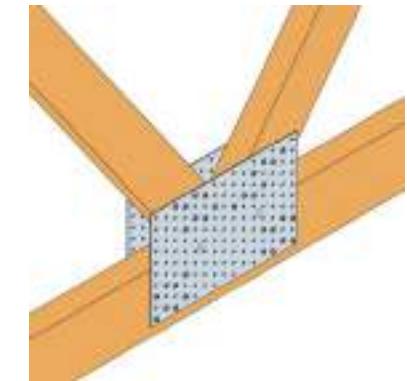
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Cintagem e Placas



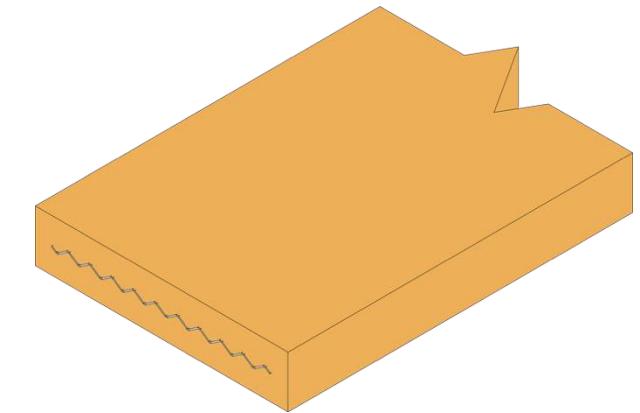
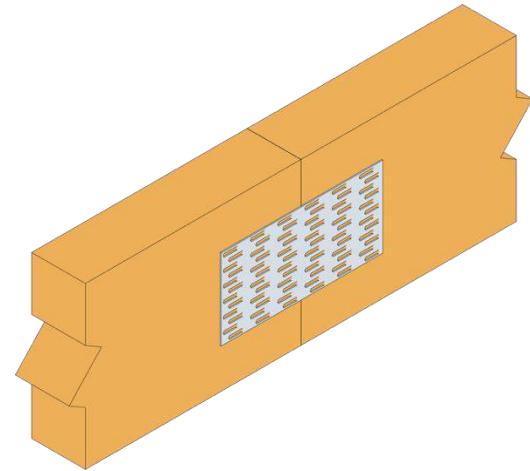
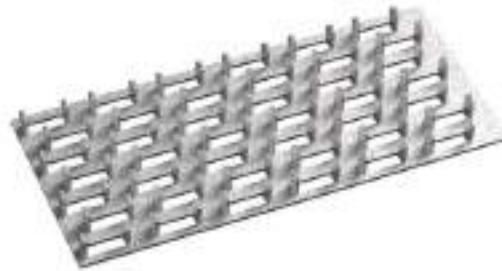
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Ligações Madeira-Aço: Cintagem e Placas



Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Estruturas Mistas Madeira-Aço: Reparação

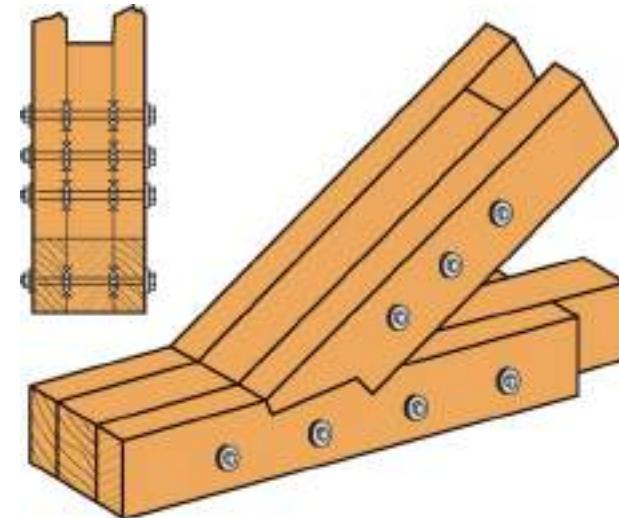
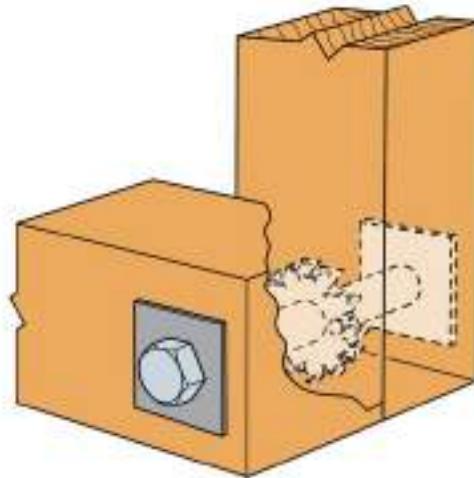


- Evitam que a madeira abra fendas.



Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Estruturas Mistas Madeira-Aço: Ligações apafusadas



- Permitem aumentar a capacidade de carga admissível nas montagens.



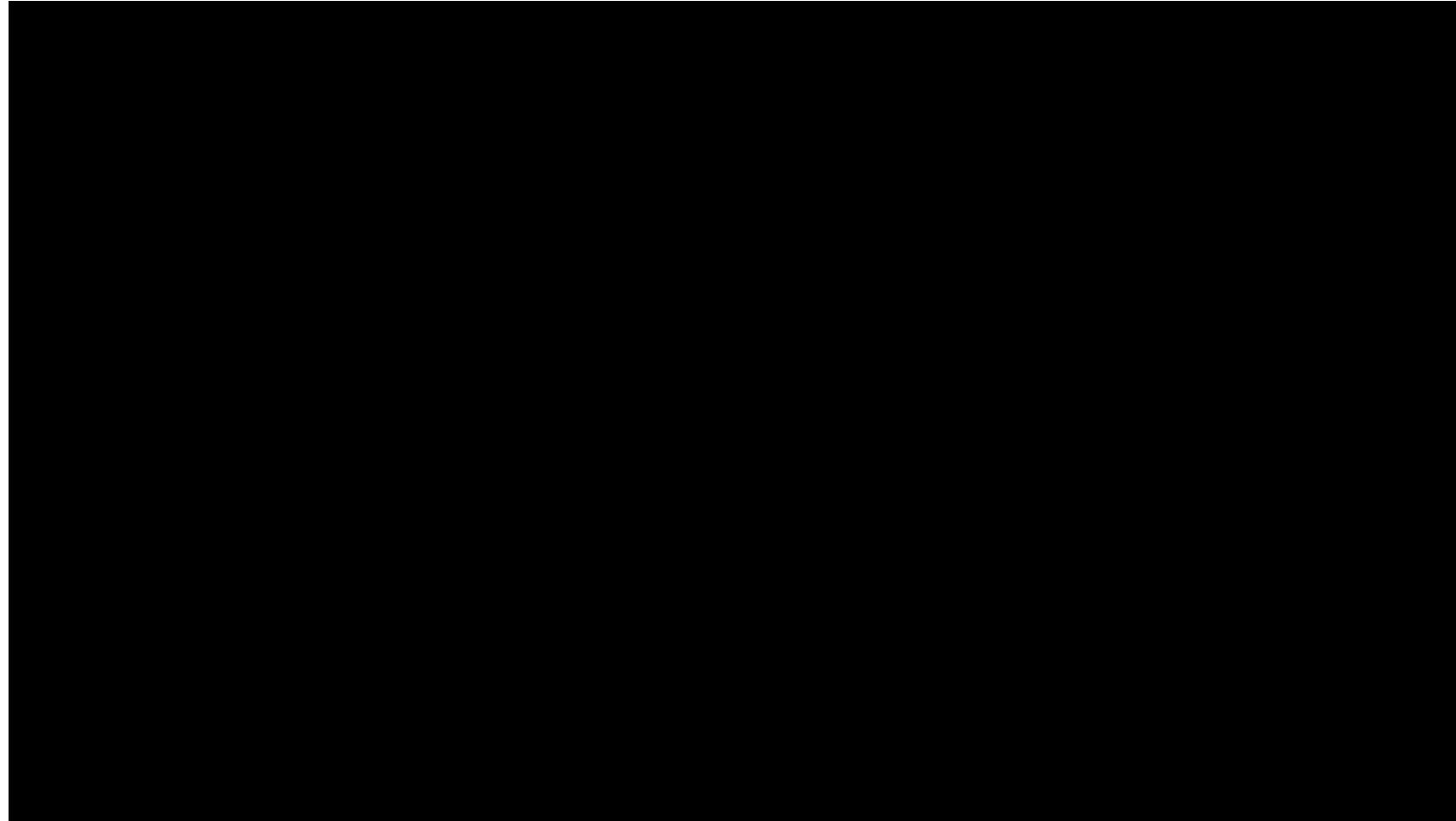
Técnicas de Ligação e Reforço – Simpson Strong Tie

Estruturas Mistas Madeira-Aço: Parafusos para conexão



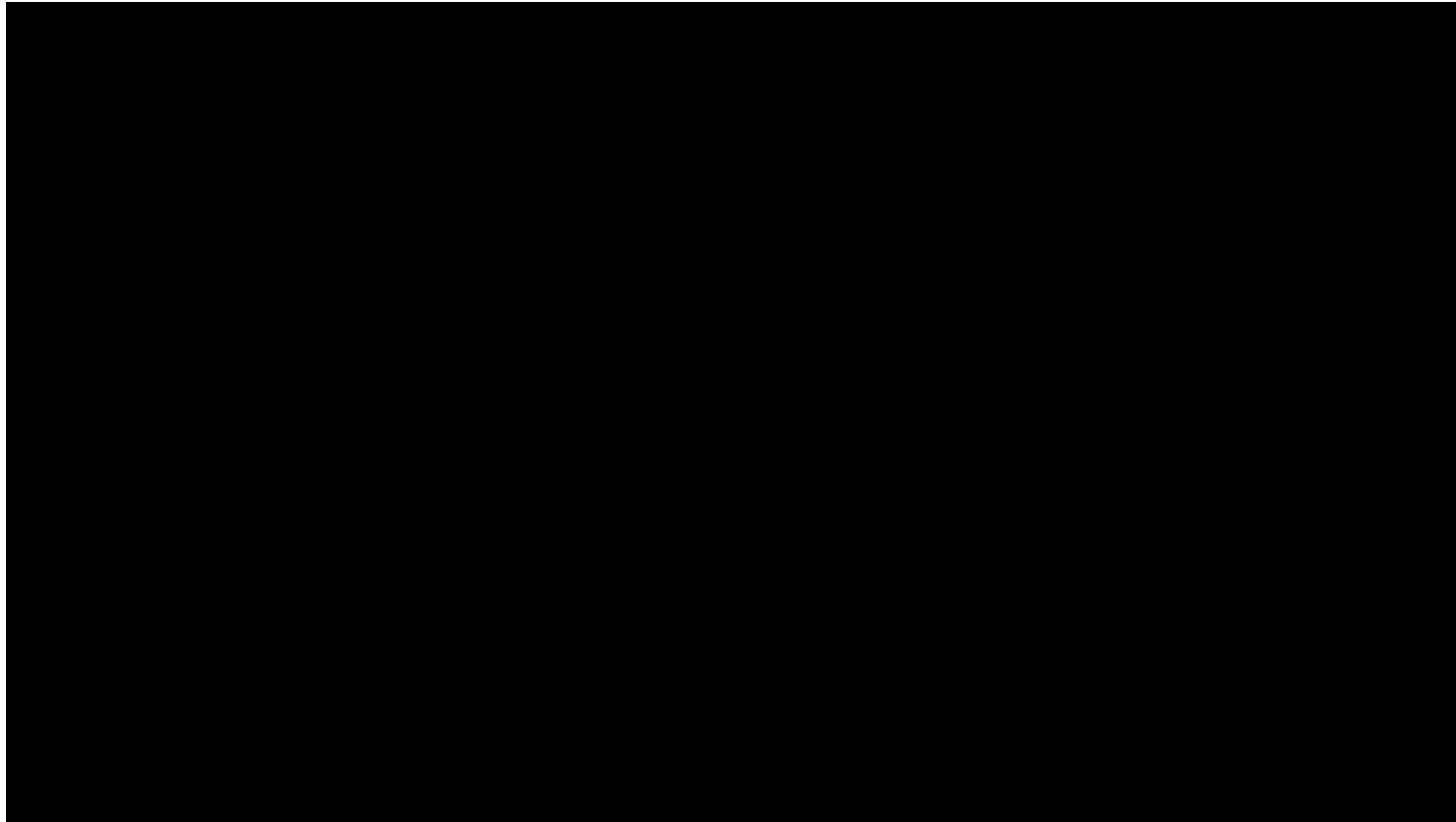
Técnicas de Ligação e Reforço –Spit Paslode

Estruturas Mistas Madeira-Aço: A pregagem Paslode.



Técnicas de Ligação e Reforço –Spit Paslode

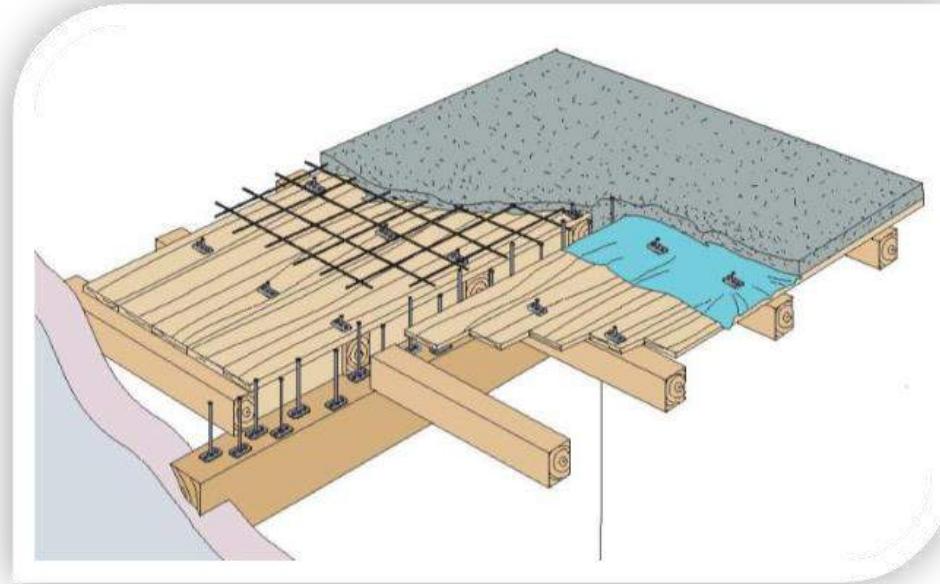
Estruturas Mistas Madeira-Aço: A pregagem Paslode



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão

Para o reforço de pavimentos de madeira antigos, uma das técnicas mais eficazes é a criação de uma estrutura mista madeira-betão.



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

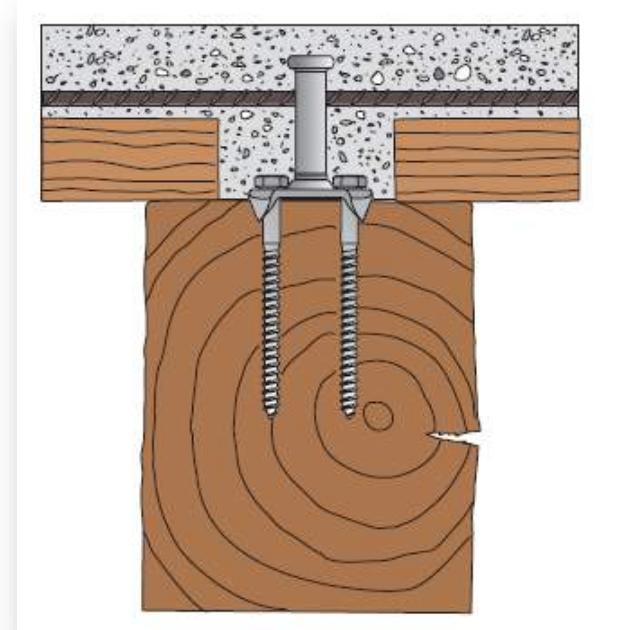
Estruturas Mistas Madeira-Betão

Dois elementos estruturais unidos que se comportam como um único elemento.

Um pavimento misto composto por:

- 1) vigas de madeira;
- 2) laje de betão;
- 3) conectores.

A laje de betão aumenta a secção resistente, permite a distribuição de cargas e cria um plano rígido.



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão

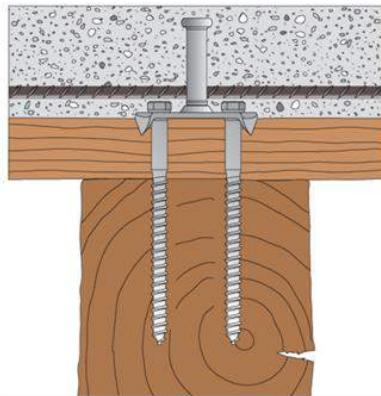
Principais Vantagens:

- 1) Resistência - capacidade de carga
- 2) Rigidez - contenção de vibração
- 3) Distribuição de carga
- 4) Comportamento antissísmico
- 5) Isolamento acústico
- 6) Compartimentalização do fogo
- 7) Inércia térmica
- 8) Leveza
- 9) Economia
- 10) Valor estético e manutenção do valor histórico e cultural



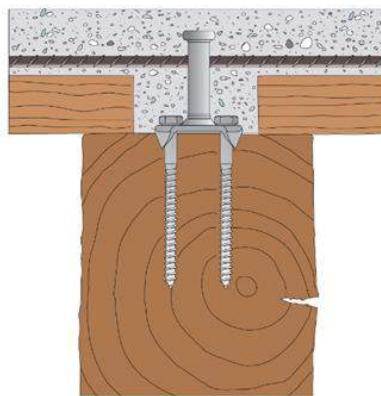
Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Os conectores



O CTL é um conector inserido numa placa de base com cantos dobrados formando 4 grampos
O conector CTL é fixo com dois parafusos.

CTL MAXI: parafusos Ø10 mm de diâmetro, geralmente colocados sobre o soalho e fixos à viga de madeira.

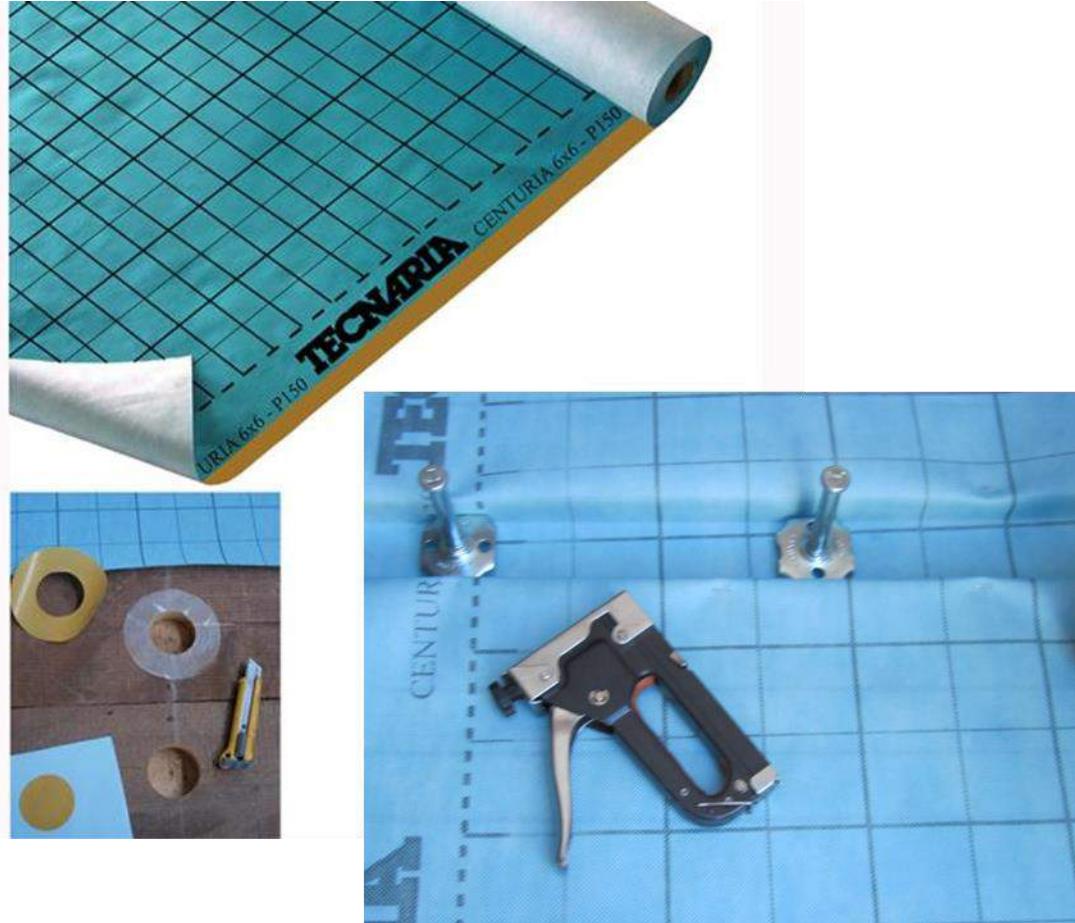


CTL BASE: parafusos de Ø8 mm de diâmetro, normalmente colocados em contacto direto com a viga de madeira.



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Tela Centuria



- Preserva a prancha;
- Evita que a água da argamassa da laje de betão seja absorvida pela prancha, mantendo intactas as características mecânicas da mesma;
- Permite a respiração das membranas.

Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Betão



BETÃO

- Betões estruturais de no mínimo classe C25/30 são utilizados normalmente com uma espessura de não menos de 5cm.
- Nenhuma instalação técnica (tubos, cabos ou outros) pode ser inserida na laje de suporte de carga.

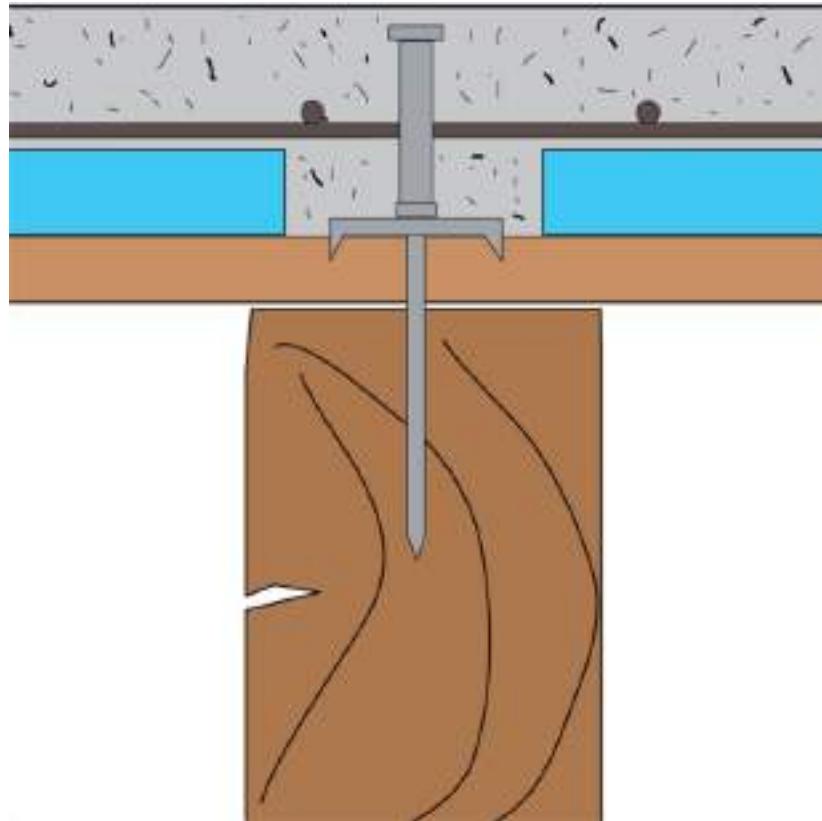
BETÕES LEVES ESTRUTURAIS

- A utilização do betão de peso leve é recomendada especialmente em áreas sísmicas por reduzir o peso morto da laje reforçada, mantendo uma alta força mecânica.



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Isolamento



A inserção de um painel de material rígido isolante, aumenta a secção do pavimento composto por madeira-betão e vigas, sem aumentar o peso do pavimento.

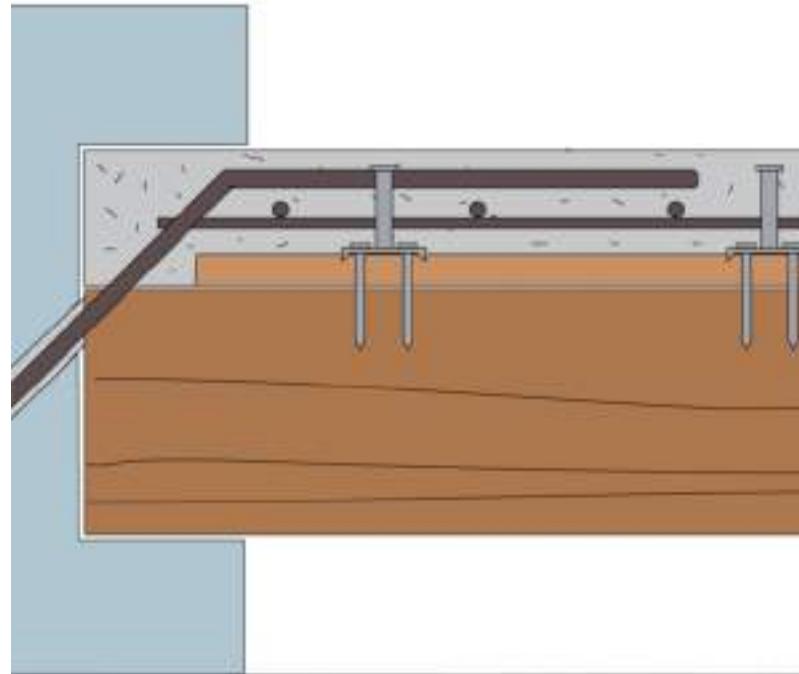
Vantagens:

Força, rigidez, menor número de ligadores necessários e otimização dos valores de isolamento térmico e acústico.



Técnicas de Ligação e Reforço - Technaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Ligação da laje às paredes existentes



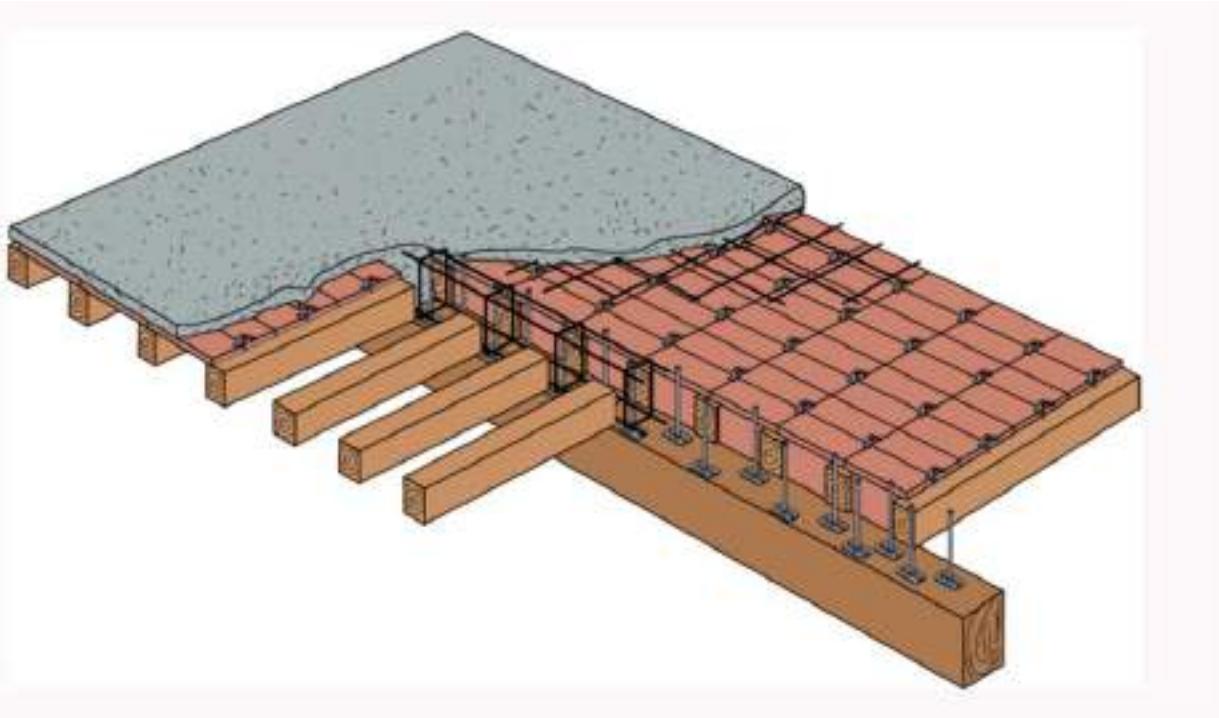
É aconselhável ligar a laje às paredes de alvenaria de suporte de peso em o perímetro do pavimento.

Essa precaução também trará benefícios em termos de rigidez e resistência sísmica do pavimento. Isto pode ser feito de várias técnicas, dependendo do tipo de parede.



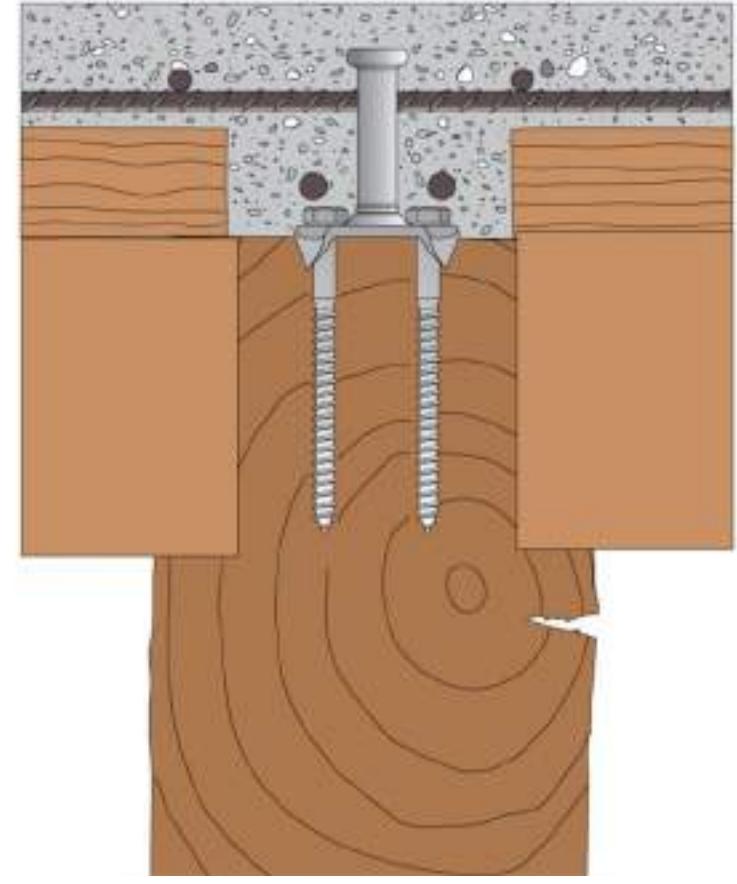
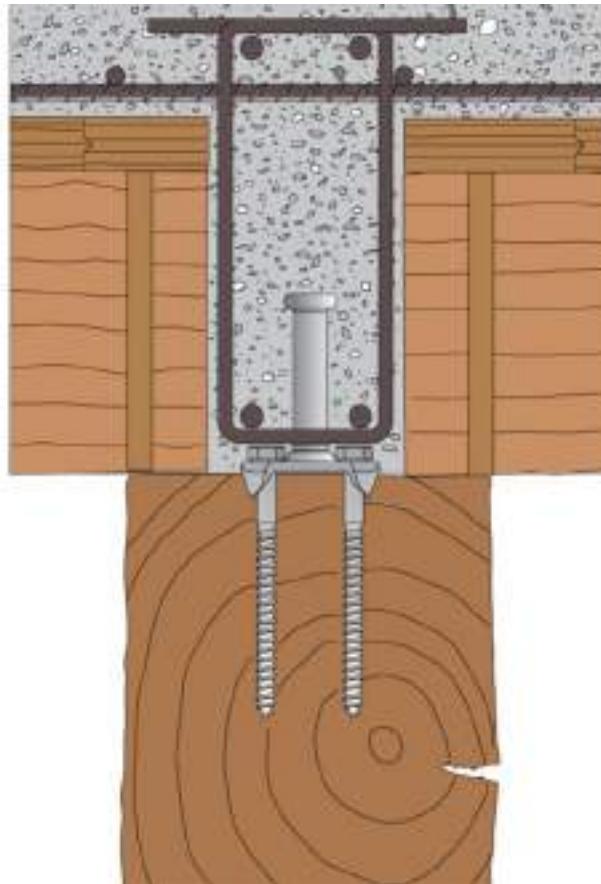
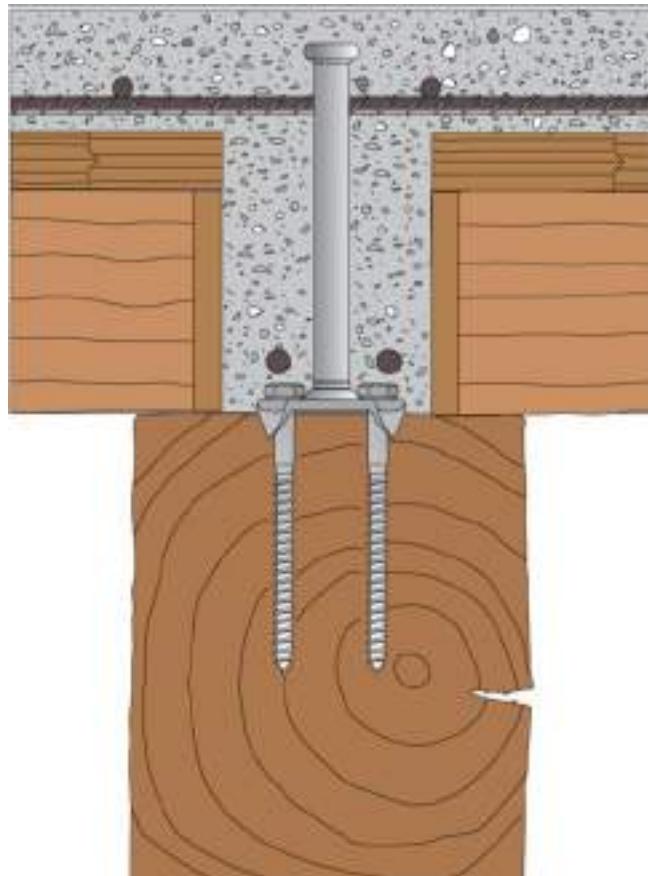
Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Piso vigamento duplo



Técnicas de Ligação e Reforço - Tecnaria

Estruturas Mistas Madeira-Betão: Piso vigamento duplo



A madeira é um material polivalente usada para a construção desde tempos remotos. O Homem tem-lhe associadas memórias e sensações. Ela carrega História e Técnica.

Ana Carolina Almeida Simões Marques

Dissertação de mestrado, FAUP 2010





Obrigado

