

Unions en estructuras de fusta



**rothoblaas**

Ing. Simone Vanzo
Rotho Blaas Iberica
simone.vanzo@rothoblaas.com

ÍNDICE

- ✓ **Evolución de los sistemas de uniones:** *de la espiga al tornillo autoperforante*
- ✓ **Edificios en madera:** *sistemas de construcción y detalles de realización.*
- ✓ **Sistemas de rehabilitación y refuerzo de estructuras**

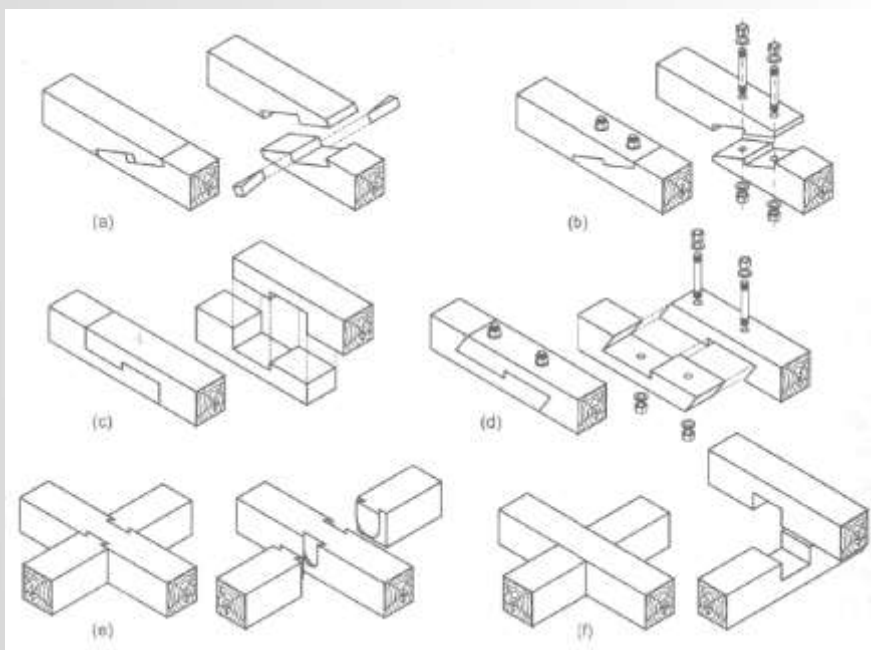


LAS UNIONES EN LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE UNIONES

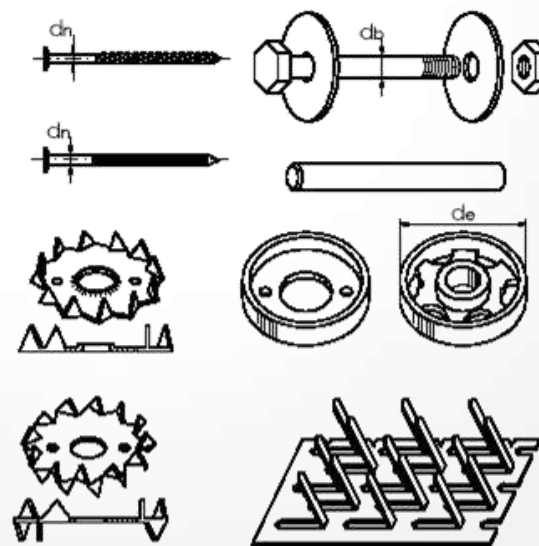
UNIONES

Tradicional, Carpinteras



Con elementos mecánicos

- Tipo clavija (elemento cilíndrico)
- Tipo conectores anillo, placa o dentados (elemento de superficie)



LA COLA DE MILANO



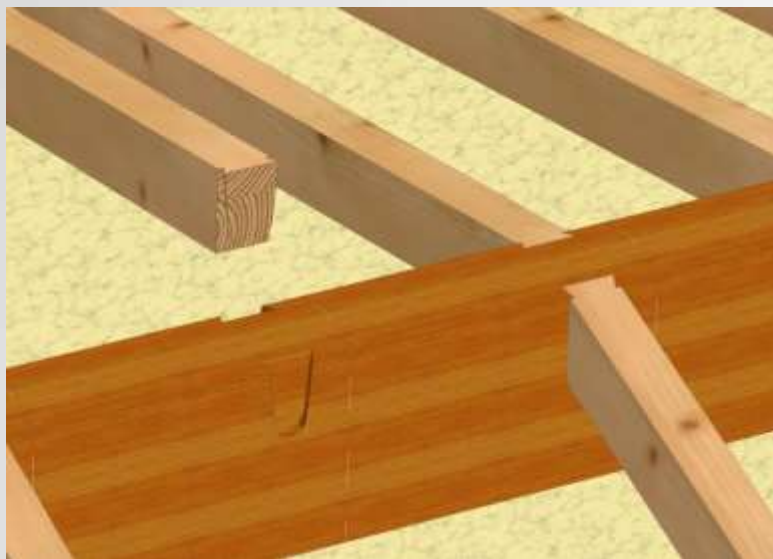
VENTAJAS:

- Óptimo sistema para el montaje
- Óptimo acabado de las uniones

DESVENTAJAS:

- Resistencias de corte reducidas
- Reducción sección viga principal
- Resistencia al fuego limitada
- Junta con comportamiento frágil
- Laborioso que hacer con sistemas manuales



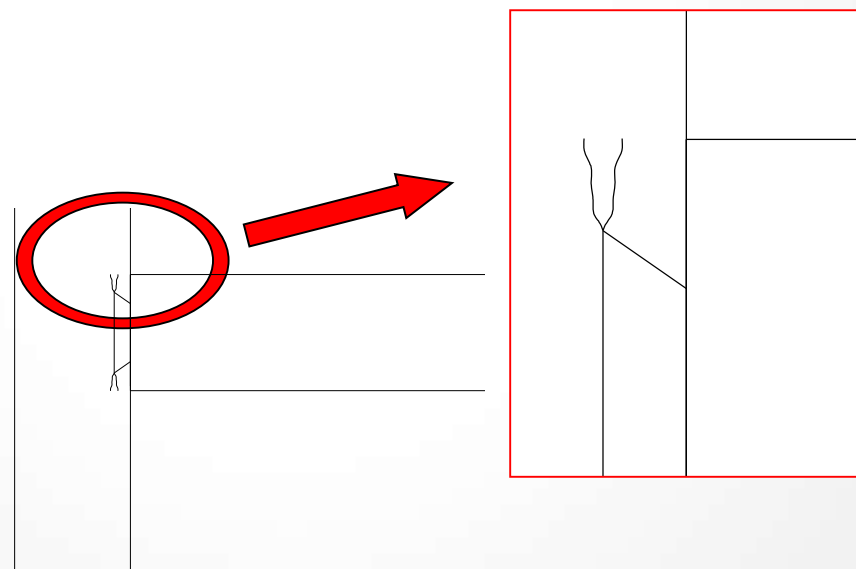
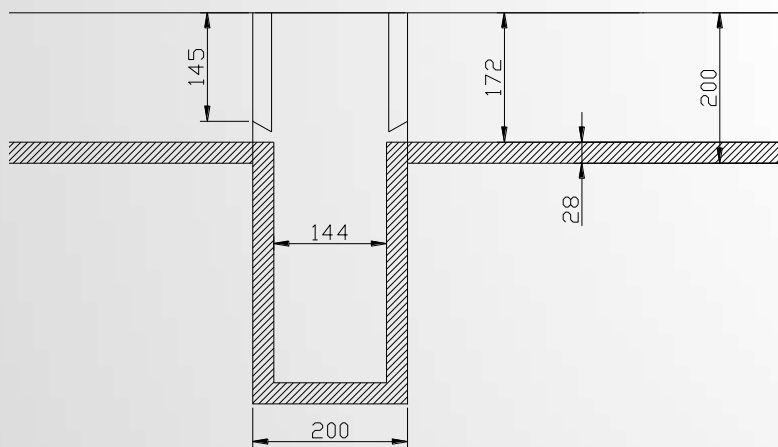


VENTAJAS:

- Extrema rapidez y facilidad de colocación en obra

DESVENTAJAS:

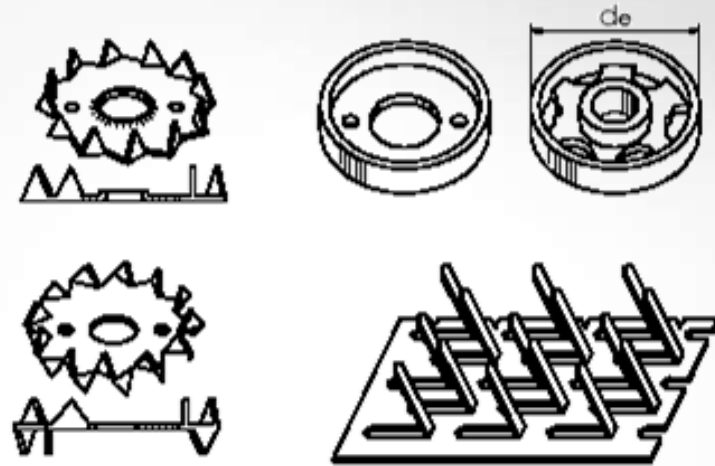
- Resistencia al fuego baja (unos R20)
- Modalidad de rotura frágil



Uniones con elementos mecanicos – CONECTORES DE SUPERFICIE

UNI EN 912:

- A: conectores de tipo anillo
- B: conectores de tipo placa
- C: conectores de placa dentada
- D: conectores de madera

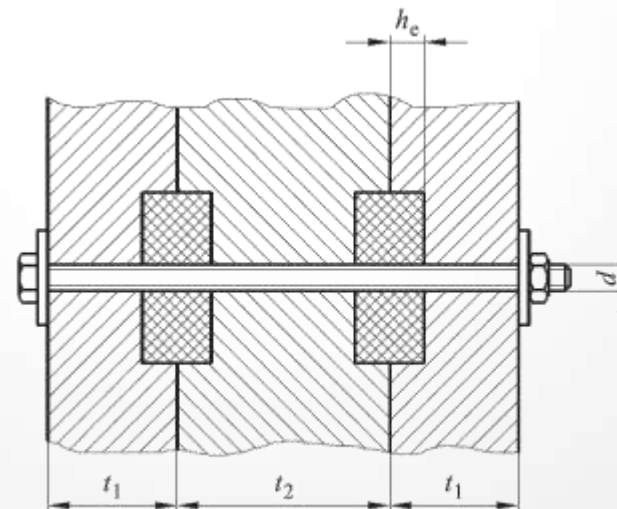


Capacidad de carga:

- **LATERAL** (cortante)

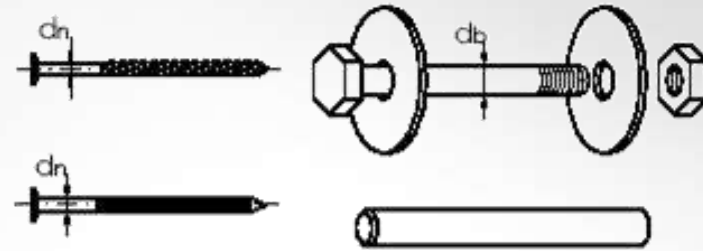
UNI EN 1995-1-1 o DB SE-M:

- Calculo de la capacidad de carga
- Separaciones y distancias minimas



Uniones con elementos mecanicos – CLAVIJAS

- Clavos
- Grapas
- Tornillos
- Pasadores
- Pernos



Capacidad de carga:

- **LATERAL** (cortante)
- **AXIAL**

UNI EN 1995-1-1 o DB SE-M:

- Calculo de la capacidad de carga
- Separaciones y distancias minimas



Uniones con elementos mecánicos – CLAVIJAS ($F_{v,R}$)

Capacidad de carga **LATERAL** (cortante) en uniones *madera - madera* y *madera - acero*

Modos de fallo por:

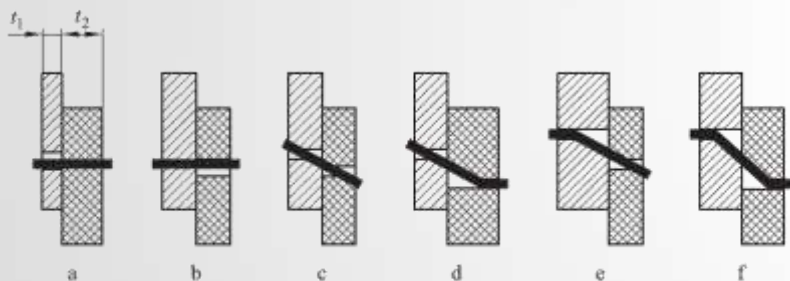
- **aplastamiento** (madera)

- formación de **rótulas plásticas** (clavija)

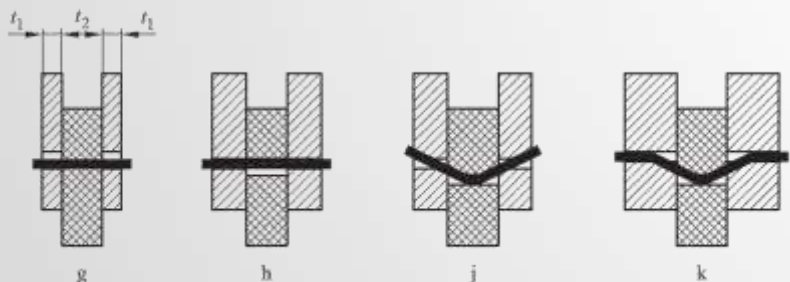
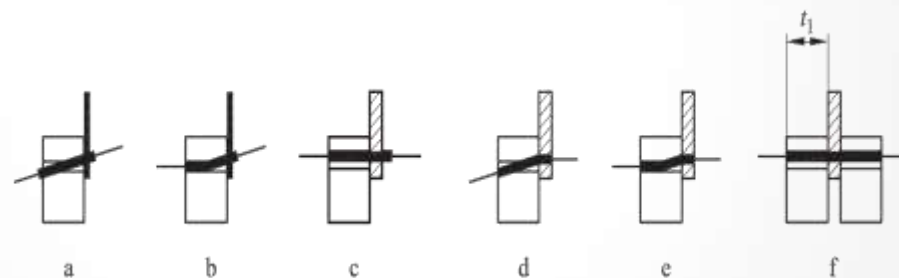
} *TEORIA DE JOHANSEN*

madera - madera

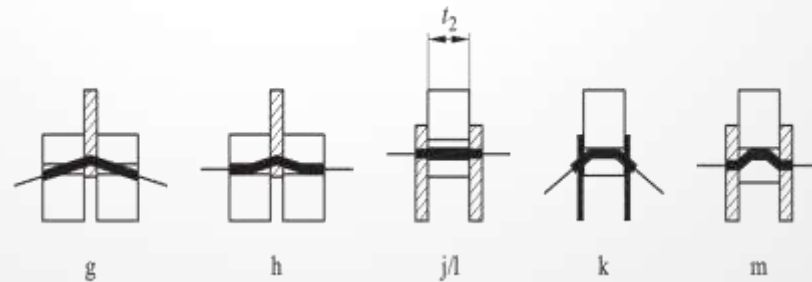
madera - acero



1



2

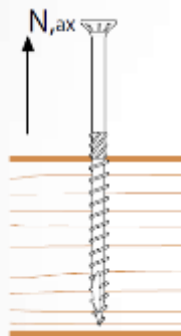


Uniones con elementos mecanicos – CLAVIJAS (F_{ax})

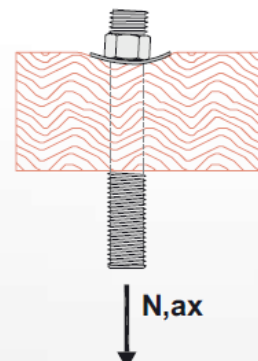
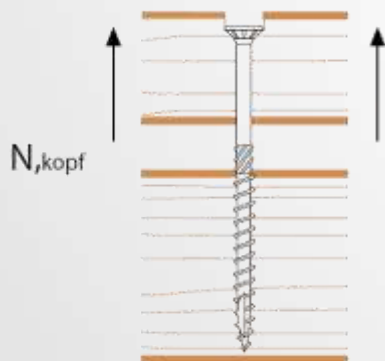
Capacidad de carga AXIAL en uniones *madera-madera* y *acero-madera*

Modos de fallo por: (menor de la resistencia a la tracción de la clavija)

- extracción parte roscada (tornillos, clavos corrugados Anker)



- penetración cabeza (tornillos, clavos, tuerca y arandela de los pernos)



CLAVOS



- Resistencia mínima de tracción del hilo de acero equivalente a 600 N/mm² (par. 6.1 DIN 1052)
- Dos categorías: clavos lisos (baja resistencia de extracción) y clavos de adherencia aumentada (ring o hélice)
- Hincados con martillo o con clavadoras automáticas
- Poco utilizados para uniones madera-madera
- Muy utilizados para fijar entablados y paneles
- Muy utilizados para fijar placas metálicas
- Profundidad mínima de hincado 8d para cuerpo liso y 6d para adherencia aumentada

TÍPICOS USOS PARA CLAVOS



Angular de tracción

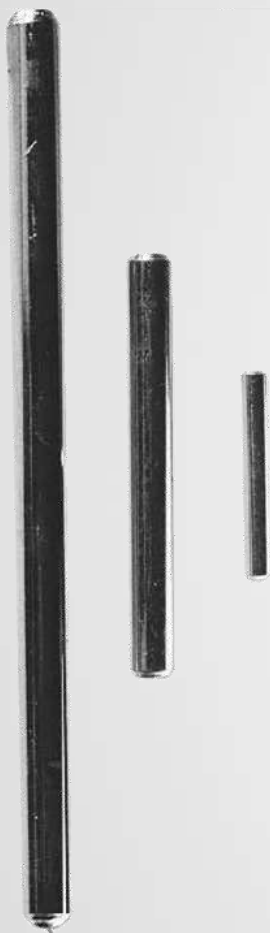


Estribo oculto de aluminio



Estribo metalico con alas externas

CLAVIJAS LISAS

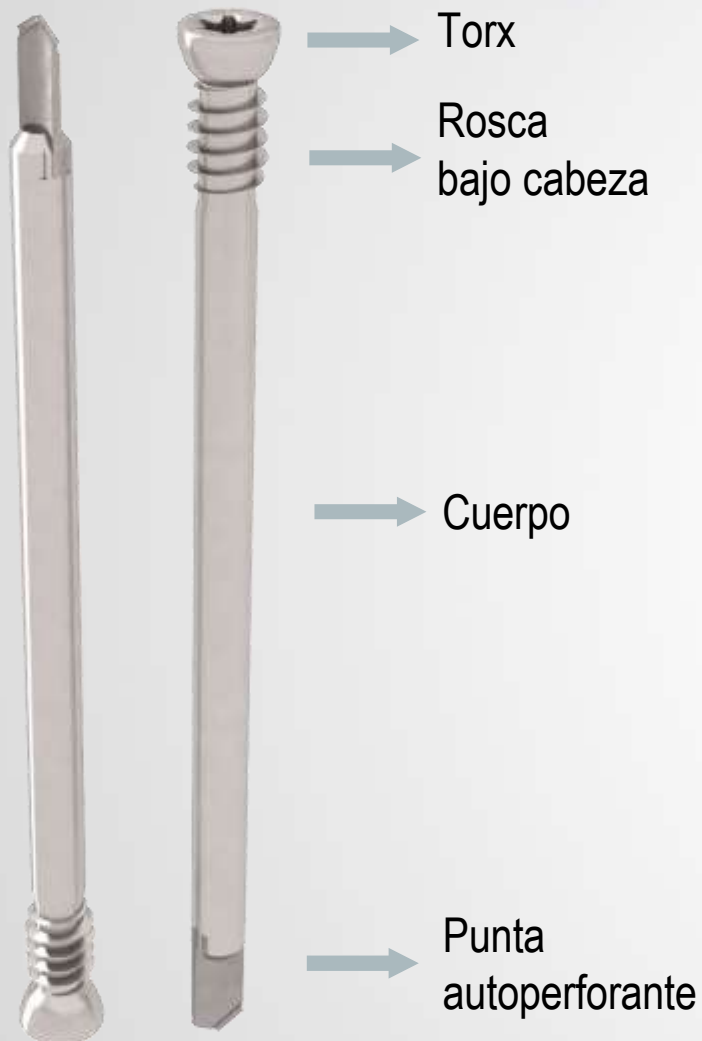


- Las normativas vigentes suministran las clases de acero solicitadas
- Elemento con cabeza avellanada, rectificadas y galvanizadas en caliente
- Se introduce en orificios con diámetro de orificio = diámetro clavija
- Para uniones de madera – madera es necesario prever sistemas adicionales que eviten la apertura de la junta
- Distancias mínimas que respetar
- Preferir siempre más elementos de pequeño diámetro con respecto a los pocos elementos de diámetro más grueso

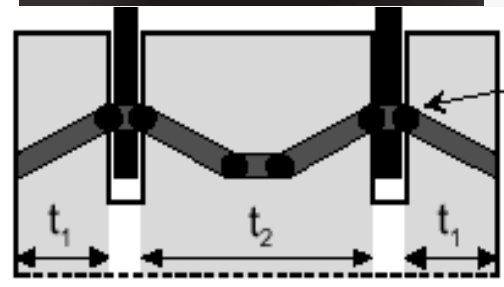
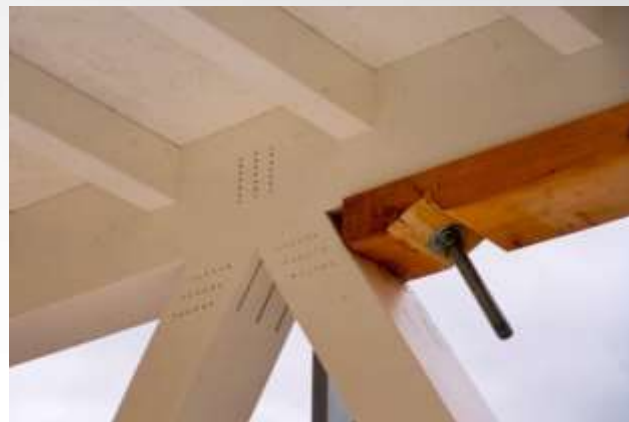
APLICACIONES RELATIVAS A LAS CLAVIJAS E INVESTIGACIÓN



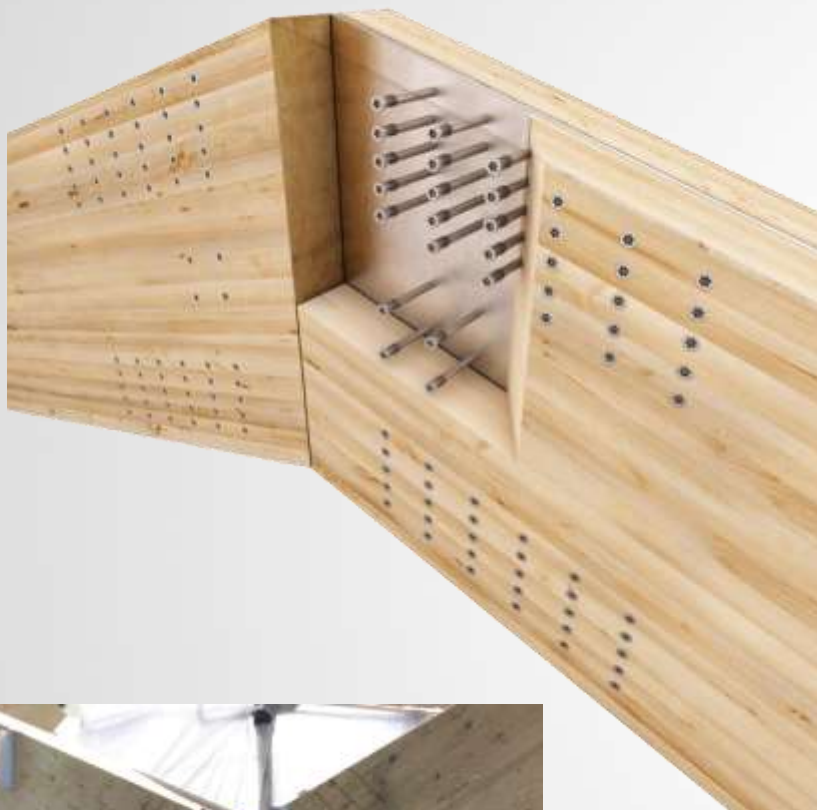
CLAVIJAS AUTOPERFORANTES



- Desde el punto de vista del cálculo es una clavija a todos los efectos
- Perfora contemporáneamente madera y acero (Fe360/S235/St37):
 - Ø7: 1 placa de 10 mm
o 3 placas de 5 mm
- Colocación con atornillador con más de 1500 rpm
- Buenos valores de resistencia con al menos 2 hojas
- Colocación rápida
- Uso con placas no perforadas



CLAVIJAS AUTOPERFORANTES - WS



TORNILLOS ESTRUCTURALES



• BARRAQUERO



Tornillo autoperforante
de rosca parcial



Tornillo autoperforante
de rosca total

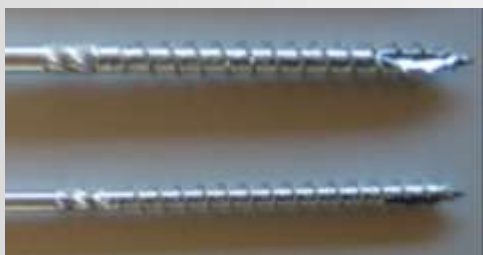


Tornillo autoperforante
de doble rosca



Tornillo para exterior

TORNILLO AUTOPERFORANTE PARA MADERA



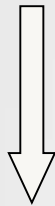
- Geometría del tornillo
- Galvanización del tornillo y campos de uso
- Acero alta resistencia
- Autoperforantes
- Marcado CE según DITE
- Control de calidad



COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UNIONES AL CORTE MEDIANTE TORNILLOS

(deformaciones y valores de resistencia)

Resistencia al corte de la conexión $F_{v,Rk}$ depende de:



- **aplastamiento** de la madera en la superficie de contacto entre tornillo y madera
- **momento plástico** del tornillo (creación de rotulas plasticas)
- **resistencia axial** del tornillo



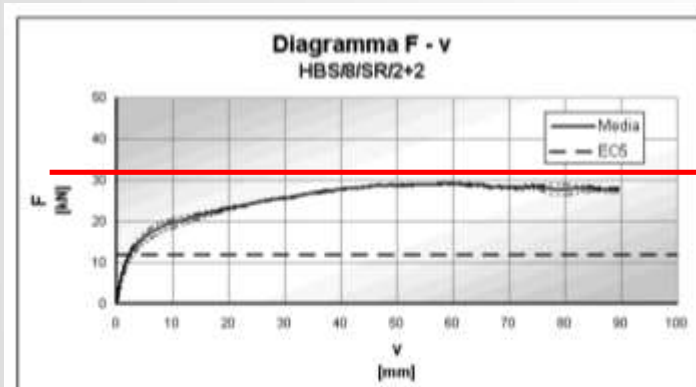
PRUEBAS DE CORTE EN UNIONES MADERA-MADERA



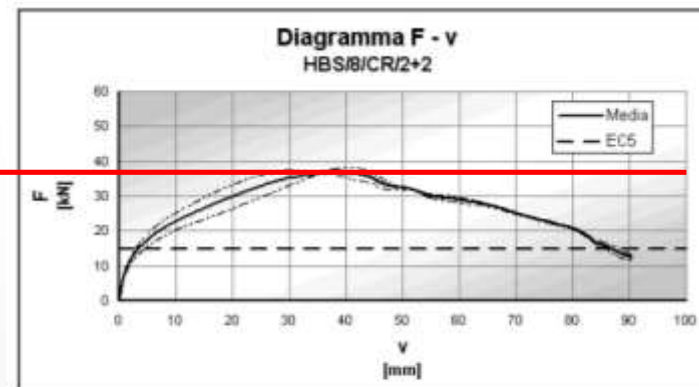
TORNILLO SIN ARANDELA
Efecto cable dado por la resistencia a la penetración de la cabeza del tornillo



TORNILLO CON ARANDELA
Efecto cable dado por la resistencia a extracción de la rosca



$F_y =$	15,07 kN	$v_y =$	3,1 mm	$k_{sar} =$	8892 kN/m
$F_{max} =$	29,17 kN	$v_{Fmax} =$	58,1 mm	$D_U =$	9,69
$F_{max,amm} =$	25,59 kN	$v_u =$	30 mm	$D_{Fmax} =$	18,77
$R_{k,EC5} =$	11,90 kN	Rig. Ist. =	8955 kN/m	Rottura	III



$F_y =$	20,62 kN	$v_y =$	5,0 mm	$k_{sar} =$	8892 kN/m
$F_{max} =$	36,98 kN	$v_{Fmax} =$	37,8 mm	$D_U =$	6,04
$F_{max,amm} =$	35,21 kN	$v_u =$	30 mm	$D_{Fmax} =$	7,60
$R_{k,EC5} =$	14,85 kN	Rig. Ist. =	9009 kN/m	Rottura	III

MADERA



Aplicaciones en estructuras de cubiertas



Aplicaciones en edificios de madera

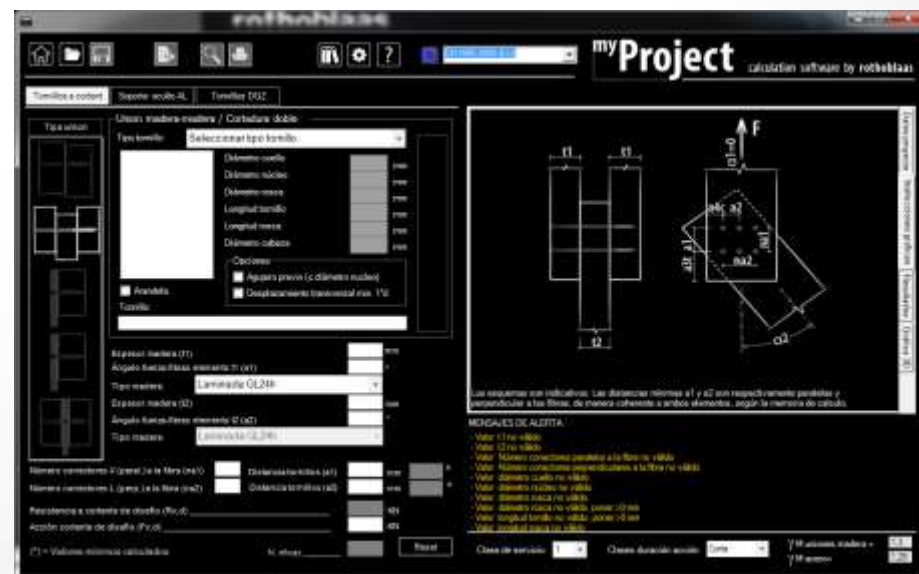
SOFTWARE DE CALCULO

myProject

calculation software by rothoblaas

Descarga gratuita: <http://www.rothoblaas.com/es/es/software.html#p.myproject.mc-logo-cuenta-atras>

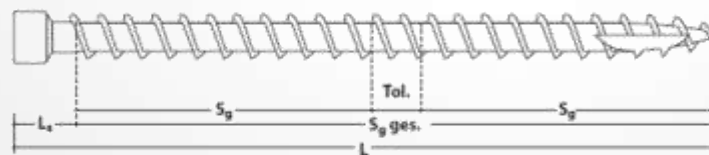
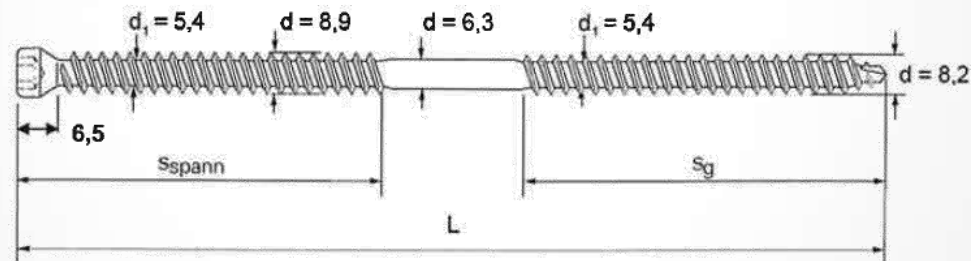
Conexiones de corte con tornillos HBS - HBS + evo - TBS
 Cálculo y verificación de empalmes de corte, realizadas con tornillos para uniones **madera - madera, acero - madera y panel - madera (ej. OSB)**. Conexiones de corte simple y doble, con geometría personalizable y variedad de materiales. Amplia y diversificada gama de tornillos autoperforantes HBS, HBS + evo, TBS para responder de la mejor manera posible a las distintas exigencias proyectuales.



CONECTORES DOBLE Y TODO ROSCA



- El sistema se basa en la resistencia de extracción de la rosca
- Características geométricas del tornillo doble/todo rosca
- Revestimiento y certificación del tornillo
- Unión oculta sin ninguna elaboración en la viga si no el corte en escuadra
- Múltiples aplicaciones para las estructura de madera

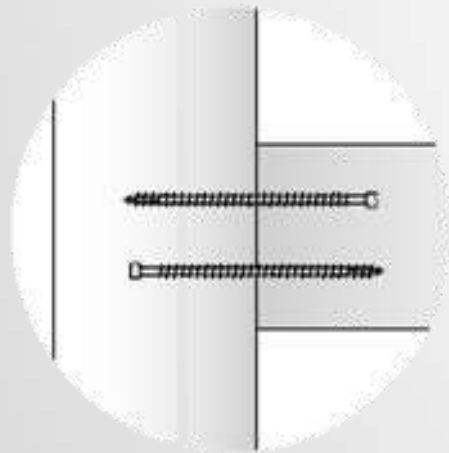
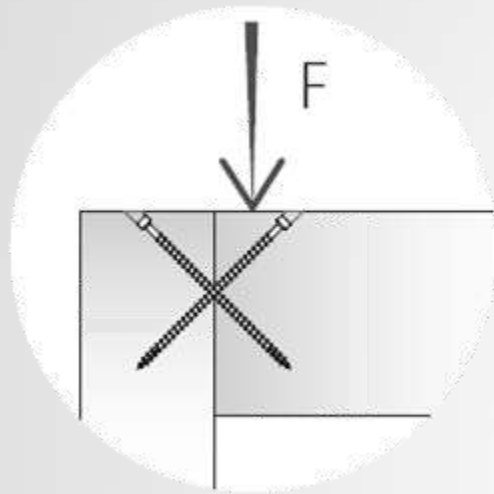


$L_s = 25 \text{ mm}$

$Tol. = 20 \text{ mm}$

$S_g = (L - L_s - Tol.) / 2$

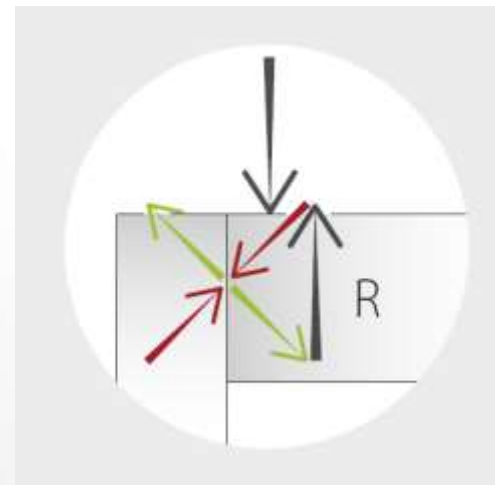
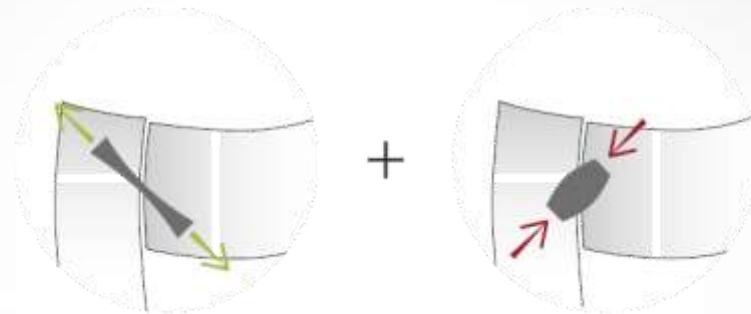
MODALIDAD DE FUNCIONAMIENTO



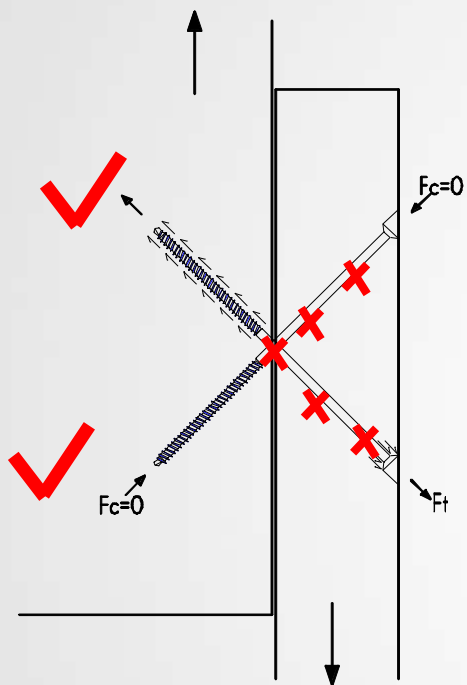
DESCOMPOSICIÓN DE LAS FUERZAS

1 tornillo en tracción

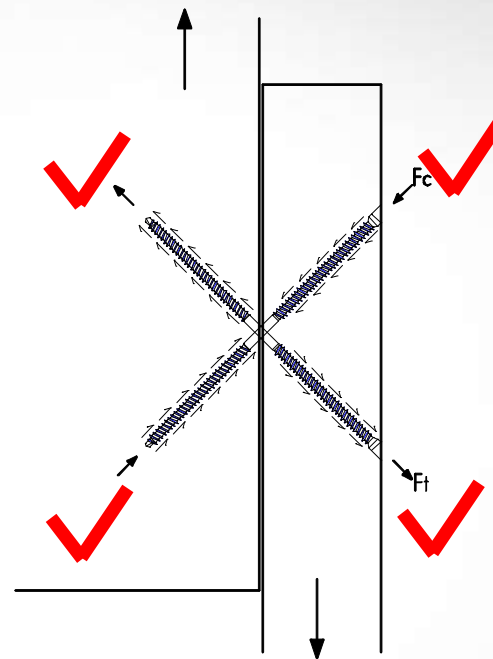
1 tornillo en compresión



¿POR QUÉ NO OBTIENEN LOS MISMOS RESULTADOS CON UN TORNILLO PARA MADERA “NORMAL”?



~~TORNILLO NORMAL~~

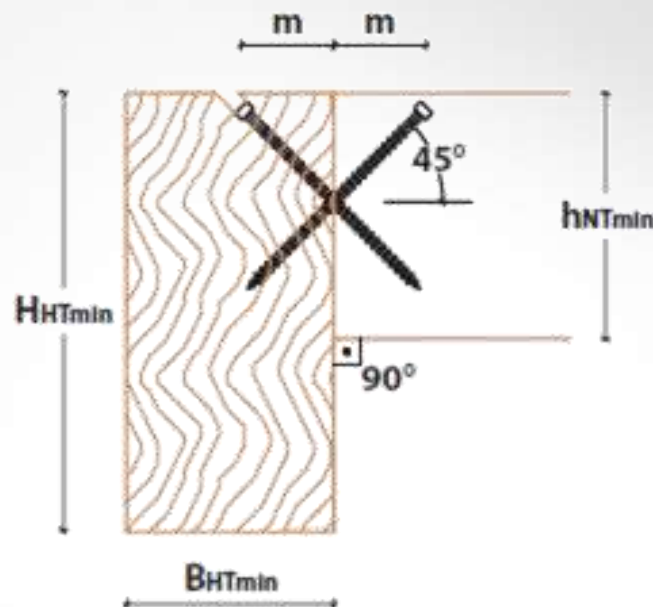


SISTEMA DOBLE ROSCA ✓

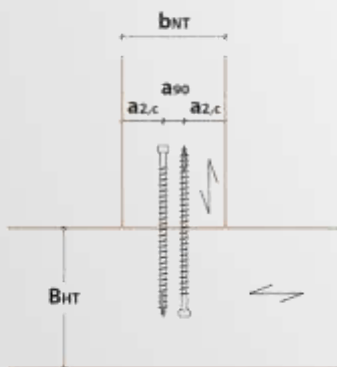
Los conectores están sometidos a esfuerzos axiales

Un tornillo trabaja en **compresión** y otro en **tracción**

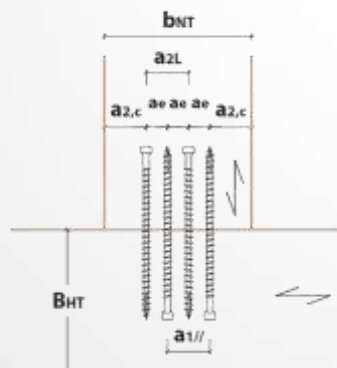
PRINCIPALES APLICACIONES UNION VIGA PRIMARIA Y SECUNDARIA



Planta – 1 par:



Planta – 2 o más pares:

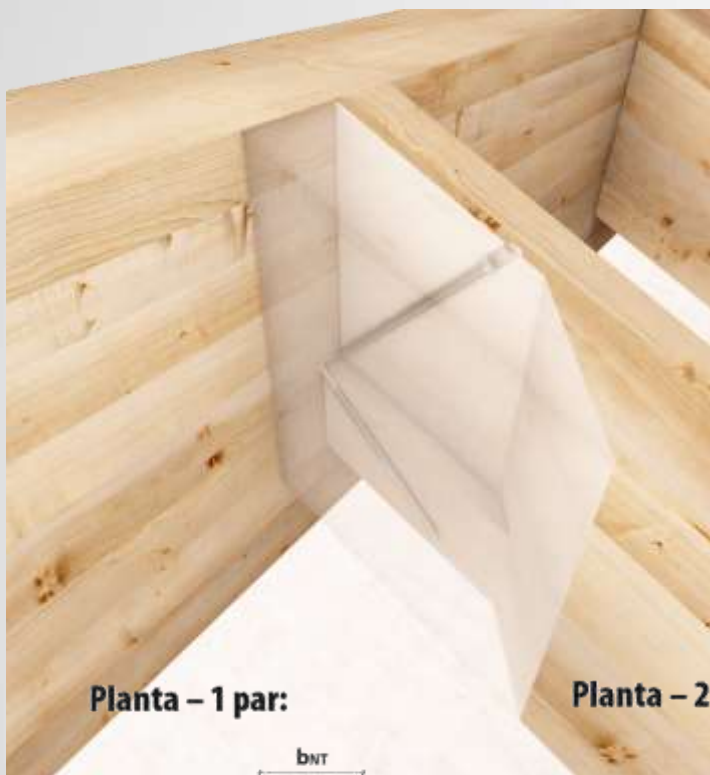


Distancias mínimas

Sin agujero guía	$a_{1//}$ [mm]	a_{2L} [mm]	$a_{2,c}$ [mm]	a_{90} [mm]	a_e [mm]
Ø7	35	35	28	11	18
Ø9	45	45	36	14	23
Ø11	55	55	44	17	28

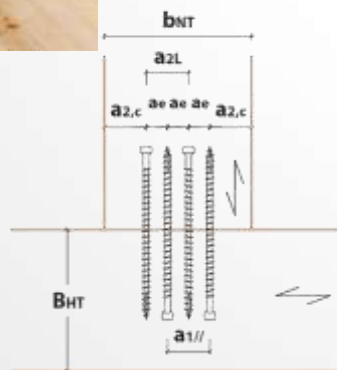
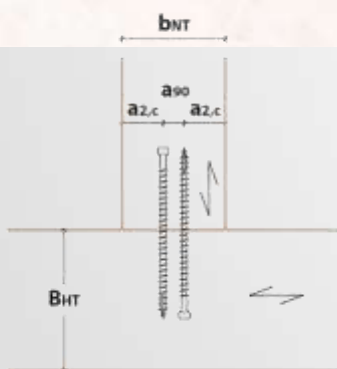


PRINCIPALES APLICACIONES UNION VIGA PRIMARIA Y SECUNDARIA CON INCLINACIÓN

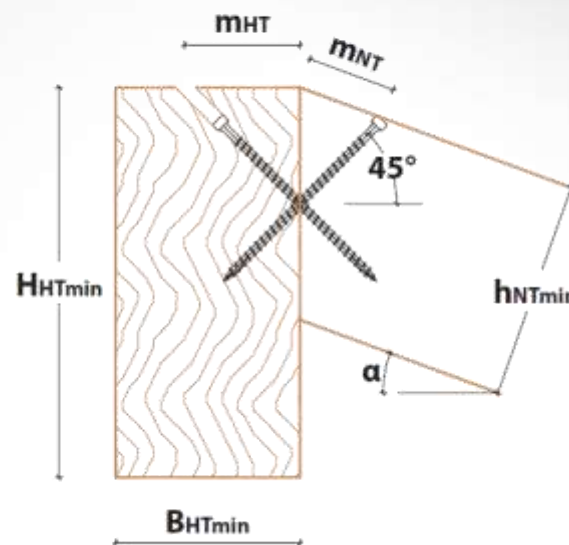


Planta - 1 par:

Planta - 2 o más pares:



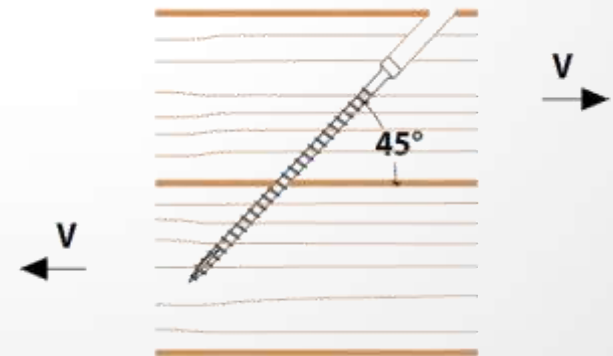
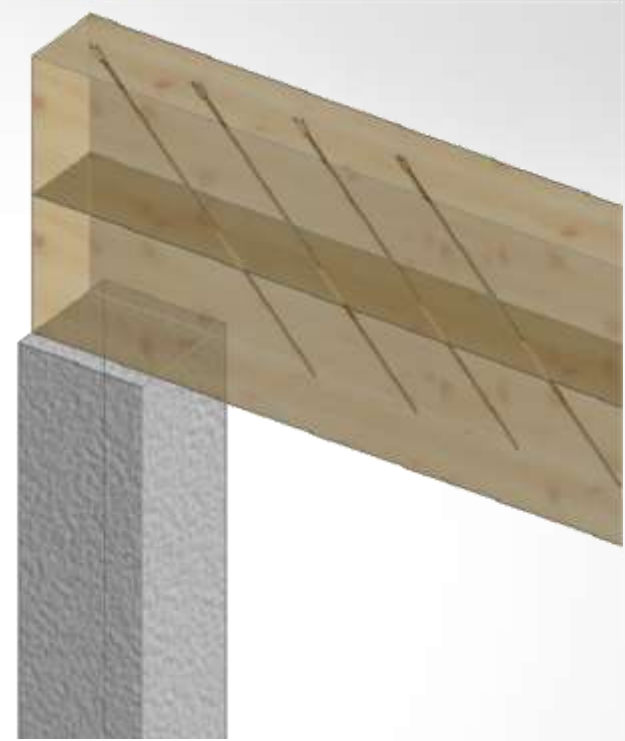
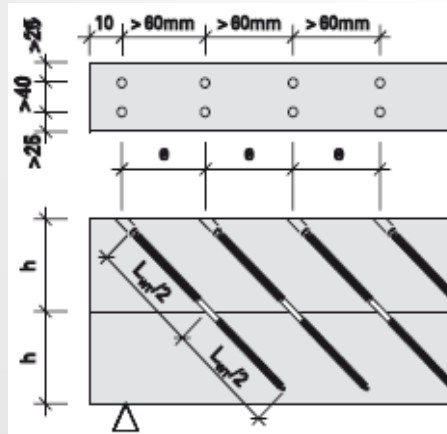
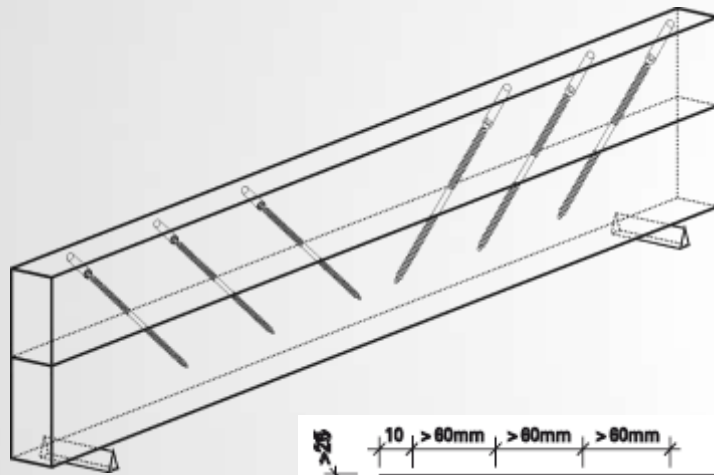
Sección:



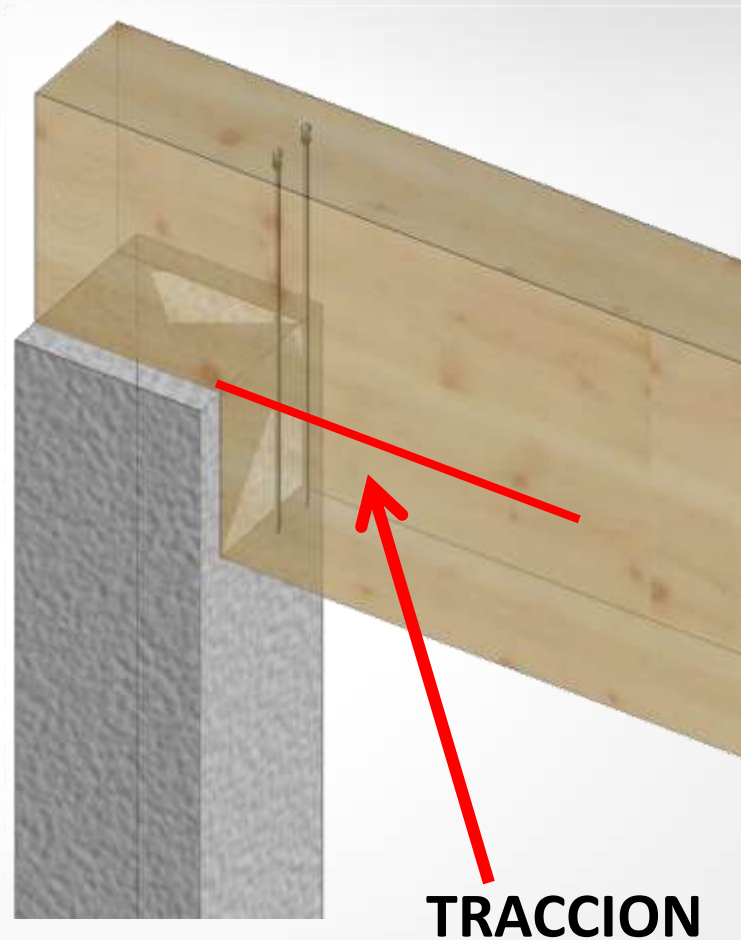
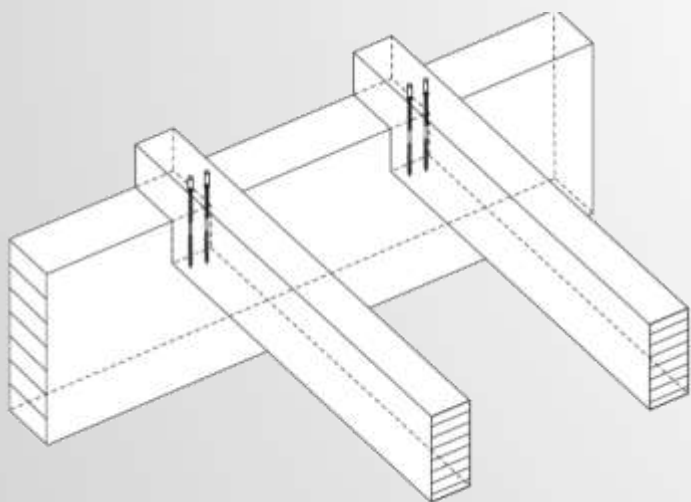
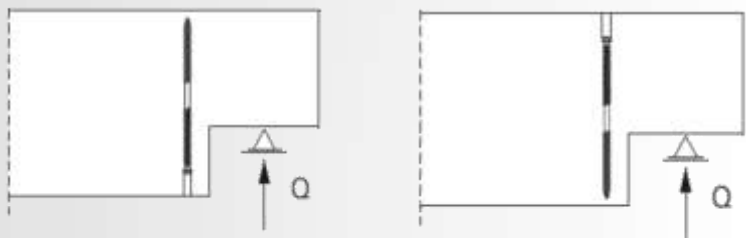
Distancias mínimas

Sin agujero guía	$a_{1//}$ [mm]	a_{2L} [mm]	$a_{2,c}$ [mm]	a_{90} [mm]	a_e [mm]
Ø7	35	35	28	11	18
Ø9	45	45	36	14	23
Ø11	55	55	44	17	28

ACOPLAMENTO

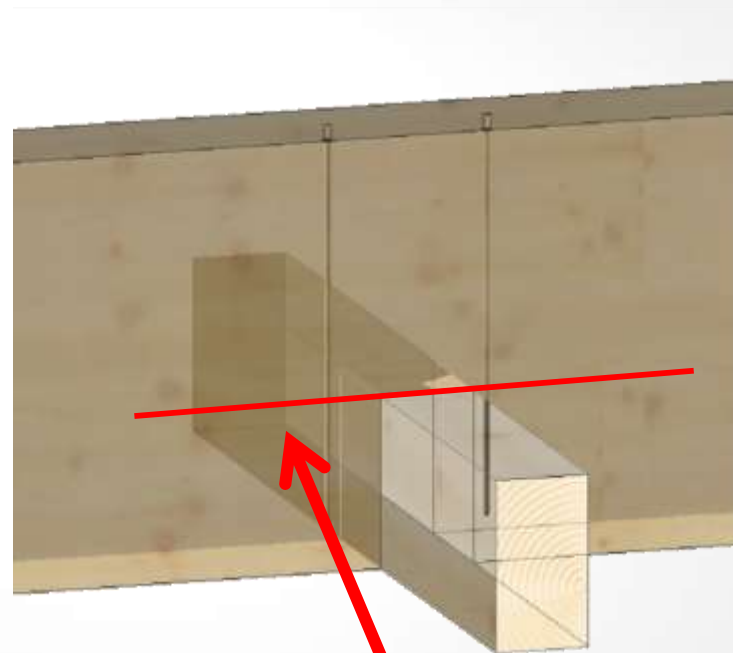
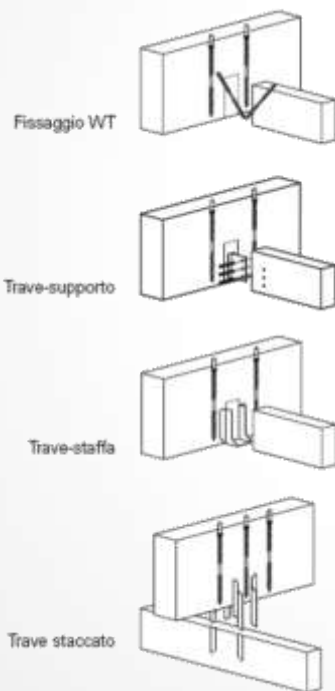
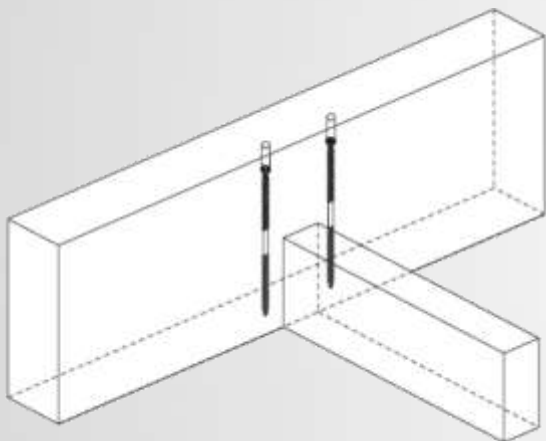


REFUERZOS TRACCION ORTOGONAL A LA FIBRA



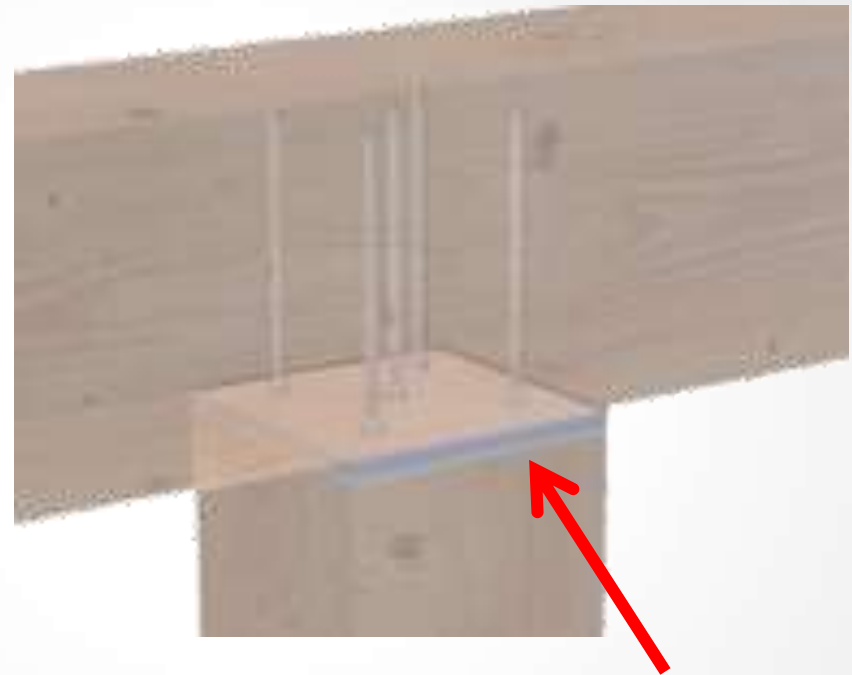
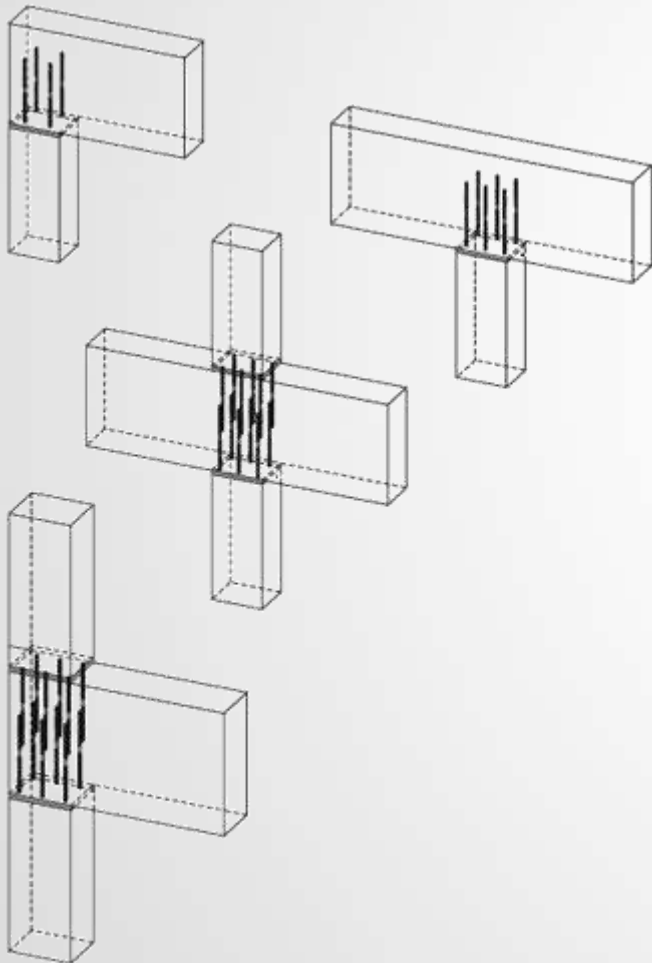
REFUERZOS TRACCION ORTOGONAL A LA FIBRA

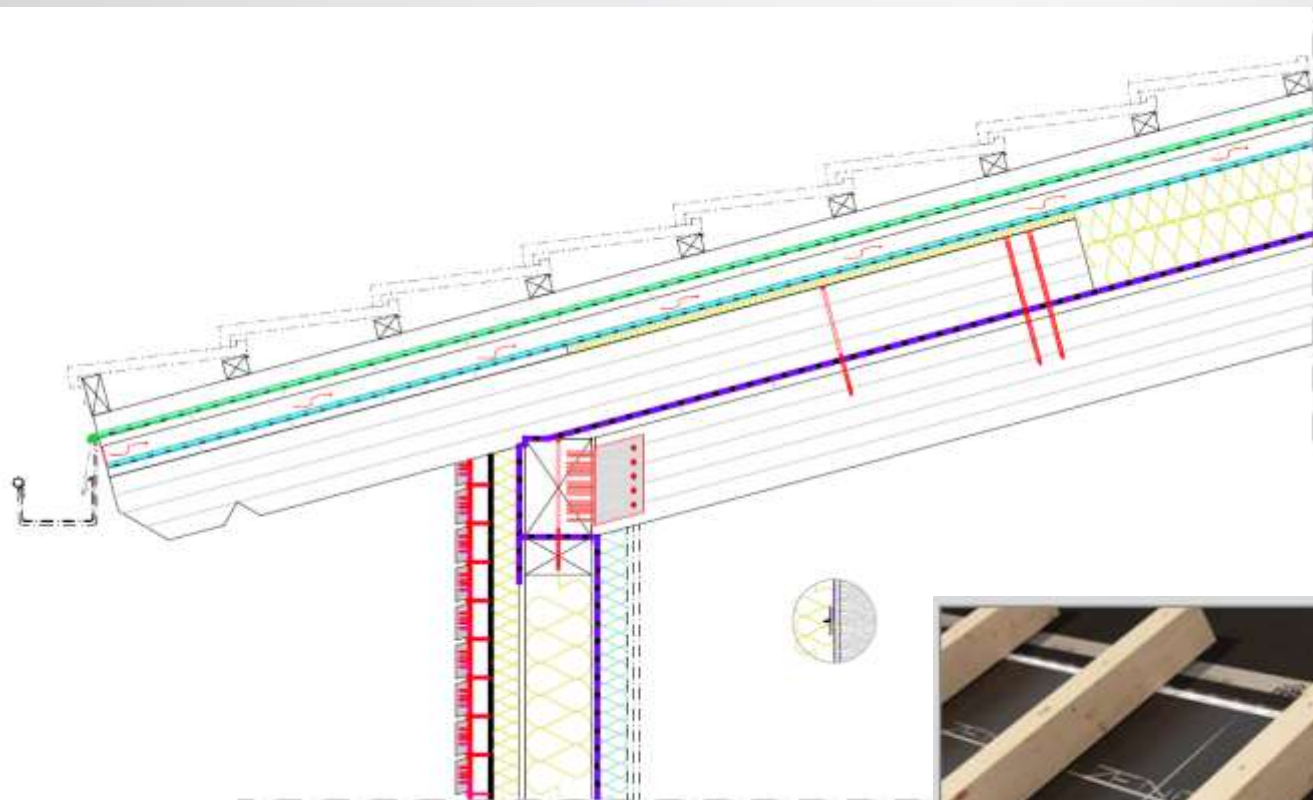
TUDO ROSCA

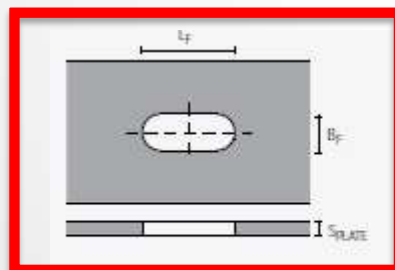


TRACCION

REFUERZOS COMPRESION ORTOGONAL A LA FIBRA







RONDELLA

		HUS945	HUST145
Lunghezza foro assolato	L_f [mm]	min 35,0 max 36,0	min 43,0 max 44,0
Larghezza foro assolato	B_f [mm]	min 14,0 max 15,0	min 17,0 max 18,0
Spessore piastra acciaio	Sp_{LAME} [mm]	min 3,0 max 12,0*	min 4,0 max 15,0*

* Per spessori maggiori è necessario realizzare una svasatura nella parte inferiore della piastra in acciaio.

Consigliato foro guida Ø5 mm per viti VCS di lunghezza > 300 mm.

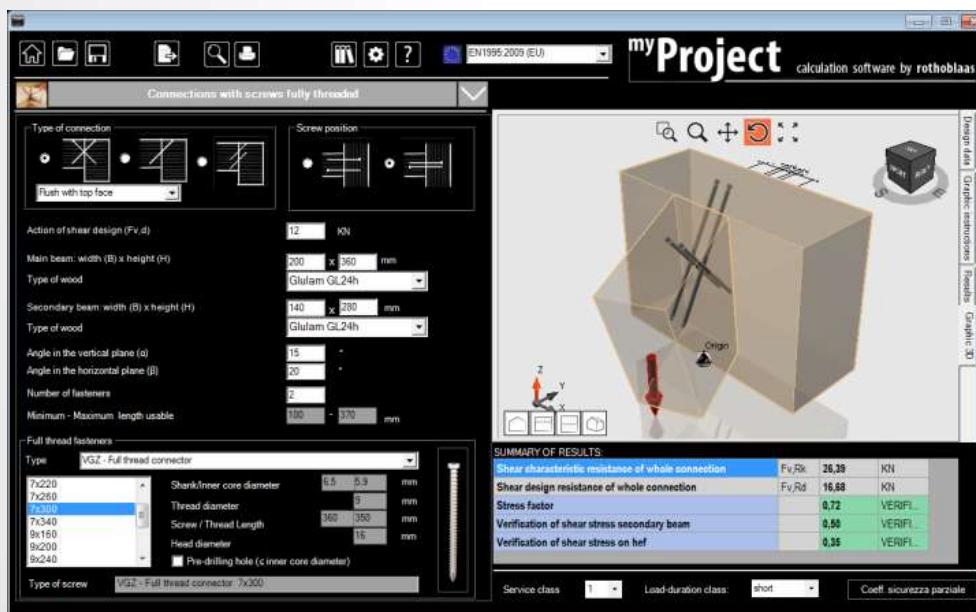
Il montaggio deve essere effettuato in maniera tale da garantire che le sollecitazioni siano uniformemente distribuite su tutte le rondelle VGU installate.



myProject

calculation software by rothoblaas

Download gratuito: <http://www.rothoblaas.com/it/it/software.html>



The screenshot displays the 'myProject' software interface for calculating screw connections. The main window is titled 'Connections with screws fully threaded'. On the left, there are controls for 'Type of connection' (with a 'Flush with top face' dropdown) and 'Screw position'. Below these are input fields for 'Action of shear design (Fv,d)' (12 KN), 'Main beam: width (B) x height (H)' (200 x 350 mm), 'Type of wood' (Glulam GL24h), 'Secondary beam: width (B) x height (H)' (140 x 200 mm), 'Type of wood' (Glulam GL24h), 'Angle in the vertical plane (α)' (15), 'Angle in the horizontal plane (β)' (20), 'Number of fasteners' (2), and 'Minimum - Maximum length usable' (100 - 370 mm). A 'Full thread fasteners' section includes a list of screw types (e.g., 7x220, 7x250, 7x300, 7x340, 9x150, 9x200, 9x240) and a selected 'V62 - Full thread connector'. Parameters for the selected connector include 'Shank/Inner core diameter' (6.5 / 5.3 mm), 'Thread diameter' (9 mm), 'Screw / Thread Length' (340 / 350 mm), and 'Head diameter' (16 mm). The 'Type of screw' is set to 'V62 - Full thread connector 7x300'. On the right, a 3D model shows a beam connection with a red arrow indicating the shear force. Below the model is a 'SUMMARY OF RESULTS' table:

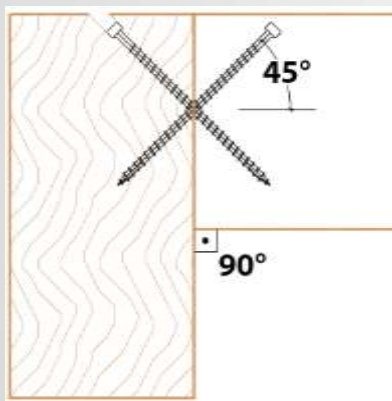
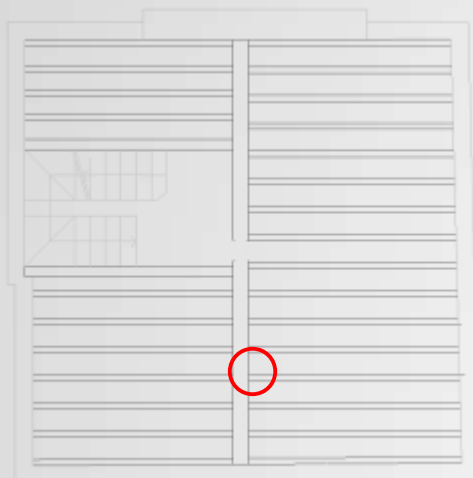
SUMMARY OF RESULTS			
Shear characteristic resistance of whole connection	F_v/R_k	26,39	KN
Shear design resistance of whole connection	F_v/R_d	16,68	KN
Stress Factor		0,72	VERIFI.
Verification of shear stress secondary beam		0,50	VERIFI.
Verification of shear stress on hef		0,35	VERIFI.

At the bottom, there are dropdowns for 'Service class' (1), 'Load-duration class' (short), and 'Coeff. sicurezza parziale'.

EJEMPLO DE CALCULO



EJ. 2: UNION VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDARIA



Datos del proyecto:

- Forjado (vivienda)
- Vigas: madera laminada GL24h ($\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$)
- Viga principal: 200 x 280 mm
- Viga secundaria: 140 x 200 mm
- Luz vigas secundarias: 4,10 m
- Distancia entre vigas: 0,50 m
- Clase de servicio: 1

Cargas:

G_1 : Peso propio forjado = 0,30 KN/m

G_2 : Carga permanente = 2,50 KN/mq $\rightarrow 2,50 \times 0,5 = 1,25 \text{ KN/m}$

Q_1 : Sobrecarga de uso = 2,00 KN/mq $\rightarrow 2,00 \times 0,5 = 1,00 \text{ KN/m}$

Clase de duracion: media

COMBINACIÓN DE ACCIONES

NTC 2008 – 2.5.3

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

NTC – Tabella 2.6.I

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

NOTA: en caso de que las cargas permanentes no son estructurales completamente definido, podrán ser adoptadas por ellos, los mismos coeficientes válidos para las acciones permanentes.

Combinación de acciones

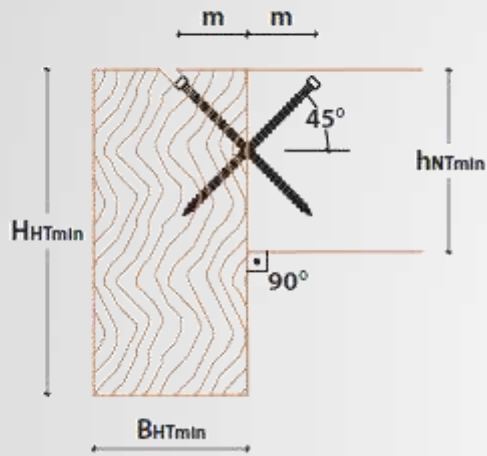
$$q_d = 1,3 \times 0,30 + 1,5 \times 1,25 + 1,5 \times 1,00 = 3,76 \text{ kN/m}$$

Solicitud CORTANTE

$$V_d = 3,76 \times 4,10 / 2 = 7,71 \text{ kN}$$

ELECCIÓN DEL TORNILLO

Sezione:



Datos proyecto:

- $B_{HT} = 200 \text{ mm}$
- $H_{HT} = 280 \text{ mm}$
- $b_{NT} = 140 \text{ mm}$
- $h_{NT} = 200 \text{ mm}$

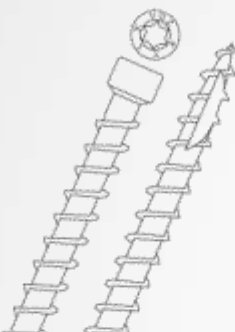


d_1 [mm]	L [mm]	s_g [mm]	B_{HTmin} [mm]	$H_{HTmin} = h_{NTmin}$ [mm]	b_{NTmin} [mm]		N° parejas
					sin pre-agujero	con pre-agujero ⁽¹⁾	
7	140	55	65	120	67	53	1
					102	88	2
					137	123	3
	180	75	80	150	67	53	1
					102	88	2
					137	123	3
	220	95	95	175	67	53	1
					102	88	2
					137	123	3
	260	115	110	205	67	53	1
					102	88	2
					137	123	3
300	135	125	235	67	53	1	
				102	88	2	
				137	123	3	
340	155	140	260	67	53	1	
				102	88	2	
				137	123	3	

→ VGZ Ø 7 x 220 mm

Marcado CE del tornillo VGZ

VGZ



1034

13 ETA-11/0030

Self-tapping screw to be used
for structural connections in timber
constructions

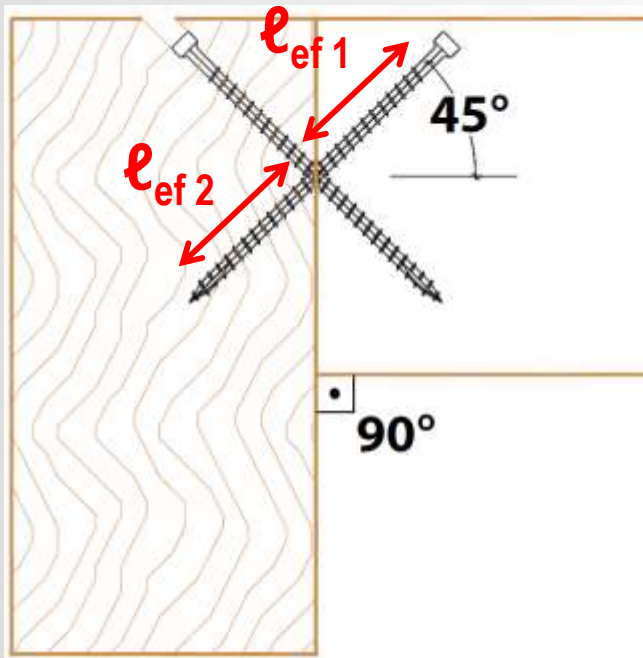
Ref. No. of DoP	VGZ7_CPR_20130701	VGZ9_CPR_20130701
Product Type	VGZ7	VGZ9
f tens,k [kN]	15,4	25,4
f tor,k / R tor	≥ 1,5	≥ 1,5
f tor,k [Nm]	18,0	35,0
M y,k [Nmm]	14174,16	27244,14
f ax,k [N/mm ²]	11,7	11,7
f head,k [N/mm ²]	NPD	NPD
Corrosion protection	Fe/Zn - min. 8c	Fe/Zn - min. 8c
Durability	Satisfactory durability and serviceability when used in timber structures according to Eurocode 5.	Satisfactory durability and serviceability when used in timber structures according to Eurocode 5.
Serviceability	Service class 1 - 2.	Service class 1 - 2.
Influence on air quality	No dangerous materials	No dangerous materials
Reaction to fire	Euroclass A1	Euroclass A1
Identification	refer to clause 9 of the DoP	refer to clause 9 of the DoP

CALCULO DE LA RESISTENCIA AXIAL

a. Extracción de la rosca (*withdrawal capacity*)

ETA 11/0030

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} \cdot 11,7 \cdot d_1 \cdot \ell_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$



Datos proyecto :

- $d = 7 \text{ mm}$
- $L = 220 \text{ mm}$
- $n_{ef} = 1;$
- $\ell_{ef} = \min \{ \ell_{ef1} ; \ell_{ef2} \} = 95 \text{ mm}$
- $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$
- $\alpha = 45^\circ$ (viga secundaria)
- $\alpha = 90^\circ$ (viga principal)

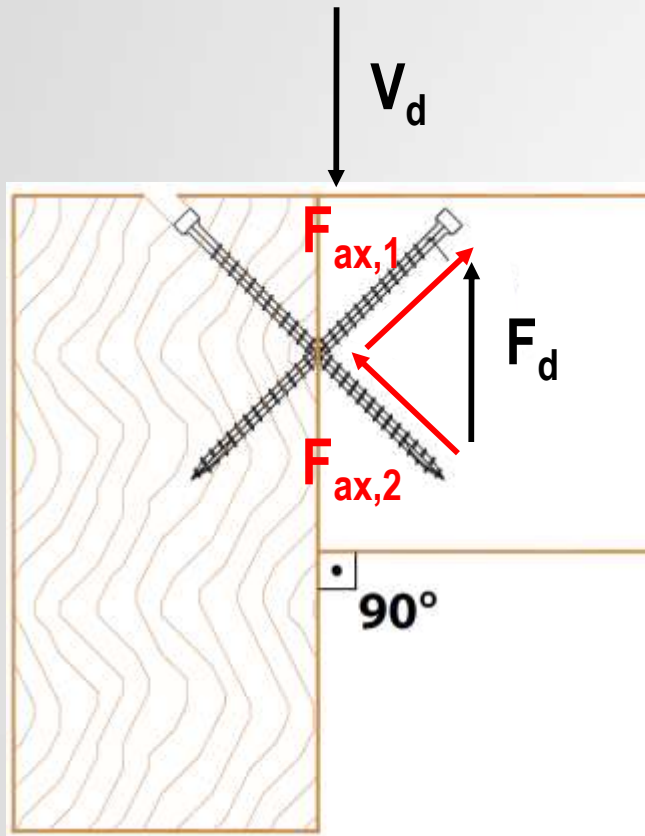
CE acompañamiento (ETA-11/0030) productor:

- $f_{ax,k} = 11,7 \text{ N/mm}^2$
- $\rho_a = 350 \text{ kg/m}^3$

$$F_{ax,45^\circ,Rk} = \frac{1 \cdot 11,7 \cdot 7 \cdot 95}{1,2 \cos^2(45) + \sin^2(45)} \cdot \left(\frac{380}{350} \right)^{0,8} = 7,55 \text{ kN}$$

$$F_{ax,90^\circ,Rk} = 8,31 \text{ kN} > F_{ax,45^\circ,Rk}$$

RESISTENCIA DE LA UNION



Datos proyecto:

$$F_{ax,1} = F_{ax,2} = 7,55 \text{ kN}$$

Suma de las resistencias

$$F_{Rk} = F_{ax,1} \cdot \cos(45^\circ) + F_{ax,2} \cdot \cos(45^\circ) = 10,68 \text{ kN}$$

Evaluación de la resistencia de proyecto
(Cada pareja de tornillos)

- $k_{mod} = 0,8$
- $\gamma_{m,uniones} = 1,3$

$$F_{Rd} = F_{Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_{m,uniones} = 10,68 \times 0,8 / 1,3 = 6,57 \text{ kN}$$

$F_{Rd} < V_d (7,71 \text{ kN}) \rightarrow$ hay que poner 2 parejas!

$$(n_{ef} = n^{0,9})$$

$$F_{Rd,2 \text{ parejas}} = n_{ef} \cdot F_{Rd} = 2^{0,9} \cdot 6,57 = 12,26 \text{ kN}$$

myProject

calculation software by rothoblaas

myProject calculation software by rothoblaas

Connections with screws fully threaded

Type of connection: Flush with top face

Screw position:

Action of shear design (Fv,d): 12 KN

Main beam: width (B) x height (H): 200 x 360 mm

Type of wood: Glulam GL24h

Secondary beam: width (B) x height (H): 140 x 280 mm

Type of wood: Glulam GL24h

Angle in the vertical plane (α): 15 °

Angle in the horizontal plane (β): 20 °

Number of fasteners: 2

Minimum - Maximum length usable: 100 - 370 mm

Full thread fasteners:

Type: VGZ - Full thread connector

7x220	Shank/Inner core diameter	6.5	5.9	mm
7x260	Thread diameter	5		mm
7x300	Screw / Thread Length	360	350	mm
7x340	Head diameter		16	mm
8x160				
8x200				
8x240				

Pre-drilling hole (ϕ inner core diameter):

Type of screw: VGZ - Full thread connector 7x300

SUMMARY OF RESULTS:

Shear characteristic resistance of whole connection	Fv,Rk	26,39	KN
Shear design resistance of whole connection	Fv,Rd	16,68	KN
Stress factor		0,72	VERIFL.
Verification of shear stress secondary beam		0,50	VERIFL.
Verification of shear stress on hef		0,35	VERIFL.

Service class: 1 Load-duration class: short Coeff. sicurezza parziale

ESTRIBOS METÁLICOS EXTERNOS



- Utilizable tanto para madera-madera como para madera-cemento
- Posibilidad de uso en madera tanto con clavos Anker Ø4 mm como con tornillos correspondientes
- Posibilidad de uso en hormigón anclajes químicos
- Sistema muy rápido y económico
- Disponibles tanto con alas internas como externas
- Problemática estética y de limitada resistencia al fuego
- Certificación y valores estáticos
- Ya proyectada y controlada

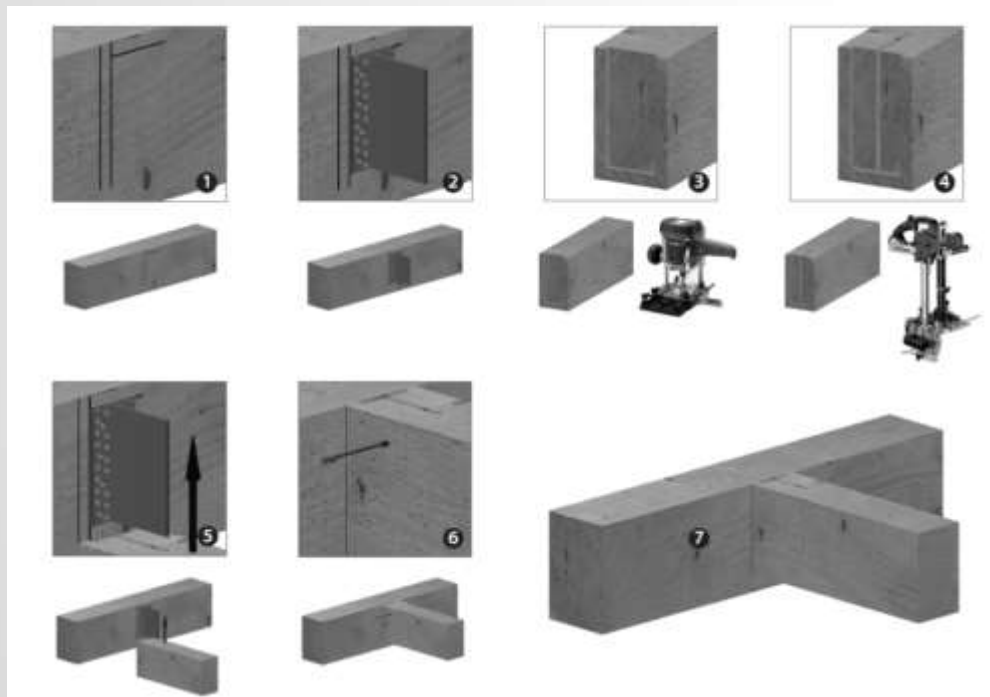
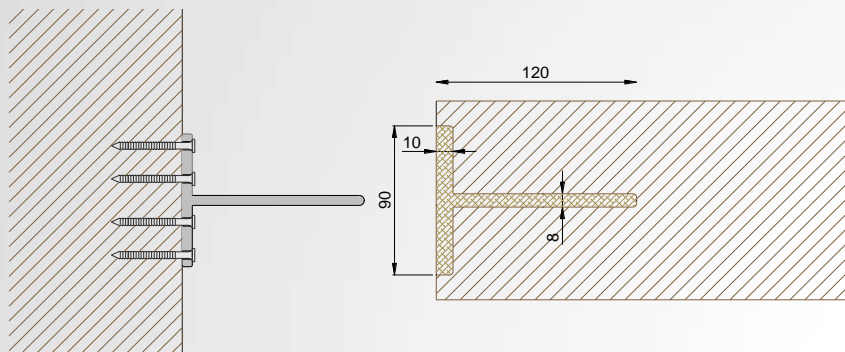


SOPORTES OCULTOS

- Sistema de unión “estándar”
- Gama completa a nivel dimensional
- Material aleación de aluminio – acero
- Utilizable tanto para madera-madera como para madera-cemento
- No presenta problemas de corrosión
- Posibilidad de tener barras largas que cortar en obra
- Posibilidad de uso tanto con clavijas lisas como autoperforantes
- Sistema certificado ya calculado



Para el posicionamiento de dichos estribos es necesario realizar en la viga secundaria un hueco ciego de anchura equivalente al espesor del soporte más 1 mm, mediante máquinas por control numérico, o clavadoras manuales.



VALORES ESTÁTICOS ALU MIDI + CLAVIJAS AUTOPERFORANTES



ALUMIDI		Tabella 3: ALU MIDI - Chiodatura totale Trave principale - Trave secondaria					Chiodatura TOTALE Schema di posa
Altezza staffa ALU H [mm]	Largh. min. trave second. B _{tr,MIN} [mm]	Altezza minima travi H _{tr,MIN} [mm]	Chiodi Anker Ø 4,0 x 60 [pz.]	Spinecchi autoforanti (1) Ø 7 x 113 (2) [pz.]	DIN 1052:1988 zulV [kN]	EN 1995:2004 R _k [kN]	
80	120	120	14	3	5,4	9,8	
120	120	160	22	4	10,7	19,0	
160	120	200	30	5	15,3	26,8	
200	120	240	38	7	20,3	37,9	
240	120	280	46	9	27,2	48,2	
280	120	320	54	10	28,9	59,0	
320	120	360	62	11	31,8	69,1	
360	120	400	70	12	34,7	79,0	

ALUMIDI		Tabella 5: ALU MIDI - Tasselli chimici Trave in legno - Elemento in c.a.					Schema di posa	
Altezza staffa ALU H [mm]	Largh. min. trave second. B _{tr,MIN} [mm]	Altezza minima travi H _{tr,MIN} [mm]	Barre filettate con resina vinilestere (1) Ø 8 x 110 [pz.] (2)		Spinecchi autoforanti (2) Ø 7 x 113 (2) [pz.]	DIN 1052:1988 zulV [kN]	EN 1995:2004 R _k [kN]	
80	120	120	4	4	3	6,2	12,2	
120	120	160	5	6	4	10,4	20,3	
160	120	200	6	8	5	14,6	28,4	
200	120	240	7	10	7	18,7	36,5	
240	120	280	8	12	9	22,9	44,6	
280	120	320	9	14	10	27,0	52,8	
320	120	360	10	16	11	31,2	60,9	
360	120	400	11	18	12	35,4	69,0	



VALORES ESTÁTICOS ALU MAXI

UNIÓN DE CORTE MADERA-MADERA



ALU MAXI							Apuntalamiento TOTAL Esquema de colocación
Altura soporte ALU H	Ancho min. viga secundaria B _{NT,MIN}	Altura mínima vigas H _{T,MIN}	Clavos Anker Ø 6,0 x 100	Pasadores ⁽⁵⁾ Ø 16 x 160 ⁽⁶⁾	DIN 1052:1988 zul V	EN 1995:2004 R _k	
[mm]	[mm]	[mm]	[pz]	[pz]	[KN]	[KN]	
384	160	432	48	6	40,6	114,0	
512	160	560	64	8	60,1	154,9	
640	160	688	80	10	79,5	200,2	
768	160	816	96	12	98,7	249,8	
896	160	944	112	14	116,0	297,6	

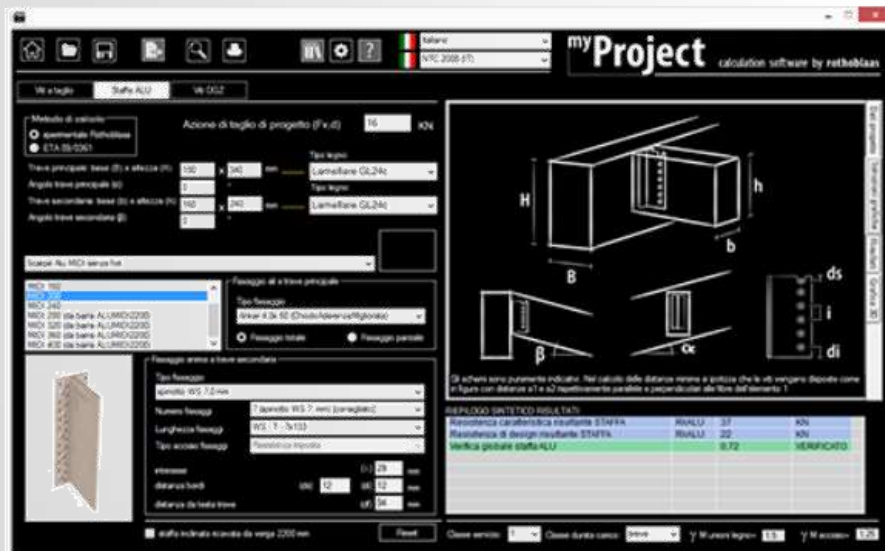


SOFTWARE DE CALCULO

myProject

calculation software by rothoblaas

Descarga gratuita: <http://www.rothoblaas.com/es/es/software.html#p.myproject.mc-logo-cuenta-atras>



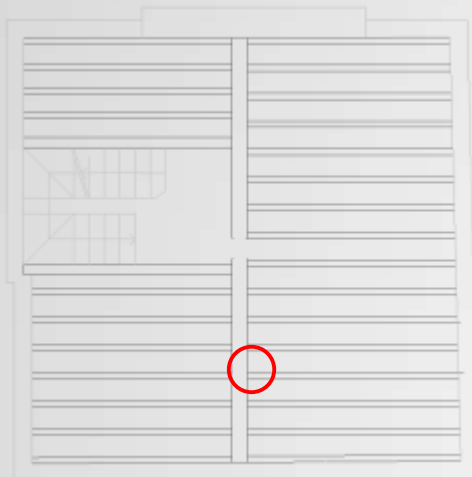
Conexiones con soporte oculto ALU

Cálculo y verificación del empalme de corte entre elementos estructurales de madera (viga - viga o viga - pilastra) mediante soporte oculto. Permite analizar configuraciones múltiples variando el número y tipología de fijaciones, inclinación, dimensiones y material de los elementos estructurales a fin de optimizar la resistencia mecánica. Posibilidad de seleccionar dos métodos distintos de cálculo (conforme a ETA 09/0361 y según el modelo experimental). Amplia y diversificada gama de soportes ALUMINI, MIDI y MAXI capaces de satisfacer los diferentes requerimientos estáticos.

EJEMPLO DE CALCULO



EJ. 2: UNION VIGA PRINCIPAL / VIGA SECUNDARIA



Datos del proyecto:

- Forjado (vivienda)
- Vigas: madera laminada GL24h ($\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$)
- Viga principal: 200 x 280 mm
- Viga secundaria: 140 x 200 mm
- Luz vigas secundarias: 4,10 m
- Distancia entre vigas: 0,50 m
- Clase de servicio: 1

Cargas:

G_1 : Peso propio forjado = 0,30 KN/m

G_2 : Carga permanente = 2,50 KN/mq $\rightarrow 2,50 \times 0,5 = 1,25 \text{ KN/m}$

Q_1 : Sobrecarga de uso = 2,00 KN/mq $\rightarrow 2,00 \times 0,5 = 1,00 \text{ KN/m}$

Clase de duracion: media

COMBINACIÓN DE ACCIONES

NTC 2008 – 2.5.3

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

NTC – Tabella 2.6.I

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

NOTA: en caso de que las cargas permanentes no son estructurales completamente definido, podrán ser adoptadas por ellos, los mismos coeficientes válidos para las acciones permanentes.

Combinación de acciones

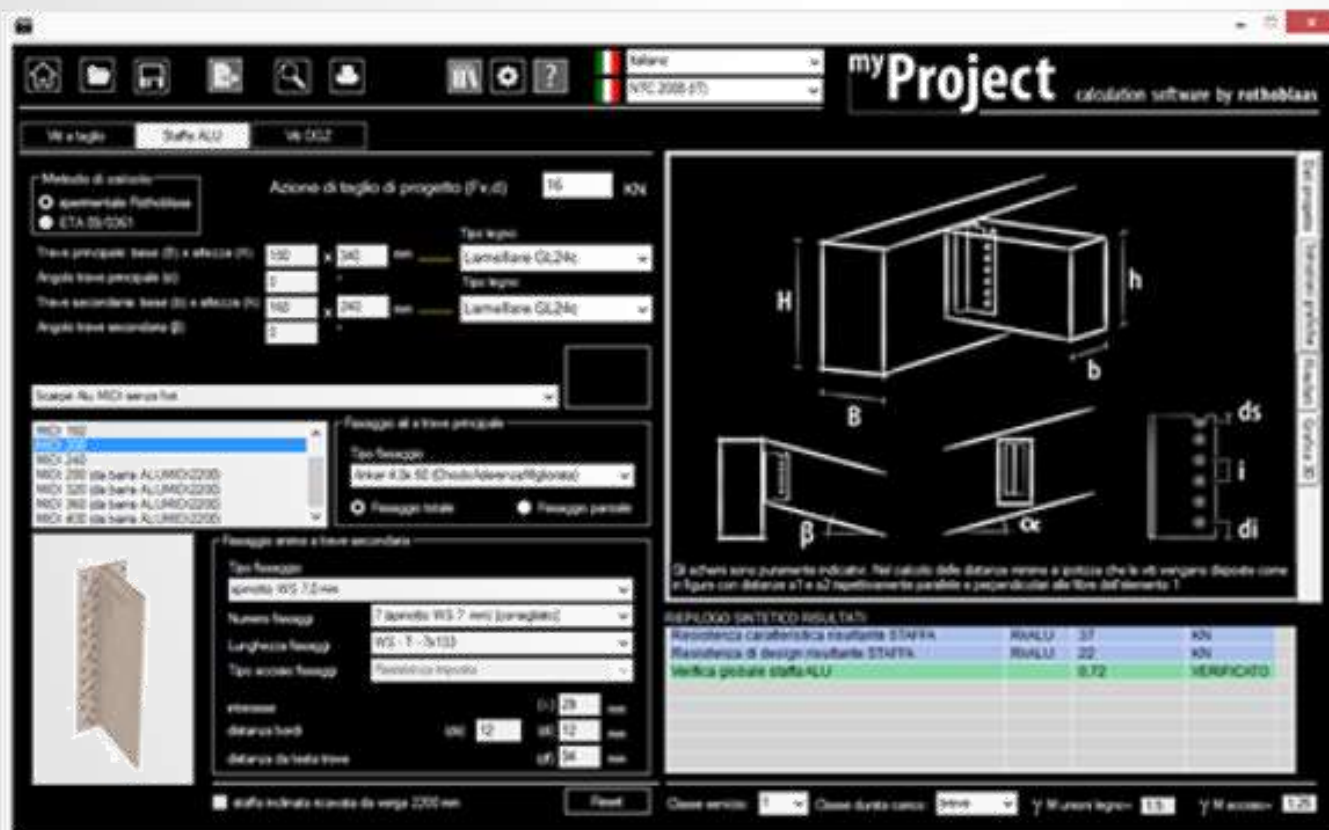
$$q_d = 1,3 \times 0,30 + 1,5 \times 1,25 + 1,5 \times 1,00 = 3,76 \text{ kN/m}$$

Solicitud CORTANTE

$$V_d = 3,76 \times 4,10 / 2 = 7,71 \text{ kN}$$

myProject

calculation software by rothoblaas



The screenshot displays the myProject software interface. The top bar includes navigation icons, a language dropdown set to 'Italiano', and the software title 'myProject calculation software by rothoblaas'. Below the top bar, there are tabs for 'Vista A11' and 'Vista D12'. The main interface is divided into several sections:

- Methodi di calcolo:** Includes radio buttons for 'sperimentale Rothoblaas' and 'ETA 09-0061'.
- Azione di taglio di progetto (F_{v,d}):** Set to '16 KN'.
- Trave principale (base (B) e altezza (H)):** Dimensions 100 x 240 mm, Laminare GL24c.
- Trave secondaria (base (b) e altezza (h)):** Dimensions 180 x 240 mm, Laminare GL24c.
- Scopri il MCD senza fee:** A search field for material codes.
- Materiali:** A list of materials including MCD 160, MCD 240, MCD 300, MCD 320, MCD 360, and MCD 400.
- Tipi di taglio:** Includes 'Tipo Scavo' (Anker 4.3x 92 Øchiodo/avvitamento) and 'Fessure' (Fessure totale and Fessure parziali).
- Diagrammi:** Shows 3D and 2D views of the beam and joint, with labels for dimensions H, B, b, h, ds, di, i, and angles β and α.
- Tabella Risultati:**

Verifica	Risultato	Stato
Impedenza caratteristica trasversale STAFFA	RIVALU: 37	OK
Resistenza di design trasversale STAFFA	RIVALU: 32	OK
Verifica globale staffa ALU	0.72	VERIFICATO

At the bottom, there are buttons for 'Reset', 'Classi servizio', 'Classi durata calco', 'Muroso legno', and 'Muroso acciaio'.

SISTEMA DE UNIÓN UV

- Sistema simple donde se puede preparar todo en la nave
- Homologado con tornillos paralelos e inclinados con respecto a la fibra
- Sistema homologado tiene que ser calculado
- Posibilidad de uso también a vista



Valores de resistencia admisibles (recomendados)

Conector UV 60x110x13,5	Fijación Viga Secundaria (NT)	Dim. Minimos elementos Viga secundaria (NT)		H _{min} de montaje m [mm]	Fijación Viga Principal (HT) (10 conectores)		↓Rz, zul admisible [KN]
	tornillos UV todo rosca	b _{NT} [mm]	h _{NT} [mm]		Clavos Anker	Tornillos para placas	
	6,0 x 100	80	110	0	4,0 x 50	5,0 x 40	4,40
	6,0 x 120	80	110	0	4,0 x 50	5,0 x 40	5,20
	6,0 x 140	80	130	10	4,0 x 60	5,0 x 50	6,00
	6,0 x 160	80	160	25	4,0 x 60	5,0 x 50	6,90
	6,0 x 200	80	220	55	4,0 x 100	5,0 x 60	8,50

Nota: los valores admisibles Rz_{zul} son valores recomendados a base de la norma DIN1052:1988



RESISTENCIA AL FUEGO

COMPORTAMIENTO DE LA MADERA EN CASO DE INCENDIO

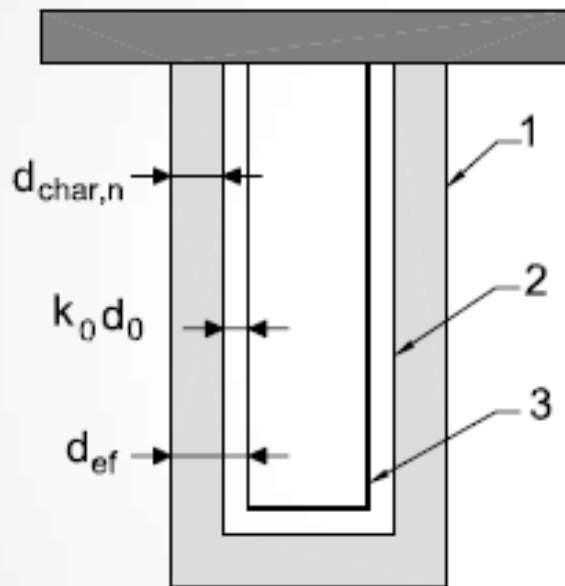
El hecho de que la madera es combustible justifica el miedo de utilizarla como material de construcción?

Perdina de material
aproximadamente constante en
0,6 a 0,8 mm / minuto.



ENFOQUE NORMATIVO PARA EL CÁLCULO

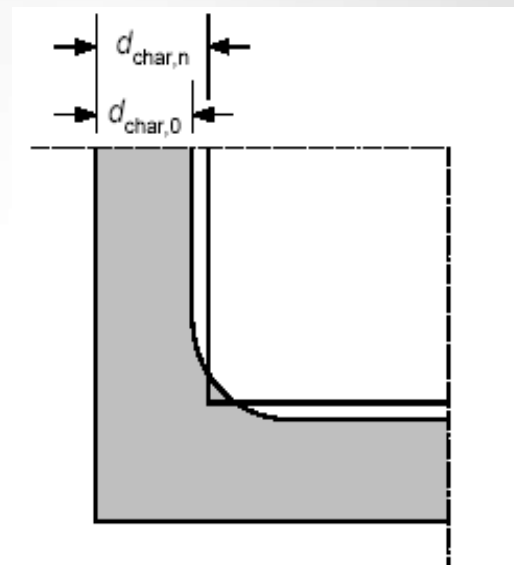
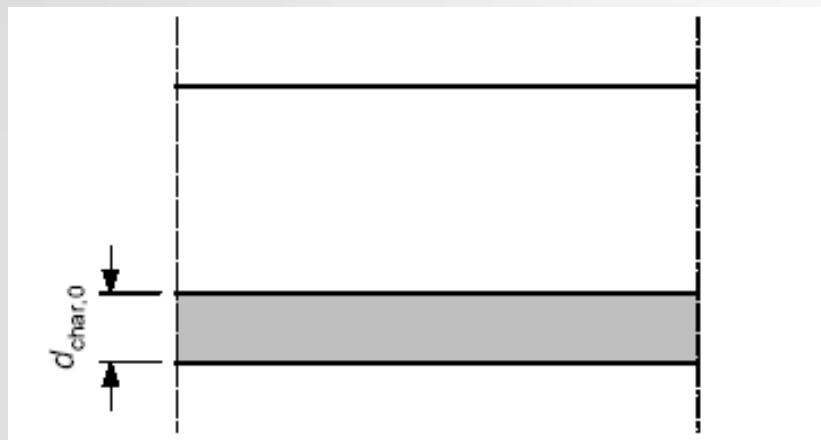
Método de la sección reducida



- 1 Superficie inicial de la pieza
- 2 Límite de la sección residual
- 3 Límite de la sección eficaz

Figura E.5. Definición de la sección residual y eficaz.

DETERMINACIÓN DE SECCIÓN EFICAZ



Calculo analitico:

$$D_{ef} = d_{char} + k_0 * d_0$$

$d_{char,n}$	profundidad carbonizada nominal de cálculo, se determinará de acuerdo con el apartado E.2.2.
d_0	de valor igual a 7 mm
k_0	de valor igual a 1 para un tiempo, t , mayor o igual a 20 minutos y $t/20$ para tiempos inferiores, en el caso de superficies no protegidas o superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización, t_{ch} , sea menor o igual que 20 minutos. Para superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización, t_{ch} , sea mayor que 20 minutos se considerará que k_0 varía linealmente desde cero hasta uno durante el intervalo de tiempo comprendido entre cero y t_{ch} , siendo constante e igual a uno a partir de dicho punto.

DETERMINACIÓN DE SECCIÓN EFICAZ

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo, β_n , de maderas sin protección

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
Fronosas	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de 290 kg/m^3 ⁽¹⁾	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
Madera microlaminada	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

⁽¹⁾ Para densidad característica comprendida entre 290 y 450 kg/m^3 , se interpolará linealmente

RESISTENCIA AL FUEGO DE UNIONES

La unión es un punto delicado porque hay la presencia de **dos materiales** (madera y acero) diferentes tanto en cuanto a la conductividad térmica que el comportamiento de deformación después de la exposición al fuego.

Uniones "**no protegida**" aun diseñadas correctamente son considerados con clase de resistencia de **R15 - R20 minutos**

Tabla E.5. Resistencia al fuego de uniones no protegidas con piezas laterales de madera

	Resistencia al fuego	Condiciones
Clavos lisos	R-15	$d \geq 2,8 \text{ mm}^{(1)}$
Tirafondos	R-15	$d \geq 3,5 \text{ mm}^{(1)}$
Pernos	R-15	$t_1 \geq 45 \text{ mm}^{(2)}$
Pasadores	R-20	$t_1 \geq 45 \text{ mm}^{(2)}$
Conectores	R-15	$t_1 \geq 45 \text{ mm}^{(2)}$

⁽¹⁾ d es el diámetro de la clavija

⁽²⁾ t₁ es el espesor de la pieza lateral

UNIONES PROTEGIDAS

Determinación del espesor de la protección de madera

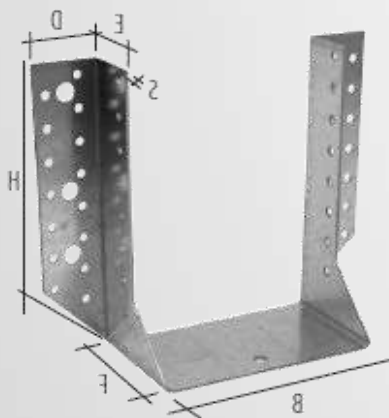
$$a_{fi} = \beta_n k_{flux} (t_{req} - t_{d,fi})$$

- ✓ β_n velocidad de carbonización nominal de cálculo de la madera según tabla E.1.
- ✓ coeficiente que tiene en cuenta el incremento del flujo de calor a través del elemento de fijación. (1,5)
- ✓ t_{req} tiempo requerido de resistencia al fuego, en minutos. (max 30 min)
- ✓ $t_{d,fi}$ tiempo de resistencia al fuego de la unión no protegida de acuerdo con la tabla E.5.

ESTRIBO LISO

Este sistema de unión es el más simple y más barato; usted puede garantizar como **máximo R15**

Para llegar incluso a un R30 resistencia igual al elemento de metal **deben ser protegidos**



EJEMPLOS DE CALCULO: RESISTENCIA REQUERIDA R30

TEORIA

■ EN1995-1-2:2009 - 6.3.2

Unioni protette

(1) Le piastre di acciaio utilizzate come elementi laterali possono essere considerate come protette se esse sono totalmente coperte, inclusi i bordi, da legno o pannelli a base di legno con uno spessore minimo pari ad a_{fi} secondo l'espressione (6.1) con $t_{d,s} = 5$ min.

$$a_{fi} = \beta_n k_{flux} (t_{req} - t_{d,fi})$$

β_n è la velocità di carbonizzazione secondo il prospetto 3.1;

k_{flux} è un coefficiente che tiene conto del flusso termico maggiorato attraverso il mezzo di unione;

t_{req} è la durata richiesta per la resistenza a incendio normalizzato;

$t_{d,fi}$ è la durata relativa alla resistenza al fuoco dell'unione non protetta, fornita nel prospetto 6.1.

(3) Si raccomanda che il fattore k_{flux} sia assunto pari a $k_{flux} = 1,5$

• EN1995-1-2:2009 - prospetto

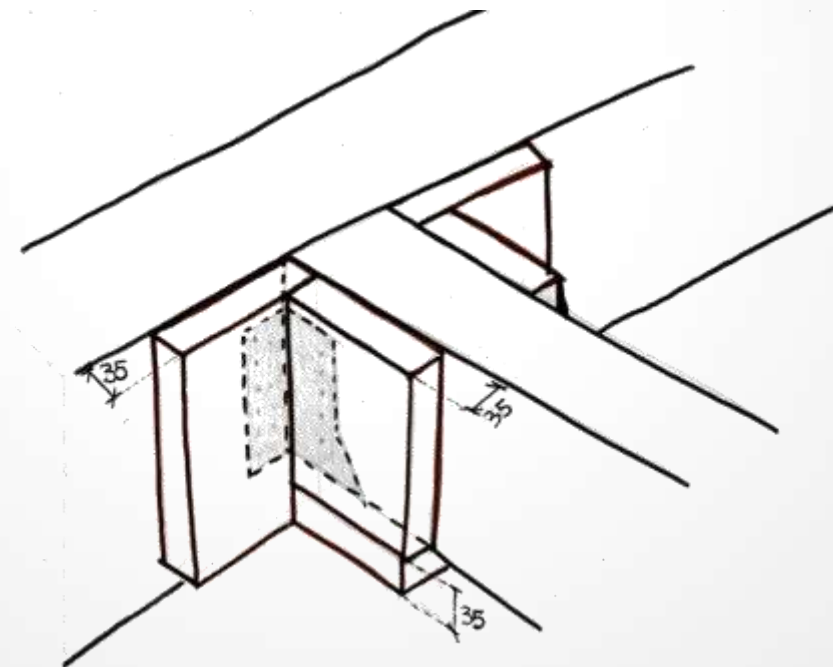
	β_0 mm/min
d) Pannelli	
Rivestimenti di legno	0,9 ^{a)}
Compensato	1,0 ^{a)}
Pannelli a base di legno diversi dal compensato	0,9 ^{a)}

CALCULO

■ Protezione con OSB:

$$a_{fi} = 0,9 * 1,5 * (30 - 5) = 33,75 \text{ mm}$$

➤ Se decide utilizar un OSB de 35 mm



TEORIA

■ EN1995-1-2:2009 - 6.2.1.2 (6) e (7)

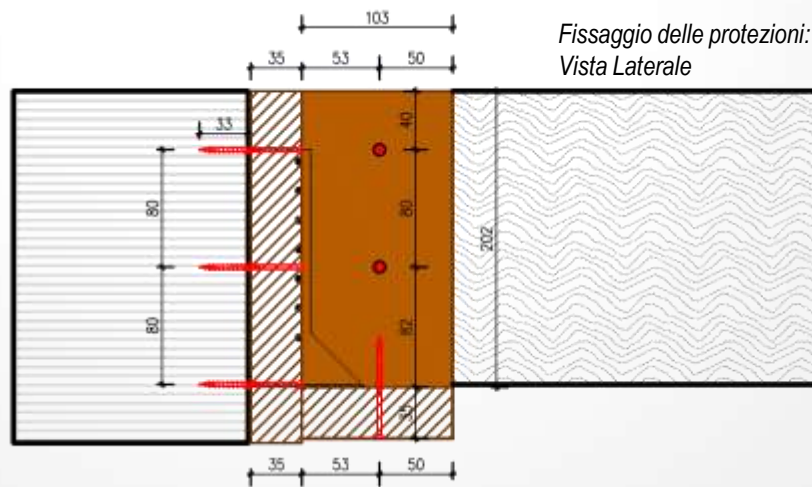
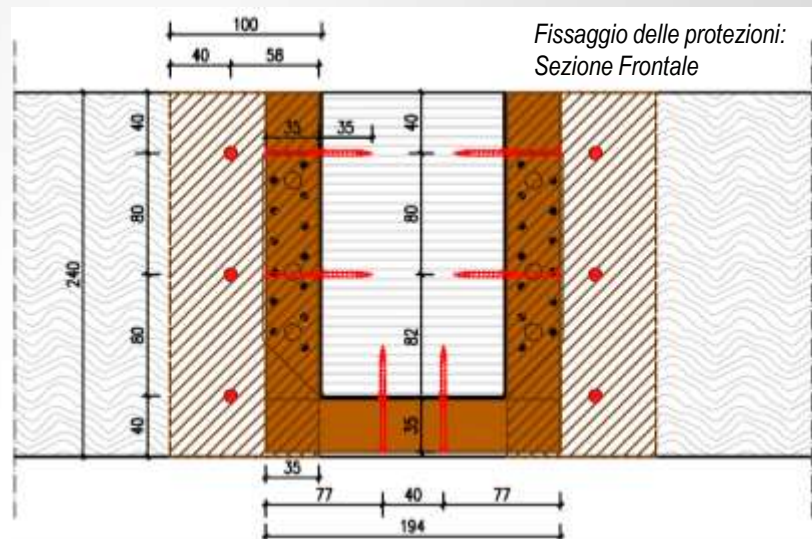
5 Cuando la fijación de la protección se realice con clavos o tirafondos deben cumplirse las siguientes condiciones:

a) la distancia entre elementos de fijación debe ser de al menos 100 mm a lo largo de los bordes de la pieza y de al menos 300 mm en las líneas interiores (alejadas de los bordes);
b) la distancia a los bordes desde los elementos de fijación debe ser al menos igual a la obtenida mediante la ecuación E.11 (ver figura E.3).

■ FIJACION CON TORNILLOS Ø4x70

- Separacion maxima: 100 mm
OK! (80mm)
- Dist. minima del borde: $a_{fi} = 33,75$ mm
OK! (40mm)
- t_{pen} minima: $t = 6 * 4,0$ mm = 24 mm
OK! (33-35mm)

FIJACIONES TABLEROS



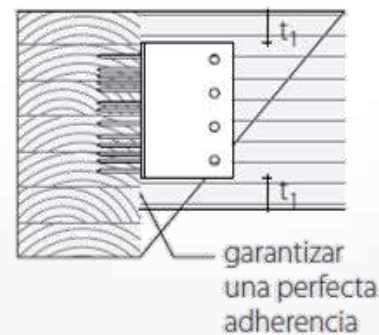


SOPORTE OCULTO



Espesores mínimos de revestimiento para uniones protegidas (3)

resistencia al fuego	t_1 min [mm]	t_2 min [mm]	a_{fi} [mm]	
			laminado GL	macizo C
R20	20 (4)	10	0 (5)	0 (5)
R30	20 (4)	10	10,5	12
R60	30	30	42	48

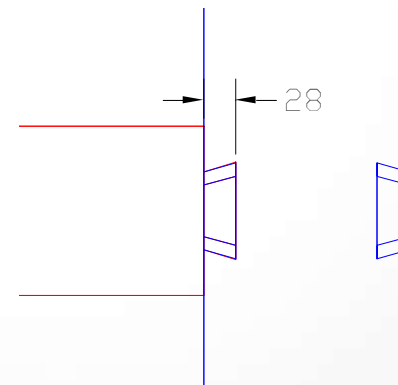
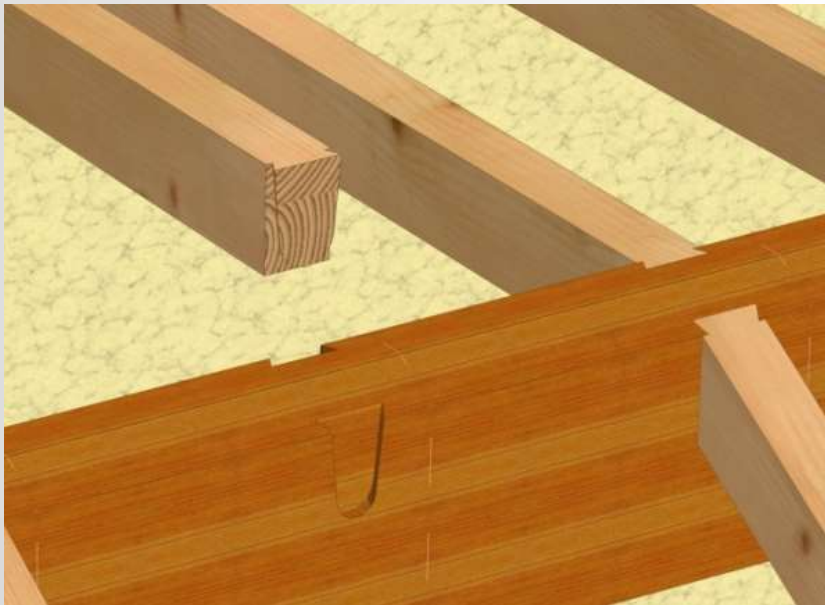


COLA DE MILANO

La resistencia al fuego se puede garantizar:

Aumentando el espesor del fresado muy **sobre dimensionado** de la sección de la viga principal (seguramente se convertirá en antieconómico)

Adición al interior elementos metálicos – **tornillos crizados**





UNIONES RIGIDAS

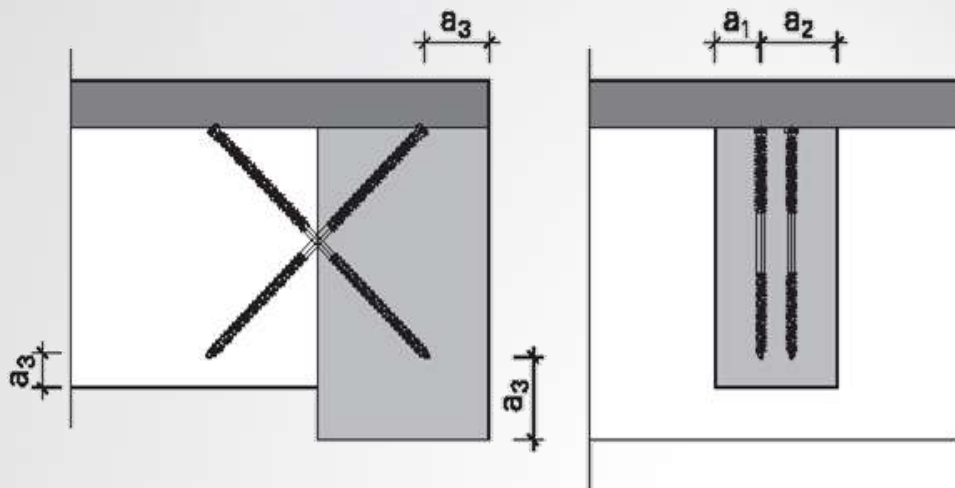
El uso de pasadores con la cabeza a la vista no son capaces de ir a un R30. Con pasadores de diámetro pequeño se puede **insertar en la madera** y cubrir sus cabezas con **tapones** garantizando la resistencia al fuego

Esa union no alcanza R30.

Para aumentar la resistencia se puede **imbutir las cabeza** de los pernos y cubrir con **taponos de madera**.

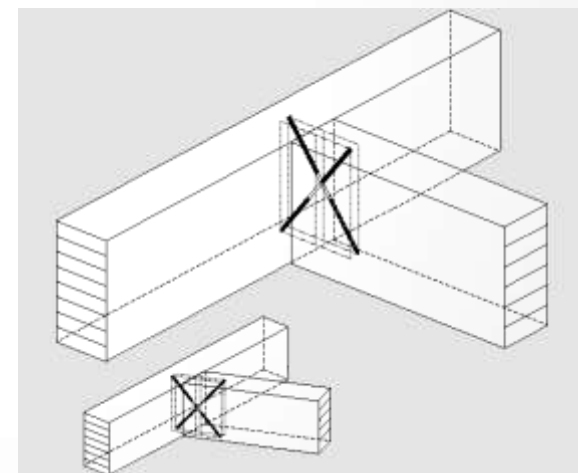
Pernos a vista para cerrar se sustituyen con tornillos todo rosca imbutidos.





CONECTORES CRUZADOS

R 30		R 60	
Distancia	in mm	Distancia	in mm
a ₁	33	a ₁	60
a ₂	58	a ₂	85
a ₃	53	a ₃	80



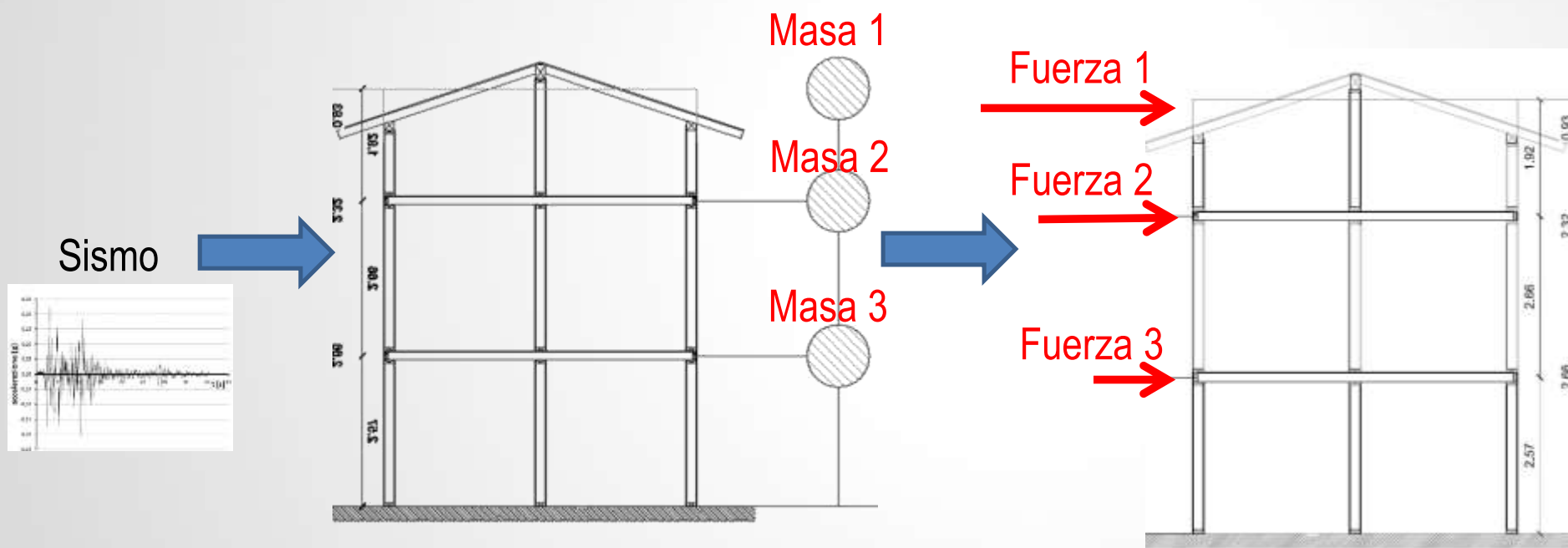
Es posible llegar a los valores de resistencia al fuego deseada asumiendo de utilizar también unos **conectores de sacrificio**



EDIFICIOS DE MADERA: CONCEPTO DE DISEÑO SISMICO

EFFECTOS DEL SISMO

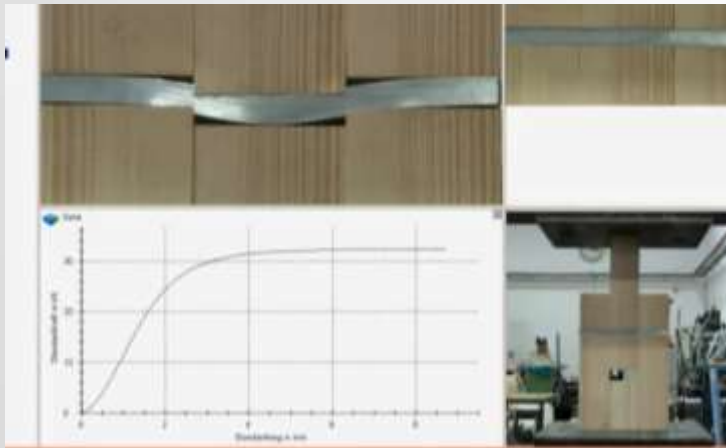
*El edificio se describe por masas (pesos) a las diversas plantas.
Para cada masa surge una fuerza equivalente*



DUCTILIDAD Y FRAGILIDAD

DUCTILIDAD

Propiedad que presentan algunos materiales que bajo la acción de una fuerza, pueden **deformarse** sosteniblemente sin romperse



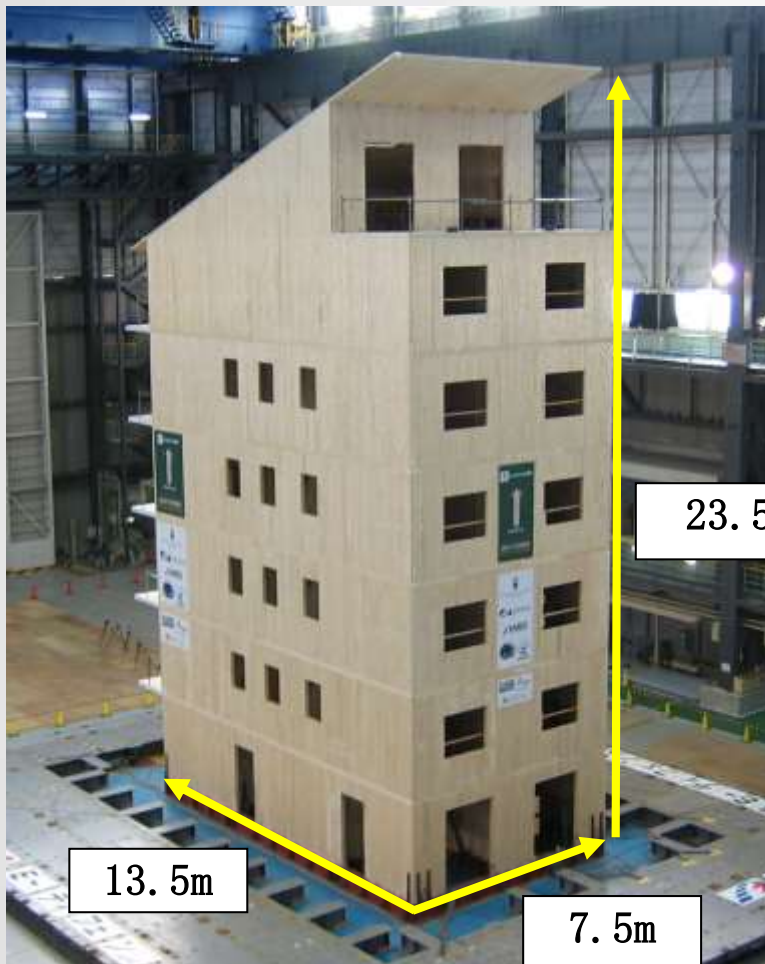
Filmato rottura duttile

FRAGILIDAD

Capacidad de un material de fracturarse con **escasa deformación**



Filmato Rottua fragile



23.5m

13.5m

7.5m

Input: JMA Kobe 3D x,y,z 0.60, 0.82, 0.34 g



IVALSA
INTEGRATED VIBRATION TESTS



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO





2007/09/12



2007/09/19



2007/09/27



2007/10/02



2007/10/08



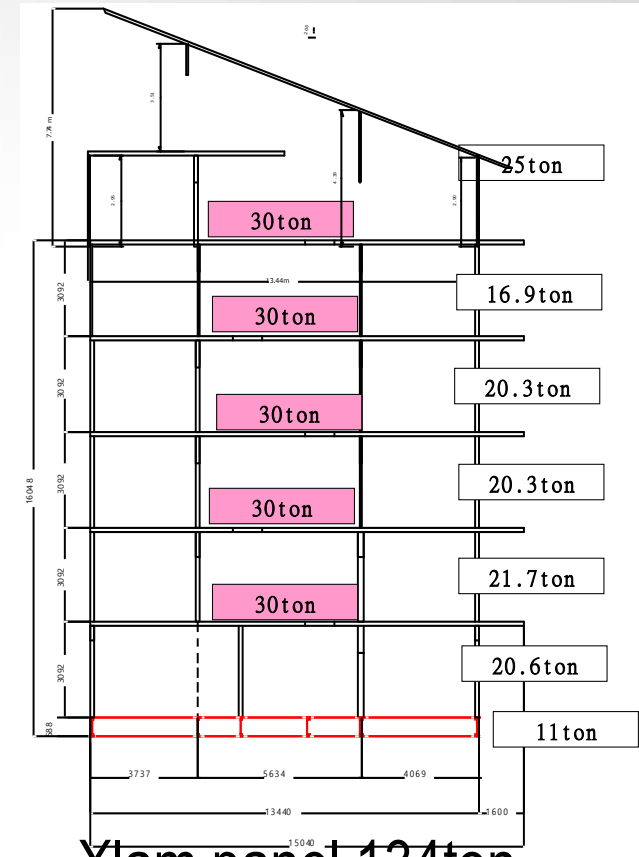
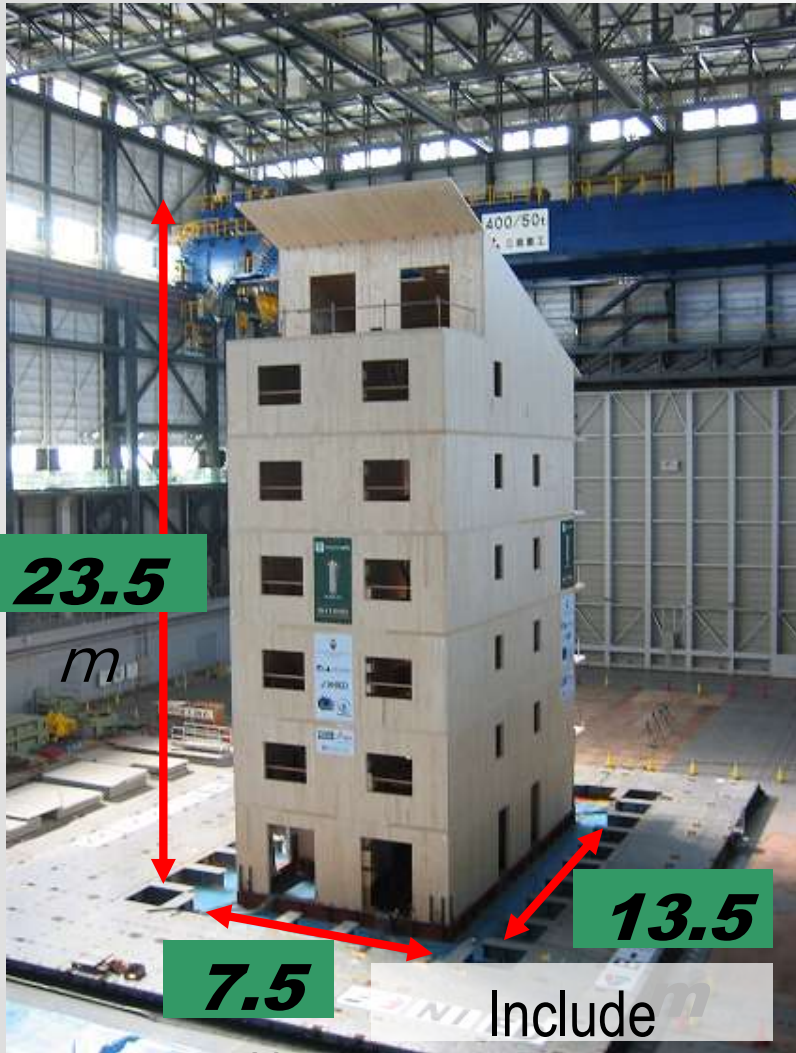
2007/10/13



2007/10/15



2007/10/19,23
Test

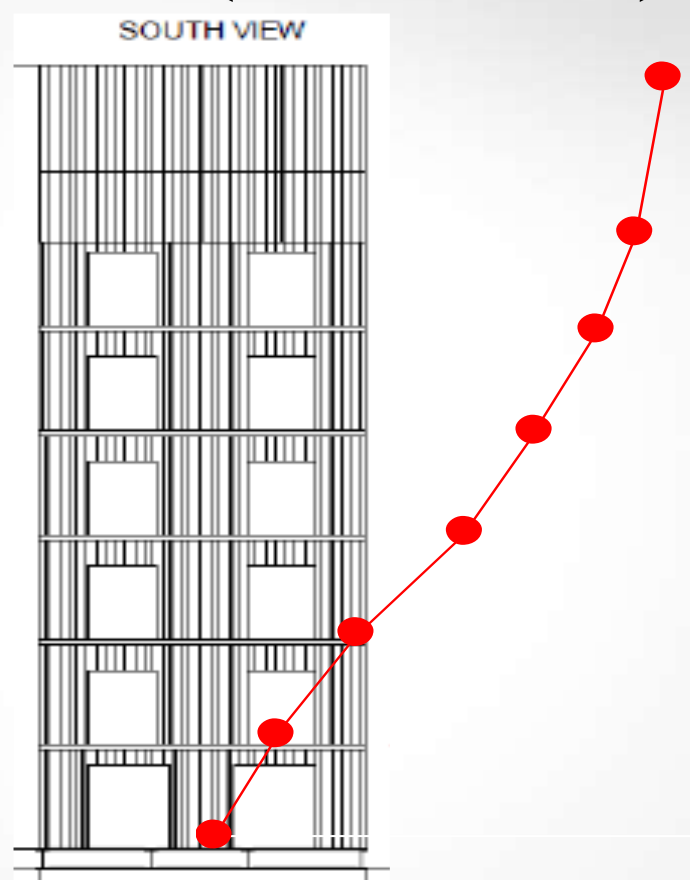
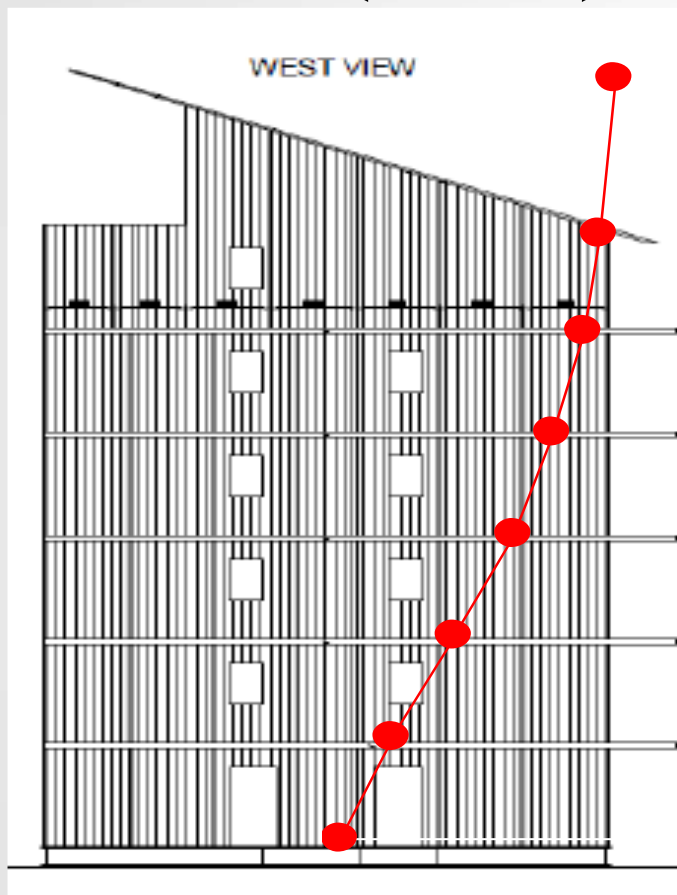


Xlam panel 134ton
 steel plate 150ton
 300kg/m² sum 284ton



175.0mm (1/134rad)

287.0mm (1/82rad)



PRIMA DEL TERREMOTO...



DOPO 7 TERREMOTI!

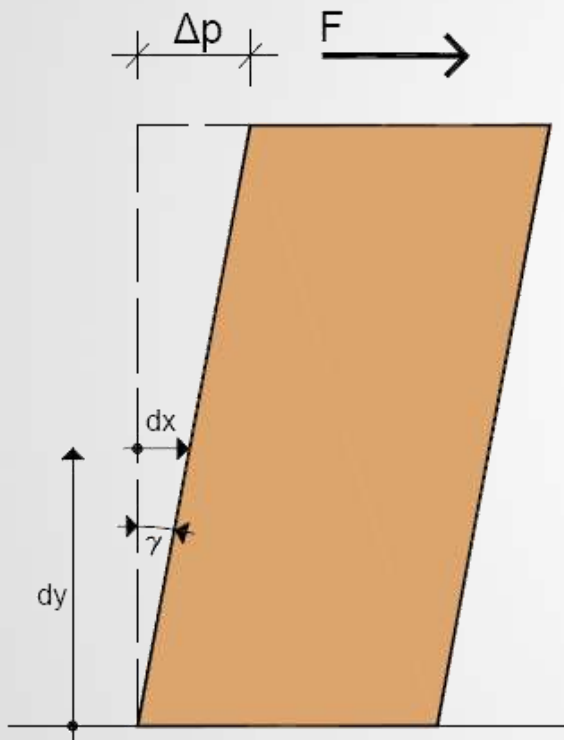




EDIFICIOS DE MADERA A PAREDES ESTRUCTURALES

POSIBLES MECANISMOS DE ROTURA

1. Rotura de la pared para las fuerzas horizontales → necesidad de calcular la resistencia máxima ofrecida por la pared



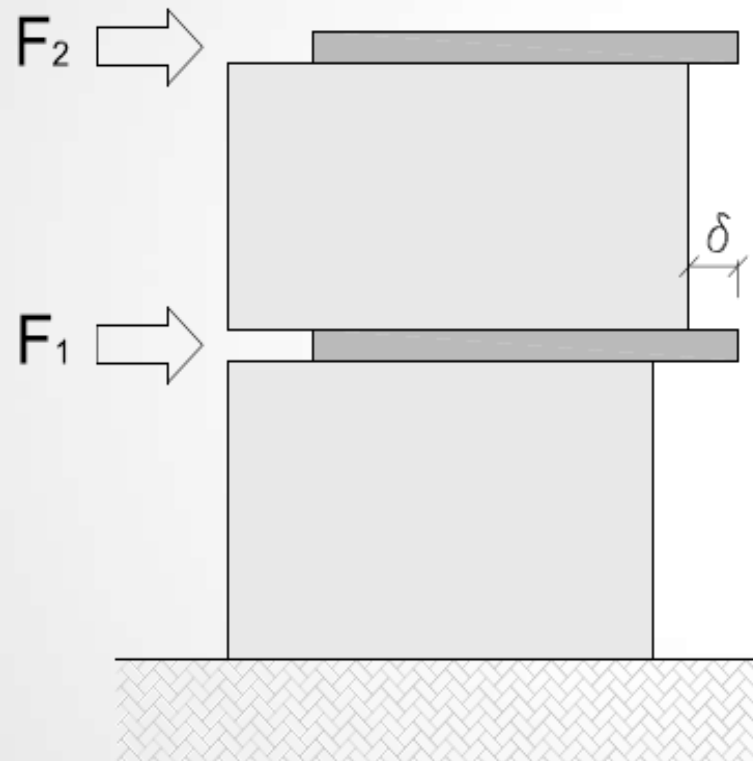
Filmato rottura parete

<http://www.youtube.com/user/TimberResearchTrento>

EDIFICIOS DE MADERA A PAREDES ESTRUCTURALES

POSIBLES MECANISMOS DE ROTURA

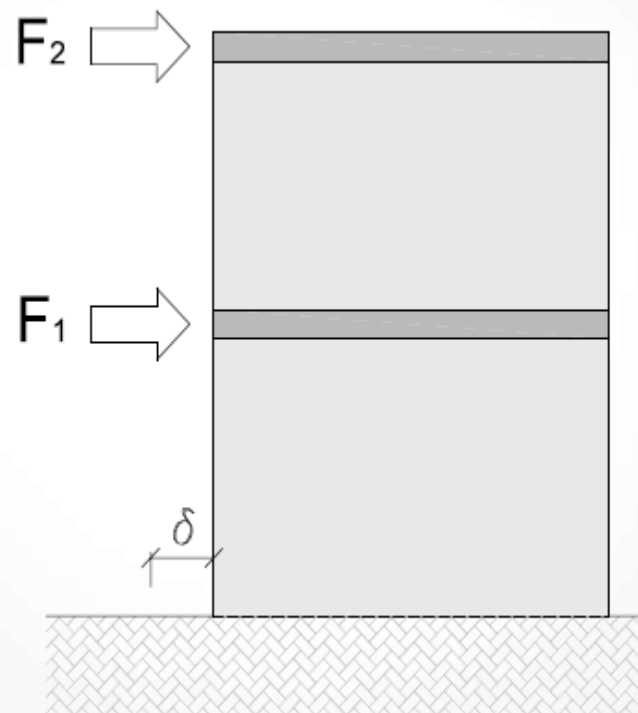
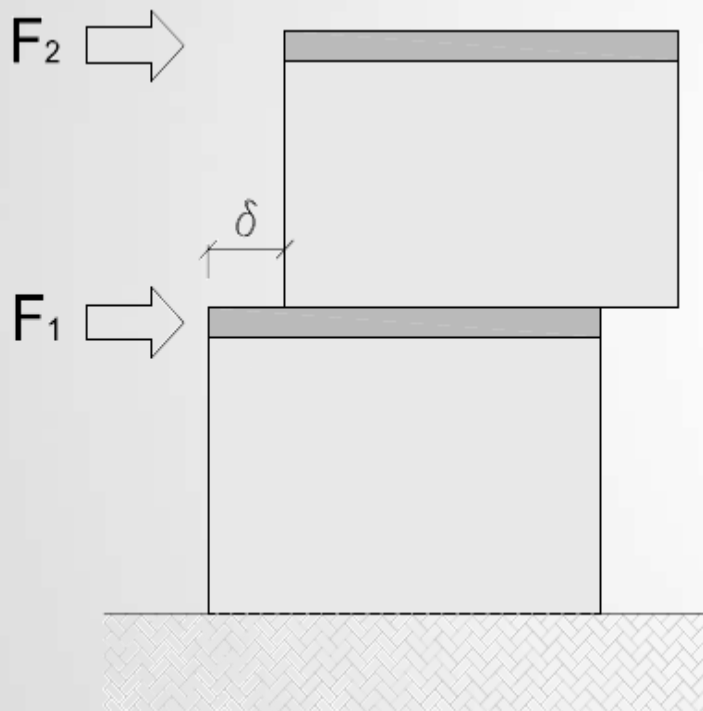
- Traslación rígida de los forjados \rightarrow debe tener una conexión adecuada entre los pisos y paredes



EDIFICIOS DE MADERA A PAREDES ESTRUCTURALES

POSIBLES MECANISMOS DE ROTURA

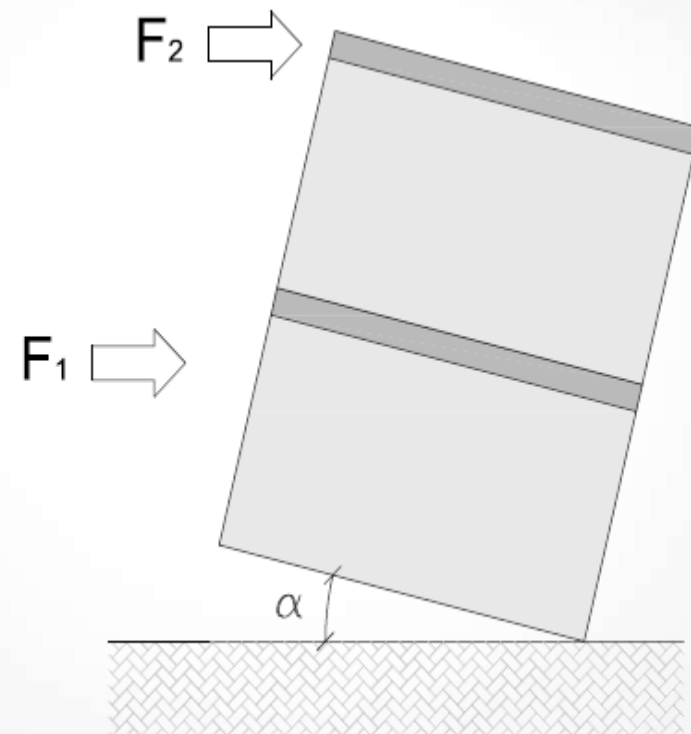
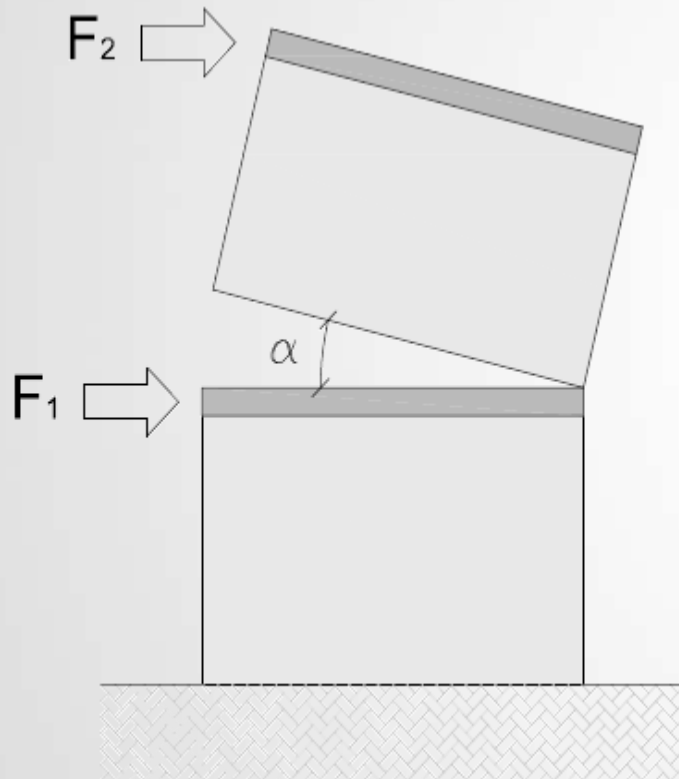
- Traslación rígida de las paredes \rightarrow debe tener una conexión adecuada entre las paredes en los distintos niveles y entre las paredes de la planta baja y cimentaciones



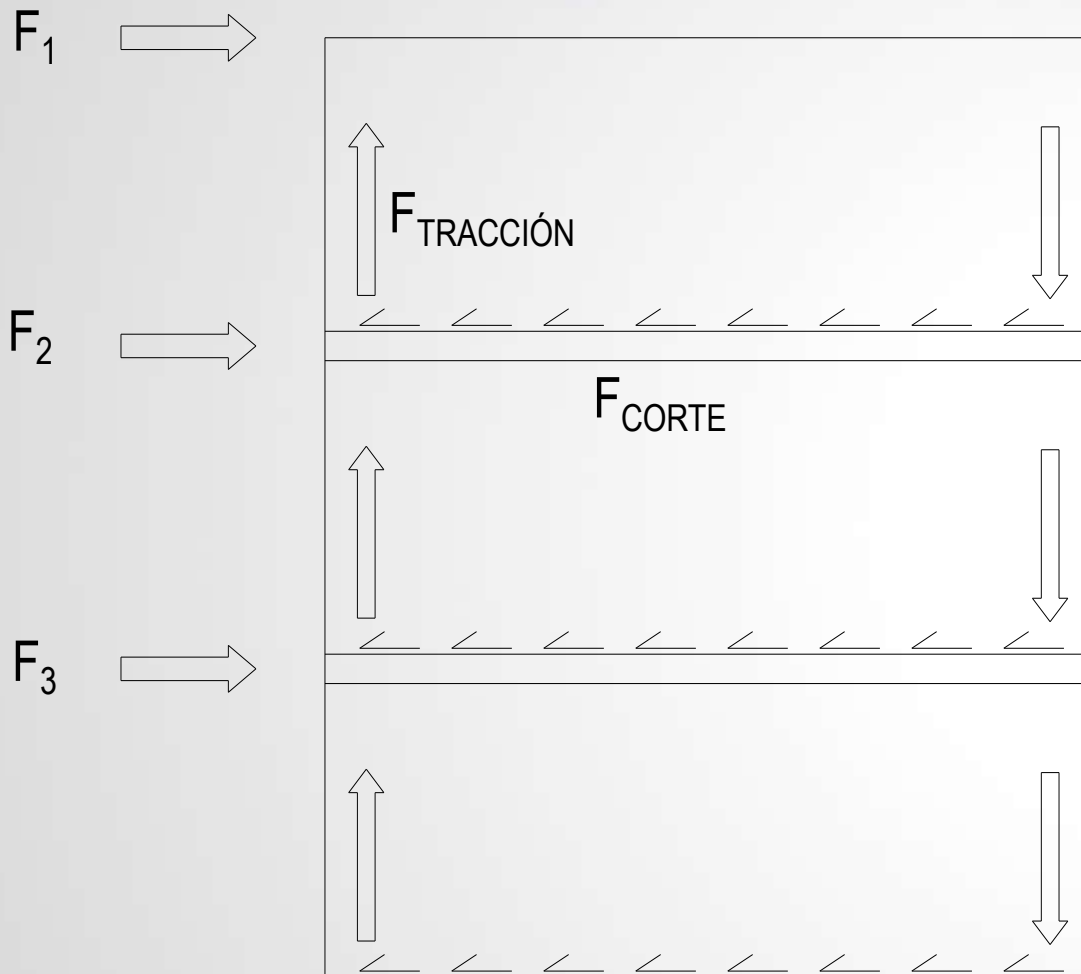
EDIFICIOS DE MADERA A PAREDES ESTRUCTURALES

POSIBLES MECANISMOS DE ROTURA

4. Rotación rígida de paredi → debe tener una conexión adecuada entre las paredes en los distintos niveles y entre las paredes de la planta baja y la cimentación



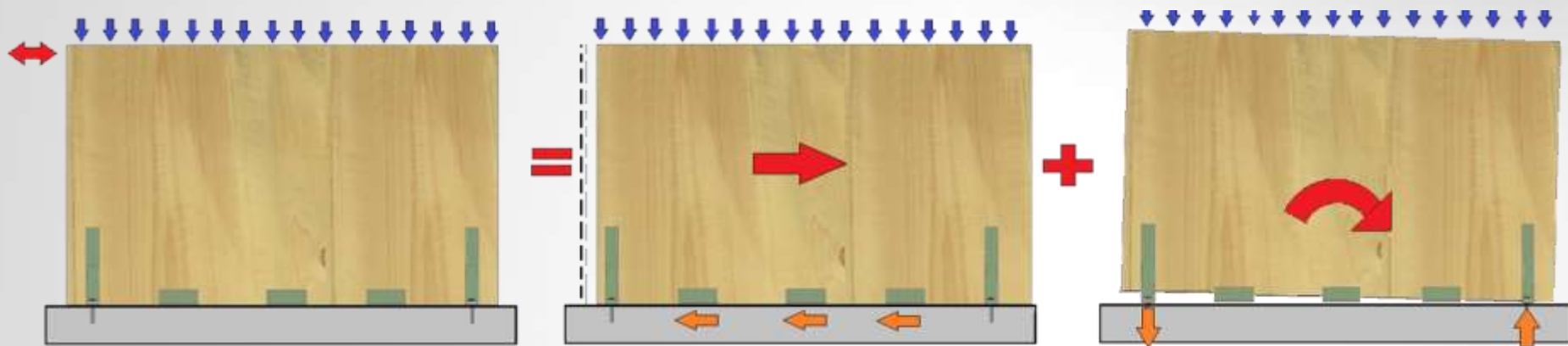
PRINCIPIOS DE PROYECTO SÍSMICO DE LOS EDIFICIOS DE MADERA



- Fuerzas a nivel de los planos (donde hay masas)
- Fuerzas de desplazamiento
- Fuerzas de volcado

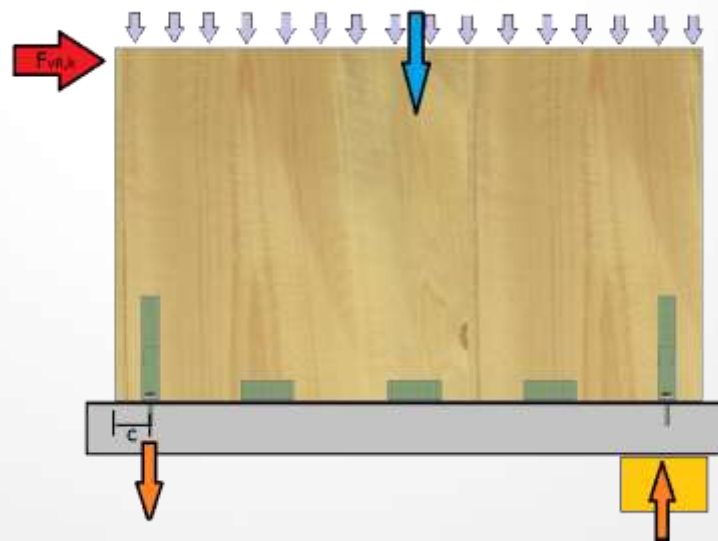
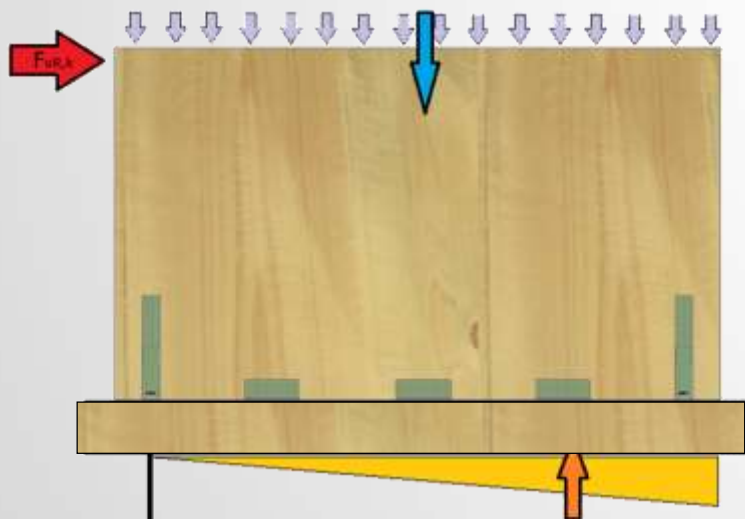
COMPORTAMIENTO PARED CLT CONTRALAMINADO

- Hipótesis: comportamiento rígido de la pared



Modelo de cálculo para la unión de la pared - suelo de madera

Modelo de cálculo para la unión de la pared - losa de hormigón



UNION A TRACCIÓN A LA CIMENTACION

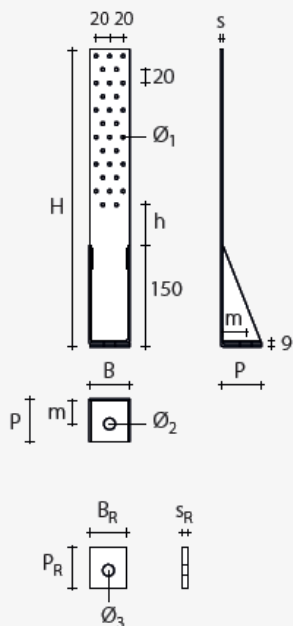


- En función de la fuerza de tracción se llevará un holdown diferente con o sin arandela
- En general, la colocación será en las esquinas o cuando existan otras discontinuidades de la pared del edificio
- En edificio a entramado ligero se puede pensar en poner el angular encima el tablero de arriostamiento de OSB o otro material





GEOMETRÍA



ANGULAR WHT		WHT340	WHT440	WHT540	WHT620
Altura	H [mm]	340	440	540	620
Base	B [mm]	60	60	60	80
Profundidad	P [mm]	63	63	63	83
Espesor	s [mm]	3	3	3	3
Posición agujeros madera	h [mm]	40	60	40	40
Posición agujero cemento	m [mm]	35	35	35	38
Agujeros brida	Ø1 [mm]	5,0	5,0	5,0	5,0
Agujero base	Ø2 [mm]	17,0	17,0	22,0	26,0
Arandela WHT compatible	tipo	-	WHTBS50	WHTBS50L WHTBS50	WHTBS70L WHTBS70

ARANDELA WHTBS		WHTBS50	WHTBS50L	WHTBS70	WHTBS70L
Angular WHT	tipo	WHT440 / WHT540	WHT540	WHT620	WHT620
Base	BR [mm]	50	50	70	70
Profundidad	PR [mm]	56	56	77	77
Espesor	SR [mm]	10	10	20	20
Agujero arandela	Ø3 [mm]	18,0	22,0	22,0	26,0

VALORES CARACTERÍSTICOS



configuración	R _{1,k} MADERA				R _{1,k} ACERO			R _{1,k} HORMIGÓN NO RANURADO			R _{1,k} HORMIGÓN RANURADO				
	fijación agujeros Ø5			R _{1,k} madera [kN]	arandela	R _{1,k} acero		anclaje VINYLPRO Ø x L [mm]	R _{1,k} cls		anclaje EPOPLUS Ø x L [mm]	R _{1,k} cls			
	tipo	Ø x L [mm]	n _v [unid]			[kN]	[kN]		γ _{acero}	[kN]		γ _{cls}	[kN]	γ _{cls}	
<ul style="list-style-type: none"> • fijación total • arandela WHTBS50L • <u>anclaje M20</u> 	clavos LBA	Ø4,0 x 40	45	70,7	WHTBS50L	63,4	γ _{m2}	M20 x 240	120,63	1,8	M20 x 240	60,32	2,1		
		Ø4,0 x 60	45	86,9										M20 x 290 ⁽¹⁾	75,39
	tornillos LBS	Ø5,0 x 40	45	70,7											
		Ø5,0 x 50	45	86,9											
<ul style="list-style-type: none"> • fijación parcial • arandela WHTBS50L • anclaje M20 	clavos LBA	Ø4,0 x 40	27	42,4	WHTBS50L	63,4	γ _{m2}	M20 x 240	120,63	1,8	M20 x 240	60,32	2,1		
		Ø4,0 x 60	27	52,1										M20 x 290 ⁽¹⁾	75,39
	tornillos LBS	Ø5,0 x 40	27	42,4											
		Ø5,0 x 50	27	52,1											
<ul style="list-style-type: none"> • fijación total • arandela WHTBS50 • <u>anclaje M16</u> 	clavos LBA	Ø4,0 x 40	45	70,7	WHTBS50	63,4	γ _{m2}	M16 x 190	74,89	1,8	M16 x 190	41,19	1,8		
		Ø4,0 x 60	45	86,9											
	tornillos LBS	Ø5,0 x 40	45	70,7											
		Ø5,0 x 50	45	86,9											
<ul style="list-style-type: none"> • fijación parcial • arandela WHTBS50 • anclaje M16 	clavos LBA	Ø4,0 x 40	27	42,4	WHTBS50	63,4	γ _{m2}	M16 x 190	74,89	1,8	M16 x 190	41,19	1,8		
		Ø4,0 x 60	27	52,1											
	tornillos LBS	Ø5,0 x 40	27	42,4											
		Ø5,0 x 50	27	52,1											

CUIDADO CON LA RESISTENCIA DE LOS CLAVOS ANKER !!

DUCTILE FAILURE



BRITTLE FAILURE



TEST SETUP (MADE AT UNI KIT)



RIGIDEZ DE LA CONEXIÓN

EVALUACIÓN DEL MÓDULO DE DESLIZAMIENTO K_{Slat}

- K_{Slat} experimental medio para la conexión WHT en madera GL24h

TIPO WHT	configuración	tipo de fijación $\emptyset \times L$ [mm]	n_f [unidades]	K_{Slat} [N/mm]
WHT340	<ul style="list-style-type: none"> • fijación total • con arandela WHTB550 	clavos LBA Ø4,0 x 60	20	5705
WHT440	<ul style="list-style-type: none"> • fijación total • con arandela WHTB550 	clavos LBA Ø4,0 x 60	30	6609
WHT540	-	-	-	-
WHT620	<ul style="list-style-type: none"> • fijación parcial • con arandela WHTB570 	clavos LBA Ø4,0 x 60	30	9967
	<ul style="list-style-type: none"> • fijación total • con arandela WHTB570 	clavos LBA Ø4,0 x 60	52	13247

- K_{Slat} según norma EN 1995:2008 para clavos en la unión madera-acero GL24h

Clavos (sin agujero guía) $\frac{\rho_m^{1,5} d^{0,8}}{30}$ (EN 1995:2008 § 7.1)

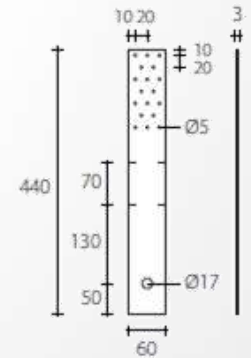
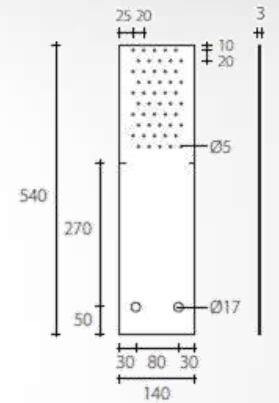
TIPO WHT	tipo de fijación $\emptyset \times L$ [mm]	n_f [unidades]	$K_{Slat, max}$ [N/mm]
WHT340	clavos LBA Ø4,0 x 60	14	12177
		20	17395
WHT440	clavos LBA Ø4,0 x 60	20	17395
		30	26093
WHT540	clavos LBA Ø4,0 x 60	27	23484
		45	39139
WHT620	clavos LBA Ø4,0 x 60	33	28702
		55	47837

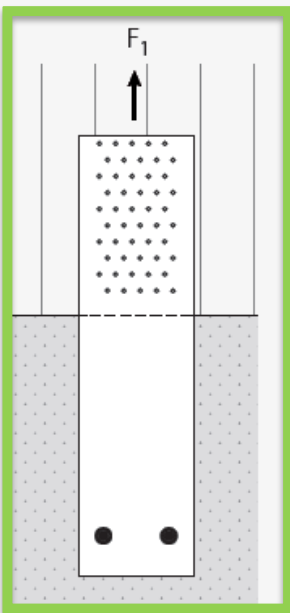




software
Project
COMING SOON

CE
EN14595




VALORES CARACTERÍSTICOS

configuración	R _{1,k} MADERA			R _{1,k} ACERO		R _{1,k} HORMIGÓN NO RANURADO			R _{1,k} HORMIGÓN RANURADO			
	fijación agujeros Ø5 tipo	Ø x L [mm]	n _v [unid]	R _{1,k maderas} [kN]	R _{1,k acero} [kN]	γ _{acero}	anclaje VINYLPRO Ø x L [mm]	R _{1,k cds} [kN]	γ _{cds}	anclaje EPOPLUS Ø x L [mm]	R _{1,k cds} [kN]	γ _{cds}
• fijación total • 2 anclajes M16	clavos LBA	Ø4,0 x 60	50	96,5	70,6	γ _{m2}	M16 x 230	75,09	1,5	M16 x 230	53,19	1,5
	tornillos LBS	Ø5,0 x 50	50	116,0								
• fijación parcial • 2 anclajes M16	clavos LBA	Ø4,0 x 60	30	57,9	70,6	γ _{m2}	M16 x 190	68,04	1,5	M16 x 190	48,19	1,5
	tornillos LBS	Ø5,0 x 50	30	69,6								

UNION A TRACCION ENTREPLANTAS



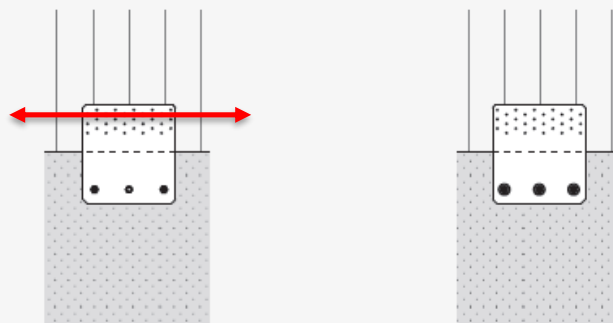
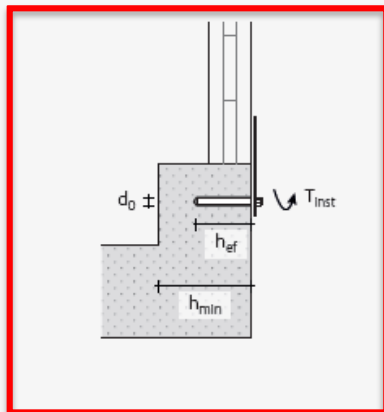
UNION A CORTANTE CON ANGULARES



- Todos los tipos de edificios de madera deben fijarse al suelo
- Dependiendo de las necesidades de cada sitio hay soluciones con diferentes alturas
- La disposición es generalmente de paso constante a lo largo de las paredes



Il fissaggio della piastra TITAN TCP su calcestruzzo deve essere effettuato tramite 2 o 3 ancoranti in funzione delle esigenze progettuali.

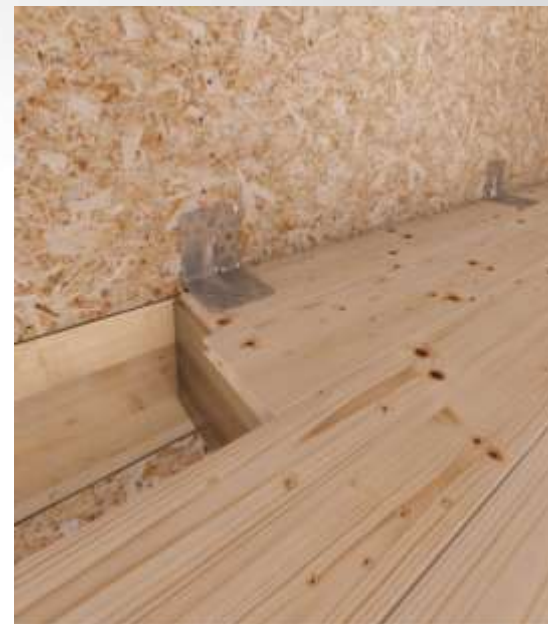


	ancorante avvitabile SKR CE (SKR)	ancorante meccanico ABI1	ancorante chimico VINYLPRO / EPOPLUS
CALCESTRUZZO	Ø12	M12	M12
Spessore minimo supporto	h_{min} [mm]	130	140
Diametro del foro nel calcestruzzo	d_0 [mm]	10	12
Coppia di serraggio	T_{inst} [Nm]	80 (50)	50
			$h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$
			40

h_{ef} = profondità effettiva di ancoraggio nel calcestruzzo

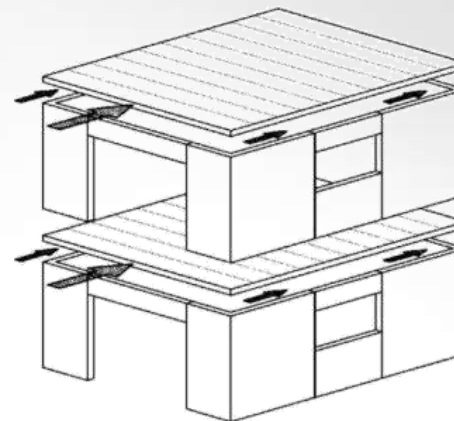


UNION A CORTANTE PISOS SUPERIORES



- Diferentes geometrías en función de la carga y el tipo de aplicación
- Con forjados de viguetas conexión cada vigueta

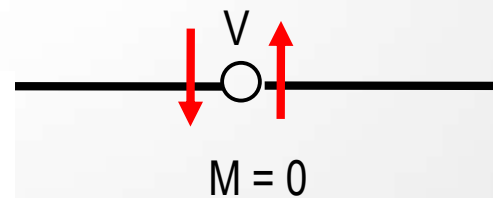
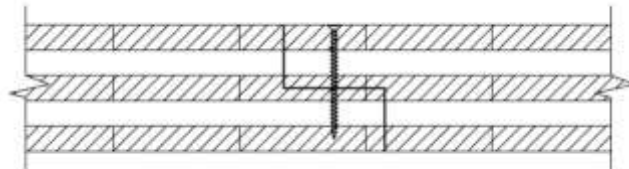
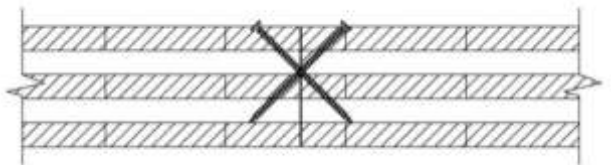
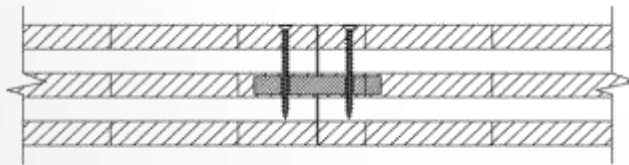
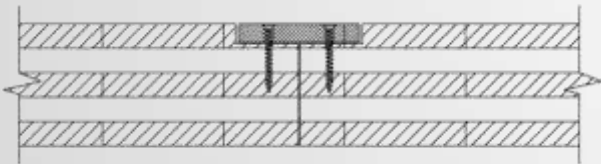
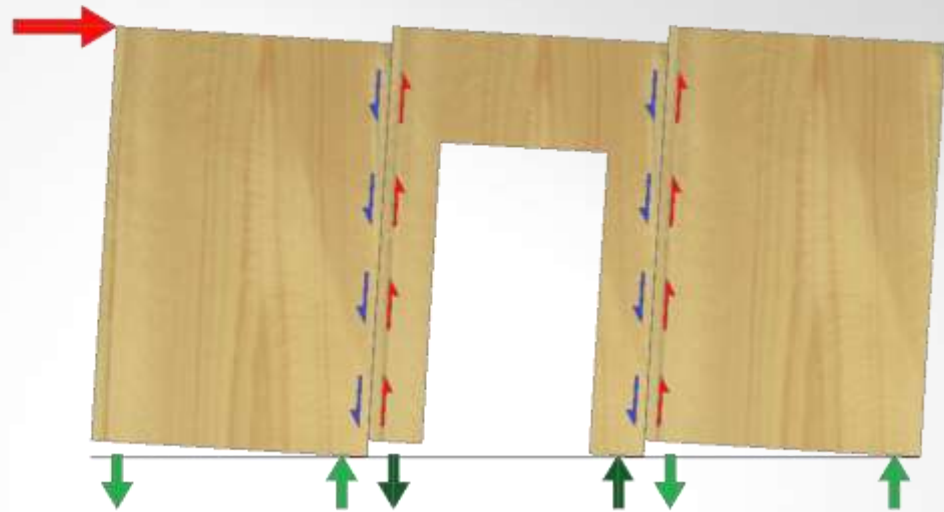
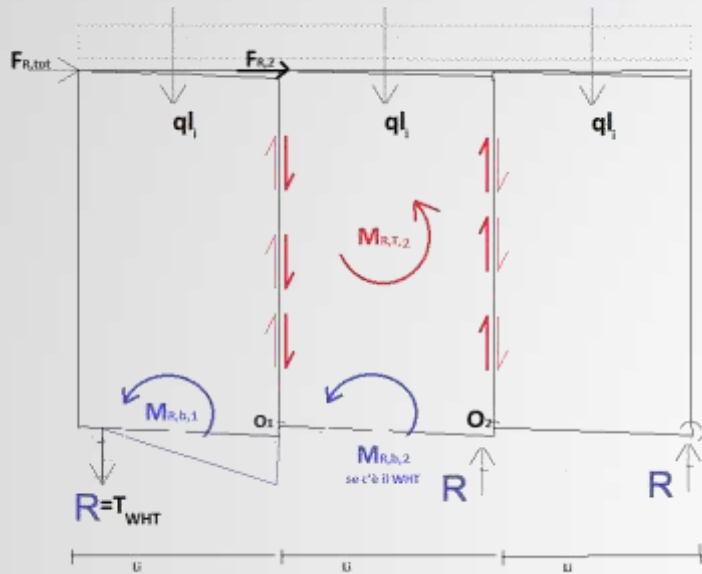
UNION A CORTANTE ENTRESUELOS CON TORNILLOS



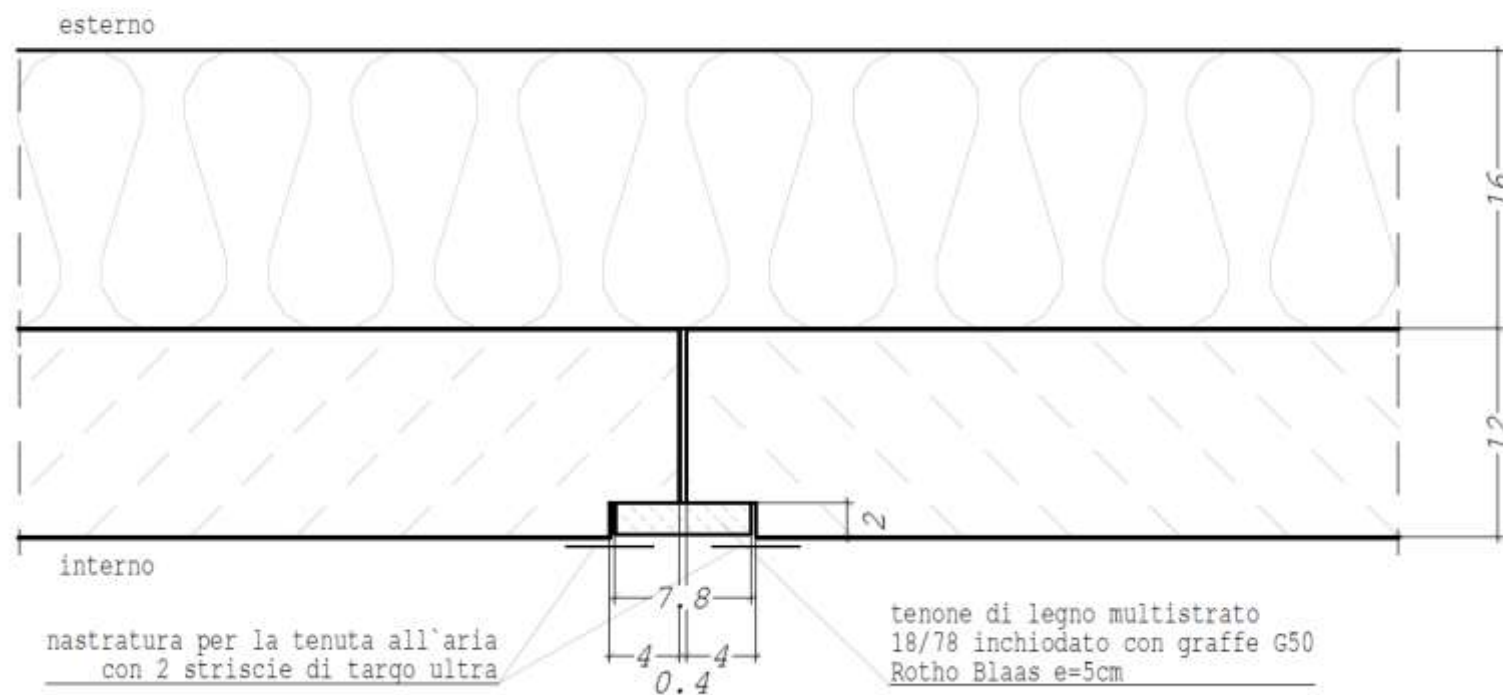
UNION ENTRE PAREDES



- Conexión de las paredes longitudinales con elemento típicamente microlaminado o madera dura
- Tornillos distintos en función de la de la necesidad estática y de obra
- Atención en el caso de CLT que la lamina sea ortogonal; de otra manera inclinar el tornillo
- Para las fuerzas elevadas también evalúan la instalación de angulares



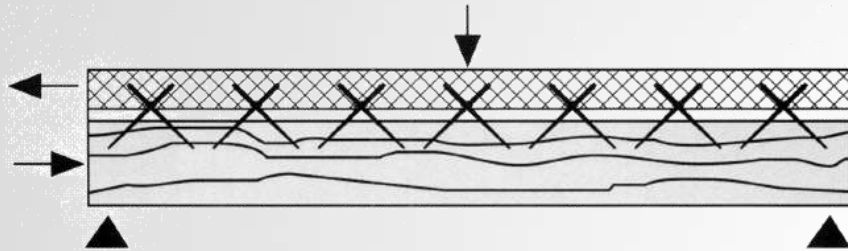
Particolare giunto pannelli X-lam S=1:5



SISTEMAS DE REFUERZO DE FORJADOS DE MADERA

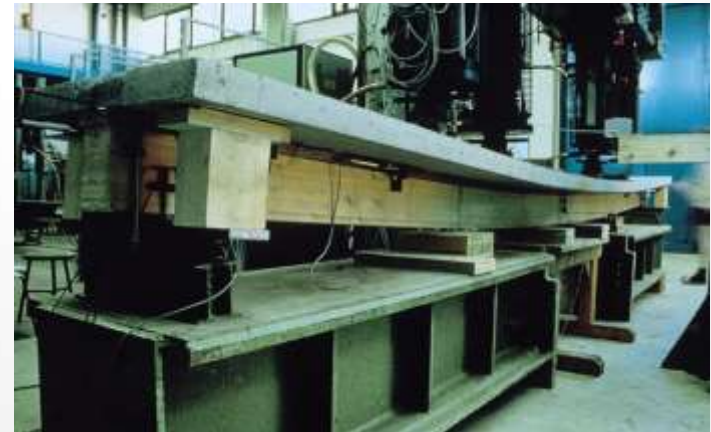


FORJADO MIXTOS MADERA- HORMIGON

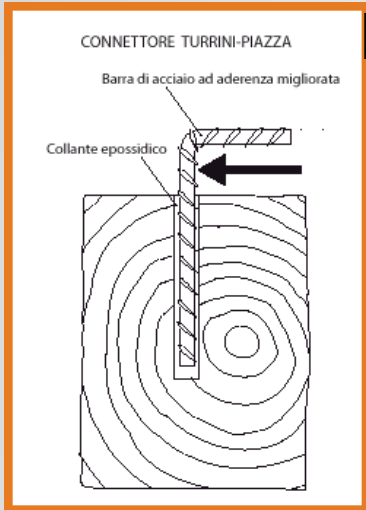


¿Por qué se hacen los forjados madera-hormigón?

- Aumentar la rigidez del entramado
- Aumentar la capacidad portante
- Recuperar vigas ya existentes
- Adecuar sísmicamente el edificio
- Hacer seguro estáticamente el entramado (deterioros cabezas vigas, lesiones en las vigas etc...)



FORJADOS MADERA_ HORMIGON (1)

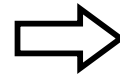
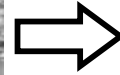


CONECTORES A CORTANTE

- Necesidad de hacer agujeros en las vigas (en la obra o en la fábrica)
- Limpieza de los agujeros
- Interrupción del entablado
- VENTAJAS:
- Eficaz para vigas agrietadas muy antiguas, luces de gran tamaño (> 7 m)
- Varilla Ø14, agujeros Ø18 número reducido de conectores

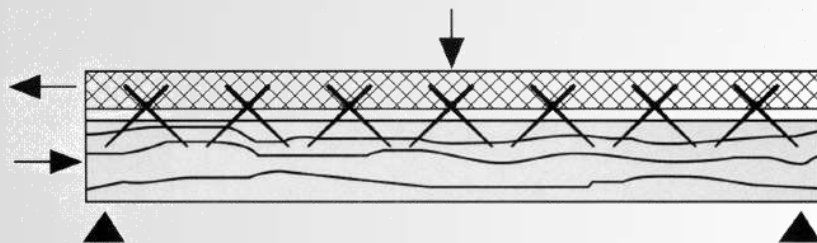


FASES



Trento (Italy), Victory Mill building (prof. Maurizio Piazza)

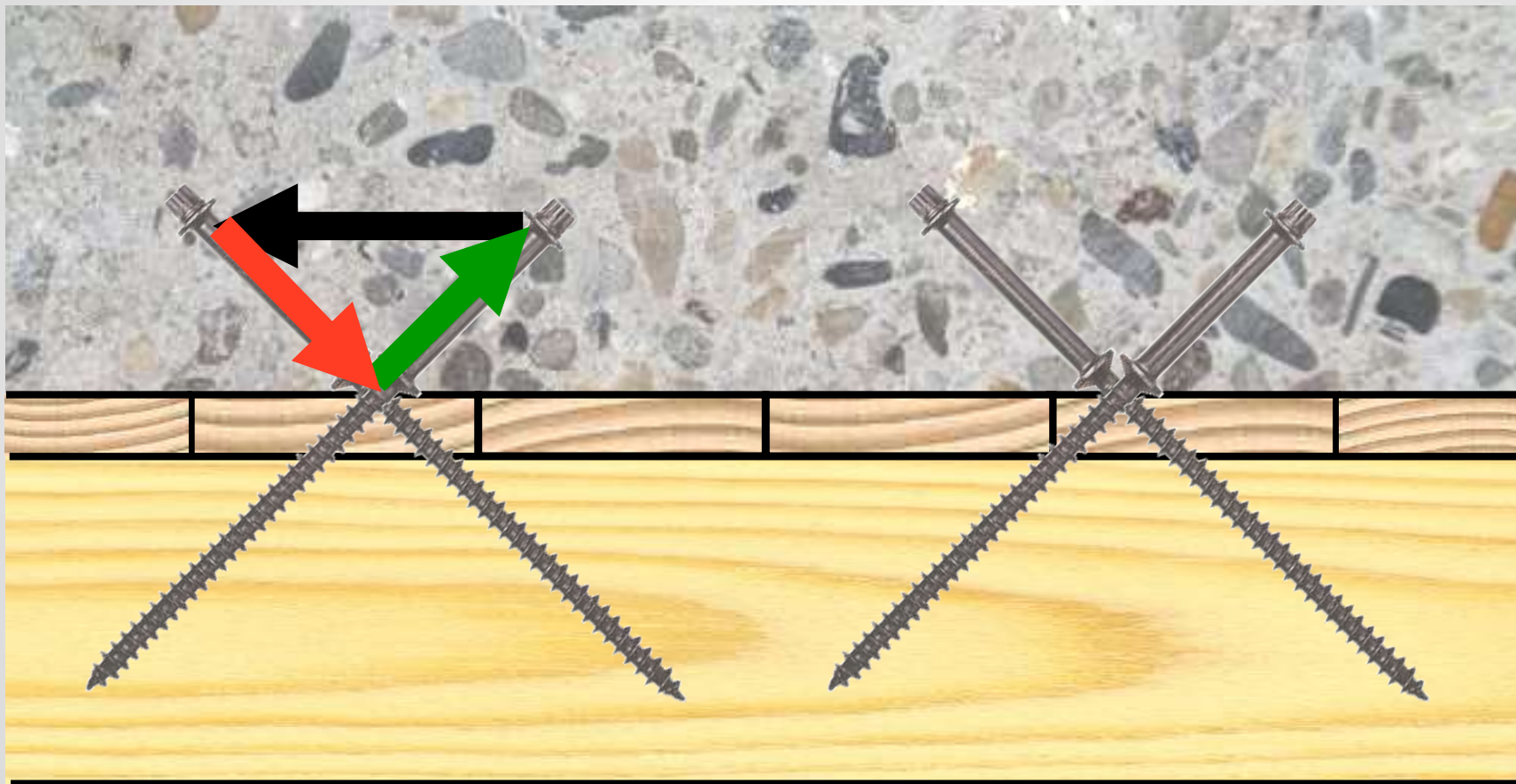
CONECTORES EXTRACCION



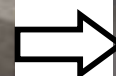
- FORJADOS MADERA_ HORMIGON (2)
 - Autoperforante -> NO necesidad de pre-agujero
 - Alta resistencia a extracción de la rosca
 - Velocidad de instalación
 - Menos invasiva
 - Entablado continuo

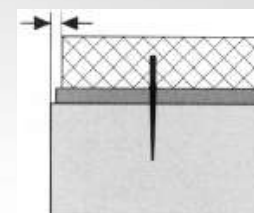
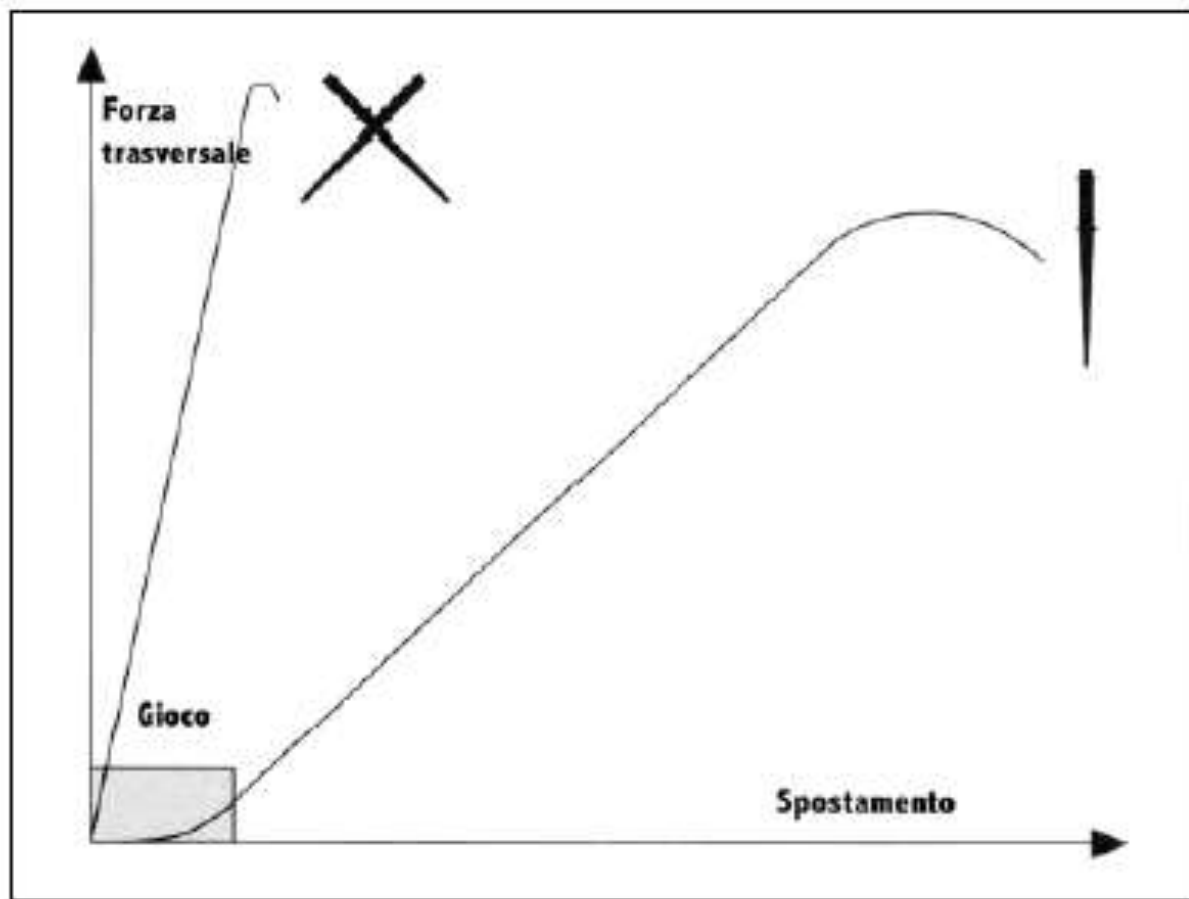


Disposicion en parejas cruzadas → mecanismo de tracción-compresión

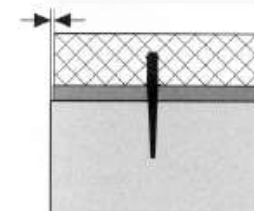


FASES

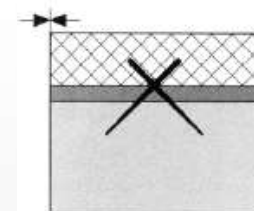




Elemento di fissaggio
perpendicolare
diametro piccolo



Elemento di fissaggio
perpendicolare
diametro grande



Elemento di fissaggio
inclinato 45°

FORJADOS MADERA _ MADERA



- Reducción de peso
- mecanizado en seco (sin H₂O)
- Velocidad y limpieza de obra
- Compatibilidad de materiales
- reversibilidad

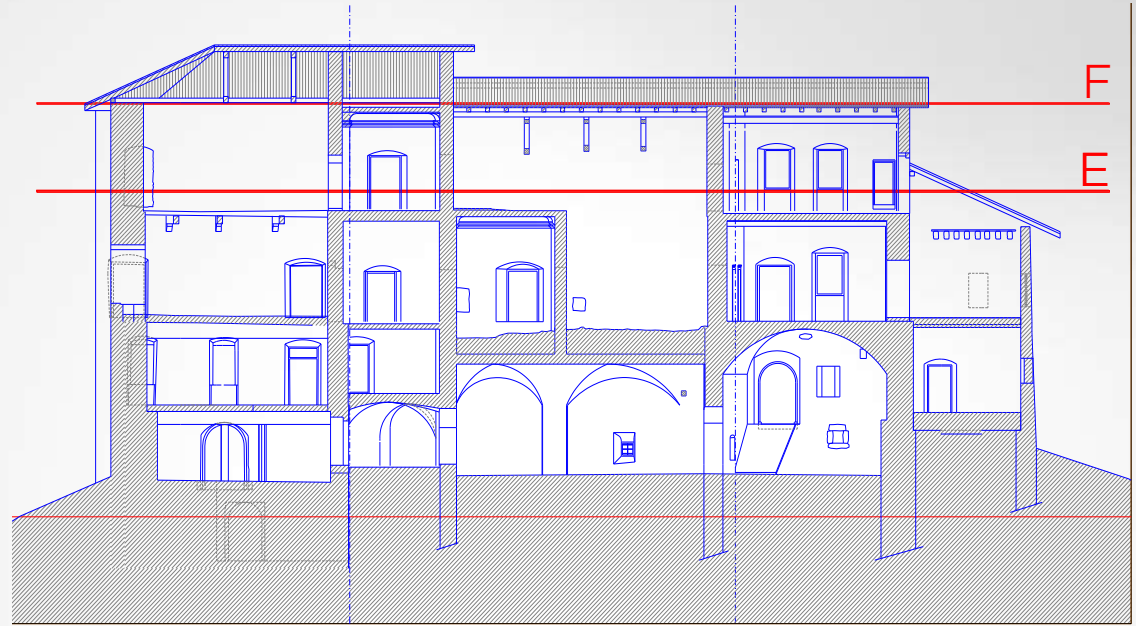
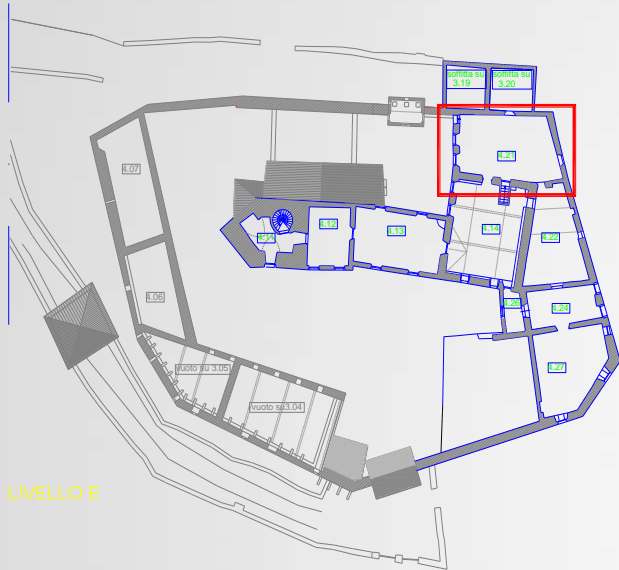
Capa h.a. **➔** Capa con “tablas” de madera

TEJADOS MIXTOS MADERA – MADERA CON SISTEMAS EN SECO

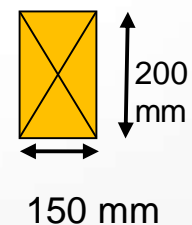
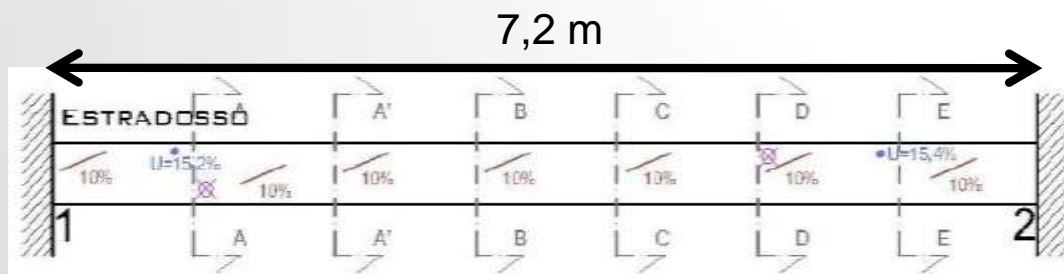
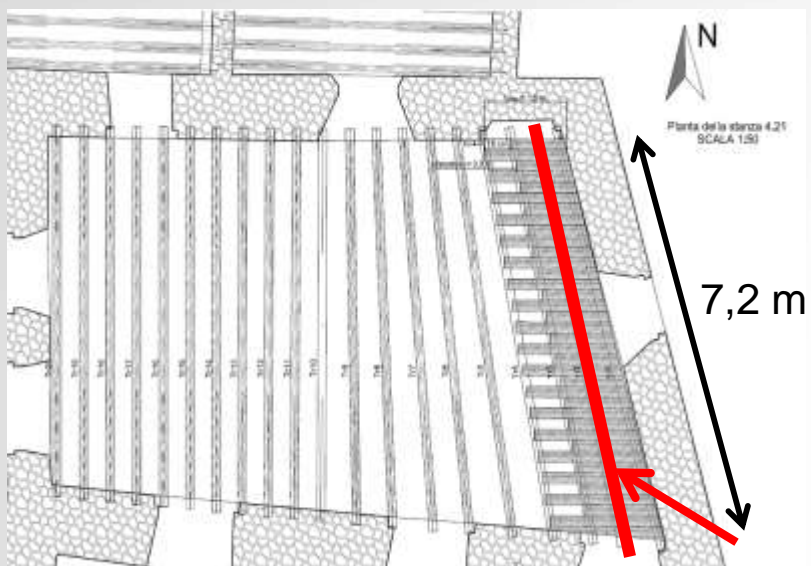


- Sistema tradicional a seco con elementos cortante (tirafondos)

SISTEMA MODERNO CON TORNILLOS AUTOPERFORANTES EN EXTRACCIÓN - CASO ESTUDIO CASTEL BELASI



- Forjado 1 vano
- 20 vigas de alerce en buenas condiciones



1.5.1 Dati di progetto

1.5.1.1 Caratteristiche geometriche

Trave Tr2

Altezza della sezione: $h = 200mm$

Base della sezione: $b = 150mm$

Interasse tra le travi: $i = 50cm$

Lunghezza trave: $l = 7,1m$

Le misure di progetto sono state stabilite a seguito di rilievo in sito.

Tavolato in legno lamellare

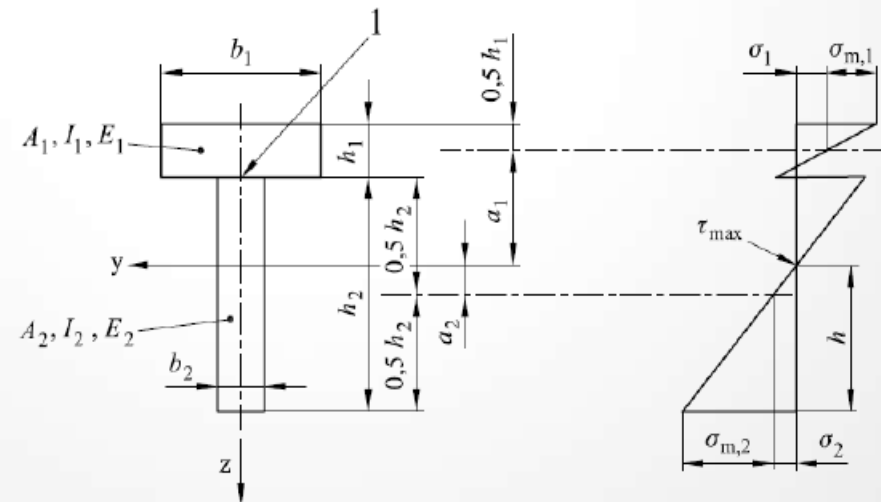
Altezza della sezione: $s_{tav} = 70mm$

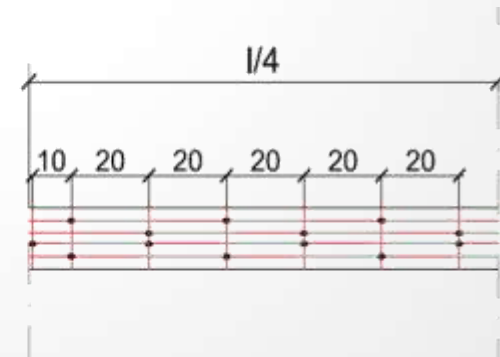
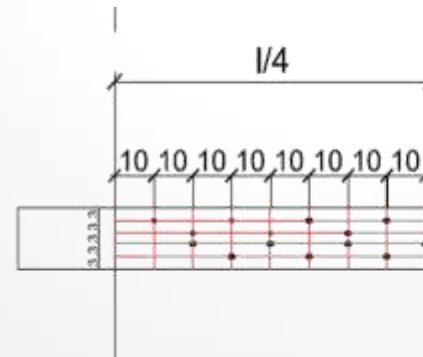
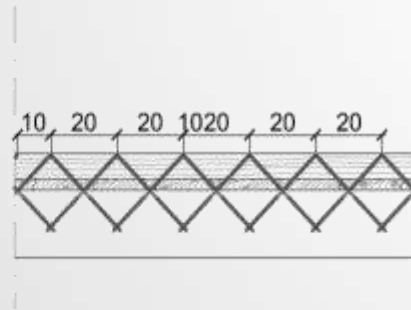
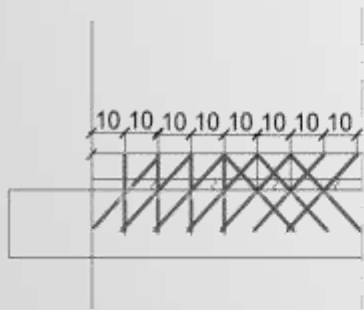
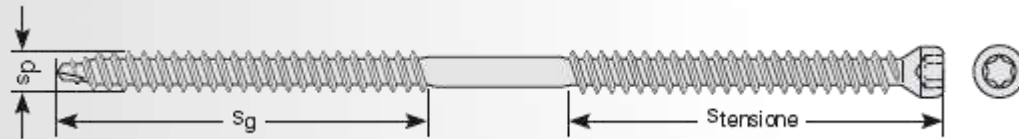
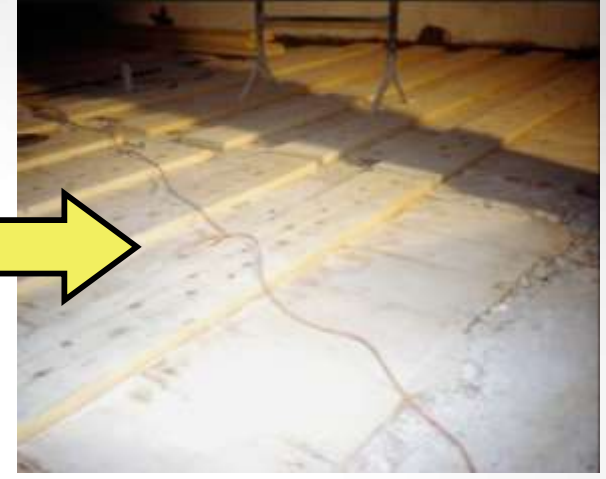
Base della sezione: $b_{tav} = 500mm$

Perlinato interposto

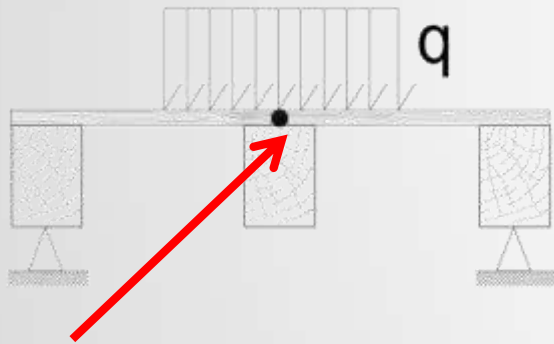
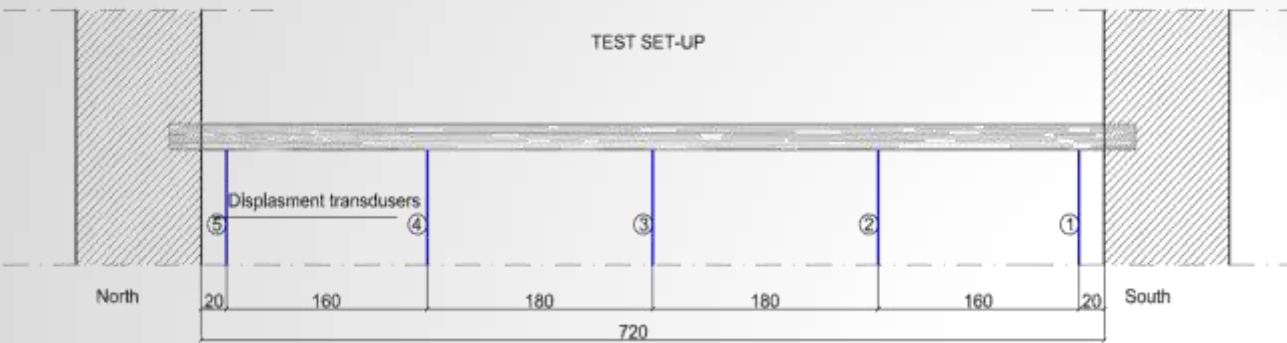
Spessore perlinato $s_{int} = 30mm$

Figure 1.9: SCHEMA DI PROGETTO



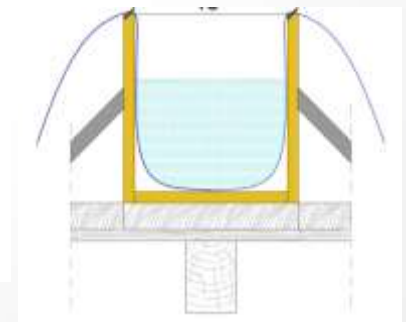
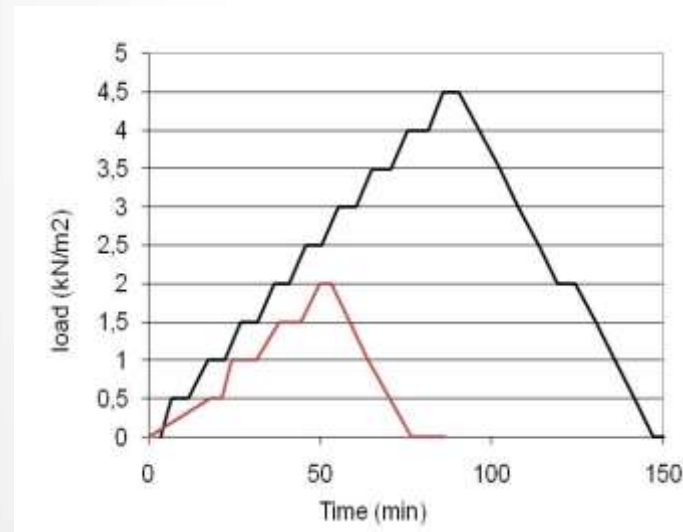


PRUEBA DE VALIDACIÓN



Corte en las tablas para evitar la contribución flexional

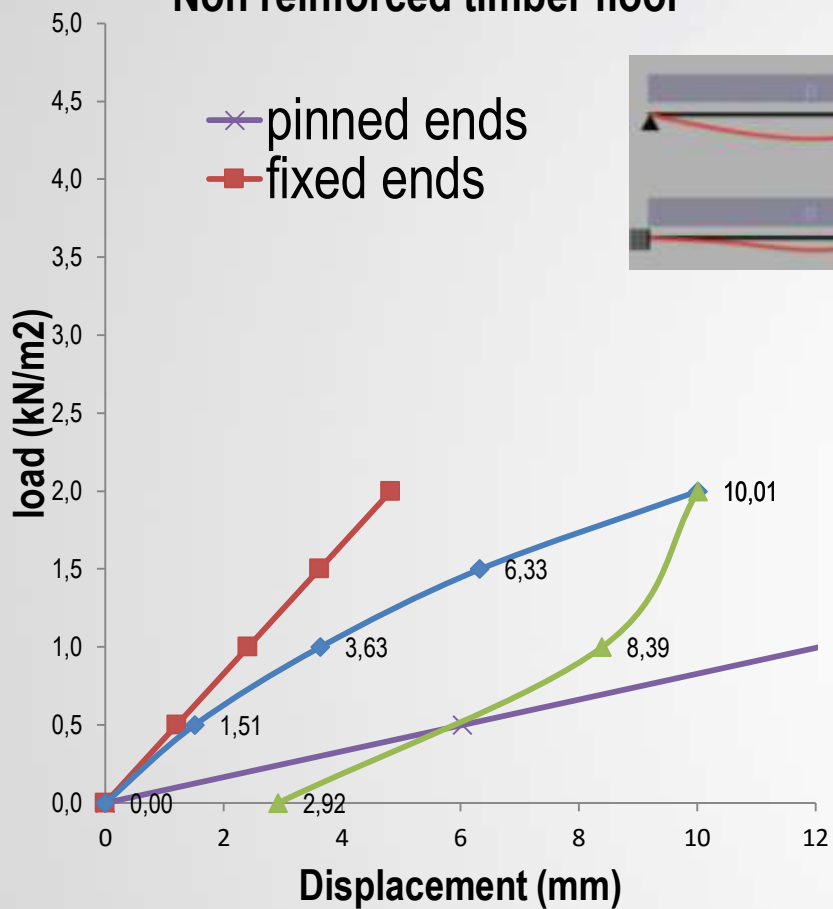
Vigas laterales apuntaladas



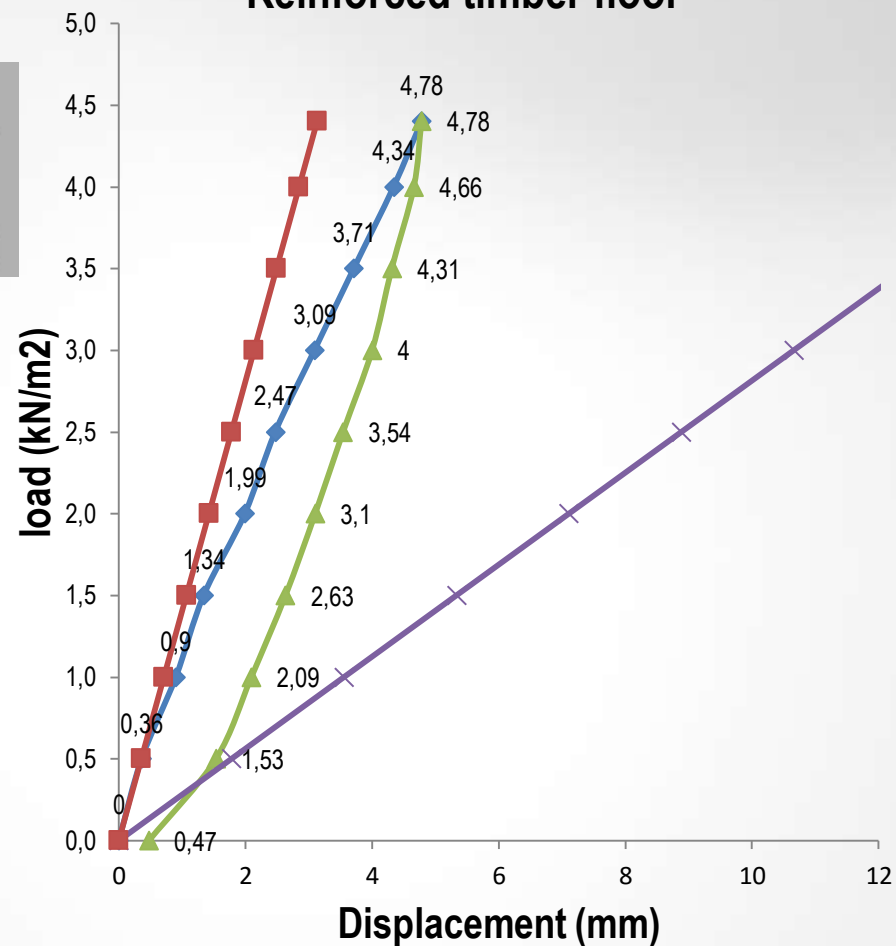
FASES DE PRUEBA EN OBRA



Non reinforced timber floor



Reinforced timber floor



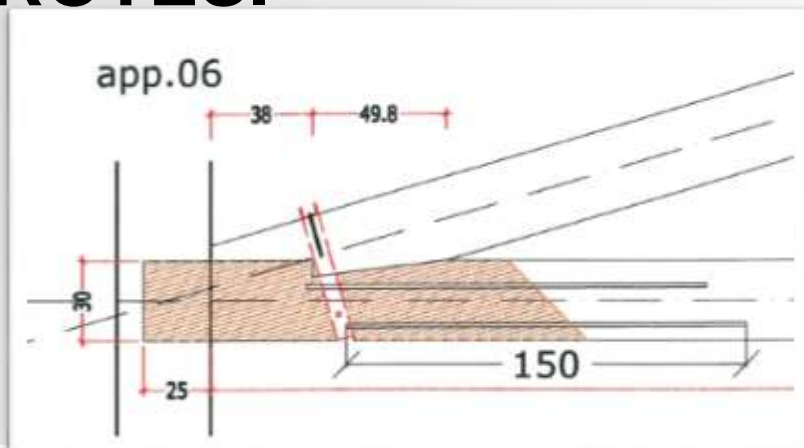
PROBLEMA TIPICO

Durabilidad del las testas



Parrocchia di San Domenico (Arezzo)

PROTESI



Interventi strutturali su impalcati lignei di pregio

REFUERZO DIRECTO



REFUERZO DIRECTO LATERAL



REFUERZO DIRECTO



GRACIAS



Ing. Simone Vanzo
Rotho Blaas Iberica
simone.vanzo@rothoblaas.com