



6è CONGRÉS FUSTA CONSTRUCTIVA *Ara és la nostra*

Albert Admetlla Font

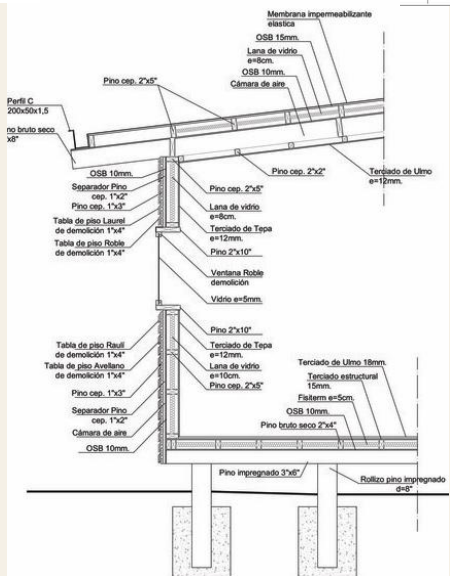
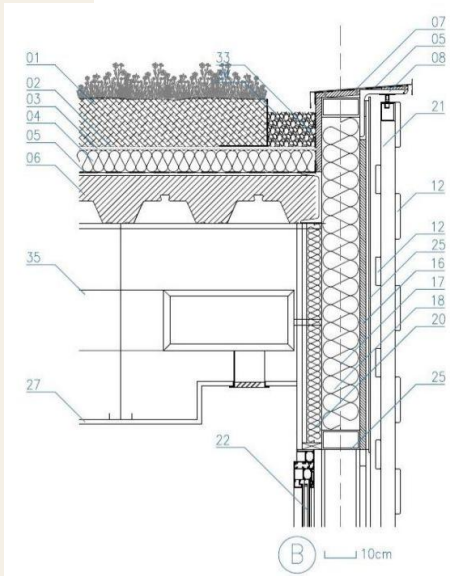
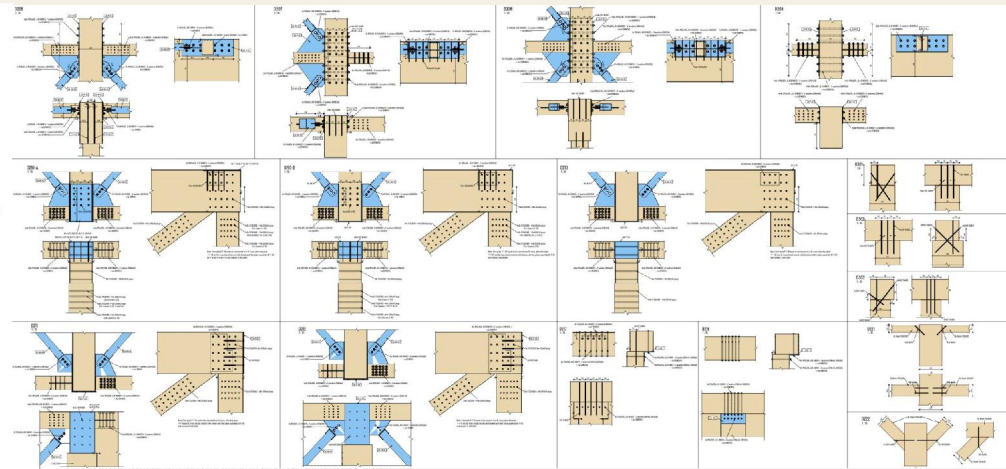
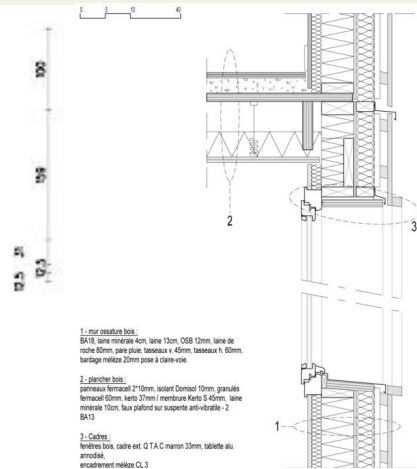
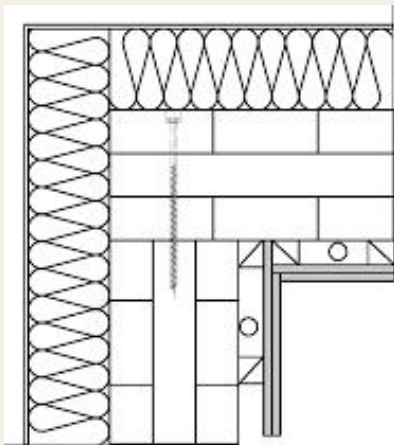
LA IMPORTANCIA DEL DETALL CONSTRUCTIU



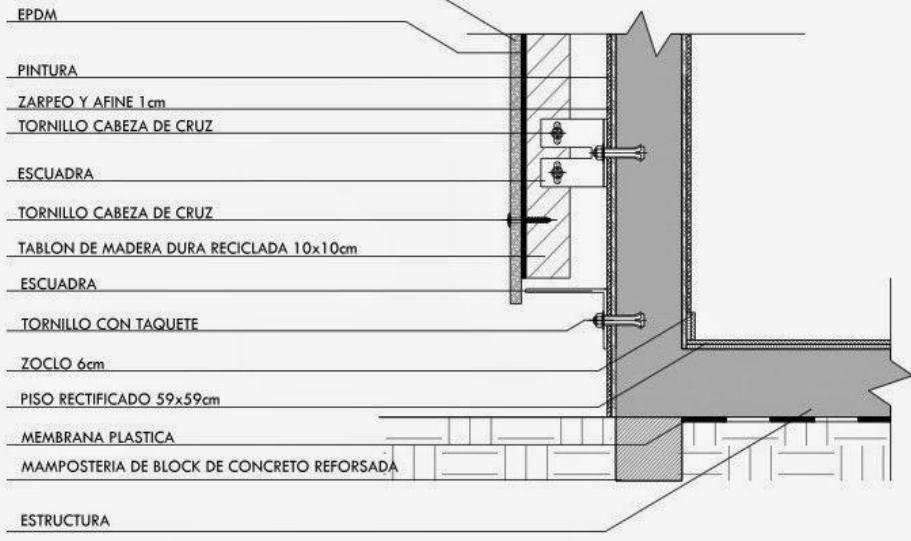
CAMPUS NORD UPC · 29 I 30 DE NOVEMBRE DE 2023

Detall constructiu

- És la representació gràfica detallada d'un element específic de la construcció.
- És una representació gràfica detallada d'un punt concret d'una construcció.
- És un dibuix o una sèrie de dibuixos que es realitzen per visualitzar de forma correcta i detallada l'especejament de diversos elements arquitectònics.
- És la representació de la suma lògica dels elements que formen part d'un conjunt de què mantenen el mateix esperit i intencions.



LAMAS DE MADERA HORIZONTALES DE 2.5cm



Coses que ho canvien tot, la importància de la coma (,)

Anem a menjar nens	/	Anem a menjar, nens
Trump dimiteix	/	Trump, dimiteix
Tinc 367€ al banc	/	Tinc 3,67€ al banc
No vull saber-ho	/	No, vull saber-ho

Funció Estètica
No és el mateix:

Roble



Pino



Abeto



Haya



Contrachapado



**Aglomerado
orientado (OSB)**



Fibra

Elecció de l'espècie

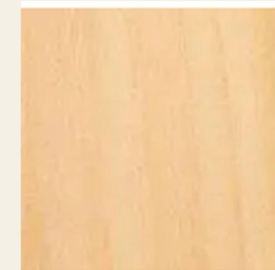


Avet roig (*Picea abies*)

L'avet roig arriba a fer de 35 a 55 m d'alt i amb un diàmetre del tronc d'1 a 1,5 m. El tronc és recte i gairebé cilíndric amb la ramificació abundant verticil·lada al llarg de tot el seu tronc, que generen nombrosos nusos de mida petita. La seva fusta és coneguda com a fusta blanca, a causa de la seva albura blanca groguenca i el duramen no pot diferenciar-se clarament, encara que en alguns casos sol tenir un cert to groc vermellós.

Les propietats físiques de l'avet se situen en una fusta més tova i lleugera. La seva densitat és de 450 kg/m³. Ofereix una estabilitat dimensional, amb un coeficient volumètric de 0,44%.

La fusta d'avet és una de les espècies de coníferes que més s'utilitza per a l'obtenció d'elements estructurals de fusta a Europa. Aquests elements destaquen per la seva tonalitat clara i la seva bona qualitat, Es distingeix per la seva lleugeresa i estabilitat. Són fustes poc imprugnables



Elecció de l'espècie



P roig (*Pinus Sylvestris*)

El pi roig és un arbre elevat, que pot arribar als 30/40 metres de talla amb un tronc cilíndric amb ramificació escassa a la part baixa, que esdevé més abundant al terç superior. L'albura és molt clara, de color groc pàl·lid, mentre que el duramen és de color vermellós, fàcilment distingible de l'albura. Els seus nusos són de petits a grans, sans i saltadissos mitjanament freqüents, amb algunes bosses de resina de mida petita. La fibra és en general molt recta i el gra es pot classificar com a mitjà a fi.

Pel que fa a les propietats físiques, la densitat aparent al 12% d'humitat és de 500 a 540 kg/m³, per la qual cosa la converteix en una fusta semilleugera. També es considera una fusta estable amb un coeficient de contracció volumètric del 0,38%.

La fusta de pi és de les més utilitzades en la fusta aserrada. Destaca per les seves tonalitats clares, així com per la seva lleugeresa. Es considera una fusta tova, resistent i impregnable.



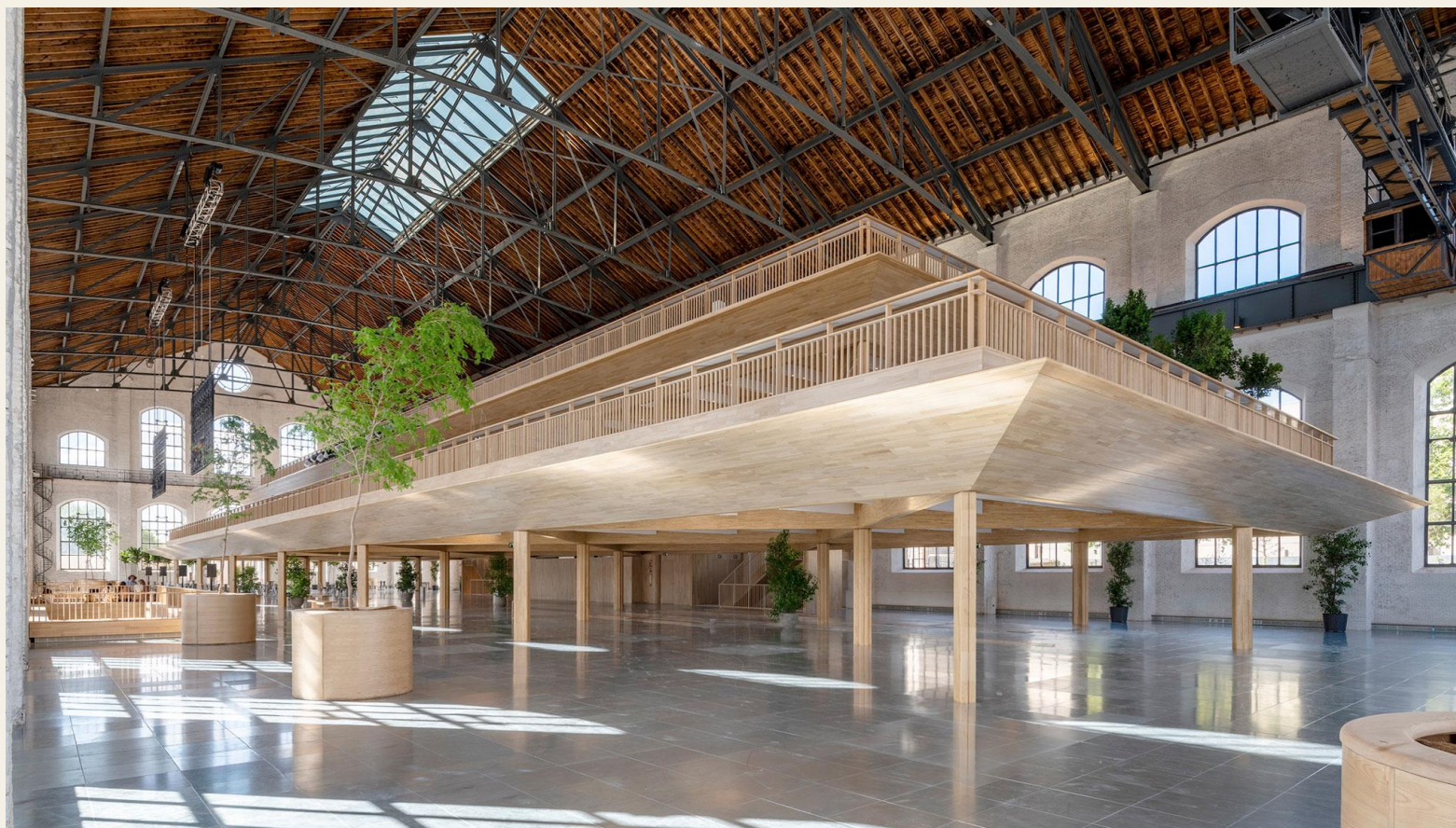
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE GLT

**TODOS LOS ELEMENTOS DE MADERA LAMINADA SERÁN DE CLASE GL24H.
SÓLO SE ADMITE ABETO (ABIES ALBA).**

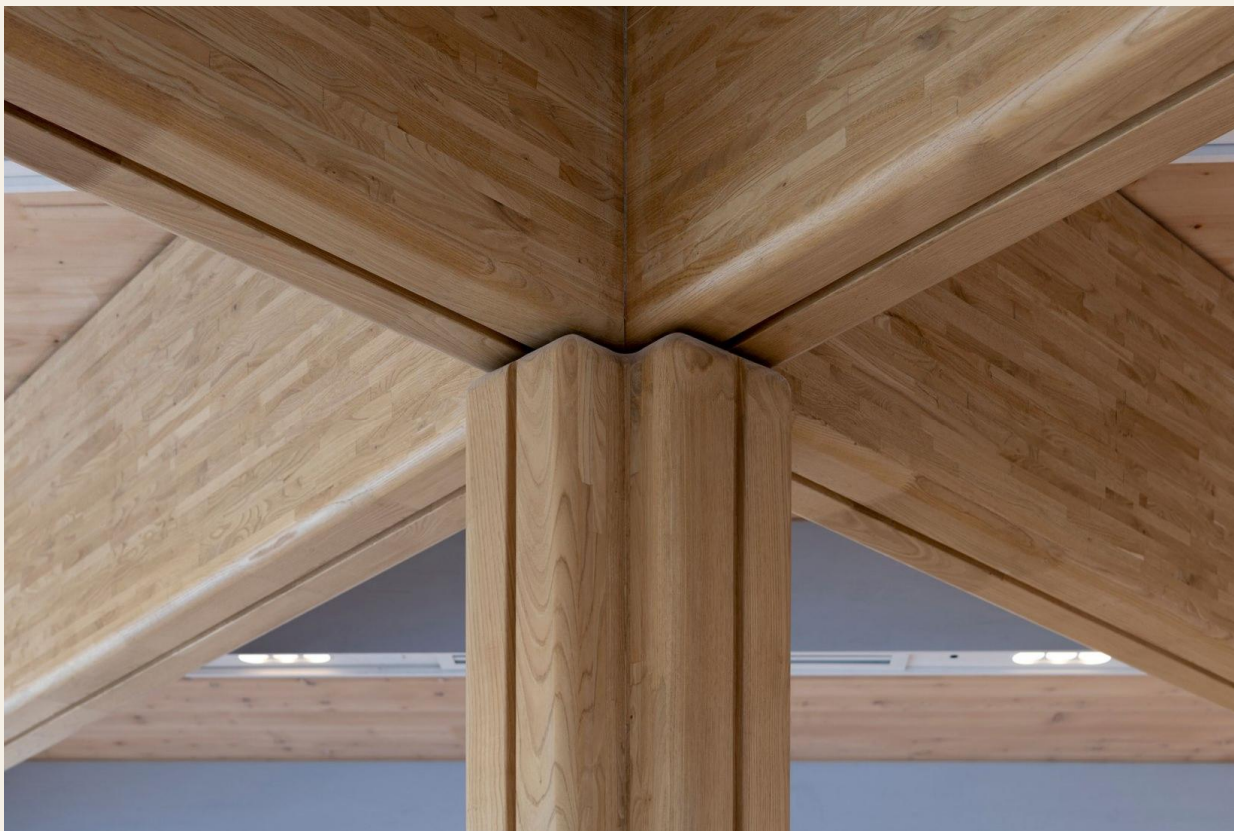
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE CLT

**LA MADERA UTILIZADA EN LA FABRICACIÓN SERÁ DE CLASE C24, CON
POSIBLES PEQUEÑAS PROPORCIONES DE CALIDADES INFERIORES, DENTRO
DE LOS LÍMITES QUE INDICA EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.
LA ESPECIE DE LAS CAPAS VISTAS SERÁ ABETO (ABIES ALBA), SIN ACEPTARSE
MEZCLAS DE NINGÚN OTRO TIPO DE CONÍFERA (SALVO EN LAS CAPAS
INTERIORES, O EN CAPAS NO VISTAS).
LA CALIDAD SUPERFICIAL SERÁ LA QUE SE DEFINE COMO VISTA INDUSTRIAL
EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.**

Especificacions referides a l'espècie a la BBGGM



Ombú, Foster+Partners



Ombú, Foster+Partners

Els pilars i les bigues són de fusta laminada de castanyer.

La fibra és recta amb lleugeres ondulacions, i el gra és de mig a gruixut. Té una duresa mitjana, és elàstica/flexible, tenaç i fàcil de treballar: bona mecanització, clavat, cargolat i polit. Compte amb una densitat mitjana de 560-600 kg/m³ al 12% d'humitat. Admet bé i ressalta qualsevol acabat com tint, vernís o oli. És una fusta poc nerviosa amb gran estabilitat dimensional, de noble comportament davant de canvis d'humitat i temperatura. A més, gràcies a la seva riquesa en tanins, el castanyer compta amb una elevada durabilitat natural.

Tipus de Fusta



Duo, trio C24

Propietats Resistents UNE-EN 338:

$$f_{t,0,k} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 2,50 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,m} = 11 \text{ KN/mm}^2$$

$$B_n = 0,8 \text{ mm/min}$$



Laminat GL24

Propietats Resistents UNE-EN 14080:

$$f_{t,0,k} = 19,2 \text{ N/mm}^2$$

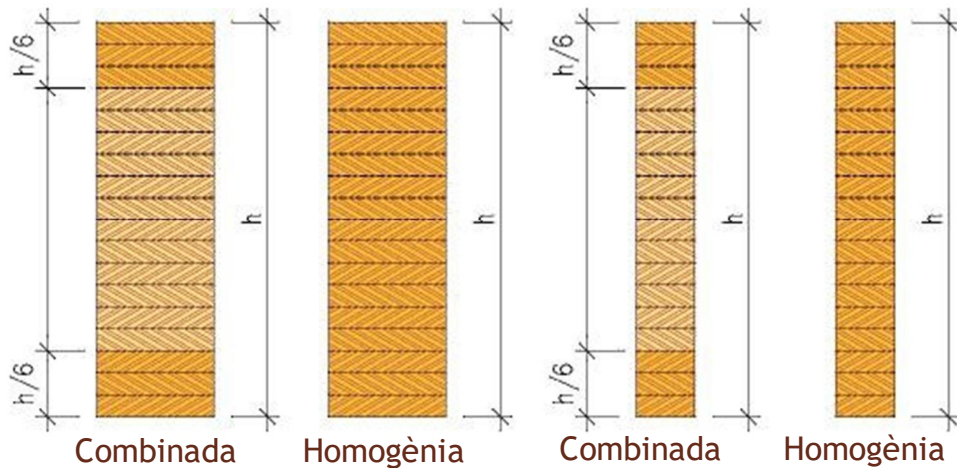
$$f_{c,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3,50 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,m} = 11,5 \text{ KN/mm}^2$$

$$B_n = 0,7 \text{ mm/min}$$

Tipus de Fusta Laminada



Material	Madera laminada encolada combinada				Madera laminada encolada homogènea			
Clase de resistencia	GL 24c	GL 28c	GL 30c	GL 32c*	GL 24h	GL 28h	GL 30h*	GL 32h*
Valores de resistencia (N/mm²)								
Flexión ($f_{m,g,k}$)	24	28	30	32	24	28	30	32
Tracción: paralela ($f_{t,0,g,k}$)	17	19,5	19,5	19,5	19,2	22,3	24	25,6
Tracción: perpendicular ($f_{t,90,g,k}$)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Presión: paralela ($f_{c,0,g,k}$)	21,5	24	24,5	24,5	24	28	30	32
Valores de rigidez (N/mm²)								
Módulo de elasticidad: paralelo ($E_{0,g,mean}$)	11.000	12.500	13.000	13.500	11.500	12.600	13.600	14.200
Módulo de elasticidad: perpendicular ($E_{90,g,mean}$)	300	300	300	300	300	300	300	300
Módulo de cizalladura: $G_{g,mean}$	650	650	650	650	650	650	650	650
Valores característicos de densidad aparente (kg/m³)								
Densidad aparente $\rho_{g,k}$	365	390	390	400	385	425	440	440

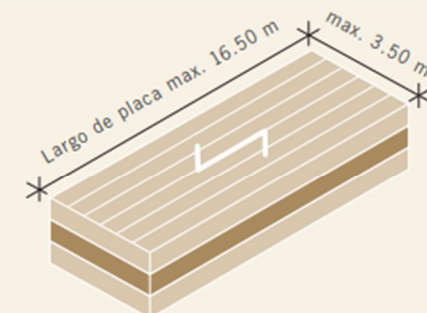
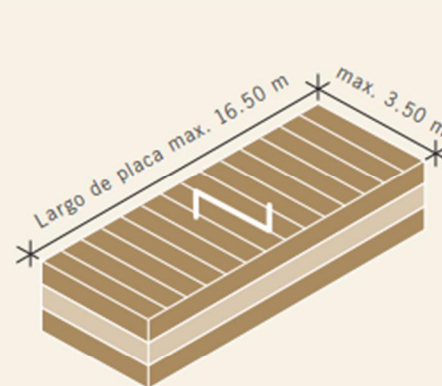
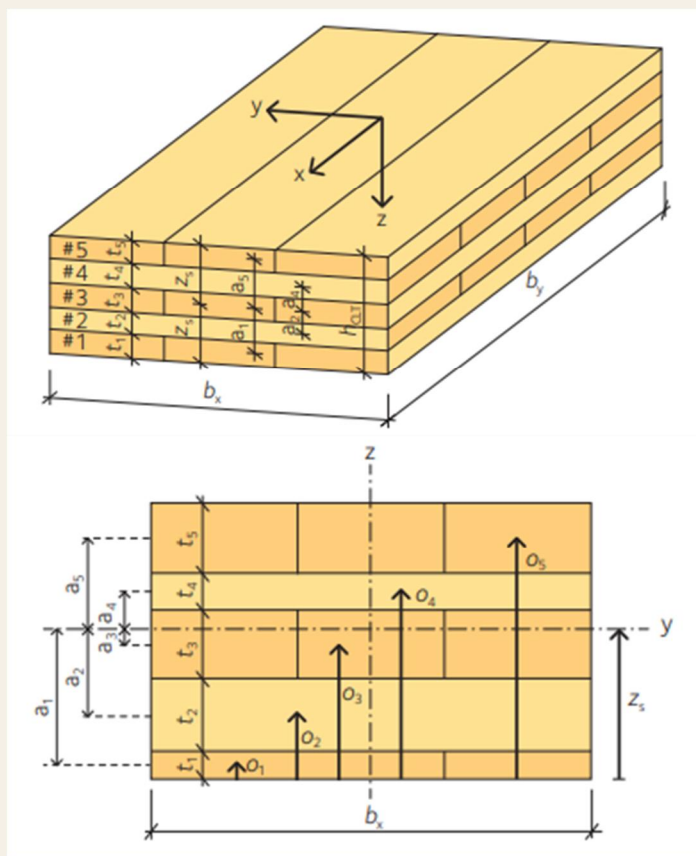
* bajo pedido

Tabla D.2 Correspondencias conocidas entre Clases Resistentes de madera laminada encolada y de madera aserrada

	Clases resistentes		
	GL24h	GL28h	GL32h
Madera laminada encolada homogènea			
- Todas las láminas	C24	C30	C40
Madera laminada encolada combinada			
- Láminas externas ⁽¹⁾	C24	C30	C40
- Láminas internas	C18	C24	C30

(1) Los requisitos se aplican al sexto del canto extremo de cada lado con un mínimo de 2 láminas.

CLT: direcció principal, composició...



3c TT



5c TT



7c TT



3c TL



5c TL



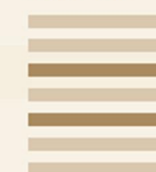
7c TL



5cc TL

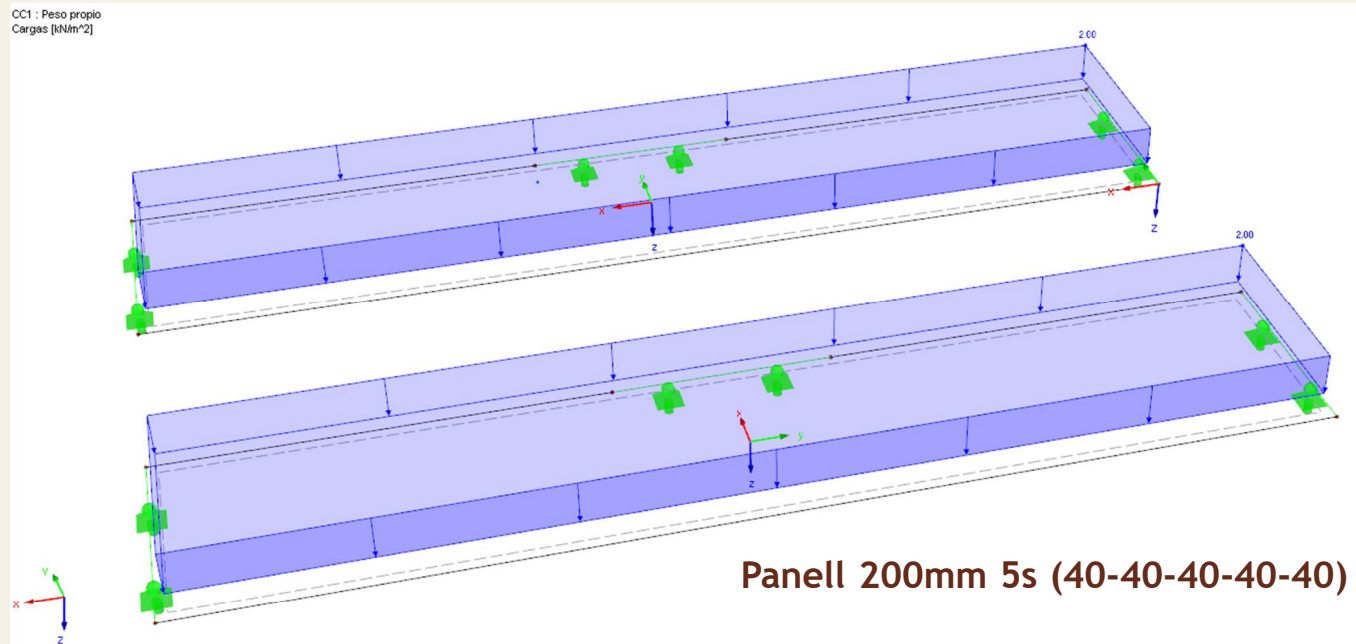


7cc TL

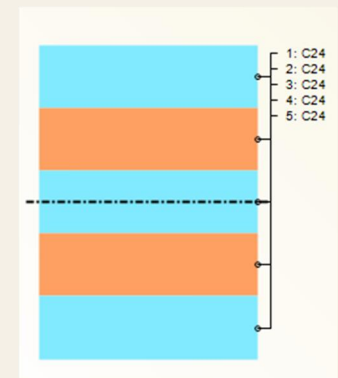


8cc TL

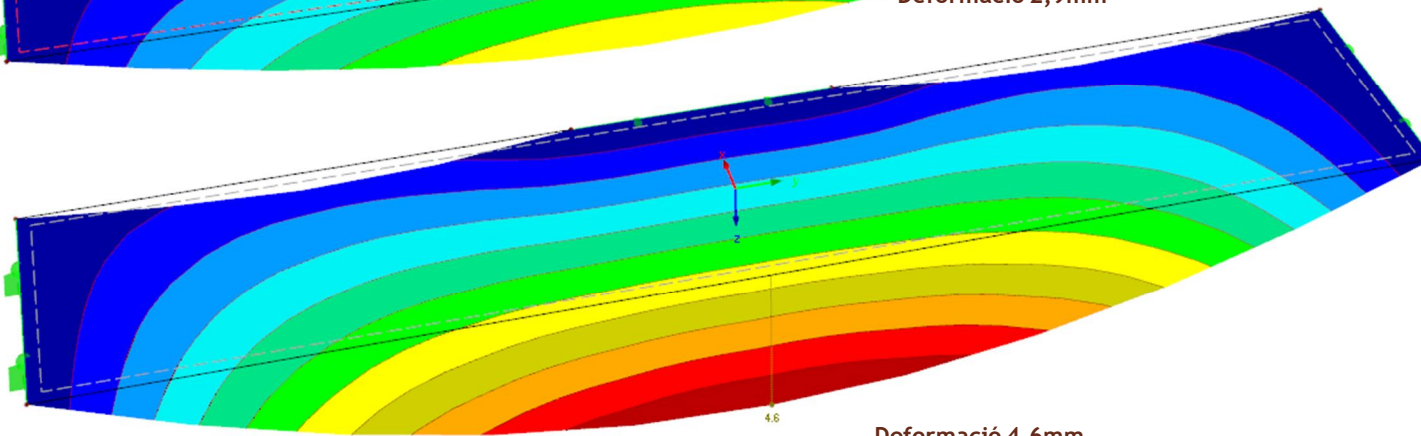
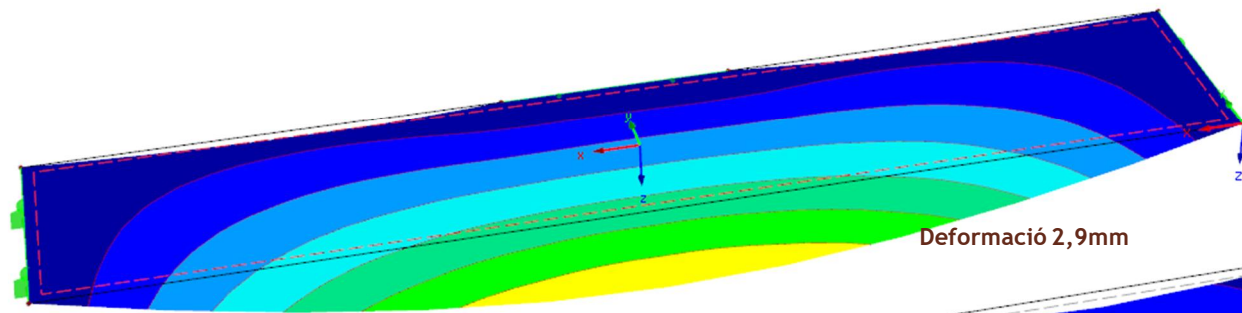
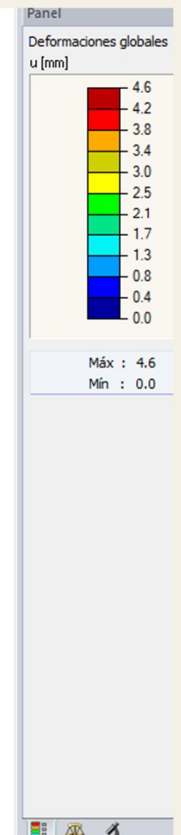




Capas												
Capa n.º	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Descripción del material	Categoría del factor	Espesor t [mm]	Dirección ortótropa β [°]	Módulo de elasticidad [N/mm ²]		Módulo de cortante [N/mm ²]			Coef. de Poisson [-]		Peso específico γ [kN/m ³]
					E _x	E _y	G _{xz}	G _{yz}	G _{xy}	ν _{xy}	ν _{yx}	
1	C24	Tablero con	40.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
2	C24	Tablero con	40.0	90.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
3	C24	Tablero con	40.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
4	C24	Tablero con	40.0	90.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
5	C24	Tablero con	40.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20

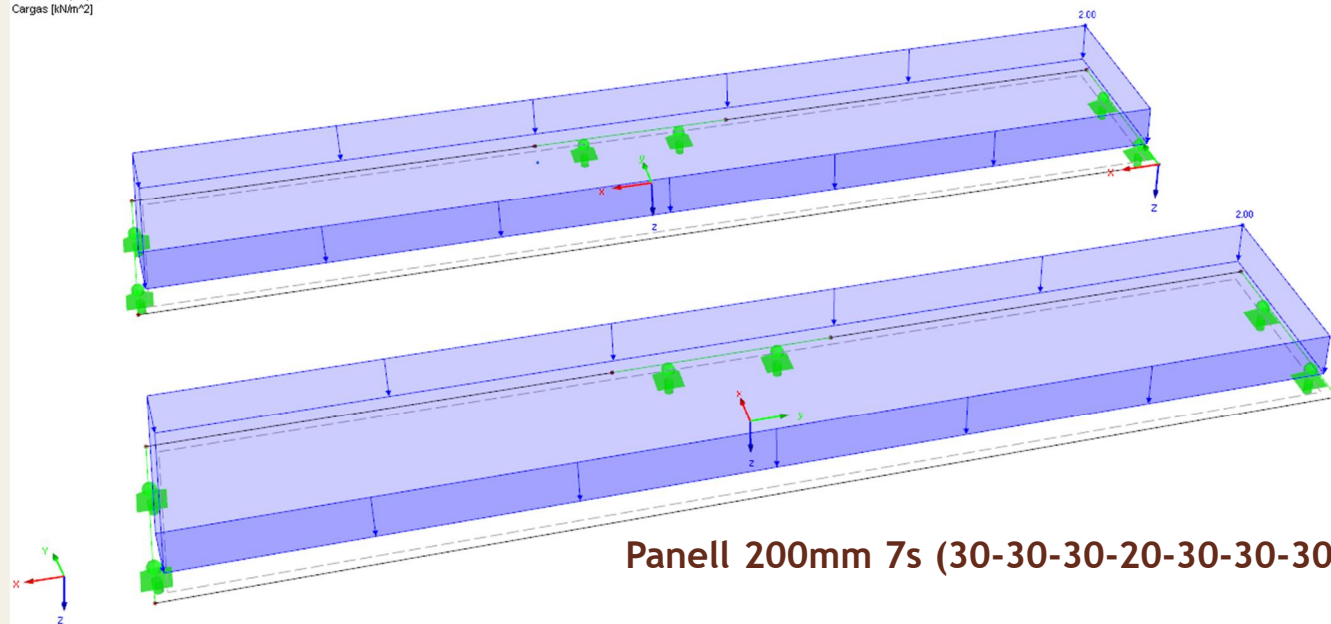


Deformaciones globales u [mm]
CC1 : Peso propio



Máx.u: 4.6, Mín. u: 0.0 mm

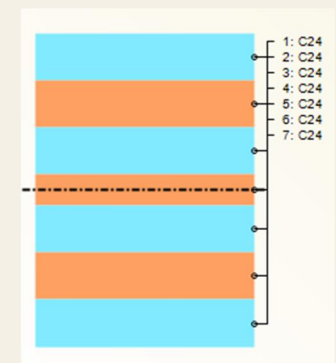
CC1 : Peso propio
Cargas [kNm²]



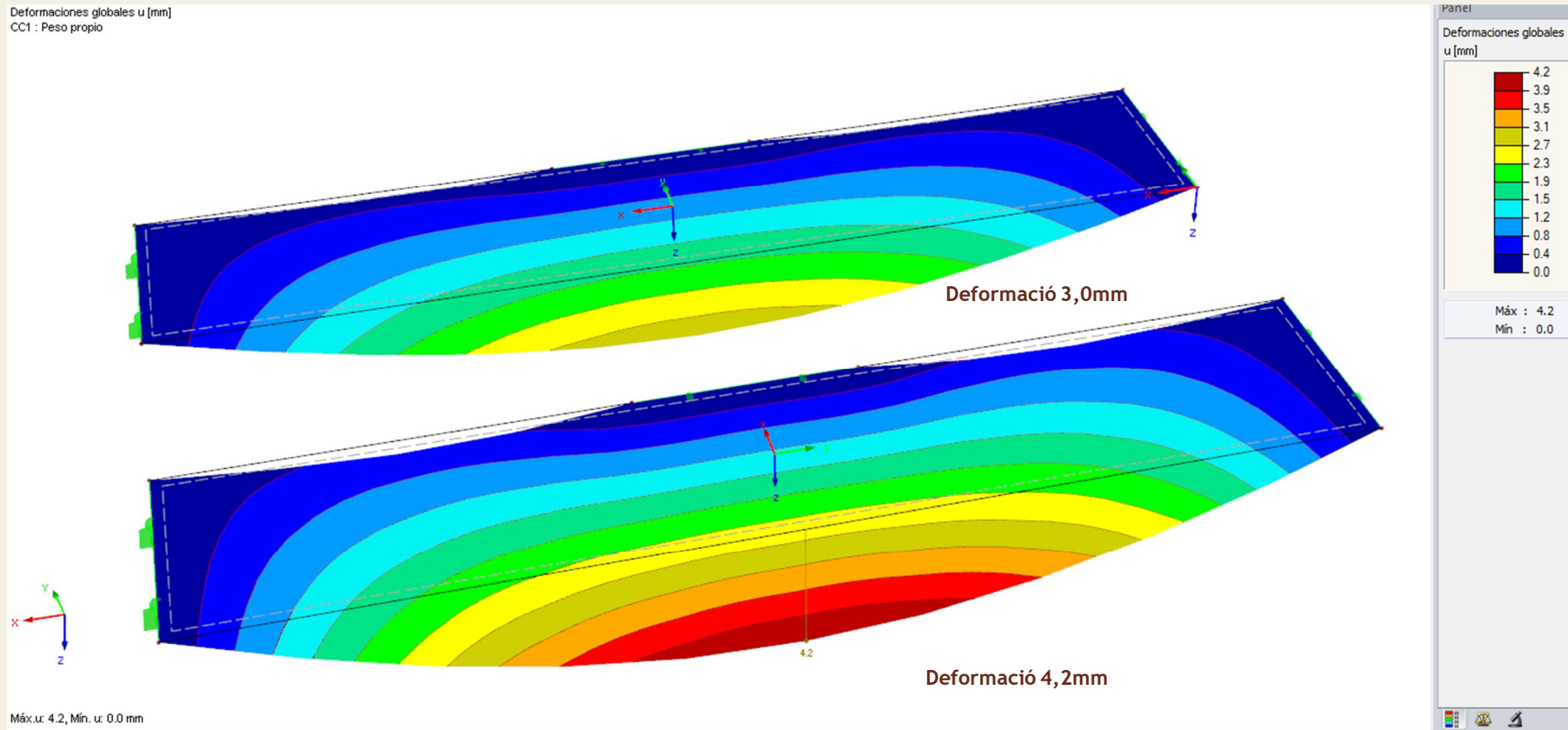
Panell 200mm 7s (30-30-30-20-30-30-30)

Capas

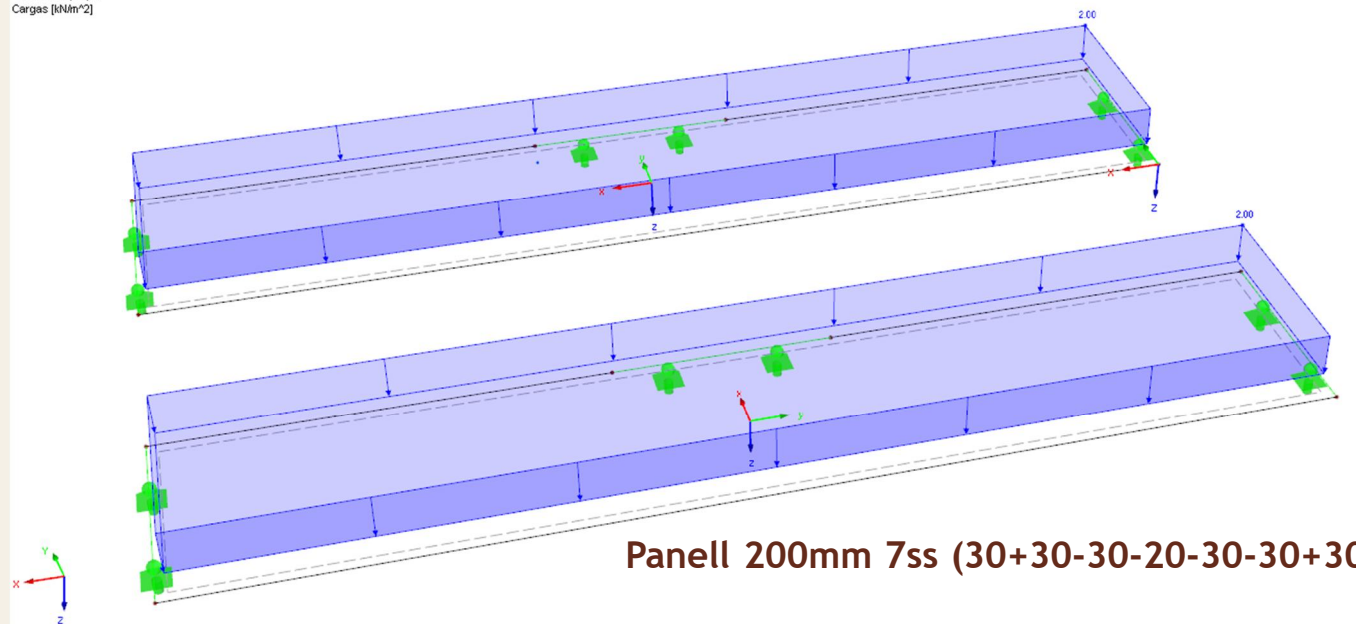
Capa nù.	A	B	C	D	E		G			J		L
	Descripción del material	Categoría del factor	Espesor t [mm]	Dirección ortótropa β [°]	Módulo de elasticidad [N/mm ²]	Módulo de elasticidad [N/mm ²]	Módulo de cortante [N/mm ²]	Módulo de cortante [N/mm ²]	Módulo de cortante [N/mm ²]	Coef. de Poisson [-]	Coef. de Poisson [-]	Peso específico γ [kN/m ³]
					E_x	E_y	G_{xz}	G_{yz}	G_{xy}	ν_{xy}	ν_{yx}	
1	C24	Tablero con	30.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
2	C24	Tablero con	30.0	90.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
3	C24	Tablero con	30.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
4	C24	Tablero con	20.0	90.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
5	C24	Tablero con	30.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
6	C24	Tablero con	30.0	90.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
7	C24	Tablero con	30.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20



Deformaciones globales u [mm]
CC1 : Peso propio



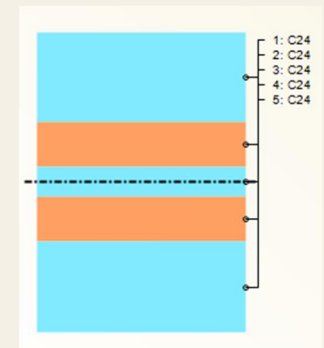
CC1 : Peso propio
Cargas [kNm²]



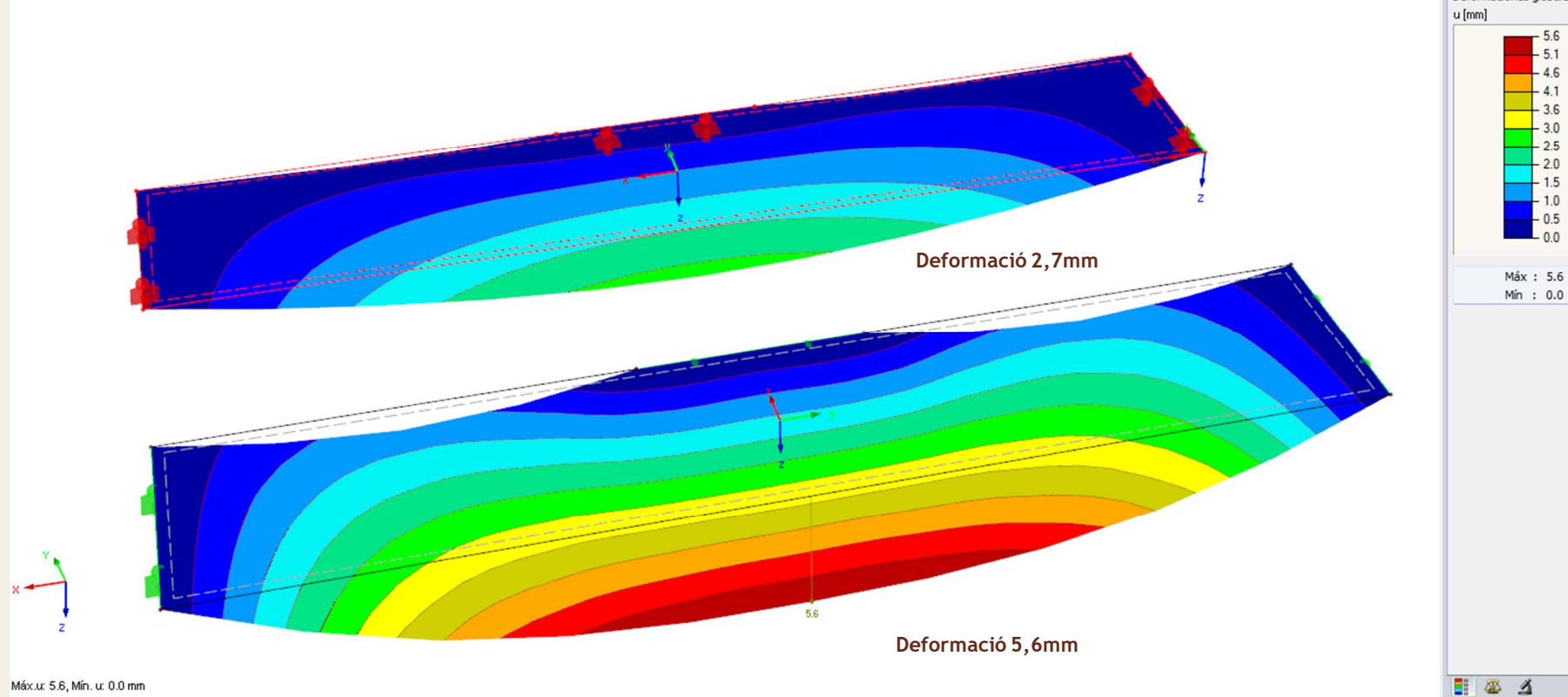
Panell 200mm 7ss (30+30-30-20-30-30+30)

Capas

Capa n.º	A	B	C	D	E		G	H	I	J	K	L
	Descripción del material	Categoría del factor	Espesor t [mm]	Dirección ortótropa β [°]	Módulo de elasticidad [N/mm ²]		Módulo de cortante [N/mm ²]			Coef. de Poisson [-]		
					E_x	E_y	G_{xz}	G_{yz}	G_{xy}	ν_{xy}	ν_{yx}	
1	C24	Tablero con	60.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
2	C24	Tablero con	30.0	90.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
3	C24	Tablero con	20.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
4	C24	Tablero con	30.0	90.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20
5	C24	Tablero con	60.0	0.00	11800.0	0.0	690.0	50.0	690.0	0.200	0.006	4.20

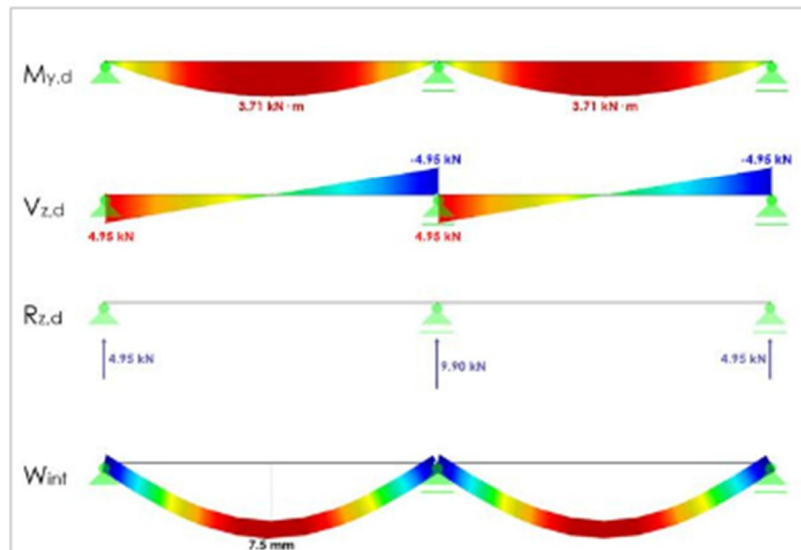


Deformaciones globales u [mm]
CC1 : Peso propio



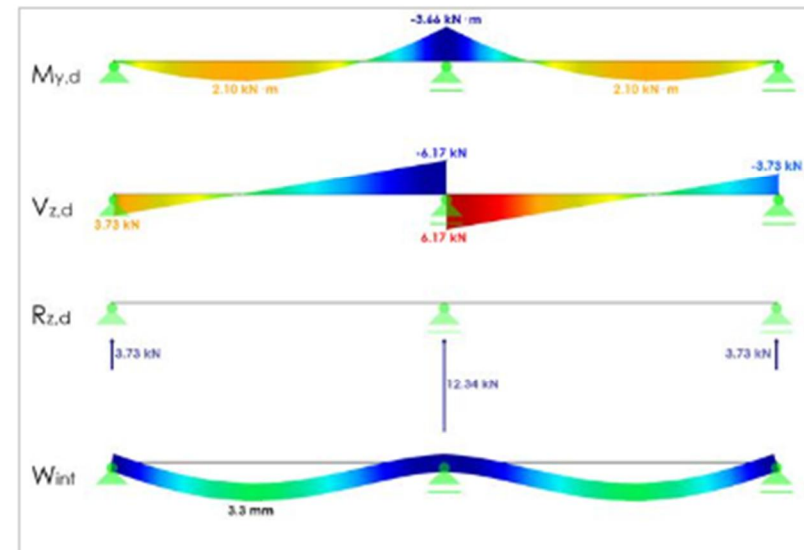
Opción 1

Dos vigas independientes de 3 metros de longitud

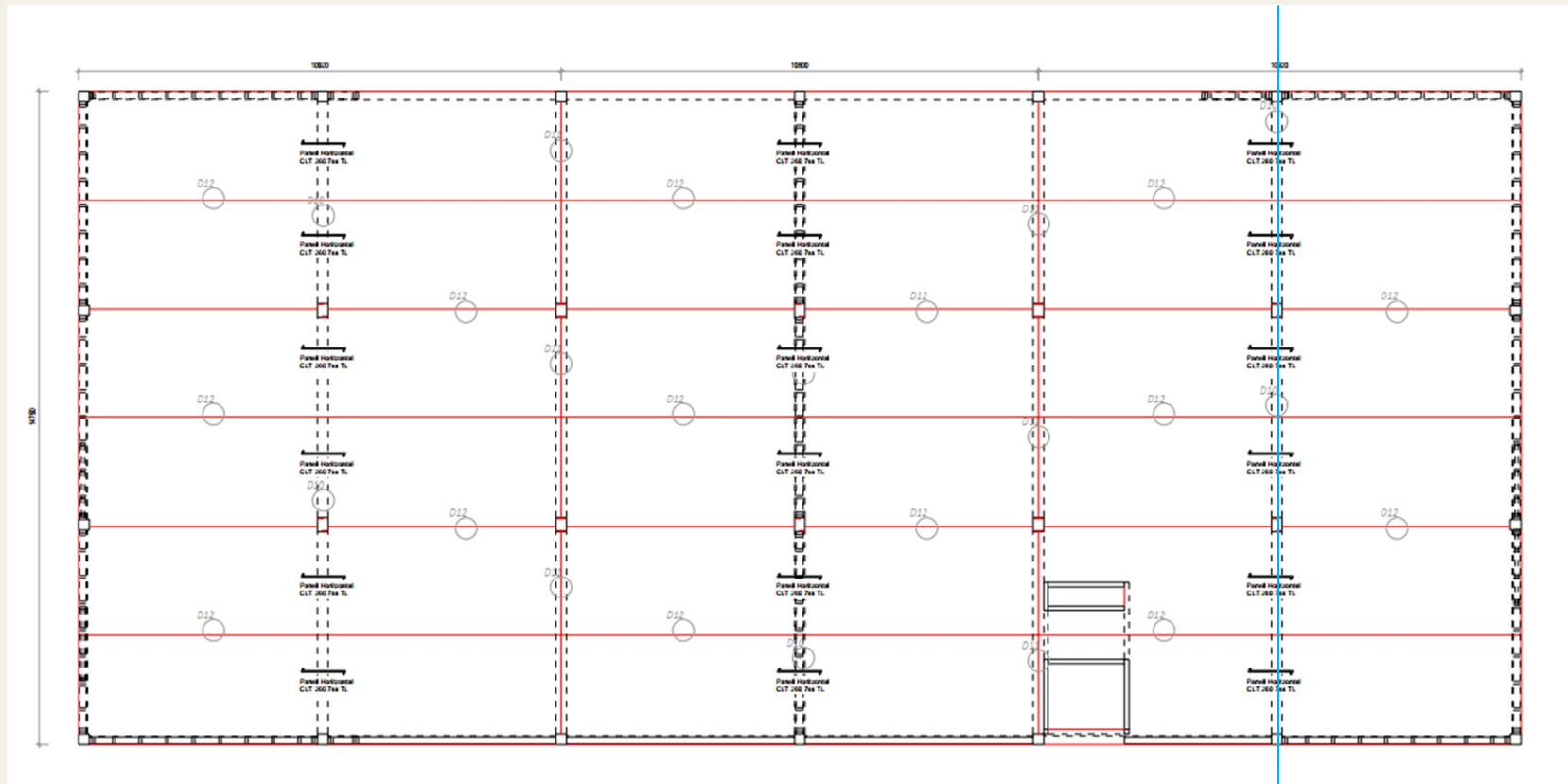


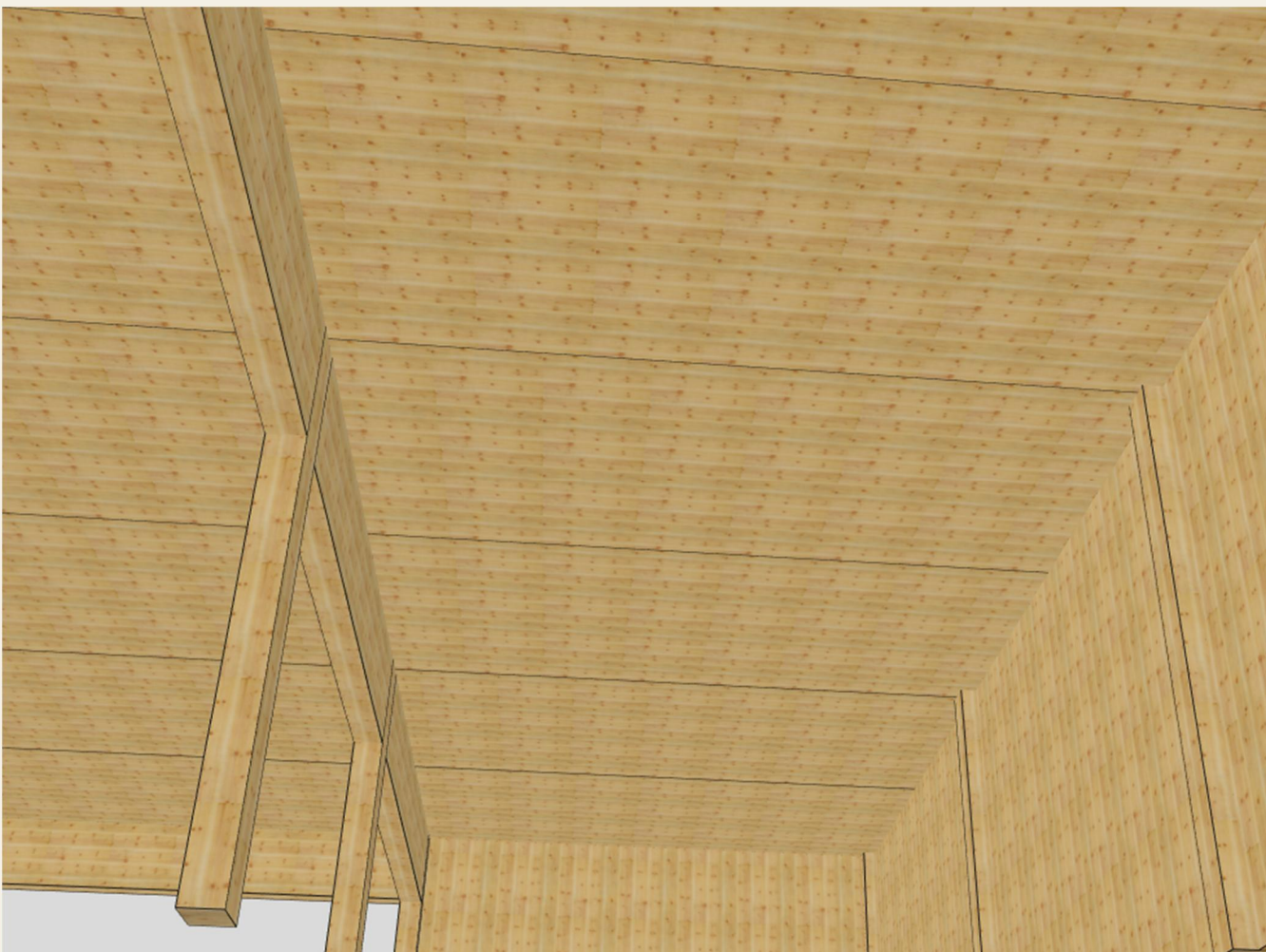
Opción 2

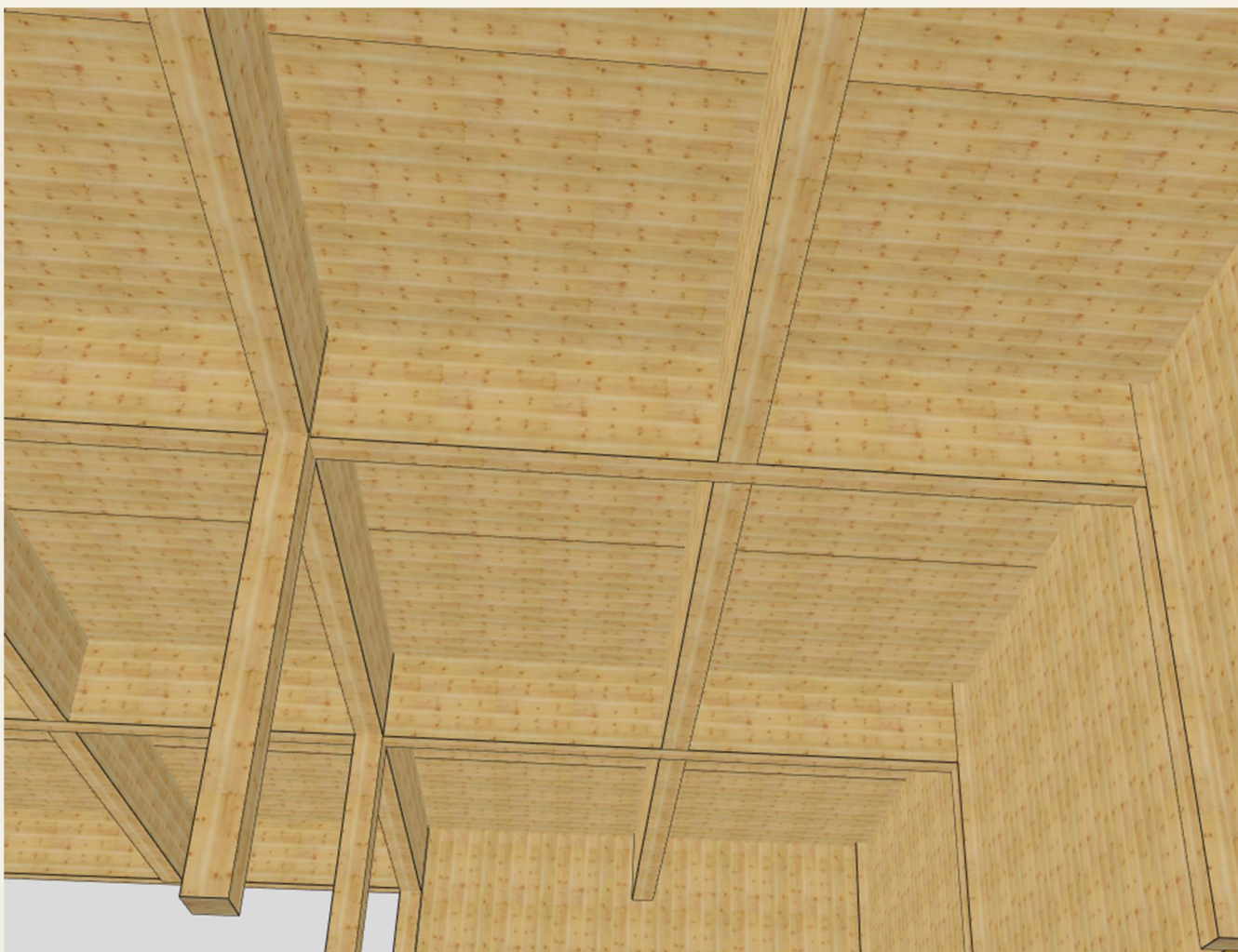
Una única viga pasante de 6 metros



Font: Vigas de madera: busca más puntos de apoyo. Pablo Martínez. Escuadria

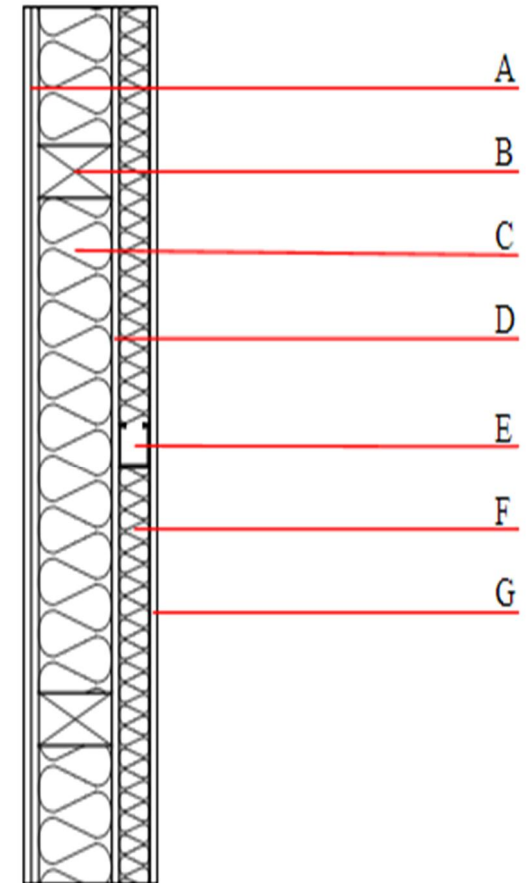
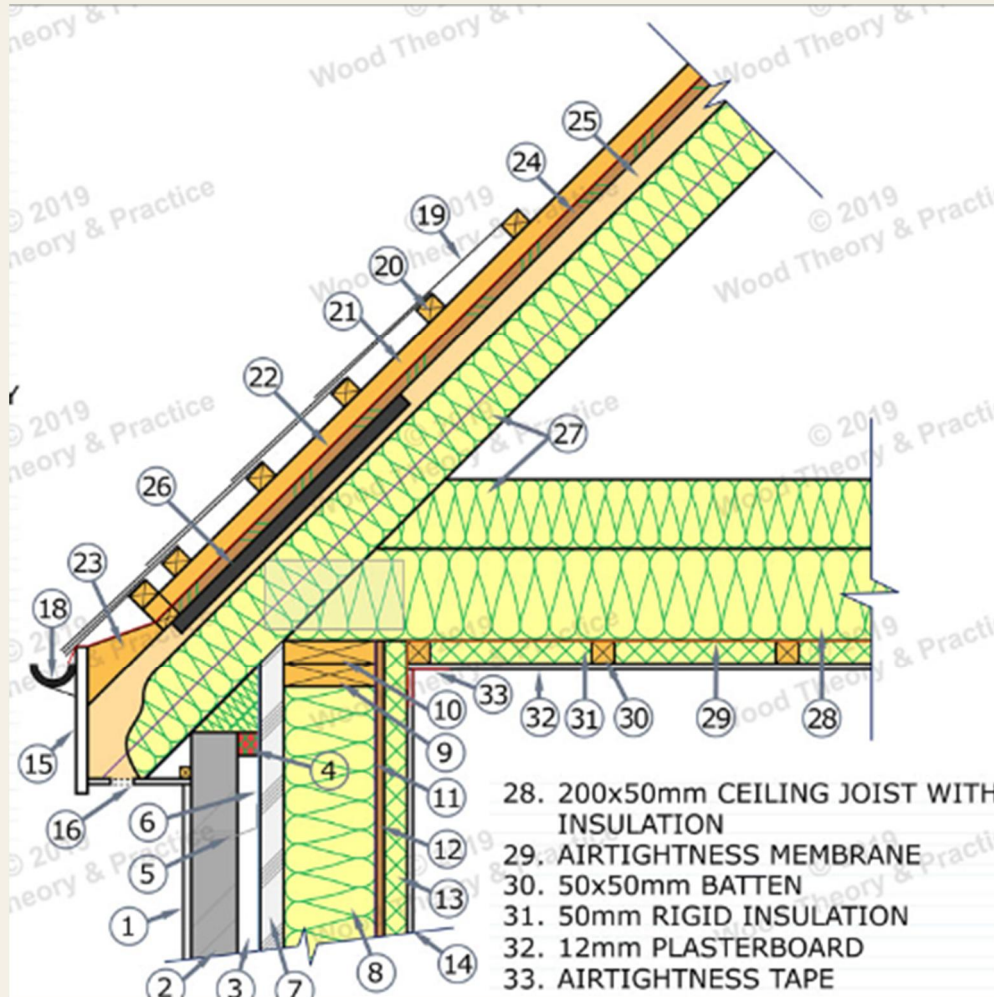
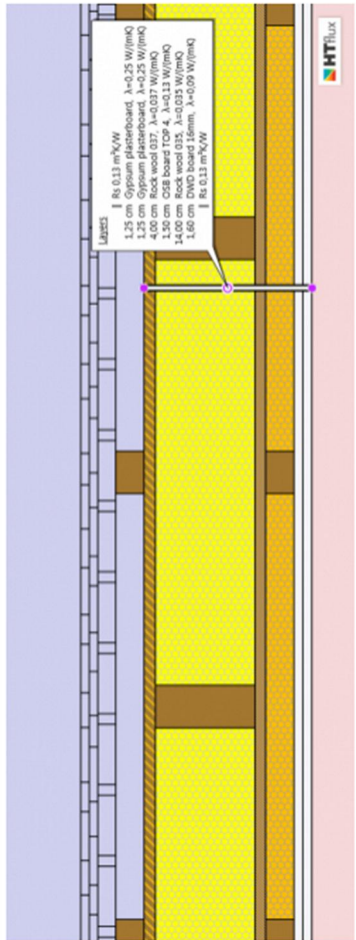






Protecció a Foc



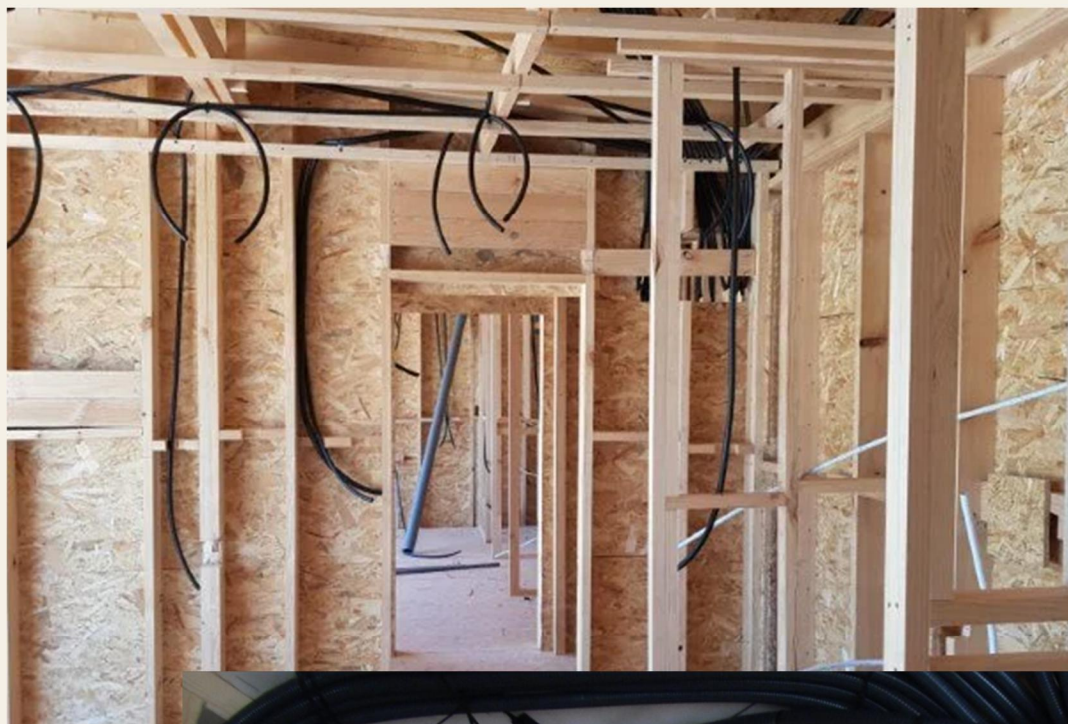




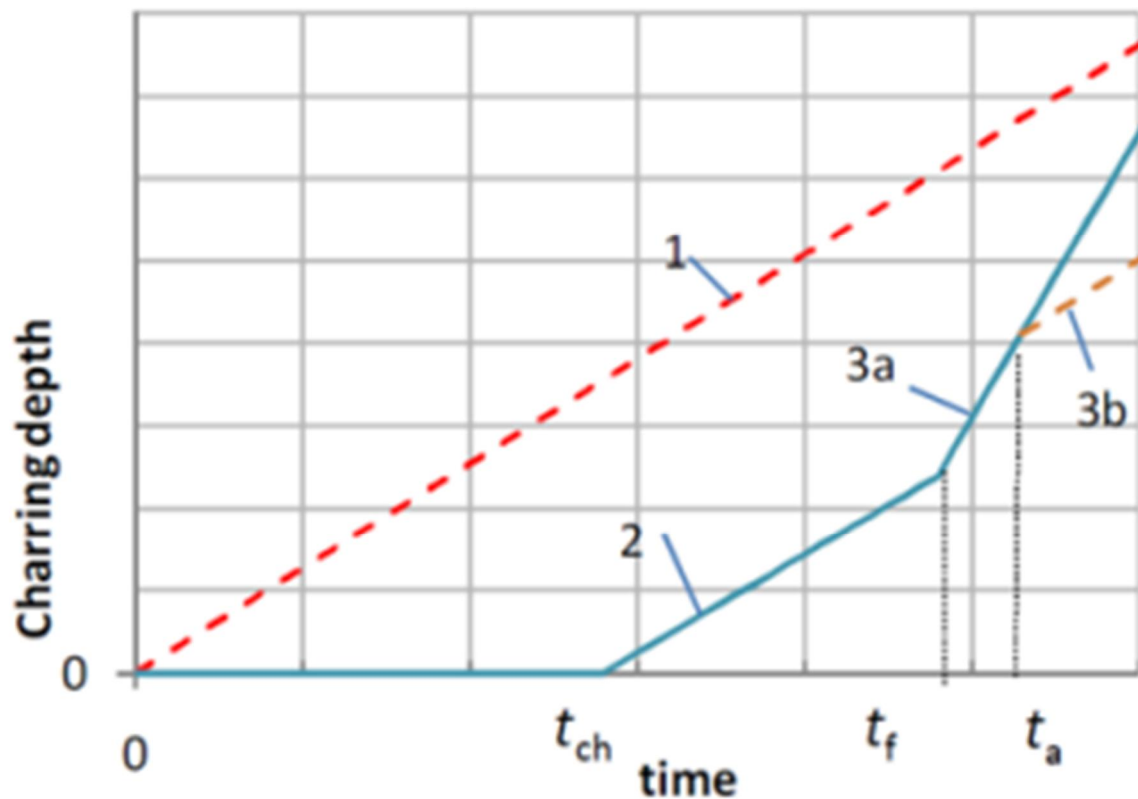












Línia 1: muntant desprotegit, velocitat carbonització constant

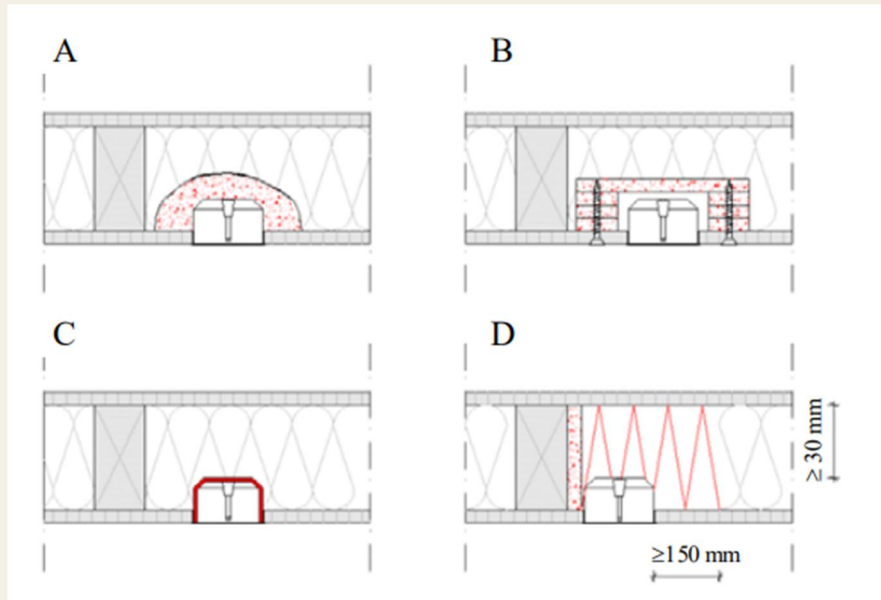
Línia de 0 a t_{ch} : temps que protegeix el muntant abans de l'inici de la carbonització.

Línia 2: carbonització més lenta si la protecció resta al seu lloc. (t_f)

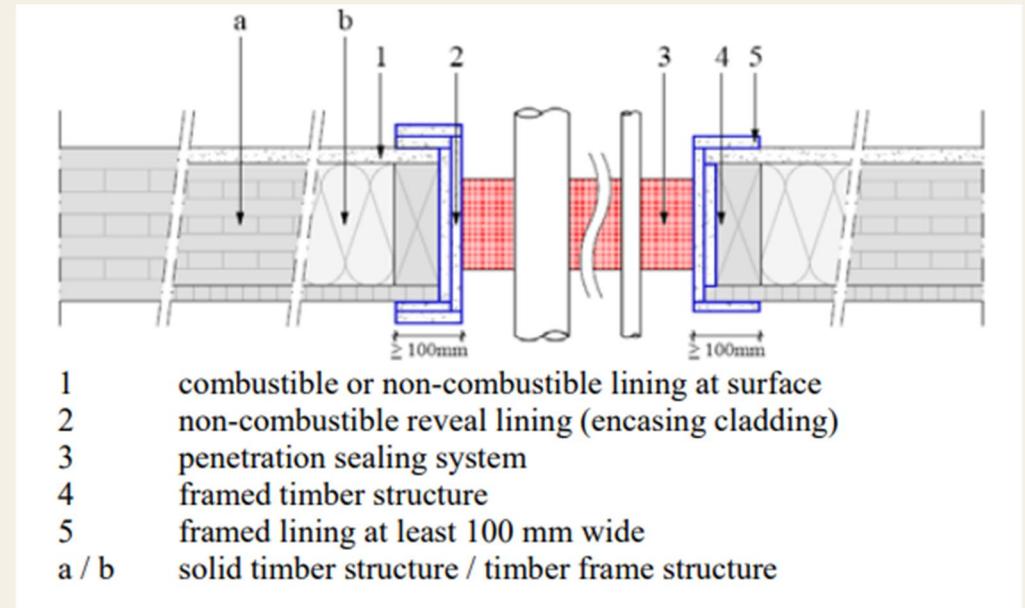
Línia 3a: velocitat de carbonització superior a la nominal un cop cau la protecció. Fins a igualar la profunditat sense protecció o 25mm, a partir d'aquí pot reduir la velocitat en 3b.

Carbonització de muntants de fusta amb i sense protecció

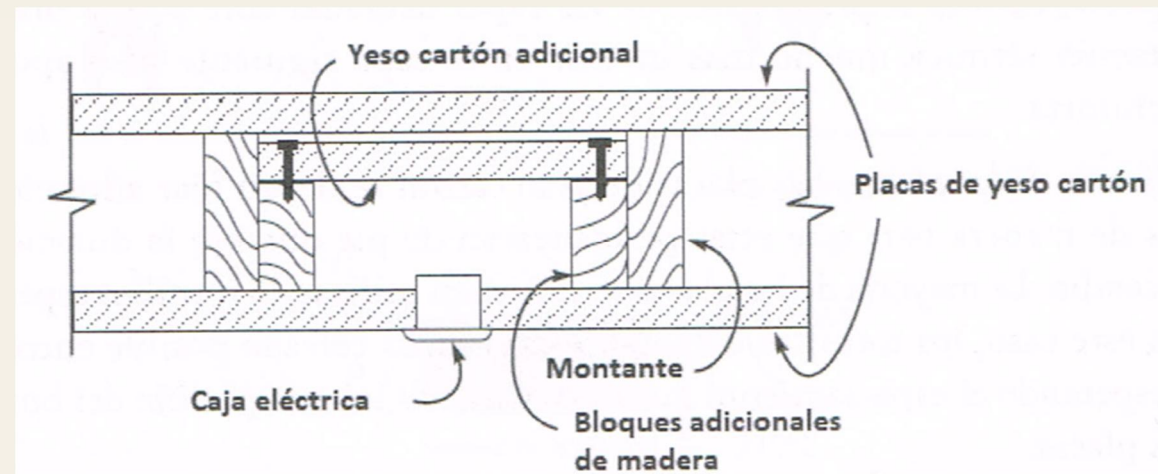
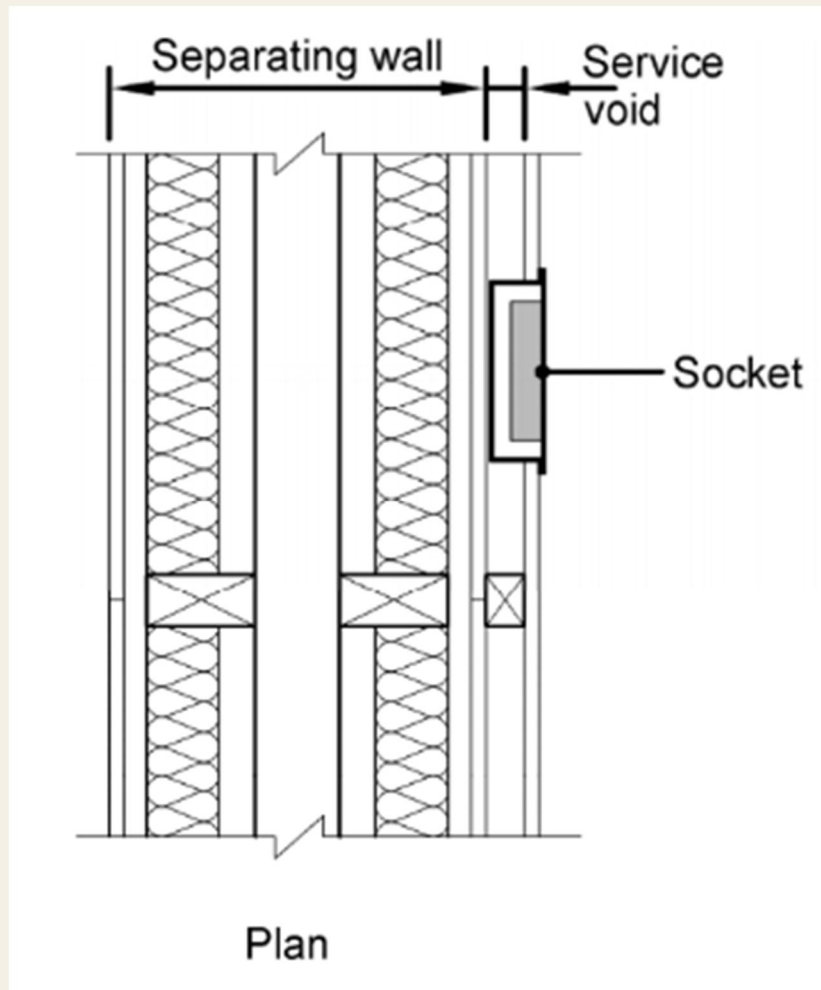
Font: PROTECTIVE EFFECT OF GYPSUM PLASTERBOARDS FOR THE FIRE DESIGN OF TIMBER STRUCTURES



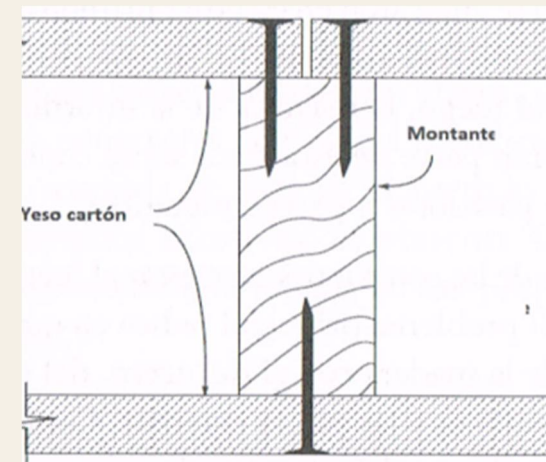
Font: Fire Safe use of wood in Buildings



Font: Fire Safe use of wood in Buildings



Font: Pablo Guindos



Font: Pablo Guindos



FUSTA CONSTRUCTIVA

6^è 6^è CONGRÉS FUSTA CONSTRUCTIVA



Protecció a la Humitat per disseny.

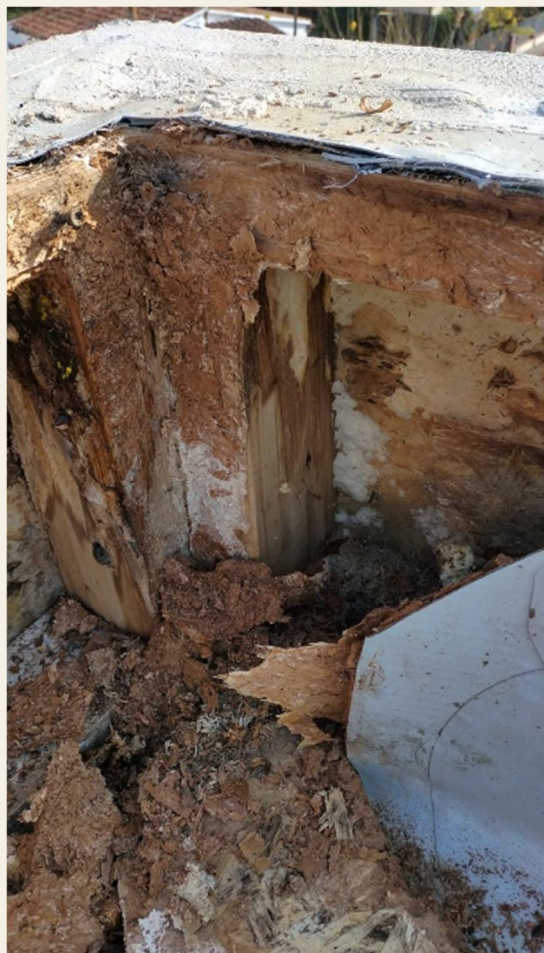
El disseny constructiu ha d'anar encaminat a mesures per evitar la infiltració d'humitat.

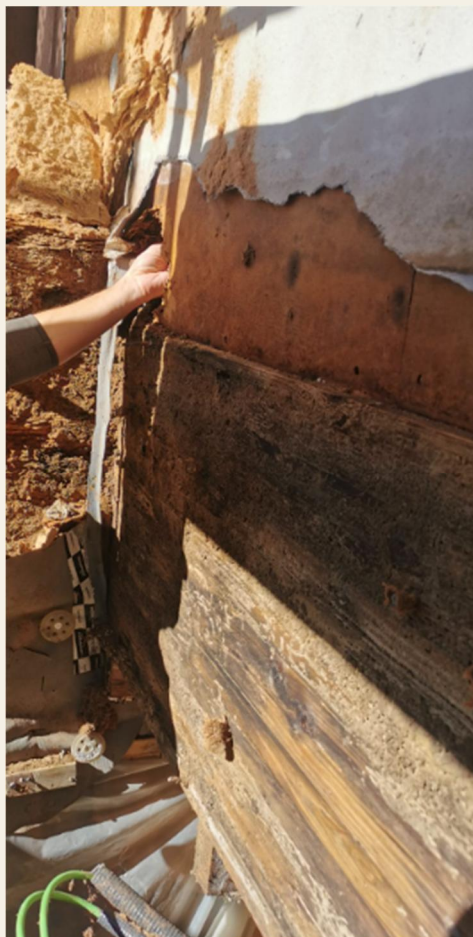
Separar la fusta del terreny per evitar humitat per capil·laritat del terreny.

Evitar estancament d'aigua, evitar deixar superfícies horitzontals i utilitzar elements que facilitin l'escorrentia.

Protegir l'estructura de la intempèrie el màxim possible, en el cas que l'estructura quedi exposada, facilitar el canvi de peces mitjançant peces de sacrifici.



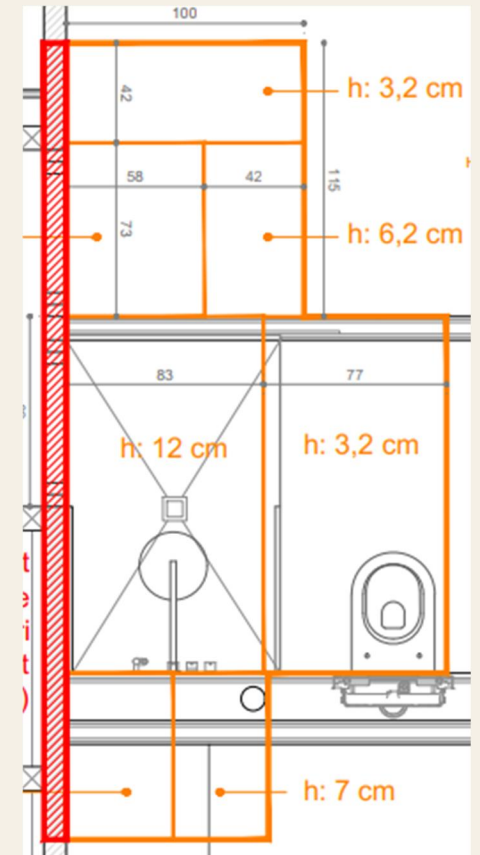




FUSTA CONSTRUCTIVA



6^è 6^è CONGRÉS FUSTA CONSTRUCTIVA



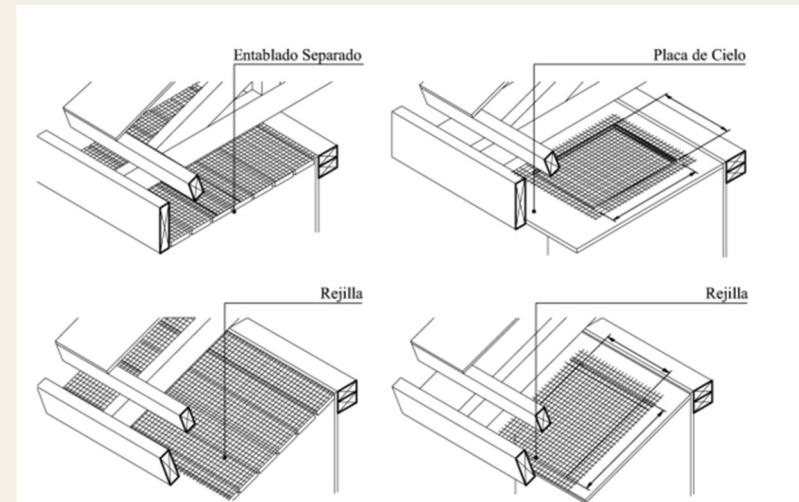
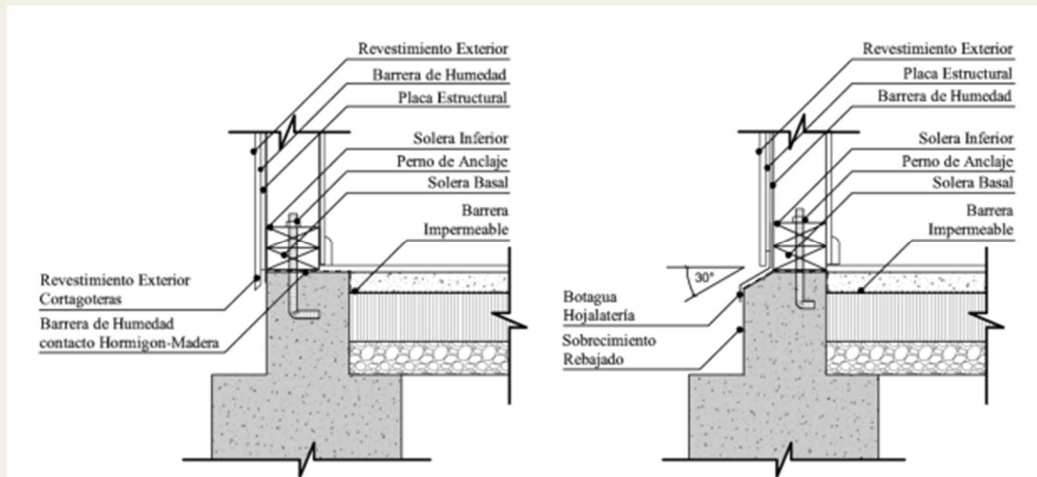
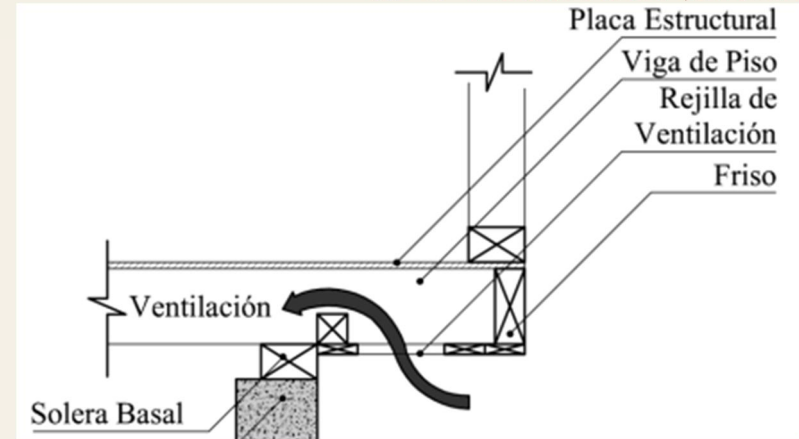
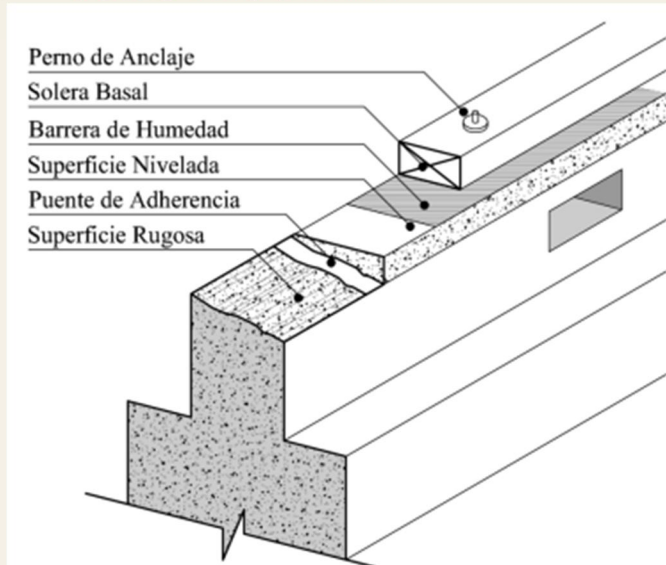


Figura 6.16: Alternativas de ventilación de alero

Protecció de la fusta per durabilitat natural.

Existeix la norma EN 350-2 “Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de madera seleccionadas por su importancia en Europa.”.

Estableix una relació de la durabilitat natural d'un conjunt d'espècies fustaners que es consideren d'importància per a la construcció a Europa. Es relaciona la durabilitat respecte a fongs xilòfags, coleòpters xilòfags de fusta seca, tèrmits i xilòfags marins.

Clase	Descripción	Duración
1	Muy durable (MD)	10 a 15 años
2	Durable (D)	7 a 12 años
3	Medianamente durable (M)	5 a 7 años
4	Poco durable (p)	3 a 5 años
5	No durable (S)	Menos de 3 meses

Tabla 6. Clases de durabilidad natural frente a los hongos xilófagos

Protecció de la fusta per impregnació.

La impregnabilitat es defineix com la capacitat que presenta una espècie de fusta a la penetració d'un líquid.

L'eficàcia d'un tractament de protecció depèn, principalment, de la quantitat de producte que es retingut per la fusta i de la profunditat a la que aquest penetra.

Clase	Descripción	Explicación
1	Impregnable	Muy fácil de impregnar, la madera aserrada puede ser impregnada totalmente con tratamiento a presión sin dificultad
2	Medianamente impregnable	Fácil de impregnar. Normalmente no es posible una impregnación completa, pero después de 2-3 horas de tratamiento bajo presión es posible alcanzar una penetración de más de 6 mm en las coníferas. En las frondosas se puede conseguir impregnación en una proporción grande de los vasos
3	Poco impregnable	Difícil de impregnar. Después de 3-4 horas de tratamiento bajo presión se alcanzan sólo penetraciones de 3 a 6 mm
4	No impregnable	Prácticamente imposible de impregnar. Después de 3-4 horas de tratamiento bajo presión sólo se absorben pequeñas cantidades de producto. Penetraciones longitudinales y laterales mínimas

UNE EN 350-2

Nom científic	Nom Vulgar	Densitat	Durabilitat Natural				Impregnabilitat	
			Fongs	Hylotrupes	Anòbids	Tèrmits	Duramen	Albura
<i>Picea Abies</i>	Avet Roig	440-470	4	SH	SH	S	3-4	3v
<i>Pinus sylvestris</i>	Pi roig	500-540	3-4	S	S	S	3-4	1
<i>Milicia excelsia</i>	Iroko	630-670	1-2	No pot ser atacada	n/d	D	4	1
<i>Larix decidua</i>	alerce	470-650	3-4	S	S	S	4	2v

Classes Durabilitat	Descripció
1	Molt durable
2	Durable
3	Mitjanament durable
4	Poc durable
5	No durable

Durabilitat natural fongs xilòfags.

Classes Durabilitat	Descripció
D	Durable
S	Sensible
SH	Duramen sensible

Durabilitat natural hylotrupes i anòbids.
n/d dades disponibles insuficients

Classes Durabilitat	Descripció
D	Durable
M	Mitjanament durable
S	Sensible

Durabilitat natural tèrmits.

Classes Impregnabilitat	Descripció
1	Impregnable
2	Mitjanament Impregnable
3	Poc Impregnable
4	No impregnable

Impregnabilitat.

v l'espècie en qüestió presenta molta variabilitat



Font: PROTECMA



Font: AITIM



Font: PROTECMA



Font: PROTECMA



Font: PROTECMA



FUSTA CONSTRUCTIVA

Kmod **ENGINYERIA EN FUSTA**

Càlcul i Disseny d'Estructures en Fusta

Albert Admetlla Font

Eng. Tècnic Forestal



6è CONGRÉS FUSTA CONSTRUCTIVA

Organitzadors:

GREMI FUSTA I MOBLE 1257



Col·laboradors:



LIGNOMAD

Interempresas®



ARQUITECTURA
m
103
ESTRUCTURAS

Patrocinadors:

