

1. PROBLEMA 1 Dimensionado ELU.
2. PROBLEMA 2 Dimensionado ELS.
3. PROBLEMA 3 Comparación de las secciones en HA, acero y madera.
4. PROBLEMA 4 Uniones



Carpinteros El término 'carpintero' en Japón es mucho más amplio que lo que entendemos en Occidente, más próximo al término arquitecto. El oficio estaba muy jerarquizado: sobre los que realizaban viviendas estaban los constructores de 'casas de té' y en la cúspide los 'miyadaiky', los constructores de templos. El carpintero cumple una doble función, debe reparar una deuda con la Naturaleza por explotarla y debe cumplir frente a la sociedad con un servicio público. Si un carpintero corta un árbol de 1000 años se ve obligado a construir un edificio que dure al menos otros 1000 años para tranquilizar su conciencia. Aunque los tiempos han cambiado se mantiene la misma filosofía. Existen en el oficio tres rangos de aprendices y lleva muchos años de estudio llegar a ser maestro carpintero y se observa un riguroso código ético entre ellos. El aprendizaje está impregnado por un fuerte espiritualismo más que en la tecnología como en Occidente. Sólo 10 maestros nuevos son licenciados cada año para trabajar en los templos, y su acreditación debe renovarse cada cinco años. La mayoría de ellos son arquitectos que se han formado en las escuelas regladas.

Filosofía de la madera Las creencias sintoístas ponen el acento en el amor y el respeto por la madera como un organismo vivo, incluso después de haberse cortado e incorporado a la edificación, donde debe asegurarse su permanencia en armonía con el medio. Se escogerán los fustes con la misma localización y orientación original, para que su espíritu permanezca sin sobresaltos. Por eso se emplean especies locales que en otras regiones no serían aceptables y soportarán las mismas cargas que las que en su estado natural. El carpintero supervisa personalmente la selección del árbol, el aserrado, el almacenaje y secado que realiza personalmente en una media de 10 años. El almacenamiento de las tablas se realiza verticalmente cada árbol para armonizar el dibujo de las tablas.

Carpintería EL templo tradicional japonés se desarrolló completamente en el siglo VII y estaba pensado para una tecnología más rudimentaria y grandes pesos por lo que las secciones de las piezas eran muy grandes y con ensamblajes muy seguros. Los carpinteros no empleaban clavos, colas o conectores que no fueran de madera lo que provocaba un gran número de complicadísimos ensamblajes que aseguraran la rigidez pero también la flexibilidad para soportar las frecuentes catástrofes naturales de la región. Hay en su catálogo dos tipos de juntas, los empalmes a testa y los ensamblajes en ángulo, y van desde soluciones sencillas hasta otras enormemente complicadas que se realizan a mano o con maquinaria portátil.

Tradición de construcción residencial

El peligro constante de terremotos, tifones y tsunamis (maremotos) ha hecho considerar la vivienda en Japón como un bien temporal (más incluso que en norteamérica), lo cual explicaría lo espartano de la decoración interior y la ligereza y transportabilidad del mobiliario. La madera siempre ha sido el material preferido para estructuras y carpintería desde hace milenios como intentando reflejarse en el espejo de los templos. La economía de esos tiempos permitía el empleo de la madera natural, sin más tratamiento que el propio curado.

AITIM Nº 186. Año 1997



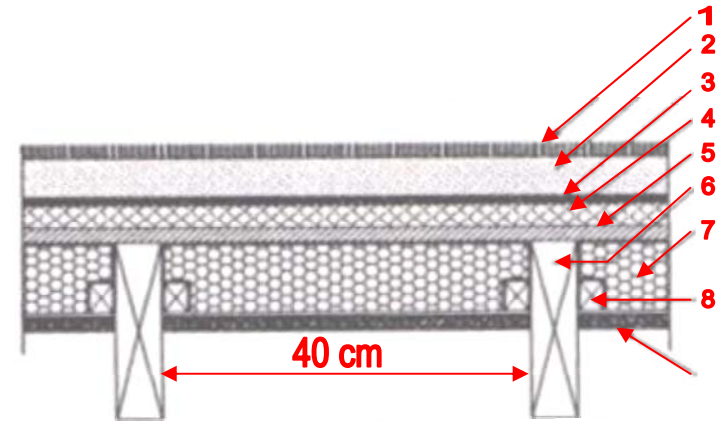
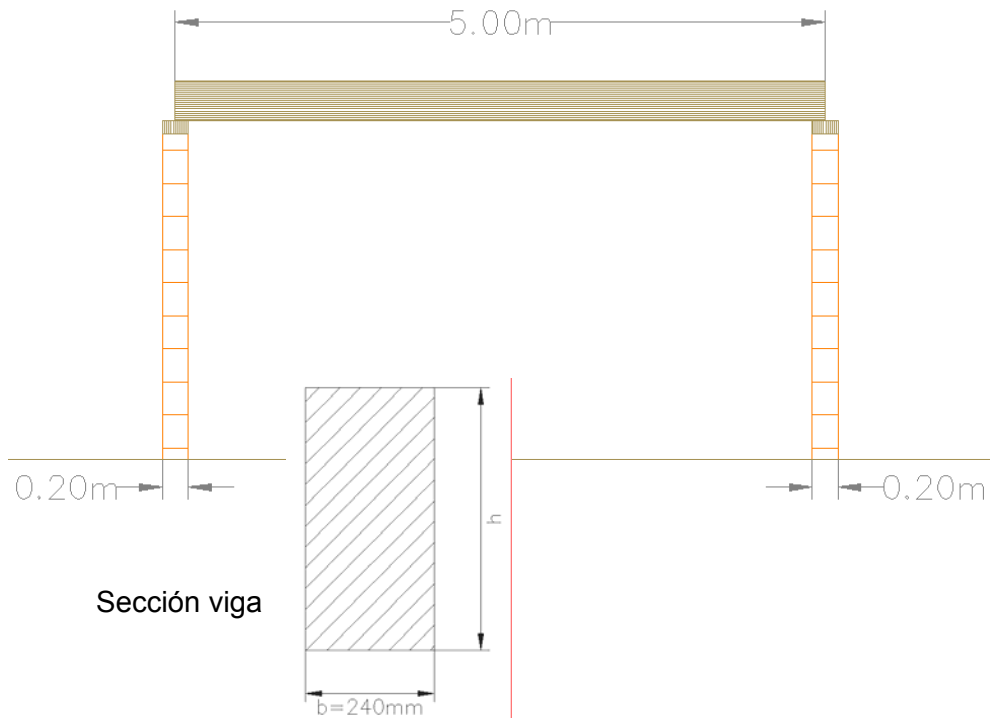
1.1. ENUNCIADO

1.2. INTRODUCCIÓN

1.3. DIMENSIONADO ELU (situación persistente o transitoria)

1.4. DIMENSIONADO ELU (situación extraordinaria FUEGO)

Dimensionar la viga para E.L.U., teniendo en cuenta que el ámbito del forjado es de 4 m y la viga está arriostrada transversalmente en toda su longitud. La clase resistente de la madera es GL24h. El ancho de la viga es de 240 mm.



1. Moqueta
2. Hormigón aligerado 50 mm
3. Polietileno
4. Poliestireno extruido (aislamiento termo-acústico) 20 mm
5. Tablero de partículas 5 mm
6. Vigueta de madera
7. Lana mineral (aislamiento termo-acústico) 50 mm
8. Listón
9. Placa de yeso 10 mm

P.P.	= 2 kN/m ²
Tabiquería	= 1 kN/m ²
S.U.	= 2 kN/m ²

1.1. ENUNCIADO

1.2. INTRODUCCIÓN

1.3. DIMENSIONADO ELU (situación persistente o transitoria)

1.4. DIMENSIONADO ELU (situación extraordinaria FUEGO)

$$X_d = \frac{(K_{mod} \cdot X_k)}{\gamma_m}$$

$$\gamma_m = 1,3$$

K_{mod} (CS1-Media)

Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
	Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

X_k

Propiedades		GL24h
Resistencia (característica), en N/mm²		
- Flexión	f _{m,g,k}	24
- Tracción paralela	f _{t0,g,k}	16,5
- Tracción perpendicular	f _{t90,g,k}	0,4
- Compresión paralela	f _{c0,g,k}	24
- Compresión perpendicular	f _{c90,g,k}	2,7
- Cortante	f _{v,g,k}	2,7
Rígidez, en kN/mm²		
- Módulo de elasticidad paralelo medio	E _{0,g,medio}	11,6
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	E _{0,g,k}	9,4
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	E _{90,g,medio}	0,39
- Módulo transversal medio	G _{g,medio}	0,72
Densidad, en kg/m³		
Densidad característica	ρ _{g,k}	380

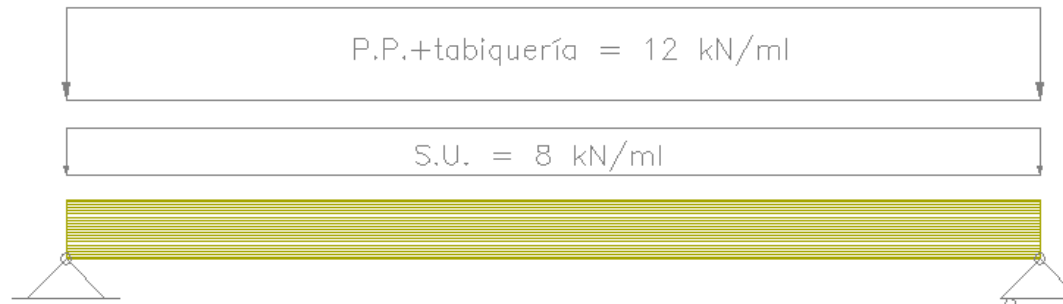
PROBLEMA 1

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

⇒ SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

⇒ SITUACIÓN EXTRAORDINARIA (fuego, impacto, etc)



1.1. ENUNCIADO

1.2. INTRODUCCIÓN

1.3. DIMENSIONADO ELU (situación persistente o transitoria)

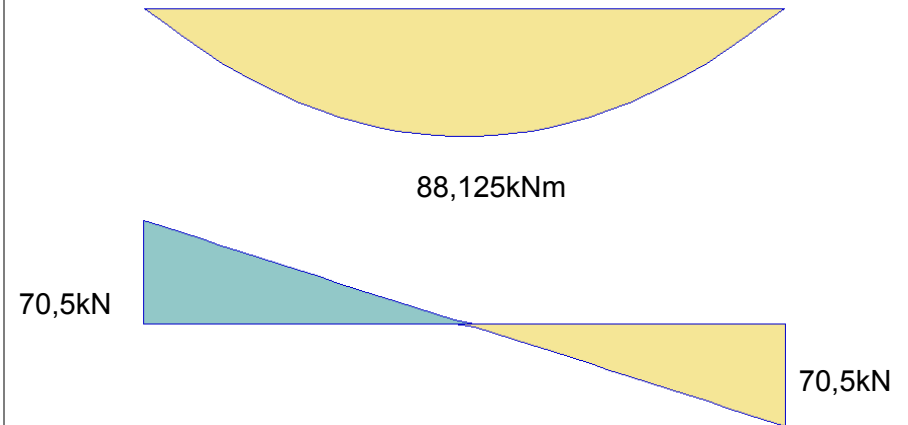
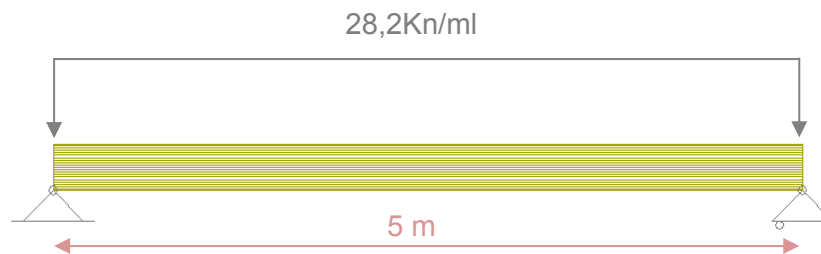
1.4. DIMENSIONADO ELU (situación extraordinaria FUEGO)

No hemos de hacer la comprobación de inestabilidad en vigas ya que se encuentra arriostrada transversalmente.

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
$$(1,35 \cdot 12 \text{ kN/ml}) + (1,5 \cdot 8 \text{ kN/ml}) = 28,2 \text{ kN/ml}$$



SOLICITACIONES

$$M_{y\max}(\text{en centro de vano}) = (q \cdot L^2) / 8 = (28,2 \cdot 5^2) / 8 = 88,125 \text{ kNm}$$

$$T_{z\max}(\text{en apoyos}) = (q \cdot L) / 2 = 70,5 \text{ kN}$$

PREDIMENSIONADO A FLEXIÓN

$$M_{y\max} / W_y \leq f_{m,d} \quad W_y = (b \cdot h^2) / 6 \quad b = 240 \text{ mm} \quad h = ?$$

$$M_{y\max} = 88,125 \text{ kNm} = 88125000 \text{ Nmm}$$

$$f_{m,d} = K_{\text{mod}} \cdot 24 / \gamma_m \text{ N/mm}^2 = 0,8 \cdot 24 / 1,3 = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

1.1. ENUNCIADO

1.2. INTRODUCCIÓN

1.3. DIMENSIONADO ELU (situación persistente o transitoria)

1.4. DIMENSIONADO ELU (situación extraordinaria FUEGO)

TENSIONES PARALELAS A LA FIBRA

SOLICITACIÓN FLEXIÓN

$$\sigma_{m,d} = M_d / W$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_{m,d} = 88125000 \text{ Nmm} / (240 \cdot 400^2 / 6) \text{ mm}^3 = 13,77 \text{ N/mm}^2$$

$$13,77 \text{ N/mm}^2 < f_{m,d} = 0,8 \cdot 24 / 1,3 = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

SOLICITACIÓN CORTANTE

$$\tau_d = 1,5 \frac{Td}{bh}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1$$

$$\tau_d = 1,5 \frac{70500}{240 \cdot 400} = 1,10 \text{ kN/mm}^2$$

$$1,10 \text{ kN/mm}^2 < f_{v,d} = 0,8 \cdot 2,7 / 1,3 = 1,66 \text{ N/mm}^2$$

TENSIONES PERPENDICULARES A LA FIBRA

SOLICITACIÓN COMPRESIÓN \perp

$$\sigma_{c,90,d} = N_d / A$$

$$\sigma_{c,90,d} / (K_{c,90} f_{c,90,d}) \leq 1$$

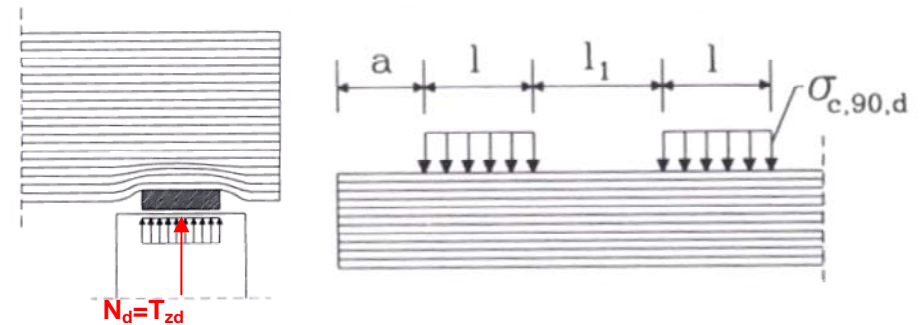
$$N_d = 70,5 \text{ kN} = 70500 \text{ N} \quad A = (240 \cdot 100) \text{ mm}^2 = 24000 \text{ mm}^2 \quad K_{c,90} = 1$$

$$\sigma_{c,90,d} = 70500 \text{ N} / 24000 \text{ mm}^2 = 2,94 \text{ N/mm}^2$$

$$2,94 \text{ N/mm}^2 > K_{c,90} f_{c,90,d} = 1 \cdot 0,8 \cdot 2,7 / 1,3 = 1,66 \text{ N/mm}^2 \quad \text{NO CUMPLE}$$

Si apoyamos la viga en todo el ancho del muro el área aumenta al doble y $\sigma_{c,90,d}$ disminuye la mitad $\sigma_{c,90,d} = 1,47 \text{ N/mm}^2$

$$1,47 \text{ N/mm}^2 < K_{c,90} f_{c,90,d} = 1 \cdot 0,8 \cdot 2,7 / 1,3 = 1,66 \text{ N/mm}^2$$

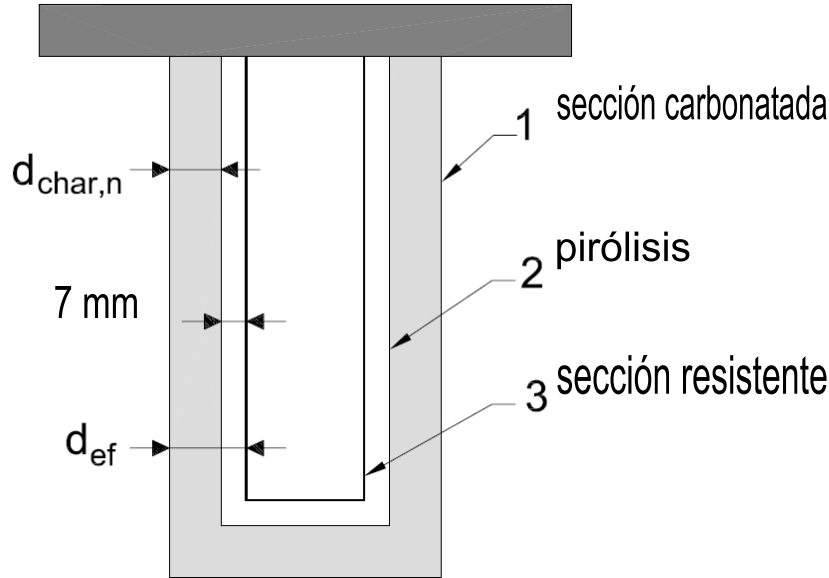


Coeficientes $K_{c,90}$

	$l_1 \leq 150 \text{ mm}$	$l_1 > 150 \text{ mm}$	
		$a \geq 100 \text{ mm}$	$a < 100 \text{ mm}$
$l \geq 150 \text{ mm}$	1	1	1
$150 \text{ mm} > l > 15 \text{ mm}$	1	$1 + \frac{150 - l}{170}$	$1 + \frac{a(150 - l)}{17000}$
$l \leq 15 \text{ mm}$	1	1,8	$1 + (a / 125)$

- 1.1. ENUNCIADO
- 1.2. INTRODUCCIÓN
- 1.3. DIMENSIONADO ELU (situación persistente o transitoria)
- 1.4. DIMENSIONADO ELU (situación extraordinaria FUEGO)

MÉTODO DE LA SECCIÓN REDUCIDA
MADERA SIN PROTECCIÓN



$$d_{ef} = d_{char,n} + 7 \text{ mm} \quad , \quad d_{char,n} = \beta_n t$$

β_n

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

Vivienda unifamiliar R-30

$t=30$ minutos $\beta_n=0,7$ $d_{char,n} = \beta_n t = 60 \cdot 0,7 = 21 \text{ mm}$ $d_{ef} = d_{char,n} + 7\text{mm} = 28\text{mm} \approx 30\text{mm}$

La sección que hemos dimensionado en la comprobación de resistencia es de $240 \times 400 \text{ mm}^2$, si descontamos 50 mm de los dos laterales y de la parte inferior expuesta al fuego, nos queda una sección de $140 \times 350 \text{ mm}^2$, vamos a ver si nos resiste la sección para la combinación en la situación extraordinaria incendio.

- 1.1. ENUNCIADO
- 1.2. INTRODUCCIÓN
- 1.3. DIMENSIONADO ELU (situación persistente o transitoria)
- 1.4. DIMENSIONADO ELU (situación extraordinaria FUEGO)**

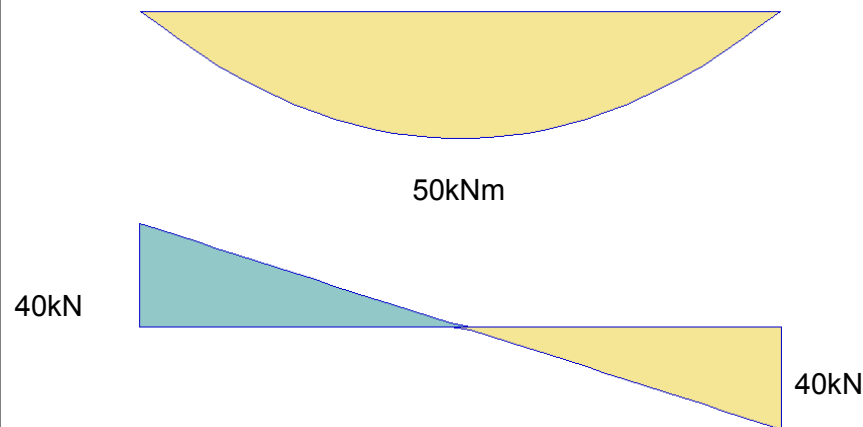
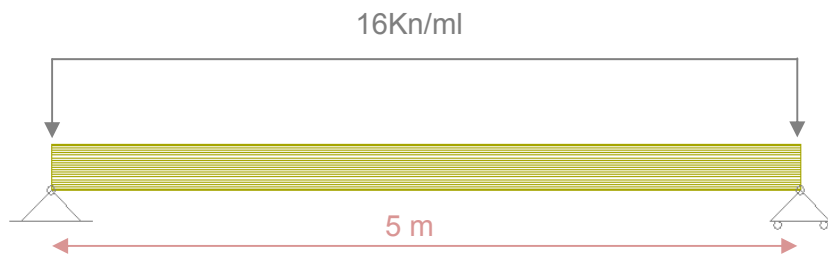
PROBLEMA 1

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$(1 \cdot 12 \text{ kN/ml}) + (1 \cdot 0,5 \cdot 8 \text{ kN/ml}) = 16 \text{ kN/ml}$$



SOLICITACIONES

$$M_{y\max}(\text{en centro de vano}) = (q \cdot L^2) / 8 = (16 \cdot 5^2) / 8 = 50 \text{ kNm}$$

$$T_{z\max}(\text{en apoyos}) = (q \cdot L) / 2 = 40 \text{ kN}$$

PREDIMENSIONADO

En este caso no hemos de predimensionar hemos de comprobar la sección resistente de 180x370mm² que nos queda de la viga despues de 30 minutos de exposición al fuego.

- 1.1. ENUNCIADO
- 1.2. INTRODUCCIÓN
- 1.3. DIMENSIONADO ELU (situación persistente o transitoria)
- 1.4. DIMENSIONADO ELU (situación extraordinaria FUEGO)

TENSIONES PARALELAS A LA FIBRA

SOLICITACIÓN FLEXIÓN

$$\sigma_{m,d} = M_d / W \longrightarrow \sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_{m,d} = 50000000 \text{ Nmm} / (180 \cdot 370^2 / 6) \text{ mm}^3 = 12,17 \text{ N/mm}^2$$

$$12,17 \text{ N/mm}^2 < f_{m,d} = 0,8 \cdot 24 / 1,3 = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

SOLICITACIÓN CORTANTE

$$\tau_d = 1,5 \frac{Td}{bh} \longrightarrow \sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1$$

$$\tau_d = 1,5 \frac{40000}{180 \cdot 370} = 0,90 \text{ kN/mm}^2$$

$$0,90 \text{ kN/mm}^2 < f_{v,d} = 0,8 \cdot 2,7 / 1,3 = 1,66 \text{ N/mm}^2$$

TENSIONES PERPENDICULARES A LA FIBRA

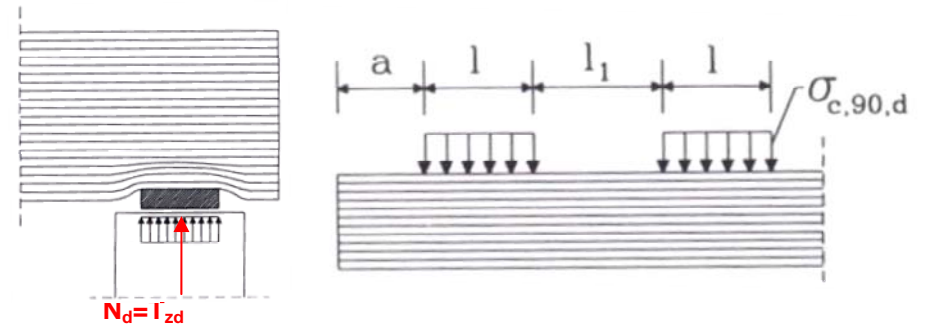
SOLICITACIÓN COMPRESIÓN ⊥

$$\sigma_{c,90,d} = N_d / A \longrightarrow \sigma_{c,90,d} / (K_{c,90} f_{c,90,d}) \leq 1$$

$$N_d = 40 \text{ kN} = 40000 \text{ N} \quad A = (180 \cdot 200) \text{ mm}^2 = 36000 \text{ mm}^2 \quad K_{c,90} = 1$$

$$\sigma_{c,90,d} = 40000 \text{ N} / 36000 \text{ mm}^2 = 1,11 \text{ N/mm}^2$$

$$1,11 \text{ N/mm}^2 < K_{c,90} f_{c,90,d} = 1 \cdot 0,8 \cdot 2,7 / 1,3 = 1,66 \text{ N/mm}^2$$



Coeficientes $K_{c,90}$

	$l_1 \leq 150 \text{ mm}$	$l_1 > 150 \text{ mm}$	
		$a \geq 100 \text{ mm}$	$a < 100 \text{ mm}$
$l \geq 150 \text{ mm}$	1	1	1
$150 \text{ mm} > l > 15 \text{ mm}$	1	$1 + \frac{150 - l}{170}$	$1 + \frac{a(150 - l)}{17000}$
$l \leq 15 \text{ mm}$	1	1,8	$1 + (a / 125)$

Si la estructura perteneciera a un edificio de viviendas tendríamos un R-60 y $d_{ef} = 50 \text{ mm}$, la sección no nos cumpliría a flexión en la situación extraordinaria por lo que para un ancho de 240mm o aumentamos el canto o la clase resistente de la madera.