

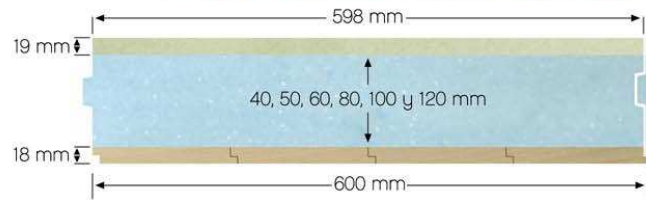
**UD II. ACCIONES ESTRUCTURALES Y COMBINACIONES**  
**ESTRUCTURAS MIXTAS Y DE MADERA**

AINA GIMENO MARTORELL

Alta Gama

# Tarima Pirineo natural

## COMPOSICIÓN-CARACTERÍSTICAS



### CARA SUPERIOR

Aglomerado hidrófugo ..... 19 mm.

### NÚCLEO

Pol. Extruido | Pol. Expandido | Lana roca .... 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 mm.

### CARA VISTA

Tarima de abeto ..... 18 mm.

### ACABADOS



Sin barnizar



Natural



Barnizado Portugal

## MECÁNICA (3 apoyos)

Flecha L/300 --- Carga en N/m<sup>2</sup>

LARGO PANEL (mm)	2490	2990	4190	5090	TÉRMICA	PESO
LUCES DE APOYOS (mm)	1245	1495	2095	2545	(xps) transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> °C)	peso panel kg/m <sup>2</sup>
<b>18 40 19</b>	3.864	2.748	-	-	0,55	21,8
<b>18 50 19</b>	4.673	3.385	-	-	0,47	22,2
<b>18 60 19</b>	5.472	4.018	2.364	-	0,41	22,5
<b>18 80 19</b>	7.060	5.281	3.116	2.253	0,33	23,2
<b>18 100 19</b>	8.654	6.558	3.970	2.906	0,28	23,9
<b>18 120 19</b>	9.216	7.680	4.810	3.572	0,23	24,6

\* Las cargas dadas se entienden como cargas de cálculo

\* La introducción de la seguridad de los materiales se ha hecho de acuerdo con el DB SE-M (marzo 2006)

Para cualquier otro tipo de composición, medida o espesor, consultar



**ACÚSTICA**  
Aislamiento a ruido aéreo ... 327 dba Rw (ISO 15841-3)

**FUEGO**  
Clasificación a fuego ... E

**PERMEABILIDAD AL AGUA** II  
Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua (μ):  
Seco ... 50 - Húmedo ... 20

## PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

Cubierta de 5090x600 mm; tres apoyos, luz de apoyos = 2545mm; **peso = 23,9 kg/m<sup>2</sup> x 1 KN/100 kg = 0,239 KN/m<sup>2</sup>**

**PESO CUBIERTA = 23,9 kg/m<sup>2</sup> x 6 m (ámbito de carga) = 143,40 kg/m x 1KN/100kg = 1,434 KN/m**

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4) (8)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

(1) Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre si 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m<sup>2</sup> para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m<sup>2</sup> para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m<sup>2</sup> para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

(2) En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

(3) Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q<sub>k</sub> se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

(4) El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

(5) Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m<sup>2</sup>.

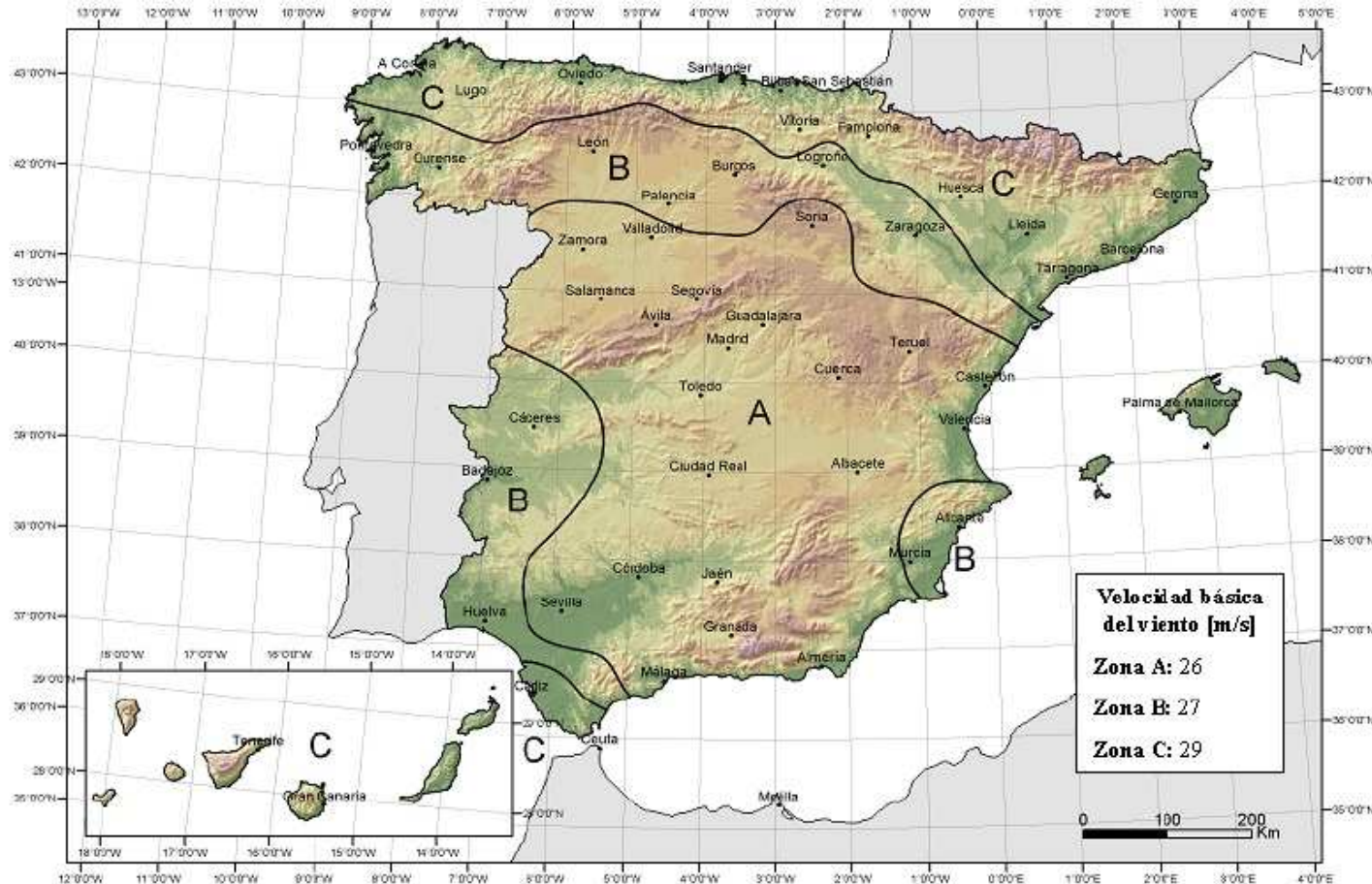
(6) Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m<sup>2</sup> y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

(7) Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

## PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

ESTRUCTURA MIXTA \_ C3 = 5 kN/m<sup>2</sup>

ESTRUCTURA DE MADERA \_ G1 Cubierta ligera sobre correas = 0,4 kN/m<sup>2</sup>



**ZONA A\_0,42 kN/m<sup>2</sup>**

**ZONA B\_0,45 kN/m<sup>2</sup>**

**ZONA C\_0,52 kN/m<sup>2</sup>**

PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

**\_PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO**

**\_COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN**

**\_COEFICIENTE DE PRESIÓN**

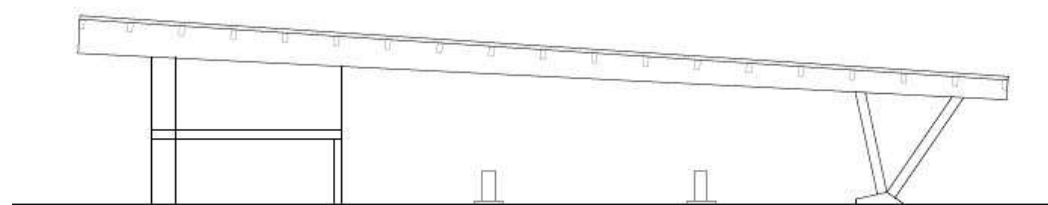
$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

Valencia\_ZONA A  $q_b = \underline{0,42 \text{ KN/m}^2}$

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$ 

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

7,70 m



PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

\_PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO

\_COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN

\_COEFICIENTE DE PRESIÓN

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

 $c_e = 2,70$

## ESTRUCTURA MIXTA\_PARAMENTOS VERTICALES

En edificios de pisos, con forjados que conectan todas las fachadas a intervalos regulares, con huecos o ventanas pequeños practicables o hermeticos, y compartimentados interiormente, para el analisis global de la estructura, bastara considerar coeficientes eolicos globales a barlovento y sotavento, aplicando la accion de viento a la superficie proyeccion del volumen edificado en un plano perpendicular a la accion de viento. Como coeficientes eolicos globales, podran adoptarse los de la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, $c_p$	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, $c_s$	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

Cuando el viento incide en el lado menor del edificio tendremos una esbeltez de  $h/d=0.407$

$$C_p = 0.7$$

$$C_s = -0.4$$

Cuando incide en el lado mayor, tenemos una esbeltez  $h/d=1.103$

$$C_p = 0.8$$

$$C_s = -0.55$$

PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

\_PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

$$c_p = 0,80 \dots \dots \dots q_e = \underline{0,91 \text{ KN/m}^2}$$

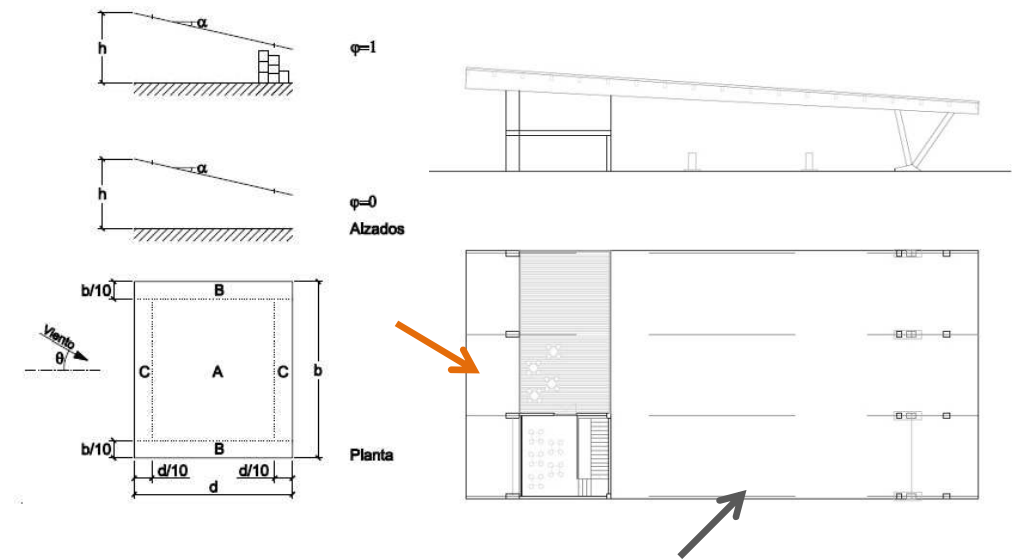
\_COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN

\_COEFICIENTE DE PRESIÓN: ESTRUCTURA MIXTA \_ ESTRUCTURA DE MADERA

$$c_s = -0,55 \dots \dots \dots q_e = \underline{-0,62 \text{ KN/m}^2}$$

# ESTRUCTURA DE MADERA\_MARQUESINA A UN AGUA

Pendiente de la cubierta $\alpha$	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción $\varphi$	Coeficientes de presión exterior		
			$C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7



Factor de obstrucción  $\varphi = 0$ ; Pendiente de la cubierta  $\alpha = 5^\circ$   
 Efecto hacia abajo:  $A=0,8$   $B=2,1$   $C=1,3$   
 Efecto hacia arriba:  $A=-1,1$   $B=-1,7$   $C=-1,8$

Factor de obstrucción  $\varphi = 1$ ; Pendiente de la cubierta  $\alpha = 5^\circ$   
 Efecto hacia abajo:  $A=0,8$   $B=2,1$   $C=1,3$   
 Efecto hacia arriba:  $A=-1,6$   $B=-2,2$   $C=-2,5$

Factor de obstrucción  $\varphi = 0$ ; Pendiente de la cubierta  $\alpha = 0^\circ$   
 Efecto hacia abajo:  $A=0,5$   $B=1,8$   $C=1,1$   
 Efecto hacia arriba:  $A=-0,6$   $B=-1,3$   $C=-1,4$

## PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

\_PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO

\_COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN

\_COEFICIENTE DE PRESIÓN: ESTRUCTURA MIXTA \_ ESTRUCTURA DE MADERA

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

VIGA\_A:  $c_p = +1,6$ ;  $q_e = +1,81 \text{ KN/m}^2$

CORREAS  $c_p = +2,5$ ;  $q_e = +2,84 \text{ KN/m}^2$



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

Valencia\_ZONA 5 NIEVE = 0,20 KN/ m<sup>2</sup>

No hay acumulación de nieve en la cubierta

## Anejo SI E Resistencia al fuego de las estructuras de madera

### E.2 Método de la sección reducida

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0$$

$d_{char,n}$ : profundidad carbonizada nominal de cálculo, se determinará de acuerdo con el apartado E.2.2.

$d_0$ : de valor igual a 7 mm

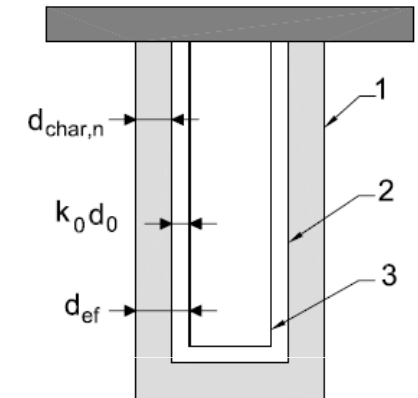
$k_0$ : de valor igual a 1 para un tiempo,  $t$ , mayor o igual a 20 minutos y  $t/20$  para tiempos inferiores, en el caso de superficies no protegidas o superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización,  $t_{ch}$ , sea menor o igual que 20 minutos. Para superficies protegidas cuyo 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.

$d_{char,n}$ : Profundidad carbonizada:  $d_{char,n} = \beta_n t$

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo,  $\beta_n$ , de maderas sin protección

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

<sup>(1)</sup> Para densidad característica comprendida entre 290 y 450  $\text{kg/m}^3$ , se interpolará linealmente



Sección carbonizada por las cuatro caras.

Estableciendo una RF-60 y conífera (abeto) de madera laminada:

$$d_{char,n} = \beta_n t = 0,70 \times 60 = 42 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 42\text{mm} + 1 \cdot 7\text{mm} = \underline{49\text{mm}}$$

## ESTRUCTURA MIXTA

P.P. FORJADO..... \_ KN/m<sup>2</sup>  
SOBRECARGA.....5 KN/m<sup>2</sup>  
VIENTO PÓRTICO.....0,91 KN/m<sup>2</sup> y -0,62 KN/m<sup>2</sup>  
NIEVE.....0,2 KN/m<sup>2</sup>

## ESTRUCTURA DE MADERA

P.P. FORJADO.....0.239 KN/m<sup>2</sup>  
SOBRECARGA.....0,4KN/m<sup>2</sup>  
VIENTO PÓRTICO..... +-1,81 KN/m<sup>2</sup>  
VIENTO CORREAS..... +-2,84 KN/m<sup>2</sup>  
NIEVE.....0,2 KN/m<sup>2</sup>  
Profundidad eficaz de carbonización,  $d_{ef} = 49$  mm

## ESTRUCTURA MIXTA

1\_ PP + SOBRECARGA (efectos desfavorables)

$$1,35 \cdot \dots \text{KN/m}^2 + 1,5 \cdot 5 \text{ KN/m}^2$$

2\_ PP (favorable) + VIENTO (desfavorable)

$$0,8 \cdot \dots \text{KN/m}^2 + 1,5 \cdot (-0,62) \text{ KN/m}^2$$

3\_ PP + VIENTO + NIEVE (efectos desfavorables)

$$1,35 \cdot \dots \text{KN/m}^2 + 1,5 \cdot 0,91 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2$$

$$1,35 \cdot \dots \text{KN/m}^2 + 1,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,91 \text{ KN/m}^2$$

## ESTRUCTURA DE MADERA

1\_ PP + SOBRECARGA (efectos desfavorables)

$$1,35 \cdot 0,232 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \cdot 0,4 \text{ KN/m}^2 = 0,9132 \text{ KN/m}^2$$

2\_ PP (favorable) + VIENTO (desfavorable)

$$0,8 \cdot 0,232 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \cdot (-1,81) \text{ KN/m}^2 = -2,53 \text{ KN/m}^2$$

3\_ PP + VIENTO + NIEVE (efectos desfavorables)

$$\underline{1,35 \cdot 0,232 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \cdot 1,81 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 = 3,18765 \text{ KN/m}^2}$$

$$1,35 \cdot 0,232 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot 1,81 \text{ KN/m}^2 = 2,2422 \text{ KN/m}^2$$

### \_SITUACIÓN EXTRAORDINARIA: INCENDIO

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

PP + SOBRECARGA (efectos desfavorables)

$$1,00 \cdot 0,232 \text{ KN/m}^2 + 0 \cdot 0,4 \text{ KN/m}^2 = 0,232 \text{ KN/m}^2$$

PP (favorable) + VIENTO (desfavorable)

$$0 \cdot 0,232 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot (-1,81) \text{ KN/m}^2 = -0,905 \text{ KN/m}^2$$

PP + VIENTO + NIEVE (efectos desfavorables)

$$\underline{1,00 \cdot 0,232 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot 1,81 \text{ KN/m}^2 + 0 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 = 1,137 \text{ KN/m}^2}$$

PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

**ELU\_ASIGNACIÓN DE CARGA SOBRE PÓRTICO TIPO:**

$$1,35 \cdot 0,239 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \cdot 1,81 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 = 3,18765 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ m} = \underline{19,13 \text{ KN/m}}$$

## ESTRUCTURA MIXTA

1\_ PP + SOBRECARGA (efectos desfavorables)

$$\dots \text{KN/m}^2 + 5 \text{ KN/m}^2$$

2\_ PP (favorable) + VIENTO (desfavorable)

$$\dots \text{KN/m}^2 + (-0,62) \text{ KN/m}^2$$

3\_ PP + VIENTO + NIEVE (efectos desfavorables)

$$\dots \text{KN/m}^2 + 0,91 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2$$

$$\dots \text{KN/m}^2 + 0,2 \text{ KN/m}^2 + 0,6 \cdot 0,91 \text{ KN/m}^2$$

**ESTRUCTURA DE MADERA**

**1\_** PP + SOBRECARGA (efectos desfavorables)

$$0,232 \text{ KN/m}^2 + 0,4 \text{ KN/m}^2 = 0,632 \text{ KN/m}^2$$

**2\_** PP (favorable) + VIENTO (desfavorable)

$$0,232 \text{ KN/m}^2 + (-1,81) \text{ KN/m}^2 = -1,578 \text{ KN/m}^2$$

**3\_** PP + VIENTO + NIEVE (efectos desfavorables)

$$0,232 \text{ KN/m}^2 + 1,81 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 = 2,142 \text{ KN/m}^2$$

$$0,232 \text{ KN/m}^2 + 0,2 \text{ KN/m}^2 + 0,6 \cdot 1,81 \text{ KN/m}^2 = 1,518 \text{ KN/m}^2$$

PESOPROPIO\_SOBRECARGA\_VIENTO\_NIEVE\_INCENDIO\_RESUMEN\_COMBINACIONES

**ELS\_ ASIGNACIÓN DE CARGA SOBRE PÓRTICO TIPO:**

$$0,232 \text{ KN/m}^2 + 1,81 \text{ KN/m}^2 + 0,5 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 = 2,142 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ m} = \underline{12,852 \text{ KN/m}}$$