



TECNIFUSIA



RESTAURACIÓN

APLICACIONES DE LA RESINA EPOXY MASTIFIX
REPARACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE MADERA



CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. C.T.E. DOCUMENTO BÁSICO SE-M. SEGURIDAD ESTRUCTURAL – MADERA

CÁLCULO DE UN SOLIVO

Luz	L	4,5 m	Pino Silvestre C 22 $E=E_{0,med}$ 10.000 N/mm ² $f_{m,k}$ 22 N/mm ² $f_{v,k}$ 2,4 N/mm ²
Escuadría	b.h	170x210 mm	
Separación	s	550 mm	
Mod. resistente	$W=b.h^2/6$	1.249.500 mm ³	
Mom. de inercia	$I=b.h^3/12$	131.197.500 mm ⁴	
Cargas	permanente	2,5 kN/m ²	Cargas lineales
	Tabiquería	1,0 kN/m ²	$q_p = (2,5+1) \cdot 0,55 = 1,925$ kN/m
	Uso	2,0 kN/m ²	$q_u = 2 \cdot 0,55 = 1,1$ kN/m
Clase de servicio		1	

FLECHA

$F=(5/384) \cdot (q \cdot L^4/E.I)$	para carga permanente $f_p =$	7,85mm
	para carga de uso $f_u =$	4,46mm
Flecha inicial (sin fluencia)		4,46mm (L/1009)
Flecha final		
$f_{fin} = f_p \cdot (1+K_{def}) + f_u \cdot (1+K_{def}) =$	$7,85 \cdot (1+0,6) + 4,46 \cdot (1+0,18) =$	17,82mm (L/252)

RESISTENCIA A FLEXIÓN

$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ siendo	$\sigma_{m,d}$ tensión máxima de cálculo a flexión	
	$f_{m,d}$ resistencia de cálculo a flexión	
para cargas permanentes:		
$M_p =$	$1,35 \cdot q_p \cdot L^2/8 =$	$1,35 \cdot 1,925 \cdot 4,5^2 / 8 =$ 6,578 kN.m
$\sigma_{m,d} =$	$M_p/W =$	$6.578.000 / 1.249.500 =$ 5,26 N/mm ²
$f_{m,d} =$	$K_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M =$	$0,6 \cdot 22 / 1,3 =$ 10,15 N/mm ²
Indice de agotamiento de la sección para carga permanente y de uso:		
	$I_m =$	0,52 < 1
$M_{p,u} = (1,35 \cdot q_p \cdot L^2/8) + (1,50 \cdot q_u \cdot L^2/8) =$	$(1,35 \cdot 1,925 \cdot 4,5^2/8) + (1,50 \cdot 1,1 \cdot 4,5^2/8) =$	10,75 kN.m
$\sigma_{m,d} =$	$M_{p,u}/W =$	$10.750.000 / 1.249.500 =$ 8,60 N/mm ²
$f_{m,d} =$	$K_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M =$	$0,8 \cdot 22 / 1,3 =$ 13,54 N/mm ²
Indice de agotamiento de la sección	$I_m =$	0,64 < 1

RESISTENCIA A CORTANTE

$\tau_{p,u} \leq f_{v,d}$ siendo	$\tau_{p,u}$ tensión máxima de cálculo a cortante	
	$f_{v,d}$ resistencia de cálculo a cortante	
para la combinación + desfavorable:		
$V_{p,u} = 1,35 \cdot q_p \cdot L/2 + 1,50 \cdot q_u \cdot L/2 =$	$(1,35 \cdot 1,925 \cdot 4,5/2) + (1,50 \cdot 1,1 \cdot 4,5/2) =$	9,56 kN
$\tau_{p,u} =$	$1,5 V_{p,u} / b \cdot h =$	$1,5 \cdot 9.560 / 170 \cdot 210 =$ 0,40 N/mm ²
$f_{v,d} =$	$K_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M =$	$0,8 \cdot 2,4 / 1,3 =$ 1,48 N/mm ²
Indice de agotamiento de la sección	$I_m =$	0,27 < 1

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. C.T.E.

DOCUMENTO BÁSICO SE-M. SEGURIDAD ESTRUCTURAL – MADERA

TABLAS

Clase de servicio 1. Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20+-2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 65% unas pocas semanas al año.

Clase de servicio 2. Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20+-2°C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

Clase de servicio 3. Condiciones ambientales que conduzcan a contenido de humedad superior al de la Clase de servicio 2.

FACTOR DE FLUENCIA K_{def} PARA MADERA MACIZA

Acción	Clase de servicio		
	1	2	3
Permanente	0,60	0,80	2,00
Sobrecarga de uso en viviendas y oficinas	0,18	0,24	0,60
Sobrecarga de uso en locales públicos de reunión y comerciales	0,36	0,48	1,20
Sobrecarga en almacenes	0,48	0,64	1,60
Sobrecarga de uso en cubiertas no transitables	0	0	0
Nieve	0	0	0
Viento	0	0	0

FACTOR DE MODIFICACIÓN k_{mod}

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

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA EL MATERIAL, γ_M

Situaciones persistentes y transitorias	
Madera maciza	1,30
Madera laminada encolada	1,25
Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, DM, blandos)	1,30
Uniones	1,30
Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias	1,00

CLASES RESISTENTES DE MADERA ASERRADA. VALORES CARACTERÍSTICOS

Especies coníferas y chopo

		C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
propiedades resistentes en N/mm ²										
Flexión	f _{mk}	14	16	18	22	24	27	30	35	40
Tracción paralela	f _{t0k}	8	10	11	13	14	16	18	21	24
Tracción perpendicular	f _{t90k}	0.34	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
Compresión paralela	f _{c0k}	16	17	18	20	21	22	23	25	26
Compresión perpendicular	f _{c90k}	2.0	2.2	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
Cortante	f _{vk}	1.7	1.8	2.0	2.4	2.5	2.8	3.0	3.4	3.8

Propiedades de rigidez en kN/mm²

Módulo de elasticidad paralelo medio	E _{0mean}	7	8	9	10	11	12	12	13	14
Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	E _{0.05}	4.7	5.4	6.0	6.7	7.4	8.0	8.0	8.7	9.4
Módulo de elasticidad perpendicular medio	E _{90mean}	0.23	0.27	0.30	0.33	0.37	0.40	0.40	0.43	0.47
Módulo de cortante medio	G	0.44	0.50	0.56	0.63	0.69	0.75	0.75	0.81	0.88

Densidad en Kg/m³

Densidad	P _k	290	310	320	340	350	370	380	400	420
Densidad media	P _{mean}	350	370	380	410	420	450	460	480	500

CLASES RESISTENTES DE MADERA ASERRADA VALORES CARACTERÍSTICOS (CONTINUACIÓN)

Especies frondosas

		D30	D35	D40	D50	D60	D70
Propiedades resistentes en N/mm²							
Flexión	f _{mk}	30	35	40	50	60	70
Tracción paralela	f _{t0k}	18	21	24	30	36	42
Tracción perpendicular	f _{t90k}	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Compresión paralela	f _{c0k}	23	25	26	29	32	34
Compresión perpendicular	f _{c90k}	8.0	8.4	8.8	9.7	10.5	13.5
Cortante	f _{vk}	3.0	3.4	3.8	4.6	5.3	6.0
Propiedades de rigidez en kN/mm²							
Módulo de elasticidad paralelo medio	E _{0mean}	10	10	11	14	17	20
Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	E _{0.05}	8.0	8.7	9.4	11.8	14.3	16.8
Módulo de elasticidad perpendicular medio	E _{90mean}	0.64	0.69	0.75	0.93	1.13	1.33
Módulo de cortante medio	G	0.60	0.65	0.70	0.88	1.06	1.25
Densidad en Kg/m³							
Densidad	P _k	530	560	590	650	700	900
Densidad media	P _{mean}	640	670	700	780	840	1080

ASIGNACIÓN DE CLASE RESISTENTE A PARTIR DE LA CALIDAD DE LA ESPECIE ARBÓREA

Norma	Especie (procedencia)	Clase resistente									
		C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	D35	D40
UNE 56.544	Pino Silvestre (España)	-	-	ME-2	-	-	ME-1	-	-	-	-
	Pino pinaster (España)	-	-	ME-2	-	ME-1	-	-	-	-	-
	Pino insignis (España)	-	-	ME-2	-	ME-1	-	-	-	-	-
	Pino Laricio (España)	-	-	ME-2	-	-	-	ME-1	-	-	-
NF B 52.001-4	Abeto (Francia)	-	-	-	ST-III	ST-II	-	ST-I	-	-	-
	Falso Abeto (Francia)	-	-	-	ST-III	ST-II	-	ST-I	-	-	-
	Pino Oregón (Francia)	-	-	-	ST-III	ST-II	-	-	-	-	-
	Pino Pinaster (Francia)	-	-	ST-III	-	ST-II	-	-	-	-	-
DIN 4074	Abeto (Europa: central, N y E)	-	S7	-	-	S10	-	S13	-	-	-
	Falso abeto (Europa: N y E)	-	S7	-	-	S10	-	S13	-	-	-
	Pino silvestre (Europa: central, N y E)	-	S7	-	-	S10	-	S13	-	-	-
INSTA 142	Abeto (Europa: N y NE)	T0	-	T1	-	T2	-	T3	-	-	-
	Falso abeto (Europa: N y NE)	T0	-	T1	-	T2	-	T3	-	-	-
	Pino silvestre (Europa: N y NE)	T0	-	T1	-	T2	-	T3	-	-	-
BS 4978	Abeto (Reino Unido)	-	GS	-	-	SS	-	-	-	-	-
	Pino silvestre (Reino Unido)	-	GS	-	-	SS	-	-	-	-	-
BS 5756	Iroko (Africa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HS
	Jarrah (Australia)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HS
	Teca (Africa y Asia SE)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HS



TECNIFUSTA
RESTAURACIÓN

COSA D'EN LLOP, 109. L'ESCALA. GIRONA.
TEL. 972 770066. FAX 972 770066. info@tecnifusta.com

