

MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL

DEFINICIÓN

Se llama madera aserrada estructural a aquella madera clasificada específicamente para uso estructural, cuya especie y origen tiene sus propiedades mecánicas determinadas por ensayo normalizado.

HISTORIA

Las primeras referencias a la clasificación de la madera aserrada se remontan a las reglas de clasificación decorativa escandinava recogidas por Swan Alverdson, en 1754. En 1833, ya estaban implantadas en estado de Maine (Estados Unidos) reglas de clasificación para sus maderas comerciales, este ejemplo se fue ampliando posteriormente a la zona de los grandes lagos y finalmente al sur de Estados Unidos en 1880. A finales del siglo XX se introdujeron reglas de clasificación en los estados de la zona Oeste.

La introducción de las clasificaciones estructurales cobró un nuevo impulso a partir de 1970 cuando se paso del ensayo de probetas de madera de tamaño reducido y libre de defectos a probetas de madera con dimensiones y características comerciales, con los defectos propios de su calidad. Esta nueva metodología es la base de las principales normas de clasificación utilizadas en la actualidad, que permiten la asignación de propiedades mecánicas a un amplio número de especies de madera.

NOMENCLATURA Y TERMINOLOGÍA DE LA MADERA

Para evitar posibles ambigüedades en la designación de las especies de madera, es muy recomendable utilizar la denominación comercial de la madera junto con su nombre botánico, de acuerdo con las indicaciones de la norma europea EN 13.556.

En el mercado se encuentra una división comercial de especies en tres grandes grupos: coníferas (pinos, abeto, alerce, etc.), frondosas boreales (roble, castaño,

haya, etc.) y frondosas tropicales (iroko, elondo, etc.).

ESPECIES UTILIZADAS

De la gran variedad de especies de origen español, las más utilizadas en la actualidad o en el pasado en estructuras de madera son las siguientes:

- Pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.)
- Pino laricio (*Pinus nigra* Arnold ssp *salzmannii*. o *Pinus laricio* Loud)
- Pino pinaster (*Pinus pinaster* Ait.)
- Pino radiata (*Pinus radiata* D. Don)
- Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.)
- Castaño (*Castanea sativa* Mill.)
- Roble (*Quercus robur* L. o *Quercus petraea* Liebl.)
- Chopo (*Populus* sp.)

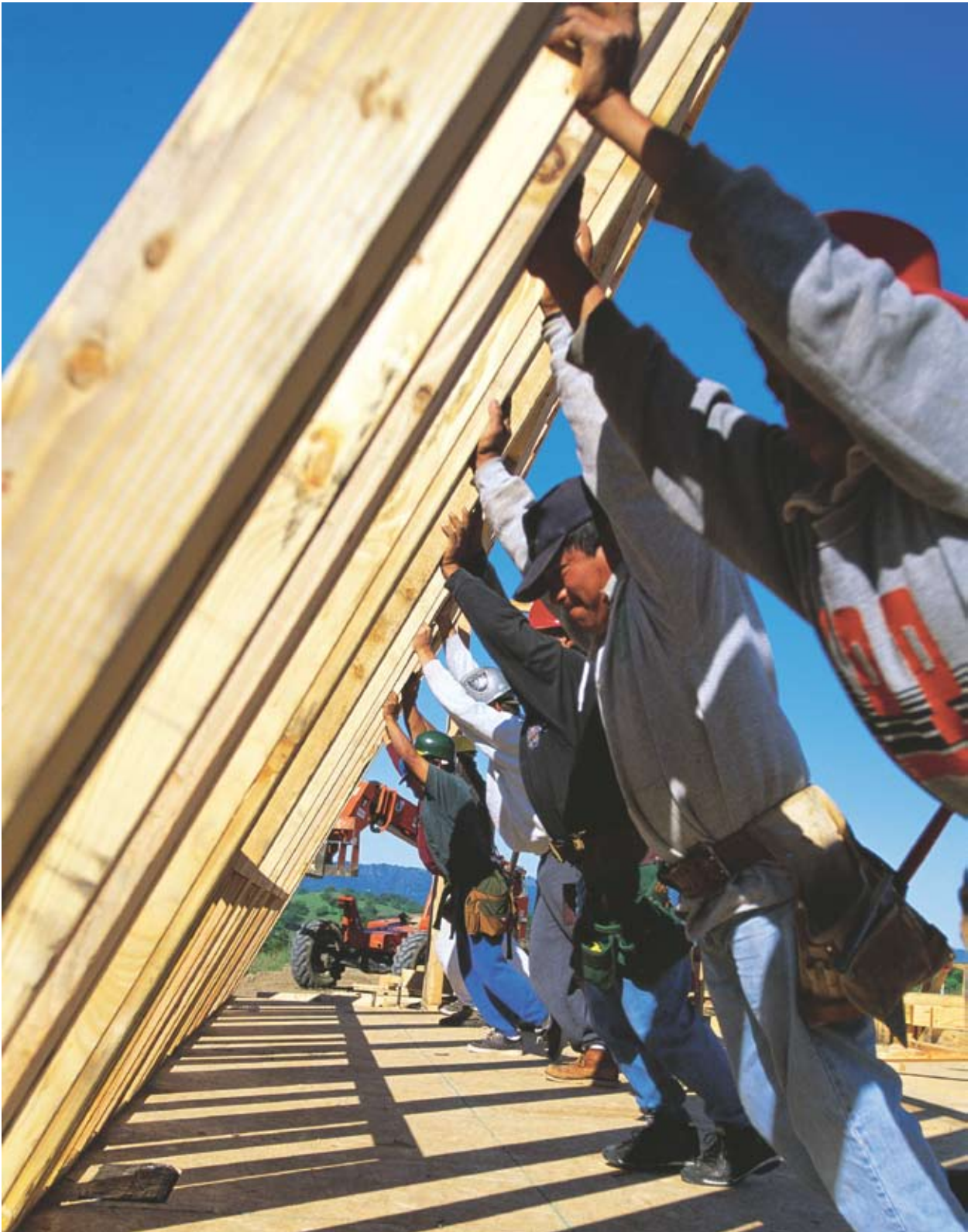
Actualmente están caracterizadas y disponen de asignación de clase resistente las primeras 5 especies de la lista anterior.

De forma no exhaustiva algunas de las especies boreales de origen extranjero más frecuentemente usadas en España son las siguientes:

- Pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.)
- Abeto rojo (*Picea abies* Karst)
- Abeto (*Abies alba* Mill.)
- Alerce europeo (*Larix decidua* Miller)
- Pino de oregón (*Pseudotsuga menziesii* Franco)
- Pino laricio (*Pinus nigra* ssp. *Nigra*)
- Pino amarillo del sur (mezcla de especies: *P. echinata* Mill., *P. eliotii* Engelm. y otras)
- Roble europeo (*Quercus robur* L.)

Las especies tropicales son muy utilizadas por criterios estéticos o de durabilidad, aunque no siempre hay en el mercado nacional disponibilidad de madera clasificada para uso estructural. Esto es así porque ciertas especies no han sido caracterizadas, mientras que otras, que si disponen de asignación de clase resistente, no se comercializan en nuestro país para uso estructural (caso del azobé, balau, etc.).

Entre las más frecuentes de uso en España que dispon-



gan de asignación de clase resistente cabe citar las siguientes:

- Iroko (*Chlorophora excelsa* Benth. & Hook f., C. regia A. Chev.)
- Elondo (*Erithrophleum ivorense* A. Chev., E. suaveolens Brenan.)

ELECCIÓN DE ESPECIE

La elección de una especie de madera aserrada estructural está influida por los siguientes factores:

- Durabilidad requerida (natural o artificial: en su caso mediante tratamiento en autoclave, para lo cual la especie debe ser impregnable)
- Disponibilidad en el mercado
- Disponibilidad de asignación de clase resistente para la especie
- Resistencia y rigidez requeridas
- Estética y congruencia con otros materiales
- Aspectos medioambientales (existencia de gestión forestal certificada, etc.)
- Precio

Otros factores tecnológicos como son la estabilidad dimensional, la facilidad de secado, la facilidad de trabajo (corte, taladrado, etc.) son importantes y deberían tenerse en cuenta al elegir una especie.

DIMENSIONES

Para definir las dimensiones de una pieza de madera es frecuente emplear el orden $b \times h \times L$ = grueso x ancho x longitud.

Las dimensiones más habituales en madera aserrada se sitúan en una gama relativamente amplia que alcanza secciones máximas de 150 x 300 mm, con largos máximos que oscilan entre 7 y 8 metros. Se recomienda consultar con los suministradores las dimensiones disponibles.

Las clases resistentes y su asignación a la clasificación estructural de cada país está asociada a un rango de dimensiones definidas.

Dimensiones nominales y tolerancias

La norma UNE EN 336 establece dos clases de tolerancias para las dimensiones de cualquier sección

transversal de la pieza, válidas para madera aserrada y escuadrada con grueso o ancho comprendido entre los 22 y 300 mm:

Es importante especificar las dimensiones de las piezas y el contenido de humedad de referencia, debido a los cambios dimensionales originados por la variación del contenido de humedad

PRESTACIONES Y PROPIEDADES

Contenido de humedad

El contenido de humedad de la madera en el momento de su puesta en obra es un parámetro de relevancia y, al mismo tiempo, uno de los más fáciles de controlar. Su importancia radica en las siguientes cuestiones:

- debe considerarse en el cálculo estructural
- las dimensiones de la madera van ligadas al contenido de humedad de la misma
- el riesgo de ataque de origen xilófago se eleva cuando se supera el valor del 20%
- el secado en obra no permite descartar piezas que al secarse manifiesten deformaciones.

Clasificación estructural

La madera aserrada se clasifica para uso estructural mediante dos métodos: clasificación visual o clasificación mecánica. Ambos se basan en un estudio por ensayos de madera clasificada según los parámetros de cada método.

El más extendido es la clasificación visual en el que se miden las singularidades (o defectos) de las piezas. La clasificación mecánica es menos frecuente y se basa en clasificar la madera mediante un ensayo no destructivo a flexión.

- Clasificación visual

Cada país emplea una norma de clasificación diferente para sus especies en la que define la presencia y frecuencia de las singularidades naturales de sus maderas (nudos, desviación de la fibra, fendas, aceboladuras, anillos de crecimiento, gemas, deformaciones, etc.). En la práctica se exige el examen visual de las cuatro caras de cada pieza a clasificar.

- Normas de clasificación visual estructural

En el proceso de unificación de la normativa europea se redactó una norma "marco" que especifica los



Techo del Parlamento de Escocia. Arquitectos EMBT

requisitos mínimos que deben cumplir las normas de clasificación particulares de cada país.

La norma de clasificación española es la UNE 56544 que asigna una clase resistente a cada una de las combinaciones de especie y calidad. Esta norma establece dos calidades: ME-1 y ME-2 (ME = Madera Estructural), y una clase MEG para vigas de grandes escuadrías. Junto con la calidad se debe adjuntar la clase correspondiente al contenido de humedad de la madera en el momento de la clasificación: Madera húmeda (WET GRADED) o Madera seca (DRY GRADED).

Clases resistentes

El sistema de clases resistentes adoptado está definido en la norma UNE EN 338 que distingue las siguientes clases:

- para coníferas y chopo: se diferencian doce clases resistentes denominadas C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50.
- para frondosas: se diferencian seis clases resistentes denominadas D30, D35, D40, D50, D60 y D70.

El número que acompaña a la letra "C o D" es la resistencia característica a flexión expresada en N/mm². Así por ejemplo, una clase resistente "C18" tiene una resistencia característica a flexión de 18 N/mm² (obtenida en ensayo normalizado y significa que de 100 piezas sólo 5 tendrían resistencias inferiores).

En la tabla siguiente se recogen los valores de las propiedades mecánicas de cada clase resistente.

	Especies coníferas y chopo												Especies frondosas						
	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70	
Propiedades resistentes en N/mm ²																			
Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70
Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42
Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34
Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Cortante	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Propiedades de rigidez en kN/mm ²																			
Mód. elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	12	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20
Mód. elasticidad paralelo 5º percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Mód. elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Módulo de cortante medio	G	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Densidad en Kg/m ³																			
Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	530	560	590	650	700	900
Densidad media	ρ_{media}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	640	670	700	780	840	1080

- Asignación de especie | calidad visual y clase resistente

utilizadas en estructuras y su clase resistente. En la tabla siguiente se citan como ejemplo algunas de ellas

La relación entre las calidades visuales y las clases resistentes está recogida en la norma UNE EN 1912, que establece la correspondencia entre las especies



Techo para una nave multiuso en Mannheim. Arquitecto Frei Otto

NORMA Y PROCEDENCIA	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30
DIN 4074							
abeto, falso abeto, pino silvestre (CNE = Europa Central, del Norte y del Este)		S7			S10		S13
INSTA 142							
abeto, falso abeto, pino silvestre (NNE = Europa Norte y Nordeste)	T0		T1		T2		T3
UNE 56 544			ME-2			ME-1	
pino silvestre (España)							
pino radiata, pino pinaster (España)			ME-2		ME-1		
pino laricio (España)			ME-2				ME-1

Durabilidad | Protección de la madera | Clases de Servicio

La durabilidad de la madera frente a los agentes bióticos (hongos e insectos xilófagos) que debe exigirse, dependerá de la clase de uso en la que se encuentre la pieza, definida en la norma UNE EN 335-2; para mayor claridad a la hora de definir el tipo de protección requerida por el elemento estructural se debe ligar a la clase de riesgo o uso. Para más información consultar bibliografía relacionada con "Cálculo de estructuras de madera" y "Protección de la madera".

Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de las estructuras de madera aserrada se calcula por medio de la velocidad de carbonización eficaz, que tiene en cuenta en efecto de redondeo de las aristas.

- 0,8 mm/min en madera aserrada de coníferas
- y de 0,5 a 0,7 mm/min en madera aserrada de frondosas y madera laminada encolada.

Para más información consultar bibliografía relacionada con "Cálculo de estructuras de madera" y "Comportamiento de la madera frente al fuego".

MARCAS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se controla la clasificación visual estructural que rea-

liza el aserradero. Las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN 14081-1, UNE 56.544 (maderas nacionales).

Sellos europeos y americanos

En otros países existen Sellos similares al de AITIM, como es el caso de los concedidos por el CTBA (Francia) o el Stichting Keuringsbureau Hout SKH (Holanda).

MARCADO CE

Este producto está afectado por la Directiva Europea de Productos de la Construcción. La norma armonizada que regula su mercado CE es la UNE EN 14.081, que entró en vigor de forma voluntaria el 1 de septiembre de 2006 y de forma obligatoria el 1 de septiembre de 2008.

SUMINISTRADORES

ASERRADEROS

AYUNTAMIENTO DE CUENCA MADERAS, S.A.

Ctra. de Valencia s/n. 16004 Cuenca

Tel. 969 221 300 Fax 969 228 663

maderas@maderascuenca.com



Parque de la Relajación en Torrevieja (Alicante). Arquitecto: Toyo Ito

FORESTAL MADERERA

Carretera C-603, Km. 62,60. 40395 Veganzones (Segovia)
Tel. 921 127 156 Fax 921 127 099

MADERAS EL ESPINAR

Ctra. de la Coruña km 64,300. 40400 El Espinar (Segovia)
Tel. 921 171 075 Fax 921 171 032
www.maderaselespinar.com info@maderaselespinar.com

MADERAS MANUEL HERAS GÓMEZ

San Andrés s/n 39573 San Andrés (Cabezón de Liébana) Cantabria
Tel.942 735 018 Fax 942 735 018
manoloheras@terra.es

MADERAS VARONA, S.L.

Ctra. Burgos-Santander km 136. 39612 Parbayón (Cantabria)
Tel.942 369 170 Fax 942 369 304
www.garciavarona.com almacen@garciavarona.com

PAVIMENTOS ARRONDO, S.A.

Camino del Cruce, s/n. 20217 Gabiria. Guipúzcoa
Tel. 943 885 950 Fax 943 886 925
arrondo@suelosarrondo.com www.suelosarrondo.com

FUSTES SEBASTIA, S.L.

Carretera C-13 Km 133 25594 Rialp (Lleida)
Tel. 973 620 373 Fax 973 621 224
comercial@sebastia.es www.sebastia.es

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.

Ctra. Cádiz-Algeciras, km 9,5. 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)
Tel. 956 491 112 Fax 956 491 113
vlarrat@polanco.net www.polanco.net

PALLE, S.A.

Ctra. Travascan, s/n. 25570 Ribera de Carlos (Lérida)
Tel. 973 623 130 Fax 973 623 131
consultas@fustespalle.com

SOCIEDAD IBÉRICA DE TRATAMIENTOS DE MADERA, S.A. (SITAL)

Ctra. de la Estación, Km. 2'5 10163-Aldea del Cano (Cáceres)
Tel. 927 383 000 Fax 927 383 213
sital@impregna.es www.impregna.es



Crematorio en Haarlem (Holanda). Arquitecto: Herman Zeinstra