

Normas aplicables a las estructuras de madera maciza

La normalización de la madera aserrada con destino estructural avanza a pasos agigantados tanto en Europa como en España

JUAN IGNACIO FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO
M. RAFAEL DÍEZ BARRA
EVA HERMOSO PRIETO
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL
(CIFOR-INIA)
MADRID
WWW.INIA.ES

En la actualidad se están llevando a cabo los últimos pasos administrativos que nos conducirán en los próximos seis meses (primer semestre del 2003) a la finalización de un largo proceso en el que se han puesto en marcha una gran cantidad de normas cuyo objetivo final es dar seguridad al usuario y poner a la madera en competencia directa con otros materiales estructurales, más comunes hoy en día pero menos tradicionales, como son el hormigón y el acero.

Al final de este período se tendrán normas para ensayar la madera, para efectuar y presentar los cálculos de los resultados obtenidos en los ensayos, para clasificarla visualmente y mediante máquinas, para identificar los productos y sus propiedades, para regular las máximas desviaciones dimensionales permitidas, etc. El objetivo de este trabajo es presentar y comentar las normas más importantes para la madera sólida.

Adoptando una exposición ordinal, estas son las normas de mayor trascendencia para la madera sólida cuando es usada con fines estructurales.

1.- Normas referidas a las tolerancias dimensionales permisibles en el producto.

• **UNE EN 336.** Esta norma (última versión del año 1995) tiene como objetivo establecer las clases de tolerancia dimensional, de forma que el material (madera aserrada exclusivamente) tenga una desviación máxima permitida respecto de las dimensiones nominales.

La norma establece dos clases distintas

• Clase 1

- Para espesores y alturas de sección # 100 mm: (-1 +3) mm

- Para espesores y alturas de sección > 100 mm: (-2 +4) mm

• Clase 2

- Para espesores y alturas de sección # 100 mm: (-1 +1) mm

- Para espesores y alturas de sección > 100 mm: (-1,5 +1,5) mm

2.- Normas referidas a la determinación y establecimiento de las propiedades del material

2.1.- Normas referidas a la presentación de las propiedades del material

• **UNE EN 338.** Esta norma (última versión del año 2000) establece el sistema de clases resistentes para su uso en los códigos estructurales. Para cada una de las clases resistentes establecidas en la norma (12 para coníferas y 6 para frondosas) la norma aporta los valores característicos de las propiedades resistentes (resistencia a la flexión, a la tracción, a la compresión y a cortante), de las elásticas (módulos de elasticidad paralelo y perpendicular en flexión, módulo de cortante) y de la densidad. También establece la norma un conjunto de expresiones matemáticas para deducir determinadas propiedades a partir de las tres propiedades básicas de los ensayos: resistencia a la flexión, módulo de elasticidad y densidad.

En esta norma las clases resistentes correspondientes a la madera de coníferas y el chopo (12 en total) van precedidas de una C (C14, C16, C18,...,C50), mientras que las correspondientes a la madera de frondosas lo son de una D (D30, D35, D40, D50, D60 y D70). La

razón para dividir ambos bloques de clases resistentes debe buscarse en el hecho de que ambos grupos de maderas exhiben relaciones entre sus variables muy distintas.

En ambos casos el número que acompaña a la letra corresponde la resistencia característica (5º percentil) a la flexión, expresado en N/mm².

• **UNE EN 1912.** Esta norma, que será revisada próximamente para incluir los últimos datos de especies (entre las que se encuentran los pinos radiata, pinaster, silvestre y laricio españoles), establece una relación de calidades visuales obtenidas aplicando normas nacionales reconocidas en Europa (que cumplen los requisitos de prEN 14081-1) de clasificación visual, de especies y de procedencias de madera y especifica las clases resistentes definidas en la norma UNE EN 338 a las que se pueden asignar. Esta norma es básica y fundamental para el mercado común europeo de maderas ya que entrando con la clase de resistencia requerida nos permite obtener un listado de especies, procedencias y calidades de madera que cumplen con los requisitos exigidos a dicha clase de resistencia.

En el caso español las asignaciones establecidas en la norma UNE 56.544, que más abajo se detalla, de las combinaciones especie-calidad a clases de resistencia están ya aprobadas para su inclusión en la próxima revisión de la norma EN 1912.

2.2.- Normas referidas al cálculo de los valores característicos y ensayo del material

• **UNE EN 384.** Esta norma (última versión del año 2000) aporta el método para determinar los valores característicos de las propiedades mecánicas y de la densidad de poblaciones de madera

previamente clasificadas o visualmente o por medios mecánicos. Los valores así obtenidos permiten asignar la combinación de clases de calidad (visual o de clasificación por máquina) a las clases de resistencia de la norma UNE EN 338, antes citada.

Esta es una norma de laboratorio de ensayo ya que establece las exigencias, tanto de muestreo (número de variables, tamaño mínimo de las muestras, etc.) como de ensayo (ubicación de las secciones críticas, procedimiento de ensayos) y cálculo (penalizaciones por número insuficiente de muestras y/o número insuficiente de probetas por muestra, penalizaciones por método de clasificación, etc.), necesarias para que los valores de la resistencia, módulo elástico o densidad que se aportan después de un ensayo de caracterización o de comprobación del producto tengan la fiabilidad necesaria.

• **UNE EN 408.** Esta norma (última versión del año 2000) especifica los métodos de ensayo para obtener los valores de las diferentes propiedades de la madera estructural, maciza y laminada. Las propiedades para las que la norma aporta métodos válidos de ensayo son: resistencias a la flexión, a la tracción y a la compresión paralela y perpendicular a la fibra, resistencia al cortante; módulos de elasticidad paralelo en tracción, compresión y en flexión, tanto global como local. También se especifican los métodos de determinación de las dimensiones, del contenido de humedad y de la densidad.

Esta norma resulta también aplicable a las piezas estructurales de madera maciza de sección circular, (se está preparando una norma específica, la prEN 14251, pero todavía no está aprobada) así como a las de sección rectangular empalmada longitudinalmente (mediante entalladura múltiple).

Al igual que la anterior, esta es una norma de laboratorio de ensayo ya que establece el método operativo a seguir para efectuar todos y cada uno de los ensayos contemplados en la norma de clases resistentes (UNE EN 338).

Cuando se ensayan lotes de madera los valores de resistencia, elasticidad y densidad para el conjunto de la población serán calculados a partir de los unitarios (de cada pieza) haciendo uso de lo establecido en la norma anteriormente citada UNE EN 384.

• **UNE EN 1193** (última versión de 1998) para madera maciza y madera laminada establece métodos especiales de ensayo de la resistencia a la tracción y a la compresión perpendicular, del módulo de elasticidad perpendicular a la fibra y de la resistencia al esfuerzo cortante paralelo a la fibra.

3.- Normas referidas a los requisitos generales exigibles a la madera aserrada con destino estructural

• **prEN 14081.** Esta norma, aún en fase de voto formal, tiene cuatro partes. La primera referida a la madera aserrada clasificada visualmente y las otras tres a la madera aserrada clasificada estructuralmente mediante el empleo de máquinas. Esta serie de normas recoge y amplía la información de las normas, que serán derogadas cuando la UNE EN 14081 entre en vigor, UNE EN 518 y UNE EN 519.

La parte I tiene como objetivo establecer los requisitos de la clasificación visual de la madera aserrada con desviaciones máximas dimensiones según UNE EN 336. Esta norma no es aplicable a los tratamientos de la madera aserrada tratada contra agentes destructo-

res (fuego, bióticos y abióticos).

Esta norma es una norma armonizada (desarrollada como consecuencia del mandato de la Comisión sobre "Productos estructurales de la madera", incluido en el Anexo III de la Decisión de la Comisión 97/176/CE de 29-04-1997) referida a la madera aserrada de uso estructural, estableciendo en sus anexos todos los aspectos a considerar para la declaración de conformidad previa al marcado CE.

La norma de clasificación visual española (UNE 56.544), que más abajo se detalla, es conforme a los requisitos generales establecidos en esta norma y las asignaciones que establece de las combinaciones especie-calidad a clases resistentes están ya aprobados para inclusión en la próxima revisión de la norma UNE EN 1912.

Para la madera aserrada clasificada mediante el uso de máquinas automáticas todavía no existe norma española si bien todos los datos necesarios para la clasificación tanto del pino silvestre como del pino laricio están ya reflejados en la parte cuarta de esta norma. (prEN 14081-4).

• **UNE 56.544.** Esta es la norma española aplicable a la clasificación resistente y visual de cuatro maderas de confite-

ras de procedencia española: los pinos radiata, pinaster, silvestre y laricio. No resulta, sin embargo, aplicable ni a las maderas de frondosas ni a las de otras coníferas distintas a las más arriba citadas. Mediante la observación y, en su caso, medición de una serie de singularidades del crecimiento (nudos, desviación de la fibra, fendas, médula, etc.) el clasificador es capaz de asignar la madera en tres lotes: Primera calidad (ME1), segunda calidad (ME2) o rechazo.

Como madera estructural sólo se pueden comercializar las calidades ME1 y ME2. Cada una de estas calidades no es posible asignarla a una única clase de resistencia pues esta asignación depende de la especie de que se trate, ya que, por ejemplo, una primera (ME1) de pino radiata será asignada a C24 pero si es de pino silvestre lo será a C27 y si es un pino laricio subirá hasta C30. Lo que sí ocurre es que todas las segundas (ME2) de los cuatro pinos incluidos en la norma son asignadas a C18.

La norma adopta en su articulado el sistema de marcado de la madera establecido en la norma prEN 14081-1, de forma y manera que toda pieza de madera aserrada que se comercialice para usos estructurales deberá ir o marcada mediante una marca indeleble (ver figura 1) que contenga una información mínima detallada en la norma o ir acompañada de un certificado que incluya toda la información requerida.

Dada la trascendencia que este tema tiene para el mercado interior y el aseguramiento de la calidad constructiva se reproduce seguidamente el apartado referido a marcado de la madera, tal y como queda recogido en el borrador de la última versión (año 2003) de la norma UNE 56.544.

4.- Otra normativa aplicable a productos de madera maciza

La gama de productos y aplicaciones estructurales de la madera maciza es muy amplia, no estando todos ellos normalizados o, en algunos casos, estando sólo normalizados ciertos aspectos de los mismos.

Sin querer entrar en el detalle del contenido de cada norma sí hemos creído interesante citar algunas normas que pudieran ser de interés en determinados casos.

• **UNE EN 383:1998.** Estructuras de

madera. Métodos de ensayo. Determinación de la resistencia al aplastamiento y del módulo de aplastamiento para los elementos de fijación tipo clavija. (De interés para la comprobación de los apoyos en los que las uniones se efectúan por este método)

• **UNE EN 385: 1997.** Empalmes por unión dentada en madera estructural. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación.

• **UNE EN 409:1998.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Determinación del momento plástico de los elementos de fijación tipo clavija. Clavos. (De interés para el ensayo a flexión de los clavos usados para las uniones).

• **UNE EN 594:1996.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Método de ensayo para la determinación de la resistencia y rigidez al descuadre de los paneles de muro entramado.

• **UNE EN 595:1996.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Ensayo para la determinación de la resistencia y rigidez de las cerchas.

• **UNE EN 596:1996.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Ensayo de choque por cuerpo blando sobre muros entramados de madera.

• **UNE EN 1059:2000.** Estructuras de madera. Requisitos de producto para cerchas prefabricadas con conectores de placa metálica. (Es una norma de especificaciones, no de ensayo).

• **UNE EN 1075: 2000.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Uniones realizadas con conectores metálicos de placa dentada. (Método de ensayo para determinar la capacidad resistente y la rigidez de las uniones entre elementos estructurales de madera mediante conectores de placa dentada).

• **UNE EN 1195:1998.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Comportamiento del cerramiento estructural de forjado. (Método de ensayo para determinar las prestaciones de un cerramiento estructural tipo forjado sometido a cargas estáticas y de impacto)

• **UNE EN 1380:2000.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Uniones estructurales clavadas. (Esta norma define los métodos de ensayo que permiten determinar las características de resistencia y deformación de las uniones clavadas en los elementos estructurales de madera)

• **UNE EN 1381:2000.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Uniones

estructurales grapadas. (Esta norma define los métodos de ensayo que permiten determinar las características de resistencia y deformación de las uniones grapadas en los elementos estructurales de madera).

• **UNE EN 1382:2000.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Resistencia de los elementos de fijación en la madera. (Esta norma define el método de ensayo que permite determinar la resistencia al arranque de los elementos de fijación insertados en la madera (maciza o laminada encolada).

• **UNE EN 1383:2000.** Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Resistencia a la incrustación en la madera de la cabeza de los elementos de fijación. (Esta norma define el método de ensayo que permite determinar la resistencia a la incrustación de la cabeza de los elementos de fijación en la madera).

• **prEN 14250:2002.** Estructuras de madera. Requisitos de producción para vigas prefabricadas usando placas dentadas. (Esta norma establece los requisitos de fabricación de las vigas y jácenas de uso en edificación y construcción de puentes, fabricadas con madera enteriza o empalmada y placas metálicas dentadas)

• **UNE EN 26891:1992 (ISO 6891:1983).** Estructuras de madera. Uniones realizadas con elementos de fijación mecánicos. Principios generales para la determinación de las características de resistencia y deslizamiento. (Esta norma establece los principios generales para determinar las características de resistencia y deformación de las uniones realizadas con elementos de fijación mecánicos).

• **UNE EN 28970:1992 (ISO 8970:1989).** Estructuras de madera. Ensayo de uniones realizadas con elementos de fijación mecánicos. Requisitos para la densidad de la madera. (Esta norma establece dos métodos para la selección de la densidad de las probetas de madera que se utilizarán en la determinación mediante ensayo de las propiedades de resistencia y rigidez de las uniones realizadas con elementos de fijación mecánicos)

1 EN EL CEN TC124/WG2 SE ACORDÓ QUE EL TEXTO EN LAS MARCAS FIGURARA EN INGLÉS, DE AHÍ WET GRADED Y DRY GRADED

Mercado de la madera clasificada

De acuerdo con lo establecido en la norma EN 14081-1 (Cláusula ZA.4), el productor o su representante autorizado establecido dentro de la EEA es responsable del marcado y documentación que ha de acompañar a toda pieza de madera comercializada en el mercado.

Cada pieza de un lote de madera clasificada deberá ser marcada de forma clara e indeleble para suministrar la información mínima contenida en el apartado 1. La información contenida en el apartado 2 puede o ir incorporada en la citada marca o ser aportada, para el conjunto del lote, en un documento adjunto. Si el uso final de la madera requiriera omitir el marcado de la madera por razones estéticas, cada paquete de madera deberá venir acompañado por un documento comercial que contenga la información mínima contenida en los apartados 1 y 2, que abajo se detallan. En este último caso, las piezas de cada lote no podrán ser comercializadas de forma independiente sin ser acompañadas del documento comercial original (correspondiente al lote) o copia autenticada del mismo, que contendrá, en todo caso, la información mínima contenida en los apartados 1 y 2.

Cualquier pieza de madera que se comercialice independientemente en el mercado deberá o bien venir acompañada del documento comercial original correspondiente al lote del que fue extraída (o copia autenticada del mismo) conteniendo la información mínima contemplada en los apartados 1 y 2 o, lo que resulta más deseable, incorporar una marca, que de forma indeleble aporte la información mínima detallada en 1. En este último caso, la información dada en 8.2 deberá ser también incorporada a la marca antes citada o aportada en la documentación aneja.

1. Contenido mínimo que debe incorporar el marcado CE

- Nombre o marca identificativa del productor
- La información contemplada en 2 o, alternativamente, un código de referencia que identifique la documentación que contenga la información exigida en 2.
- La clase resistente asignada en la norma UNE EN 1912
- La letra CE de acuerdo con el formato establecido en la Directiva 93/68/EC
- Los últimos dos dígitos correspondientes al año del marcado CE
- Número del Organismo certificador, si lo hubiera.
- Contenido de humedad en el momento de la clasificación, según la siguiente denominación 1:
- Madera húmeda (WET GRADED)
- Madera seca (DRY GRADED)

2. Información adicional necesaria

- Denominación completa y dirección registrada del productor
- Código de especie de madera (de acuerdo UNE EN 13556):
 PNSY: Pino silvestre
 PNNL: Pino laricio
 PNPN: Pino pinaster gallego y de la meseta
 PNRD: Pino insignis
- La clase de calidad (ME-1 ó ME-2) y la norma de clasificación empleada (UNE 56.544)
- Resistencias a la flexión, compresión y tracción (No necesaria si se ha marcado la madera con la clase resistente o se cita la clase de resistencia de EN 338)
- Modulo de elasticidad en flexión (No necesaria si se ha marcado la madera con la clase resistente o se cita la clase de resistencia de EN 338)
- Clase de durabilidad, de acuerdo con EN 350-2 ó "Durabilidad NPD" (No performance determined)
- Clase de reacción al fuego o clase F (sólo en documentos de acompañamiento)
- Número del certificado EU de conformidad (sólo en documentos de acompañamiento)
- Firma del responsable de la clasificación (sólo en documentos de acompañamiento)

Un ejemplo del marcado CE (de acuerdo con prEN 14081-1) es el recogido en la figura adjunta.

