

# La calidad de la madera de Valsáin y sus prestaciones de alta resistencia mecánica

Por Adolfo Rueda Fernández - Director del Aserradero de Valsáin

El presente artículo resume las conclusiones del estudio sobre : **PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE PINO SILVESTRE DE VALSÁIN**, el cuál se encargó en Abril de 1.994 por el Aserradero de Valsáin a **AITIM**, asumiendo la responsabilidad de todos los ensayos y las conclusiones posteriores el Ingeniero de Montes Gonzalo Medina Gallego y el Arquitecto Francisco Arriaga Martitegui, realizando el trabajo de campo, de apeo y preparación de probetas el propio Aserradero.

La línea de trabajo que se viene siguiendo permitirá poder asegurar al mercado y a los profesionales que trabajan con madera unas calidades mínimas tanto desde el punto de vista decorativo como de resistencia.



### Antecedentes

A primeros del año 1.994, se completó la **norma UNE 56.545-CLASIFICACIÓN DECORATIVA DE LA MADERA ASERRADA DE PINO SILVESTRE**, fruto de la colaboración entre el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, AITIM (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de Madera y Corcho), Aserraderos y Agentes de la madera

relacionados con el pino silvestre, así como el propio Aserradero de Valsáin.

La actual situación del sector de **aserrío** y de la propia madera de pino silvestre y concretamente de la "Madera de Valsáin", la que ya cuenta con un Registro de Propiedad del nombre, siendo ésta solamente la procedente del Monte de Valsáin, en la actualidad se encuentra con los siguientes problemas:

a) Falta de normalización en los

productos que se suministran al mercado.

b) Las longitudes no se sujetan a unas medidas fijas, sino que se tiende a unos largos variables intentando sacar más de las primeras calidades.

c) Las **escuadrías** son diferentes según las procedencias, ya que se sigue trabajando en pulgadas por muchos aserraderos.

d) Las calidades y clasificaciones de madera se hacen a ojo por **prácticos**, no existiendo constancia por escrito especificando las diferencias entre calidades.

e) Se favorece el exceso de especulaciones por parte de intermediarios que controlan el mercado y terminan por descapitalizar a los aserraderos.

f) Las maderas se suministran sin estar bien **estabilizadas**, con un buen secado.

g) No se dan los adecuados tratamientos fungicidas contra azulado, depreciándose considerablemente la madera con la pérdida económica que ello **conlleva**.

h) No existen estudios **definidos** de características físico-mecánicas o de resistencia de la madera.

Con la **norma UNE** especificada arriba y los controles de calidad que se están siguiendo en la actualidad por el Aserradero de Valsáin, ya que en este sentido se está trabajando para poner en marcha un Sello de Calidad por parte del AITIM con la Madera de Valsáin, se lleva camino de resolver parte de las deficiencias especificadas arriba para nuestras maderas.

### Objetivos

Los objetivos fijados para este estudio son los siguientes:

- Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas de la madera de pino silvestre de Valsáin, para las calidades definidas en el borrador de la norma **UNE-56.544** "Clasificación visual de la madera aserrada para uso **estructural**".
- Asignación de clases resistentes.
- Análisis de las equivalencias entre la clasificación con criterio estructural y decorativo.

Metodología

**Muestreo** de árboles de pino silvestre en el monte Matas y Pinar de **Valsaín** números 1 y 2 del C.U.P. de la provincia de Segovia

La muestra ha sido tomada directamente del Monte. Se cortaron 62 árboles en edad de corta (120 años), extraídos con una distribución uniforme de los Cuarteles en explotación. La superficie total de los Montes de **Valsaín** es de unas 10.700 hectáreas.

Estación y distribución

Criterios:

- Ecológicos
- Estratificación de la masa
- Método de trabajo de la masa
- Clareos Sucesivos por

- Boquetes, Tramo Móvil.
- Productivo
- Económico
- Utilización final de la madera

Se desestimaron los Cuarteles de Protección y Recreo al no utilizarse la madera para los fines propuestos (quedan nueve Cuarteles de Producción y dos más que se consideran del Monte Matas).

Elección de las zonas de muestreo total

- a) Se pretende determinar una muestra suficientemente representativa de la madera a procesar por el Aserradero con respecto al Monte, teniendo en cuenta una edad de madurez de 120 años.
- b) Al elegir las zonas y puntos de muestreo, se pretende utilizar en los ensayos un volumen de Madera proporcional a las cantidades que se comercializan. Así como elegir proporcionalmente la madera de cada Cuartel, por lo que se ha optado por los rodales más representativos en base a un área **basimétrica media**.
- c) El número de puntos de muestreo en cada Cuartel se ha elegido en función de las hectáreas de cada uno y la

cantidad de madera en función de las medidas cubicables.

**Rodales** seleccionados

Monte Pinar: 21 - 33 - 64 -124 -149  
166 - 188 - 205 - 239  
Monte Matas: H -I, 1-4

Procedimiento de ejecución

1.- **Situándose** en el punto medio del rodal para no tomar madera de zonas límites o colindantes con otros rodales, se toman los diámetros normales de 25 árboles de diámetro cercano al diámetro medio del rodal.

2.- De forma aleatoria se elige un número de árboles variable entre 4 y 6 de entre los 25 anteriores ( estos árboles se señalan en la base con pintura verde). Se intentará que los árboles elegidos tengan 120 años de edad.

Rodal N° de árboles

21	6
33	5
64	6
124	6
149	6
166	5
188	6
205	6
239	6
H-4	4
1-4	5

3.- Los árboles seleccionados se numerarán en el tocón de forma que sea con claridad, señalándose sobre el plano el punto aproximado del apeo.

4.- Se procede al apeo

5.- Se procede a realizar las siguientes mediciones:

- a) Altura del árbol
- b) Altura correspondiente a un diámetro de 10 cm.
- c) Altura correspondiente a un diámetro de 20 cm.

d) Se anota la forma del tronco (recto, inclinado, etc.)

e) Diámetro a la altura del corte

f) Diámetro a la altura del pecho

g) Diámetro cada 2 metros de altura hasta la punta delgada

h) Espesor de la corteza en todos los puntos donde se mide el diámetro

i) Edad aproximada del árbol, contando los anillos de crecimiento del tocón.

6.- Se desrama el árbol

7.- Tronzado del árbol

Partiendo de la base del fuste, se hacen trozas de 3,10 m. de longitud. Cada troza se marca en la testa con el número del árbol y una letra (A,B,C,D,...), empezando por la base hasta la punta delgada.

8.- Se colocan en el patio del Aserradero en un lugar donde no se puedan mezclar con otras, procurando que las trozas del mismo árbol queden lo más agiupadas posible.

**Elaboración** de las probetas

En el aserrío de las probetas se dieron las dimensiones de 60 x 160 x 3100 mm., que son las demasías necesarias para compensar las posteriores mermas producidas por el canteado, retestado, secado y posterior cepillado de las cuatro caras de cada una de las piezas, quedando para la realización de los ensayos las dimensiones nominales:

50 x 150 x 2850 mm.

La madera se seca a un 12% de humedad para realizar una preclasificación de probetas.

Normativa de ensayo y de consulta

- UNE EN 408 «Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Madera estructural y madera laminada encolada. Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas».

- UNE EN 384. «Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y de

la densidad».

- UNE EN 338 «Madera estructural. Clases **resistentes**».

### Procedimiento operativo

Las **probetas** fueron ensayadas a flexión con cargas en los tercios de la luz, de acuerdo con la **norma** UNE EN 408.

Sección tipo de la probeta : 50 x 150 mm.

Longitud probeta : 2850 mm.

Luz **entre** apoyos : 2700 mm.

Distancia entre cargas : 900 mm.

Distancia entre puntos de referencia para medir **deformaciones**: 750 mm.

Velocidad de carga: 10 mm/min.

Medidas de **deformación**: Micrómetro digital con precisión de 0,01 mm.

Máquina universal de ensayos: SUZPECAR con capacidad de carga máxima de 5 t.

Posteriormente se anotan los datos recogidos en los estadillos de ensayo, incluyendo la descripción gráfica de la rotura, dimensiones, tamaño de los defectos y otras observaciones.

**Finalmente** de cada probeta se extrae una rebanada de la sección completa con una longitud de unos 50 mm. y de una zona próxima o incluida en el tercio central para la determinación del contenido de humedad mediante desecación en estufa.

### Estadillos de ensayo

En este apartado se incluye la explicación de algunos aspectos y datos recogidos en los **estadillos**.

**Carga de rotura:** Carga última registrada por la máquina de ensayos. En algunos casos, normalmente de elevada calidad del material, la rotura no llega a producirse o el fallo es de aplastamiento de los apoyos o de inestabilidad lateral, aceptándose la carga **última** como valor de rotura a favor de la seguridad.

### **Espesor medio de los anillos:**

Espesor medio de los anillos en mm, medidos en la dirección radial en sección transversal.

### **Desviación de la fibra:**

Desviación de la fibra en la zona de rotura o próxima a ella medida de acuerdo al borrador de norma UNE 56.544. Puede ser general o local.

**- Tensión de rotura:** Tensión de rotura a flexión: No existe corrección por contenido de humedad, de acuerdo con la norma pr EN 384, debido a que el contenido de humedad medio se **encuentra** entre el 10 y el 18%.

**- Módulo de elasticidad:** De acuerdo con la norma pr EN 384 el ajuste por humedad es de un 2% por cada grado de humedad.

**- Peso específico:** Obtenido dividiendo el peso húmedo de la rebanada por su **volumen**.

**- Contenido de humedad:** Cantidad de agua contenida en la madera expresada como porcentaje en relación al peso seco. Se obtiene a través del peso húmedo y seco de la rebanada.

**- Calidad:** Clasificación de acuerdo con el borrador de norma une 56.544. Corresponde a la clasificación teniendo

en cuenta los diversos defectos de la madera (nudos, desviación de la fibra, espesor medio de anillos, etc.).

El **tamaño** de los **nudos** corresponde a la agrupación de nudos contenidos en un largo igual al canto de la pieza situados en la zona de rotura. Generalmente, esta zona de rotura, coincide con la disposición más desfavorable de nudos del **tramo** central de la pieza donde se efectúan las medidas de deformación.

El criterio para la consideración de una **rotura** como **válida** a efectos del **análisis** estadístico es el siguiente: no se consideran los resultados de resistencia a la flexión si la rotura se produce fuera del tercio central (comprendido entre los puntos de aplicación de las cargas). Si se consideran aquellas roturas producidas a una distancia inferior a un canto, desde el punto de aplicación de la carga.

El espesor de anillos considerado para la clasificación es el primer valor (es decir descontando los 25 primeros mm. desde la médula).

### Resultados

Los resultados del análisis estadístico de cada calidad se resumen en el cuadro 1:





**Conclusiones**

a) La **distribución** por calidades de la madera recibida para ensayo presenta el siguiente perfil:

ME-1	105 piezas:	36%
ME-2	110 piezas:	38%
ME-3	35 piezas:	12%
Rechazadas	40 piezas:	14%
Total	290 piezas	100%

**CUADRO 2**

	Especial	1ª	2ª A	2ªB	3ª	4ª
Anchura de anillos	ME-1	ME1	ME-1	ME2	ME3	R
Nudos en:						
Cara	ME-1	ME-1	ME-1	ME-2	ME-3	R
Canto	ME-1	ME-1	ME-1	ME-2	ME-2	R
Fendas	ME-1	ME-1	ME-1	ME-2	ME-2	R
Bolsas	ME-1	ME-1	ME-2	ME-2	ME-2	R
Entrecasco	ME-1	ME-1	ME-1	ME-1	R	R
Desviación Fibra	ME-1	ME1	ME-1	ME-2	ME2	R
Gemas	ME-1	ME-1	ME1	ME-2	ME-2	R
Alteración Biológica	ME-1	ME-1	ME-1	ME1	ME1	R
RESUMEN	ME-1	ME-1	ME-1	ME-2	ME-3'	R

R: Rechazada. (\*) Con la excepción del entrecasco.

**CUADRO 1**

CALIDAD	ME-1	ME-2	ME3
Número de probetas	105	110	32-35(*)
$f_{m,05}$ (Kp/cm <sup>2</sup> )	340	29	193
E (Kp/cm <sup>2</sup> )	135.907	117.719	107.177
$p_k$ (Kp/m <sup>3</sup> )	431	411	417
H (%)	11,45	11,09	11,15
Asignación de clase resistente	C30	C24	C18

(\*) 32 para  $f_{m,05}$  y 35 para E.

Siendo:

Número de probetas: número de probetas ensayadas consideradas válidas, incluyendo únicamente aquellas en las que la evaluación de los nudos conduce a calidades iguales para la zona de rotura y para el plano central de medidas de deformación. Es decir a cada una de las probetas es a la misma que a las gnocia a módulo de elasticidad.

La excepción a este proceder se encuentra en la calidad ME3 en la que existían sólo 28 probetas comparando a como con anterior. Se añadieron 7 probetas más para la asignación de rotura y 4 para el módulo de elasticidad para aumentar su representación.

$f_{m,05}$ : 5º percentil de la muestra obtenida como el valor situado en el puesto n 20 sobre los datos ordenados de forma ascendente. Interpolando linealmente entre los valores reales más próximos.

E: valor medio de módulo de elasticidad referido a un contenido de humedad de 12%.

$p_k$ : 5º percentil de la densidad obtenida mediant una asignación normal.

H: contenido de humedad medio.

Clases resistentes: asignación de la clase resistente según norma pr EN 338. En este caso se está considerando que el valor característico de la resistencia a flexión es directamente el 5º percentil. Esto sólo es válido si se refiere a esta población reducida a un aserradero y a un monte de extensión limitada.

De un total de 360 piezas, se han descontado 70 piezas por defectos de ensayo, o de marcado e identificación, quedando 290 piezas. En el proceso de clasificación se rechazaron 40 piezas por no cumplir los requisitos mínimos de la clase inferior ME-3.

El conjunto de piezas ha sido extraído en el aserradero de las calidades comerciales de 2ª y 3ª principalmente, incluyendo algunas piezas de 1ª y de 4ª.

b) El número de ensayos válidos de la calidad inferior, ME-3, no es suficientemente elevado para extraer conclusiones definitivas. Pero resulta bastante orientativo. Para su introducción en el proceso de cálculo de estructuras se recomienda reducir sus valores a los de la clase C16, hasta completar el número de datos.

c) Las equivalencias entre la clasificación decorativa y la estructural (borradores de normas UNE 56.545 y UNE 56.544 respectivamente), se resumen en el cuadro 2:

- El presente estudio puede permitir por parte del Aserradero de Valsaín el poder certificar, cuando sea requerido, a Arquitectos, Arquitectos Técnicos e Ingenieros unas calidades de madera y unas resistencias mecánicas mínimas necesarias en la realización de muchos proyectos. Esto puede suponer la rehabilitación de un material que de un tiempo a esta parte se estaba dejando de utilizar por falta de rigor y exactitud en su puesta en obra, si bien nadie discute sus cualidades decorativas y que tiende rápidamente a recuperar el terreno perdido en la construcción, tanto como madera de resistencia como carpintería de exterior e interior.

**Agradecimientos**

A Don Javier Donés Pastor, Director del Centro de Montes de Valsaín, por su trabajo en la selección y saca de la madera. A la Unidad Docente de Tecnología de la Madera de la Escuela Superior de Ingenieros de Montes de Madrid por la realización de los ensayos.