

MADERA GENERALIDADES

La madera es un tejido exclusivo de los vegetales leñosos, que como tales tienen diferenciados y especializados sus tejidos. Estos están formados por células que se pueden asemejar a tubos huecos, en el que la pared del tubo se correspondería con la pared celular y el interior hueco con el lumen de la célula. De forma simple y general se puede decir que la madera está formada principalmente por la unión de estas células; su tamaño, forma y distribución junto con otros elementos anatómicos, como los radios leñosos, la presencia de canales resiníferos o de vasos, etc. son los que dan lugar o definen las diferentes especies de madera. Esta estructura tubular es la que confiere las propiedades que tiene la madera, que depende en gran medida de las propiedades de la pared celular.

La madera se caracteriza por ser un material:

- anisótropo, sus propiedades varían según la dirección que se considere
- higroscópico, el agua, tanto en forma líquida como en forma de vapor, influye en su comportamiento
- sus buenas propiedades mecánicas, sobre todo si se las compara con su peso
- la posibilidad de mecanizarse y procesarse (fabricación y obtención de diferentes elementos)
- la posibilidad de protegerse frente a la acción de diferentes agentes degradadores
- y sobre todo por sus características estéticas que le confieren una especial belleza .

La información sobre este tema se ha organizado en los siguientes bloques informativos:

- Denominaciones e identificación
- Estructura macroscópica y terminología
- Anisotropía e Higroscopicidad
- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas
- Propiedades tecnológicas
- Aplicaciones de la madera - Grupos tecnológicos

1.- DENOMINACIÓN E IDENTIFICACIÓN

Vulgarmente se dividen las maderas bajo dos denominaciones generales, **coníferas** y **frondosas**. Esta división no es del todo correcta pero es la más sencilla y reconocida a efectos prácticos, su significado más aproximado es el siguiente:

- coníferas:

especies pertenecientes al orden coniferales (abetos, piceas, alerces, cedros, pinos, etc), que comprende la mayor parte de las incluidas en la división de las gimnospermas.

- frondosas:

especies leñosas pertenecientes a la división de las angiospermas dicotiledóneas (robles, haya, olmo, encina, etc). A veces se subdividen en frondosas boreales, australes y tropicales.

La correcta utilización de estos términos sería la que indica la **Taxonomía botánica** para los vegetales que den madera dentro de las divisiones de las gimnospermas y de las angiospermas. Esta clasificación que es más técnica tiene en cuenta que en las dos divisiones no todas las clases y órdenes existentes incluyen vegetales que proporcionen madera.

Denominaciones de especie

Las especies de madera se deben denominar con su nombre botánico y su nombre comercial. En el nombre botánico se expresa la denominación científica adoptada en Botánica y siempre aparece en cursiva. Por ejemplo *Pinus sylvestris* L. o *Alnus rubra* Bong, la primera palabra (Pinus o Alnus) indica el género y la segunda (sylvestris o rubra) indica la especie. La letra "L." o el nombre "Bong.", que aparece al final con letra en tipo normal, corresponde a la inicial o abreviatura del nombre de la persona que lo identificó, en el caso particular de la "L" corresponde a Linneo.

El nombre comercial principal es que se utiliza para denominar a cada especie en el mercado. Al no existir un criterio consensuado a nivel mundial en la denominación comercial de las especies de madera es necesario acompañar la denominación comercial utilizada con el nombre botánico.

Identificación

La identificación de la madera se realiza a través del estudio de su estructura microscópica (visible hasta unos 2.000 aumentos), aunque en algunos casos especiales es suficiente la comprobación de su estructura macroscópica (a simple vista o con lupa de 10 aumentos). Su correcta identificación sólo se puede realizar en organismos especializados. Para comprobar que una pieza de madera se corresponde con una determinada especie es necesario realizar preparaciones microscópicas y compararlas con las muestras patrón.

Las coníferas tienen una estructura uniforme, aproximadamente un 90 - 95% está formada por células esbeltas orientadas en el sentido longitudinal, denominadas *traqueidas* (fibras), cuyos bordes tienen forma de bisel y están tapadas. Las traqueidas son las que comunican las propiedades resistentes para el sostén del árbol y al mismo tiempo conducen la savia (su transporte se realiza a través de unos orificios, denominados *puenteaduras*, que comunican las traqueidas entre sí).

Las frondosas tienen una estructura más compleja, en la dirección longitudinal existen células estrechas y alargadas que desarrollan la función de sostén, denominadas *fibras*; y células más anchas y espaciadas entre sí, con forma de tambor o barril, denominadas *vasos*, que son las encargadas de transportar la savia y que están conectadas entre sí a través de aperturas longitudinales. En la dirección horizontal aparecen otro tipo de células, denominadas *radios*

leñosos, en mayor que cantidad que en las coníferas, cuya principal función es la de almacenar productos de reserva.

2.- ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DE LA MADERA

La estructura macroscópica es la que se observa a ojo desnudo o con diez aumentos. Para su estudio y debido a su heterogeneidad se establecen tres planos o secciones:

- Transversal, perpendicular al eje de la rama o tronco
- Radial, que pasa por el eje y un radio de la rama o tronco
- Tangencial, paralela a un plano tangente al tronco, o al anillo de crecimiento.

Al examinar las tres secciones principales en un tronco de madera se pueden observar las siguientes características que son fácilmente diferenciables:

- Corteza externa o corteza propiamente dicha, constituida por células muertas.
- Corteza interna o liber, por donde circula la savia descendente.
- Cambium, tejido que produce la madera o xilema hacia el interior y la corteza hacia el exterior.
- Leño o tejido leñoso propiamente dicho, que se corresponde básicamente con lo que entendemos por madera.
- Médula, de pequeño tamaño y con reducidas características mecánicas.

En el tejido leñoso, que rellena la mayor parte del tronco y que presenta diferencias fácilmente apreciables en las coníferas y en algunas frondosas, se pueden distinguir o definir los siguientes elementos: Duramen - albura / Anillos de crecimiento / Radios leñosos / Madera juvenil / Madera de reacción

Duramen - Albura.

Dentro del tejido leñoso a veces pueden diferenciarse fácilmente dos zonas, el duramen, en el interior del tronco, y la albura, en el exterior. La formación del duramen se caracteriza por modificaciones anatómicas y químicas. Las modificaciones anatómicas, tanto en las frondosas como en las coníferas, se traducen en una obturación total o parcial de los tejidos encargados de transportar la savia. Las modificaciones químicas tienen lugar al impregnarse las células con otros productos naturales producidos por el árbol (resinas, aceites, taninos, gomas, alcaloides, etc) que al oxidarse le suelen dar un característico color oscuro, que se suele apreciar con más claridad en algunas coníferas.

La madera de duramen no sólo es más oscura (en la mayoría de las especies), sino que también es más densa y resistente a los ataques de origen biológico; mientras que la madera de albura suele ser más clara, generalmente blanco amarillenta, más porosa y blanda, y menos valiosa para algunas aplicaciones. Sin embargo, desde el punto de vista de los tratamientos, la albura suele ser más fácil de tratar y de trabajar en la mayor parte de los procesos de elaboración y desintegración mecánica.

Anillos de crecimiento

Los vegetales leñosos viven un cierto número de años y a lo largo de su vida las células del cambium van formando nuevas células que dan origen a los anillos de crecimiento. Los anillos de crecimiento pueden clasificarse en: **anuales**, característicos de las plantas que crecen en la zona boreal y **estacionales**, característicos de las plantas que crecen en la zona tropical con estaciones climáticas marcadas.

Dentro de cada anillo de crecimiento se distingue, más o menos fácilmente: la madera formada en primavera (llamada **madera de primavera** en el caso de los anillos anuales, y **de primer**

crecimiento en los anillos estacionales), la madera formada en verano (**madera de verano** en los anillos anuales, y **tardía** en los estacionales).

Radios leñosos

Los radios leñosos están constituidos por células dispuestas en dirección radial, perpendicular al eje del árbol, y realizan una función de trabazón de las fibras longitudinales. Tienen importancia en las propiedades de la madera, como elemento de identificación y como responsables, en parte, de las propiedades de contracción de la madera.

Madera juvenil

Se denomina madera juvenil a la que se produce en primeros anillos de crecimiento, normalmente la comprendida entre el quinto y vigésimo año. Esta madera tiene propiedades diferentes a la madera restante del tronco (madera madura) y presenta menor resistencia y rigidez y mayor hinchazón y merma en la dirección longitudinal que la madera normal.

Madera de reacción

Cuando el árbol se encuentra sometido a unas sollicitaciones que predominan en una dirección (debidos por ejemplo a la pendiente del terreno o a un viento dominante), responde formando lo que se denomina madera de reacción. En las coníferas se produce madera de compresión, mientras que las frondosas desarrollan madera de tracción en las zonas más traccionadas.

La madera de tracción no tiene gran importancia desde el punto de vista de su utilización estructural, pero la madera de compresión si presenta ciertos problemas.

3.- TERMINOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DE LA MADERA

Estructura

Es la ordenación de los diferentes elementos anatómicos que forman la madera da origen a la estructura, y como consecuencia inmediata a las figuras o veteados de ésta. Las maderas de coníferas tienen una estructura simple (pocos elementos anatómicos) mientras que las maderas de frondosas tienen una estructura compleja (muchos elementos anatómicos).

Grano

El grano se define en función del tamaño de algunos elementos constitutivos de la madera. En las coníferas el grano se refiere al diámetro de las traqueidas, mientras que en las frondosas se refiere al de los vasos. El grano se clasifica en las siguientes categorías: basto o grueso, medio y fino.

Fibra

Se entiende por fibra el conjunto de las células dispuestas en la dirección del eje del árbol, descartando los elementos vasculares y las células de parénquima. Las distintas variaciones que puede tener en dimensiones y disposición da origen a los siguientes tipos de fibra: recta, ondulada, revirada, entrelazada.

4.- ANISOTROPÍA

La madera, como se ha comentado, está formada por diferentes tejidos que realizan diferentes funciones y que originan que su estructura no sea homogénea. Esta heterogeneidad se refleja en sus propiedades físicas y mecánicas, y es la causa de algunos de sus defectos y también de sus ventajas. Dicha heterogeneidad da lugar a lo que se conoce con el nombre de anisotropía, que es el diferente el comportamiento de sus propiedades físicas y mecánicas según la dirección que se considere. Se establecen tres planos o direcciones principales: Longitudinal, Radial, Tangencial.

Cuando se habla de las propiedades físicas se hace referencia a estas tres direcciones, y cuando se habla de las propiedades mecánicas sólo se habla de dos direcciones, la dirección paralela a las fibras (que coincide con la longitudinal) y la dirección perpendicular a las fibras (que engloba a la tangencial y radial, cuyas propiedades mecánicas suelen tener valores similares).

5.- HIGROSCOPICIDAD

La madera es un material higroscópico que tiende a absorber o perder agua según las condiciones del ambiente (humedad relativa y temperatura del aire). De esta forma a cada estado ambiental corresponde un grado de humedad de la madera, llamado humedad de equilibrio higroscópico (HEH).

Así por ejemplo, una madera colocada en un local a 20°C de temperatura y con una humedad relativa del 40%, alcanzará una humedad de equilibrio del 8%. Por tanto será necesario secarla previamente hasta esta humedad, para que sufra la mínimas alteraciones dimensionales posibles. La madera deberá tener la humedad correspondiente a la humedad de equilibrio higroscópico de las condiciones higrotérmicas de servicio. De esta manera se reducen los movimientos que podrían ocasionarse a causa de la variación de su grado de humedad.

La higroscopicidad de la madera se mide como la variación de la densidad de la misma cuando su contenido de humedad varía en un 1 por 100.

6.- PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Las propiedades físicas de la madera son aquellas que determinan su comportamiento frente a los distintos factores que intervienen en el medio natural, sin producir ninguna modificación mecánica o química. Estas propiedades engloban a las que determinan su comportamiento:

- a la iluminación (color, brillo y textura)
- la posibilidad de emitir partículas gaseosas (olor)
- con el agua (contenido de humedad, sorción, hinchazón, merma)
- a la gravedad (peso específico, densidad, porosidad)
- al calor (conductividad térmica, gradiente de temperatura, dilatación térmica)
- a las vibraciones acústicas (conductividad del sonido, transmisión del sonido, resonancia)
- a la acción de la corriente eléctrica (conductividad y resistencia eléctrica, etc.)
- a la penetración de la energía radiante (radiaciones ultravioleta, infrarrojos, rayos X, etc)
- a la penetración de los gases y fluidos (permeabilidad)

De todas ellas nos centramos en las más importantes y principales.

Contenido de humedad de la madera

El contenido de humedad de la madera, “h”, se define como la masa de agua contenida en la madera expresada como porcentaje de la masa anhidra.

$$h = (P_h - P_0) \times 100 / P_0$$

Siendo: P_h = peso húmedo de la probeta. P_0 = peso anhidro de la probeta, obtenido por desecación en estufa a una temperatura de 103 ± 2 °C. En la fórmula se observa que el numerador representa la masa de agua que tiene la madera.

Hinchazón y merma de la madera

La variación del contenido de humedad produce en la madera una variación de sus dimensiones. Cuando aumenta dicho contenido se hincha, mientras que cuando disminuye se contrae o merma. Estos movimientos sólo tienen lugar cuando su contenido de humedad se encuentra por debajo del punto de saturación de las fibras (aproximadamente cuando tienen una humedad del 30%), a partir del 30% sólo se produce un aumento de peso y su volumen permanece prácticamente constante.

Debido a su anisotropía, las variaciones dimensionales no serán las mismas en las direcciones axial, radial y tangencial. Estas contracciones o mermas modifican también como es natural su volumen. Para evaluarlas se han definido los coeficientes de contracción: contracción volumétrica total, contracción tangencial y contracción radial.

La diferencia entre la contracción radial y la tangencial es la causa por la que se deforman las maderas durante el proceso de secado; por esa razón, en ebanistería se emplean maderas cuyas contracciones radiales y tangenciales son muy parecidas, siendo más apreciada la madera cuanto menor es la diferencia entre ambas. Según sus coeficientes la madera se clasifica como: muy nerviosa, nerviosa, moderadamente nerviosa y poco nerviosa

Densidad

La densidad de la madera se define como la relación entre su masa y su volumen, y es necesario referirla a un determinado contenido de humedad, generalmente el 12 %. La densidad de las maderas es muy variables, de forma particular las coníferas más utilizadas en la construcción tienen una densidad comprendida entre 400 y 550 kg/m³ y las frondosas entre 600 y 700 kg/m³. Según su densidad se pueden clasificar en: muy ligera, ligera, semipesada, pesada, muy pesada.

Dureza

Se define como la resistencia que opone la madera a la penetración de cuerpos extraños como ciertas herramientas, clavos, tornillos, etc. La dureza está relacionada con la densidad y tiene una marcada importancia en su relación con la dificultad de su trabajo ya sea realizado manual o mecánicamente. Las maderas se clasifican como: blandas, semiduras y duras.

Propiedades térmicas

Los coeficientes de dilatación de la madera son muy bajos (del orden de 3 a 6×10^{-6} en la dirección paralela y de 30 a 70×10^{-6} en la perpendicular), por lo que se puede decir que apenas se dilata.

Así mismo la madera es un mal conductor del calor debido a la escasez de electrones libres., por ejemplo el coeficiente de conductividad calorífica de la coníferas (pino y abetos) en la

dirección perpendicular varía aproximadamente de 0,09 a 0,12 kcal / mh°C.

El calor específico de la madera es bajo, varía de 0,4 a 0,7 Kcal/kg°C, lo que significa que no necesitamos mucho calor para llegar a los 150°C, temperatura a la que empiezan a desprenderse gases combustibles y por tanto a aparecer las llamas.

Una vez que la madera entra en combustión hay que tener en cuenta la formación de carbón en las capas externas, que retrasa la difusión del calor hacia su interior constituyendo una barrera térmica que actúa como aislante. La zona interior de la pieza no sufre apenas ninguna modificación y conserva intactas sus propiedades mecánicas, el acero o el hormigón se comportan de forma totalmente diferente. La velocidad de carbonización aproximada de la madera es de 0,7 mm/mn.

A pesar de que es un material inflamable a temperaturas relativamente bajas, en relación con las que se producen en un incendio, es menos peligroso de lo que la gente se piensa por las siguientes razones:

- su baja conductividad térmica hace que la temperatura disminuya hacia el interior.
- la carbonización superficial que se produce impide por una parte la salida de gases y por otra la penetración del calor.
- al ser despreciable su dilatación térmica no actúa sobre las estructuras y no las deforma.

Propiedades acústicas

Las propiedades acústicas de la madera permiten, además de la fabricación de elementos materiales, su utilización en la construcción si se conoce su comportamiento y sobre todo como diseñar e instalar los elementos de madera.

Absorción de sonido: Los materiales absorbentes de sonido pueden ser de dos tipos: porosos y paneles resonantes. Los paneles de madera maciza o los tableros derivados a la madera adheridos a superficies rígidas son pobres absorbentes del sonido (absorben entre el 5 - 10% y reflejan más del 90%); dejando la superficie de la madera en forma rugosa se aumenta muy ligeramente la absorción. Por el contrario las placas acústicas porosas fabricadas con fibras de madera pueden absorber más del 90% del sonido y reflejar el resto. Los paneles de tableros contrachapados pueden utilizarse como paneles resonantes, diseñados para absorber sonidos de baja frecuencia, que se colocan separados de la superficie rígida unos centímetros.

Transmisión del sonido (tabiques o suelos) - ruido aéreo. La pérdida de transmisión se rige por la ley de masas, cuanto mayor sea la masa por unidad de superficie del tabique la transmisión será menor. Esta ley indica que la madera, de forma aislada no es un buen aislante acústico; pero si las paredes o suelo constan de dos o más elementos de madera y se incorporaran otros productos con mejores propiedades acústicas, de tal forma que queden sin contacto entre sí (rotura de los puentes acústicos), se consigue un buen nivel de aislamiento. El diseño y composición del tabique o suelo es de gran importancia para mejorar sus prestaciones acústicas.

Aislamiento de impactos (suelos - techos) - ruido de impactos. Mide el grado en que un suelo o techo produce la transmisión del ruido de pisada u otros impactos. Los mejores resultados se consiguen con suelos pesados y no resonantes, en ambos casos la madera está en desventaja. Pero al igual que en el caso de transmisión una posible solución se centraría en el diseño y composición de estos elementos.

Propiedades eléctricas

La madera en estado seco es un aislante excelente, pero su resistencia ohmica desciende bruscamente al aumentar la proporción de agua.

7.- PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA

Debido a la anisotropía de su estructura, a la hora de definir sus propiedades mecánicas se consideran la dirección perpendicular y la dirección paralela a la fibra. En este hecho radica la principal diferencia de comportamiento frente a otros materiales utilizados estructuralmente, como el acero y el hormigón. Las resistencias y módulos de elasticidad en la dirección paralela a la fibra son mucho más elevados que en la dirección perpendicular.

Para conocer las posibilidades estructurales de la madera es obligado analizar sus características mecánicas y compararlas con las de otros materiales. En la tabla se comparan los valores medios de las tensiones admisibles de la madera, hormigón y acero.

	Flexión	Tracción		Compresión		Cortante	Módulo de elasticidad
		paral.	perp.	paral.	perp.		
Madera	120	120	1,5	110	28	12	110.000
Hormg.	80	6		80		6	200.000
Acero	1700	1700		1700		1000	2.100.000

Tabla Comparación de las tensiones admisibles en kp/cm^2 de la madera, hormigón y acero.

Se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Muy elevada resistencia a la flexión, sobre todo si se asocia a su peso (la relación resistencia / peso es 1,3 veces superior a la del acero y 10 veces la del hormigón).
- Buena capacidad de resistencia a la tracción y a la compresión paralelas a la fibra.
- Escasa resistencia al cortante. Esta limitación se presenta también en el hormigón pero no en el acero.
- Muy escasas resistencias a la compresión y a la tracción perpendicular a la fibra. Sobre todo en tracción, lo que supone una característica muy particular frente a los otros materiales.
- Bajo módulo de elasticidad, mitad que el del hormigón y veinte veces menor que el del acero. Los valores alcanzados por el módulo de elasticidad inciden sustancialmente sobre la deformación de los elementos resistentes y sus posibilidades de pandeo. Este valor neutraliza parte de la buena resistencia a la compresión paralela a la cual se ha hecho referencia anteriormente.

Aunque se explica con más detalle en el bloque informativo dedicado a "Estructuras" una primera valoración de sus propiedades mecánicas es la siguiente:

PROPIEDAD	VALOR N/mm ² / COMENTARIOS	EJEMPLOS
FLEXIÓN	14 - 30 elevada comparada con su peso	vigas forjado
TRACCIÓN //	8 - 18 elevada correcta ejecución de las uniones para que trabaje en esta dirección	tirantes pendolones
TRACCIÓN z	0,3 - 0,4 muy baja	MLE piezas curvas
COMPRESIÓN //	16 - 23 se ha de comprobar la inestabilidad de las piezas (pandeo)	pilares
COMPRESIÓN z	4,3 - 5,7 baja se produce un aplastamiento sin llegar a la rotura	zonas de apoyo
CORTANTE - rodadura - deslizamiento - cilladura	1,7 - 3,0 baja se producen en casos muy concretos	vigas poca luz y gran canto vigas doble T
MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y DE CORTANTE	E / G = 16 E // = 7 - 12.000 E z = E // / 30 Debido a la anisotropía se utilizan los módulos de elasticidad (E) en la dirección paralela y perpendicular y el módulo de cortante (G)	

8.- PROPIEDADES TECNOLÓGICAS.

Estas propiedades recogen información sobre los comportamientos o aptitudes de la madera relativas a aspectos tecnológicos de sus procesos de transformación. Esta información es específica para cada especie y se ha de buscar en la correspondiente literatura técnica. Los procesos más habituales a los que se somete la madera son los siguientes:

- Secado (cédulas de secado tipo)
- Aserrado (despieces, facilidad o dificultad de aserrado, equipos y tipo de sierras)
- Chapa por desenrollo y corte a la plana (aptitud para obtener chapas de madera y necesidad de realizar tratamientos de cocido o vaporizado, particularidades de las chapas).
- Mecanizado (facilidad o dificultad, equipos)
- Encolado (dificultad o problemas que se presentan, preparación superficies, tipos de colas)
- Clavado y atornillado (facilidad o necesidad de realizar taladros previos).
- Acabado (aptitud productos decorativos, como pinturas, barnices, tintes, lacas, etc. Facilidad o necesidad de preparar previamente las superficies)

9.- APLICACIONES DE LA MADERA - GRUPOS TECNOLÓGICOS

Con el objeto de ordenar las maderas según sus aplicaciones se ha definido el concepto de "Grupos Tecnológicos", que recogen dichas aplicaciones y las propiedades que ha de tener la madera.

Chapas para recubrimientos decorativos

- veteado y color atractivo.
- madera blanda o semidura.
- facilidad de encolado.
- aptitud para el desenrollo y chapa a la plana.

Tableros contrachapados estructurales

- madera blanda o semidura.
- trozas cilíndricas y de gran diámetro.
- facilidad de encolado.
- resistencia mecánica de la madera.
- no presentar alabeos ni fendas superficiales.
- densidad inferior a 800 kg/m^3 .
- aptitud para el desenrollo.

Carpintería exterior (ventanas, mobiliario exterior, revestimiento exterior, pérgolas, etc.)

- coeficientes de contracción pequeños.
- coeficientes de contracción radial y tangencial próximos.
- fibra recta.
- densidad y dureza media.
- resistencias mecánicas medias-grandes.
- durabilidad natural o facilidad de impregnación.

Carpintería interior (revestimientos interiores, frisos, puertas, escaleras, suelos de madera, etc.

- Las exigencias son parecidas a las de la carpintería exterior pero, además, pueden utilizarse maderas de densidad algo más baja y la resistencia a la intemperie pasa a un segundo plano.
- molduras y rodapiés: maderas blandas, fibra recta, fácil de trabajar, sobre todo con la tupí, acabado fácil, contracción baja.
- suelos: contracción de baja a mediana, resistencia a la abrasión y productos domésticos, dureza (mayor o igual a 2,5 según UNE 56.534), densidad (para las coníferas la densidad media será superior a 400 kg/m^3), fibra recta, grano fino (aunque pueden utilizarse maderas con grano grueso), fácil de trabajar (sobre todo en los cortes transversales), facilidad de acabado (lijado, encerado, barnizado, etc.), en el caso de los suelos de tarima facilidad de clavado, para los suelos de madera especiales se exige una gran dureza y resistencia a la abrasión.

Mobiliario y ebanistería.

- buenas características de acabado.
- bajo coeficiente de contracción.
- coeficientes de contracción radial y tangencial próximos.
- apariencia, color, veteados y figuras atractivos.
- buenas características de acabado.
- fácil de trabajar.
- facilidad de encolado
- facilidad de curvado.
- resistencia al arranque de tornillos
- resistencia a la raja y a la hienda

Carpintería de armar.

- resistencias y módulo de elasticidad elevados.
- durabilidad natural frente a los insectos y hongos xilófagos o facilidad de impregnación en situaciones de riesgo.
- facilidad de trabajar en carpintería ensamblada.
- fácil de clavar y de encolar.
- fibra recta.

Estructuras de madera laminada.

- resistencias y módulo de elasticidad elevados.
- facilidad para el encolado. Existen normas de ensayo específicas para la evaluación del encolado (UNE EN 391 y UNE EN 392).
- durabilidad natural o impregnabilidad en el caso de estructuras situadas al exterior.
- densidad no muy elevada.

Construcción naval.

- coeficiente de contracción pequeño.
- coeficientes de contracción radial y tangencial próximos.
- excelente comportamiento frente a la humedad.
- no debe atacar a los herrajes.
- dureza.
- resistencia al desgaste.
- resistencia al arranque de clavos y tornillos.
- buenas resistencias mecánicas.
- durabilidad natural.
- flexibilidad, buenas cualidades de curvado (cuadernas).
- altas cotas de flexión estática y dinámica (cuadernas).
- durabilidad frente a los xilófagos marinos (quillas, elementos sumergidos).

Postes.

- fibra recta.
- rectitud de fuste
- pocos nudos
- resistencias medias-elevadas
- durabilidad natural o facilidad de impregnación

Traviesas de ferrocarril.

- resistencia a la compresión transversal.
- resistencia al arranque de tirafondos.
- excelentes cualidades de durabilidad natural o adquirida.

Tornería, talla y escultura.

- madera homogéneas con grano fino.
- estabilidad dimensional.
- inastillables al cortarlas o al usar herramientas.
- facilidad de trabajo.
- buena apariencia estética.
- dureza.
- buenas características de acabado.

Elementos deportivos y mangos de herramientas.

- resistencia a la flexión dinámica
- resistencia a la raja.
- dureza.
- rigidez.

- valores estéticos y decorativos para los elementos de lujo.
- resistencia al curvado (elementos deportivos).

Tonelería

- presencia de taninos.
- presencia de thyllos.
- fácil de trabajar.
- fibra recta
- densidad media-alta

Instrumentos musicales.

Varios: cajas de cigarros, tejuelas, recipientes para productos químicos.