

Maderas

Campos Cisneros Ronald fic-2007@hotmail.com

1. [Introducción](#)
2. [Propiedades y características](#)
3. [Composición y estructuras de la madera](#)
4. [Propiedades](#)
5. [Clasificación de la madera](#)
6. [Obtención de la madera](#)
7. [Usos de la madera](#)
8. [Bibliografía](#)

Estructura, contenido de humedad, densidad, clasificación, propiedades mecánicas

LA MADERA



2 INTRODUCCIÓN:

La madera ha sido siempre para el hombre uno de los principales recursos naturales. Gracias a la tecnología moderna, la madera sirve para muchísimos más usos de los que pudieron soñarse hace muy pocos siglos.

Cinco de las necesidades más importantes del hombre - albergue, combustible, ropas, alimento y transporte - pueden satisfacerse hasta cierto punto con la madera.

La madera como tal se usa extensamente en las industrias químicas a causa de sus propiedades físicas y mecánicas; tiene un precio razonable, es fuerte, puede trabajarse sencillamente, es resistente a los ácidos débiles, es un buen aislante térmico y eléctrico y tiene un coeficiente elevado peso/resistencia. Como materia prima química, la madera puede usarse para obtener muchos productos de gran valor. A diferencia de la mayor parte de las materias primas, la madera es un recurso renovable.



Una de las dificultades es la cantidad de medidas que se utilizan para la mensura de la materia prima: cuerda, pies cuadrados, pies cúbicos, galones, libras, etc. .Recién en los últimos 2 o 3 años se empezaron a unificar las medidas en el sistema métrico decimal. Otra de las dificultades es que una gran parte de la materia prima utilizada no es declarada ya sea por negligencia o por uso doméstico o sem.-doméstico.

Sin embargo se puede decir que el peso de la madera en pila de 2.4 x 1.2 x 1.2 (estiba Standard según normas ASTM) varía entre 720 kgs. y 1485 kgs. según la densidad de la madera la proporción de corteza y los espacios huecos en la pila.

Como dato informativo se puede decir que en un informe del Servicio Forestal de Estados Unidos (el único en su especie) del año 2000 se sacan los siguientes datos: 95.5 millones de toneladas métricas de madera aserrada, sin incluir cortezas, copas y ramas de menos de 10-15 cmts de diámetro. Las importaciones sumaron solamente 1.3 millones de toneladas métricas. El uso conjunto de la madera sumó 43%, cifra que comprende madera de sierra, madera para combustión, madera para pasta, durmientes, chapas, tonelería puntales, postes y ripias. El resto no se utilizó o se lo hizo como madera de baja calidad, que sumó el 22.5%.

El material completamente desechado llego al 34.5%. El consumo usual para madera para pasta es del orden del 15 al 20% (variando según los años) de los cortes. Los usos químicos de importancia menor, como el carbón vegetal y los tocones usados para la extracción de resina de colofonia y aguarrás, representan el 1% o menos.

La tendencia de los últimos años en la industria maderera es el uso creciente de las cortezas y los residuos celulósicos que quedaban al pie del monte. Esta tendencia influye en la existencia de material para el proceso químico en 2 modos: disponibilidad de materia prima exenta de madera para separación de polvos, fibras y fracciones de corcho; taninos y ceras; los residuos de madera exentos de corteza quedan disponibles para la fabricación de pastas o para la utilización de chipeados o para la conversión en productos químicos ya expresados.



Madera



Definición.

- Es el conjunto de tejidos orgánicos que forman la masa de los troncos de los árboles, desprovistos de corteza y hojas.
- Se llama madera al conjunto de tejidos del xilema que forman el tronco, las raíces y las ramas de los vegetales leñosos, excluida la corteza.
- Aquella sustancia fibrosa y dura que se sitúa debajo de la corteza de los árboles y que constituye el tronco.

3.1 Propiedades de la madera

Las propiedades de las maderas dependen de muchos factores tales como: tipo y edad del árbol, condiciones de crecimiento como el terreno y el clima, etc. Como en todo material, varias son las propiedades a tener en cuenta a la hora de emplearlo, y que dependerán del fin queramos darles.

3.2 Características de la madera

Al igual que para otros materiales, la estructura de la madera determina en gran medida las propiedades y características de ésta. En el caso de las maderas, la estructura viene dada por los elementos anatómicos que la forman: células, vasos leñosos, fibras, canales de resina, etc. Así, la composición celular, el grosor, la simetría, etc., de estos elementos determinan las características de la madera, y junto a las otras propiedades físicas y mecánicas, sus posibles usos.

Las principales características, que además nos permite identificar a los distintos tipos de maderas, son: la textura, el grano y el diseño, además del color, sabor y olor.

Se denomina **textura** al tamaño de los elementos anatómicos de la madera. Hablaremos entonces de textura gruesa, mediana y fina. La **textura gruesa** será cuando los elementos de la madera son muy grandes y se ven fácilmente, mientras que en la **textura fina**, estos elementos casi no se diferencian, dando una apariencia homogénea, y por último, la **textura mediana** será una situación intermedia entre las dos anteriores.

El **grano** es la dirección que tienen los distintos elementos anatómicos respecto al eje del tronco, e influirá en las propiedades mecánicas de la madera y en la facilidad de trabajar con ella. Según la dirección de los elementos anatómicos podemos diferenciar distintos tipos de grano como:

Grano recto: cuando los elementos se sitúan paralelos al eje del árbol. La madera con este tipo de grano presenta buena resistencia mecánica y facilidad de trabajo. **Grano inclinado:** Los elementos forman ahora un cierto ángulo con el eje del árbol, y ahora la madera tendrá peor resistencia mecánica y mayor dificultad de trabajo. **Grano entrecruzado:** Los elementos también se disponen formando un ángulo con respecto al eje, pero ahora en cada anillo es en forma opuesta a como se encontraban en el anillo anterior. Las maderas de este tipo presentan dificultades para su trabajo. **Grano irregular:** Los elementos se disponen de forma irregular, siendo este tipo de grano el que se encuentra en los nudos, ramificaciones del tronco, zonas heridas, etc.

El **diseño** es el dibujo que muestra la madera la ser cortada, y se debe al modo de corte y a la distribución de los elementos anatómicos, es decir, al grano. Los diferentes tipos de diseños que podemos encontrarnos son:

Diseño liso: es el que presentan las maderas de textura fina, y da lugar a un color homogéneo. **Diseño rallado:** es debido a las líneas formadas por los vasos leñosos cortados longitudinalmente y los canales de resina. **Diseño angular:** es debido al corte transversal de los anillos de crecimiento. **Diseño vetado:** El dibujo tiene el mismo origen que en la madera de diseño angular, pero con las franjas paralelas entre sí. **Diseño jaspeado:** el origen del dibujo son las células radiales cuando éstas son anchas. **Diseño espigado:** Aparece en las maderas de grano entrecruzado al cambiar en cada anillo de crecimiento la disposición de los elementos anatómicos.

El **color** de la madera es una consecuencia de las sustancias que se infiltran en las paredes de sus células, y es característicos de cada especie. Esta propiedad puede ser de importancia a la hora de emplear una determinada madera con fines decorativos. El **sabor** y el **color** también son consecuencia de las sustancias que impregna la madera, y son de especial interés a la hora de emplear una determinada madera en la fabricación de recipientes de conservación de alimentos (toneles de vino).

3. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURAS DE LA MADERA

3.1 COMPOSICIÓN

Es una sustancia fibrosa, organizada, esencialmente heterogénea, producida por un organismo vivo que es el árbol.

Sus propiedades y posibilidades de empleo son, en definitiva, la consecuencia de los caracteres, organización y composición química de las células que la constituyen.

El origen vegetal de la madera, hace de ella un material con unas características peculiares que la diferencia de otros de origen mineral.

Elementos orgánicos de que se componen:

- Celulosa: 40-50%
- Lignina: 25-30%
- Hemicelulosa: 20-25% (Hidratos de carbono)
- Resina, tanino, grasas: % restante

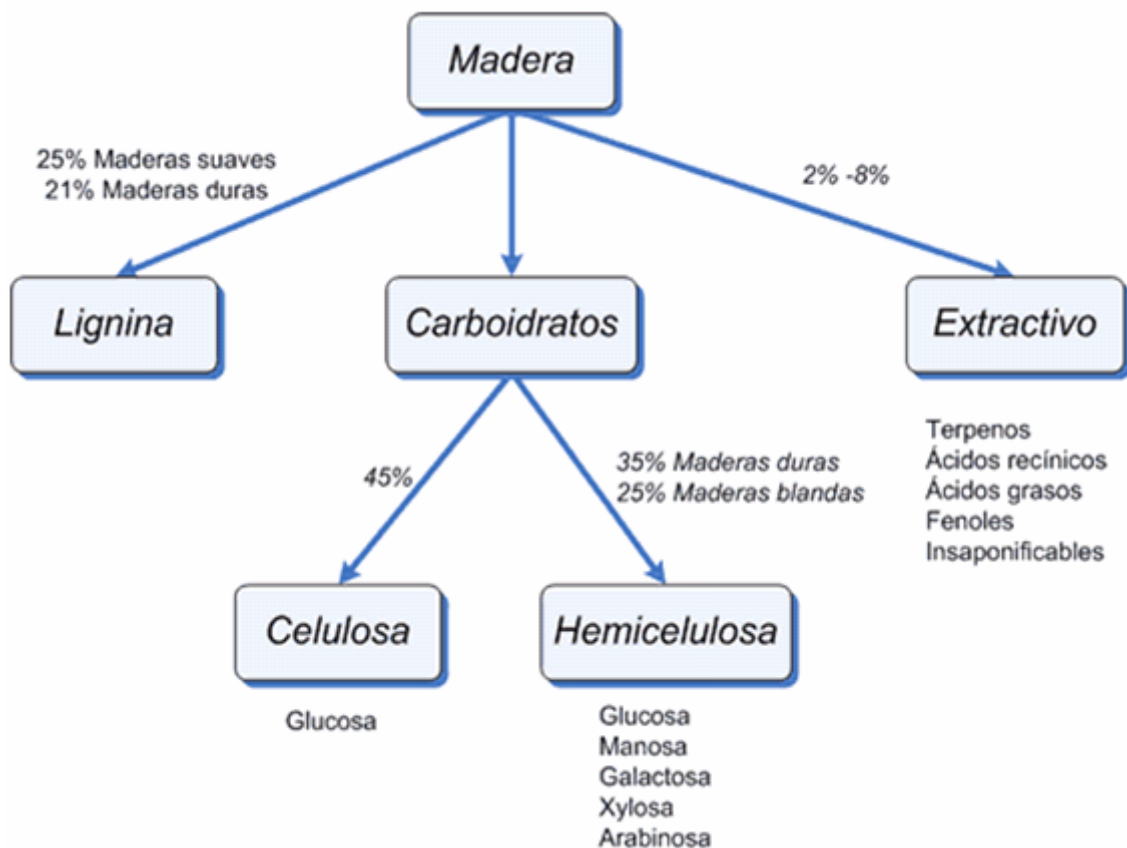
Estos elementos están compuestos de:

- Elementos esenciales (90%):
 - Carbono: 46-50%
 - Oxígeno: 38-42%
 - Hidrógeno: 6%
 - Nitrógeno: 1%
- Otros elementos (10%):
 - Cuerpos simples (Fósforo y azufre)
 - Compuestos minerales (Potasa, calcio, sodio)

Estructura de la madera desde el punto de vista anatómico y químico

La madera es una sustancia compleja desde el punto de vista anatómico y químico. De la estructura anatómica dependen las propiedades de resistencia mecánica, aspecto, resistencia a la penetración del agua y productos químicos, resistencia a la putrefacción, calidad de la pulpa y la reactividad química. Para usar la madera en la industria química del modo más eficaz, no solamente es preciso conocer las propiedades de las diferentes sustancias que la constituyen, sino también cómo se encuentran distribuidas en las paredes celulares.

Las células que constituyen los elementos estructurales de la madera son de formas y tamaños distintos y crecen íntimamente unidas entre sí. La células de la madera seca pueden estar vacías o parcialmente ocupadas por depósitos, por ejemplo: gomas o resinas; o por tilosis, que son crecimientos de intrusión de un tipo de célula a otro. Las células largas y puntiagudas se conocen por el nombre de fibras o traqueidas y varían mucho de longitud dentro de un mismo árbol y entre especies distintas. Las fibras de los árboles de madera dura tienen una longitud de 1 mm; las fibras de madera blanda varían de 3 a 8 mm.



Al describir los componentes químicos de la madera, suele distinguirse entre componentes de la pared celular y materia extraña. Los componentes de la pared celular son la lignina y los polisacáridos totales, constituida por celulosa y hemicelulosa.

La materia extraña está constituida por sustancias que pueden separarse por extracción por disolventes no reactivos, residuos de proteínas del protoplasma de la célula en crecimiento y componentes minerales, algunos muy difíciles de eliminar.

Hidratos de carbono de la pared celular

Los hidratos de carbono son los componentes más importantes de la pared celular y en muchos casos forman el 65-75% del peso de la madera. La hidrólisis de la fracción total de hidratos de carbono da principalmente azúcares sencillos, sobre todo glucosa. En las maderas blandas, la manosa y la xilosa siguen en cantidad. La mayor parte de las maderas blandas tienen cantidades más pequeñas de galactosa y arabinosa. Los hidrolizados de maderas duras, además de contener 55-75% de glucosa, son relativamente ricos en xilosa (20-40%), con cantidades más pequeñas de manosa, arabinosa y galactosa.

Celulosa

El principal carbohidrato de la madera es la celulosa, que en muchos aspectos es análoga químicamente a la celulosa del algodón purificada.

Está constituida principalmente por restos de glucosa unidos por medio de enlaces 1,4-beta-glucósidos. La porción resistente de la celulosa de la madera muestra una velocidad de hidrólisis en ácido diluido casi doble a la de la celulosa del algodón. Estudios de difracción de rayos X han mostrado que el cristal es más grande en la celulosa de algodón que en la de la madera. Hasta el momento no se ha podido preparar ninguna celulosa a partir de madera que no contenga mananos y xilanas. No se sabe si estos hidratos de carbono no celulósicos se encuentran atrapados en la estructura de la celulosa sólida o si son parte integrante de las cadenas de la celulosa de la madera.

Hemicelulosa

Los hidratos de carbono de la pared celular de la madera son la celulosa verdadera y la hemicelulosa. Esta se ha definido como la porción de celulosa que se hidroliza fácilmente. Es una sustancia amorfa y está compuesta por manosa, galactosa, arabinosa, xilosa, ácidos urónicos y en algunos casos, ramnosa. La distinción entre celulosa "verdadera" y hemicelulosa es principalmente de interés científico. No existe ningún método que permita la separación neta de ambas.

Holocelulosa

La fracción total hidrocarbonada de la madera ha sido denominada Holocelulosa. Por cloración y extracción en monoetanolamina en solución alcohólica caliente, alternadas, se obtienen preparados de la fracción total de hidratos de carbono de la madera, que se aproximan al rendimiento ideal. Los análisis de la celulosa que se realizan para fines técnicos, expresan la composición en celulosas alfa, beta y gama. La distinción se basa en la solubilidad en los álcalis. En términos generales la alfa-celulosa es insoluble en hidróxido de sodio al 17.5%; la beta-celulosa es la porción soluble que se precipita al acidular y la gama-celulosa es la porción soluble que no precipita al acidular.

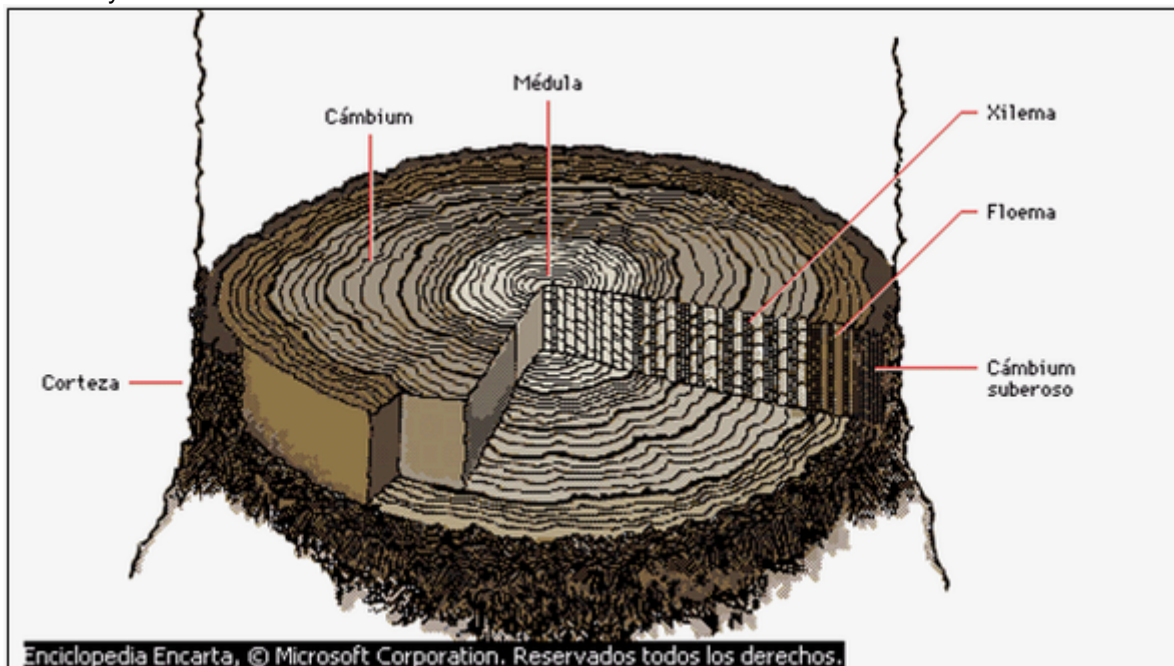
LIGNINA.

Podríamos decir que la lignina actúa como impermeabilizante de las cadenas de celulosa (muy hidrófilas) y como aglomerante de las *estructuras fibrilares de las células*.

Materia extraña

Los componentes minerales de la madera varía mucho entre especies, entre individuos y entre diversas partes del mismo árbol. Los principales cationes son calcio, potasio y magnesio. Los aniones más comunes son carbonatos, fosfatos, silicatos y sulfatos.

Las materias extrañas orgánicas en la madera son numerosas y son difíciles de clasificar, no obstante ello se puede decir que existen los siguientes productos en casi todas las especies estudiadas: hidrocarburos alifáticos y aromáticos, terpenos, ácidos alifáticos y aromáticos y sus sales respectivas, alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, quinonas, ésteres y éteres, aceites fijos, aceites volátiles, ácidos de resinas y esteroides, taninos, materias colorantes, polisacáridos solubles en agua, ciclitoles, proteínas y alcaloides.



3.2 Estructura de la madera

Estructura del tronco no es homogénea y, al realizar un corte transversal del mismo, se aprecian diferentes zonas y partes, cumpliendo cada una de ellas una función en el crecimiento del árbol, y por tanto en la formación de la madera. De la parte exterior hacia la interior, las diferentes partes del tronco son:

La **Corteza exterior o súber**: es la capa protectora del tronco, y está formada por tejido muerto.

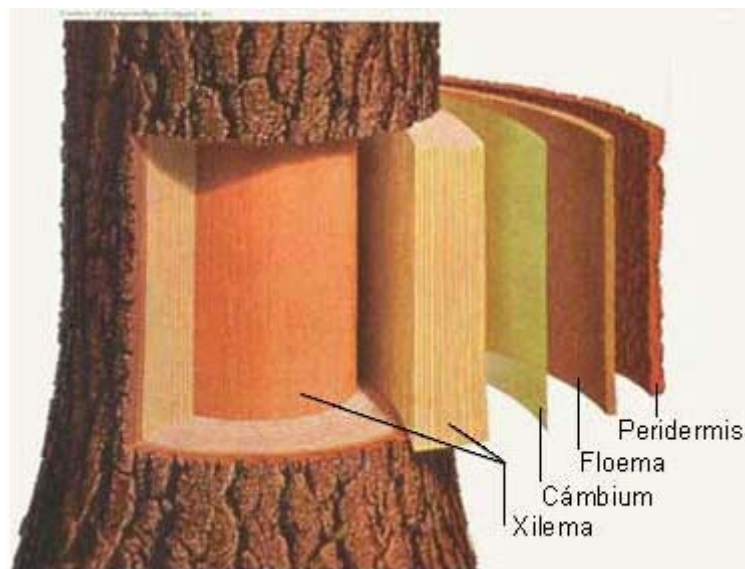
Corteza interna: está formada por tejido vivo y transporta, en sentido descendente, hasta las raíces, los alimentos fabricados en la fotosíntesis y el oxígeno absorbido del aire usado en la respiración. El floema puede tener fibras de líber, que son muy fuertes, y en algunas especies constituyen la materia prima de la que se obtienen fibras comerciales, por lo que también se denomina a esta zona **líber**.

Cábium: capa formada por un conjunto de células, responsables del crecimiento del tronco, y que se sitúa entre el floema y el xilema.

Xilema: es el término botánico de la madera, y está formado por tejido leñoso.

El **proceso de crecimiento** tiene lugar a partir del **cámbium**. Esta capa de células se encuentra siempre en periodo de división y produce alternativamente células de floema y xilema. Cuando una célula del **cámbium** se divide para formar células de xilema, la célula que ocupa una posición más interna de las dos resultantes de la división se transforma en xilema, mientras que la exterior sigue actuando como **cámbium** en la división siguiente. Cuando ésta ocurre, la célula más externa se transforma en célula del floema, y la interna sigue actuando como **cámbium**, y así sucesivamente. Dado que las células del xilema producidas en primavera son grandes y las formadas más tarde pequeñas, y que durante el invierno el crecimiento se interrumpe, la madera que se forma cada año adopta la forma de **anillo anual o de crecimiento**. Se diferencian unos de otros por una diferencia de color que alterna el claro (**madera primeriza** correspondientes al crecimiento primaveral), y el oscuro (**madera tardía** correspondiente al crecimiento otoñal más lento), de forma que cada alternancia de anillo claro a anillo oscuro indica un año en la vida del árbol. La anchura de cada anillo se ve afectada por el clima, el tipo de árbol y otras variables.

Los anillos anuales más antiguos, de color más oscuro, casi nunca son funcionales y reciben en conjunto el nombre de **Xilema**, mientras que los más jóvenes, de tonalidad más clara, constituyen la **albura**. En la zona de la albura se sitúan los tejidos que transporta agua y nutrientes minerales disueltos desde el suelo hacia las hojas, y también los productos gaseosos de la respiración, que se forman en todas las células vivas de la planta, hacia las hojas, desde las que pasan a la atmósfera. A medida que el tronco crece, la parte interna de la albura se ve desplazada de la zona de crecimiento activo, el **cámbium**, y sus células mueren, sufriendo transformaciones químicas por acumulación de resinas, taninos, aceites esenciales y otras sustancias, transformándose en **duramen**.



Albura: Madera de la sección externa del tronco, de color más claro. Es la zona más viva, saturada de sabia y sustancias orgánicas. Se transforma con el tiempo en duramen.

- Duramen:

Madera de la parte interior del tronco. Constituido por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y resistencia (debido al proceso de lignificación.) De coloración, a veces, más oscura que la exterior. Madera adulta y compacta. Es aprovechable. La duraminización (transformación de albura a duramen) de la madera se caracteriza por una serie de modificaciones anatómicas y químicas, oscurecimiento, aumento de densidad y mayor resistencia frente a los ataques de los insectos.

Médula: Parte central del tronco. Constituido por tejido flojo y poroso. De ella parten radios medulares hacia la periferia.

3.1.1 Estructura macroscópica

Para estudiar la estructura macroscópica y microscópica de la madera, dada su heterogeneidad, se establecen tres planos o secciones (Fig. 1):

- **Transversal:** perpendicular al eje de la rama o tronco.
- **Radial:** 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 producidas en un tronco de madera, a simple vista, se pueden observar las siguientes estructuras de características fácilmente diferenciables:

- **Corteza externa** o corteza propiamente dicha.
- **Corteza interna** o líber.
- **Cambium** o capa delgada de células vivas, generadora del crecimiento en espesor del árbol (xilema y floema).
- **Leño** o tejido leñoso propiamente dicho, que forma la mayor parte del tronco y que presenta diferencias, fácilmente apreciables en las coníferas y en algunas frondosas. Entre estas diferencias está la debida a los anillos de crecimiento, anuales en las plantas de la zona boreal y estacionales en las plantas de la zona tropical con estaciones climáticas marcadas.

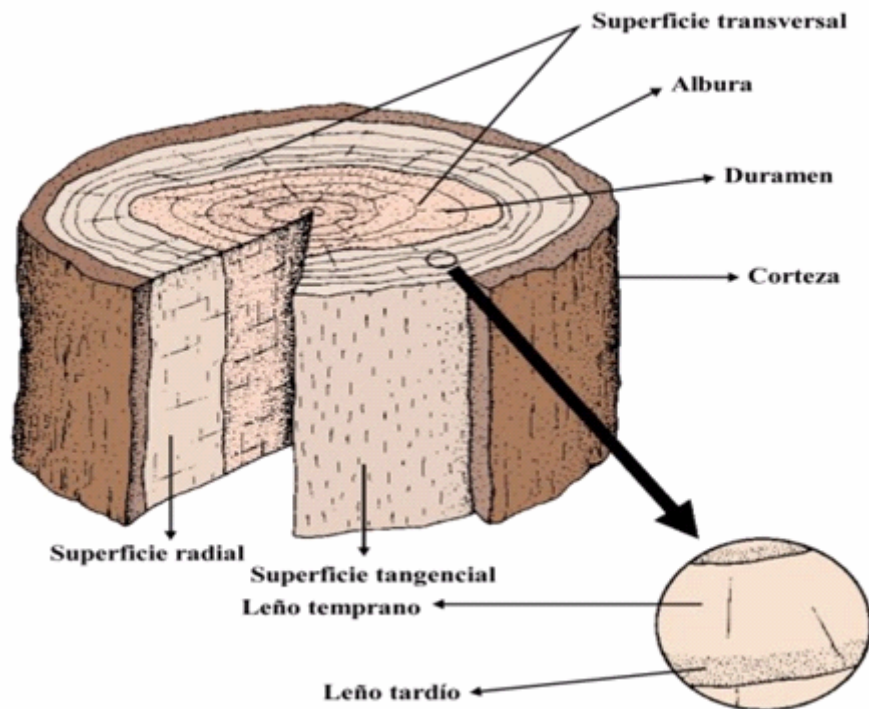


Figura 1: Esquema para la orientación de las superficies transversal, tangencial y radial de una muestra de madera

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

En las coníferas, la diferencia está marcada principalmente por el color. En las frondosas, se debe más a la agrupación o distribución de los vasos o parénquima terminal en el anillo, existiendo siempre una cierta diferencia de color, más o menos marcada, entre la madera de primavera y la de verano, observable a simple vista o con una lente de diez aumentos.

En los anillos de crecimiento estacional, las diferencias de porosidad, debidas a la distribución de vasos, parénquima o grosor de las paredes de las fibras, corresponden a las estaciones secas o lluviosas de la zona. En aquellas en que las estaciones no están marcadas, hecho que sucede en muchas zonas del bosque tropical, la diferenciación de los anillos de crecimiento es difícil de llevar a cabo.

En la sección radial, pueden observarse, tanto los anillos de crecimiento como los radios leñosos cuando exista diferencia de color con los tejidos. Los radios leñosos unas veces son más oscuros, como los del **roble** y **haya**, y otras veces más claros. Cuando los radios leñosos son muy delgados o de color prácticamente igual al resto de los tejidos, no son visibles. Como ejemplo de maderas españolas en que son fácilmente visibles tenemos el **roble**, el **haya** y la **encina**.

Por el contrario, son prácticamente invisibles en las coníferas y en ciertas frondosas, como por ejemplo el **abedul**, **chopo**, debido a lo delgados que son y lo poco diferenciado de su color. En la sección tangencial pueden observarse los radios leñosos cuando son gruesos o de color diferente, así como las estrías que producen los vasos cuando son de gran diámetro. El parénquima leñoso es también una estructura que aparece fácilmente visible en algunas especies en sus secciones tangenciales, como por ejemplo en el **olmo**, y en muchas especies tropicales. Igualmente, en la sección tangencial y en el caso en que los elementos estén distribuidos en pisos, se observa una figura especial llamada **carda**.

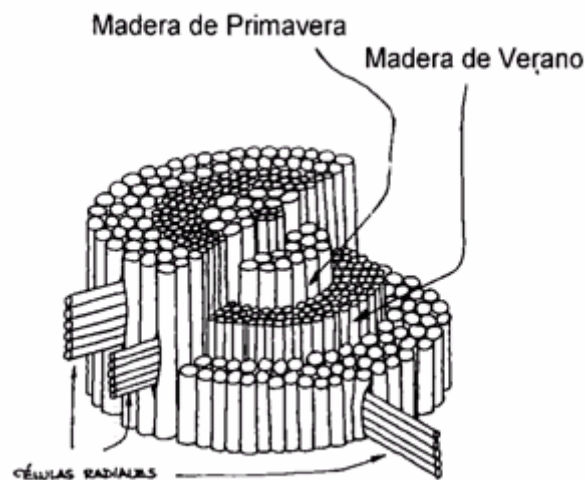


Figura 2.2 Estructura celular de la madera

3.1.2 ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DE LA MADERA

Como se ha visto la madera no es un material homogéneo, está formado por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos.

Estos tejidos sirven para realizar las funciones fundamentales del árbol; conducir la savia, transformar y almacenar los alimentos y formar la estructura resistente o portante del árbol.

La heterogeneidad de la madera será, en parte, la causa de sus propiedades.

Se puede considerar la madera como un conjunto de células alargadas en forma de tubos, paralelos al eje del árbol, muy variables, tanto en longitud y forma, como en el espesor de sus paredes y en las dimensiones interiores.

Estas células están unidas entre sí por una sustancia llamada materia intercelular o laminilla media, y a su vez trabadas por otro tipo de células, colocadas perpendicularmente a las anteriores y en el sentido radial del tronco, formando los llamados radios leñosos.

La variedad de tipos de células y la forma de unirse, definen la infinidad de especies diferentes de madera que existen.

Todo ello hace de la madera un material resistente y ligero, que puede competir favorablemente con otros materiales utilizados en la construcción, en cuanto a la relación resistencia-peso específico.

En el sentido axial distinguimos:

a)- Fibras alargadas, de pared gruesa formadas por células que se han prolongado afinándose en las puntas, constituyendo los tejidos de sostén, es decir, la estructura y la parte resistente de la madera (tejido fibroso).

En las coníferas estas células son las mismas que sirven para permitir la circulación de los fluidos.

b)- Vasos y poros de pared delgada (tejido vascular), formando los órganos de conducción o vehículo de la savia ascendente o bruta; los poros de la madera aparecen en sección transversal (pequeños agujeros), y en sección longitudinal (pequeñas estrías).

c)- Células de parénquima, son cortas y poco abundantes. Difunden y almacenan en todo el espesor del árbol la savia descendente o elaborada.

El parénquima constituye una especie de tejido conjuntivo (tegumental o de defensa), que vincula entre sí a los otros tejidos y que está formado por células poliédricas de paredes celulósicas delgadas y esponjosas.

Esta especialización entre estructura y función sólo existe en los árboles frondosos; en los resinosos, todas las fibras son de carácter especial, llamadas traqueidas, de paredes más o menos espesas según la época del año en que se han formado.

En el sentido radial hay menos células, y estas se disponen por bandas o láminas delgadas (radios medulares), intercaladas entre las fibras y los vasos, a los que cruzan en ángulo recto, dirigiéndose desde la corteza hasta el centro del árbol.

En esas bandas de células llamadas radios celulares o mallas, almacenan y difunden, como las células del parénquima, las materias nutritivas que arrastra la savia descendente.

En ciertas especies se encuentran en ambos sentidos, axial y radial, unos canales secretores de resina.

De lo dicho anteriormente se desprende que la madera es un material heterogéneo y anisótropo, por tanto, sus propiedades variarán según la dirección que se considere.

Utilización química de los residuos de madera

Los residuos de la tala de árboles en las explotaciones forestales y los residuos de las operaciones primarias tanto al pie del monte como en los aserraderos representan una fuente poco aprovechada de materia prima orgánica. Al contrario de lo que sucede con los recursos minerales, este material se nos ofrece como una fuente renovable. Es significativo comparar las cantidades de esta materia prima (peso seco) con respecto a la producción de acero en USA: son las dos de unos 90 millones de toneladas anuales.

Hasta hace relativamente poco tiempo la utilización de residuos celulósicos se limitaba a la producción de fibras y carbón vegetal. En Europa se limitaba a la producción de levadura y alcohol a partir de hidrolizados de madera. La falta de coordinación entre las industrias maderera y química llevó a ese desaprovechamiento. Mientras los combustibles fósiles, el gas y la hulla tuvieron precios bajos, hubo muy poco interés por la investigación y desarrollo de los subproductos que pudiesen dar los residuos celulósicos. Una vez que el petróleo, el gas y la hulla aumentaron su precio, comenzó la comunidad científica a ocuparse de la madera.

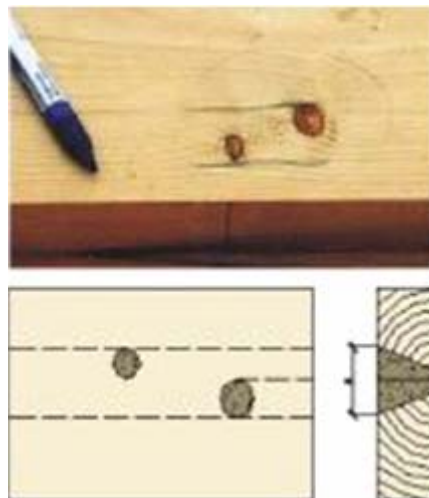
Defectos de estructura

Los **defectos de estructura** son aquellos originados en la misma estructura de la madera durante su desarrollo. Los principales defectos que pueden presentarse son:

Nudos: se forman por restos de ramas que quedan embutidas en la madera a medida que crece el diámetro del árbol. Tienen consecuencias en la resistencia mecánica y, principalmente, a la flexión. También hacen más problemático el trabajado de la madera, especialmente el cepillado.

Acebolladura: es la aparición de rajaduras en el corte transversal del tronco al separarse los elementos anatómicos, las fibras leñosas, en la dirección del radio.

Médula excéntrica: este defecto consiste en que la médula está desplazada del centro. Aparece en maderas de árboles expuestos a fuertes vientos de dirección constante, o en aquellos árboles que buscan la luz y desplazan el eje en su movimiento. Este defecto tiene consecuencias en el aserrado, ya que al no estar la madera centrada se hace más complicado el adecuado aserrado de los troncos.



Madera de reacción: Es la madera generada en árboles curvados y en las zonas contiguas a ramas gruesas. La madera de reacción puede clasificarse en **madera de compresión**, en las que se ven afectadas las propiedades mecánicas, al tiempo que presenta dificultad para su trabajado; y en **madera de tensión**, que, debido a la mayor contenido de humedad, tienden a alabearse en el secado y a variar sus propiedades mecánicas, especialmente la compresión paralela al grano.

Madera de corazón juvenil: Es la madera generada con un alto ritmo de crecimiento, dando lugar a maderas con un peso específico aparente menor al propio de su especie, teniendo tendencia al alabeo durante el secado.

Defectos de manipulación

Los defectos de manipulación son aquellos que se originan, en las maderas ya cortadas, al perder humedad o ser atacadas por insectos que la dañan. Los defectos más comunes son: el colapso, gritas y rajaduras y los alabeos.

Colapso: es un defecto que se produce durante el secado de la madera, y que consiste en una disminución de las dimensiones de la madera al comprimirse los tejidos leñosos. Se origina en maderas secadas a demasiada temperatura o humedad, y en maderas secadas rápidamente al aire. Para corregir en lo posible este defecto se debe cepillar la pieza de madera, aunque ya habrá perdido propiedades de resistencia mecánica.

Gritas y rajaduras: consisten en la aparición de aperturas en la madera como consecuencia de la separación de los elementos leñosos. Cuando la apertura sólo alcanza a una superficie ésta se denomina **grieta**, mientras que si alcanza ambas superficies, atravesando la madera, se denomina **rajadura**. Estos defectos se originan al contraerse la madera durante el secado y originan pérdidas en las propiedades mecánicas de la madera.

Alabeos: son encorvamientos de la madera respecto a sus ejes longitudinales y/o transversales, que se producen por la pérdida de humedad. La gran porosidad de la madera hace que absorba humedad con gran facilidad, sin embargo, la parte central del tronco tiene una menor capacidad de absorción que las exteriores, y hace que las variaciones de dimensiones no sean uniforme en todo el tronco. Esta característica obliga a manipular cuidadosamente a la madera, tanto en el aserrado del tronco como en el proceso de secado, ya que de lo contrario surgen muy fácilmente los alabeos. Los tipos fundamentales de alabeos que se pueden encontrar son: el abarquillado, el combado, la encorvadura y la torcedura.

El **abarquillado** es el alabeo de las caras de la madera al curvarse su eje transversal (respecto a las fibras), a causa del secado más rápido de una de las caras, a distintos tipos de corte en cada cara o al barnizado de una sola de ellas. El **combado** es el alabeo de las caras al curvarse el eje longitudinal de la madera, y puede originarse por falta de pesos en los extremos, gran contracción longitudinal en maderas de reacción, etc. La **encorvadura** es la curvatura del eje longitudinal al torsionarse los extremos, y se origina al liberarse las tensiones de crecimiento. Por último, las **torceduras** son el retorcimiento que surge en una madera al curvarse al mismo tiempo por su eje longitudinal y transversal, y se originan por tensiones de crecimiento o secado desigual.

PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas que se definen para las maderas son: la humedad, el peso específico o densidad, la contracción e hinchamiento.

Un aspecto a tener en cuenta a la hora de estudiar las propiedades de la madera, tanto físicas como mecánicas, es la **anisotropía** de las mismas. Es decir, las propiedades de la madera no son las mismas en todas las direcciones, y el estudio de las propiedades se realiza según las tres direcciones principales: **axial**, paralela al eje de crecimiento; **radial**, perpendicular al eje; y **tangencial**, oblicua al eje de crecimiento.

Humedad

La **humedad** es la cantidad de agua que tiene la madera en su estructura. Esta agua puede aparecer formando parte de las células de la constitución leñosa, impregnando la materia leñosa o dentro del sistema vascular del árbol. El agua del sistema vascular desaparece con el tiempo, el agua de constitución leñosa sólo desaparece por combustión, mientras que el agua de impregnación variará según la higroscopia de la madera. La humedad de la madera está directamente relacionada con el peso, y afecta a otras propiedades físicas y mecánicas. Por eso, es importante conocer el contenido de humedad de una madera para las condiciones en la que va a emplearse, y como reaccionará ante la pérdida o ganancia de agua.

Cuando la madera húmeda comienza a secarse va perdiendo peso y se contrae hasta un límite en el que no puede disminuir más su grado de humedad, para la temperatura a la que se encuentre. Si se desea eliminar todo el contenido posible de agua, es necesario llevar a cabo un secado en laboratorio, que se basa en someter la madera a una temperatura de 105°C hasta que ésta alcance un peso constante. En ese momento se dice que la madera está totalmente seca o anhidra, y si se desea disminuir su contenido en agua es necesario combustionarla.

En función del grado de humedad, las maderas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

Madera verde: madera recién cortada y completamente húmeda (contenido en agua: 30-33%). En estas condiciones no puede ser empleada ya que al secarse se encoge y agrieta.

Madera oreada: es la que ha perdido una parte de su agua, pero que no ha sufrido aún contracciones ni cambio de sus propiedades mecánicas.

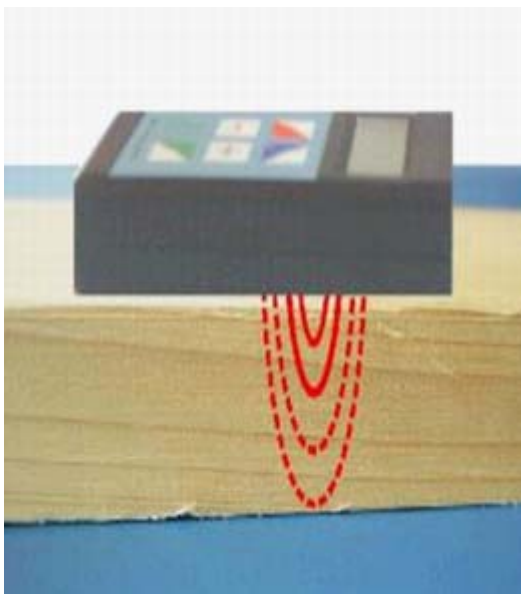
Madera comercial: es la que tiene un contenido en humedad inferior al 20%.

Madera seca: Su grado de humedad está en equilibrio con la humedad relativa del aire. Se obtiene apilando las tablas y tablones durante un periodo de tiempo, que puede llegar a varios meses, de forma que permita el paso de corrientes de aire a su través.

Madera desecada: es la que tiene una humedad inferior al 12%.

Madera anhidra: presentan un grado de humedad en torno al 3%.







higrómetros eléctricos

OTRA FORMA DE HALLAR LA HUMEDAD

Con el que **Ph** representa el peso de la madera que estamos estudiando, **Po** el peso de la madera anhidra y se multiplica por 100 para así obtener el % de contenido de humedad de la madera referida al peso seco

$$\%CH = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso Anhidro}}{\text{Peso Anhidro}} * 100\%$$

En algunos casos (industria de la pasta para papel), interesa obtener el % de contenido de humedad de la madera referida al peso húmedo con lo que la fórmula para obtenerlo será:

La humedad no es constante en todo el espesor de la pieza, siendo menor en el interior y teniendo más humedad la albura que el duramen.

La madera contiene más agua en verano que en invierno. Es un material higroscópico, lo cual significa que absorbe o desprende agua en función del ambiente que le rodea.

Expuesta al aire pierde agua y acaba estabilizándose a una humedad que depende de las condiciones del ambiente: temperatura y humedad.

Si estas condiciones varían, también variará su contenido de humedad. La humedad de la madera tiende a estar en equilibrio con el estado del aire ambiente. Este equilibrio no es el mismo si la madera está secándose, que si está absorbiendo agua.

El primer tipo de agua que elimina la madera es el agua libre; esta pérdida se hace prácticamente sin variación de las características físicas - mecánicas (varia su densidad aparente.)

Desaparecida el agua libre, queda el agua de impregnación de la pared celular (satura las fibras de la madera) y que al disminuir por medio de la evaporación o secado modifica las propiedades físico - mecánicas (su dureza y la mayoría de las resistencias mecánicas aumentan) y el volumen de la pieza de madera disminuye como consecuencia de la disminución de volumen de las paredes de cada una de sus células.

La humedad de la madera depende, ahora, de las condiciones higrótérmicas del ambiente. A cada par de valores de temperatura y humedad relativa del aire corresponde, en la madera, una humedad comprendida entre el 0% y el 30% (punto de saturación de las fibras, aproximadamente), que recibe el nombre de " Humedad de equilibrio higroscópico ". Este " Punto de saturación de las fibras ;" (P.S.F.) o más exactamente Punto de saturación de la pared celular, nos indica la máxima humedad que puede contener una madera sin que exista agua libre.

Una vez que haya descendido de este punto, la madera no volverá a tomar agua libre si no es por inmersión.

Este P.S.F. es de gran importancia, ya que supone una frontera a las variaciones dimensionales, variación de resistencias, etc. Su valor es del orden del 30%, pudiendo sufrir pequeñas variaciones de unas especies a otras.

Las maderas con P.S.F. bajo, tienen estabilizadas sus características mecánicas cuando son empleadas en atmósferas húmedas. Por el contrario si dichas maderas se emplean en atmósferas de humedad baja, se deformarán cuando varíe dicha humedad. (Maderas nerviosas).

Las maderas de P.S.F. altos son, en general, utilizadas en un medio con un % de humedad muy inferior a la que corresponde al P.S.F., excepto en el caso en que se encuentren sumergidas. Se moverán siempre bajo la influencia de las variaciones de humedad pero son, en general, poco nerviosas.

Cuadro de estado de la madera según el % de humedad.

Madera empapada:

Hasta un 150% de humedad aproximadamente (sumergida en agua)

Madera verde:

Hasta un 70% de humedad (madera en pie o cortada en monte)

Madera saturada:

30% de humedad (sin agua libre, coincide con P.S.F.)

Madera semi-seca:

del 30% al 23% de humedad (madera aserrada)

Madera comercialmente seca:

del 23% al 18% (durante su estancia en el aire)

Madera secada al aire:

del 18% al 13% (al abrigo de la lluvia)

Madera desecada (muy seca):

menos del 13% (secado natural o en clima seco)

Madera anhidrida:

0% (en estufa a 103° C. Estado inestable)

Humedad normal para ensayos: Las humedades de la madera para la realización de ensayos han sido el 12 y el 15% según países y normas. Actualmente tiende a usarse la humedad de equilibrio que se obtiene a una temperatura de 20°C. y con una humedad relativa del 65%, lo que nos da una humedad en la madera de aproximadamente del 12%.

- Para las obras, la guía de humedad que debe de tener la madera según la naturaleza de la obra, es la siguiente:

Obras hidráulicas: 30% de humedad (contacto en agua)

Túneles y galerías: de un 25% a un 30% de humedad (medios muy húmedos)

Andamios, encofrados y cimbras: 18% al 25% de humedad (expuestos a la humedad)

En obras cubiertas abiertas: 16% a 20% de humedad.

En obras cubiertas cerradas: 13% a 17% de humedad.

En locales cerrados y calentados: 12% al 14% de humedad

En locales con calefacción continua: 10% al 12% de humedad.

Peso específico y densidad

El **peso específico** es la relación entre el peso de la madera y el volumen que ocupa. Sin embargo, la madera es un material poroso, y los poros contienen aire; por esta razón se distinguen dos tipos de pesos específicos: el **peso específico de la madera**, que corresponde a pesar la madera sin poros, y el **peso específico aparente** que se obtiene pesando la madera con todos sus poros. La primera varía muy poco de unas maderas a otras, y está determinada por los componentes de la misma (celulosa, etc.); la segunda varía enormemente.

Como la humedad influye tanto en el peso como en el volumen, para obtener resultados sobre el peso específico, el grado de humedad en el que se tomen las medidas debe estar comprendido entre 0 y 30%, ya que en este rango el volumen varía en la misma proporción que la humedad. La densidad real de las maderas es sensiblemente igual para todas las especies, aproximadamente 1,56. La densidad aparente varía no solo de unas especies a otras, sino aún en la misma con el grado de

humedad y sitio del árbol, y para hallar la densidad media de un árbol hay que sacar probetas de varios sitios.

Como la densidad aparente comprende el volumen de los huecos y los macizos, cuanto mayor sea la densidad aparente de una madera, mayor será la superficie de sus elementos resistentes y menor el de sus poros.

Las maderas se clasifican por su densidad aparente en:

- Pesadas, si es mayor de 0.8.
- Ligeras, si esta comprendida entre 0.5 y 0.7.
- Muy ligeras, las menores de 0.5.

La densidad aparente de las maderas mas corrientes, secadas al aire, son:

Pino Común.....	0.32 – 0.76	Kg/dm ³
Pino Negro.....	0.38 – 0.74	Kg/dm ³
Pino- tea.....	0.83 – 0.85	Kg/dm ³
Albeto.....	0.32 – 0.62	Kg/dm ³
Pinabette.....	0.37 – 0.75	Kg/dm ³
Alerce.....	0.44 – 0.80	Kg/dm ³
Roble.....	0.71 – 1.07	Kg/dm ³
Encina.....	0.95 – 1.20	Kg/dm ³
Haya.....	0.60 – 0.90	Kg/dm ³
Alamo.....	0.45 – 0.70	Kg/dm ³
Olmo.....	0.56 – 0.82	Kg/dm ³
Nogal.....	0.60 – 0.81	Kg/dm ³

Contracción e hinchamiento

Tal y como ya se ha indicado, la madera experimenta variaciones en su volumen, es decir, se contrae o se hincha, según el grado de humedad de la misma. Al punto al cual las fibras de la madera están saturadas en humedad, y ya no absorben más agua, se le denomina **punto de intersección**, e indica el grado de humedad a partir del cual la madera empieza a sufrir contracciones e hinchamientos. Como consecuencia de la anisotropia que muestran las propiedades de la madera, estas contracciones e hinchamientos son diferentes a lo largo de las tres direcciones principales. Así, las variaciones axiales son muy pequeñas (< 1%), en la dirección radial pueden llegar a un 6%, y en la dirección tangencial pueden alcanzar un 18%.

Propiedades térmicas y eléctricas

Las dilataciones y contracciones, originadas en las maderas por efecto de cambios en la temperatura son mucho menos importantes que las originadas por cambios en la humedad. En otro aspecto, los poros en la madera la convierten en una pésima conductora del calor (los poros constituyen cámaras de aire), por lo que suele emplearse como aislante térmico, aunque conforme la humedad y/o la densidad aumenta en ésta también aumentará la conducción térmica. Además, la conductibilidad térmica también dependerá de la dirección de transmisión, siendo mayor en la dirección longitudinal.

En cuanto a las propiedades eléctricas, la madera es un buen aislante eléctrico, si bien al igual que en las propiedades térmicas, su carácter aislante disminuye con el aumento de humedad, pero al aumentar la densidad, el carácter aislante aumenta.

Dureza

Es la resistencia que presenta la madera a ser marcada, al desgaste o al rayado. Se calcula introduciendo una semiesfera de metal con la que se deja una huella de 1cm², siendo el valor de la dureza la carga necesaria para producir dicha huella.

La dureza de la madera está directamente relacionada con: la densidad (a mayor densidad, mayor dureza), con el modo de crecimiento del árbol (crecimiento más lento produce madera más dura), con el clima de crecimiento (en climas cálidos se obtienen maderas más duras), con la zona de tronco (la parte central, más antigua, son más duras que las exteriores), el grado de humedad (a medida que aumenta éste, la dureza primero aumenta para posteriormente disminuir).

Durabilidad

Es la resistencia de la madera a la acción del tiempo, y es una propiedad muy aleatoria que depende de multitud de factores. Así, por ejemplo, las maderas expuestas a fuertes alternativas de

humedad y sequedad durarán poco tiempo; si se empotran las maderas en el suelo, duran más si éste es arcilloso y muy poco si es calizo; aquellas maderas desarrolladas en terrenos húmedos tienen la capacidad de durar largo tiempo sumergidas en agua, pero expuestas al aire se pudren con facilidad; en general, las maderas blandas duran menos que las duras.

Propiedades acústicas

La madera proporciona un medio elástico adecuado a las ondas sonoras, por lo que se emplea ampliamente en la fabricación de instrumentos musicales y en la construcción de salas de conciertos, teatros, etc. Las características de la madera que más influyen sobre esta propiedad son el peso específico aparente, es decir, la humedad, el tipo de grano y la ausencia de defectos.

Clasificación de las maderas

Las maderas pueden clasificarse de diversas formas según el criterio que se emplee. Uno de los más importantes es el de sus propiedades, las cuales están en función de su estructura, es decir, de su textura. La textura dependerá a su vez del modo de crecimiento del árbol, así por ejemplo, las maderas provenientes de árboles de crecimiento rápido presentarán anillos de crecimiento anchos y serán blandas, mientras que las de crecimiento lento, los anillos serán muy estrechos y las maderas duras. En función del modo de crecimiento, las maderas se dividen en:

Maderas resinosas. Suelen ser maderas de lento crecimiento, son propias de zonas frías o templadas, y poseen buenas características para ser trabajadas y buena resistencia mecánica. Este tipo son las más usadas en carpintería y en construcción. Dentro de este tipo, algunas de las más conocidas son: el pino, el abeto, el alerce, etc.

Maderas frondosas. Son maderas propias de zonas templadas, y dentro de ellas podemos diferenciar tres grupos: duras, blandas y finas. Dentro de las **duras** tenemos el roble, la encina, el haya, etc. Dentro de las **blandas** tenemos el castaño, el abedul, el chopo, etc., y por último, dentro de las **finas** tenemos el nogal, el cerezo, el manzano, el olivo, y otros árboles frutales.

Maderas exóticas. Son las mejores maderas y las que permiten mejores acabados. Dentro de este grupo tenemos la caoba, el ébano, la teka, el palisandro, el palo rosa, etc.

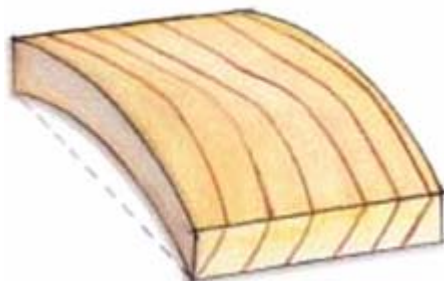
Otra clasificación ampliamente empleada divide a las maderas simplemente en maderas duras y maderas blandas, coincidiendo esta división con el tipo de hoja. Así, las **maderas duras** son aquellas procedentes de árboles de hoja caduca como el roble, el castaño, el nogal, etc. Las **maderas blandas** corresponderán a las procedentes de árboles de hoja perenne como el pino, el abeto, etc. No obstante, esta clasificación se realiza con independencia de su dureza, y así, muchas maderas blandas son más duras que las llamadas maderas duras.

PROPIEDADES MECÁNICAS

ELASTICIDAD - DEFORMABILIDAD

Bajo cargas pequeñas, la madera se deforma de acuerdo con la ley de Hooke, o sea, que las deformaciones son proporcionales a las tensiones. Cuando se sobrepasa el límite de proporcionalidad la madera se comporta como un cuerpo plástico y se produce una deformación permanente. Al seguir aumentando la carga, se produce la rotura.

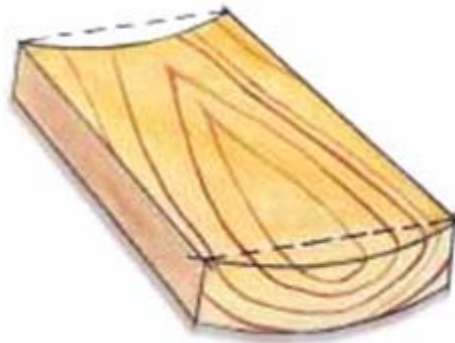
La manera de medir deformaciones es a través de su módulo de elasticidad, según la fórmula:



Este módulo dependerá de la clase de madera, del contenido de humedad, del tipo y naturaleza de las acciones, de la dirección de aplicación de los esfuerzos y de la duración de los mismos. El valor del módulo de elasticidad E en el sentido transversal a las fibras será de 4000 a 5000 Kg / cm.²

El valor del módulo de elasticidad E en el sentido de las fibras será de 80.000 a 180.000 Kg / cm.²

FLEXIBILIDAD



Es la propiedad que tienen algunas maderas de poder ser dobladas o ser curvadas en su sentido longitudinal, sin romperse. Si son elásticas recuperan su forma primitiva cuando cesa la fuerza que las ha deformado.

La madera presenta especial aptitud para sobrepasar su límite de elasticidad por flexión sin que se produzca rotura inmediata, siendo esta una propiedad que la hace útil para la curvatura (muebles, ruedas, cerchas, instrumentos musicales, etc.).

La madera verde, joven, húmeda o calentada, es más flexible que la seca o vieja y tiene mayor límite de deformación.

La flexibilidad se facilita calentando la cara interna de la pieza (produciéndose contracción de las fibras interiores) y, humedeciendo con agua la cara externa (produciéndose un alargamiento de las fibras exteriores) La operación debe realizarse lentamente.

Actualmente esta propiedad se incrementa, sometiéndola a tratamientos de vapor.

Maderas flexibles: Fresno, olmo, abeto, pino.

Maderas no flexibles: Encina, arce, maderas duras en general.

DUREZA

Es una característica que depende de la cohesión de las fibras y de su estructura.

Se manifiesta en la dificultad que pone la madera de ser penetrada por otros cuerpos (clavos, tornillos, etc.) o a ser trabajada (cepillo, sierra, gubia, formón).

La dureza depende de la especie, de la zona del tronco, de la edad. En general suele coincidir que las más duras son las más pesadas.

El duramen es más duro que la albura. Las maderas verdes son más blandas que las secas. Las maderas fibrosas son más duras. Las maderas más ricas en vasos son más blandas. Las maderas más duras se pulen mejor.

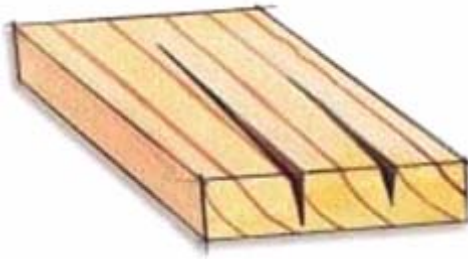
- Muy duras: Ebanos, boj, encina.
- Duras: Cerezo, arce, roble, tejo...
- Semiduras: Haya, nogal, castaño, peral, plátano, acacia, caoba, cedro, fresno, teka.
- Blandas: Abeto, abedul, aliso, pino, okume.
- Muy blandas: Chopo, tilo, sauce, balsa.



CORTADURA

Es la resistencia ofrecida frente a la acción de una fuerza que tiende a desgajar o cortar la madera en dos partes cuando la dirección del esfuerzo es perpendicular a la dirección de las fibras.

Si la fuerza es máxima en sentido perpendicular a las fibras será cortadura y si es mínima en sentido paralelo a las mismas será desgarramiento o hendibilidad.



HENDIBILIDAD

Es la resistencia ofrecida frente a la acción de una fuerza que tiende a desgajar o cortar la madera en dos partes cuando la dirección de los esfuerzos es paralela a la dirección de las fibras.

La madera tiene cierta facilidad para hendirse o separarse en el sentido de las fibras. Una cuña, penetra fácilmente en la madera, al vencer por presión la fuerza de cohesión de las fibras (no las corta). Es fácil observar esta propiedad al cortar madera para hacer leña, en la dirección de las fibras se separa en dos fácilmente. La madera verde es más hendible que la seca.

Cuando se van a realizar uniones de piezas de madera por medio de tornillos o clavos nos interesa que la madera que vamos a usar tenga una gran resistencia a la hienda.

Hendibles: Castaño, alerce y abeto.

Poco hendibles: Olmo, arce y abedul.

Astillables: Fresno



DESGASTE o CIZALLE

Las maderas sometidas a un rozamiento o a una erosión, experimentan una pérdida de materia (desgaste)

La resistencia al desgaste es importante en las secciones perpendiculares a la dirección de las fibras, menor en las tangenciales y muy pequeña en las radiales.

RESISTENCIA AL CHOQUE

Nos indica el comportamiento de la madera al ser sometida a un impacto. La resistencia es mayor, en el sentido axial de las fibras y menor en el transversal, o radial.

Máxima axial

Mínima radial

En la resistencia al choque influyen: el tipo de madera, el tamaño de la pieza, la dirección del impacto con relación a la dirección de las fibras, la densidad y la humedad de la madera, entre otros.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

La madera es un material muy indicado para trabajar a tracción (en la dirección de las fibras), viéndose limitado su uso únicamente por la dificultad de transmitir estos esfuerzos a las piezas. Esto significa que en las piezas sometidas a tracción los problemas aparecerán en las uniones.

Si se realiza un esfuerzo de tracción en la dirección axial, la magnitud de la deformación producida será menor que si el esfuerzo es de compresión, sobre todo en lo que concierne a las deformaciones plásticas. Es decir que la rotura de la madera por tracción se puede considerar como una rotura frágil. La resistencia a la tracción de la madera presenta valores elevados.

La resistencia de la madera a la tracción en la dirección de las fibras, se debe a las moléculas de celulosa que constituye, en parte, la pared celular.

En la práctica existen algunos inconvenientes, que se han de tener en cuenta al someterla a este tipo de esfuerzos; en la zona de agarre existen compresiones, taladros, etc., que haría romper la pieza antes por raja o cortadura, con lo que no se aprovecharía la gran resistencia a la tracción. Por otra parte, los defectos de la madera, tales como nudos, inclinación de fibras, etc., afectan mucho a este tipo de sollicitación, disminuyendo su resistencia en una proporción mucho mayor que en los esfuerzos de compresión.



OBTENCIÓN DE LA MADERA



Selvicultura y procesos de tala

Los diferentes métodos empleados en la tala de los árboles para la obtención de madera, buscan un desarrollo sostenible. El cuidado de los bosques orientado a obtener el máximo rendimiento sostenido de sus recursos y beneficios es el campo de estudio de la **selvicultura**.

Entre los procedimientos de tala más habituales tenemos el de tala parcial, tala selectiva y el método de árboles sembradores.

Método de talas parciales: consiste en dividir el bosque a explotar en parcelas que se talan rotatoriamente y, dependiendo del ciclo de crecimiento de la especie, se talará la superficie correspondiente.

Métodos de árboles sembradores: Si los árboles a talar poseen semillas que desarrollan fácilmente nuevos árboles, y éstos alcanzan rápidamente la madurez, puede procederse a la tala completa de toda la superficie, dejando sólo unos cuantos árboles diseminados que actuarán de reproductores. Una vez la masa arbórea se ha establecido, se eliminan los árboles sembradores para evitar la competencia de luz, agua, suelo, etc. En caso necesario, también se procede a aclarar la zona para evitar una superpoblación de árboles que impediría un correcto crecimiento de los mismos.

Método de tala selectiva: Los árboles se talan según su tamaño y calidad de todas las zonas del bosque. El coste de este método es elevado, pero permite que el bosque se conserve en buen estado y mantenga su atractivo.

La tala de los árboles conviene llevarla a cabo en otoño o principios de invierno, ya que en esta época la savia ha cesado de circular y se encuentra en menor cantidad que en otras épocas del año. Si la madera se tala con un exceso de savia se pueden favorecer la proliferación de insectos que atacan a la madera.

Además de la gestión silvícola se debe mantener la masa arbórea en buenas condiciones para que los árboles no sufran deformaciones en sus troncos, las cuales repercutirían en las propiedades de la madera. Para tal fin, dos son las operaciones principales que se llevan a cabo: **poda de las ramas**, que tiene por finalidad que toda la energía del árbol se destine a generar madera en el tronco o en ramas gruesas, y la **tala de árboles de gran tamaño** por los motivos expuestos anteriormente en la descripción de la tala por árboles sembradores.

De la madera obtenida, aquellos troncos que serán utilizados en los aserraderos para la obtención de tabloncillos macizos, y que se les denomina **rollos**, son transportados hasta los aserraderos por los medios más adecuados.



Técnicas de descortezado

La operación de descortezado consiste en separar la corteza de la madera, al tiempo que se eliminan las ramas del tronco. La corteza puede resultar de especial interés como en el caso del alcornoque, o servir como materia prima para la elaboración de productos derivados como tableros artificiales, combustible en los hornos del propio aserradero, acondicionador de suelos para jardinería, etc.

Los **objetivos** que se pretenden conseguir con el descortezado son varios, entre los que tenemos: Facilitar el aserrado, con lo que las máquinas aserradoras tienen un mayor rendimiento; controlar el desarrollo de insectos que anidan en la corteza; acelerar el proceso de secado de la madera verde; hacer posible su aprovechamiento para la obtención de partículas de madera.

El descortezado puede llevarse a cabo manualmente o mediante elementos mecánicos. El **descortezado manual** se emplea cuando el número de árboles no es grande, o cuando la mano de obra es barata. Además, depende de la especie (hay especies fácilmente descortezables) y de la época del año, pues en condiciones de temperatura y humedad media o elevada, el descortezado es más sencillo. Los **sistemas de descortezado mecánico** constan básicamente de un eje, cuyo giro es producido por un motor, sobre el que van insertos elementos descortezadores.

Técnicas de aserrado

Como paso previo al aserrado de los troncos es necesario cortar éstos a la medida adecuada en cuanto a su longitud, y que dependerá de las instalaciones de la serrería. Esta labor se realiza mediante sierras circulares y es el denominado **tronzado**. Tras esta operación, los troncos cortados son llevados a **hornos de secado** y posteriormente se pasan por la **cepilladora** para eliminar cualquier irregularidad y darles un buen acabado.

El objetivo prioritario en el aserrado es la obtención de la mayor cantidad de maderas de un tamaño y características determinadas. Las dimensiones de las piezas a obtener dependen de las necesidades de su uso posterior que están recogidas en las medidas normalizadas, y de las características del tronco como el diámetro, defectos estructurales, etc. Las formas básicas de llevar a cabo el aserrado del tronco son tres:

Aserrado respecto a los anillos de crecimiento: este tipo de aserrado se puede realizar de tres formas según la dirección de corte, tenemos por tanto corte tangencial, radial y mixto.

Aserrado respecto al eje longitudinal: los cortes son paralelos al eje longitudinal.

Aserrados especiales: son los sistemas de aserrados que se utilizan en troncos con defectos o que podrían surgir al ser aserrados. Son cuatro los defectos que requieren de aserrados especiales: nudos grandes, médula podrida, problemas de curvatura y corazón juvenil.

A continuación se muestran algunos **ejemplos de modo de aserrado**.

Corte enterizo o por escuadración: se obtiene una sola pieza prismática para vigas o columnas o para despiezarla en tablonés o tablas mediante cortes paralelos.

USOS DE LA MADERA



La madera se emplea en construcción, en carpintería de taller y armar cimentaciones con pilotes, apeos de minas, traviesas de ferrocarril, postes, encofrados de hormigón, etc. Además, se fabrica la pasta de papel, nitrocelulosa o algodón pólvora, seda artificial, destilación, carbonización, extractos tánicos, etc.

Modernamente ha sido objeto de nuevas elaboraciones, como la madera contrachapeada, laminada, comprimida, plástica, etc.

Madera contrachapada. Está formada por un número impar chapas superpuestas, disponiendo las de fibras pares en sentido perpendicular a las impares, pegadas con colas en frío y a presión.

Se adopta esta disposición para evitar el juego de la madera que, como sabemos, es máximo en el sentido perpendicular a las fibras y mínimo en el paralelo, pues de esta forma las fibras longitudinales sujetan a las transversales, obteniendo un tablero indeformable en las dos dimensiones de sus caras.

Se obtienen las láminas de madera contrachapeada por desenrollo de troncos previamente reblandecidos por vapor de agua, descortezados y troceados, colocándose entre los polos de un torno que les imprime movimiento de rotación y mediante una cuchilla muy delgada, que penetra casi tangencialmente, corta una chapa fina, la cual es posteriormente secada y recortada.

Los tableros contrachapeados se clasifican en: de primera calidad, cuando no tienen nudos ni defectos en ambas caras; de segunda, cuando no tienen defectos por una cara, pudiendo tener la otra juntas y pequeños nudos y defectos, y de tercera, cuando una cara tiene pequeños defectos y mayores la otra.

Las medidas corrientes son: de 2 x 1m., y en okoume, 2.4 X 1.4, y los gruesos, de 3 a 6 mm., aumentando de milímetro en milímetro, empleándose de 3 a 6mm, en ebanistería y las restantes en carpintería. También se usan en pequeña escala las de 12, 55, 20 y 25 milímetros.

El espesor de las láminas desenrolladas es de 0.5mm, las empleadas en ebanistería, y de 2mm, las de los tableros empleados en construcción.

Los tableros contrachapeados se pegan con colas resistentes a la humedad, como la caseína o las de resinas sintéticas, y permiten el curvado, debiendo ser el radio mínimo de curvatura o veces el espesor del tablero.

Modernamente se fabrican tableros curvados y ondulados de madera contrachapeada.

La madera contrachapeada se emplea en construcción para paneles, zócalos, etc., y en los encofrados de hormigón, por formar superficies alabeadas fácilmente, disminución de juntas y ahorrar madera,

El tablero laminado es una modalidad del tablero contrachapeado, estando el alma formada por listones macizos encolados o formados por recortes de contrachapeados, de modo que sus caras de juntas sean perpendiculares a las caras exteriores de chapa continua. Los tableros así formados son indeformables y muy resistentes. Se fabrican de 2,50 X 1,50 m., y en el extranjero de 4.50 X 1.50 y espesores de

6, 14, 18, 20, 25 30 mm.

Tablero blindado. Está constituido por tableros contrachapeados recubiertos por una o ambas caras de chapas metálicas de acero, cobre, plomo, cinc, aluminio. Los bordes deben ser protegidos mediante cantoneras especiales.

Madera laminada. — Está formada por chapas de máquina plana, o desenrollo, o de sierra, de 0,3 mm. de espesor, superpuestas con las fibras en el mismo sentido, adheridas con resinas sintéticas del tipo de la baquelita, en caliente, a 1500 y fuertemente comprimidas con prensas hidráulicas a 30 Kg. por centímetro cuadrado,

Las capas de baquelita hacen el papel de las 'chapas de fibra cruzada, quedando sujetas e impidiendo todo juego a la madera.

Tiene esta madera la ventaja de evitar las chapas de fibra cruzada, de menor resistencia, y de reducir los defectos que pueda tener la madera natural, como los nudos. La densidad aumenta en un 50 por 100 por la baquelita y por la compresión, con relación a la madera natural. Sus resistencias mecánicas también aumentan, ofreciendo mayor resistencia al trabajo de los pernos sobre los taladros. Resiste perfectamente a la humedad, sin agrietarse ni deformarse, por lo que se emplea en aviación.

Madera comprimida. — Se compone de chapas de haya o abedul, superpuestas con las fibras en el mismo sentido o formando distintos ángulos, adheridas con resinas sintéticas y prensadas fuertemente en caliente. Se designa con el nombre comercial de Lignofol, fabricándose chapas con fibras en ángulo de 60 >< 110-140 cm., y gruesos de 2 a 80 mm., y corrientemente, de 26 X 58 cm. y espesores de 1-15 cm.

El lignofol tiene una densidad 1,4, próxima al peso específico 1,56, de madera, y resistencias mucho mayores que la madera natural; a la compresión alcanza 1.000 Kg./cm.2 tracción, 1.100 Kg., cm², y flexión, 3.000 Kg./cm.2 dureza Brineli, 25.6 Kg/cm.2 por lo que requiere ser trabajada con aceros muy duros.

Se emplea para piñones de maquinaria piezas para la industria textil y hélices de aviones.

Madera pétrea. — Se prepara con maderas limpias de nudos y fibras rectas, desecándola al vacío hasta reducir su humedad al 10 por 100, prensándose en caliente mediante prensas hidráulicas a 300 atmósferas en dos direcciones: perpendicular a los anillos de crecimiento hasta reducir su espesor a la tercera parte, y en la segunda dirección es perpendicular a la anterior, o sea tangente a los anillos anuales, disminuyendo su altura otro tercio, y en resumen se ha reducido aproximadamente su volumen a la mitad, con lo cual, como su longitud no ha variado, se ha duplicado su densidad obteniéndose la llamada madera pétrea ligera de 1.05 a media, de 1.18 a 1.25, y pesada, de 1.30 a 1.46.

Se emplean maderas de haya, olmo y abedul, no valiendo las resinosas por resultar quebradizas debido a la desigualdad de crecimiento de primavera y otoño.

Durante el prensado se pueden encolar con colas frías de caseína diferentes piezas.

Las resistencias mecánicas puede decirse que se duplican con relación a la madera sin ortoconprimir. Se reduce considerablemente el movimiento de la madera con las variaciones de la humedad atmosférica, debido a la fuerte presión en caliente, que elimina los poros, y a la modificación química de las paredes de las células, que experimentan un principio de destilación seca de la madera, pues dejan ácido acético libre.

Por endurecerse mucho, necesita herramientas de acero duro, admitiendo un buen pulimento.

Se aplica en la fabricación de herrajes, piñones, cojinetes (impregnadas de aceite), engranajes, martillos de madera y en la industria textil y de la seda artificial.

Madera metalizada.— Se obtiene sumergiendo la madera completamente desecada en una masa de metal líquido de bajo punto de fusión, plomo, estaño o aleaciones de ambos, y después comprimir las moderadamente hasta conseguir una penetración superficial en los vasos y raqueídas.

Las características de estas maderas son el gran aumento de la densidad, resistencia a la compresión y dureza. Se disminuye considerablemente la absorción de agua. No arde hasta que se ha fundido y ha salido de la madera el metal, siendo la combustión lenta y sin llama. A presión, se inyecta hasta un 3 por 100 de su volumen de aceite, convirtiéndose en una materia auto lubricada. Se puede aserrar, cepillar, taladrar y encolar como la madera natural.

Madera baquebizada. — Se prepara inyectando baquelita, que impregna sus vasos y traqueidas, a maderas previamente preparadas, formando un solo cuerpo, al cual le comunica sus propiedades, volviéndola imputrescible, inatacable por los insectos y plantas, no higroscópica, impermeable, aislante térmica y eléctricamente; aumenta sus resistencias a la tensión y compresión e inatacable por ácidos y bases; no arde hasta los 250°.

Se emplea en maquinaria eléctrica, para cojinetes de laminadores, engranajes, modelos de fundición, cajas de acumuladores y agitadores de la industria química.

Madera plástica. — La madera verde de roble especialmente, y la de nogal y arce, impregnadas de una disolución saturada de urea sintética y calentada a 5000 C., se vuelve plástica, pudiéndose, en caliente, curvar, torcer y comprimir, conservando la forma que se le haya dado al enfriarse.

Los desperdicios de la madera impregnada de urea, como astillas, viruta y aserrín, sometidos a elevadas presiones y temperaturas, dan un producto plástico análogo a las resinas sintéticas.

Pisos de Madera.—Los pisos de madera aportan calidez al ambiente y ofrecen alta resistencia al paso del tiempo. Utilizando el tratamiento adecuado se pueden colocar en cualquier habitación de la casa, aunque van mejor en lugares que no estén expuestos a la humedad, el agua o la luz solar. La mayor dificultad en la elección de pisos de madera, es reconocer y elegir la madera apropiada.

Sin la orientación profesional adecuada, elegir la madera no es tarea fácil. Se requiere de cierta información del proveedor acerca del estacionamiento y secado de la madera, pues de ello dependerá básicamente su calidad y rendimiento. Pero no siempre podemos acceder a esta información y, de hacerlo, saber luego qué hacer con ella. Por eso recomendamos, en este punto, ir en busca de asesoramiento profesional.

De todos modos, hay algunos datos que nosotros como usuarios podemos conocer para definir qué madera utilizar. Por ejemplo: saber cuales son las características (color, veta, resistencia, etc.) y cuales los usos comunes de los diferentes tipos de madera (si la madera será lo suficientemente resistente para un piso concreto o si aceptará bien la exposición a la intemperie o al alto tránsito).



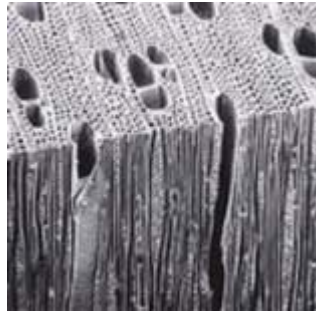
A favor

La madera tiene la propiedad de transmitir calidez a lugares fríos e impersonales. Con una buena colocación, tratamiento y mantenimiento, se mantiene intacta durante muchos años.



En contra

Si bien la madera tratada es muy resistente, no es recomendable exponerla de manera constante a la humedad y el agua. Además se requiere de maderas bien estacionadas para garantizar su calidad, datos que muchas veces ignoramos o desconocemos al momento de comprar.



Parquet

Tablas pequeñas y cortas (hay varios tamaños) que se colocan encastradas formando diferentes diseños (por ejemplo, tejido de cesta o espina de pez).

Entablonado

Tablas largas que se disponen de forma paralela. Las hay en distintos largos y anchos. Generalmente se utilizan con un ancho de 8 a 9 cm. y hasta 1 mt. de largo, aunque también se consiguen tablas en otras medidas. Pueden estar clavadas, entarugadas o pegadas a la carpeta con adhesivos especiales o brea.



Entarugado

Tablas largas dispuestas como en el entablonado, pero clavadas al suelo con tornillos, rematados con tapitas de madera a la vista. Estas tapitas generalmente son de un tono más oscuro que el piso.

Cualquiera sea el tipo de colocación que elijamos, hay que tener en cuenta dejar en todo el perímetro de la habitación una junta de dilatación bastante amplia para evitar que la madera toque la pared y entre en contacto con la humedad. Para una buena terminación, se utiliza siempre un zócalo de madera cubriendo también las juntas y las imperfecciones. El zócalo suele ser de la misma madera y tono del piso, aunque también puede quedar muy bien pintado del mismo color que la pared.

BIBLIOGRAFÍA

Orús Asso, F.

“Materiales de Construcción” edit.

Dossat, s.a. / edición Madrid-12

1981 Pág. 119-152.

Regal, G

“Materiales para construcción”

Caleb Hornbostel

“Materiales para construcción”

Enciclopedia ceac

“Materiales para construcción”

Biblioteca Atrium de la Madera “La madera” Tomo1 Edit. Atrium, España 87

Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporat

Campos Cisneros Ronald

fic-2007@hotmail.com

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACUAD DE INGENIERIA CIVIL

CURSO: TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

UNIDAD TEMÁTICA I

2007-I

LIMA – PERÚ