

Para un secado más efectivo y controlado, se coloca la madera en secadores adecuados, generalmente después del secado al aire, para reducir la humedad hasta 6 ú 8%, por calentamiento a temperaturas de 70°C á 85°C, con aire húmedo ó vapor sobrecalentado. El período de secado varía con el contenido de humedad, el tipo de madera, el grueso, etc., pero en general puede ser de 3 á 4 días para las maderas suaves y de 6 á 10 días para las duras, siempre que se hayan curado previamente al aire por 3 á 6 meses. La madera de corazón de los árboles viejos, por su menor contenido de humedad, se seca más pronto y tiene menor encogimiento que la madera de savia y por lo tanto menos cambios. Algunas maderas verdes se empiezan a secar a temperaturas bajas (50°C), mientras que en otras pueden usarse temperaturas mayores de 100°C desde un principio. Otro método que se está extendiendo rápidamente, consiste en remover el exceso de humedad aplicando sustancias químicas, tales como la urea, ya sea en el exterior de las maderas o bien introduciendo éstas en una solución del producto. Estas sustancias producen una disminución de la tensión de vapor de agua, haciendo que ésta salga de la superficie, facilitándose su eliminación. Después de aplicar las sustancias se introduce la madera en hornos, reduciéndose considerablemente el tiempo de secado.

**DEFECTOS DE LA MADERA.**- Se consideran como defectos, irregularidades de la misma que puedan disminuir su resistencia, su durabilidad, la hagan impropia para determinado uso o perjudiquen su presentación. Desde el punto de vista estructural pueden considerarse 1.- Defectos naturales, 2.- Defectos del secado, 3.- Defectos debido a mala preservación y 4.- Defectos de corte.

⑤ 1.- **DEFECTOS NATURALES.**- Pueden ser: A.- Nudos, B.- Venteaduras, C.- Inclusiones.

a.- **NUDOS.**- Se deben a la presencia de las ramas en el tronco del árbol, ya sea vivas o muertas y a la consiguiente distorsión del grano, abundan sobre todo en la madera de corazón (coníferas). La discontinuidad producida por los nudos tiene un mayor efecto en la resistencia a la tensión de la sección, que en la resistencia a la compresión. Su influencia depende también de su tamaño y su cantidad. Los nudos que corresponden a ramas muertas y que fueron rodeados por los anillos anuales, constituyen lo que se llama nudo "encajado o encerrado", de gran dureza y fácil de desprenderse cuando ocurre algún encogimiento. Si la madera contiene la parte que fué rodeada mientras estaba viva, los anillos del árbol se presentan cruzados con los de las ramas y el nudo se llama "entremezclado", presentando una mayor distorsión del grano que los anteriores. Por su forma se clasifican los nudos en ovales, redondos o alargados, a veces se presentan como vetas transversales. Por su tamaño pueden ser: chicos, con menos de 2½ cms, medianos, de 2½ á 4 cms. y grandes, de más de 4 cms.

Los nudos son generalmente más duros que el resto de la madera y en algunos casos (coníferas), sirven de núcleos de concentración de resina, haciéndose inapropiados para absorber la pintura. Provo- can una distribución no uniforme de la presión en la superficie de contacto, pudiendo ser causa también de torceduras o roturas duran-

te el secado.

b.- **VENTEADURAS.**- Una Venteadura es una grieta a lo largo del grano, generalmente entre los anillos anuales, debido a la acción del viento sobre los árboles. Cuando se extienden entre las dos caras de una tabla, se llaman Venteaduras Transversales. Pueden acentuarse por encogimiento desigual durante el secado, o por los cambios de humedad de la madera expuesta al aire.

C.- **MADERA DE COMPRESION.**- Crecimiento anormal, con anillos anuales excéntricos que incluyen un alto porcentaje de madera de verano. Es más densa y dura que la madera normal, pero es relativamente débil y muestra un gran encogimiento.

D.- **INCLUSIONES.**- Concentraciones de resina (Coníferas), gomas (mezquite, cerezo) o sales minerales, las cuales presentan características completamente distintas a las de la madera, sobre todo las primeras, que pueden presentarse en forma de puntos pequeños o lo que es más común en vetas a lo largo del grano, disminuyendo la resistencia. Son generalmente blandas, no aceptan la pintura y pueden escurrir en verano cuando son de resinas o gomas. Aumentan en la madera de corazón, pudiendo encontrarse en forma de depósitos amorfos o cristalizados, por lo que a menudo la hacen inaprovechable para ciertos usos (empaque de alimentos, etc.).

50 → 2.- **DEFECTOS DEL SECADO.**- En el secado al aire las partes más expuestas de la madera pierden su humedad más rápidamente, provocando una mayor contracción y por lo tanto una torcedura, si la tensión originada por esta contracción es muy grande, la madera se raja, produciéndose una serie de hendiduras que pueden ser temporales o permanentes; las primeras se cierran al secarse el otro lado de la madera, es decir al terminar el secado. Las permanentes continúan, reduciendo considerablemente su valor, se presentan generalmente transversales al grano, es decir, a través de los anillos anuales y radialmente en los troncos. También la presencia de los rayos medulares causa efectos de tensión y compresión, pudiendo provocar roturas o agrietamientos. Estos esfuerzos en los troncos durmientes y vigas causan curvaturas en las superficies planas o roturas hacia el centro del tronco.

100 → 3.- **DEFECTOS DEBIDOS A LA MALA PRESERVACION.**- (Véase más adelante, Putrefacción de la madera).

100 → 4.- **DEFECTOS DE CORTE.** a). Grano Transversal. Grano no paralelo con el eje de la pieza, no puede ser diagonal o espiral, disminuye la última fuerza a la compresión, la tenacidad y la elasticidad. Puede ser debido a crecimiento inadecuado.

b.- Presencia de Corteza.- Las piezas cortadas muy cerca de la superficie, pueden presentar en sus orillas corteza residual que al caerse deja una depresión con marcas irregulares.

c.- Espesor Insuficiente.- Al cortar un tablón puede ser que no alcance en todas sus partes el espesor tomado, por lo cual presenta depresiones de menor grueso.

d.- Grano Astillado.- Cuando se ha cepillado o cortado en contra del hilo y se presentan astillas.



5.- TORCEDURAS, ALABEAMIENTOS, etc.- Debido a los cambios de humedad de la madera expuesta al aire, se originan tensiones por la contracción y expansión, que dan por resultado torceduras, combaduras, alabeamientos, etc., é inclusiones, roturas o grietas. Esta acción depende también de la forma como se haya efectuado el corte.

#### PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA.

GENERALIDADES.- La madera puede considerarse como un material anisotrópico, ya que tiene diferentes propiedades según la dirección en que se considere, debido a diferencias de estructura y falta de homogeneidad, esto varía más si se trata de maderas de distinta procedencia o de especies distintas. También la presencia de ciertos defectos tiene gran influencia en las propiedades, dando distintos valores de acuerdo con el tamaño de las piezas.

Color.- Varía de unas maderas a otras y en las distintas partes de un mismo árbol. Se debe esencialmente a compuestos químicos producidos generalmente por el árbol, que se han impregnado en la madera. Esta es incolora recién formada, coloreándose a medida que aumenta su edad, por esto la Albura es generalmente más clara que el Duramen. En algunas especies existe entre ambas un marcado contraste (cedro, olmo, alerce, etc.) sobre todo en los árboles viejos. El color aumenta durante el secado, por concentración y también por inmersión en el agua, debido a la disolución de las sustancias no colorantes. La madera que ha sido atacada por hongos pierde su brillantez característica. El color es un factor muy importante en ciertas maderas de aplicación ornamental, por ej. el cerezo, nogal, cedro, etc.

Olor.- Se debe, como el color, a la presencia de ciertos compuestos químicos, disminuye por la exposición al aire, pero puede conocerse practicando una incisión profunda en la madera. El Duramen es generalmente de un olor más fuerte que la Albura. El olor de la madera es de gran importancia en ciertas aplicaciones, por ej: en la construcción de barricas para añejar vinos (Roble). Ciertas maderas de olor penetrante, por ej: las resinosas, son inapropiadas para cajas en que se maneje alimentos, ya que pueden comunicarse su olor y perjudicarlos.

Peso específico.- Varía para las diferentes especies, siendo generalmente alrededor de 1.6 (densidad absoluta). Presentan un peso específico aparente menor que el del agua, debido a la presencia de aire en las células y en los poros (0.7 - 0.8). La cantidad de aire varía con el tamaño de las células y con el grueso de las paredes o sea con la proporción de madera de primavera y de verano y de Albura y Duramen. La madera de corazón es más pesada por su mayor compacidad; aunque en algunas maderas, sobre todo en las coníferas, la madera de savia puede ser de mayor peso, por su gran contenido de humedad cuando está recién cortada, así, la densidad aparente puede ser de 0.6 (abeto, pinabete), 0.7 (pino común), 0.8 (pino amarillo) y aún 0.9 (roble), o más. Algunas maderas tienen una densidad tan baja como 0.11 (balsa) y otras tan alta como 1.290 (madera de hierro). El peso específico de la madera es un factor muy importante en muchos de los usos estructurales, ya que, según pruebas desarrolladas, la resistencia mecánica depende directamen-

te de él, siempre que la humedad no tenga una variación muy marcada. En general, para un tipo de madera dado, debe preferirse la más densa a la más ligera.

Humedad.- La proporción de agua de la madera verde varía de 26% (alerce) á 34% (olmo) y aún 37% (abeto común o pinabete), 42% (chopo) y 45% (abeto rojo). Secada al aire puede contener de 10% á 15% menos. En la madera seca la humedad depende de la atmósfera, ya que absorbe o cede agua hasta llegar al punto de saturación, que ordinariamente varía de 20 á 30%. Abajo de este punto cualquier cambio de humedad produce un cambio de volumen proporcional, siendo éste mucho mayor a lo largo de los anillos anuales que a través de ellos.

Encogimiento.- Varía según la dirección del hilo, el longitudinal es casi despreciable (0.1%), el tangencial es el mayor (10 á 20%) y el radial o transversal es alrededor del 60% del anterior (4.5 á 6%). La contracción normal es en el haya de 8%, en el roble 7.6% y en el pino solo 4.5%. El encogimiento volumétrico es aproximadamente 1.6% del tangencial. Se ha demostrado que el encogimiento depende del peso específico (P) (Forest Product Laboratory) así: encogimiento en volumen = 28 P, encogimiento radial = 9.5 P, encogimiento tangencial = 17 P.

Expansión.- Fisicamente la madera es un gel higroscópico, que se hincha al absorber agua y se contrae al desecarse. El coeficiente de expansión o hinchamiento guarda cierta relación con el de la contracción, pero es generalmente mayor (haya, olmo, pino, abeto) y con frecuencia igual (encino, pinabete, alerce). Puede tomarse como 0.2% en sentido longitudinal y 7% en sentido transversal. Debe prevenirse con medidas adecuadas de construcción, o con la aplicación de ciertas sustancias, para evitar los efectos perjudiciales.

Dureza.- La dureza es en general una función del peso específico, aunque varía con las condiciones de crecimiento y las variaciones climáticas, y naturalmente con el tipo de madera.

Durabilidad.- La durabilidad o resistencia a la acción del tiempo, depende del tipo y de las condiciones de humedad y sequedad a que esté expuesta; resiste bien cuando está totalmente sumergida en agua o cuando no hay cambios de humedad. La Durabilidad de la madera enterrada depende de las condiciones del suelo, resisten también en suelos arcillosos pero se destruyen pronto en terrenos arenosos o calizos. Entre las maderas más durables, aún en las peores condiciones, se encuentran: Cedro, Castaño, Ciprés, Algarrobo, Sequoia, Sándalo rojo, Nogal, etc. Entre las de durabilidad intermedia: Abeto Douglas, Roble Blanco y Pino Amarillo. De durabilidad baja: Abeto Goma, Alerce, Pino, Abeto no seleccionado y Alerce negro. Muy poco durables, Fresno comercial, Haya, Abedul, Pinabete, Alamo y Roble rojo. Entre las casi no durables en condiciones adversas: Tilo, Alamo Americano, Alamo Temblón, Abeto Blanco comercial y Sauce Negro.

PROPIEDADES MECANICAS.- Varían como ya se dijo según la dirección que se considere y según la especie de que se trate. Dependen también de su peso específico, del contenido de humedad, de la presencia de defectos y su localización, también de la velocidad de aplicación de la carga y de su duración. La madera es comúnmente u-



sada de tal modo, que el esfuerzo mayor que tenga que resistir sea paralelo al grano, y deben de considerarse factores de seguridad de 10 á 20% sobre la resistencia de muestras pequeñas, secas y limpias de defectos. En general, la resistencia a la tensión es casi el doble de la de compresión, y es mayor a lo largo del grano que a través de él (como 10 á 20 veces), no es de importancia porque las maderas en construcción nunca están sujetas a esfuerzos de tensión puros, ya que comprenden esfuerzos de cizaya a lo largo del grano y de compresión a través del mismo. La resistencia a la cizaya a lo largo del grano es mucho menor que a través del mismo y menor que la de tensión y compresión, lo cual debe de tenerse en cuenta al calcular la resistencia de una viga, ya que la falla puede producirse por corte horizontal. La baja resistencia a lo largo del grano, evita el uso de la madera para miembros de estructura sometidos a esfuerzos de tensión, pero es un buen material para compresión y es raramente usada para miembros sujetos a esfuerzos de cizaya o torsión. Puede usarse para miembros estructurales y partes de máquina sujetos a choque, tales como, durmientes, postes, etc., debido a su mayor capacidad para resistencia elástica que el acero y que el fierro vaciado, por el mayor volumen equivalente necesario para resistir esfuerzos semejantes (10 á 12 veces mayor) a los de éstos. La absorción de agua suaviza y debilita la madera, especialmente en compresión. También, sujeta a cargas estáticas continuadas, puede fallar a esfuerzos mucho más bajos que los determinados en el laboratorio, así, el módulo de ruptura puede ser hasta un 40 á 50% menor. +

Ⓒ GRADOS Y TAMAÑOS DE LA MADERA COMERCIAL.

GRADOS DE MADERA.- Debido a la amplia variación en la calidad de la madera, se han adoptado varias reglas que ayudan al consumidor a seleccionar el tipo mejor adaptado para su uso.

Estas reglas se han establecido sobre la base del número y tamaño de los defectos presentes.

Según las reglas adoptadas por la N. L. A. (NATIONAL HARDWOOD-LUMBER ASSOCIATION), el grado de una pieza se determina por el porcentaje de la misma que puede ser cortado en piezas Standard más pequeñas, las cuales son claras por un lado y sonoras. Los grados son: Primero, Segundo, Selecto, No. 1, No. 2, Común No. 3 A. Común No. 3B. etc. Los de primera calidad o grado deben de tener 91.6% de la superficie aprovechable para ser cortada en piezas Standard más pequeñas. Los de segunda 83.3%, mientras que los de 3B Común, sólo 25%.

La clasificación de las maderas suaves no está bien estandarizada, pero generalmente se dividen en tres tipos los cuales se describen a continuación:

MADERAS PARA CONSTRUCCION EN GENERAL.- Incluye materiales de menos de 5" de grueso y se gradúan sobre la base de la pieza completa, incluyen: Grado A, Selecto B, Selecto C, Selecto D, tablas (menos de 2" de grueso), de grados 1, 2, 3, 4, 5 y maderas de dimensión (de 2" á 5") grados 1, 2 y 3.

El grado A indica material libre de defectos. El B permite pocos y pequeños defectos, los grados C y D son apropiados para trabajos en donde la madera se va a pintar.

El grado No. 1 incluye madera sonora, con un número limitado

de defectos, el No. 2 permite mayores defectos, son apropiados para uso general, sin permitir pérdidas. Los tres siguientes grados 3, 4 y 5, permiten pérdida, disminuyendo progresivamente su calidad.

MADERA ESTRUCTURAL.- Incluye vigas y tablonés (de menos de 5" de grueso), viguetas (5" X 8" o más) y postes (6" X 6").

MADERA DE EBANISTERIA.- Es madera usada para propósitos especiales, tales como: Puertas, ventanas, gabinetes, etc., sus grados se seleccionan como números: 1, 2 y 3.

⑦ PRINCIPALES MADERAS DURAS.

ENCINO.- Se le llama también Roble, comprende dos variedades muy semejantes entre sí; la Blanca y la Roja. Son de Madera dura, compacta, pesada (.76 - .99), tenaz, poco alterable, se conserva bien en todas condiciones. Tiene un olor peculiar, a veces algo penetrante. Es susceptible de ser labrada con facilidad, pero es muy resistente a la penetración y se raja con facilidad, sobre todo durante el secado, debido a su gran encogimiento. Presenta grano bastante fino, con fibra tortuosa, a veces entrelazada, las secciones al hilo presentan espejuelos (Rayitas) de brillo claro, adquiere bello pulimento. Su color es amarillento o pardo (blanca) o rojizo (roja), más intenso con la edad. La variedad roja es más suave, débil y porosa que la blanca. Es sumamente apreciada para fabricación de muebles, implementos de agricultura, toneles, acabados interiores, etc. Para construcción general resulta demasiado cara.

NOGAL.- Madera compacta, dura, elástica y pesada (.63 - .68). Su color varía hasta el pardo claro o rojo amarillento, con albura blanco-agrisada. Su fibra es corta, veteada, tortuosa y ligeramente entrelazada, muestra gran encogimiento durante el secado y tiene baja resistencia a la putrefacción. Pertenece a las maderas finas, es muy apreciada por su gran pulimento, para la fabricación de muebles, acabado interior, partes de vehículos y culatas de rifle.

Hay una variedad llamada de Nogal americano, que es la más dura tenaz y pesada de las maderas de Norteamérica, difícil de trabajar, se encoge y se parte durante el secado, es atacada por los insectos y poco durable. Se emplea en la fabricación de muebles, vagones, implementos de agricultura, etc. Los árboles abundan en el sur de E. U. A. y en el norte y centro de México.

FRESNO.- Madera de duramen parduzco y albura clara; dura, tenaz, muy elástica, con vetas longitudinales. Adquiere hermoso pulimento, por lo que se emplea para muebles, vagones, implementos de agricultura, trabajos de torno, etc. Hay una variedad negra, más suave, ligera y fácil de trabajar, pero quebradiza y de calidad inferior, se emplea para fabricar barricas y para acabado interior.

ALAMO.- Madera blanca, porosa, ligera, de textura fina, resistente al agua, pero de escaso valor. Se le llama también madera de Pople. Es de grano recto y uniforme y fácil de trabajar. La madera del álamo negro y del ciprés alamo son semejantes, pero algo más pesada la de éste último. Se emplean para trabajos corrientes de carpintería, cajas de embalaje, armazones de muebles, etc. Las de álamo temblón, álamo blanco y de Chopo son más resistentes y se emplean para muebles y trabajos de talla, el blanco se emplea para