

## II. CLASIFICACIÓN DE LA MADERA ANTE LOS EFECTOS DEL MEDIO AMBIENTE.

### II.1 LA MADERA Y SUS CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El uso de la madera depende de su estructura y ultra estructura según la especie. Esto es, el comportamiento de la madera depende de cómo está constituida dentro de las paredes celulares, así como las diferentes células que lo constituyen.

No todas las plantas producen madera o xilema (término usado por los anatomistas). La madera es de origen biológico y tiene una estructura fibrosa. El material que le da rigidez y que caracteriza a la madera, es la lignina (cerca del 25%) que se puede extraer de ella, mediante procesos especiales. Entre otros extractivos están la celulosa y la hemicelulosa.

La lignina se localiza en las raíces, tallos, troncos y ramas; siendo su función principal la de proporcionar soporte mecánico.

#### Estructura macroscópica de la madera.

En la figura 1, se muestran las diferentes zonas que componen el corte transversal de un tronco.

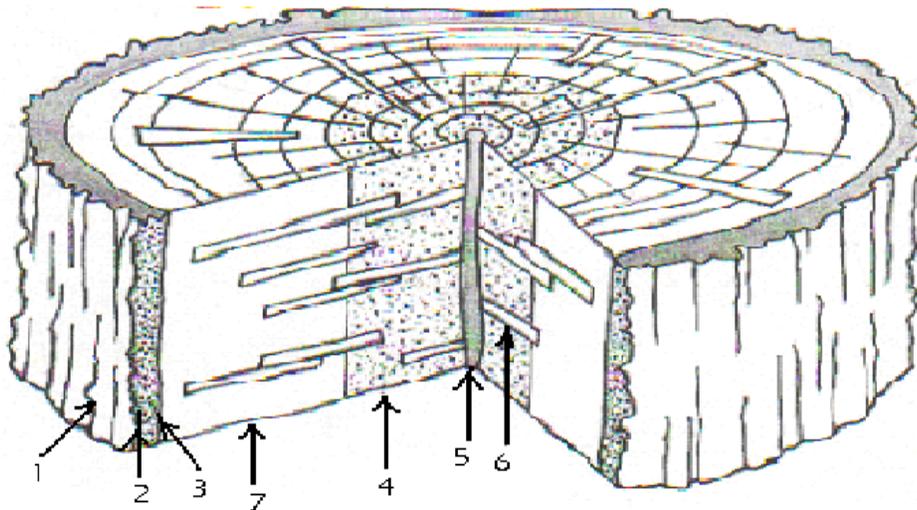


Figura 1. Corte transversal de un tronco.

#### Nomenclatura.

La corteza exterior (1). Está constituida por los tejidos muertos que dan protección al interior del árbol.

El liber (2). Es parte de la corteza donde circula la savia en forma ascendente y dónde crecen las nuevas células que tienen su origen en el cambium.

El cambium (3). Es la capa que sigue al liber, donde se forman las capas nuevas de células de madera y que a su vez forman la corteza.

El duramen (4). Es la parte central del tronco que lo mantiene recto, de color más oscuro que la albura.

La médula (5). Es donde se da origen a las ramas, siendo ésta la parte más vieja del árbol.

Los rayos (6). Son células que van de la médula hacia la corteza en forma radial. Son estas células las que dan unión a las diferentes partes del árbol.

La albura (7). Es la parte activa del tronco ya que por está circula la savia, que va desde las raíces hasta las hojas. Es la porción exterior entre anillos de la madera que es más clara y está compuesta por células de parénquima.

El crecimiento de la madera se da en el cambium, lugar en que las células nuevas aumentan la corteza y donde parte de ellas forman la madera o xilema. Debido a lo anterior la madera se considera como el conjunto de células huecas de forma alargada y unidas (cementadas) entre sí.

### **Especie.**

Desde el punto de vista semántico una especie es el conjunto de individuos semejantes. El nombre científico de la madera se da de acuerdo a su género y especie. Las raíces del nombre provienen del latín o palabras latinizadas del idioma según el país y se escriben con letras cursivas, por ejemplo *pinaceae*.

### **Tipos de plantas que producen madera. Gimnospermas, angiospermas y monocotiledóneas.**

Entre las denominadas gimnospermas se encuentran las coníferas, entre las angiospermas están las conocidas como latifoliadas de hojas no caducas como el tzalam y en las llamadas monocotiledoneas arborescentes está el bambú que es utilizado solo como complemento estético, debido a que no existen preservadores que mantengan sus propiedades estructurales.

### **Características generales de un árbol: raíces, tronco y corona.**

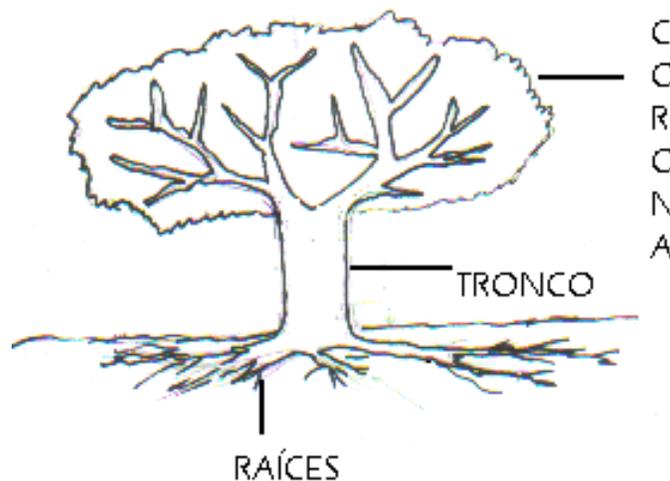


Figura 2. Raíces, tronco y corona.

**Raíces.** Las raíces son el anclaje al suelo, absorben la humedad y sustancias minerales que suben por el tronco a la corona, figura 2.

**Tronco.** El tronco es el soporte del follaje o corona.

**Corona.** La corona transforma en savia los líquidos que ascienden por las raíces. En ella se realiza la fotosíntesis, proceso mediante el cual el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se transforma en oxígeno y carbono. El oxígeno se libera mientras que el carbono se mezcla con la savia para formar azúcares, celulosa y carbohidratos. En este proceso también interviene la clorofila que es la sustancia verde que le da color a las hojas.

### **Madera.**

La madera es un conjunto de células tubulares paralelas al tronco, en forma radial, de unos 5 mm de longitud cementadas entre sí y compuestas principalmente de celulosa y lignina.

Se constituye de un 60 a un 70 % de celulosa que es la que da la estructura o esqueleto a la célula y de un 15 a 25 % de lignina que es la que le proporciona resistencia y actúa como cementante.

Los componentes mencionados definen las características mecánicas de la madera, a saber: la resistencia a la compresión, la resistencia a la tensión, la resistencia a cortante, el módulo de elasticidad y la dureza.

### **Composición química de la madera.**

Componente	Porcentaje
<i>Carbono</i> .....	50%
<i>Hidrógeno</i> .....	6%
<i>Oxígeno</i> .....	43%
<i>Otras</i> .....	1%

### **Madera temprana y madera tardía.**

Cuando cortamos un pedazo de tronco en forma transversal, observamos dos zonas de coloración una parte central más oscura que la parte externa, cuyas tonalidades dependen de cada especie. La coloración oscura se debe a sustancias orgánicas tales como los taninos, resinas, gomas colorantes y material de desecho, características importantes de algunas especies que les da su color y en ocasiones algún olor. Estas características permiten identificarlas fácilmente, como ejemplos tenemos al cedro blanco, el cedro rojo y al oyamel, entre otras. Otra especie que exhibe estas características es el pino (*pinus pseudostrobus*) que crece en México, cuyo color es crema pálido y su olor es característico. Esta especie de madera es parte de nuestro interés, debido a que es la más usada en la industria de la construcción.



Figura 3. Zona clara (albura) y zona oscura (duramen).

La albura y el duramen, figura 3, tiene las mismas características mecánicas. Se podría pensar que alguna de estas partes es más dura que la otra sin embargo la dureza es la misma. Lo que las distingue es la permeabilidad. La albura es más permeable ya que es por ella circula la savia, mientras que en el duramen con menos permeabilidad, está compuesto de extractivos cuya composición le da protección contra hongos e insectos de forma natural.

### Ejes de la madera.

La madera posee características que se pueden observar a simple vista como los llamados ejes de la madera, formados por tres direcciones principales que forman ángulos rectos, figura 4.

- Eje radial (R) este es paralelo a los rayos, son líneas que van de la médula hacia la corteza.
- Eje tangencial (T) este es tangente a los anillos de crecimiento o a la superficie del tronco.
- Eje longitudinal (L) o axial es el que corre a lo largo del tronco o hilo de la madera.

### La madera posee en su estructura tres planos.

- Plano transversal (TR) formado por los ejes tangencial y radial (T y R).
- Plano radial (R) formado por los ejes radial y longitudinal (R y L).
- Plano tangencial (TL) formado por los ejes tangencial y longitudinal (T y L).

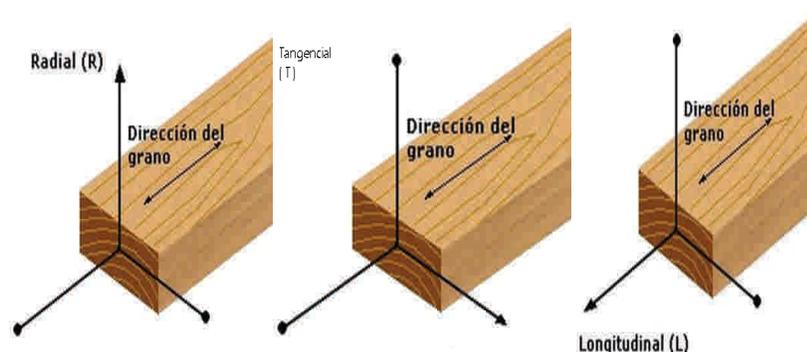


Figura 4 .Ejes y planos de la madera.

Esta característica de la madera es muy importante, porque visualmente hay que definir el plano donde se está observando con el propósito de especificar algunas otras características, tales como: la resistencia mecánica y la estabilidad dimensional.

#### **Otras características importantes de la madera:**

- anillos de crecimiento,
- color,
- lustre y brillo,
- olor y sabor,
- textura,
- orientación de las fibras,
- dureza, y,
- el veteado.

#### **Anillos de crecimiento.**

Son capas de crecimiento anual debidas a la formación de madera. Este proceso se da de manera cíclica en forma de capas circulares y es una característica que, puede ser observada al cortar un tronco en forma transversal, figura 5. Estas capas no siempre son visibles y en algunas especies da origen a una división entre ellas, a saber; las de zonas templadas, las de zonas húmedas y las de zonas tropicales.

Por ejemplo en la zona templada los anillos de crecimiento se deben al cambio de estación. Cada anillo representa las condiciones favorables de crecimiento y cada banda concéntrica corresponde al crecimiento en un año. Esta característica corresponde a las gimnospermas, figura 5, ya que las condiciones de crecimiento no les son favorables todo el año, mientras que en la mayoría de las angiospermas, que son de regiones tropicales (latí foliadas), no presentan anillos de crecimiento debido a que las condiciones de crecimiento son favorables todo el año, figura 6.



Figura 5. Gimnospermas y sus anillos de crecimiento, en un corte transversal.

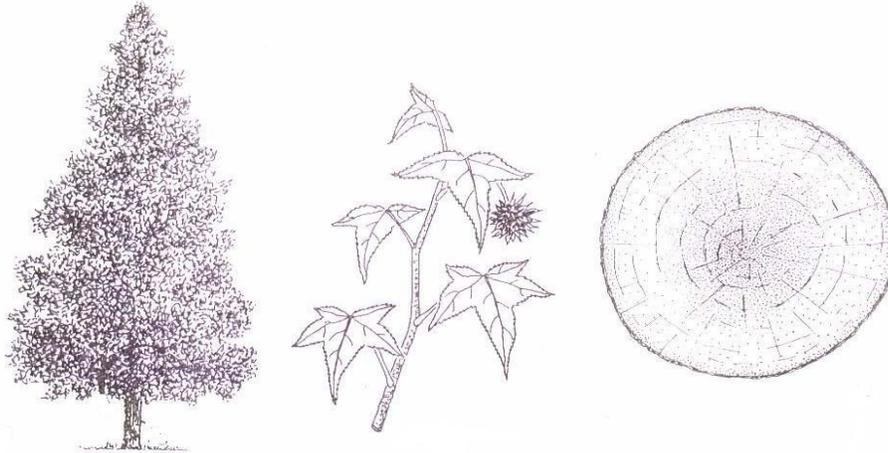


Figura 6. Angiospermas (latí foliadas) con pocos anillos.

### **Color.**

El color desde el punto de vista estético es lo que más llama la atención. En las especies varía muy poco y para identificar una muestra hay que tener mucha experiencia.

En algunos casos, la madera de zonas templadas es de color más suave que las maderas de las zonas tropicales que suelen ser de color más vivo. Para identificar una muestra de madera aserrada hay que raspar o cepillar sin haber aplicado ningún preservador o barniz y observar sus características.

Hay que tener cuidado ya que la madera contiene sustancias que pueden reaccionar con el aire al ser secada ya sea de manera natural (al aire libre) o bien en estufa. La madera cambia la tonalidad que presenta en estado verde al que presenta en estado seco; un ejemplo es la madera de cacahuete que pasa de rojo vivo a violeta.

### **Lustre.**

El lustre es la propiedad de reflejar la luz y en la madera depende del tipo de células que la constituyen. Se puede clasificar a la madera como de lustre alto, lustre mediano y lustre bajo; así tenemos al pino lacio y al cedro macho clasificado de lustre alto, a la caoba de lustre mediano y al fresno con lustre bajo.

### **Olor y sabor.**

Otra forma de identificar las diferentes maderas es mediante su olor y su sabor. Estas características juegan papeles muy importantes; por ejemplo el cedro tiene un olor a lápiz, mientras que el olor aromático del cedro rojo es muy identificable.

### **Textura y grano.**

La orientación de las fibras, el hilo o el grano son términos usados para expresar la dirección general de las células longitudinales. En la mayoría de las especies el hilo es recto y paralelo o ligeramente inclinado con respecto al eje longitudinal del tronco. En algunas especies la desviación de la fibra puede ser pronunciada, dando como resultado un grano en espiral. Algunas veces en ciertas temporadas el crecimiento es en una dirección y en otra temporada de crecimiento se da en otra, dando origen al hilo o grano entrecruzado.

Como hemos mencionado existen dos períodos de crecimiento llamados favorables y desfavorables, la madera producida en estas condiciones forma bandas de células que en los periodos adversos almacenan sustancias nutritivas mediante células llamadas parénquima. Entonces a la madera formada en la época favorable se le llama temprana o de primavera y a la formada en invierno o en la época desfavorable, madera tardía. Una observación interesante es que la superposición de los conos elongados, formados por las diferentes tipos de madera da la apariencia de círculos, figura 7.

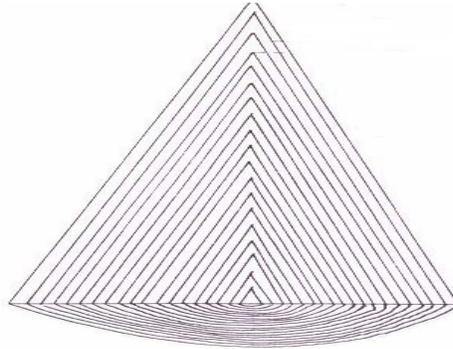


Figura 7. Conos elongados.

### **Dureza.**

La dureza de la madera es una característica importante desde el punto de vista estructural. Las hay tan duras como el llamado tinto el granadillo, así como otras más conocidas; entre ellas el encino, el fresno y el tzalam.

### **Veteado.**

El veteado desde el punto de vista estético juega un papel importante en el momento de identificar alguna especie maderable. El veteado se debe principalmente a la albura, los anillos de crecimiento al duramen, al grano y a la textura, figura 8.

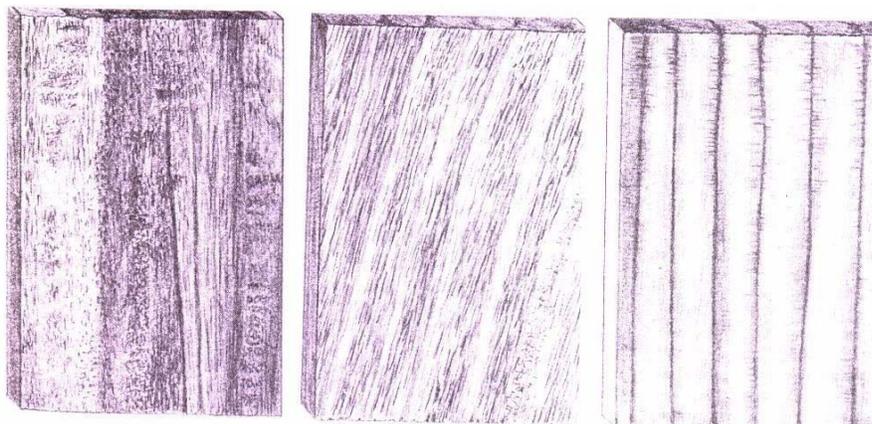


Figura 8. Vetos en la madera.

## II.2 Clasificación de la madera por apariencia.

Al clasificar una madera por apariencia, estamos considerando la utilidad que le vamos a dar. Si hablamos de madera que se utiliza como cimbra, generalmente se piensa en madera de mala calidad por lo que se supone que para fines estéticos o estructurales no sirve. Sin embargo esta no es una regla, ya que en algunas estructuras si se necesitan cimbras de acabado perfecto por así requerirlo los proyectos constructivos. Desafortunadamente por la falta de información sobre especies nacionales, no tenemos conocimiento de las normas desarrolladas para especies mexicanas, ya que si existieran facilitarían el trabajo de todos aquellos que trabajan con la madera a saber: como el arquitecto, el ingeniero, el maderero, el distribuidor o cualesquiera que desee usar madera.

### Clasificación: métodos visuales y métodos mecánicos.

Métodos visuales. La clasificación visual solo toma en cuenta características muy específicas que presenta la madera, entre ellas están:

- Nudos, figura 9.
- Gemas, figura 10.
- Rajaduras en los extremos, figura 11.
- Fisuras, figura 12.
- Alabeo de canto, figura 13.
- Arqueamiento, figura 14.
- Acanalamiento, figura 15.
- Bolsas de resina, figura 16.
- Mancha azul, figura 17.
- Madera apolillada, figura 18.
- Peso de la madera (contenido de humedad).
- 

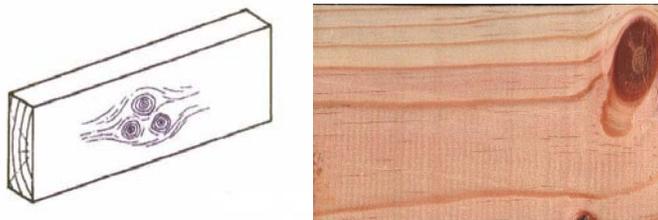


Figura 9. Nudos en la madera.

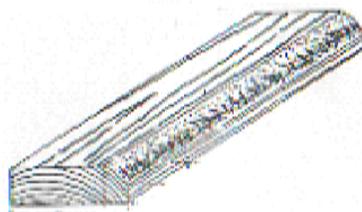


Figura 10. Gema en la madera o arista faltante.

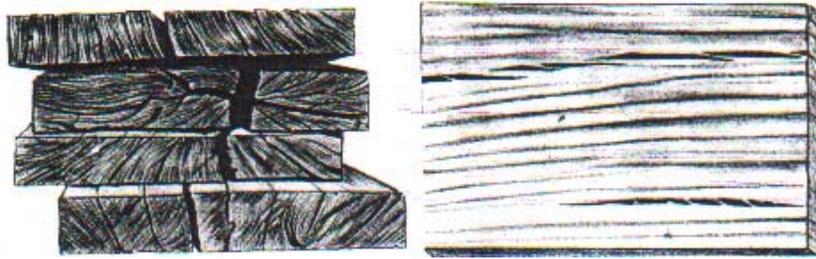


Figura 11. Rajaduras en los extremos y fisuras.

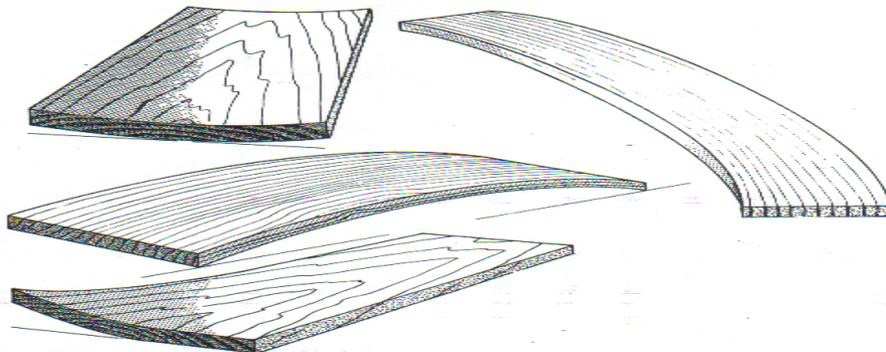


Figura 12. Alabeos: acanaladura, alabeo de canto, arqueamiento, torcedura.

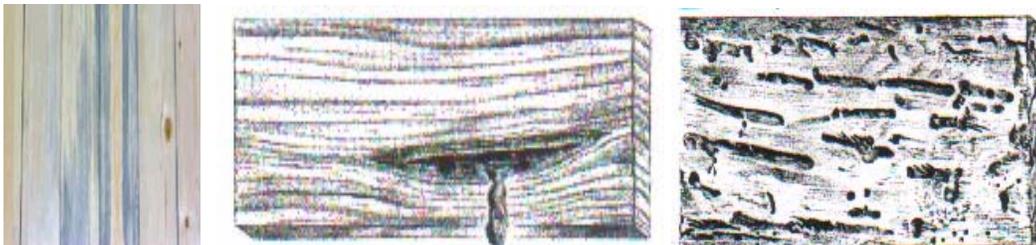


Figura 13. Mancha azul, bolsa de resina, madera con orificios hechos por insectos.

Las Normas Técnicas Complementarias reconocen dos métodos de clasificación visual de la madera. Se apoyan en requisitos que deben cumplir una pieza de madera para quedar en alguno de los grupos establecidos tomando en cuenta la resistencia de la madera.

Clasificación según la norma DGN – C18-1946 de la Secretaría de Industria y Comercio. La norma clasifica a la madera en 5 grupos.

- Primer grupo o madera selecta.
- Segundo grupo o madera de primera.

- Tercer grupo o madera de segunda.
- Cuarto grupo o madera de tercera.
- Quinto grupo o madera de desecho.

Estas normas se apegan mucho a la clasificación dada por los comerciantes, distribuidores de la madera y por el subcomité de maderas y productos maderables del ONNCCE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, A.C.). En la mayoría del territorio nacional los aserraderos y los distribuidores de las zonas urbanas, las clasifican como:

- Madera de primera como aquella que no tiene defectos (nudos, rajaduras, resina, humedad, ni mancha azul).
- Madera de segunda que tiene uno ó más nudos de tamaño muy pequeño y algún defecto más pero casi imperceptible.
- Madera de tercera que tiene muchos defectos visibles en una sola pieza como nudos, bolsas de resina, rajaduras, pandeos, mancha azul, figura 14.

Las Normas Técnicas Complementarias solo ratifican las características de madera contrachapada y no especifican las correspondientes de la madera laminada, así como de los diferentes tableros que hay en el mercado.



Figura 14. De izquierda a derecha: madera de pino de tercera, madera de segunda y madera de primera.

### **Métodos mecánicos.**

Un método mecánico de uso industrial podrá determinar la rigidez de cada pieza y en base a correlaciones entre ésta y la capacidad mecánica en flexión y compresión, se le asigna al elemento una calidad determinada, sin dejar a un lado el análisis visual de las piezas de madera.

### **II.3 Clasificación para fines estructurales.**

En los países con tradición en el uso de la madera para construir casas habitación o algunas otras estructuras importantes, la madera se selecciona en forma visual considerando sus propiedades mecánicas o bien mediante una combinación de los dos métodos.

La selección de la madera en forma visual con fines estructurales, se realiza especificando características tales como: tamaño, posición y número de nudos, rajaduras, tipos de deformaciones, alabeos, pandeos, así como posibles deterioros debido a los insectos, inclusive efectos que pudieran haber causado la humedad que pudieran afectar sus características mecánicas como su resistencia.

Con los dos métodos mencionados se le asigna a cada especie de madera una calidad específica. La calidad mecánica se determina al comparar muestras estadísticas tomadas de laboratorio, hechas con probetas de madera libres de defectos en estado verde o en estado seco. Se observa que en los países en vías de desarrollo la madera se clasifica en varios niveles diferentes, razón por la cual hay una gran discrepancia en su precio, debido principalmente al desconocimiento de sus propiedades y de los intereses, y crecimiento desorganizado de la industria.

#### **Madera estructural.**

Es aquella que se encuentra bajo la acción de esfuerzos permanentes y específicos que requieren de un análisis y diseño estructural. Tenemos como ejemplos las vigas para pisos, entresijos, techos, columnas, cerchas, estructuras pequeñas, y la llamada madera laminada que puede tomar dimensiones y formas muy variadas.

La clasificación de la madera de pino para usos estructurales se basa en la norma de la Secretaría de Comercio y Fomento Industria, NMX-C-239- ONNCCE-1985. El objetivo de la norma es identificar, evaluar y determinar las características y defectos que posee la madera que afectan sus propiedades mecánicas. Esta norma se aplica a todas las especies de pinos mexicanos menos el ayacahuite.

#### **Normas de Clasificación para maderas mexicanas.**

- La madera de coníferas utiliza la norma NMX-C-239-ONNCCE-1983.
- La madera de pino utiliza la norma NMX-C-ONNCCE-1985.
- La madera de latí foliadas utiliza la norma, NMX-C-409-ONNCCE-1998.

Las normas mexicanas se basan en características de la madera que influyen directamente en su resistencia, tales como:

- los nudos, localizados en caras o cantos,
- la gema,
- pendiente y desviación de la fibra,
- las rajaduras, las grietas, las acebolladuras,
- la madera de reacción (compresión),
- las bolsas de resina,
- la pudrición,
- los alabeos, los arqueos,
- los arqueos,
- las torceduras,
- el ataque de insectos,
- los agujeros de larvas, y ,
- la mancha azul.

**La madera de pino se clasifica en tres clases.**

- Clase A: de alta resistencia (uso estructural).
- Clase B: de mediana resistencia (uso estructural).
- Clase C: de baja resistencia (de uso no estructural).

Clasificación propia de pinos mexicanos ubicados en los estados de Durango, Chihuahua y del Estado de México, cuyos indicadores de pruebas realizadas para la flexión, la compresión y la tensión paralela a la fibra, indican su clase. Las pruebas se realizaron en madera seca libres de defectos. Estas normas deben aplicarse en madera que no van a cambiar sus dimensiones de trabajo.

Para que una pieza de madera sea clasificada en cualquiera de estas clases, primero se deben identificar sus defectos y su magnitud, segundo se comparan las magnitudes de estos defectos, con los valores permisibles de cada grupo, dependiendo de este resultado se determina que clase se le asigna.

El objetivo de este sistema es el de satisfacer en forma racional las necesidades de la industria de la construcción, y que se pueda diferenciar en forma práctica entre madera estructural y madera no estructural, además se pueda diferenciar la calidad de la madera de acuerdo a sus propiedades.

**Nudos fijos y nudos flojos.**

Nudos fijos son aquellos anillos de crecimiento que están interconectados con los del tronco, mientras que los nudos flojos son aquellos donde la rama creció después y por lo tanto no está ligada completamente al tronco (será un nudo hueco si este ya se desprendió) figura 15. En una pieza de madera como la de la figura 16, se permiten nudos en la mitad central de la cara o bien un grupo de nudos con un diámetro igual o menor de ¼ del ancho de la cara o 4 centímetros con una distancia entre nudos de 50 centímetros. Si los nudos tienen un diámetro menor a 1 centímetro en las caras, se permite una distancia de 30 centímetros, en los cantos de las vigas no se permiten nudos y tampoco a 2 centímetros del canto, tabla 1 y 2.

<i>Reglas especiales para polines de 87 mm y vigas de 87 mm x 190 mm.</i>			<i>Reglas especiales para secciones de 38mm de espesor.</i>		
Clase	Área total máxima de nudos en la sección	Tamaño total máximo de nudos en el canto.	Clase	Área total máxima de nudos en la sección	Tamaño total máximo de nudos en el canto
PA y VA	1/3	645 mm <sup>2</sup>	A	ý	645 mm
PB y VB	1/3	1/5	B	ý	1/3

Tabla 1.

Tabla 2.

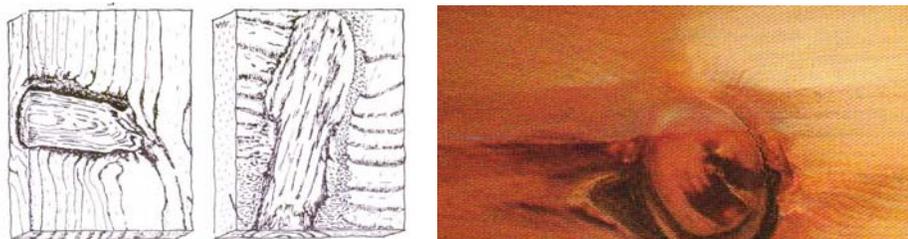


Figura 15. Nudos fijos y nudos flojos.

Clasificación de los nudos según la norma NMX-409-ONNCCE-1998:

- a) nudos en la arista,
- b) nudos en el canto,
- c) nudos en el canto y en la cara,
- d) y nudos en la cara.

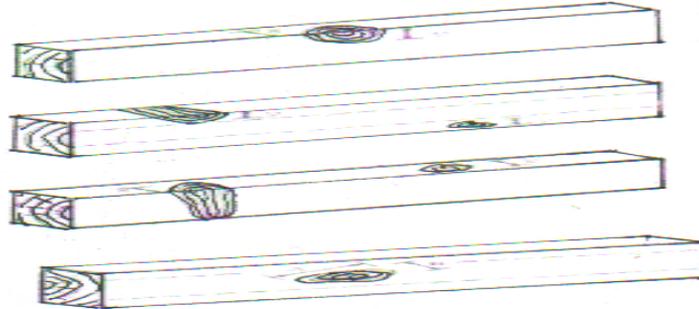


Figura 16. Diferentes tipos de nudos en cara y canto.

**La gema.** Ésta aparece cuando la troza es aserrada y presenta en alguna de sus aristas parte de la corteza dejando ver la forma circular de la madera en rollo, figura 17.

De acuerdo con la norma.

- Para madera de clase A, esta debe tener  $\frac{1}{4}$  del grosor o  $\frac{1}{4}$  del ancho.
- Para madera de clase B, se permite  $\frac{1}{3}$  del grosor o  $\frac{1}{3}$  del ancho.



Figura 17. Pieza de madera, con arista faltante.

### **Pendiente de las fibras (hilo).**

La dirección de las fibras que exhiben algunas piezas de madera en las que aparecen desviadas, se debe en la mayoría de los casos al método del aserrado, disminuyendo considerablemente su resistencia mecánica. A las fibras se les conoce como el hilo o el grano, términos usados para describir la dirección de las células longitudinales, siendo casi siempre en forma paralela al tronco, figuras 18 y 19.

La dirección de las fibras puede ser modificada por los nudos, por el aserrado o por el crecimiento natural de los árboles. Esta desviación se puede presentar en uno o dos planos como en los cantos de la madera, en una pieza aserrada se puede manifestar como: grano recto, grano inclinado, grano entrecruzado, estas dos últimas se consideran como defectos

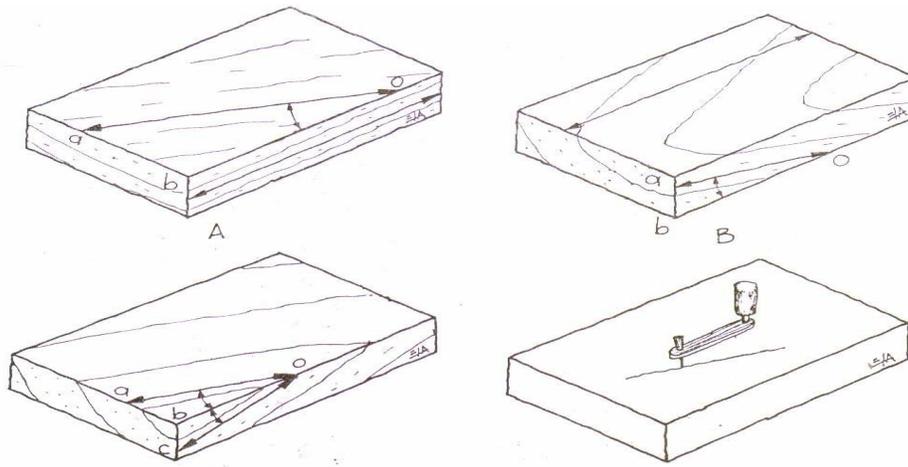


Figura 18. Medición de la desviación del hilo.

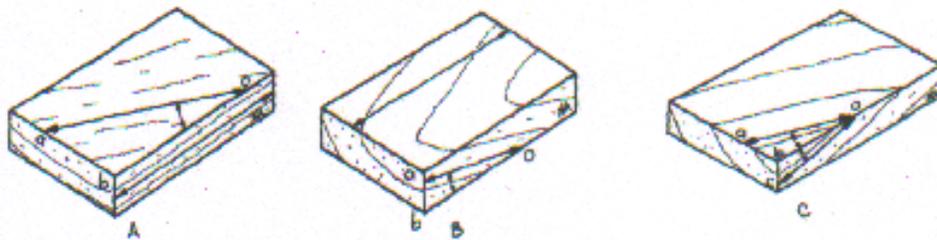


Figura 19. Desviación de la fibra o grano, A) y B) en un plano, C) en dos planos.

La determinación de la inclinación de la fibra se realiza con el aparato mostrado en la figura 20, deslizando sobre la pieza de madera la aguja que está colocada en un extremo, trazando una línea que sigue la dirección de la fibra (línea BC de la figura). En caso de no tener el detector, sí en la madera la fibra es visible, la medición se hace trazando un triángulo. Esta desviación se expresa como la relación entre un centímetro de desviación respecto al canto de la pieza, y la distancia en la cual se da esta desviación dada por  $ab/ob$ . Si se considera la desviación en los dos planos se determina, tomando la suma de la raíz cuadrada de las desviaciones que se presentan en los dos planos:

$$\sqrt{(ab/ob)^2 + (cb/ob)^2}$$

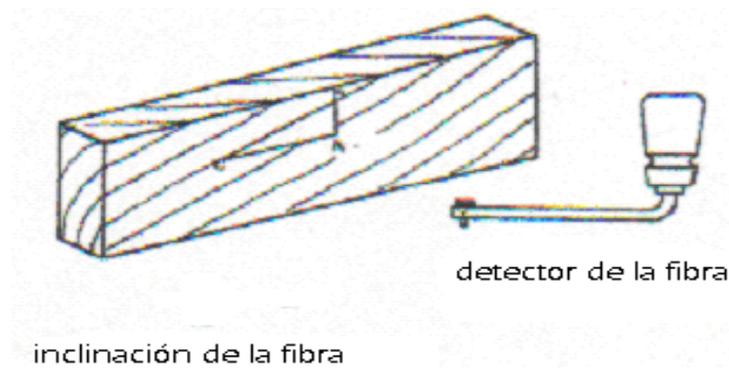


Figura 20. Determinación de la inclinación de la fibra en la madera.

La desviación puede afectar directamente su comportamiento mecánico, si se encuentran valores de entre  $1/20$  a  $1/5$ , puede reducir su módulo de rotura en porcentajes de entre 4.5% a 33%. Según la norma para madera clase A, ésta relación debe ser de 1:10 y para clase B de 1: 8.

#### **Rajaduras, grietas y acebolladuras.**

Las rajaduras o hendiduras se presentan a lo largo de la pieza de madera y en dirección de las fibras, pudieran ser profundas o superficiales, figura 21.

Las grietas son separaciones que se presentan a lo largo de la pieza y paralelamente a las fibras. Generalmente se localizan en los extremos y son producto del secado de la madera.

Las acebolladuras son roturas locales de la madera, que aparecen entre los anillos de crecimiento y que están a todo lo largo del eje del árbol. De éstas se permiten hasta en  $1/4$  del largo de la pieza, sobre una sola cara y no mayor a 3 milímetros de separación.

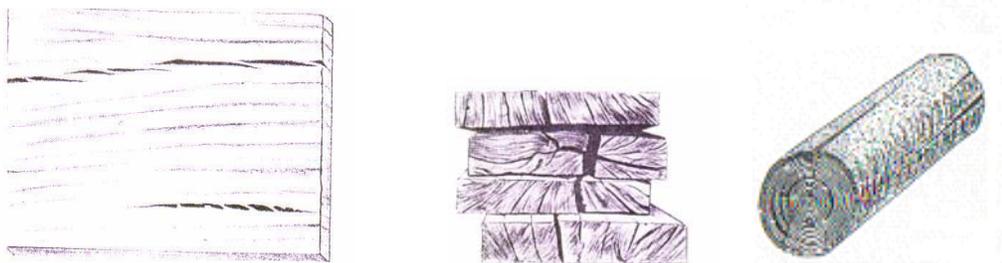


Figura 21. Rajaduras, grietas y acebolladuras.

#### **Madera de reacción.**

La madera de reacción aparece en el árbol cuando crece de lado, ya que una parte de esta madera tendrá características diferentes a la del resto. Es un defecto serio muy difícil de detectar. Si la madera de reacción está en la parte del lado inclinado se llama madera de compresión, si está en la parte superior se llama madera de tensión. Estos defectos son muy comunes y cada árbol posee algún porcentaje. En las coníferas aparece visible cuando hay nudos donde la dirección de la fibra cambia,

por lo que se modifican algunas de sus propiedades, tales como la reducción de los esfuerzos mecánicos y el módulo de elasticidad para la flexión, figuras 22 y 23. En la madera tropical suele presentarse cuando hay cambios de color así como la presencia de anillos de crecimiento anchos en esta zona, provocando que la madera sea muy quebradiza y por lo tanto de poca resistencia; debido a esto se le considera no apta para usos estructurales. Este defecto se puede detectar por la aparición de superficies lanosas a la hora de cepillar o lijar la madera, la presencia de esta característica no es buena señal.

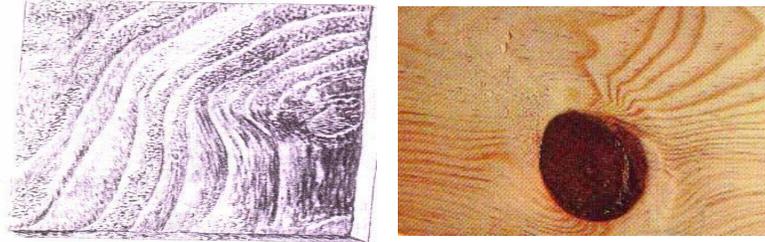


Figura 22. Madera de reacción.

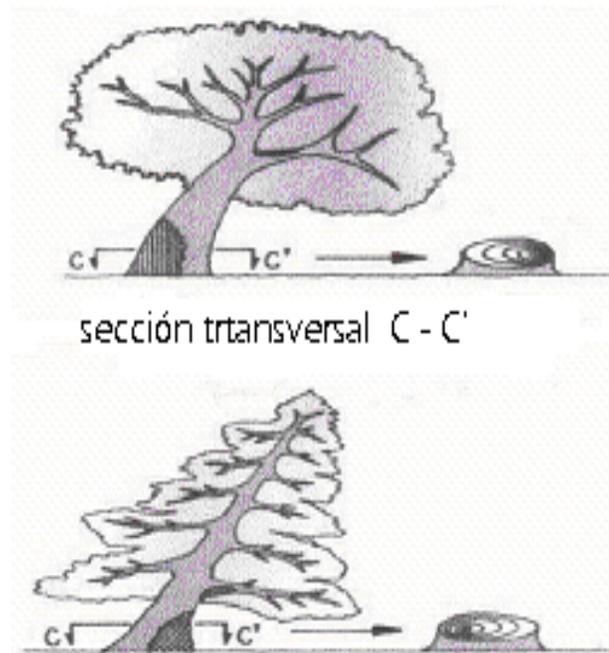


Figura 23. Muestra la sección de un corte transversal de un árbol con Madera de tensión y madera de compresión.

#### **Bolsas de resina.**

Son pequeñas cavidades llenas de resina. Es una característica de las coníferas, que se desarrolla como defensa ante estímulos exteriores. Estas bolsas se encuentran entre los anillos y pueden afectar la resistencia de la madera dependiendo de su localización, así como de su número. La norma considera a las bolsas de resina como si fueran nudos, midiendo su área proyectada sobre la sección transversal, figura 24.

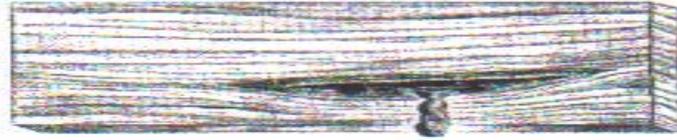


Figura 24. Pieza de madera que muestra una bolsa de resina.

### **Pudrición.**

Este es un efecto causado en la madera por hongos que se alimentan de la pared de la células de la madera, originando la pérdida de resistencia. Se identifican por el cambio de color en la madera. La pudrición no es permitida en ningún caso, figura 25.



Figura 25. Degradación de la madera por el efecto de los hongos que producen la pudrición.

### **Alabeos.**

Los alabeos son producidos por el secado. Las distorsiones que sufre la madera aserrada hace que los planos se desvíen de las dimensiones originales. Se tienen diferentes tipos de alabeos los cuales se mencionan a continuación:

- acanalamiento: al presentarse este alabeo la pieza de madera no permanece plana en el sentido transversal y tiende a formar un canal,
- alabeo de canto: la pieza de madera permanece plana, los cantos son los que se desvían de una línea recta de un extremo al otro,
- arqueamiento: la pieza de madera no permanece plana, se distorsiona y tiende a pandearse, mientras que los cantos siguen paralelos,
- espiralamiento: este alabeo es notable porque una de las esquinas de la pieza de madera no permanece en el mismo plano;
- ovalamiento: alabeo que surge debido al cambio en el contenido de humedad, cambiando de una figura circular a una de forma elíptica,
- alabeo localizado: es aquel alabeo que presenta una pieza de madera, mediante una desviación de su plano de forma abrupta en la fibra. Se presenta cerca de los nudos y en aquellas zonas donde se acomodaron mal los separadores de las pilas de madera para su secado, y,
- adiamantado: es el alabeo que se presenta cuando la madera a estado sujeta a cargas que la tuercen en dirección de su eje rectilíneo apareciendo su sección transversal como un rombo o romboide.

La norma rechaza la madera que presenta cualquiera de estos alabeos, cuando se rebasa los índices permisibles, figura 26.

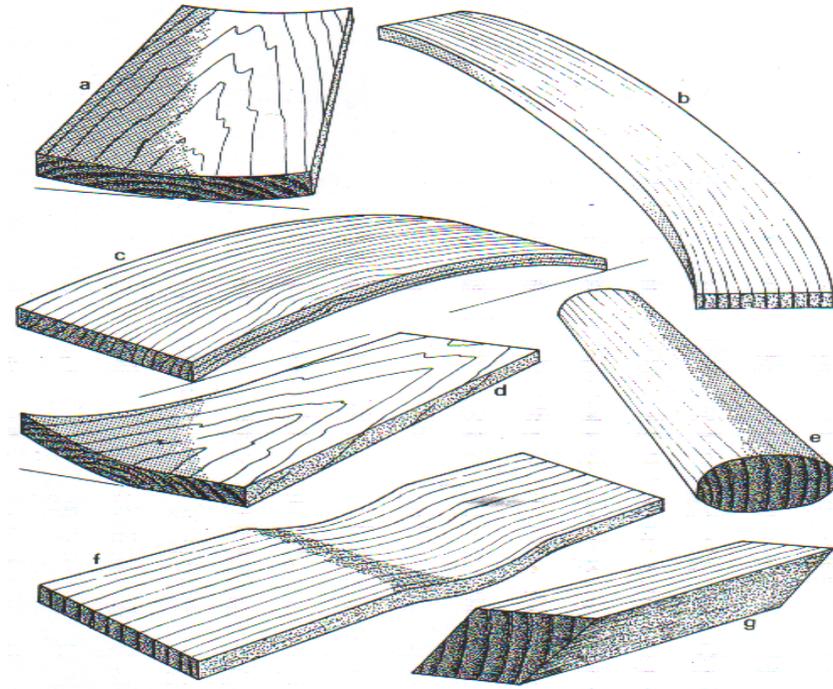


Figura 26: a) acanalamiento, b) alabeo de canto, c) arqueamiento, d) espiralamiento, e) ovalamiento, f) alabeo localizado, g) adiamantado.

### **Torcedura o revirado.**

Es cuando el plano de la madera gira de tal manera que la cara de la madera en sus extremos definen una línea recta. Por cada 2 m de longitud en un ancho de 12 mm, no debe exceder de 1.5 mm, figura 27.

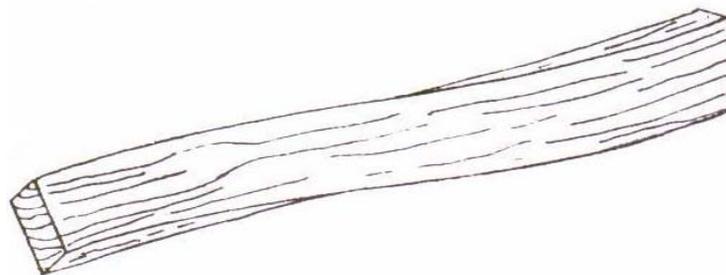


Figura 27. Torcedura de una pieza de madera.

**Ataque de insectos y agujeros de larvas.**

Las perforaciones pequeñas, producidas por larvas de insectos o de algún efecto mecánico, se admiten cuando su tamaño máximo no excede de los 12mm. No debe haber larvas vivas y no más de 2 agujeros por cada 60 x 60 mm, figura 28.

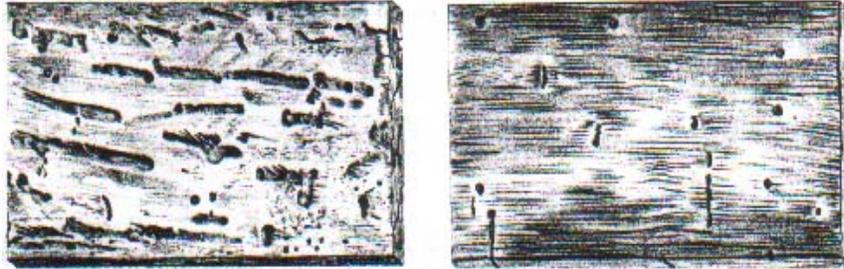


Figura 28. Orificios y galerías hechas por insectos

Una vez determinada la clasificación visual la madera será marcada con tinta y tendrá la siguiente información:

- el número de identificación del aserradero o del clasificador,
- la regla de clasificación usada,
- la calidad de la pieza, y,
- cuál fue el proceso de secado al aire libre o en estufa.

## II.4 Recomendaciones para su uso.

La madera tiene múltiples usos y para ello, se le han de aplicar diferentes procesos para conservarla y aumentar su vida útil ante los efectos degradantes de insectos y cambios en el medio ambiente. Una vez que se ha pasado por este proceso se trabaja la pieza de madera transformándola para su uso.

La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación FAO, distingue los siguientes productos primarios:

- leña,
- madera rolliza (en rollo o tronco),
- madera aserrada, y,
- paneles y productos derivados de la pasta.

### Madera en rollo.

En nuestro país, este tipo de madera, es de uso tradicional ya que se utiliza en la construcción de casas sencillas y tradicionales, principalmente en las zonas rurales. En general se utiliza para cubrir techos, construcción de andamios, cimbras, obras falsas y postes para sostener líneas telefónicas, figura 29.

Antiguamente se usaban como pilotes, ahora sustituidos por los de concreto. En algunos casos se sigue usando para obras de apuntalamiento en minas y cuando se trata de madera en rollo se habla de un diámetro aproximado a 25 centímetros.



Figura 29. Almacenamiento de la madera en rollo.

### Madera aserrada.

Es aquella que mecánicamente ha sido transformada de madera en rollo a una pieza de forma geométrica como: listones, tablas, tablones, vigas, etc., figura 30.



Figura 30. Madera aserrada en tablas.

Otras maderas aserradas son:

- la caoba,
- el cedro rojo,
- el aile,
- el ayacahuite,
- el guanacaste,
- el encino,
- el nogal y,
- el cedro blanco.

Entre las especies que pertenecen a las coníferas se encuentran el pino, el oyamel, el sabino, el abeto y entre las latí foliadas están el cedro, el nogal, el encino, el fresno y el barí entre otros.

### **Extracción de la madera.**

La madera cuando se encuentra en los bosques o selvas, una vez que se realiza el corte o tala, se tiene que llevar hasta aquellas zonas donde se va a industrializar o almacenar. En este proceso se debe cuidar con el propósito de no afectar las condiciones naturales del suelo donde estaba el árbol. Para trasladar la madera desde el monte hasta donde se encuentra la fábrica transformadora, se utilizan camiones, medios acuáticos y hasta ferrocarril. En la extracción intervienen los siguientes procesos:

- corte o tala,
- transporte,
- secado (natural y artificial),
- aserrado y,
- elaboración.

### **Corte o tala.**

Es el proceso manual o mecánico que se utiliza para derribar un árbol que se encuentra en los bosques o selvas. Está se puede realizar con maquinaria pesada, motosierras o simples hachas. Una vez que se ha hecho el apeo se sigue con el desramado, el tronzado, descortezado y despunte, figura 31.



Figura 31. Tala de un bosque y su transporte.

**Almacenaje.**

Una vez que la madera está en el aserradero se almacena, cuidando que el contenido de humedad en los edificios de resguardo, no sea mayor del 20 %. Se recomienda que la madera en rollo no esté en contacto con el suelo.

Cuando la madera esta almacenada en un edificio y se esté secando en forma natural (al aire libre), se debe procurar que este bien apilada, dejando espacios que permitan una buena circulación del aire, figura 32.



Figura 32. Secado de la madera al natural en pilas.

**El aserrado.**

Este proceso es también conocido como la industrialización de la troza, figura 33, mediante máquinas y herramientas manuales o aserrios (sierras ) altamente sofisticados en los que se producen hasta 250 m<sup>3</sup> de madera aserrada.



Figura 33. Almacenamiento de trozas.

La maquinaria necesaria para aserrar una pieza de madera en rollo, es la sierra cinta, figura 34, la que por sus ventajas económicas y su precisión al darle dimensiones requeridas a la madera es la más utilizada.



Figura 34. Aserrado de la troza con sierra cinta.

### **El aserradero.**

Son instalaciones industriales donde se transforma la madera en rollo en madera aserrada. Los llamados aserraderos fijos, figura 35, son los que cuentan con instalaciones permanentes, donde se realizan ciclos de producción completos. En dichos aserraderos se producen los tablones denominados:

- en bruto,
- canteado,
- canteado, retestado y calibrado,
- canteado, retestado, calibrado y clasificado,
- canteado, retestado, calibrado clasificado, secado y,
- tablones, tablas, vigas, y viguetas.



Figura 35. Aserradero fijo.

El aserradero móvil, figura 36, es del tipo que se desplaza hasta donde se encuentra la materia prima para transformarla en tablones, tablas, vigas y viguetas. El producto es semielaborado listo para transportarse y ser corregido en otras instalaciones que le darán el acabado y dimensiones finales. Una desventaja de este sistema es que los productos sobrantes como el aserrín o la viruta quedan sin aprovecharse.



Figura 36. Aserradero móvil.

El desarrollo de esta industria es afectado por muchas variables, entre ellas podemos mencionar la disminución de los recursos forestales, el aumento de la temperatura global, la creciente demanda de productos industrializados, así como los altos costos de producción.

A nivel mundial el campo de los aserraderos ha ido mejorando en sus procesos de producción con la generación de nuevas tecnologías, las cuales se basan en las características del material y en modelos matemáticos de producción y explotación. La optimización de la producción está orientada a incrementar la eficiencia en los procesos del aserrado y aumentar el rendimiento volumétrico total de la producción aserrada.

### **Elaboración de productos.**

Como productos tenemos tablones, tablas, vigas y viguetas. Se considera que se venden con un contenido de humedad de entre 15 % y 20 %, aunque antes de utilizarlo es recomendable aplicar algún proceso de secado al material, figura 37, 38, y 39.



Figura 37. Tablones.



Figura 38. Vigas.



Figura 39. Tablas.

**Indicadores de eficiencia.**

Entre los indicadores de eficiencia de producción se encuentran principalmente el:

- rendimiento volumétrico total,
- porcentaje de desperdicios como el aserrín viruta y otros,
- valor por metro cúbico de madera aserrada, y,
- valor por metro cúbico de madera en troza.

**El rendimiento volumétrico.**

Se refiere a la utilización de la madera en troza sin considerar sus dimensiones ni la calidad de la madera aserrada, sin embargo existen varios factores que afectan este rendimiento volumétrico, figuras 40 y 41, entre ellos están:

- el diámetro de las trozas,
- la longitud de la troza,
- la conicidad de la troza,
- el diagrama de troceado,
- la calidad de las trozas, y,
- el diagrama de corte.

Estos factores afectan directamente la calidad y cantidad de la producción de la madera aserrada.

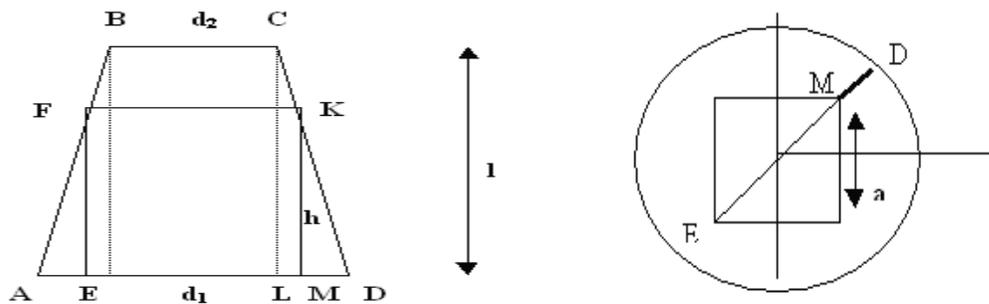


Figura 40. Conicidad de una troza

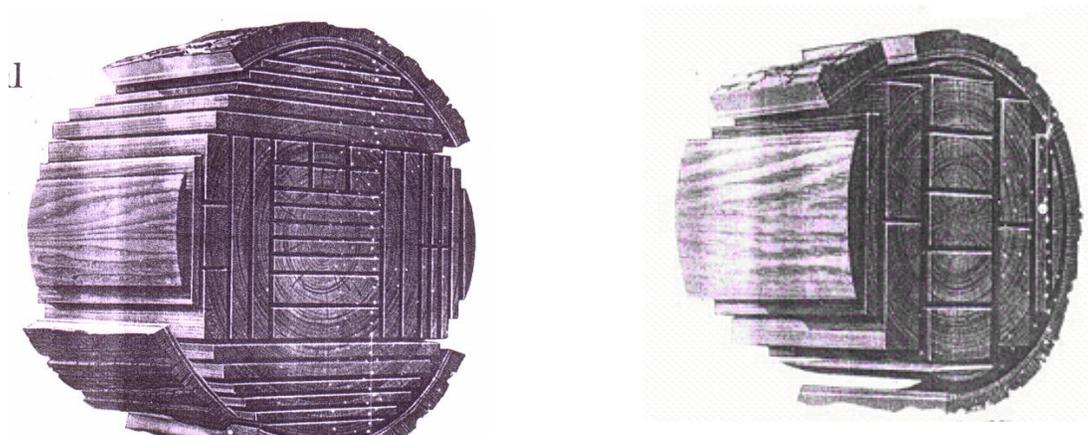


Figura 41. Optimización de una troza, también conocido como despiece.

**Tableros.**

Un tablero o panel es un producto de madera que se obtiene al someterlo a un proceso industrial, figuras 42, 42a y 42b. Está constituido por partículas chapa o fibras de dimensiones pequeñas. Se recomienda su uso para fines estructurales o decorativos.

La Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación clasifica a los tableros en tres tipos:

- madera contra chapada,
- fibra, y,
- de partículas.

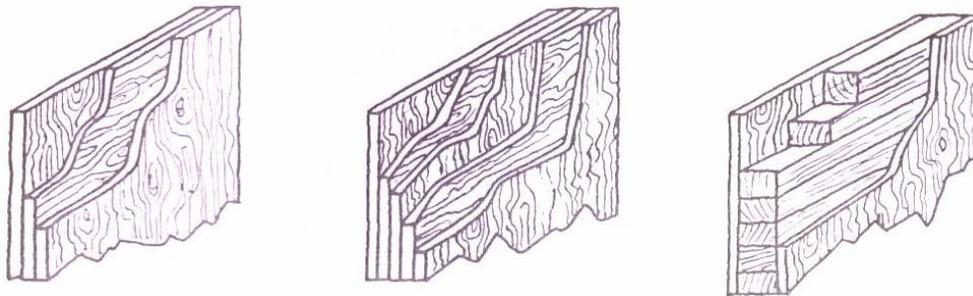


Figura 42. Tableros de madera contrachapada y tableros listonados.

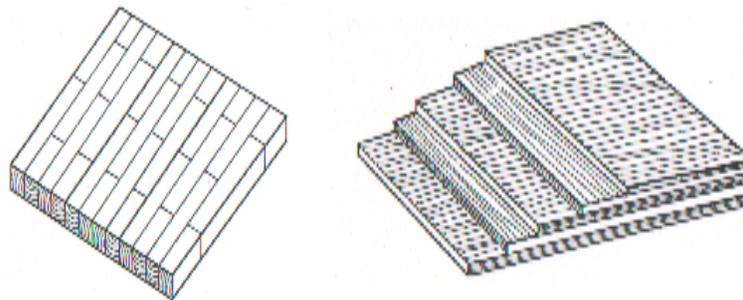


Figura 42a. Tableros de madera contra chapada, triplay de 3 a 5 capas y madera listonada.

De los tableros mencionados el contrachapado y el de partículas, tienen aplicaciones estructurales. Se recomienda su uso ya que poseen características mecánicas de resistencia mayores a la de la madera maciza, figura 42 b.



Figura 42 b. Madera contra chapada en varios espesores.

### Ventajas de los tableros.

En seguida se mencionan algunos de ellos:

- la madera aserrada siempre presenta fisuras, nudos, pandeo, etc.; características que no se presentan en los tableros,
- la fabricación de paneles permite mayores dimensiones que la madera maciza lo que puede cubrir superficies en un menor tiempo,
- los tableros en condiciones de presencia de humedad debidas al medio ambiente, presenta menores cambios dimensionales. Se recomienda que los tableros no estén en contacto directo con la humedad,
- en su fabricación utiliza elementos considerados como desperdicios, la viruta, el aserrín y partículas como astillas, al salir del cepillado de la madera,
- los tableros pueden diseñarse incorporando diversas sustancias que modifiquen sus características y tengan un mejor comportamiento ante las condiciones que se le exponga, tales como resistencia al fuego, a la humedad, a la pudrición etc.
- en la fabricación de los tableros se pueden usar maderas de menor calidad o dureza y madera de árboles de crecimiento rápido,
- es importante escoger el tipo de tablero que cubra las necesidades de la estructura que se quiera construir,
- por ejemplo un tablero de los llamados aglomerados jamás debe exponerse a la humedad o a cargas altas por largos periodos de tiempo ya que sufrirá deformaciones permanentes e irreversibles, porque la madera en estas condiciones tiende a hincharse, perdiendo de esta forma todas sus características de resistencia.



Figura 43. Paneles forrados con tableros de fibras orientadas, Oriented Strand Board (OSB).

### **Clasificación general de los tableros.**

La tecnología ha mejorado cada día las formas y características mecánicas de los tableros que les han dado nuevos usos en la construcción a, saber:

- Tableros de madera maciza, constituidos por varias piezas ensambladas de canto unidas con pegamento, en ocasiones los cantos pueden ir machihembrados o con ranura y lengüeta.

- Tableros con alma enlistonada formados con piezas cuya alma es de madera maciza pero de menor calidad. En cada cara lleva una capa de chapa de unos 2mm de espesor.
- Tableros listonados, están formados por piezas de madera maciza con diferentes longitudes, cuatropeados y pegados.
- Tableros de madera contrachapeada, formados por piezas de madera pegadas a veces con adhesivos especiales que les dan diferentes propiedades para usos variados. Las chapas suelen tener un espesor de 2.5 a 6 milímetros. Se recomienda emplearlos en la fabricación de muebles, encofrados, libreros y de módulos previamente diseñados para casas habitación. La calidad de estos tableros está en función del aspecto de sus caras, así como del adhesivo que se utilizó para pegarlo. A los tableros se les selecciona por la calidad de su cara y de su contracara.
- Tableros de maderas de pino, cedrillo, okumé, caoba, caobilla o de maderas de origen europeo como el abedul, el roble, el fresno y el nogal.
- Tableros de partículas o aglomerado, formados con partículas de unos 2 a 4 milímetros, aglomeradas con una resina compuesta de urea- formol o bien de urea-melamina-formol.
- Tableros de virutas orientadas OBS (Oriented Strand Board).
- Tableros de virutas (Waferboard).
- Tableros de fibras duras de peso específico van desde 0.8 o 1.0 g/cm<sup>3</sup> hasta 800 kg/m<sup>3</sup>.
- Tableros de fibras de densidad media (MDF), formadas con fibras lignocelulósicas.
- Tableros de madera cemento, conformada por partículas de madera, unidas mediante una pasta de cemento con aditivos y sometidos a presión.
- Tableros compuestos, formados por un alma que puede ser de vidrio, corcho, espumas sintéticas, y otros materiales. Esta alma suele tener propiedades acústicas y aislantes.
- Tablero alveolar o tableros mixtos, formados a base de chapa ondulada. Sus caras son de madera en contra malla pegadas al alma.

El peso específico de los tableros se clasifica en: ligero de 250 a 450 kg/m<sup>3</sup>, semipesado de 451 a 750 kg/m<sup>3</sup> y pesados de 751 kg/m<sup>3</sup> en adelante.

### **Materiales de revestimiento.**

Los tableros suelen cubrirse con diferentes materiales, por ejemplo:

- chapa de madera,
- laminado de PVC,
- laminados decorativos impregnados de melamina, y ,
- laminados decorativos de poliéster.

Una vez que se ha identificado el tipo de madera a emplear en la construcción de algún elemento, se debe tener en cuenta la durabilidad natural de la madera, en función de las condiciones a las que estará expuesta. Existen maderas de mayor o menor grado de durabilidad a los agentes bióticos o abióticos que

degradan la madera. Cuando no se pueden utilizar especies resistentes, éstas deberán estar sometidas a tratamientos químicos para aumentar su durabilidad.

### **Protectores de la madera.**

Por la acción protectora que realiza puede ser: insecticida si protege a la madera de la acción de los insectos xilófagos, fungicida si protege de la acción de los hongos, ignífugo si la acción protectora trata que la madera pase de ser medianamente inflamable a difícilmente inflamable, considerando el grado del tratamiento contra el fuego al que ha sido sometida tanto la madera, los tableros o sus derivados.

Los protectores de la luz son pinturas que contienen pigmentos metálicos que tapan totalmente la veta de la madera o bien los llamados lasures (barnices pigmentados). Dichos pigmentos no tapan la veta de la madera pero si la oscurecen. La protección es de dos tipos, protección preventiva y prevención curativa.

Se recomienda utilizar tratamientos superficiales cuando la madera no va a estar expuesta a la humedad o al ataque de termitas. Cuando la madera aún está en estado verde es conveniente protegerla con tratamientos superficiales para evitar la aparición de hongos que provoquen la llamada mancha azul. La protección superficial solo penetra unos cuantos milímetros y la profundidad de penetración depende fundamentalmente del tipo de disolvente y de la especie de madera. En carpintería y ebanistería se utilizan productos orgánicos los que se aplican con brocha o con compresora, mientras que en los aserraderos se utilizan sales aplicadas mediante inmersión breve. Cuando se requiere una penetración mayor se aplican sistemas por medios industriales de autoclave o inmersión caliente y fría. En otros casos se llega a sustituir la savia, mientras que la autoclave es el único que garantiza la profundidad requerida. El aparato consiste de un cilindro de acero en el que se inducen vacíos y presiones altas con bombas especiales donde se introduce la madera, figura 44.



Figura 44. Madera tratada a presión en autoclave (Universidad de Michoacán de Hidalgo).

La madera es un material altamente recomendable para armar puertas ventanas, pisos, recubrimientos y techos. Para ello se requiere conocer los métodos y así evitar su deterioro. En la tabla 3, se indican algunas características de la madera, sus usos y la aplicación de protectores.

<b>Condiciones de exposición</b>	<b>Tipos de productos</b>	<b>Tipos de protección</b>	<b>Medidas adoptadas para proteger la madera</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad de aplicación</b>	<b>Método de tratamiento</b>
sin riesgo de humedad	muebles, pisos de madera, escaleras, puertas, etc.	superficial	tratamiento químico por riesgo de ataques de insectos	sales hidrosolubles	50 gr/m <sup>3</sup>	difusión, inmersión, y brocha
sin riesgo a la humedad	vigas, puertas, y cerchas	superficial	tratamiento químico.	sales hidrosolubles	50 gr/m <sup>3</sup>	difusión, inmersión y brocha
en riesgo humedad accidental	cerca de desagües o cañerías	media	reparar los daños en las cañerías.	sales hidrosolubles doble vacío	de 3 a 4 kg/m <sup>3</sup>	difusión, inmersión, doble vacío y brocha
riesgo de humedad permanente	carpintería exterior, pórticos y muebles de jardín	media	tratamiento químico	impregnación o fondo, sales hidrosolubles, doble vacío	250 ml /m <sup>2</sup> , 5 kg/m <sup>3</sup> y 25 kg/m <sup>3</sup>	Inmersión, autoclave, vacío, presión y doble vacío
humedad permanente	pilares, cerchas, bodegas y empalizadas	profunda.	tratamiento químico	sales hidrosolubles	8 kg /m <sup>3</sup>	autoclave, vacío y presión

Tabla 3. Tratamiento de la madera dependiendo del uso.

## II. 5 Maderas mexicanas.

La madera es considerada como un material poco confiable, debido a su poca durabilidad, por ser inflamable y por ser poco resistente ante fuerzas debidas al viento (tornados, huracanes, ráfagas, etc) y a los sismos. Además de que en nuestro país no se ha fomentado su uso, ya sea para desarrollar sistemas modulares o de autoconstrucción. Solo se observa un avance significativo en el campo de la construcción residencial. Otro factor es el costo y su variación de un distribuidor a otro, ya que como sabemos no hay normatividad que regule los precios de la madera.

En nuestro país es abundante tanto en volumen como en especies, muchas de ellas mal aprovechadas y otras al ser taladas indiscriminadamente no recupera su reforestación. Conocer las especies endémicas y algunas de sus características dará credibilidad al material en el uso de estructuras permanentes, como en casas habitación, utilizando la madera de pino o bien de otras especies que se dan en el lugar de construcción. Existen algunos organismos gubernamentales y particulares cuya finalidad es la de fomentar el uso de la madera así como impulsar el estudio de sus características y propiedades. Sin embargo se requieren más estudios de las maderas mexicanas.

En la tabla 4, se resumen los diferentes nombres, la distribución, así como algunas características y usos que se le da a la madera según las diferentes zonas de crecimiento en la República Mexicana.

*Tabla 4. Nombres regionales y distribución de maderas mexicanas.*

<b>Nombres regionales</b>	<b>Distribución</b>	<b>Características</b>	<b>Observaciones</b>
Familia: <i>Pinaceae</i> . Abeto, oyamel, bamsú, pinabete y guayame.	Altamente distribuida en la República Mexicana pero limitada a alturas de 1200 a 3500 m.	Color: crema blanquizco. Olor: no tiene olor. Sabor: sin sabor. Anillos: formados por franjas de madera, tardía y temprana. Lustre: muy alto. Textura: fina. Grano o fibra: recto Dureza: muy blanda.	Madera parecida a la de la familia de las picea, sin embargo esta última es aún más blanda y suave.  Usos: cajas para empaques de alimentos, abatelenguas, palillos, etc.
Familia: <i>Moraceae</i> . Ramón, ojote capomo y mojú.	Se encuentra principalmente en la zona del Golfo de México, Sur del estado de Tamaulipas Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y en los Estados de Michoacán, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.	Color: Amarillo uniforme Olor: no tiene Sabor: no tiene. Lustre: alto. Textura: muy fina. Grano o fibra: recto ondulado y entrecruzado. Dureza: madera muy dura y pesada.	Anillos poco visibles Rayos delgados y abundantes. Usos: madera que por su dureza se utiliza en mangos para herramienta, es ideal para pisos de madera.
Familia : <i>Guttiferae</i> barí, leche maría y barilla	Se encuentra principalmente en la zona de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.	Color: uniforme pardo amarillento, con tintes rosáceos Olor: no tiene. Sabor: no tiene. Lustre: mediano. Textura: mediana a áspera. Grano o Fibra: recto. Dureza: mediana.	Madera de poros grandes y abundantes en forma diagonal. A veces se le confunde con la caoba, pero esta es más dura y pesada.  Usos: se le utiliza para elaborar madera contrachapada, elaboración de pisos, parquet, para construir durmientes y muebles finos.

<p>Familia: <i>Meliaceae</i></p> <p>Cedrela mexicana.</p> <p>Cedro, cedro rojo, cedro oloroso y cedro macho.</p>	<p>Se encuentra principalmente en el sur de Tamaulipas, San Luis Potosí, Tabasco, Campeche, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Chiapas.</p>	<p>Albura de color pardo amarillento, duramen de Color: rojizo claro, oscuro rosáceo.</p> <p>Olor: aromático y muy agradable.</p> <p>Sabor: ligeramente amargo al paladar.</p> <p>Lustre: alto.</p> <p>Textura: mediana</p> <p>Grano: recto y ligero</p> <p>Dureza: de mediana a suave.</p>	<p>Anillos de crecimiento fácilmente visibles, rayos abundantes pero no visibles a simple vista.</p> <p>Usos: se utiliza para construir puertas ventanas, piezas torneadas y pasamanos.</p>
<p>Familia : <i>Bombaceae</i></p> <p>Ceiba, pochote y parota.</p>	<p>Se encuentra principalmente en el sur de Tamaulipas, San Luis Potosí, Tabasco Campeche , Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Chiapas.</p>	<p>Color: homogéneo, blanco o pardo, rojizo oscuro.</p> <p>Olor: no tiene.</p> <p>Sabor: no tiene.</p> <p>Lustre: de medio a alto.</p> <p>Textura: áspera.</p> <p>Grano o fibra: recto o ligeramente ondulado.</p> <p>Dureza: blanda y ligera como la madera balsa</p>	<p>Grandes poros, los rayos son muy notables por su tamaño y color.</p> <p>Usos: en chapa para madera contrachapada (triplay), artículos torneados, madera para flotadores, juguetes, etc.</p>
<p>Familia: <i>Cupressaceae.</i></p> <p>Cedro, cedro blanco, táscate y ciprés.</p>	<p>Distribuida en todo el país.</p>	<p>Color: pardo rosáceo o rojizo claro, albura crema.</p> <p>Olor: aromático.</p> <p>Sabor: no tiene.</p> <p>Lustre: alto.</p> <p>Textura: muy fina.</p> <p>Fibra: recta.</p> <p>Dureza: muy blanda.</p>	<p>Resistente a las termitas, se recomienda trabajarla con porcentajes de humedad menores al 12%, de otra manera sufrirá grandes contracciones en lugares con calefacción interior artificial apareciendo grietas deteriorando los acabados de barniz y otros.</p> <p>Usos: en muebles finos, ventanas y puertas.</p>
<p>Familia: <i>Leguminosae.</i></p> <p>Guapaque, paque, paquí, tamarindo silvestre.</p>	<p>En el sur de Veracruz Tabasco y Norte de Chiapas.</p>	<p>Color: crema amarillento a rozado con duramen de pardo a rojizo.</p> <p>Olor: no tiene.</p> <p>Sabor: no tiene.</p> <p>Lustre: medio.</p> <p>Textura: fina.</p> <p>Grano: recto.</p> <p>Dureza: muy dura y pesada.</p>	<p>Madera muy dura y pesada, y resistente, se utiliza en la elaboración de durmientes para ferrocarril, estructuras para puentes de ferrocarril, construcción de casas habitación, alta resistencia al contacto con el suelo.</p>
<p>Familia : <i>Leguminosae</i></p> <p>Guanacaste, necaste, parota y orejón.</p>	<p>Se encuentra principalmente en el sur de Tamaulipas, San Luis Potosí, Tabasco, Campeche, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Chiapas.</p>	<p>Color: crema blanquizo a pardo, pardo a rojizo.</p> <p>Olor: muy irritante en las fosas nasales, llega a provocar alergias.</p> <p>Sabor: no tiene.</p> <p>Lustre: medio.</p> <p>Textura: áspera.</p> <p>Fibra: hilo recto.</p> <p>Dureza: madera relativamente suave.</p>	<p>Muy difícil de trabar ya que se necesita mucha experiencia para dejarla con textura presentable.</p> <p>Se recomienda usar cubre bocas o mascarillas para trabajarla</p> <p>Usos: en la elaboración de duela como chapa, fácil para hacer escultura cajas, etc.</p>

<p>Familia : <i>Oleaceae</i> fresno, plumero, fresnillo y escobilla.</p>	<p>Se encuentra en todo el país, principalmente en la Ciudad de México.</p>	<p>Color: blanco. grisáceo, crema, . Olor: no tiene Sabor: no tiene. Textura: mediana. Fibra: recta. Dureza: de mediana y pesada.</p>	<p>Usos: en la elaboración de mangos para herramientas, duelas para piso, escaleras, muebles, etc.</p>
<p>Familia: <i>Cupressae</i> Sabino, cedro blanco, enebro y táscate.</p>	<p>Se encuentra prácticamente en todo el país.</p>	<p>Color: crema amarillento pardo, duramen pardo rojizo. Olor: muy agradable a lápiz. Sabor: no tiene. Textura: muy fina. Grano: recto. Dureza: muy blanda y ligera, algunas con un poco más de dureza.</p>	<p>Es resistente al ataque de las termitas. Se utiliza en la construcción de muebles, cajas, una característica importante es que no muestra bolsas de resina. La madera debe tener contenidos de humedad menores al 12%, en caso contrario la madera sufrirá grandes deformaciones y contracciones al variar el contenido de humedad dañando los acabados como holguras y barnices.</p>
<p>Pinus Familia : <i>Pnaceae</i> Pino, pino chino, pino piñón ocote blanco, pino real y pino de moctezuma.</p>	<p>Distribuido ampliamente en el territorio nacional.</p>	<p>Color: blanco, crema, crema pardo, blanco rosáceo, pardo rojizo. Olor: a resina. Sabor: no tiene. Lustre: mediano. Textura: fina. Grano: recto e irregular. Dureza: blanda ligera hasta un poco dura.</p>	<p>Presenta anillos de crecimiento bien definidos. Usos: es la madera que más se comercializa y la más utilizada en la construcción, como cajones para cimbra vigas, postes, puertas ventanas, muebles, duela, techos, etc.</p>
<p>Familia : <i>pinaceae</i> Ayacahuite, acalocahuite, acanita, ocote blanco, ayacahuite colorado, pino real, etc.</p>	<p>Se encuentra principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila Durango, México, Hidalgo y Oaxaca.</p>	<p>Color: crema amarillento claro muy homogéneo. Olor: no tiene. Sabor: no tiene. Lustre: alto Textura: fina Grano: recto Dureza: blanda ligera pero muy resistente.</p>	<p>Tiene muy poca madera tardía lo que le da un aspecto muy uniforme. Usos: por su estabilidad dimensional una vez que tiene un contenido de humedad de 12%, se utiliza en la fabricación de muebles, tableros, puertas, lambrines, duelas, etc.</p>
<p>Familia : <i>Fagaceae</i>. Encino, roble, roble blanco, encino prieto.</p>	<p>Existe prácticamente en todo el país.</p>	<p>Color; muy variable, desde blanco parduzco, crema blanquizco, pardo rojizo, hasta pardo oscuro. Olor: no tiene. Sabor: no tiene. Lustre: de bajo a alto. Textura: mediana. Grano o fibra: de recto a entrecruzado. Dureza: alta, pero se puede trabajar..</p>	<p>Madera de aspecto muy agradable, tipo colonial. Usos: es utilizada en portones, puertas, mangos para herramienta, piezas torneadas y postes.</p>

<p>Familia: <i>Bignoniaceae</i>. Primavera, pali blanco, duranga.</p>	<p>Se encuentra en la vertiente del Pacífico principalmente en los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Chiapas.</p>	<p>Color: parduzco. Olor: sin olor. Sabor: no tiene. Lustre: muy alto. Textura: mediana. Hilo: recto. Dureza: madera blanda pero resistente.</p>	<p>Se utiliza en la fabricación de chapa, muebles finos, en acabados para interiores de barcos y otros usos exteriores en construcción.</p>
<p>Familia: <i>Meliaceae</i> Caoba, cobano.</p>	<p>La encontramos principalmente en el norte de Puebla, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.</p>	<p>Color: pardo rojizo, grisáceo claro rojizo oscuro, pálido rosáceo. Olor: aromático. Sabor un poco amargo. Lustre: de medio a alto. Textura: medianamente áspera. Hilo: recto y entrecruzado. Dureza: media.</p>	<p>Con ella se construyen muebles, se elabora chapa, puertas, madera contrachapada (triplay) se utiliza principalmente para muebles finos, cantinas, etc. Hay algunas diferencias entre la caoba del golfo y la del pacífico una de ellas sería su peso y su dureza, así como su aspereza.</p>
<p>Familia : <i>Combretaceae</i> Cansaban, canalote, sombrerete, guayaba, etc.</p>	<p>Veracruz, norte de Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Sur de Campeche.</p>	<p>Color: rosáceo, pardo rojizo claro o pardo rojizo oscuro. Olor: no tiene. Sabor: no tiene. Lustre: alto. Textura: media. Hilo: ondulado a entrecruzado.  Dureza: tiene una dureza alta al igual que su peso.</p>	<p>Usos: por su dureza se le utiliza en la elaboración de durmientes y caballetes para puentes, vigas, duelas para pisos y construcción de muebles en general.</p>

**Texturas de las maderas mexicanas.**

Las siguientes figuras muestran algunas texturas de maderas mexicanas, usadas para cimbras, vigas, estructuras y elaboración de muebles en la carpintería, figuras (45a) a (45f).



Figura 45a. Pino, pino chino y pino colorado.



Figura 45 b. Pinabete, ocote y pino moctezuma.



Figura 45 c. Pino prieto, oyamel y sabino.

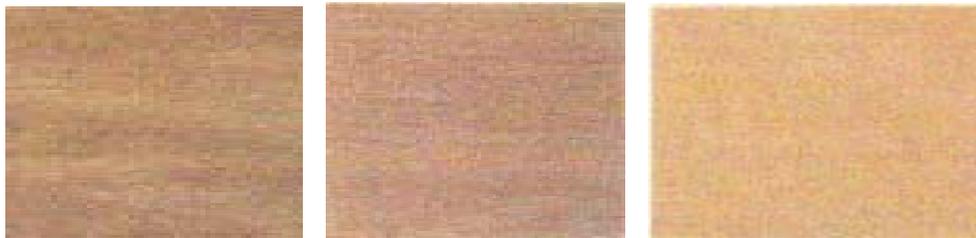


Figura 45 d. Ayacahuite, cedrillo y cedro blanco.



Figura 45 e. Cedro rojo, ceiba y encino blanco.



Figura 45 f. Encino colorado, fresno y guanacaste.