

Los defectos naturales en la madera aserrada

Mario H. Chan Martín¹, Omar Araujo Molina², Manuel Azueta García¹

RESUMEN

Toda persona que use la madera, ya sea como material de construcción o con fines decorativos, estará pendiente de que las piezas con las que elaborará el producto, estén libres de defectos o aplicará las normas que limitan su presencia. Un defecto en la madera es cualquier irregularidad que reduzca su durabilidad, resistencia, valor estético o volumen utilizable. En este trabajo se profundiza en el conocimiento de estas irregularidades en la madera, en particular, las que ocurren de manera natural durante el crecimiento del árbol, comentando la forma como se presentan, los tipos que existen, así como la manera de medirlas.

Palabras clave: Defectos, madera aserrada, maderas latifoliadas, clasificación visual, reglas de clasificación, norma oficial mexicana.

ABSTRACT

All person who uses the wood, or like material of construction or with decorative aims, will be pending of which the pieces with which the product will process, are free of defects or will apply the standards that limit their presence. A defect in the wood is any irregularity that reduces its durability, strength, aesthetic value or usable volume. In this paper one deepens in the knowledge of these irregularities in the wood, in individual, those that happen of natural way during the growth of the tree, commenting the form as they appear, the types which they exist, as well as the way to measure them.

Key words: Defects, sawn timber, hardwood, visual grading, grading rules, Mexican Official Standard...

INTRODUCCIÓN

Los productos que actualmente se fabrican en América Latina, usando madera como materia prima son muchos y muy variados. Uno de ellos es precisamente la madera aserrada. Ésta se define como la pieza cortada longitudinalmente con sierra manual o mecánica. En México corresponde a la madera aserrada el primer lugar entre los productos forestales con algún grado de elaboración. Sin embargo, son poco comunes las construcciones permanentes que se hayan hecho usando este tipo de material. Hoy por hoy, la madera aserrada se destina a obras provisionales de diversos tipos, como las cimbras y obras falsas, o es utilizada en la fabricación de muebles, tarimas, envases, embalajes, entibado de minas y en la elaboración de durmientes.

Existen varios factores que han limitado el uso de la madera aserrada como material de construcción, específicamente, como elementos estructurales. Algunos de ellos son: desconocimiento o poco control sobre el contenido de humedad, no usar algún método de secado de la manera adecuada, no darle algún tratamiento de preservación a las piezas que se van a usar, etc.

Considerando que la madera es de naturaleza orgánica, podemos afirmar que la madera aserrada es susceptible de presentar toda una gama de defectos que se pueden deber a las condiciones naturales de crecimiento del árbol, a los procesos de aserrado o secado, al ataque de agentes biológicos, y a los originados por un mal almacenamiento o transporte.

Cualquier irregularidad o imperfección que afecte las propiedades físicas, mecánicas y químicas de una pieza de madera se le considera como un

¹ Técnico Académico del Laboratorio de Materiales de la FIUADY

² Profesor Investigador del Cuerpo Académico de Estructuras y Materiales, FIUADY

defecto. Estos defectos hacen que se reduzca el volumen utilizable de la madera, la durabilidad, la resistencia o el valor estético.

Cualquiera que haya sido la causa de aparición de defectos en la madera, es conveniente conocer los diversos tipos de defectos, su origen y la manera de medir su magnitud, ya que esto permitirá la aplicación de alguno de los métodos que existen para restringir su presencia, tipo, forma, tamaño y ubicación en las piezas de madera.

Conviene aclarar que la mayoría de los investigadores han clasificado los defectos en las siguientes clases:

1. Defectos naturales u originados por la constitución anatómica de la especie.
2. Defectos originados por ataques biológicos.
3. Defectos originados durante el secado.

Dada la magnitud del tema, en este trabajo sólo se describirán los diversos tipos de defectos que se dan en la madera cuando se originan por la constitución anatómica de cada especie y la forma de medirlos (PADT-REFORT, 1984a; Echenique y Robles, 1993; Barajas *et al.*, 1981; Norma Oficial Mexicana: NMX-C-409-ONNCCE-1999).

Defectos naturales:

La madera no es un material manufacturado como el concreto y el acero, sino un producto natural renovable el cual se desarrolla generalmente al aire libre y expuesto continuamente a condiciones variables de viento e intemperismo. Es común que presente diversas características asociadas al proceso de crecimiento de los árboles. A estas características les llamamos “defectos”, aunque en realidad se trata de características orgánicas naturales. Tienen su origen cuando el árbol está en pleno proceso de desarrollo. Los principales defectos naturales que se presentan en la madera son:

Médula incluida. Cuando esta parte del tronco queda incluida dentro de una pieza de madera aserrada es considerada como un defecto por representar una zona débil y fácilmente degradable. Está conformada por los anillos de crecimiento inicial del tronco constituidos por células de parénquima o células muertas. Para reconocerla se observan las cabezas de la pieza de madera y se ubica la zona concéntrica de los anillos de crecimiento, para luego determinar su prolongación a lo largo de la pieza (figura 1).

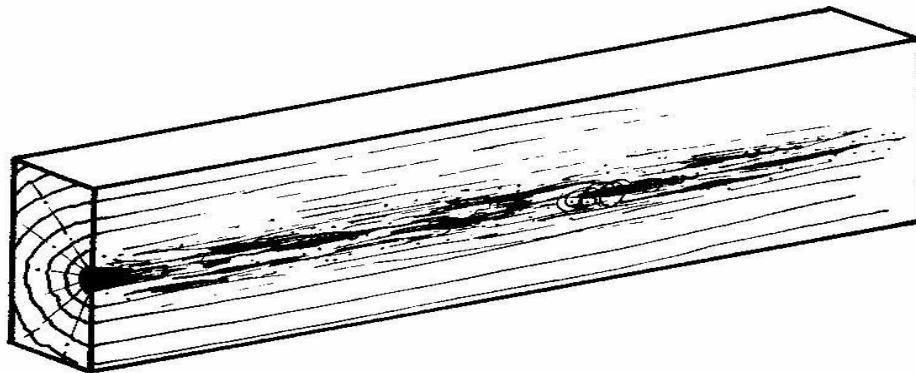


Figura 1. Médula incluida (Cerón *et al.*, 1993).

Bandas anchas de parénquima Son zonas conformadas por células de parénquima, distribuidas en bandas continuas de variado espesor. Dichas células sirven para almacenar sustancias de reserva, razón por la cual son susceptibles al ataque de hongos e insectos cuando la madera presenta un alto contenido de humedad. No se debe permitir su

presencia en piezas que van a estar sometidas a esfuerzos de compresión. Al observar la sección transversal de una pieza se les reconoce porque son de color más claro que la parte fibrosa del leño, además se distribuyen en bandas concéntricas (figura 2). Para una mejor identificación conviene humedecer la sección transversal del elemento de madera.

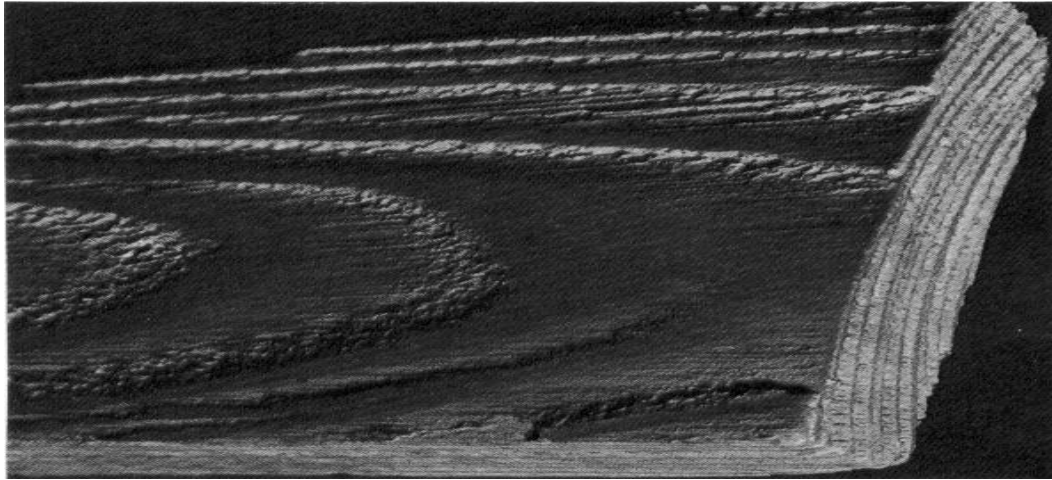


Figura 2. Bandas anchas de parénquima (PADT-REFORT, 1984(a))

Grano, hilo o fibra. La orientación de las fibras de la madera es una característica que comúnmente recibe el nombre de hilo o grano. Esta disposición se debe a la propia distribución de las fibras durante el crecimiento del árbol o a la forma en que las trozas han sido aserradas para la obtención de los diversos productos de madera. En el árbol, las especies presentan distintas configuraciones del grano que, al obtener la pieza aserrada, se manifiestan como: grano recto, inclinado y entrecruzado. Las dos últimas se consideran defectos.

Grano inclinado. Es la desviación angular que presenta el grano con respecto al eje longitudinal de

la pieza de madera. Por lo general es constante a todo lo largo de la pieza. Esta inclinación aparece porque, al aserrar la madera, el eje de la pieza forma un ángulo con la orientación de las fibras. Otra causa del grano inclinado se debe a la presencia de un nudo, que altera la dirección de las fibras del tronco a su alrededor. En este caso la inclinación del grano no es general sino localizada. En la figura 3 se muestran piezas de madera con las fibras inclinadas con respecto a los cantos. En el detalle (A) se aprecia la desviación del grano en una cara, en el detalle (B) la desviación se da en el canto, mientras que en el detalle (C) ocurre en ambos planos

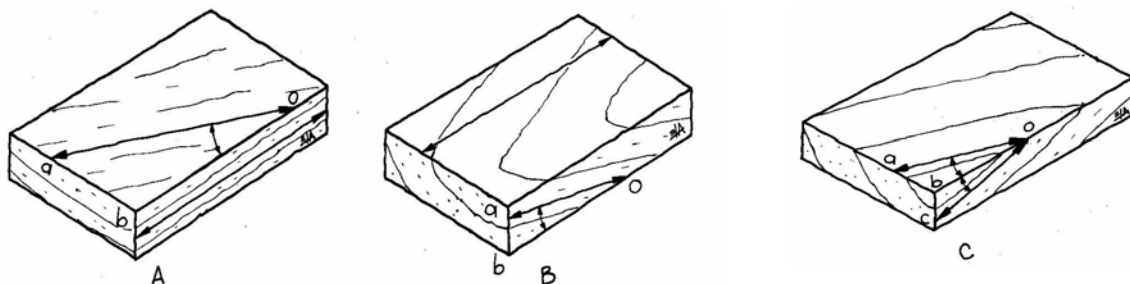
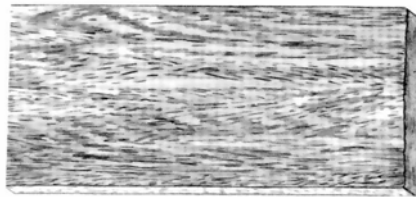


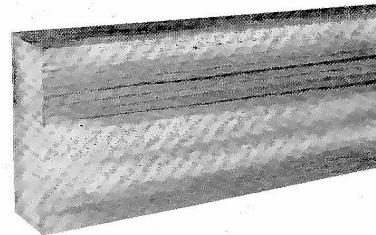
Figura 3. Desviación del grano (A) y (B) en un plano, (C) en dos planos (Echenique y Robles, 1993)

Grano entrecruzado. Es la disposición del grano debida a un crecimiento de las fibras en forma de espiral con respecto al eje del árbol, alternándose la dirección de la espiral en capas de diverso espesor, de tal manera que una capa tendrá orientación hacia la derecha, la siguiente hacia la izquierda, y así sucesivamente. En las piezas de corte tangencial el grano entrecruzado presenta el mismo aspecto que una especie de grano recto, es decir, en las caras se

observan figuras simples o veteados de forma variada. En este caso es necesario determinar la inclinación del grano en los bordes de las caras tangenciales y en los cantos radiales de la pieza. En las piezas de corte radial el grano entrecruzado se presenta en las caras como bandas o franjas longitudinales, de tonos claros y oscuros encontrados. En la figura 4 se puede apreciar ejemplos del grano entrecruzado tangencial y radial.



(A)



(B)

Figura 4. Grano entrecruzado, (A) tangencial y (B) radial.

Físicamente la desviación de las fibras puede determinarse por medio de un instrumento como el representado en la figura 5. Al deslizar el instrumento sobre la superficie de una pieza de madera la aguja colocada en su extremo va trazando una línea que sigue la dirección de la fibra (línea BC en la figura 5). Cuando no se disponga del detector y la inclinación del grano sea visible, se puede hacer la medición trazando un triángulo semejante al de la figura 5. La desviación se puede expresar como la relación entre un centímetro de desviación respecto al canto de la pieza y la distancia dentro de la cual ocurre esta desviación. En las figuras 3-(A) y 3-(B) la desviación viene dada por ab/ob . Análogamente, en la figura 5 se tendría una pendiente 1:x (léase pendiente 1 en x). También se representa como pendiente 1/x. En el

caso de la figura 3-(C) se debe considerar la combinación de la desviación del grano en los dos planos, que se determina tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones en cada plano:

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

La desviación del grano afecta considerablemente el comportamiento mecánico de las piezas de madera debido a su naturaleza anisótropa. Por ejemplo, una desviación de 1/20 puede reducir el módulo de ruptura en 7% y el módulo de elasticidad en un 4%. Si la desviación es de 1/5, las reducciones respectivas son del 45% y el 33% (Robles y Echenique, 1983).

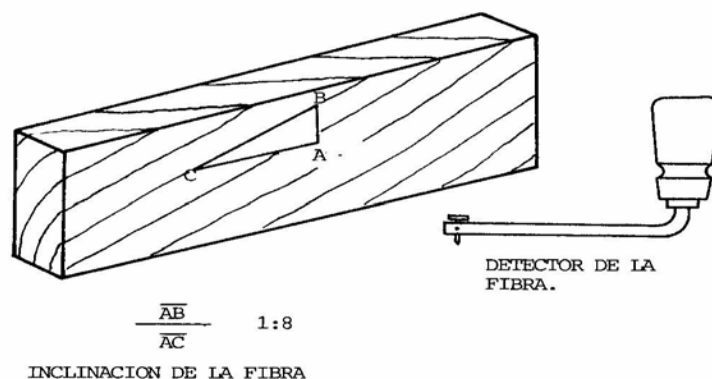


Figura 5. Medición de la inclinación del grano

Nudos. Los nudos son quizás el defecto natural más común en la madera. A medida que un árbol se desarrolla va envolviendo el arranque de las ramas. Los nudos son las porciones de las ramas que quedan rodeadas por la madera del tronco. Se le define como el área de tejido leñoso resultante del rastro dejado por el desarrollo de una rama, cuyas características organolépticas y propiedades son diferentes a las de la madera circundante. Comúnmente se presentan en la forma de: nudo sano, nudo hueco y nudos arracimados.

1. Nudo sano. Conocido también como nudo vivo o nudo fijo. Es la porción de rama interconectada con el resto de la madera que no se soltará o aflojará durante

los procesos de secado y uso. No presenta rasgos de deterioro ni de pudrición. Este tipo de nudo se forma cuando las ramas están vivas y son envueltas por el material del tronco, resultando así que sus tejidos son continuos con los del xilema (figura 6-(A)).

2. Nudo muerto. También se conoce como nudo flojo o nudo hueco (cuando se desprende el nudo). Este tipo de nudo se forma cuando una rama muere y queda un muñón que acaba rodeado por los tejidos del tronco. En este caso no existe continuidad entre los tejidos del nudo y los del tronco y debido a ello los nudos muertos se desprenden con facilidad cuando la madera es aserrada (figura 6-(B) y (C)).

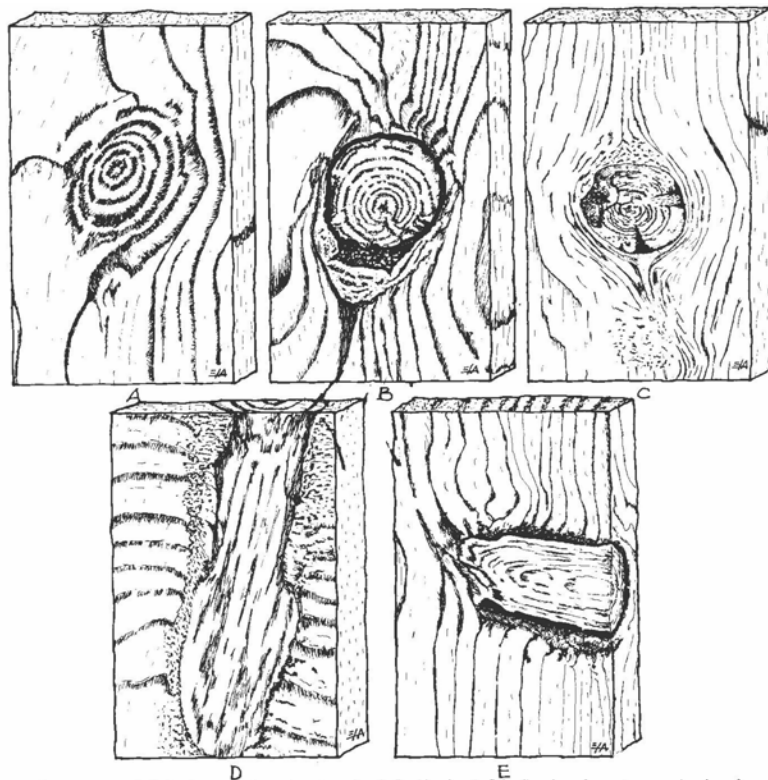
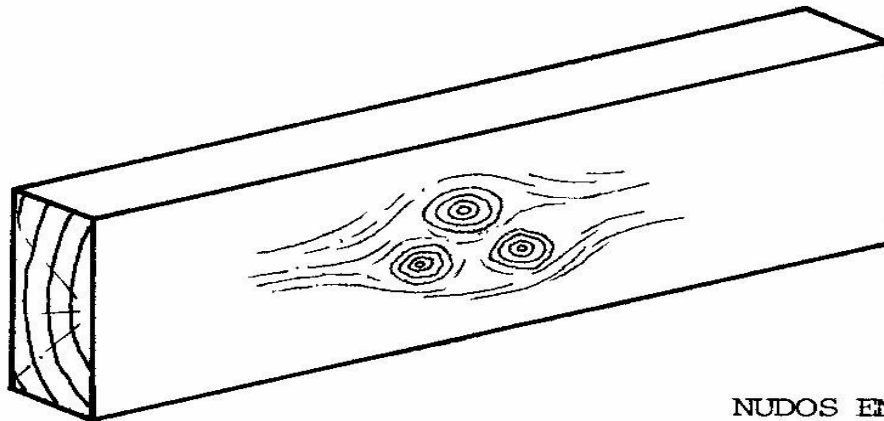


Figura 6. Esquema de los principales tipos de nudos en la madera: (A) nudo fijo, (B) y (C) nudo flojo, (D) nudo en forma de perno mostrando la porción fija y la floja (Eenique y Robles, 1993)

3. Nudos arracimados. Son dos o más nudos agrupados por las desviaciones de las fibras que los rodean y alteran en gran proporción el grano de toda la pieza. A todo el racimo se le considera como una unidad de nudo (figura 7).

La forma del nudo sobre los planos de corte depende de la dirección del corte respecto al nudo.

Cuando el corte es perpendicular al nudo éste aparece redondo; si el corte es oblicuo, el nudo aparece ovalado; y si es paralelo al eje, resultan formas alargadas. En la figura 6 se ilustran diversas formas en que los nudos pueden aparecer sobre superficies aserradas.



NUDOS EN RACIMO

Figura 7. Nudos arracimados o en racimo.

Más adelante se comentará el concepto de Regla de Clasificación, pero por ahora es conveniente comentar que los nudos se miden según el tipo de regla de clasificación empleada. La mayoría limita la presencia de nudos en función de su diámetro. En la Norma Oficial Mexicana NMX-C-409-ONNCCE-1999: “Norma Mexicana de Clasificación Visual de Maderas Latifoliadas para Usos Estructurales”, se indica la forma en que se pueden medir los nudos dependiendo del tipo que sean y de su posición en la madera aserrada. Aunque comentaremos enseguida estas formas de medición, también se pueden apreciar en la figura 8. Cuando se tengan **nudos en arista**, se mide su dimensión tanto en la cara como en el canto, mediante la distancia entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al nudo. Si los **nudos están en el borde** se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangente al nudo. Si el nudo está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al nudo. Si está ubicado parcialmente en la zona central de la cara, y si más de la mitad de su tamaño está ubicado en la zona de borde, entonces se debe considerar como perteneciente al borde de la cara.

En el caso de **nudos en el canto** se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al nudo. Si el nudo está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al nudo. Para **nudos en la zona central** se mide su diámetro mayor, su diámetro

menor y con ellos se calcula el diámetro medio. Si está ubicado parcialmente en el borde de la cara, considerarlo como perteneciente a la zona central, si más de la mitad de su tamaño, se ubica en esta zona.

Bolsas de resina Son cavidades entre los estratos de que se componen los anillos de crecimiento. Sus efectos sobre la resistencia mecánica dependen de su abundancia, tamaño y localización en las piezas de madera (figura 9). Ya que representan una discontinuidad real de la madera, su principal efecto es la disminución del área sujeta a esfuerzos, en corte paralelo y tensión perpendicular a las fibras. Con frecuencia, presentan una desviación local en la dirección de las fibras en el lado convexo de la bolsa que debilita un poco la resistencia de la pieza en compresión y tensión paralela a las fibras. Por esto las bolsas de resina cerca o en el plano neutro de piezas de madera sujetas a flexión, tienden a reducir el área disponible para resistir las fuerzas cortantes horizontales. En ocasiones la madera de coníferas y en especial la de pino, tiene porciones fuertemente impregnadas con resina (ocote). Estas zonas pueden estar asociadas con las bolsas de resina. El exceso de resina hace difícil barnizar o pintar la pieza. Además, con el calor, la resina tiende a fluir y manchar al contacto con ella. Este defecto puede evitarse, secando la madera en estufa, donde se consigue que la resina cristalice (Echenique y Robles, 1993).

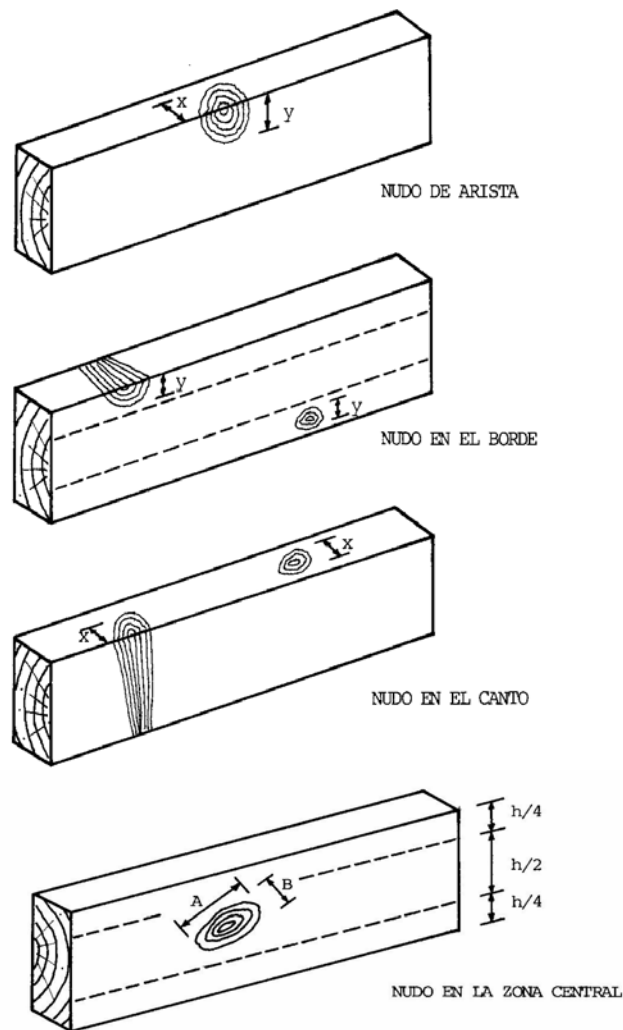


Figura 8. Medición de los nudos según la norma NMX-C-409-ONNCCE-1999.

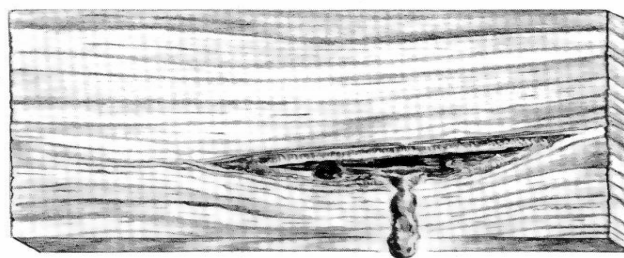


Figura 9. Bolsas de resina.

Madera de reacción. Con mucha frecuencia se considera a este tipo de madera como anormal, sin embargo, algunos autores opinan que la madera de

reacción debe considerarse como algo normal debido a la frecuencia y cantidades en que se encuentra.

Podríamos definir a este tipo de madera como aquella que se forma como reacción del árbol ante los esfuerzos anormales que se presentan cuando el árbol crece inclinado. Además, debido a que la formación de este tipo de madera parece estar relacionado con los movimientos de crecimiento de fuste y ramas, se da el caso que en los árboles de latifoliadas la madera de reacción crece en el lado superior del tronco y ramas que tiende a hacerse cóncavo, considerando a esta zona como de tensión, a la madera aserrada en esta zona se le llama **madera de tensión** (figura 10-A). Si observáramos una sección transversal de un corte hecho al fuste notaríamos que existe una zona a la izquierda donde los anillos de crecimiento se vuelven más anchos, ésta es la zona de madera de tensión (figura 10-B). Si se trata de una conífera la madera de reacción se forma en el lado que tiende a hacerse convexo, parte inferior del tronco y ramas, sometido a compresión, y se denomina **madera de compresión** (figura 11-A).

Análogamente que en la madera de tensión, si observáramos una sección transversal del fuste notaríamos que existe una zona a la derecha donde los anillos de crecimiento se vuelven más anchos, ésta es la zona de madera de compresión (figura 11-B).

En madera de latifoliadas, aserrada, seca y cepillada, muchas especies exhiben la madera de tensión con un brillo especial y de un color más oscuro que las zonas de madera normal, además, en tablas aserradas verdes, se presenta como una superficie lanosa. En madera de coníferas las zonas de madera de compresión se presentan de color más oscuro (rojizas) que las normales y con ausencia de brillo.

La madera de reacción tiene características mecánicas inferiores a la madera normal por lo que conviene evitar el uso de piezas que la contengan en cantidades significativas.

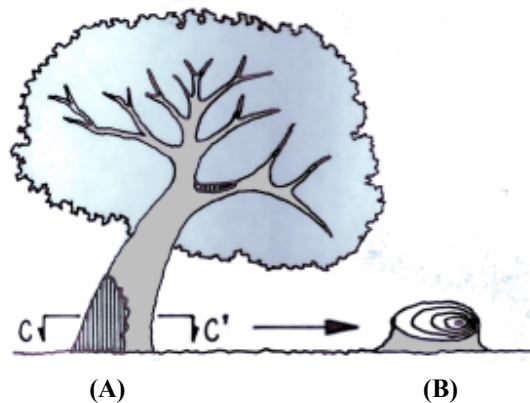


Figura 10. MADERA DE REACCIÓN. (A) madera de tensión en latifoliadas, (B) sección transversal C-C'.

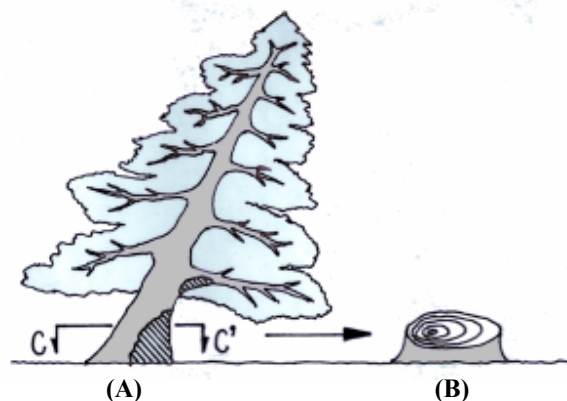
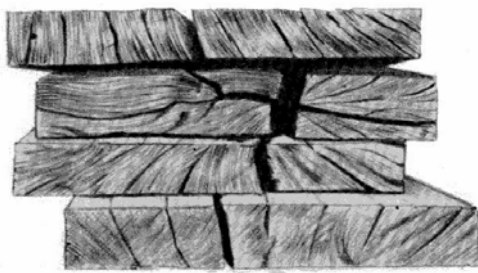


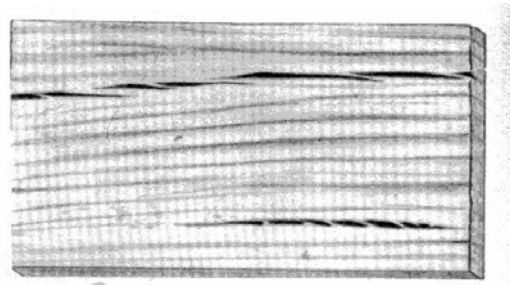
Figura 11. MADERA DE REACCIÓN. (A) madera de compresión en coníferas, (B) sección transversal C-C'.

Rajaduras durante el crecimiento. Durante el proceso de crecimiento de los árboles pueden crearse estados de esfuerzo interno que ocasionan rajaduras o grietas. Existen controversias en la definición de estos conceptos, particularmente en el nombre que se le da al defecto que consiste en la separación de los elementos constitutivos de la madera, cuando atraviesa o no el grosor de la pieza. Algunos autores le llaman grieta a lo que otros llaman rajadura. Y también manejan el concepto de hendidura como el de grieta. En este trabajo denominaremos *grieta* a la separación de los elementos constitutivos de la

madera, cuya profundidad no atraviesa una pieza aserrada, y *rajadura* a la separación entre las fibras de la madera, que afecta totalmente el espesor de la pieza aserrada (figura 12). Para la medición de las grietas deberá considerarse que la suma de las profundidades de la grieta mayor de ambas caras, no debe exceder a un cuarto del espesor de la pieza. Y para las rajaduras, se permiten solamente en uno de los extremos y de una longitud no mayor a una vez el ancho de la pieza. No se permiten en las aristas. (NMX-C-409-ONNCCE-1999).



(A)



(B)

Figura 12. Rajaduras y grietas en la madera. Rajaduras en el extremo de varias piezas de madera aserrada (A). Grietas en una tabla de madera aserrada (B).

Método para limitar la influencia de defectos

Cuando una pieza de madera aserrada presenta defectos, sobre todo los de crecimiento o naturales, es difícil eliminarlos. Existen varios métodos que permiten limitar la influencia que tienen los defectos sobre la resistencia y rigidez de elementos estructurales de madera. Uno de ellos y el más usado es el de **clasificación visual por defectos**. El método de clasificación visual consiste en una inspección de los defectos que cada pieza presenta en todas sus superficies y se basa en el hecho, determinado experimentalmente, de que los defectos repercuten en la resistencia y la rigidez. Por lo tanto se han establecido *reglas de clasificación* que especifican las tolerancias para los tipos de defectos, su tamaño, cantidad y posición que deben ser comparadas por el clasificador, pieza por pieza. En su aplicación, se debe considerar una pieza aceptable si la magnitud de cada uno de los defectos no excede la

tolerancia establecida en las reglas (Cerón et al., 1993).

La finalidad de la clasificación visual por defectos es limitar la presencia, tipo, forma, tamaño y ubicación de los mismos, para así obtener piezas de madera con características mínimas de variabilidad en su resistencia.

Cabe mencionar que en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, se realizaron numerosos ensayos a flexión en piezas de tamaño estructural y con dichos resultados se elaboraron las reglas de clasificación visual para usarse en maderas latifoliadas. Estas reglas ya se estructuraron como una norma oficial mexicana y tiene el siguiente título Norma Oficial Mexicana:

NMX-C-409-ONNCCE-1999. “Norma Mexicana de Clasificación Visual de Maderas Latifoliadas para Usos Estructurales”.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ASTM. (1986b). "Standard Methods for Establishing Structural Grades and Related Allowable Properties for Visually Graded Lumber", Designation D 245-74, Section 4, Volume 04.09, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pennsylvania.
- Barajas M.J., Echenique-Manrique R., Carmona V.T. (1981). "Estructura e Identificación", La Madera y su Uso en la Construcción No.3, LACITEMA-INIREB, Xalapa, Veracruz.
- Cerón C. M., Araujo M. O. y Solís R. L. (1993). "Norma de Clasificación Visual para Maderas Latifoliadas de Uso Estructural". Boletín Académico No. 22. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Díaz-Vaz O.J., Cuevas D.H. (1986). "Mecánica de la Madera", Publicación Docente No.23, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Echenique-Manrique R., Robles F.F. (1993). "Ciencia y Tecnología de la Madera I", Universidad Veracruzana (Textos Universitarios), Xalapa, Veracruz.
- Ordóñez C.V., Dávalos S.R. (1985). "Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural de Pino", Nota Técnica No.12, LACITEMA-INIREB, Xalapa, Veracruz.
- PADT-REFORT. (1984a). "Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural", Grupo Andino, Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima, Perú.
- PADT-REFORT. (1984b). "Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino", Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima, Perú.
- Robles F-V.F., Echenique-Manrique R. (1983). "Estructuras de Madera", 1ª edición. Editorial Limusa, México, D.F.