

**CUADERNOS DE DASONOMIA**  
**Serie Didáctica N° 15**

# **DEFECTOS DE LAS MADERAS**

**Prof. Ing. Agr. Alberto D. Calderón**  
**Cátedra de Dasonomía**  
**Departamento de Producción Agropecuaria**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Universidad Nacional de Cuyo**

# **DEFECTOS DE LA MADERA**

La madera está sujeta a variaciones en su calidad debido a una serie de factores, los cuales se manifiestan como **irregularidades o imperfecciones que al afectar sus propiedades físicas, mecánicas o químicas, determinan limitaciones en las aplicaciones posibles de aquel material**. Esas irregularidades o imperfecciones, denominadas **defectos**, pueden ser de distinta índole, atendiendo al origen que las motivó:

- de **estructura o naturales**, los que se han producido durante la vida del árbol.
- de **manipulación o por agentes externos**, que se producen luego del apeo de los árboles.

## **A) DEFECTOS DE ESTRUCTURA**

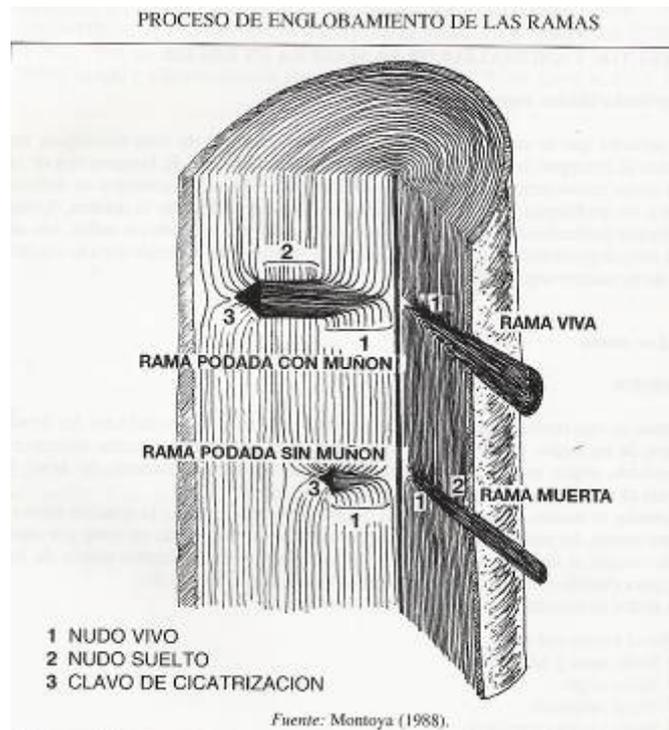
Son los que se originan por anomalías de los tejidos leñosos, que ocurren durante la vida del árbol y como consecuencia de caracteres hereditarios, heridas y viento, entre otros motivos. A continuación se describen los más importantes.

### **NUDOS**

Es uno de los defectos más comunes; se originan en restos de ramas que quedaron incluidas en la madera durante el crecimiento en diámetro del árbol. De acuerdo a la rama que le dio origen (verde o seca al momento del apeo), los nudos se clasifican en nudos vivos y nudos muertos. Los primeros provienen de ramas verdes cuyos tejidos han quedado íntimamente soldados a los de la madera circundante; los nudos muertos, en cambio, provienen de ramas que estaban secas al ser apeado el árbol y sus tejidos quedan separados de la madera adyacente. En el primer caso los nudos permanecen en la pieza de madera, mientras que en el segundo, pueden desprenderse (al no estar ligados al resto de la madera), dejando un agujero en la pieza.

Los nudos afectan las propiedades de resistencia mecánica, sobre todo a la flexión, en relación con el tamaño y la ubicación en la pieza de madera; generalmente los nudos vienen acompañados por depósitos de resina u otras exudaciones, que ocasionan problemas en el terminado de la madera (cepillado, pintura).

La presencia de nudos es el resultado de un manejo inadecuado del bosque, por lo que su aparición puede ser prevenida llevando a cabo una correcta secuencia de podas.



### **ACEBOLLADURA.**

Consiste en la separación de los elementos leñosos siguiendo la dirección de los anillos de crecimiento y por lo tanto es observable en el corte transversal de la madera.

Este defecto puede ser causado por las tensiones de crecimiento, aunque también pueden contribuir a su aparición las heladas o los esfuerzos excesivos a que son sometidos los árboles por fuertes vientos.

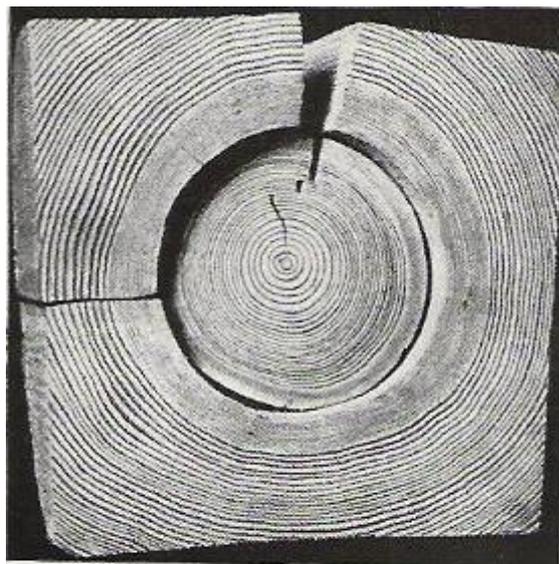


FIGURA 36. — Acebolladura del duramen en una madera de pinabete. (Foto A. Ugrenovic.)

## **BOLSA DE CORTEZA**

Se originan en lesiones de cambium que dan como resultado la inclusión parcial de corteza dentro de la madera. Afecta las propiedades de resistencia mecánica y puede inutilizar la pieza para algunas aplicaciones.

## **BOLSA DE KINO Y RESINA**

Son defectos que pueden presentarse tanto en maderas latifoliadas (kino) como coníferas (resina) y consisten en la acumulación de exudación en cavidades de diversos tamaños; afectan la apariencia de la madera y limitan su utilización al reducir sus propiedades de resistencia mecánica, sobre todo al corte o cizallamiento en uniones con otros elementos de madera.

## **MÉDULA EXCÉNTRICA**

Ya se ha visto que la médula es una zona de tejido juvenil ubicada en el centro del árbol, normalmente esa zona (en forma de tubo que recorre al árbol desde la raíz hasta la copa) coincide con el centro geométrico del fuste, pero en algunos casos se la encuentra desplazada de ese centro y entonces se le llama médula excéntrica. Este defecto aparece en árboles que crecen sometidos a vientos de dirección más o menos constante (como ocurre con los ubicados al borde del mar); también se observa en ejemplares que crecen en líneas o al borde de la masa boscosa, donde los tejidos crecen con mayor intensidad hacia el sector del que reciben mejor iluminación. La médula excéntrica está vinculada con la formación de la madera de reacción que se verá a continuación; además, en el aserradero distorsiona o complica la operación cuando se aspira a realizar algún tipo de corte estandarizado (tangencial o radial).

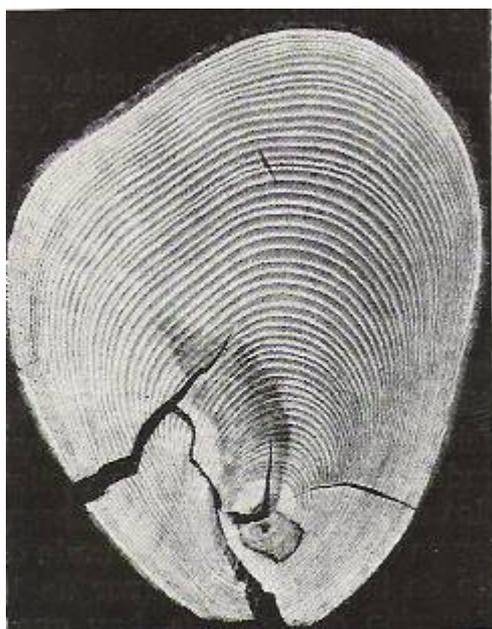


FIGURA 38. — Corazón excéntrico en el fresno. (Foto A. Ugrenovic.)

## **MADERA DE REACCIÓN**

Es un tipo de leño que se forma en algunas zonas específicas de fustes inclinados o en zonas adyacentes a ramas gruesas; la madera así formada se caracteriza por color, consistencia y propiedades distintas al resto del leño en el árbol.

La madera de reacción puede ser de dos tipos:

- madera de compresión, que se produce en especies coníferas;
- madera de tensión, que aparece en especies latifoliadas.

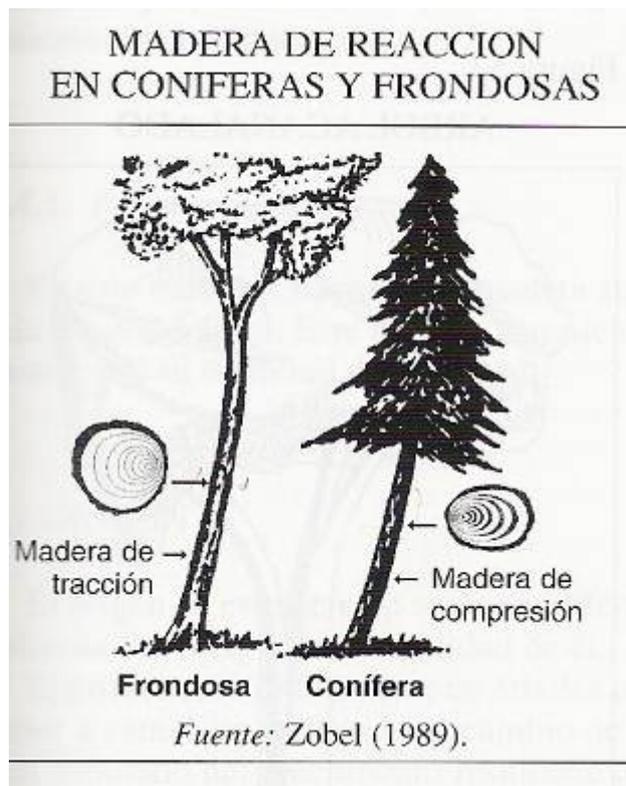
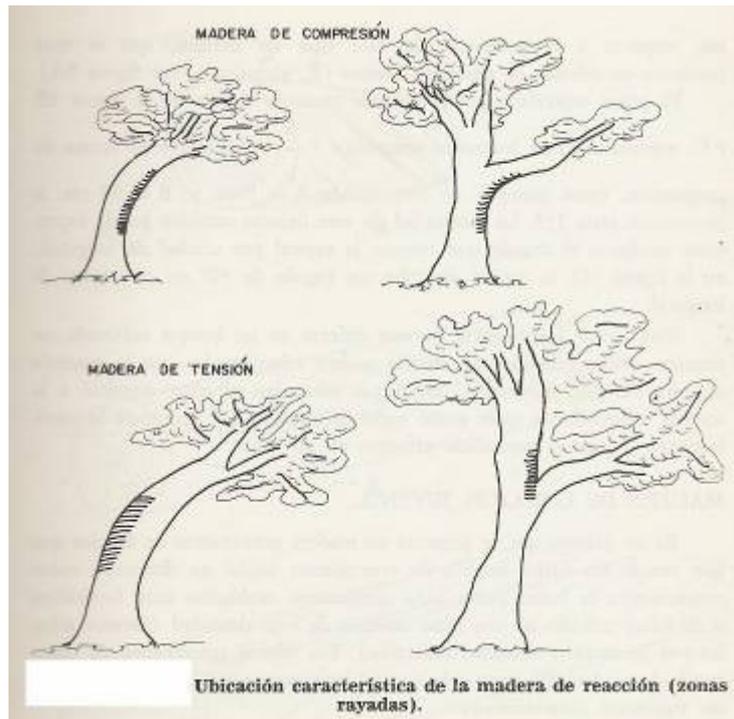
**La madera de compresión** se presenta en la zona interna (comprimida) de árboles inclinados, o en la zona inferior de una rama gruesa. Sus características son:

- color diferente (más rojizo) que el de la madera normal;
- mayor proporción de leño tardío y, por lo tanto, un peso específico mayor;
- menor proporción de celulosa y mayor de lignina, lo que la hace inadecuada para la elaboración de pulpa de papel;
- contracción longitudinal de 10 a 20 veces mayor que la de la madera normal, por lo que este defecto hace a una pieza propensa a alabearse cuando pierde humedad.;
- contracción tangencial y radial menores de lo normal;
- sus propiedades de resistencia mecánica son afectadas, sobre todo el módulo de elasticidad en flexión;
- resulta más difícil de trabajar que la madera normal.

**La madera de tensión** es un defecto que se presenta en especies latifoliadas, sea en la zona externa (tensada) de árboles inclinados, sea en la zona superior de una rama gruesa. Tiene diferencias claras con respecto a la madera normal, siendo sus características las que siguen:

- posee mayor proporción de celulosa y menor de lignina, por lo que en ese aspecto es a la inversa que la madera de compresión;
- el peso específico aparente es mayor;
- presenta mayor contracción longitudinal y, por lo tanto, tiene tendencia a alabear durante el secado.;
- a veces, la madera de tensión se distingue en el corte transversal por un color más claro respecto a la madera normal;
- las propiedades de resistencia mecánica son afectadas y sobre todo la compresión paralela al grano.

La forma de reducir la presencia de madera de reacción, es mediante tratamientos silvícolas adecuados, como los siguientes: creación de bosques con densidades que no permitan el desarrollo de ramas gruesas; realización de podas; aplicación de raleos donde se eliminan los árboles inclinados y bifurcados.

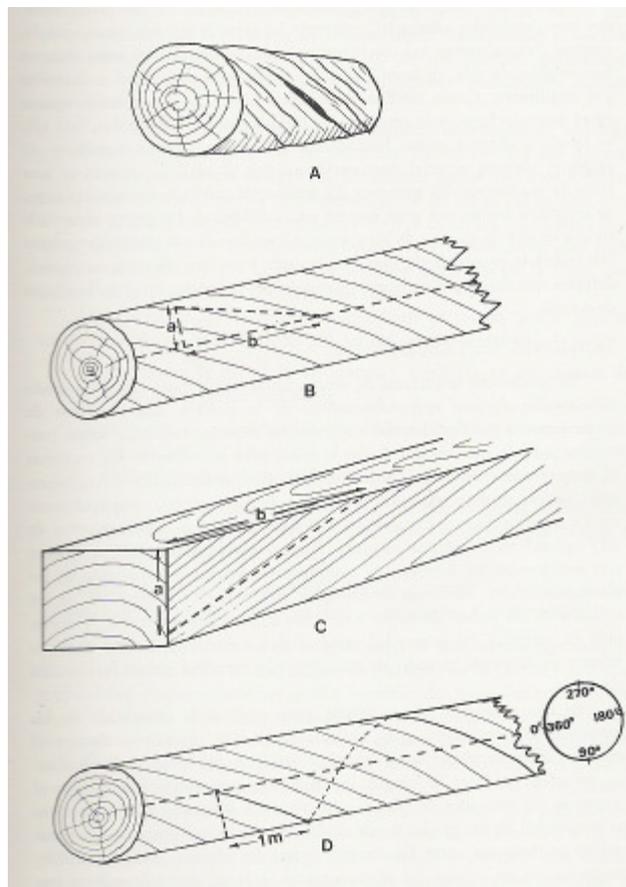


## GRANO ESPIRALADO

Este defecto consiste en la desviación de los elementos longitudinales del leño con respecto al eje longitudinal de un rollo o de una pieza aserrada; en esta última, esa desviación puede deberse al tipo de aserrado que se realiza generalmente, que es paralelo a la médula. Constituye un defecto importante para algunos usos de la madera, reduciendo sensiblemente las propiedades de resistencia mecánica y dificultando, además, su trabajabilidad.

La causa de este defecto no se ha esclarecido totalmente, aunque algunos investigadores consideran que es un carácter hereditario. En general se reconoce que el grano espiralado se presenta con mayor intensidad en la madera próxima a la médula, disminuyendo en los anillos de crecimiento formados lejos de aquélla; cabe anotar también que las piezas aserradas mediante cortes tangenciales se comportan mejor que las radiales, respecto a la presencia de este tipo de defecto, que es muy frecuente en árboles de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*).

El grano espiralado puede medirse como se ilustra en la figura siguiente, expresándolo en forma de porcentaje ( $a/b \times 100$ ) o en forma de proporción; como por ejemplo de ésta, siendo  $A = 10\text{cm}$  y  $B = 50\text{cm}$ , la proporción sería 1:5. La intensidad de este defecto también puede expresarse mediante el ángulo que recorre la espiral por unidad de longitud: en la fig. 9D, la espiral describe un ángulo de  $90^\circ$  en un metro de longitud.



Para evitar la presencia de este defecto en un bosque cultivado, se requiere utilizar semillas de árboles padres seleccionados por la ausencia de esta cualidad indeseable. En piezas aserradas, el corte paralelo a la corteza contribuirá a tener grano recto en aquéllas o a disminuir la manifestación del grano espiralado presente en un rollo.



FIGURA 39. — Madera revirada.

### **MADERA DE CORAZÓN JUVENIL**

Es un defecto que se presenta en maderas provenientes de árboles que han tenido un ritmo intenso de crecimiento inicial en diámetro, como consecuencia de haber encontrado condiciones ecológicas muy favorables o de haber crecido en una masa boscosa de baja densidad (escasos árboles por ha. o densidad defectiva). Ese rápido crecimiento da como resultado madera diferente a lo normal para una especie determinada, con las siguientes características:

- dentro del leño tardío existe una menor proporción de células con paredes gruesas;
- de la característica anterior resulta que el peso específico aparente es menor;
- las fibras son más cortas;
- las contracciones tangencial y radial son menores, mientras que la longitudinal es mayor, siendo ésta hasta 10 veces más intensa que en madera normal;
- las piezas aserradas que la contienen tienden a alabearse durante el secado.

Al igual que para el caso del grano espiralado (que a veces se presenta asociado con madera de corazón juvenil) la aparición de este defecto puede reducirse mediante la aplicación de medidas silviculturales y tecnológicas. Las primeras comprenden la realización de bosques cultivados con densidades

adecuadas, evitando las densidades defectivas, que favorecen normalmente un crecimiento inicial acelerado; algunos autores han establecido que un buen ritmo de crecimiento sería de 1 a 2 anillos por centímetro. Como medida tecnológica básica, se recomienda separar en el aserrado la madera cercana a la médula del resto del rollo; con ello se tiende a obtener piezas homogéneas en cuanto el peso específico. Al respecto, algunos especialistas consideran que el ideal es separar en una pieza la madera de los primeros 12 anillos de crecimiento; sin embargo, ya se podría lograr una gran mejora en la calidad de las piezas separando en una de ellas, la madera de los primeros 5 anillos, donde ocurre con mayor intensidad la presencia de grano espiralado y madera de corazón juvenil, defectos que dan lugar a alabeos muchas veces intensos, durante el proceso de secado.

## **TENSIONES DE CRECIMIENTO**

Es un defecto estructural de mucha importancia, pues afecta en grado considerable algunos aprovechamientos de la madera. Las tensiones de crecimiento se pueden detectar en todas las especies forestales como consecuencia de la maduración de los tejidos; pero mientras en las coníferas (Gimnospermas) es de baja intensidad, en algunas latifoliadas (Angiospermas) se han medido tensiones promedio de 100 kg/cm<sup>2</sup> (principalmente en los géneros *Fagus*, *Eucaliptos* y *Populus*), con un valor extremo de 285 Kg. /cm<sup>2</sup> en *Eucalyptus regnans*. Fuerzas de tanta magnitud se liberan una vez apeados los árboles y se manifiestan mediante la separación de los elementos leñosos en forma de grietas o rajaduras en los extremos de los rollos o de las piezas aserradas y también como alabeos durante la operación de aserrado. Su intensidad puede llegar a frenar o detener el movimiento de la sierra, cuando su manifestación tiende a cerrar la abertura de corte.

Se han propuesto varias teorías para explicar la generación de las tensiones de crecimiento, pero ninguna ha podido explicar totalmente el carácter de las tensiones longitudinal, circunferencial y radial. Sin embargo, en años recientes ha surgido en Australia una teoría que explica el origen de las tensiones de crecimiento como un resultado del hinchamiento transversal de las células a raíz de la deposición de lignina y otras sustancias incrustantes entre las diversas capas de celulosa, durante la diferenciación de los tejidos. La teoría general de la mecánica demuestra que para un material estructura, cualquier cambio de las dimensiones en un dirección o plano, inducirá cambios en los dos planos cardinales perpendiculares al primer plano: esto es lo precisamente cuando grupos de células nuevas en etapa de diferenciación, incrementan su sección transversal en función de la lignificación de sus paredes, generándose esfuerzos en tejidos completamente diferenciados íntimamente ligados con aquellos grupos.

También en Australia se han desarrollado recientemente, métodos para determinar los valores de las tensiones de crecimiento sin destruir el árbol o el rollo objeto de examen. Mediciones hechas con esos métodos han permitido comprobar la heterogeneidad de las cifras de tensión a lo largo de la circunferencia y en distintos niveles de altura en el árbol o el rollo; tal variación se explica como debida a la conformación del fuste respecto a la vertical y a la distinta forma y extensión de la copa, que influye en la posición de equilibrio del árbol.

Las tensiones de crecimiento perjudican en sumo grado algunos aprovechamientos de la madera, por las siguientes causas:

- promueven la presencia de grietas y rajaduras en las cabezas de rollos y de piezas aserradas;
- provocan la manifestación de alabeos en piezas aserradas, requiriéndose con frecuencia el re-aserrado de las mismas, a fin de obtener productos aceptables en forma y dimensiones;
- hacen que la madera inmediata a la médula tenga aplicaciones muy limitadas, salvo su uso como materia prima para pulpas y tableros o para leña.

Existe una serie de métodos tendientes a reducir los efectos de las tensiones de crecimiento, métodos que se mencionan a continuación:

- a) **Ranurado:** Consiste en la realización de una ranura siguiendo la circunferencia del rollo a unos 20 cm. de distancia de la cabeza y con una profundidad aproximadamente igual a la mitad del radio del rollo en ese punto; la ranura debe hacerse antes de practicar cualquier corte transversal de subdivisión o de repaso de la cabeza. Por ejemplo, supóngase un rollo de 8 m. de largo. que se proyecta subdividir en dos de 4 m. cada uno; se harán dos ranuras en toda la circunferencia del rollo en ese plano; si el árbol contenía tensiones de crecimiento importantes que podrían haberse manifestado en rajaduras en las cabezas de los troncos de 4 m., la realización previa de las ranuras lo habría evitado o en todo caso, disminuido. Este método ha sido experimentado inicialmente en Australia y luego ensayado en diferentes países (Uruguay entre ellos, en postes de *Eucalyptus sp.*) con resultados promisorios.
- b) **Remojado de las cabezas:** de los rollos mediante aspersion de agua; con ese método se ha constatado reducción de la intensidad de las tensiones entre 15 y 20%, además de lograrse una redistribución de las mismas (homogeneizándose en el plano transversal) y una reducción de la manifestación de alabeos durante el aserrado.
- c) **Inmersión en agua caliente:** la base de éste método radica en que las tensiones de crecimiento se liberan cuando los tejidos leñosos son ablandados por agua caliente. El tratamiento puede durar entre 24 y 48 horas, dejándose enfriar durante unas 7 horas. Se han obtenido buenos resultados en relación con las tensiones, aunque existe el peligro de que se presenten grietas en las cabezas de los rollos, a causa de temperaturas excesivas.
- d) **Sistemas especiales de aserrado:** consiste en la realización de cortes paralelos simultáneos, mediante la utilización de sierras dobles o cuádruples o de sierras múltiples alternativas o circulares; a falta de esos equipos, puede recurrirse a la práctica de cortes paralelos alternados respecto al eje longitudinal. Detalles sobre estos sistemas y

sobre los equipos citados se pueden consultar en el apunte de aserrado de maderas.

## **B) DEFECTOS DE MANIPULACIÓN O POR AGENTES EXTERNOS**

Se originan durante la manipulación de la madera apeada, con consecuencia de la pérdida de humedad, o son provocados por ataques de hongos o de insectos o de otros organismos xilófagos. Los más importantes son detallados a continuación.

### **COLAPSO**

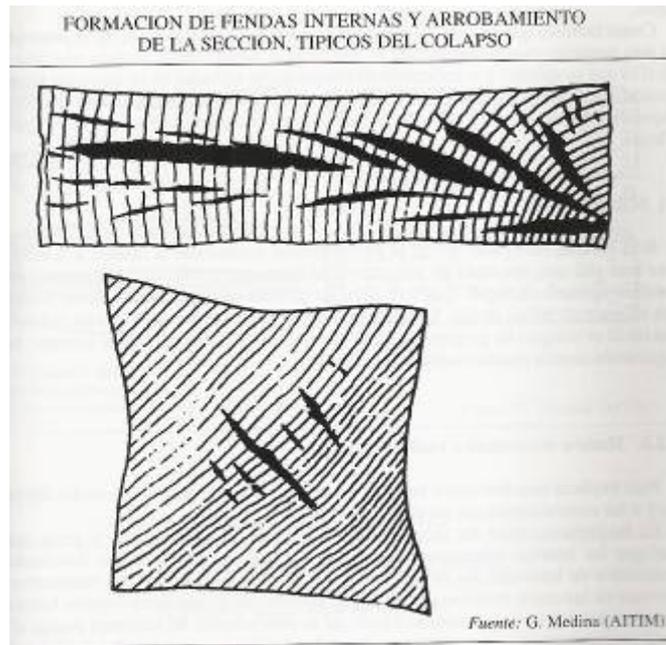
Se puede definir como la reducción de las dimensiones en una pieza de madera que tiene lugar durante el proceso de secado antes de que éste llegue al punto de saturación de las fibras; se manifiesta a través del corrugado de la superficie, a raíz del aplastamiento de los tejidos leñosos, a veces se presentan grietas internas, de forma lenticular en corte transversal.

El colapso aparece en algunas maderas cuando son secadas lentamente en horno a temperaturas o humedades demasiado altas; también aparece en algunas maderas cuando se las expone a un secado rápido a la intemperie. La manifestación del colapso característico aparece con mayor intensidad en caras de corte radial que en las de corte tangencial.

Este defecto ocasiona una importante pérdida de madera por el cepillado que es necesario practicar si se aspira a conseguir caras planas en las piezas; además se ha constatado reducción de las propiedades de resistencia mecánica. Eucalipto blanco y coihue, son ejemplos frecuentes de maderas que presentan colapso.

Se han enunciado varias teorías para explicar este defecto. En la actualidad se reconoce que las causas serían: por un lado, el movimiento del agua libre presente en el leño, a través de pequeñas aberturas intersticiales en el pared celular; allí se formarían meniscos que inducirían una gran presión hidrostática hacia atrás de su fase convexa, presión que al superar la resistencia de la pared celular producirían su aplastamiento; por otro lado, la aparición de tensiones provocadas por el secado, las que al abarcar a un gran número de células, contribuirían a producir el colapso.

Este defecto puede ser corregido en un alto porcentaje mediante el método de re-acondicionamiento.

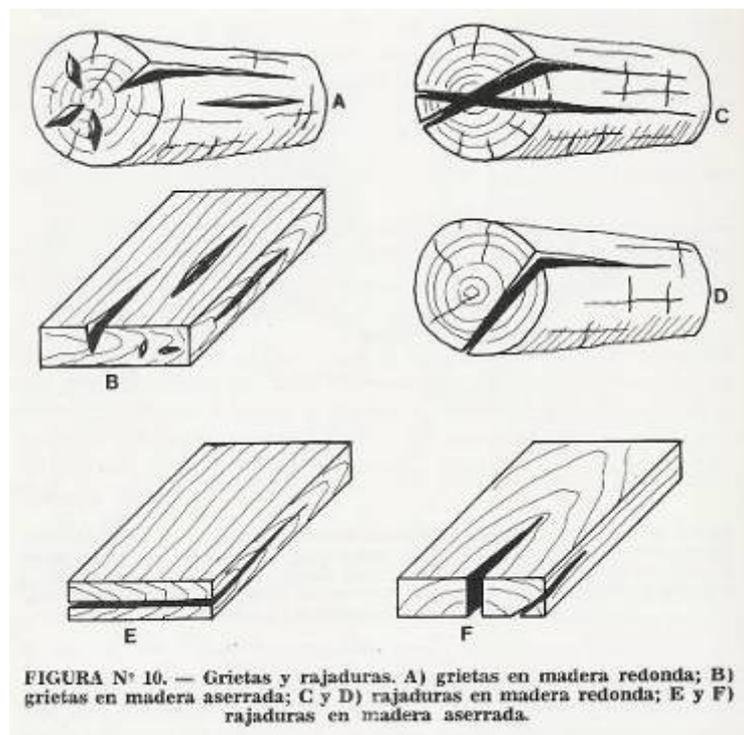


## GRIETAS Y RAJADURAS

En estos defectos se produce separación de los elementos leñosos con una intensidad muy variable. Debido a la confusión que existe normalmente sobre el uso de estos términos, se darán las siguientes definiciones:

Se llama **grieta** a una separación de los elementos leñosos cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes en una pieza;

Se llama **rajadura** a una separación de los elementos leñosos cuyo desarrollo afecta dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza. En la figura siguiente se ilustran ambos defectos; A y B: grietas; C, D, E, F; rajaduras.



Estos defectos aparecen una vez apeados los árboles y pueden tener diversos orígenes: el impacto del árbol en el corte, la liberación de tensiones de crecimiento, la manifestación de tensiones de secado y la contracción normal de la madera al perder humedad. Cualquiera sea la causa, grietas y rajaduras constituyen defectos que perjudican el normal aprovechamiento de la madera maciza y limitan sus posibilidades de uso a raíz de la reducción que provocan en las propiedades de resistencia mecánica, fundamentalmente en la resistencia del corte.

Por su localización, las grietas y las rajaduras pueden catalogarse en transversales (o sea, ubicadas en las cabezas de las piezas) y longitudinales (es decir, ubicadas en las superficies laterales de rollos o de piezas cuadradas, siguiendo la dirección del grano); es frecuente que ambas condiciones se reúnan en una misma rajadura.

Algunas veces la contracción normal de las células por debajo del punto de saturación de las fibras, es un motivo para la presencia de grietas y rajaduras. Dado que los valores de contracción tangencial son mayores que los de contracción radial, se produce muchas veces la separación de los tejidos leñosos en forma paralela a los radios, que son puntos de baja resistencia al estar constituidos por células parenquimáticas de paredes finas. También la zona de la médula es sensible a los efectos perjudiciales de la contracción, por estar constituida por tejidos blandos, generándose a partir de ella grietas y rajaduras. En madera de eucalipto, por ejemplo, es imprescindible aserrar evitando la inclusión de la médula en las piezas a secar; si se aspira a lograr productos de buena calidad.

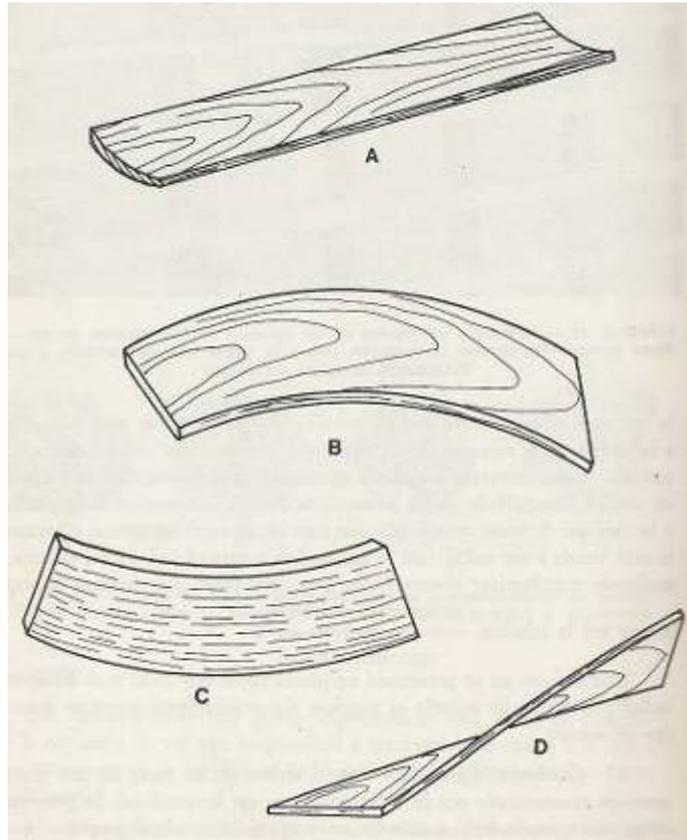
El desarrollo de tensiones de secado entre zonas con diferente contenido de humedad, también puede originar grietas y rajaduras si aquéllas superan la resistencia de los tejidos; en el capítulo 12 podrá encontrarse desarrollado este punto.

La intensidad de estos defectos puede reducirse mediante diversas técnicas. Una de ellas es la aplicación de grasas o de emulsión asfáltica en las cabezas de los rollos o de piezas aserradas; otra es la inmersión de la madera verde en soluciones concentradas de algunas sustancias como cloruro de sodio, sulfato y nitrato de amonio, urea, polietileno-glicol; esta técnica se encontrará citada en el capítulo 12 como método de secado en el que se obtiene la reducción de grietas en maderas sensibles a este defecto. Finalmente, el proporcionar sombra a las cabezas de rollos o piezas aserradas constituye una medida fácil y económica para obtener resultados positivos respecto a la presencia de grietas o de rajaduras.

## **ALABEOS**

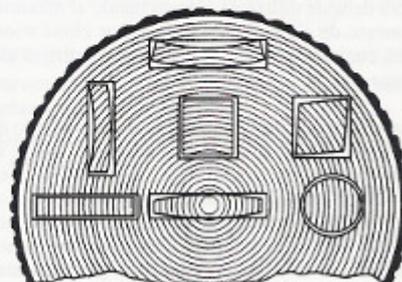
Son deformaciones que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de sus ejes longitudinal o transversal (o ambos a la vez), como consecuencia de la pérdida de humedad. Se distinguen cuatro tipos de alabeos:

- a) **Abarquillado (A):** es el alabeo de las caras de una pieza aserrada caracterizado por la curvatura de su eje transversal. Se produce abarquillamiento cuando una de las caras seca más rápidamente que la opuesta, lo que puede ocurrir cuando una de las caras está expuesta a la sombra y la opuesta al sol, o porque una de ellas está en contacto con otro objeto mientras la opuesta queda expuesta al aire. Con la madera en uso, el abarquillado puede presentarse cuando una cara está barnizada y la otra no. A veces sucede que una cara es de corte tangencial mientras la otra tiende a ser radial, con lo que ambas contraerán en forma distinta, pudiendo manifestarse abarquillado; éste será tanto más intenso cuanto mayor sea la relación contracción tangencial/contracción radial  
Este defecto no se presentará en piezas cuyas dos caras sean de corte radial y la forma de evitarlo es emplear sistemáticamente correctos métodos de secado.
- b) **Combado: (B):** es el alabeo de las caras de una pieza aserrada caracterizada por la curvatura de su eje longitudinal. Se presenta como consecuencia de una excesiva contracción longitudinal en piezas que contengan madera de corazón juvenil o madera de reacción. A veces se presenta por el incorrecto encastillado de la madera; el uso de separadores demasiado distantes entre sí y la ausencia de pesos sobre las cabezas de las piezas, pueden ser motivos para la aparición de combado.
- c) **Encorvadura: (C):** en este tipo de alabeo el eje longitudinal de una pieza aserrada se curva, pero a consecuencia de haber experimentado torsión en los cantos.  
Este defecto se puede observar en piezas extraídas del centro del rollo, a raíz de la liberación de las tensiones de crecimiento cuando éste es aserrado; también se menciona como causa una excesiva contracción longitudinal, aunque es más fácil que ésta provoque combado. La encorvadura es uno de los defectos más graves, puesto que no es posible reducir su intensidad una vez que se ha hecho presente. Los métodos para eliminarlo o reducir su aparición están comprendidos en los que fueron detallados en el tema de las tensiones de crecimiento.
- d) **Torcedura o Revirado: (D):** es el alabeo simultáneo de las caras de una pieza escuadrada en las direcciones longitudinal y transversal, lo que da como resultado un retorcimiento de la madera a manera de tirabuzón. Generalmente, la torcedura se manifiesta en madera con grano espiralado o entrecruzado, aunque también puede presentarse en piezas con grano recto como consecuencia de un secado desparejo o por tensiones de crecimiento. Este defecto puede evitarse con una colocación adecuada de pesos sobre los castillos de secado.



EFFECTOS DE LA DEFORMACION POR CONTRACCION

>15%			
15%			
<15%			
CH	Corte tangencial	Corte mixto	Corte radial con médula
>15%			
15%			
<15%			
CH	Corte tangencial parcial	Corte mixto	Corte netamente radial



Fuente: G. Medina (AITIM).

## **HONGOS XILÓFAGOS**

Son microorganismos que atacan las paredes celulares o las sustancias de reserva del leño, causando perjuicios que pueden llegar a inutilizar la madera para cualquier tipo de aplicación. En los apuntes de preservación de maderas se desarrolla con mayor detalle este punto.

## **INSECTOS XILÓFAGOS**

Constituyen una importante causa de deterioro de la madera, debido a las numerosas galerías que construyen en la masa leñosa, con lo que afectan las propiedades de resistencia mecánica y la desvalorización para muchas aplicaciones.

Ver el tema en apuntes de preservación de maderas

## **MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS XILÓFAGOS**

Son organismos marinos que pueden encontrarse en aguas saladas y que se alimentan de la madera sumergida; como en los dos casos precedentes.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. GIORDANO,G.-1951-Il legno e le sue caratteristiche – Ed. Ulrico Hoepli–Milán
2. GIORDANO, G.-1981-Tecnología del legno Tomos I, II y III. Unione Tipografico Editrice Torinese.
3. KOLLMAN, F.-1959 -Tecnología de la madera y sus aplicaciones (Traducción Del Instituto Forestal de Invest. y Experiencias – Madrid) Tomo 1º.
4. NUTSCH, W. – 1992 – “Tecnología de la madera y el mueble” – Editorial Reverté, S.A.
5. TUSET, R. y DURÁN, F.-1978 - Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización – Ed. Hemisferio Sur.
6. VIGNOTE PEÑA, S. et al – “Tecnología de la madera” – 1996 – Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación – Mundi-Prensa.
7. WALKER, J.C.F. – “Primary Word Processing” – 1993 – Chapman & Hall – London.