



0006035

c.2
27
INFORME TECNICO Nº 52



LA CLASIFICACION DE LA MADERA

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL



INFOR

INSTITUTO FORESTAL
SANTIAGO-CHILE

ABRIL 1979

Informe Técnico N° 52

LA CLASIFICACION DE LA MADERA

Autores

V. Antonio Pérez G.

Luis Martínez B.

Edmundo Del Río E.

Departamento Construcciones
en Madera

Instituto Forestal
Inscripción N° 49.734
Junio 1979

Instituto Forestal
Huérfanos 554—Casilla 3085
Santiago—CHILE.

INDICE

✓ RESUMEN	5
✓ 1. GENERALIDADES	7
2. HISTORIA DE LA CLASIFICACION EN CHILE	9
2.1. Normas generales de clasificación	9
2.2. Normas de clasificación del pino insigne	10
✓ 3. PRINCIPIOS GENERALES A CONSIDERAR EN LA CLASIFICACION DE MADERA.	11
3.1. Definición de los defectos	11
3.2. Método de medición de defectos	11
3.3. Determinación de niveles o categorías de defectos	11
3.4. Elaboración de normas de clasificación	11
3.5. Comprobación práctica.	12
✓ 4. DEFECTOS QUE SE CONSIDERAN EN LA CLASIFICACION DE MADERA	13
4.1. Definición de términos generales y relativos a la geometría de una pieza	13
4.2. Definición de los defectos y de sus métodos de medición.	15
4.3. Defectos a considerar en una clasificación por aspecto	45
4.4. Defectos a considerar en una clasificación por resistencia	46
✓ 5. NIVELES O CATEGORIAS DE DEFECTOS	48
✓ 6. PROCEDIMIENTOS DE CLASIFICACION	49
6.1. Tipo de clasificación	49
6.1.1. Clasificación por aspecto	49
6.1.2. Clasificación por resistencia	49
7. EJEMPLOS	50
7.1. Clasificación por aspecto	50
7.2. Clasificación por resistencia	50
7.3. Tablas auxiliares	51
BIBLIOGRAFIA	52
8. TABLAS	53
Tabla 1. Valores admisibles para los defectos en clasificación por aspecto	53
Tabla 2. Valores admisibles para los defectos en clasificación por resistencia	54
Tabla 3. Valores admisibles (d), en mm. para la arcuación en diferentes niveles.	55
Tabla 4. Valores admisibles " δ ", en mm, para la encorvadura en diferentes niveles.	56
Tabla 5. Valores admisibles (t) en mm. para la torcedura en diferentes niveles.	57
Tabla 6. Escuadría irregular. Valores admisibles expresados en porcentaje.	58
Tabla 7. Ejemplo de aplicación. Clasificación por aspecto.	59
Tabla 8. Ejemplo de aplicación. Clasificación por resistencia.	60
Tabla 9. Valores en mm. de fracciones de anchos de madera aserrada.	61
Tabla 10. Valores en mm. de fracciones de espesores de madera aserrada.	62
Tabla 11. Valores, en mm. de fracciones de largos en madera aserrada.	63

RESUMEN

Las piezas de madera, al salir del aserradero, presentan gran variedad en cuanto a su calidad. Algunas no contienen, prácticamente, defectos y, en cambio otras, presentan nudos, fibras desviadas, pudrición, grietas, etc. Es obvia pues, la necesidad de agrupar las piezas con calidades similares de modo que la utilidad y valor de ellas esté de acuerdo con los defectos permitidos en cada grupo.

Los defectos que gobiernan este agrupamiento pueden tener su origen en el crecimiento natural del árbol, en el secado de la pieza, o en su elaboración. Cualquiera sea este origen, es necesario definir y especificar la forma de medir y cuantificar los defectos. El INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION de Chile, mediante la norma NCh 992. E72, se ha preocupado de este aspecto. Uno de los objetivos del presente trabajo es comentar y ampliar los conceptos vertidos en dicha norma.

Definidos los defectos y especificadas las formas cómo deben medirse, se hace conveniente aplicarlos a todas las especies que se dan en Chile. Para que esto sea posible se establecieron, en cada defecto, niveles de medición que abarcan desde la magnitud nula hasta la magnitud máxima conocida o posible para tal defecto. La norma chilena NCh 993. E72 indica estos niveles de medición y dá, además, los criterios y procedimientos para elaborar normas, especificaciones, reglamentos y reglas de clasificación de cualquier especie maderera. En este informe se comenta este segundo aspecto y se dan ejemplos y tablas para hacer más expedita la aplicación de la norma en referencia.

1. GENERALIDADES

Las piezas de madera, tal como salen del aserradero, presentan gran variación en apariencia, resistencia y durabilidad debido a las irregularidades físicas, químicas o físico-químicas que les son propias y generalmente determinan una limitación en su uso o aplicación. Lo anterior significa que existe un amplio rango de variabilidad en su resistencia, utilidad y valor. Por lo tanto, uno de los requisitos para el ordenamiento del mercado de la madera es el establecimiento de grupos que permitan usar siempre una misma calidad para un mismo propósito; que provean al comprador y vendedor de un criterio mediante el cual puedan precisar el tipo y calidad de la madera que se comercia; que permitan uniformar la producción y, finalmente, sacar el máximo partido a las ventajas y posibilidades del producto.

El procedimiento mediante el cual se hace la separación en grupos del producto obtenido de la troza, se denomina *clasificación de la madera* y el conjunto de disposiciones que rigen cada uno de estos grupos se llama *grado*.

La norma chilena NCh 992. E72 define:

Grado. Conjunto de disposiciones o limitaciones de los defectos de la madera que permite agrupar piezas de madera.

Clasificación. Separación y ordenación de las piezas de madera en grupos que cumplan con los requisitos de cada grado establecido.

Defecto. Cualquier irregularidad física o química o físico-química de la madera que afecta su aspecto, resistencia o durabilidad, determinando generalmente una limitación en su uso o aplicación.

Por lo tanto, el propósito fundamental de una clasificación de la madera aserrada es el de ubicar cada pieza dentro de grupos con características semejantes ya sea de aspecto o de resistencia. Las características de cada grupo quedan determinadas fundamentalmente *por el uso* al que será destinada posteriormente la madera. Si se desea emplearla en recubrimientos de ciclos o muros, deberá clasificarse según su *apariencia* o *aspecto*, tomando en consideración los rasgos atractivos que presenta la pieza en la superficie que quedará a la vista. La madera destinada a pisos deberá clasificarse considerando como principal requisito la resistencia que tiene al *desgaste*. Al clasificar material para vigas, pilares, pie derechos, etc., deberá tomarse como requisito de selección, la *resistencia* a los esfuerzos a que se solicitarán tales elementos estructurales.

De lo anterior se desprende la necesidad de que existan métodos de clasificación que dependan del uso que se va a dar a la madera.

Dos son los principales tipos de clasificación que se conocen para madera aserrada: *por aspecto* y *por resistencia*.

La clasificación *por aspecto* se establece basándose en una inspección visual de las características físicas de las piezas, dando especial importancia a la presentación de la madera para aquellos usos en los cuales su principal requerimiento es su *apariencia*. Este tipo de clasificación no considera la resistencia de las piezas clasificadas.

La clasificación de la madera aserrada *por resistencia* se establece basándose en la presencia, detectada visualmente, de los defectos que influyen sobre su resistencia, tales como: nudos, fibras desviadas, grietas, etc.

El procedimiento consiste en definir diversos grados mediante la limitación de las dimensiones de los defectos máximos admitidos en cada uno de ellos y que alteran la resistencia de la madera.

La norma chilena, NCh 993. E72, define:

Clasificación por aspecto. Clasificación que se efectúa considerando la *apariencia*

o aspecto de la madera como principal requisito de acuerdo al uso a que ella se destine.

Clasificación por resistencia. Clasificación que se efectúa considerando la resistencia de la madera a los esfuerzos mecánicos como el principal requisito de acuerdo al uso a que ella se destine.

La clasificación de la madera tanto por aspecto como por resistencia no puede considerarse como un procedimiento exacto, debido a que está basada en una inspección visual de cada pieza, en la cual se evalúan la ubicación, el tamaño y naturaleza de los defectos que aparecen en la superficie. Esta operación descansa en gran medida en el buen criterio del clasificador.

2. HISTORIA EN CHILE DE LA CLASIFICACION DE MADERA ASERRADA

2.1 Normas generales de clasificación

La clasificación de la madera aserrada se inicia en forma oficial con un reglamento de requisitos para las maderas de exportación del Ministerio de Relaciones Exteriores y Comercio. El Decreto N° 1453 del 27 de diciembre de 1933 de la Subsecretaría de Comercio de dicho Ministerio fue publicado en el Diario Oficial N° 16785 el 29 de enero de 1934. Debido a esto se le conoce como "Reglamento del 34".

Una vez creado el Ministerio de Economía y Comercio, este Reglamento fue actualizado por Decreto N° 246-A del 20 de octubre de 1939.

Con la creación del Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización INDITECNOR, en 1942, este Reglamento, que solamente era aplicado por el Banco Central en control de exportaciones, pasó a ser un texto guía para cualquier especificación de calidad en contratos suscritos entre particulares y organismos del Estado. Si bien el Reglamento cumplía la función de norma del país, no tenía la fuerza de ésta y adolecía de algunos vacíos y defectos para su completa y efectiva aplicación. Debido a el INDITECNOR comenzó, en julio de 1947, el estudio de la Norma 30-102: Definiciones y Clasificación cualitativa de las maderas.

Posteriormente, en marzo de 1948, se le cambio el nombre por Clasificación Cualitativa de las Maderas. Como tal salió publicada en un Decreto del 30 de junio de 1948 de la Corporación de Fomento de la Producción, con el fin de regir la comercialización de las maderas efectuadas por esta corporación. Salió a consulta pública el 3 de agosto de 1948. Fue revisada por la Comisión correspondiente el 10 de noviembre de 1949; pero, por razones no conocidas, no fue publicada como Norma Chilena (NCh).

Al año siguiente, el 30 de junio de 1950, la Asociación de Constructores Civiles, por intermedio de su presidente, Sr. Mario Canobio Zamora, envió un Ensayo de Norma de Clasificación de Maderas. Este esfuerzo tampoco llegó a concretarse, quedando este período sin antecedentes sobre clasificación. En febrero de 1959 se pide colaboración a la Braden Copper Company, la cual nombra a dos personeros del General Engineering Department quienes aportan, para estudio, su reglamento de compra, llamado "Standards for lumber classification uses and storages".

A raíz del sismo que azotó algunas provincias del sur de Chile, en mayo de 1960, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, por Decreto N° 1282 del 28 de junio de 1960, y teniendo en cuenta la anarquía en el uso de normas de clasificación de las maderas, conjuntamente con el gran incremento que tomó la construcción con este material, designó una comisión "*para estudiar la estandarización de maderas para la construcción*". Es así como el 25 de julio de 1960 se reabre el estudio de la Norma, ahora con la designación NCh 30-102d - Clasificación cualitativa de la madera.

Pasado algunos meses y como Norma NCh 30-102d. "Clasificación de las maderas según su aspecto" sale nuevamente a consulta pública el 27 de enero de 1961.

Finalmente, el 26 de mayo de 1961, por resolución del Departamento Forestal del Ministerio de Agricultura, y después de pedir a INDITECNOR que no se oficializara la Norma 30-102, se forma una comisión para hacer un nuevo proyecto de Norma.

Tal comisión estaba formada por representantes de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile y del Departamento anteriormente nombrado.

Esta Comisión, no tuvo contacto con INDITECNOR.



2.2 Norma de clasificación del pino insigne

Hace ya algunos años que la producción de madera aserrada de pino insigne superó a la de maderas nativas. Esto y su menor precio ha traído un gran uso en la construcción, en embalajes, además de un incremento del volumen de exportación, a partir de 1963.

Al notar esto, la Corporación de Fomento, hizo llegar su inquietud a INDITECNOR, haciendo ver la falta de una Norma, y envió un Proyecto de Norma de Clasificación de Madera Aserrada de Pino Insigne.

La CORFO traspasó esta inquietud a su filial, (creada en 1962) el Instituto Forestal, quien aprovechando la experiencia de expertos FAO, el 3 de abril de 1964 se hizo presente en INDITECNOR con otro Proyecto de Normas de Clasificación de Pino Insigne, que posteriormente fue ampliamente difundido en su Boletín Informativo N° 9. Este Proyecto tuvo validez de Norma en el período 63-67, debido al fuerte aumento que experimentaron las exportaciones de esa madera. El Instituto Forestal avaló la calidad de todas las exportaciones realizadas a Europa conquistando para el país un mercado al cual nunca antes se había podido entrar por falta de una Norma que ordenara y diera a conocer la calidad de esta especie forestal.

Así fue como INDITECNOR, basándose en los intentos nombrados, elaboró la Norma 30-110 "Clasificación de la madera aserrada de pino insigne", la que no alcanzó a ser oficial, ya que no se volvió a revisar después de salir a consulta pública en julio de 1965.

Finalmente, ante la anomalía de no contar con una norma oficial, el 30 de octubre de 1967, INDITECNOR a través de su Comité de Maderas publicó la Norma de Emergencia NCh 178. E Of. 67 (Ex 30-110) Clasificación de la Madera aserrada de Pino Insigne.

Finalmente, a partir de 1971 se constituye el Comité Maderas, Clasificación y Ensayos de INDITECNOR y da forma definitiva a las siguientes normas relacionadas con clasificación:

- NCh 992. E72 Madera. Defectos a considerar en la clasificación, terminología y métodos de medición.
- NCh 993. E72 Madera. Procedimiento y criterios de evaluación para clasificación.
- NCh 178. cR72 Clasificación por aspecto de la madera aserrada de pino insigne.

Las dos primeras son normas chilenas de emergencia y la última está en consulta pública después de una extensa revisión y actualización.

3. PRINCIPIOS GENERALES POR CONSIDERAR EN CLASIFICACION DE LA MADERA

Para desarrollar una clasificación de la madera se debe tener en cuenta ciertas etapas que, si se siguen en el orden adecuado, simplifican el proceso y lo normaliza. Estas etapas son:

3.1. Definición de los defectos

En esta etapa se deben considerar y definir claramente todos los defectos que puedan presentarse en la madera, que sean detectables a simple vista y que interesen en una clasificación.

3.2. Método de medición de los defectos

Previamente definidos los defectos, debe procederse a determinar el modo de medirlos. Es importante considerar los diferentes tipos de clasificación que pueden existir (clasificación por aspecto y clasificación por resistencia) y determinar un *método único* de medición de defectos que sea adecuado a todos ellos.

Este último es especialmente importante, por cuanto establece un criterio común y único en la evaluación de los defectos y determina que los clasificadores, en la aplicación práctica de cada tipo de clasificación, deban recordar un solo método de medición para cada defecto.

3.3. Determinación de niveles o categorías de defectos

Considerando la definición dada a cada defecto conjuntamente con su método de medición y, teniendo en cuenta que cualquier tipo de clasificación puede ser llevada a efecto en *cualquier especie*, es necesario establecer una cantidad de niveles o categorías tal que permita a todas las especies ser representadas, teniendo en cuenta las características de los defectos que se encuentran en cada una de ellas. También deberá considerarse y decidirse en esta etapa la forma de delimitar el defecto, considerando su tamaño absoluto en función de alguna de las dimensiones de la pieza o elemento en el cual aparece el defecto.

3.4. Elaboración de normas de clasificación

Teniendo en cuenta un uso bien determinado para la madera que se clasifique, se procederá a considerar cada uno de los defectos que se presentan en la madera y a darle una importancia relativa en función de ese uso (por ejemplo: la incidencia del defecto nudo puede ser diferente si se clasifica la madera por resistencia o por aspecto; y además, la relación de importancia que puede existir entre defectos, también puede ser diferente en dos clasificaciones distintas).

Los límites para cada defecto en cada grado deben ser posible encontrarlos mediante la determinación de niveles hecha con anterioridad. Estos mismos límites deberán ser establecidos en el proceso de elaboración de las pautas de clasificación, de tal manera que en cada grado que se proponga tenga cabida una cantidad significativa de la especie clasificada. Esto último debe realizarse por medio de una comprobación práctica que constituye la quinta etapa del proceso de clasificación.



Esta debe realizarse como un medio de verificar que los límites previstos para cada grado, (en cada uno de los defectos) permitan una clasificación adecuada, desde el punto de vista de que en cada una de las calidades aceptadas se incorpore, en volumen, una parte importante de la población que se clasifica. Ello está orientado para evitar que se produzca un desequilibrio entre los distintos grados, (evitando, por ej., una clasificación de muy pocas piezas en el primer grado, y/o una desclasificación o rechazo de un porcentaje muy elevado de ellas).

Las etapas anteriores determinan también una secuencia cronológica que debe seguirse en la clasificación de la madera. No es posible saltarse etapas ni alterar el orden de ellas. La elaboración de normas de clasificación, sin pasar por las etapas previas, o sin una comprobación práctica posterior, puede traer consigo la imposibilidad de aplicar dichas normas en forma práctica. Existen, en Chile, experiencias en este sentido por cuanto se han elaborado normas de clasificación que no han sido comprobadas prácticamente o en las que el establecimiento de niveles no ha sido estudiado convenientemente. Estas normas han resultado impracticables y todo el esfuerzo que puede haber sido puesto en su elaboración ha resultado perdido.

La norma chilena NCh 992. E72 contempla las dos primeras etapas al definir todos los defectos que se consideran en la clasificación visual de piezas de madera aserrada y al establecer los métodos que deben aplicarse para efectuar la medición de tales defectos.

La norma NCh 993. E72 establece y proporciona los antecedentes necesarios para elaborar normas de clasificación, pudiendo servir, además, como pauta para confeccionar especificaciones, reglamentos y reglas de clasificación de cualquier especie maderera.

En los capítulos que siguen se explicarán y comentarán las normas mencionadas, al revisar las diversas etapas que constituyen los principios generales inherentes a toda clasificación de la madera.

4. DEFECTOS QUE SE CONSIDERAN EN LA CLASIFICACION DE LA MADERA

Antes de definir los defectos que interesan en una clasificación de la madera aserrada, se incluirán los términos generales y los relacionados con la geometría de una pieza. Ellos han sido extraídos de la norma chilena NCh 992. E72 y son necesarios para comprender mejor las definiciones y métodos de medición de los defectos de la madera, que se darán mas adelante.

4.1. Definición de términos generales y relativos a la geometría de una pieza

4.1.1. Términos generales

Anillo de crecimiento. Sección transversal de la capa de leño formada durante un período vegetativo, que se caracteriza por el contraste más o menos marcado entre el leño tardío de un período y el leño temprano de otro.

Calibrador. Pieza metálica delgada, adecuadamente graduada que se utiliza en la medición de las profundidades de grietas, rajaduras, etc. (Véase fig. 1)

Detector de inclinación del grano. Dispositivo que consta de un vástago que gira libremente en torno del mango donde se sostiene. Posee una aguja en su extremo con la que se detecta la dirección del grano de la madera (Véase fig. 2)

Grano. Disposición de los elementos constitutivos de la madera, en dirección longitudinal. Se conoce también por "fibra", "hilo", "hebra",

Punto de saturación del grano. Estado de la madera en el cual el agua libre ha sido eliminada, en tanto las paredes celulares se mantienen saturadas.

Velocidad de crecimiento. Número de anillos de crecimiento por unidad de longitud.

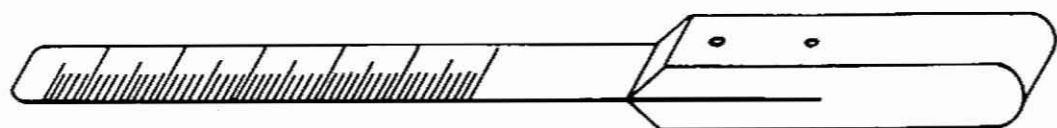


Figura 1. Calibrador

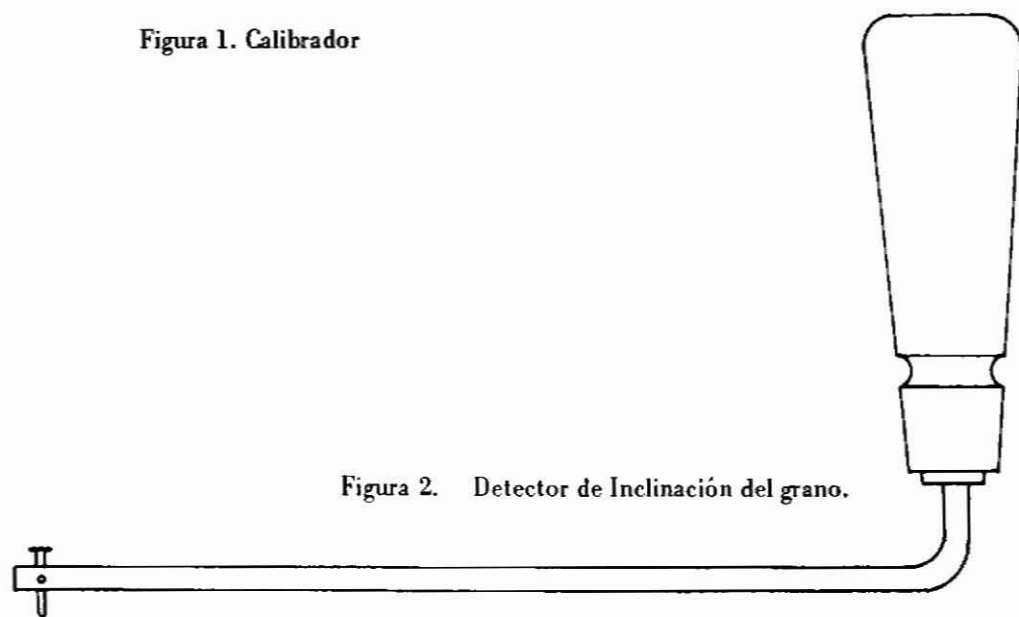


Figura 2. Detector de Inclinación del grano.

4.1.2. Términos relativos a la geometría de una pieza

Los términos que siguen se han graficado en la figura 3.

Arista. Línea recta de intersección de las superficies que forman dos lados adyacentes,

Cabeza. Sección transversal de cada extremo de una pieza.

Cantos. Superficies planas, menores y normales a las caras paralelas entre sí y al eje longitudinal de una pieza.

Caras. Superficies planas mayores, paralelas entre sí y al eje longitudinal de una pieza o cada una de las superficies planas de una pieza de sección cuadrada.

Borde de una cara. Zona de la superficie de una cara que abarca todo el largo de una pieza y que queda limitada, en el ancho, por una arista y por una línea imaginaria paralela a la arista y a una distancia de ésta igual a la cuarta parte del ancho de la pieza.

Zona central de una cara. Zona de la superficie de una cara que abarca todo el largo de una pieza y que queda comprendida entre los bordes de la cara.

El ancho de esta zona es igual a la mitad del ancho de la pieza.

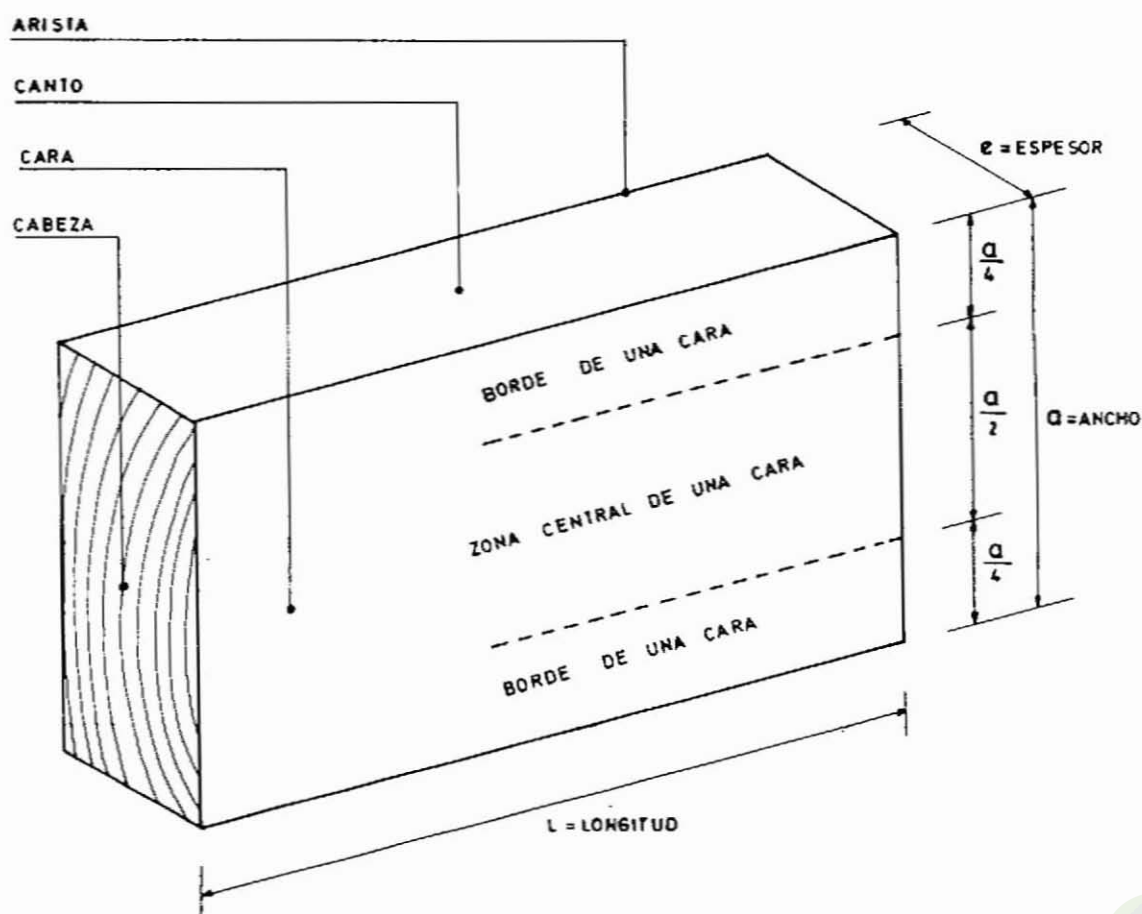
Escuadría. Expresión numérica de las dimensiones de la sección transversal de una pieza.

Ancho. Dimensión mayor de la escuadría.

Espesor. Dimensión menor de la escuadría.

Longitud. Distancia entre las cabezas de una pieza.

Figura 3. Términos relativos a la geometría de una pieza.



4.2. Definición de los defectos y de sus métodos de medición

La definición de los defectos y la descripción de los métodos de medición son dos etapas diferentes. Es obvio que convendrá definir primero el defecto y posteriormente establecer como habrá de medirse. En el presente capítulo se han unido ambas etapas para un mismo defecto con el fin de concentrar la información y hacer las aclaraciones que sean necesarias. Las definiciones y los métodos de medición se han extraído de la norma chilena NCh 992. E72.

✓ 4.2.1. Acebolladura

Separación del leño entre dos anillos consecutivos.

Cuando aparece en las caras o cantos, se mide su longitud y separación máxima (mm), cuando aparece sólo en la cabeza, se constata su presencia. (Véase fig. 4)

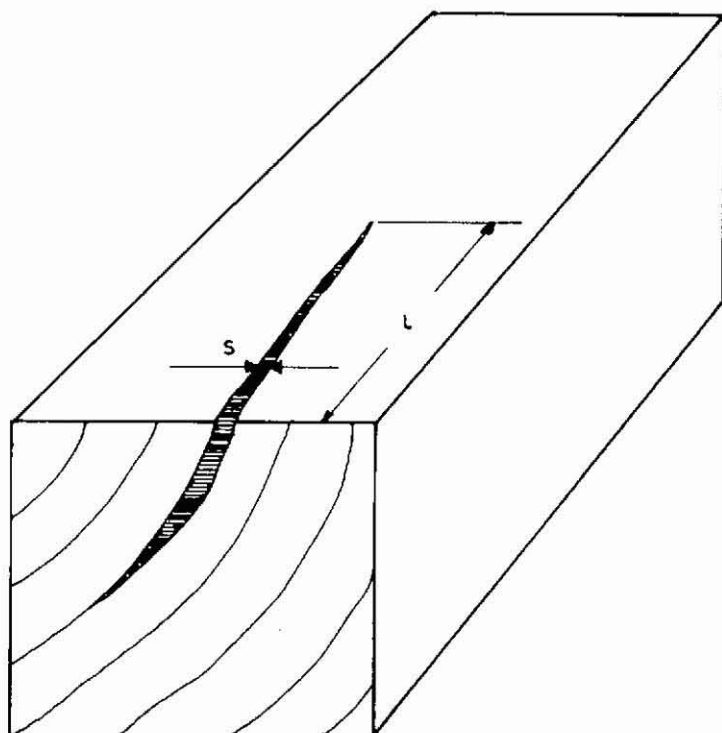


Figura 4. Forma y medición de una acebolladura.

La acebolladura es admisible en una clasificación por aspecto, dentro de ciertos límites bastante reducidos, lo cual permite clasificar algunas piezas que, presentando este defecto en una superficie; cuentan además con otra superficie que resulta adecuada como para quedar a la vista.

Una acebolladura de gran longitud descalifica la pieza, pues existe el peligro que ella la separe en dos elementos. Este defecto aparece casi siempre, exclusivamente, en la cabeza de la pieza, no alcanza a extenderse a las caras o cantos. En estos casos resulta imposible apreciar la magnitud del defecto en el interior de la pieza y sólo se podrá “constatar su presencia”. Resulta arriesgado aceptar estas piezas, de allí que la recomendación de la norma sea rechazarlas en una clasificación por aspecto.

Cuando el defecto se extiende a una cara o a un canto, se posibilita una apreciación de su magnitud mediante la medición de su longitud (l) en la superficie en la cual aparece, y por la determinación de su separación máxima (s). (véase fig. 4)

En una clasificación por resistencia este defecto no es admisible, pues en cualquiera de sus formas disminuye notablemente la resistencia.

4.2.2. Agujero y/o nudo suelto

Abertura de sección aproximadamente circular, originada principalmente por el desprendimiento de un nudo.

Si no interesa su posición en la pieza, en el caso de una clasificación por aspecto, la norma establece que se debe calcular el diámetro medio midiendo sus diámetros mayor y menor en milímetros y calculando el promedio. (Véase fig. 5)

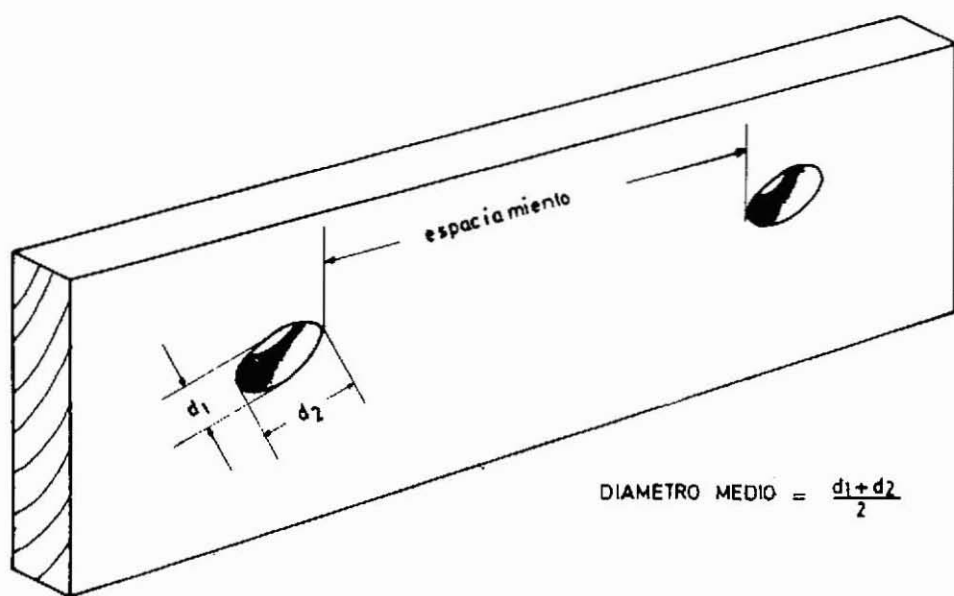


Figura 5. Medición de agujero y/o nudo suelto

El espaciamiento o distancia entre agujeros es otra característica que interesa medir en una clasificación por aspecto. Al limitar esta distancia queda limitada a su vez la cantidad de agujeros que pueden existir en la pieza. La medición debe hacerse en centímetros en una dirección paralela a los cantos, entre los bordes más cercanos de dos agujeros adyacentes. (véase fig. 5)

En una clasificación por resistencia, la medición dependerá de la ubicación que tiene el agujero y/o nudo suelto en la pieza. La posición de este defecto es determinante en el tipo y magnitud de la propiedad resistente alterada por él. Así, un agujero en o cerca de un canto afecta fuertemente la resistencia de tracción o compresión de una pieza solicitada por flexión; en cambio, un agujero en el centro de la cara de esa pieza alterará más su resistencia de cizalle cuando se aplica a ella el mismo esfuerzo de flexión.

Según la posición del defecto en la pieza se tendrán los siguientes métodos de medición:

Agujero y/o nudo suelto en la arista. Se mide su dimensión tanto en la cara como en el canto, mediante la distancia (mm) entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al agujero y/o nudo suelto. (Véase fig. 6)

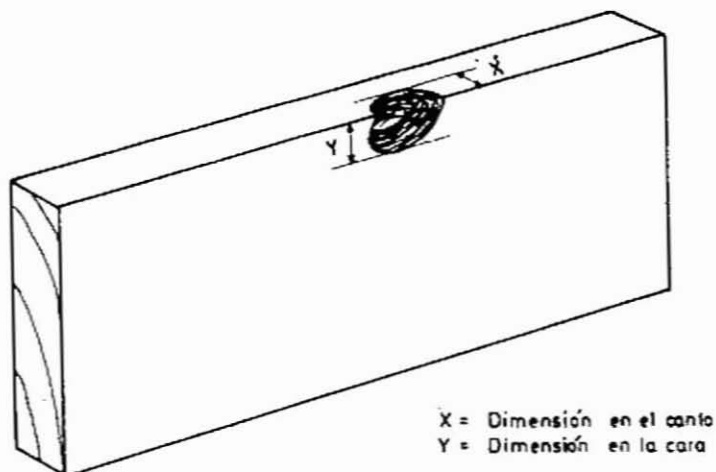


Figura 6. Medición de agujero y/o nudouelto en la arista.

Agujero y/o nudouelto en el borde de la cara. Se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al agujero y/o nudouelto (mm). Si el defecto está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al agujero y/o nudouelto. (Véase fig. 7). Si está ubicado parcialmente en la zona central de la cara, se le debe considerar como perteneciente al borde de la cara si más de la mitad de su área está ubicada en este sector.

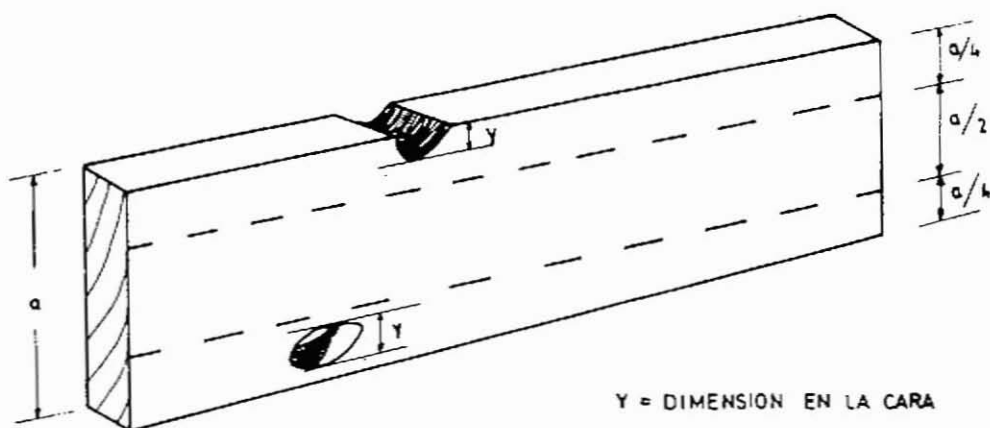
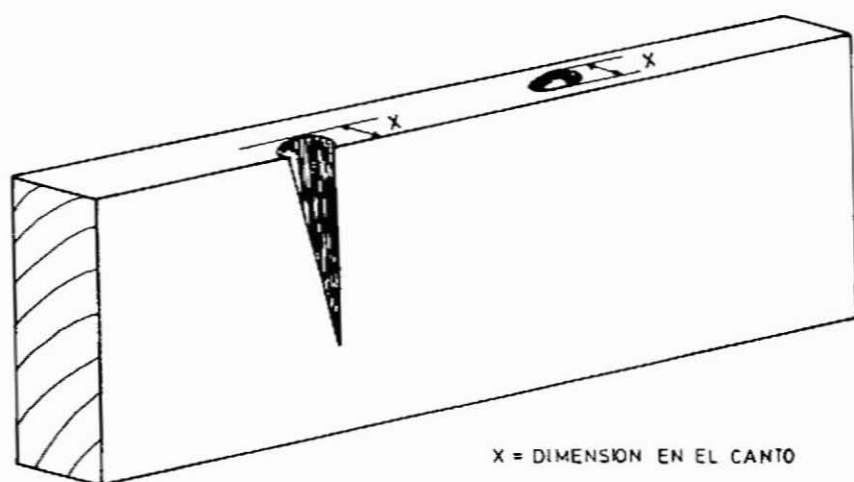


Figura 7. Medición de agujero y/o nudouelto en el borde de la cara.

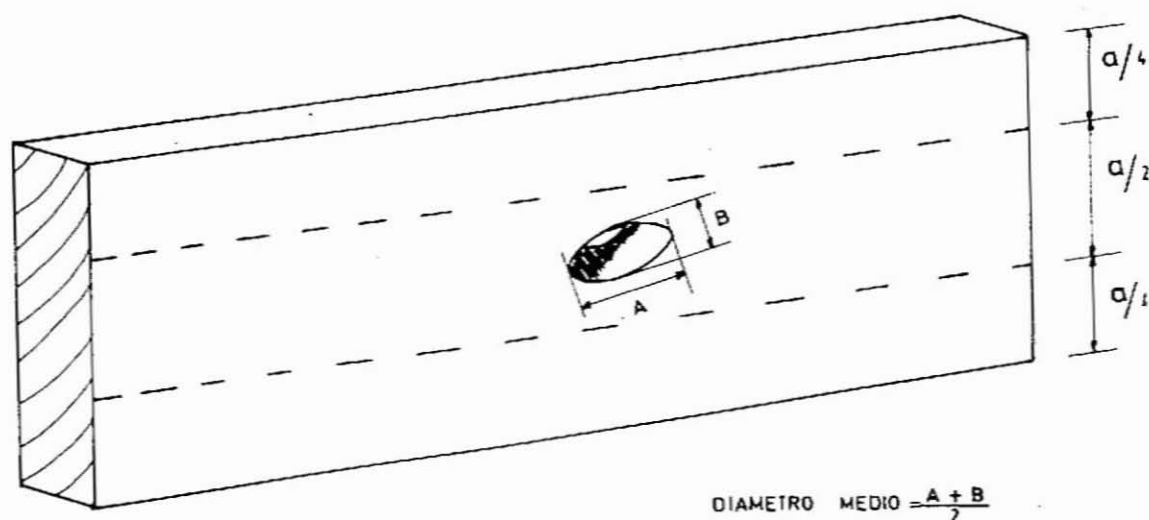
Agujero y/o nudouelto en el canto. Se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangente al defecto, (mm). Si el agujero y/o nudouelto está cortado por una arista se mide su dimensión entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al defecto. (Véase fig. 8)



X = DIMENSION EN EL CANTO

Figura 8. Medición del agujero y/o nudo suelto en el canto

Agujero y/o nudo suelto en la zona central de la cara. Se miden sus diámetros mayor y menor (mm) y 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 área está ubicada en esta zona. (Véase fig. 9)



$$\text{DIAMETRO MEDIO} = \frac{A + B}{2}$$

Figura 9. Medición de agujero y/o nudo suelto en la zona central.

✓ 4.2.3. Albura

Capa situada entre el duramen y la corteza, que frecuentemente contiene almidón y otros materiales de reserva. Es generalmente de color más claro, más permeable y menos durable que el duramen.

Se estima su área sobre la cara considerada en la clasificación y se calcula el porcentaje (o/o) de superficie que tal área representa con respecto a la superficie total de la cara.

No es un defecto. Para determinados usos resulta indeseable. Tal es el caso de la madera proveniente de especies en las cuales la albura y el duramen tienen diferente color. Su apariencia no es uniforme y con ello puede no resultar conveniente para un recubrimiento. Otro motivo puede ser la menor durabilidad que presenta ante agentes biológicos e insectos. Lo anterior, para determinados usos, puede llevar a la eliminación de todas las piezas que la contengan.

Para considerar estos casos se ha incluido la albura con los defectos, de modo de limitar o eliminar su presencia en las piezas seleccionadas, cuando ello se estime conveniente.

En una clasificación por resistencia, la albura no se considera. Se ha demostrado que no existe diferencia significativa entre la resistencia de madera de duramen y la de albura, para los diferentes esfuerzos a que puede quedar sometida.

4.2.4. Bolsillo de corteza y/o resina

Bolsillo de corteza. Presencia de una masa de corteza total o parcialmente comprendida en el leño; se conoce también por "corteza incluida".

Bolsillo de resina. Presencia de una cavidad bien delimitada y que contiene resina o tanino; se conoce también por "bolsa o lacra".

Si se trata de una clasificación por aspecto, en ambos se determina la superficie (cm^2) y su ancho máximo (mm) midiendo la distancia entre dos líneas paralelas a las aristas de la pieza y tangentes al defecto.

Cuando está cortado por una arista, se mide el ancho máximo por la distancia entre la arista de la pieza y una línea paralela a ella y tangente al defecto. (Véase fig.10).

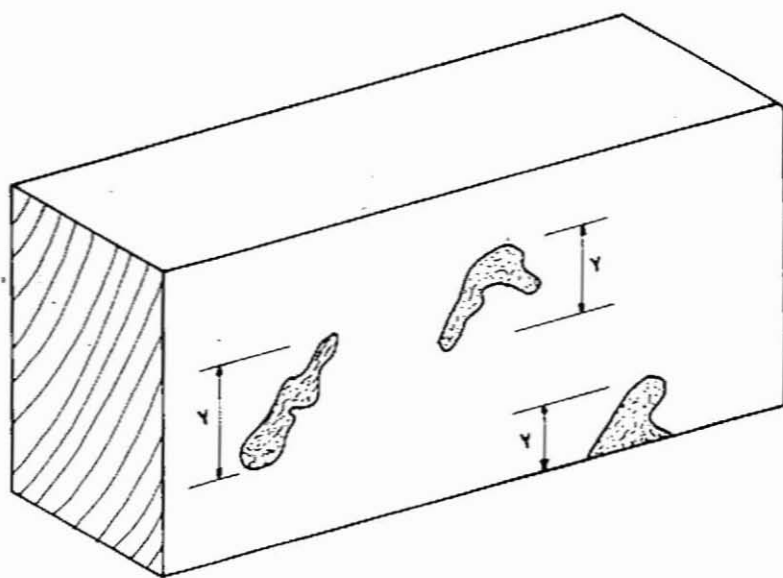


Figura 10. Medición de bolsillo de corteza y/o resina.

Los efectos que tiene el bolsillo de corteza y/o resina sobre la resistencia son los mismos descritos para el agujero y/o nudo suelto, es decir: altera la resistencia a la tracción, a la compresión y al cizalle, según sea la posición del defecto y el tipo de sollicitación a que estará sometida la pieza. Luego en una clasificación por resistencia, la medición dependerá de la ubicación que tiene el bolsillo en la pieza. Según sea tal posición, se tendrán los siguientes métodos de medición:

Bolsillo de corteza y/o resina en la arista. Se mide su dimensión tanto en la cara como en el canto, mediante la distancia (mm) entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al bolsillo (Véase fig. 11).

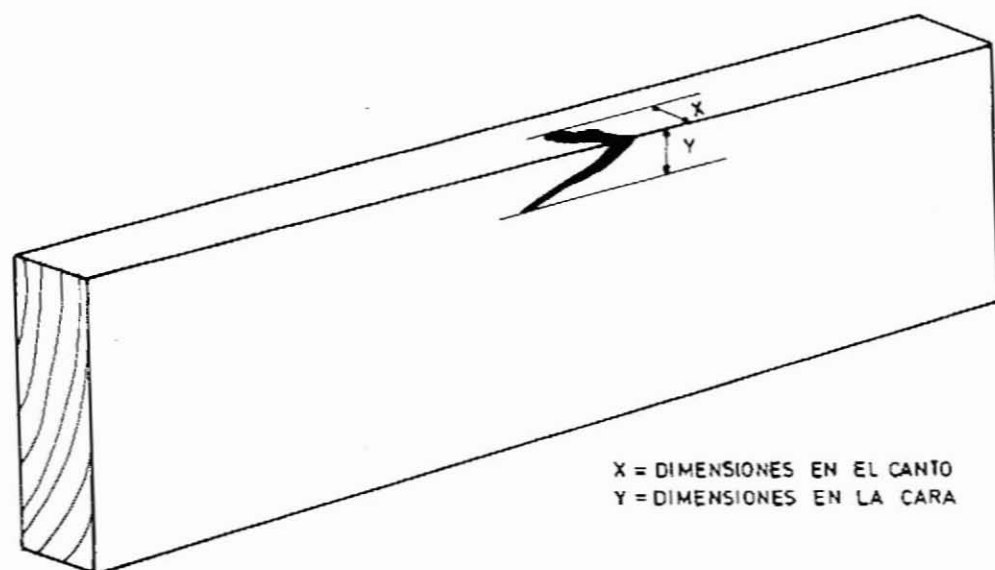


Figura 11. Medición del bolsillo de corteza y/o resina en la arista.

Bolsillo de corteza y/o resina en el borde de la cara. Se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al bolsillo (mm). Si el defecto está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al bolsillo (Véase fig. 12).

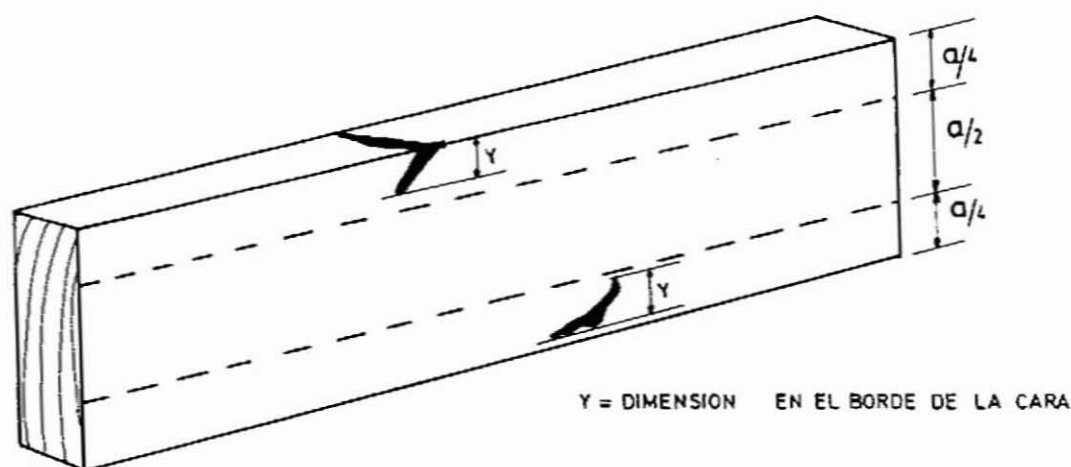
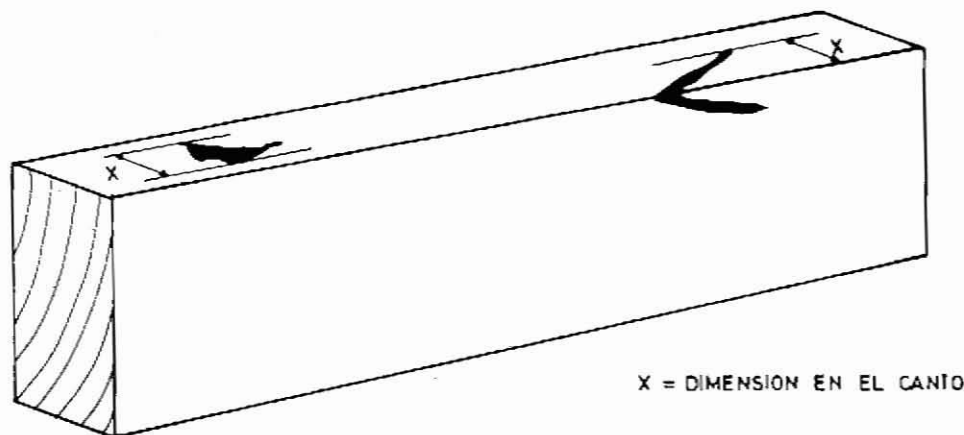


Figura 12. Medición del bolsillo de corteza y/o resina en el borde de la cara.

Si está ubicado parcialmente en la zona central de la cara, se le debe considerar como perteneciente al borde de la cara si más de la mitad de su área está ubicada en este sector.

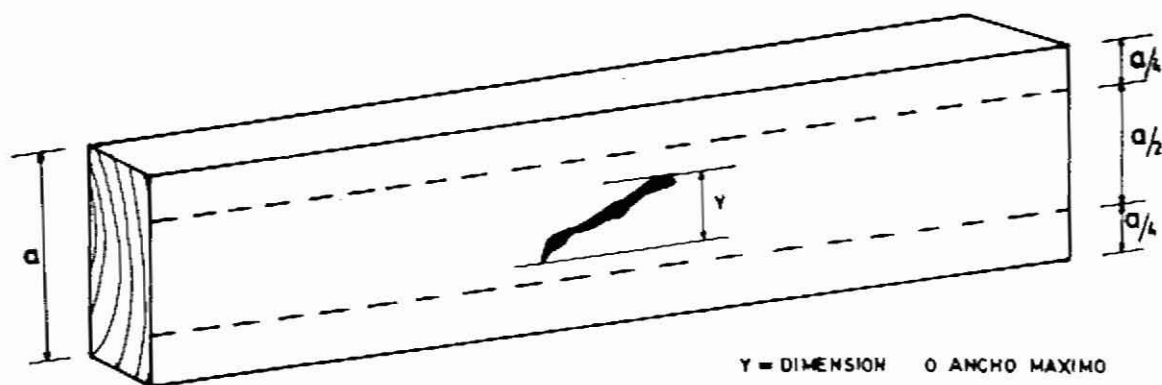
Bolsillo de corteza y/o resina en el canto. Se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al defecto (mm). Si el bolsillo está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al defecto. (Véase fig. 13).



x = DIMENSION EN EL CANTO

Figura 13. Medición del bolsillo de corteza y/o resina en el canto.

Bolsillo de corteza y/o resina en la zona central de la cara. Se mide su dimensión (ancho máximo) entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al defecto. Si está ubicado parcialmente en el borde de la cara, se considera como perteneciente a la zona central, si más de la mitad de su área está ubicada en esta zona. (Véase fig. 14).



y = DIMENSION O ANCHO MAXIMO

Figura 14. Medición del bolsillo de corteza y/o resina en la zona central de la cara.

4.2.5. Grano inclinado

Desviación angular que presentan los elementos constitutivos longitudinales de la madera con respecto al eje longitudinal de la pieza.

El grano inclinado no afecta mayormente la presencia de una pieza de madera. Es por ello que, en una clasificación por aspecto, este defecto no se considera.

En cambio el efecto de la inclinación del grano sobre la resistencia es bastante fuerte, debido a la elevada anisotropía de la madera. Si un elemento contiene grano inclinado y está sometido a esfuerzos externos de tracción o compresión, en la madera se inducen componentes de estas tensiones en dirección normal a la dirección de las fibras, que producen un considerable debilitamiento de la resistencia de la pieza en el sentido longitudinal. (Véase fig. 15a.)

✓ El efecto de la inclinación del grano sobre las propiedades resistentes es mucho mayor en las piezas de tamaño estructural que en las probetas pequeñas libres de otros defectos. Esto se debe a que las tensiones causadas por las contracciones en el secado son mayores en los elementos de grandes dimensiones que contienen defectos, las cuales se incrementan aun más en zonas donde existe grano inclinado.

/ Para tener en cuenta lo anterior, se acepta que la reducción de la resistencia ocasionada por el grano inclinado sea, a lo menos, dos veces mayor en piezas de dimensiones estructurales que la correspondiente a piezas pequeñas. Las limitaciones que se fijan para considerar este defecto en las reglas de clasificación por resistencia, se establecen de acuerdo a lo señalado.

✓ El efecto del grano inclinado es menor sobre la resistencia a la compresión paralela que la correspondiente a flexión (Véase fig. 15b.)

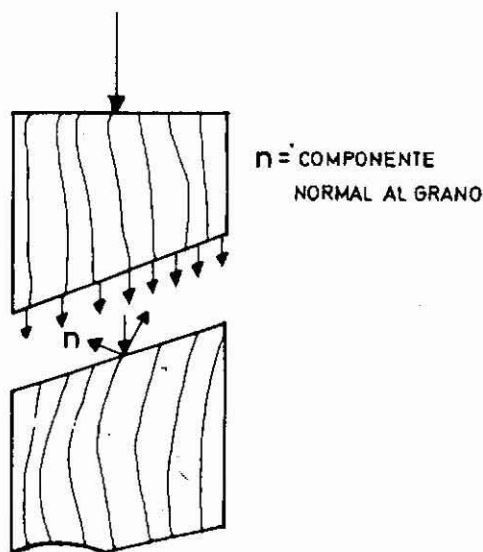


Figura 15a. Efecto de la inclinación del grano sobre la resistencia.

A pesar de lo anterior y considerando que la diferencia no es lo suficientemente grande como para justificar distintos valores, en la clasificación de piezas por resistencia se han considerado las reducciones establecidas para los esfuerzos de flexión (curva inferior en fig. 15b) como única medida de la alteración de la resistencia de compresión y de flexión ocasionadas por este defecto.

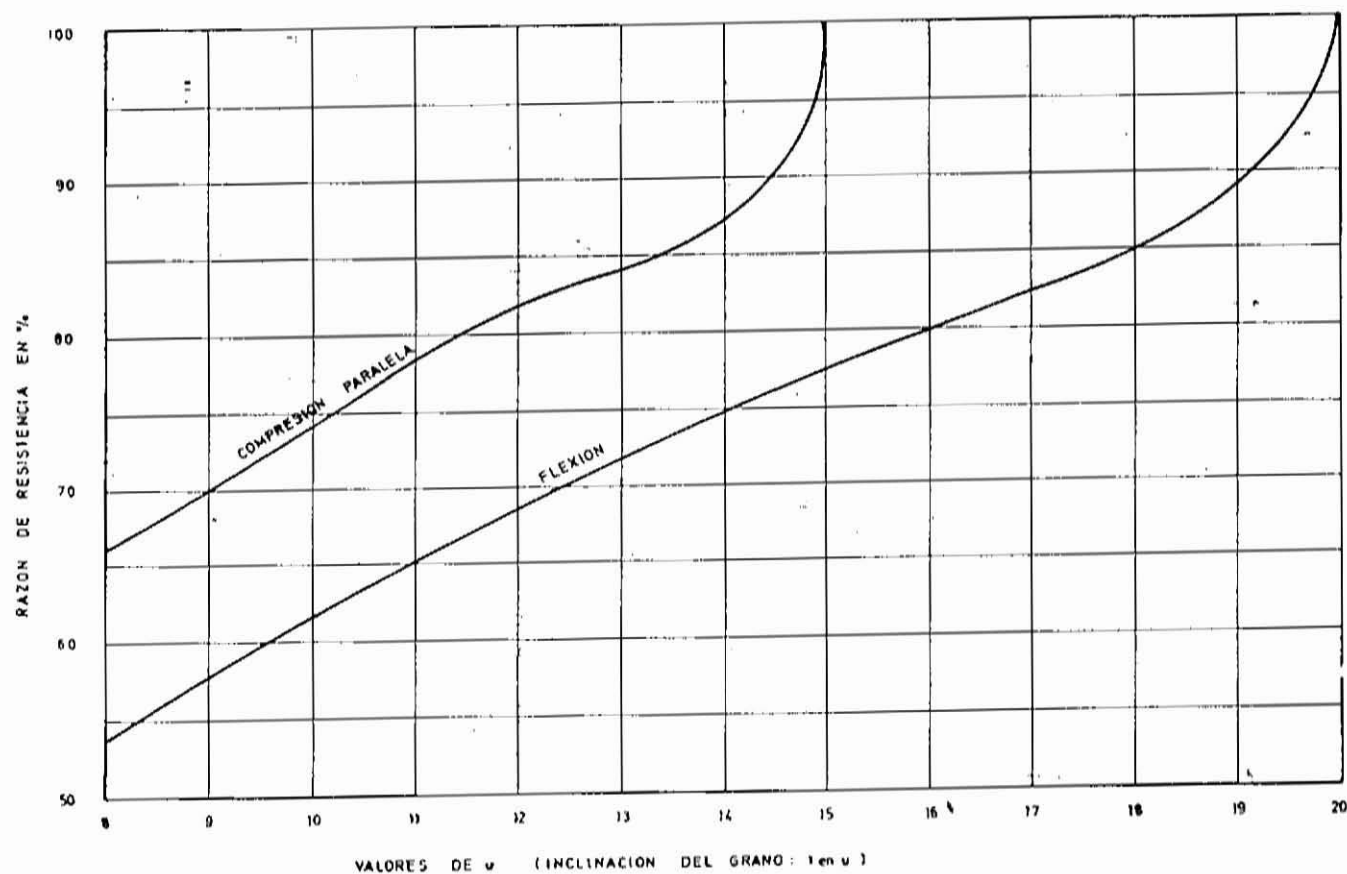
Se ve la importancia que tiene el determinar con cierta precisión la medición de la inclinación del grano. La norma chilena establece:

/ Se mide la inclinación del grano en la cara que presente mayor inclinación y sobre una distancia suficientemente grande que permita apreciar su desviación general, despreciando leves desviaciones locales.

i) Medir la inclinación del grano:

- a) mediante una línea recta paralela a las grietas superficiales de la madera, o
- b) mediante el uso del detector de inclinación del grano. (Véase fig. 2)

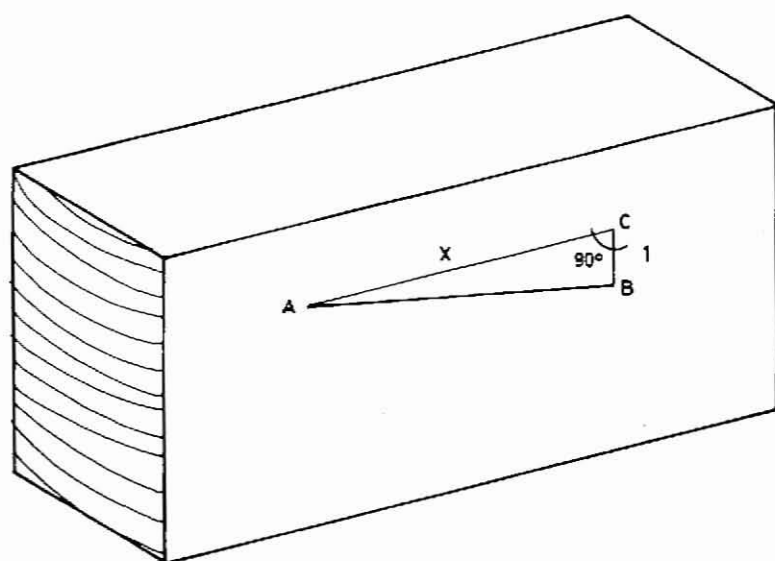
FIGURA 15 b.
RAZON DE RESISTENCIA EN FUNCION DE LA INCLINACION DEL GRANO



BIBLIOG. P.O. REECE,
DETERMINATION OF
WORKING STRESSES
BULL. Nº 6
TIMBER DEVELOPMENT
ASSOCIATION LTD.
LONDON.

ii) Calcular el resultado mediante la razón BC/AC .

Expresar el resultado como "uno en X", siendo X el número de veces que la longitud BC está comprendida en la longitud AC. (Véase fig. 16).



AB = Recta en dirección del grano
AC = Recta paralela al eje longitudinal de la pieza
BC = Recta perpendicular a AC.

Figura 16. Medición del grano inclinado.

iii) Cuando el grano se presenta en espiral, medir su inclinación, tanto en el canto como en la cara, y calcular la inclinación real mediante la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los resultados obtenidos.

Ejemplo: Si las desviaciones son:

$$\frac{1 \text{ en } 18 \text{ y } 1 \text{ en } 12 \text{ la inclinación real resulta}}{\sqrt{(1/18)^2 + (1/12)^2}} \approx 1/10$$

El método más generalizado en la actualidad, para determinar la inclinación del grano, consiste en usar el "detector de inclinación del grano", (Véase fig. 2). El surco que la aguja de este dispositivo deja en la superficie de la pieza indica la dirección del grano inclinado.

✓ 4.2.6. Médula

Parte central del tronco constituida especialmente por tejido parenquimatoso y blando.

En una clasificación por aspecto importa su presencia, pues su constitución, tejido blando y normalmente más oscuro, afectará el aspecto de la superficie que quedará a la vista. Se acepta su presencia en las caras que quedarán cubiertas, siempre que no penetre la pieza y aparezca en la cara opuesta o en uno de los cantos.

Para estos casos:

Se mide su ancho máximo y su largo o suma de largos (mm). (Véase fig. 17).

Al clasificar por resistencia, la médula no es aceptable, pues el material con el cual está formada no es resistente, y para los efectos de la resistencia de la pieza se considera como si existiese un cilindro hueco en el lugar de la médula. Esta perforación puede influir notablemente sobre las propiedades resistentes del elemento tales como: cizalle, flexión, compresión paralela, compresión normal, clavado, etc.

Luego, en una clasificación por resistencia, se constata la presencia de la médula y si ella aparece en la pieza, ésta queda fuera de clasificación.

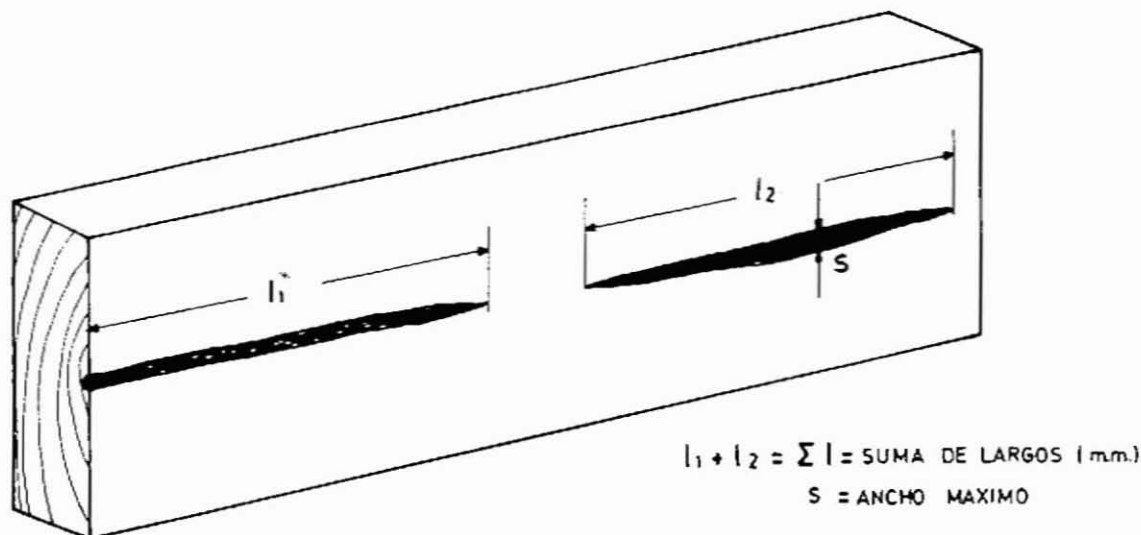


Figura 17. Medición de la médula.

✓ 4.2.7. Madera de reacción

Madera anormal que suele formarse en algunas zonas limitadas de ramas o fustes, caracterizada por su color, consistencia y propiedades distintas del resto del leño.

Puede ser madera de compresión o madera de tensión.

a) *Madera de compresión.* Madera de reacción que se forma en las coníferas. Generalmente es más clara que la madera normal.

b) *Madera de tensión.* Madera de reacción que se forma en las latifoliadas.

Las piezas que contienen madera de reacción, se excluyen de cualquier tipo de clasificación pues la madera de reacción presenta características enteramente diferentes de la madera normal, pudiendo involucrar color diferente, alabeos exagerados, propiedades resistentes más bajas, contracciones longitudinales anormales, etc.

Al constatar la presencia de cualquier característica que indique presencia de madera de reacción en un elemento, se procederá a su inmediata descalificación.

4.2.8. Nudo

Tejido leñoso dejado por el desarrollo de una rama, cuyo aspecto y propiedades son diferentes a los de la madera de las zonas circundantes.

Nudo firme. Aquel que está adherido solidariamente al leño circundante.

Nudo suelto. Aquel que provoca una discontinuidad en las fibras de la madera y que además, puede encontrarse rodeado de corteza. Se conoce también por "nudo flojo".

En una clasificación por aspecto, en general, no interesa la posición del o los nudos en la pieza. Sólo interesará la presentación que dan al elemento, dependiendo esto del tamaño y de la frecuencia con que aparecen en la pieza. Un nudo podrá considerarse decorativo o indeseable y en ambos casos convendrá establecer limitaciones para su tamaño y espaciamiento con el fin de uniformar la presentación de las piezas clasificadas con un determinado grado.

Respecto a la forma de medirlos, la norma establece:

Nudos. Tanto para los firmes como para los sueltos, cuando no interesa su ubicación dentro de la pieza (clasificación por aspecto), se miden sus diámetros mayor y menor (mm) y se calcula el diámetro medio. (Véase fig. 18).

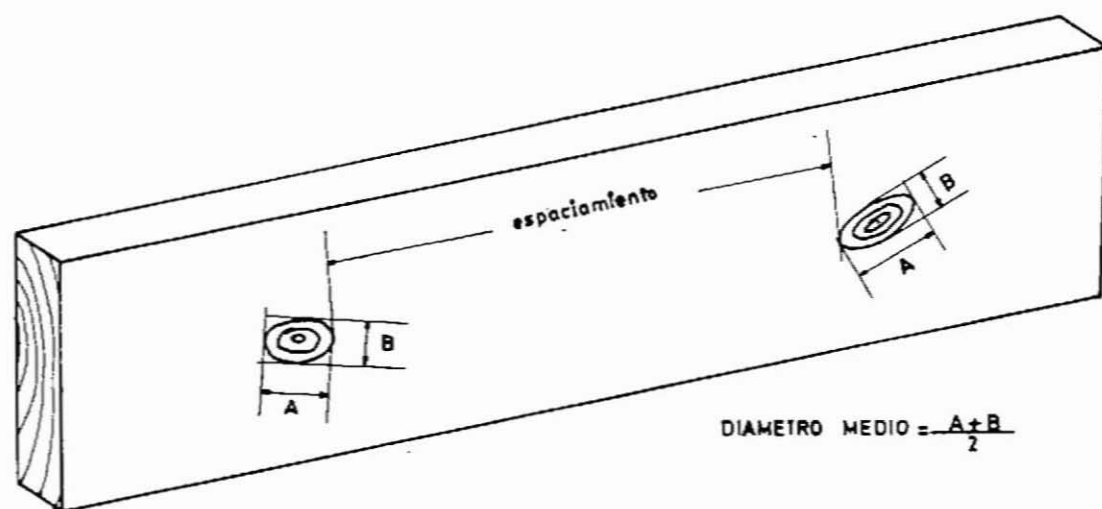


Figura 18. Medición de un nudo en una clasificación por aspecto.

En el caso de nudos firmes, nudos en grupos y nudos en racimo, la distancia que existe entre cualquiera de dos de estos defectos se llama espaciamento, y se mide a lo largo de la pieza. (Véase fig. 18)

Al considerar el efecto de los nudos sobre la resistencia de la madera, debe tenerse presente que un nudo completo es, de forma cónica, con la cúspide hacia la médula del tronco. La forma de la sección expuesta en la superficie de una pieza aserrada variará con la dirección del corte, resultando de ello diferentes tipos de nudos: circulares, ovalados, alargados, etc. El efecto debilitador de un nudo es ocasionado por la desviación local de las fibras de la madera que produce y no por la posible calidad inferior del material del cual está compuesto el nudo. El tamaño es una medida de las desviaciones de fibras que él ocasiona y, por lo tanto, indicador de las magnitudes de las componentes de tensiones que se originan en la dirección normal a la de aquella de las fibras de la pieza y que alteran su resistencia.

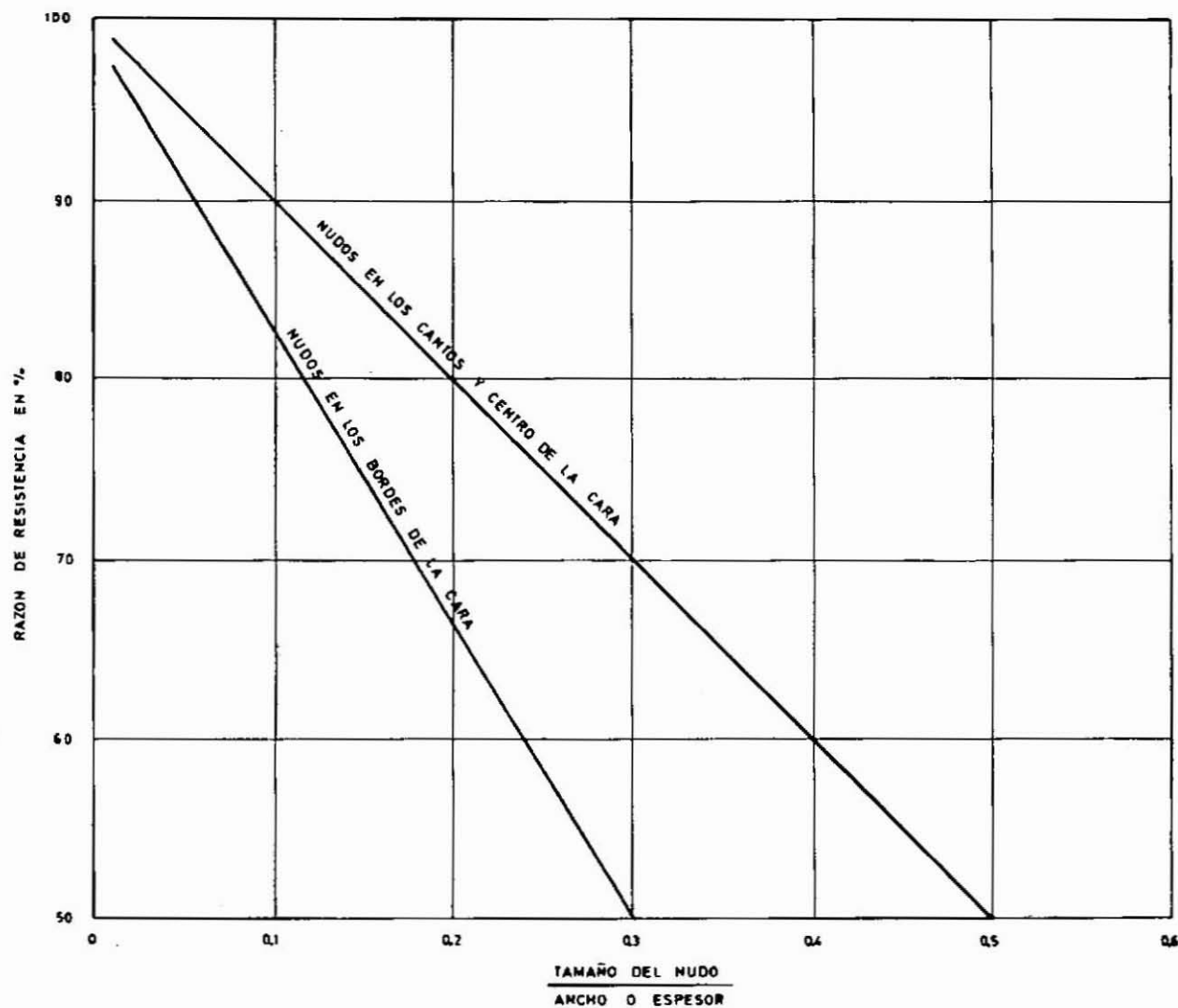
Se ha establecido una correlación entre la resistencia de un elemento y su *razón de nudos*, esto es, razón formada entre el tamaño del nudo y el ancho de la cara o canto en el cual aparece. Esta correlación toma diferentes valores según sea la ubicación del nudo en la pieza. (Véase fig. 19).

En la fig. 19 se observa que un nudo disminuye más la resistencia de la pieza cuando está ubicado en los bordes de la cara que cuando se encuentra en el centro o en el canto del elemento.

La correlación se ha obtenido en base a experiencias realizadas con diferentes piezas de madera con defectos, que han sido sometidas a distintos esfuerzos mecánicos. Evidentemente es una simplificación. La influencia exacta de los nudos sobre la resistencia de las piezas a los diferentes esfuerzos dependerá grandemente de la posición del nudo respecto de la distribución de tensiones que se producen en la sección transversal del elemento.

Para una pieza solicitada por flexión, en la cual las mayores tensiones de compresión y tracción se ubican cerca de los cantos, la presencia de un nudo en la zona central de la cara no alterará fuertemente su resistencia, en comparación a lo que sucedería si estuviese ubicado precisamente en o cerca de los cantos de la pieza.

FIGURA 19
EFECTO DEL TAMAÑO Y UBICACION DE LOS NUDOS SOBRE LA RESISTENCIA



BIBLIOG. J. G. SUMLEY
F. P. R. ENGLAND
BULLETIN Nº 47

La exacta influencia del tamaño de los nudos sobre la resistencia no es lineal. Tampoco se puede afirmar que las correlaciones indicadas en la figura 19 se pueden aplicar a todas las solicitaciones mecánicas a que puede quedar sometida una pieza. Sin embargo, se ha adoptado la simplificación propuesta por P. O. Reece ya que su aplicación da resultados que se acercan bastante a lo que realmente acontece en la práctica. En los numerales siguientes se incluyen las definiciones y la descripción del proceso de medición del tamaño del defecto, para los diferentes casos que se presentan según la ubicación del nudo en la pieza.

4.2.9. Nudo en la arista

Es aquel cortado por una arista que lo divide en dos partes, cada una de las cuales aparece, respectivamente, en el canto y cara que concurren a dicha arista. (Véase figura 20).

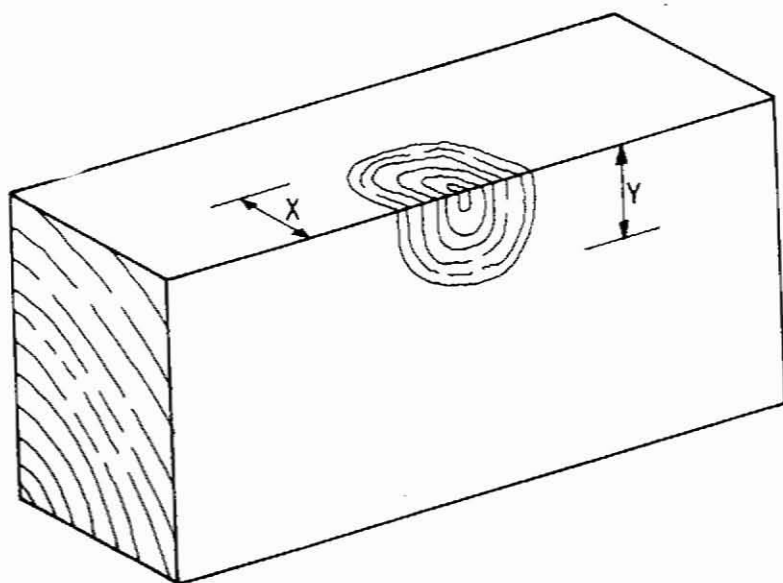


Figura. 20. Medición de nudo en la arista.

Se mide su dimensión tanto en la cara como en el canto, mediante la distancia (mm) entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al nudo (Véase figura 20).

Nudo en la cara. Aquel que aparece ubicado entre las aristas de la cara de una pieza. Puede ser nudo en el borde de una cara o nudo en la zona central de una cara.

4.2.10. Nudo en el borde de la cara

Nudo ubicado en el borde de la cara, superficie definida en numeral 4.1.2. Se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangente al nudo (mm). 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. (Véase figura 21). Si está ubicado parcialmente en la zona central de la cara, se le debe considerar como perteneciente al borde de la cara, si más de la mitad de su área está ubicada en este sector.

En este último caso se procederá a medirlo de acuerdo al criterio definido para un nudo en el borde de la cara.

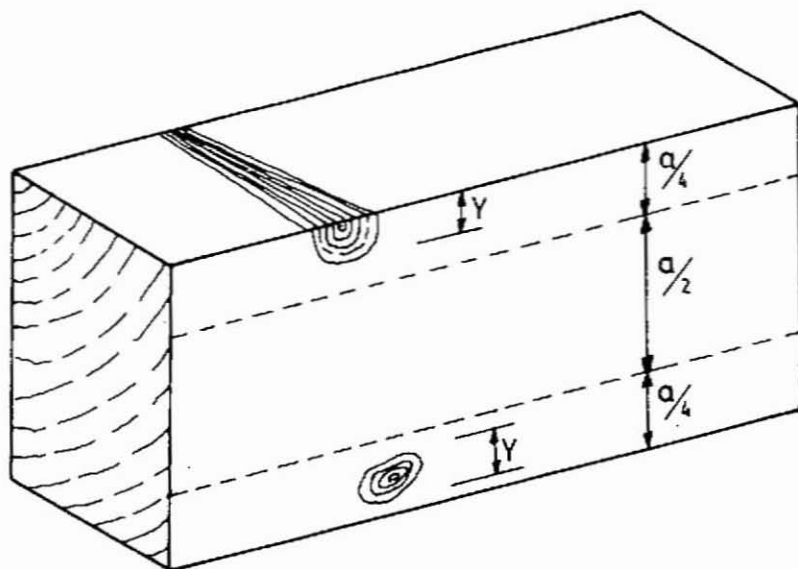


Figura. 21 Medición de nudo en el borde de una cara.

✓ 4.2.11. Nudo en el canto

Aquel que aparece ubicado totalmente entre las aristas del canto de una pieza.

Se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al nudo, (mm). Si el nudo está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista o una línea paralela a ésta y tangente al nudo. (Véase figura 22).

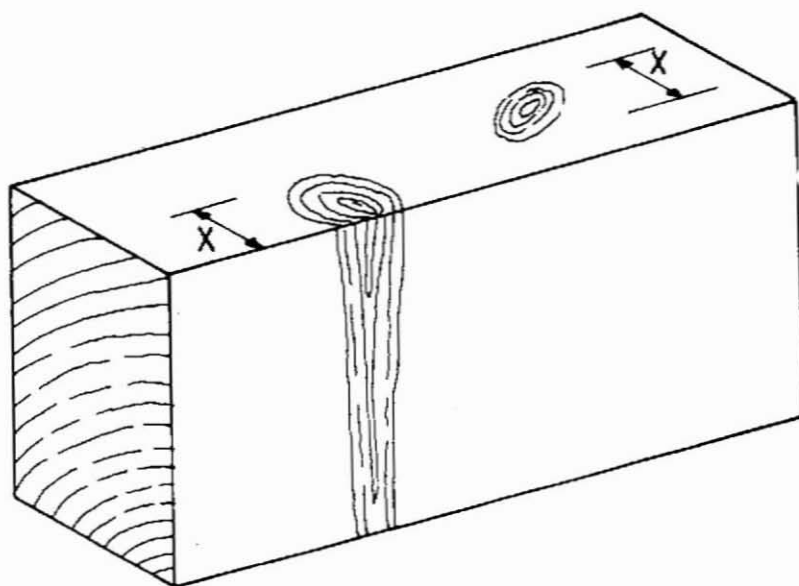


Figura 22. Medición de nudo en el canto.

4.2.12. Nudo en la zona central de la cara

Nudo ubicado en la zona central de la cara, superficie definida en numeral 4.1.2.

Se mide su diámetro mayor y menor (mm) y 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 área está ubicada en esta zona. (Véase figura 23).

Para este caso se procederá a medir el tamaño del defecto mediante el procedimiento descrito para un nudo en el centro de la cara.

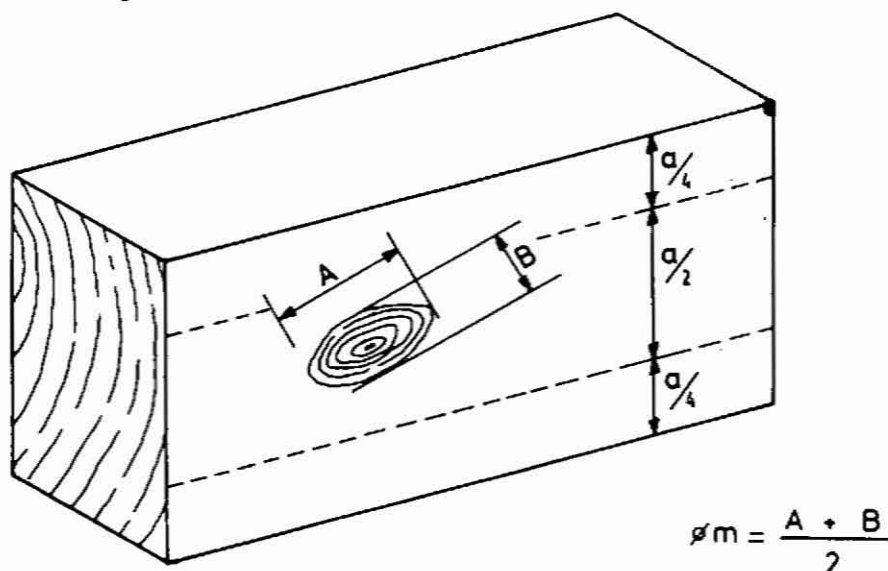


Figura 23. Medición de nudo en la zona central de una cara.

4.2.13. Nudos en grupo

Dos o más nudos individuales que se encuentran agrupados en una superficie cuadrada de lado igual al ancho de la pieza, siendo cada uno de ellos una unidad separada y totalmente rodeada por las fibras de la madera. (Véase figura 24).

Se determina el diámetro medio (mm) para cada nudo individual y se calcula el diámetro medio para el grupo mediante la suma de los valores individuales (Véase figura 24).

En una clasificación por aspecto interesará el diámetro medio, que representará el área que ocupa, y el espaciamiento mínimo ya definido en el numeral 4.2.8.

La limitación del largo de la zona en la cual se deben considerar los nudos que constituyen el grupo, se origina en la existencia de piezas en las que tales grupos no quedan totalmente definidos. Si en una cara de una pieza aparecen nudos adyacentes ubicados en una superficie con un ancho igual al ancho (a) de la pieza y un largo igual $3a$, se tratará como 3 nudos en grupo con espaciamiento nulo. En cada uno de ellos se medirá el diámetro medio de los nudos que lo forman y al sumar tales valores se tendrá la magnitud del defecto. Para el caso de una clasificación por resistencia, la norma establece que se debe "considerar cada uno de los nudos del grupo individualmente y limitarlos según su ubicación en la pieza de acuerdo a lo establecido en los defectos: nudo en la arista, nudo en el borde de la cara, nudo en el canto y nudo en la zona central de la cara". Lo que interesa en este tipo de clasificación es el efecto debilitador que tiene cada nudo sobre la resistencia de la pieza.

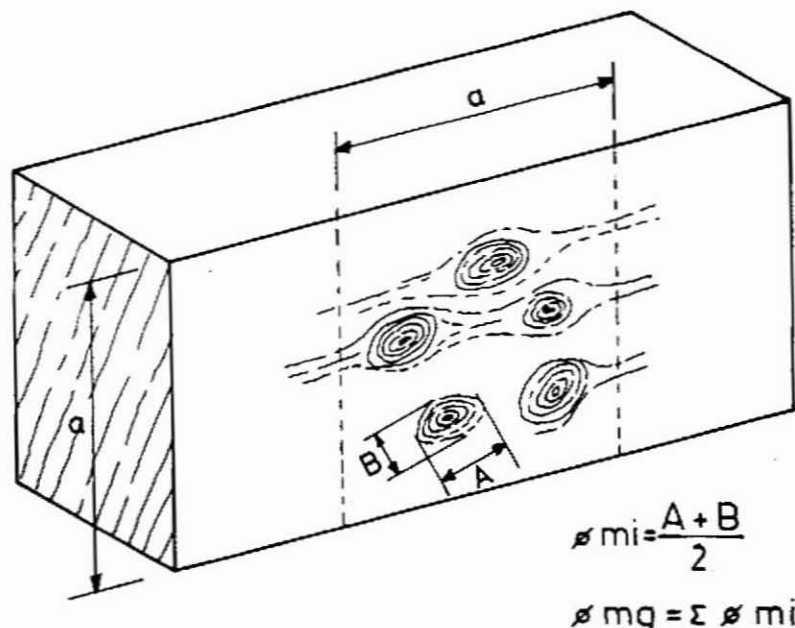


Figura 24. Medición de nudos en grupo.

✓ 4.2.14. Nudos en racimo

Dos o más nudos agrupados como una unidad que queda totalmente rodeada por las fibras del leño que la circunda. (Véase figura 25).

Se miden las distancias (mm) entre dos líneas paralelas a las aristas (A) y entre dos líneas perpendiculares a ellas (B), que sean tangentes a los nudos exteriores del racimo y que lo encierran totalmente. Se considera como diámetro medio del conjunto a la media aritmética de las dos distancias. (Véase figura 25).

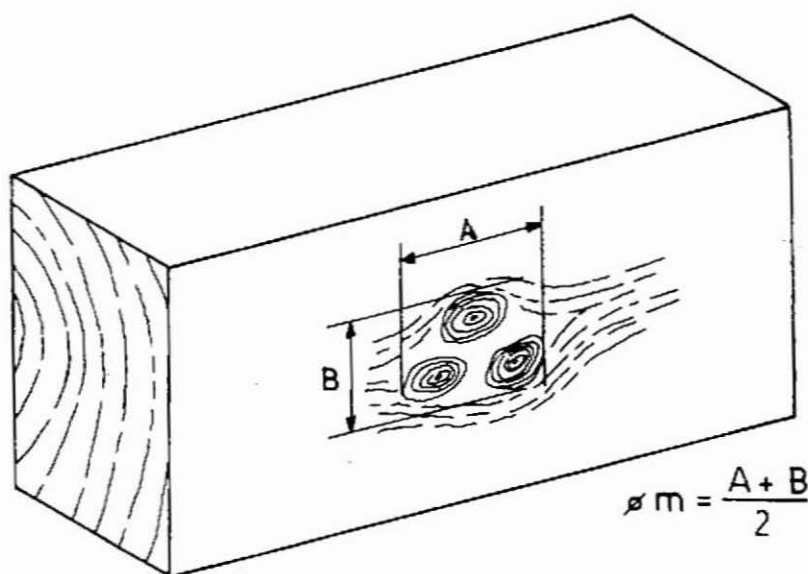


Figura 25. Medición de nudos en racimo

Para la clasificación por aspecto interesa la magnitud del área que ocupa el defecto en la superficie de la pieza y la frecuencia con que aparece él, como otros similares. El tamaño se expresa, igual que en el caso de nudos firmes, mediante la definición de un diámetro medio y la frecuencia, por el espaciamiento mínimo definido en 4.2.8. La introducción de la característica denominada *diámetro medio* para los nudos en racimo está basada en la definición misma del defecto y en la consideración de que estos nudos, al estar rodeados por las fibras, tienen una presentación similar a la que tendría una sola unidad con el tamaño del conjunto que forman el racimo.

Para el caso de una clasificación por resistencia, interesará; la magnitud de la desviación que los nudos en racimo provocan sobre las fibras de la madera. Como se mencionó en 4.2.8., el efecto debilitador de un nudo es ocasionado principalmente por la desviación local de las fibras alrededor del nudo. Para una clasificación por resistencia resulta indiferente si tal desviación es causada por uno o varios nudos. La determinación de las dimensiones admisibles de los *nudos en racimo*, deberá hacerse como si se tratara de uno sólo, debiendo, por lo tanto, considerarse la ubicación del defecto en la pieza y las dimensiones definidas en los defectos: nudo en la arista, nudo en el borde de la cara, nudo en el canto, nudo en la zona central de la cara, para aplicarlos respectivamente a: nudos en racimo en la arista (Véase figura 26), nudos en racimo en el borde de la cara (Véase figura 27), nudos en racimo en el canto (Véase figura 28) y nudos en racimo en la zona central de la cara (Véase figura 29).

Nudos en racimo en la arista. Nudos que constituyen un racimo cortado por una arista que lo divide en dos partes, cada una de las cuales aparece respectivamente en el canto y cara que concurren a dicha arista. (Véase figura 26).

Su dimensión se mide tanto en la cara como en el canto mediante la distancia (mm) entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente a los nudos del racimo que están más alejados de la arista.

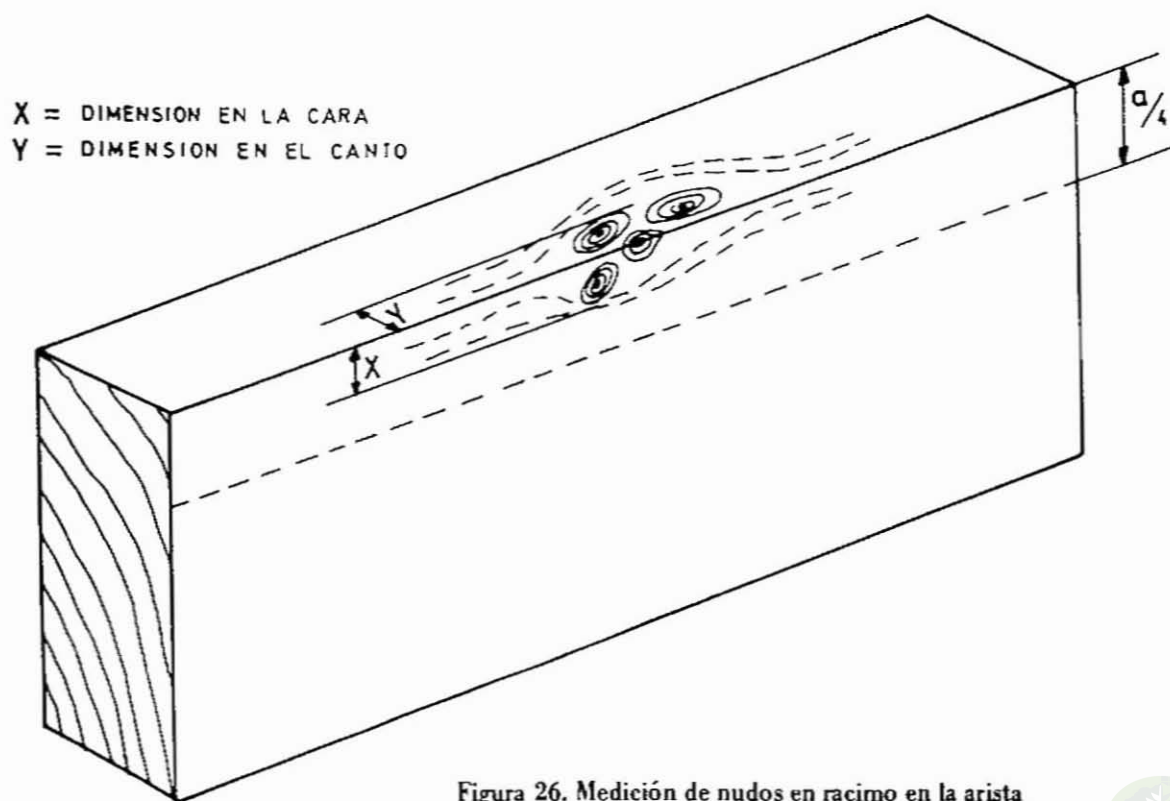


Figura 26. Medición de nudos en racimo en la arista

Nudos en racimo, en la cara. Nudos en racimo que aparecen ubicados entre las aristas de la cara de una pieza. Pueden ser nudos en racimo en el borde de una cara o nudos en racimo en la zona central de una cara.

Nudos en racimo, en el borde de una cara. Nudos en racimo ubicados en el borde de la cara, superficie definida en numeral 4.1.2.

Se mide su dimensión entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al nudo (mm). Si el racimo está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista y una línea paralela a ésta y tangente al nudo. (Véase figura 27). Si está ubicado parcialmente en la zona central de la cara, se le debe considerar como perteneciente al borde de la cara, si más de la mitad del área cubierta por el racimo está ubicada en este sector. En este último caso se procederá a medirlo de acuerdo al criterio definido para nudos en racimo en el borde de una cara.

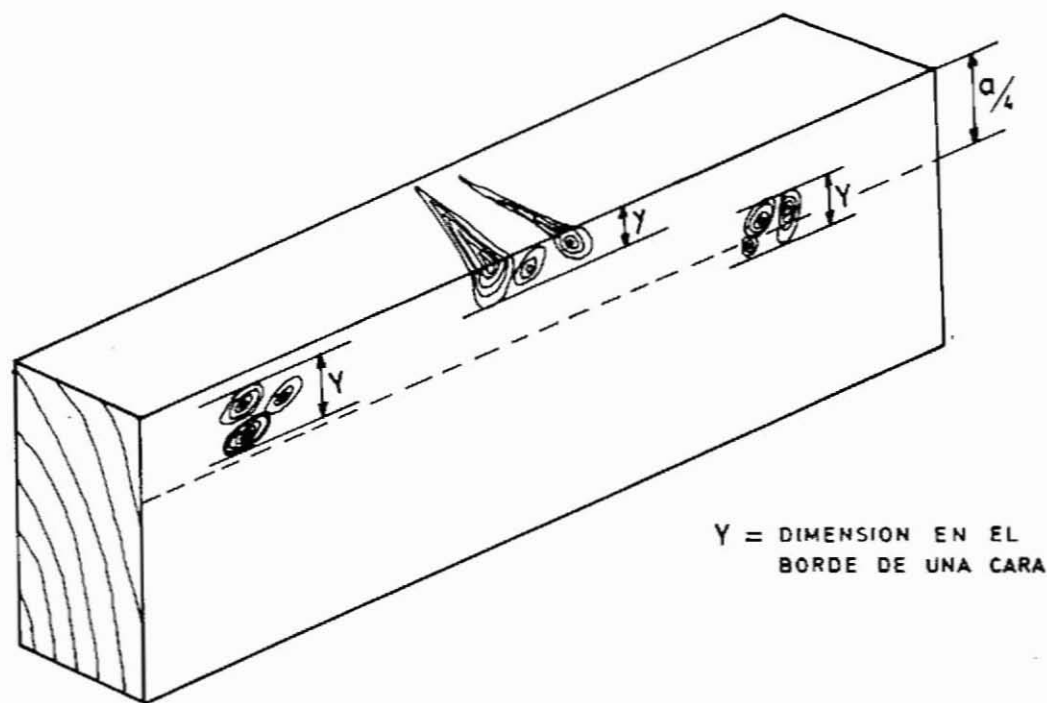
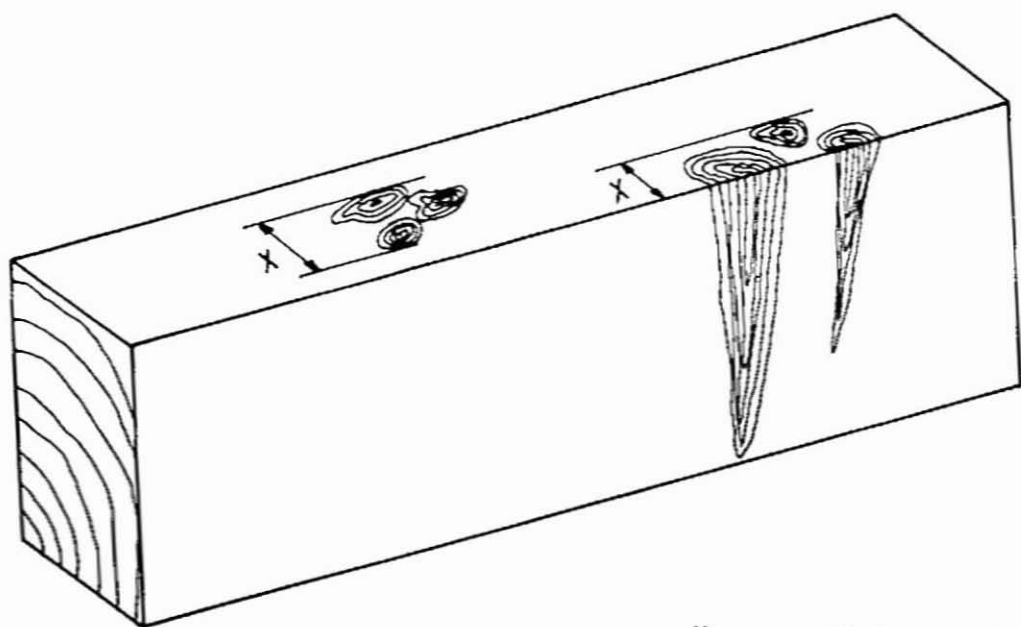


Figura 27. Dimensión en borde de una cara.

Nudos en racimo, en el canto. Racimo de nudos que aparece ubicado totalmente entre las aristas del canto de una pieza.

Su dimensión se mide entre dos líneas paralelas a la arista y tangentes al nudo (mm). Si el racimo está cortado por una arista, se mide su dimensión entre la arista o una línea paralela a ésta y tangente al nudo (Véase figura 28).

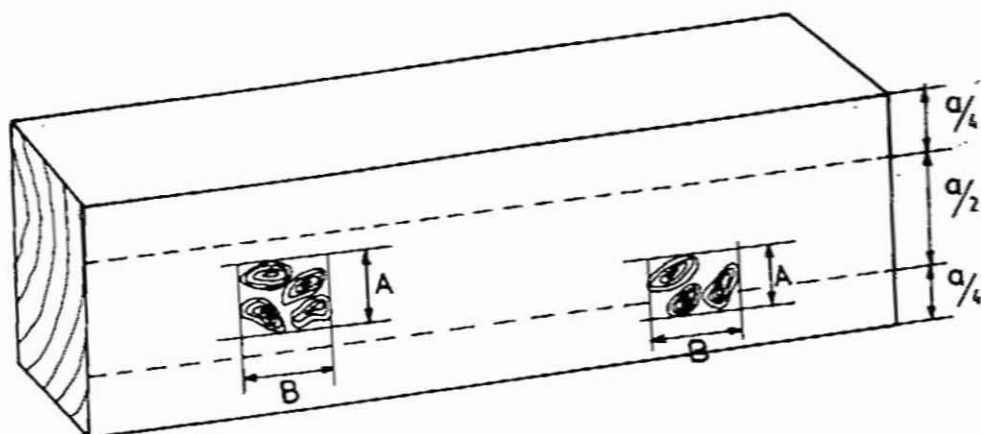


X = Dimensión de los nudos en racimo, en el canto

Figura 28. Medición de nudos en racimo, en el canto.

Nudos en racimo, en la zona central de una cara. Racimo de nudos ubicado en la zona central de la cara, superficie definida en numeral 4.1.2.

Se mide el diámetro medio del racimo mediante el procedimiento descrito en el numeral 4.2.14. (figura 25). Si está ubicado parcialmente en el borde de una cara, considerarlo como perteneciente a la zona central, si más de la mitad de su área está ubicada en esta zona. (Véase figura 29). Para este caso se procederá a medir el tamaño del defecto mediante el método descrito anteriormente.



$$\begin{aligned} \phi_m &= \text{DIÁMETRO MEDIO} = \\ &= \frac{A + B}{2} \end{aligned}$$

Figura 29. Medición de nudos en racimo, en la zona central de una cara.

✓ 4.2.15. *Velocidad de crecimiento*

Número de anillos de crecimiento por unidad de longitud.

Se determina en cada cabeza de la pieza, el valor promedio de anillos de crecimiento (N°/cm) que se obtiene sobre una línea perpendicular a los anillos, que pasa por el centro de la cabeza de la pieza o que se inicia a 3 cm de la médula, en caso de haberla. (Véase figura 30).

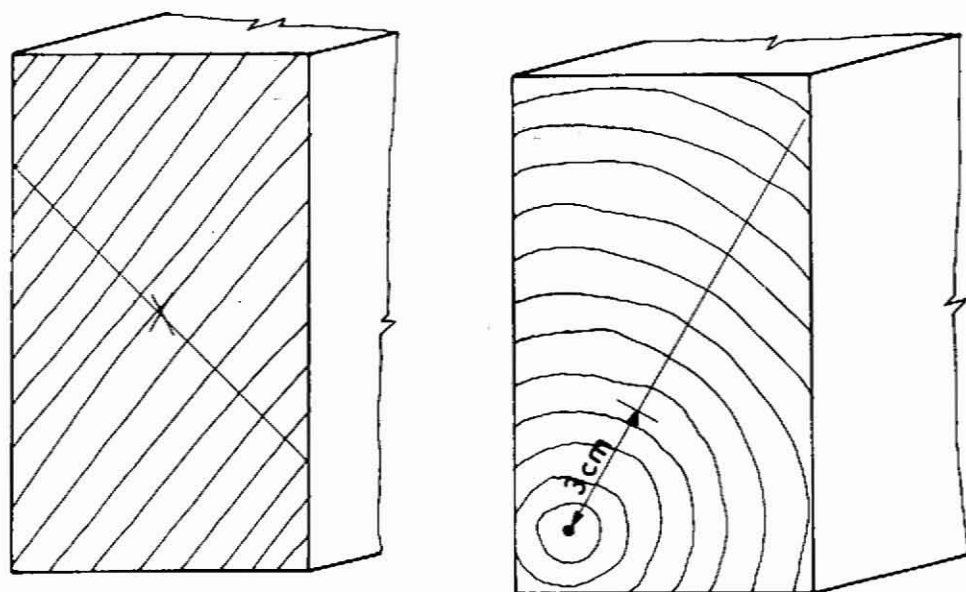


Figura 30. Medición de la velocidad de crecimiento.

Esta característica de la madera interesa solo en el caso de una clasificación por resistencia.

Entre la resistencia y la velocidad de crecimiento no hay una correlación tan alta como la que existe entre la resistencia y densidad de la especie. Sin embargo, en las especies coníferas, el porcentaje de madera de verano (madera tardía) existente en un anillo da una buena pauta de las propiedades resistente de la especie. Si un anillo es muy ancho, es probable que la madera de verano que contiene aparezca en pequeña proporción. Es conveniente, por lo tanto, establecer una limitación al ancho de los anillos, con el fin de que los grados o clases más altas aporten una buena calidad de madera, especialmente para ensambles y propósitos similares. Esta limitación del ancho de los anillos de crecimiento se hace por el número de anillos admisibles por cada centímetro medido sobre líneas normales a los anillos, según se ha indicado anteriormente (Véase figura 30).

La medición indicada se aplica solamente a las especies coníferas, en las latifoliadas normalmente no se establece límites.

4.2.16. *Mancha biológica*

Cambio de color de la madera producido por hongos no xilófagos.

Se estima su área sobre la cara considerada en la clasificación y se calcula el porcentaje (o/o) de superficie que tal área representa con respecto a la superficie total de la cara.



En una clasificación por aspecto, la mancha biológica se limita para que no afecte la presentación de la madera, especialmente cuando ella tendrá una terminación natural.

La mancha biológica no afecta la resistencia de la madera, por lo que en una clasificación por resistencia normalmente no se considera.

✓ 4.2.17. Perforación

Galería u otro tipo de orificios, producidos en la madera por diferentes especies del reino animal.

- En cualquier tipo de clasificación este defecto es inadmisibile, por lo cual sólo bastará constatar su presencia para eliminar la pieza.

La razón de la medida anterior se debe a que es difícil estimar cuánto daño han provocado tales especies en el interior de la pieza. Un pequeño orificio en la superficie puede ser señal de una gran galería u orificio, que puede comprometer la integridad de la pieza al ser sometida al más leve esfuerzo.

✓ 4.2.18. Pudrición

Descomposición de la madera producida por la acción de hongos xilófagos, acompañada de un proceso gradual de cambios de características físicas, químicas y mecánicas.

Defecto no admisible en una clasificación, cualquiera sea el tipo de ella. Bastará constatar su presencia en una pieza para no incluirla en los grados de una clasificación.

Una leve presencia de putrefacción en un elemento de madera implicará una creciente reducción de la resistencia y, por lo tanto, tal elemento no será conveniente como material de construcción, además que su presentación e integridad se verán seriamente afectadas debido a su descomposición paulatina.

4.2.19. Acanaladura ✓

Alabeo de las caras en la dirección transversal. Se conoce también por "abarquillado" (Véase figura 31).

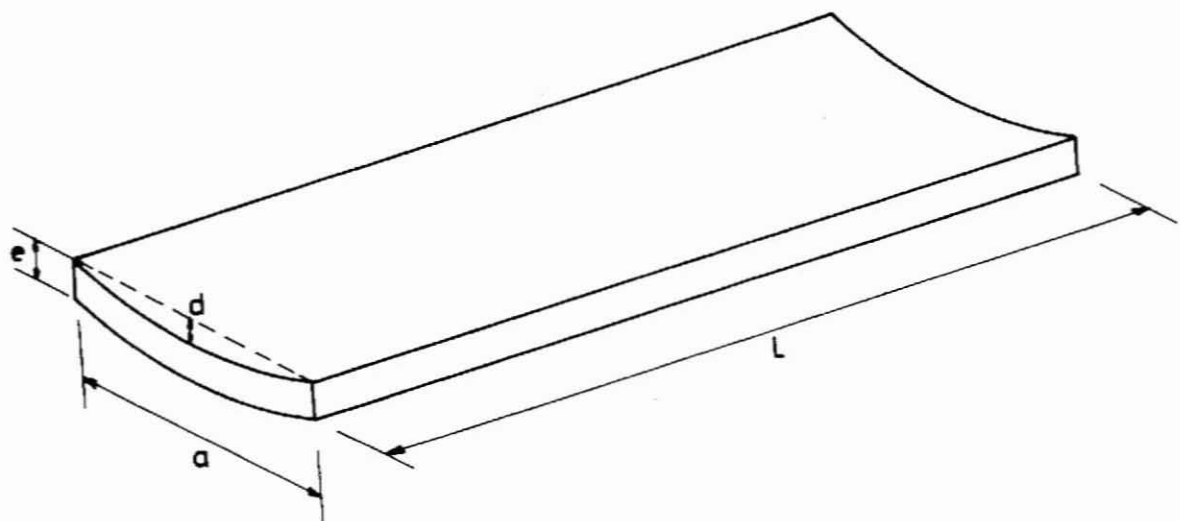


Figura 31. Medición de la acanaladura.

La definición de alabeo dada por la norma es:

Alabeo Deformación que puede experimentar una pieza de madera en la dirección de sus ejes longitudinal o transversal o de ambos a la vez.

En la acanaladura se mide la deformación máxima (mm) que presenta una cara con respecto a una línea recta trazada por sus aristas. (Véase figura 31).

4.2.20. *Arqueadura* ✓

Alabeo de las caras en la dirección longitudinal. Se conoce también por “combado”. (Véase figura 32).

En la arqueadura se mide la deformación máxima (mm) que presenta una cara con respecto a una línea recta trazada por las cabezas de la pieza. (Véase figura 32).

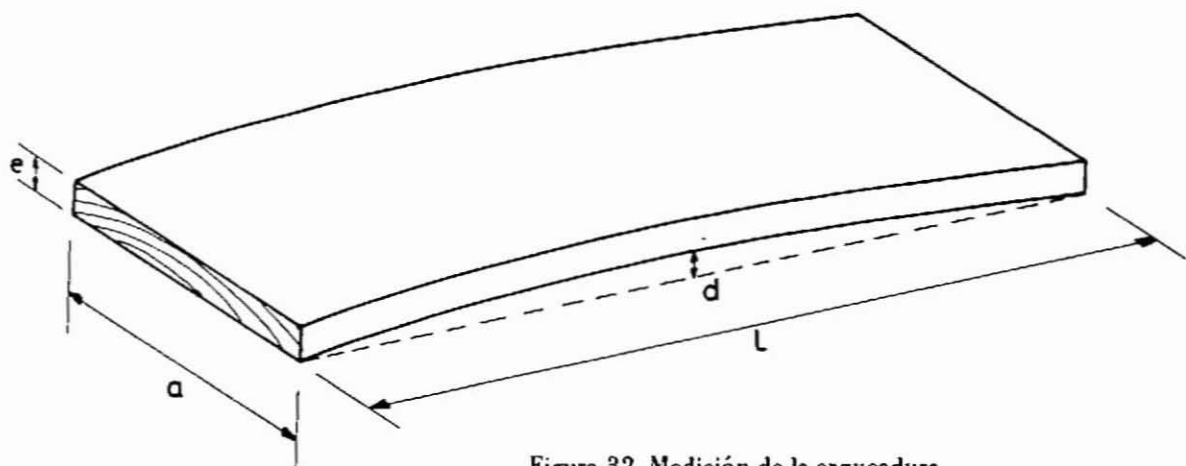


Figura 32. Medición de la arqueadura.

4.2.21. *Encorvadura* ✓

Alabeo de los cantos en la dirección longitudinal. (Véase figura 33).

En la encorvadura se mide la deformación máxima (mm) que presenta un canto con respecto a una línea recta trazada por las cabezas de la pieza. (Véase figura 33).

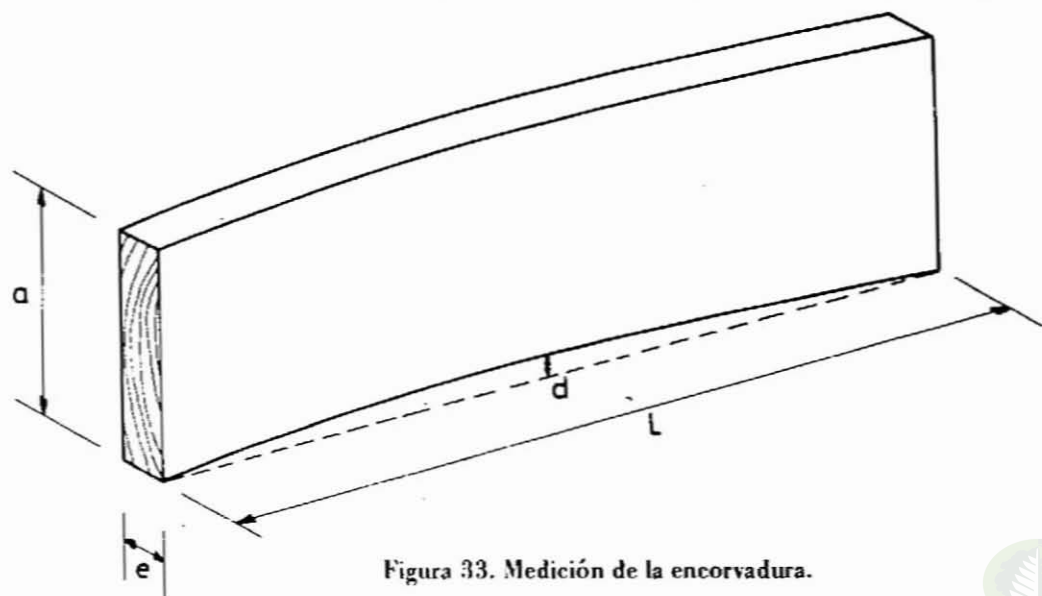


Figura 33. Medición de la encorvadura.

Alabeo helicoidal de la pieza en torno a su eje longitudinal. (Véase figura 34).

En la torcedura se mide la deformación mediante la distancia (mm) de una esquina de la cara a una superficie plana sobre la cual están apoyadas las otras tres esquinas. (Véase figura 34).

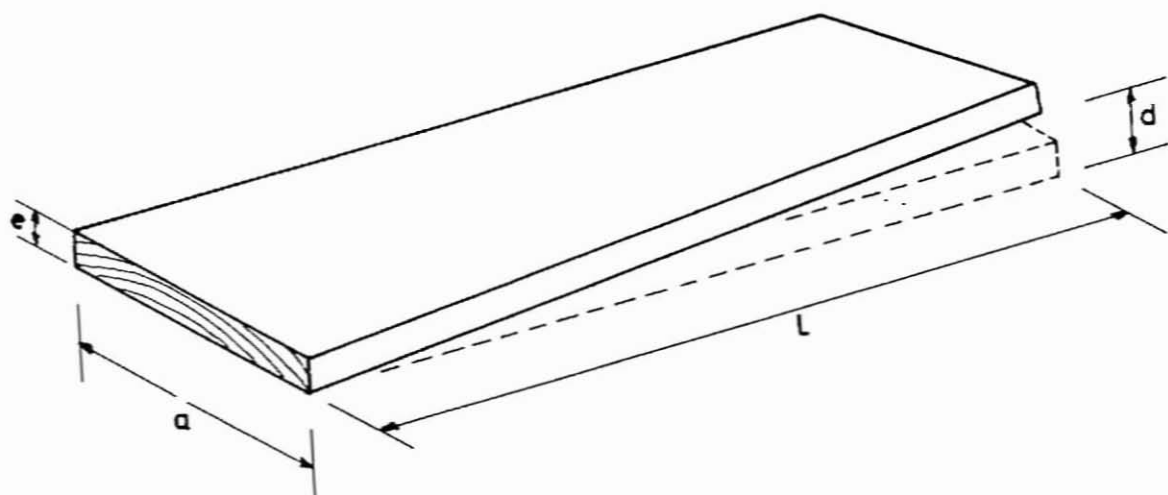


Figura 34. Medición de la torcedura.

En una clasificación por aspecto, los alabeos se limitan por razones de presentación o por la dificultad de ubicar la pieza en la posición requerida. En las piezas delgadas, angostas y/o largas estos alabeos pueden ser en parte eliminados mediante una eficiente fijación de la pieza en la ubicación requerida. Ejemplo: clavado, encolado, etc. Esta posibilidad explica el porqué los valores admisibles disminuyen con el ancho, en la acanaladura; dependen del largo y del espesor en la arqueadura y torcedura, y del largo y ancho, en la encorvadura.

Los alabeos no afectan la resistencia. Las limitaciones que para ellos se hacen en una clasificación por resistencia, son para evitar el pandeo de piezas sometidas a compresión, para obtener una perfecta linealidad de los elementos estructurales, etc.

4.2.23. Arista faltante ✓

Falta de madera en una arista de una pieza. Se conoce también por "Canto muerto". (Véase figura 35).

Se mide en la arista su largo o suma de largos, su mayor dimensión en el canto (X) y su mayor dimensión en la cara (Y), en (mm).

Si en una misma superficie se observan *dos aristas faltantes*, se suman correspondientemente las magnitudes medidas para las mayores dimensiones en el canto ($X_1 + X_2$) o para las mayores dimensiones en la cara ($Y_1 + Y_2$). (Véase figura 35).

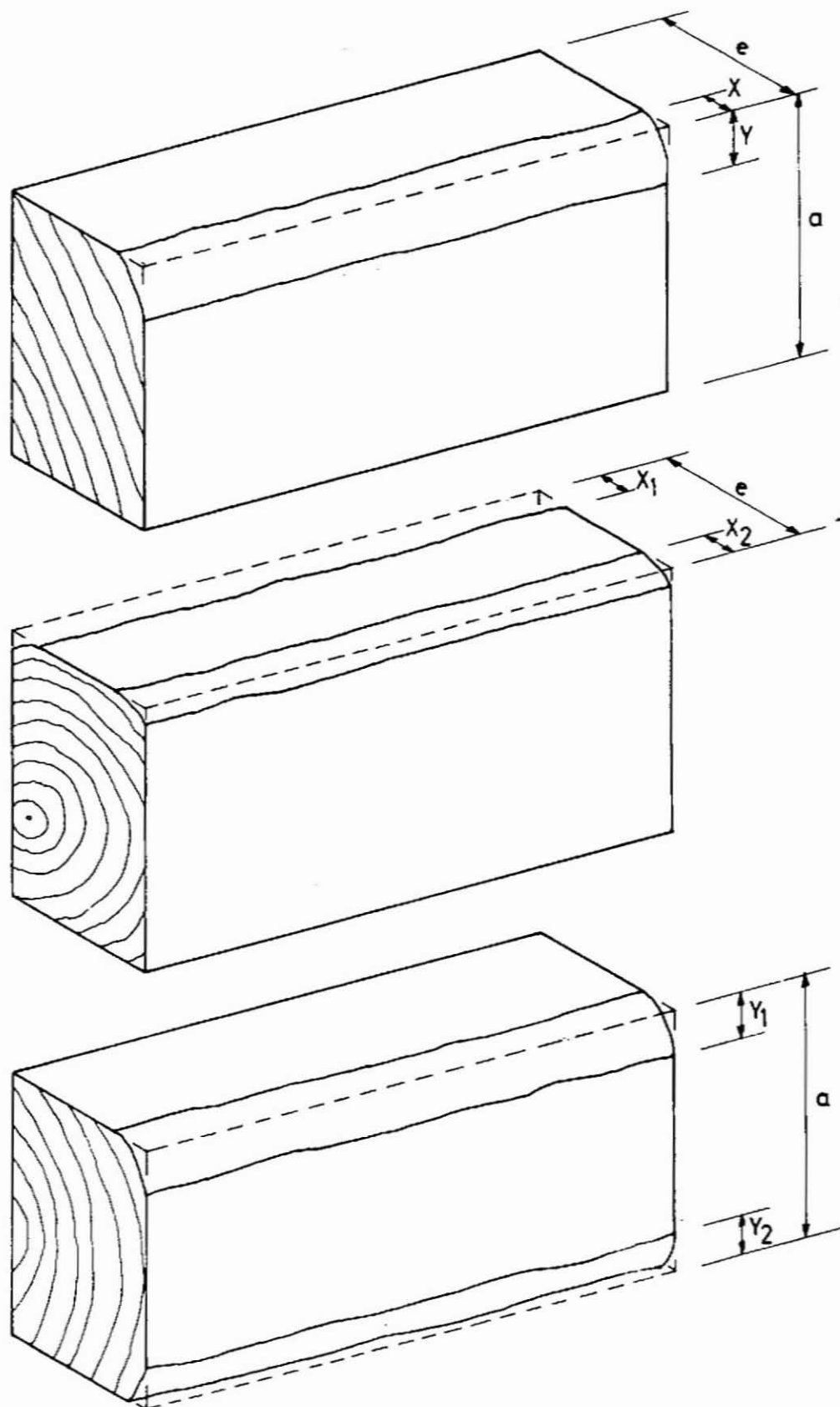


Figura 35. Medición de arista faltante.

Se considera como largo la suma de las magnitudes medidas de ambas aristas faltantes, si no se traslapan. En el caso de traslapos, tomar como largo la longitud de la zona afectada. (Véase figura 36).

En una clasificación por aspecto, la arista faltante se limita por consideraciones obvias y por los problemas que se pueden presentar para obtener una buena ubicación de la pieza en la posición requerida. Al tener esto en cuenta, los valores admisibles que se obtienen para el defecto no provocan una reducción muy alta de la resistencia de la pieza.

En una clasificación por resistencia, la arista faltante se limita para evitar: una excesiva reducción de la sección transversal, una disminución de la superficie de las caras, por ejemplo, en piezas sometidas a compresión normal, y una deficiencia en el clavado por falta del espesor necesario.

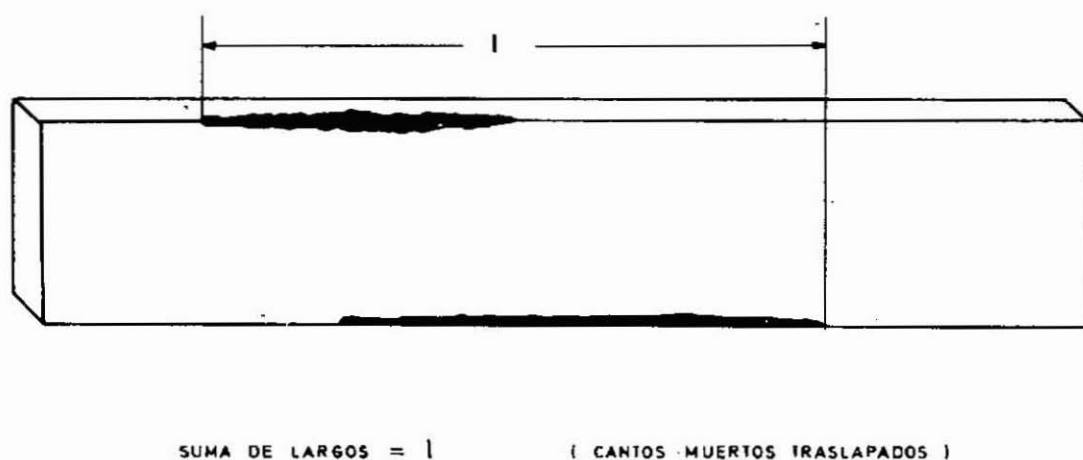
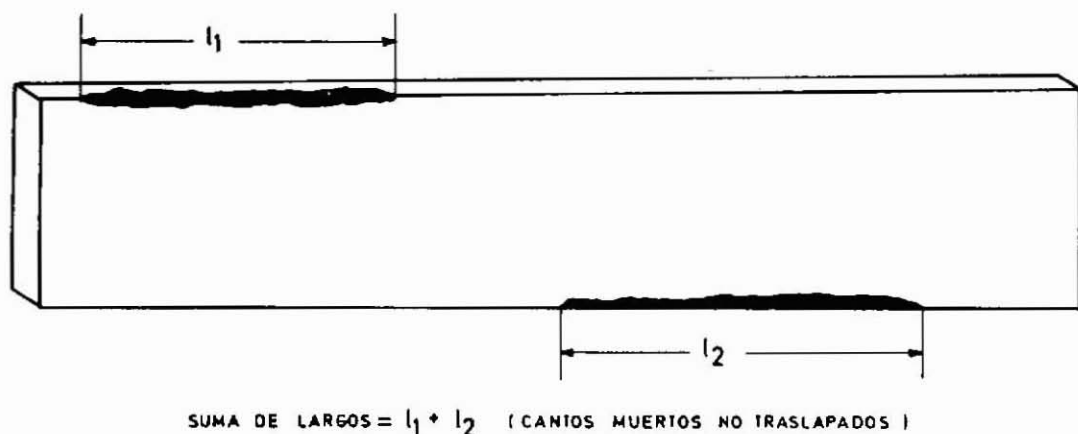


Figura 36. Medición del largo o suma de largos del canto muerto.

Reducción de las dimensiones de la madera que ocurre durante un proceso de secado sobre el punto de saturación de las fibras y que se debe a un aplastamiento de sus cavidades celulares.

Este defecto no es admisible en una clasificación, sea ella por aspecto o por resistencia. Si en una pieza se constata su presencia, se procederá a dejarla fuera de la clasificación.

4.2.25. Escuadría irregular ✓

Variación de la escuadría nominal de una pieza producida por la desviación del plano de corte durante el aserrado; puede manifestarse también en una pérdida de ortogonalidad de la sección transversal de la pieza.

Se determina la diferencia entre la dimensión de la zona de irregularidad máxima y el valor correspondiente de la escuadría nominal, expresándola en porcentaje (o/o) con respecto a la dimensión nominal considerada. (Véase figura 37).

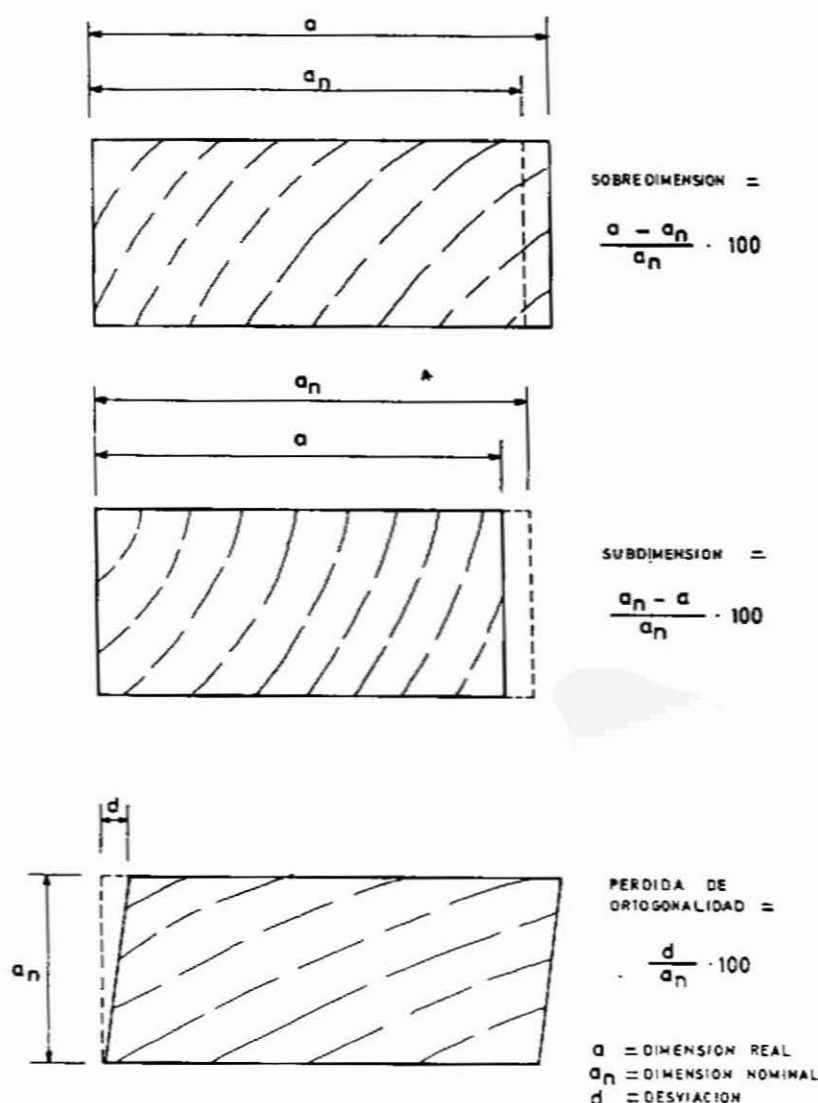


Figura 37. Determinación de tolerancias en la escuadría irregular.

La escuadría irregular es un típico defecto originado en el aserradero. Al limitarlo, se establecen las dimensiones reales admisibles tanto máximas como mínimas de la escuadría resultante.

En una clasificación por aspecto interesa incluir tal defecto para eliminar aquellas piezas que difieren en ancho y espesor o con sus cantos y caras, no perpendiculares. En una clasificación por resistencia también interesa la escuadría irregular, especialmente la subdimensión, con el fin de saber cuál es la menor escuadría que se puede esperar en una pieza de una escuadría nominal determinada. Lo anterior es importante en la determinación de las características geométricas de una sección transversal determinada, tales como el área, el momento de inercia, el módulo de flexión, etc. que son usados en el diseño de piezas estructurales.

4.2.26. Grieta

Separación de los elementos constitutivos de la madera cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza.

Mediante un calibre de 0,15 mm de espesor (Véase figura 1) se mide la profundidad máxima y la longitud de la zona (mm) en la que el calibre pueda deslizarse dentro de la grieta.

Cuando en una zona se presentan dos o más grietas, se medirán sólo las características de la grieta más destacada que se presenten en la zona afectada por el defecto. Decir la más destacada es referirse a la más profunda, la de mayor longitud, la que presente mayor separación de sus fibras. *Determinar la longitud* de la zona afectada no consiste en sumar los largos de todas las grietas que aparecen en la zona, sino en medir la longitud de la grieta más destacada que se presente en dicha zona. (Véase figura 38).

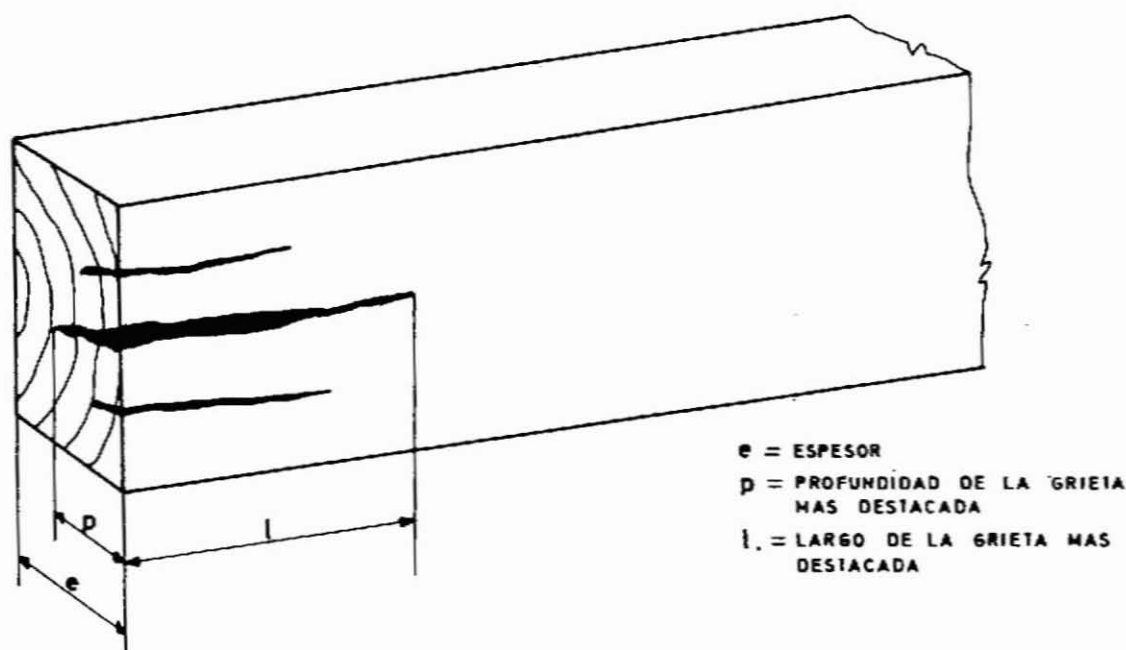


Figura 38. Medición de grietas.

En una clasificación por aspecto, las grietas *se limitan* debido a que desmejoran la presentación de las piezas y porque ponen en peligro la integridad de sus caras superficiales.

En una clasificación por resistencia, las grietas *se limitan* porque reducen el área que el elemento opone a las sollicitaciones de cizalle, especialmente en el caso de elementos sometidos a esfuerzos de flexión.

4.2.27. Marca de sierra ✓

Depresión en la superficie de una pieza producida por un corte anormal; se conoce también por "picada".

Se mide el largo de la zona afectada y se expresa como porcentaje (o/o) de la longitud de la pieza.

Este defecto de aserrío se refiere exclusivamente para fines de una clasificación por aspecto, pues desmejora la presentación de las caras de la pieza.

En una clasificación por resistencia no se considera.

4.2.28. Rajadura ✓

Separación de las fibras de la madera que afecta dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza. (Véase figura 38).

Mediante un calibrador de 0,15 mm de espesor (Véase figura 1) se mide la profundidad máxima y la longitud (mm) de la zona en la que el calibrador pueda deslizarse dentro del defecto. Si la rajadura va de cara a canto, medir, además, su proyección sobre el canto de la pieza (mm). (Véase figura 39).

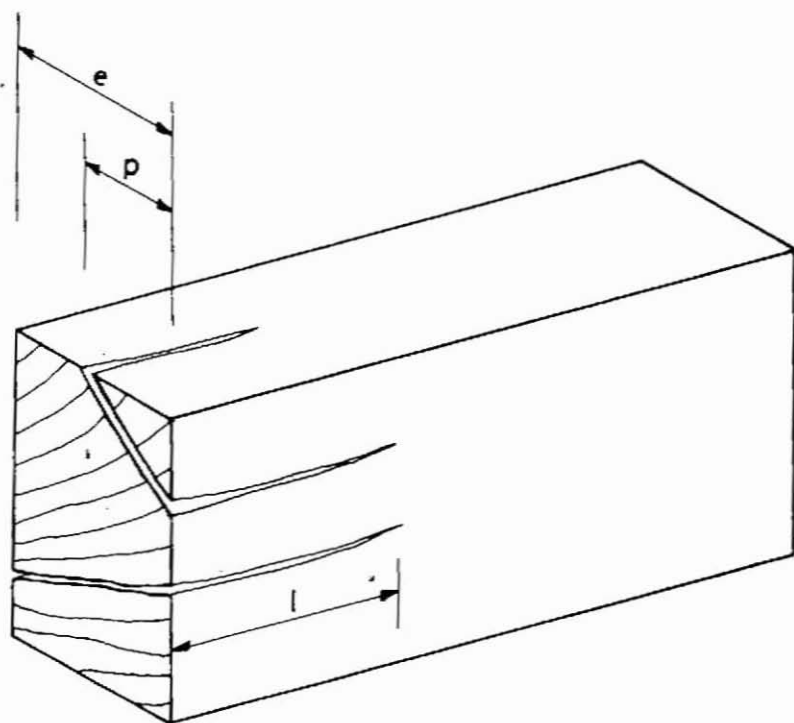


Figura 39. Medición de la longitud de la zona afectada por rajaduras.

Pareciera que medir la profundidad en este defecto no tuviera sentido, puesto que por definición, en la rajadura, la separación de las fibras afecta a dos superficies opuestas con lo cual la profundidad sería siempre igual al espesor de la pieza o mejor igual a la distancia entre esas dos superficies opuestas.

Sin embargo, cuando la rajadura va de cara a canto o cuando está comprendida entre dos superficies perpendiculares de las piezas, interesará conocer que porcentaje (p) del espesor del elemento queda afectado por el defecto. (Véase figura 39). Esta proyección de la rajadura sobre el espesor de la pieza es lo que se debe entender como *profundidad* del defecto rajadura.

Cuando en una zona se presentan dos o más rajaduras se medirán sólo las características de aquella que presente la mayor longitud. (Véase figura 39).

Tal longitud definirá, además, la zona afectada por el defecto.

En una clasificación por aspecto, las rajaduras *se limitan* debido a que desmejoran la presentación de las piezas y porque ponen en peligro la integridad de sus caras superficiales.

En una clasificación por resistencia, las rajaduras *se limitan* porque reducen notoriamente la resistencia que el elemento opone a las sollicitaciones de cizalle, principalmente en elementos sometidos a flexión.

4.2.29. a) *Cepillado desgarrado* ✓

Levantamiento de las fibras en las superficies cepilladas causado por un trabajo defectuoso. Ocurre con mayor frecuencia al procesar madera verde.

Se mide el largo de la zona afectada y se expresa como porcentaje (o/o) de la longitud de la pieza.

b) *Cepillado ondulado*

Depresiones sucesivas dejadas por las cuchillas sobre la superficie de una pieza cepillada.

Se mide el largo de la zona afectada y se expresa como porcentaje (o/o) de la longitud de la pieza.

Estos defectos se originan en el cepillado de las piezas y se consideran exclusivamente en las clasificaciones por aspecto. En una clasificación por resistencia no se toman en cuenta.

4.2.30. *Cepillado incompleto* ✓

Áreas de las superficies cepilladas de una pieza que quedan sin cepillar. Se conocen también por "faltante". Ocurre, generalmente, en el cepillado de piezas con los defectos: escuadría irregular y/o arista faltante.

Se mide el largo de la zona afectada y se expresa como porcentaje (o/o) de la longitud de la pieza.

Este defecto originado en el cepillado de una pieza se considera, exclusivamente, en las clasificaciones por aspecto.

4.2.31. *Depresión por cepillado* ✓

Concavidad producida durante el cepillado de una pieza.

Se mide el largo del defecto (mm). (véase figura 40).

Este defecto interesa sólo en las clasificaciones por aspecto.

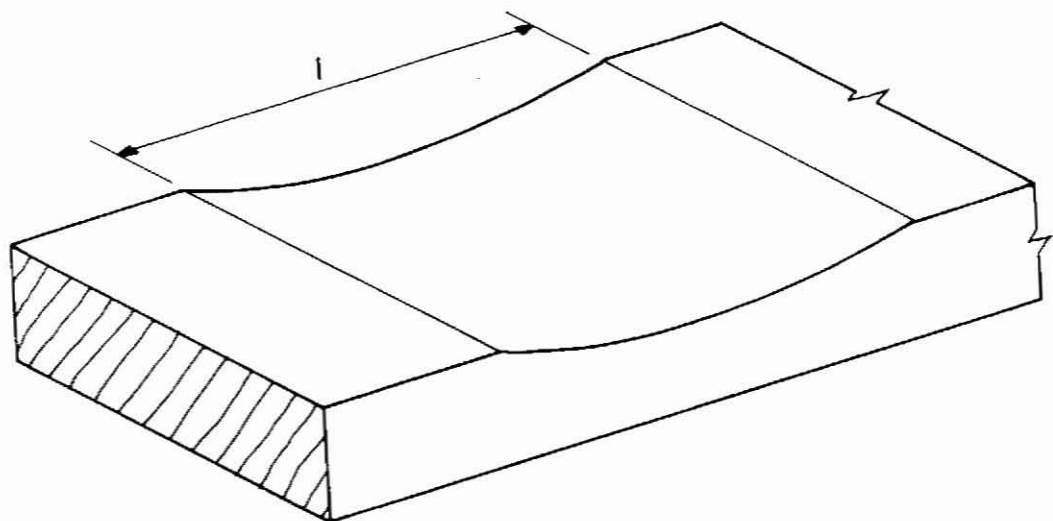


Figura 40. Medición del largo de una depresión por cepillado. *abo.*

4.2.32. Marca de astillamiento ✓

Depresión en las caras cepilladas causada por desprendimiento de fibras.

Se mide el largo y el ancho de la zona afectada (mm).

Este defecto es propio de un mal cepillado y se considera sólo en clasificaciones por aspecto.

4.2.33. Mancha de procesamiento ✓

Cambio de color que puede producirse en la madera durante los procesos de aserrío; cepillado, estacionamiento y/o almacenamiento.

Se estima el área sobre la cara considerada en la clasificación y se calcula el porcentaje (o/o) con respecto a la superficie total de la cara.

Este defecto se considera sólo en las clasificaciones por aspecto, debido a que afecta solo la presentación de las superficies de las piezas.

4.2.34. Quemado

Carbonización de la madera durante su procesamiento, producida por la fricción de la herramienta.

Se mide el largo y ancho de la zona afectada (mm).

Defecto originado en la elaboración de la madera y que afecta la presentación de las superficies de las piezas, por lo cual se considera exclusivamente en clasificaciones por aspecto.

4.3. Defectos por considerar en una clasificación por aspecto

De los defectos enumerados y definidos en el numeral 4.2, algunos interesan solamente en una clasificación por aspecto, otros atañen sólo a una clasificación por resistencia y, por último, existen defectos que deben considerarse en ambas clasificaciones.

Se presenta a continuación una lista de los defectos que intervienen en una clasificación por aspecto y en la cual, a cada defecto se le ha asignado un número de orden. Este número corresponde al tercer numeral que cada defecto recibió en el capítulo 4.2.

4.3.1. Defectos de estructuras

1. Acebolladura
2. Agujero y/o nudo suelto
3. Albura
4. Bolsillo de corteza y/o resina
6. Médula
7. Madera de reacción.
8. Nudo firme
13. Nudos en grupo
14. Nudos en racimo

4.3.2. Defectos biológicos

16. Mancha biológica
17. Perforación
18. Pudrición

4.3.3. Defectos originados en el serrío y por deficiencia en el secado

19. Acanaladura
20. Arqueadura
21. Encorvadura
22. Torcedura
23. Arista faltante
24. Colapso
25. Escuadría irregular
26. Grieta
27. Marca de sierra
28. Rajadura

4.3.4. Defectos originados en el cepillado

29. Cepillado desgarrado y/o ondulado
30. Cepillado incompleto
31. Depresión por cepillado
32. Marca de astillamiento
33. Mancha de procesamiento
34. Quemado

4.4. Defectos por considerarse en una clasificación por resistencia

Los defectos que inciden sobre la resistencia de las piezas de madera son los siguientes:

1. Acebolladura
2. Agujero y/o nudo suelto. Véase nota 1.
4. Bolsillo de corteza y/o resina. Véase nota 1.

5. Grano inclinado
6. Médula
7. Madera de reacción
9. Nudo en la arista
10. Nudo en el borde de la cara
11. Nudo en el canto
12. Nudo en zona central de la cara
13. Nudos en grupo. Véase nota 2.
14. Nudos en racimo. Véase nota 1.
15. Velocidad de crecimiento (sólo en madera de coníferas)
17. Perforación
18. Pudrición
23. Arista faltante
24. Colapso
26. Grieta
27. Rajadura

Nota 1

La determinación de los valores máximos admisibles de este defecto deberá hacerse utilizando los valores especificado para los NUDOS, debiendo, por lo tanto, considerarse la ubicación del defecto en la pieza. (Véase defectos 9, 10, 11 y 12) Ejemplo: Agujero en el canto, bolsillo de corteza en zona central de la cara, nudos en racimo en la arista, etc.

Nota 2

Cada nudo del grupo debe considerarse individualmente y limitarse en la pieza de acuerdo a lo establecido en los defectos N° 9, 10, 11 y 12.



5. NIVELES O CATEGORIAS DE DEFECTOS

5.1. Clasificación por aspecto

La norma ha establecido diez niveles, desde el A al J, dentro de los cuales se han ubicado todas las magnitudes que pueden presentarse en un determinado defecto. El nivel A corresponde siempre a la madera libre de defectos, es decir, madera con defectos de magnitud nula. Los niveles siguientes corresponden a valores crecientes del tamaño de los defectos, hasta llegar a magnitudes consideradas como máximas, las cuales pueden o no, corresponder al nivel J.

Así, para el defecto *acebolladura*, se ha establecido que una magnitud máxima para la característica *longitud* es de 30 mm, acebolladura con longitudes mayores no se admiten en piezas clasificadas. Esta magnitud corresponde al nivel E. Desde el nivel A al E, el defecto va creciendo desde una magnitud nula hasta el valor 30 mm.

Las magnitudes establecidas en los diferentes niveles, para considerar los defectos en una clasificación por aspecto se presenta en las Tablas 1, 3, 4, 5 y 6.

En la Tabla 1, horizontalmente, se entrega el número de orden asignado al defecto, el nombre, las características por medir, la unidad de medición y los diez niveles, en cuyos casilleros se ubica la magnitud máxima admisible del defecto, en orden creciente.

Finalmente, se agrega una columna de OBSERVACIONES en la cual se aclara algún concepto relacionado con el defecto y/o la forma como ha de medirse. Las Tablas 3, 4, 5 y 6 son complementarias de la Tabla 1.

5.2. Clasificación por resistencia

La norma establece nueve niveles, cada uno de los cuales está vinculado a una *razón de resistencia*. La madera sin defectos corresponde a la razón de resistencia de 100%, lo que significa que en tal tipo de madera se aprovecha íntegramente su resistencia. El nivel con razón 85% especifica defectos con magnitudes tales que rebajan la resistencia de la pieza en un 15%. Cualquiera de los defectos aceptados en el nivel disminuye la resistencia de la pieza en el porcentaje señalado, no existiendo acumulación en los efectos de dos o más defectos. Lo anterior se debe a que los defectos actúan en forma diferente sobre las propiedades resistentes de las piezas. Una grieta disminuye la resistencia al cizalle de piezas sometidas a flexión, un nudo afecta la resistencia a la tracción de elementos flexionados, etc. Por lo cual es muy difícil que dos irregularidades diferentes incidan al mismo tiempo en una misma propiedad resistente y un mismo punto de la pieza o estructura.

En la Tabla 2 y bajo cada razón de resistencia aparecen las magnitudes de los defectos que afectan la resistencia de la madera, rebajándola en el porcentaje señalado por dicha razón de resistencia. De esta manera se conforma un conjunto de disposiciones o limitaciones de los defectos de la madera que permite agrupar o clasificar el producto de acuerdo a su resistencia.

Estas limitaciones constituyen las especificaciones del material, en este caso de la madera, que se utilizará en las construcciones.

En la Tabla 2, en sentido horizontal, se entrega el número de orden asignado al defecto, el nombre, las características por medir, la unidad de medición y los 9 niveles, en cuyos casilleros se ubica la magnitud máxima admisible del defecto, en orden creciente. Finalmente se agrega un espacio para las observaciones a que haya lugar.

6. PROCEDIMIENTOS DE CLASIFICACION

Consiste en establecer las especificaciones de los diferentes grados de una clasificación determinada, las cuales pueden aplicarse a una o más especies.

6.1. Tipo de clasificación

Se establecerá el tipo de clasificación (por aspecto o por resistencia), el cual se elegirá de acuerdo al uso que se hará de la madera.

6.1.1. Clasificación por aspecto

En una clasificación por aspecto se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- a) Determinar los defectos que interesa separar o que deban delimitarse en la clasificación, de acuerdo con la Tabla 1.
- b) Seleccionados los defectos, fijar el número de grados que se desea establecer.
- c) Determinar, en cada grado y para cada defecto, el nivel o valor admisible del defecto, de modo que convenga al uso a que se destinará la madera que resulte clasificada en cada grado.
- d) Seleccionar los niveles o valores admisibles, para cada defecto, de acuerdo con la Tabla 1, tomando en cuenta la especie, el defecto y el grado que se considera.
- e) Es necesario destacar que los niveles o valores admisibles que se establecen en la Tabla 1 no corresponden a grados de calidad; para un mismo grado podrán delimitarse los defectos mediante la combinación de diferentes niveles. (Véase ejemplo 1 de numeral 7.1. (Tabla 7).

6.1.2. Clasificación por resistencia

En una clasificación por resistencia se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- a) Fijar el número de grados que se desea establecer.
- b) Asignar una razón de resistencia a cada uno de los grados establecidos de acuerdo a las características de la especie maderera que se clasifique.
- c) Considerar, para cada grado la totalidad de los defectos incluidos en la Tabla 2.
- d) De acuerdo a la razón de resistencia asignada a cada grado, tomar para todos los defectos de ese grado los valores admisibles establecidos en la Tabla 2 para la razón de resistencia elegida.
- e) Cuando en una clasificación por resistencia interese también limitar algunos defectos que no están incluidos en la Tabla 2, por cuanto ellos pueden afectar al aspecto o la linealidad de los elementos estructurales, se debe aplicar, en general, el procedimiento descrito para una clasificación por aspecto, (Véase 6.1.1), determinando de la Tabla 1 el valor admisible del defecto para cada grado establecido en la clasificación por resistencia.

7. EJEMPLOS DE APLICACION

Con el fin de establecer claramente cuáles son las etapas que se deben seguir en la aplicación de los antecedentes expuestos, para proceder a una clasificación, se presentan ejemplos detallados de confección de especificaciones.

7.1. Clasificación por aspecto

- a) Determinación del tipo y finalidad de la clasificación

TIPO : : Clasificación por aspecto

FINALIDAD: Clasificar madera aserrada de pino insigne.

- b) Determinación de los defectos que interesan delimitar.

Los defectos por considerar serán los siguientes:

Nº 1, 2, 4, 6, 8, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27 y 28

(Véase Tabla 1)

- c) Determinación del número de grados que se desean establecer:

Se fijarán tres grados de calidad: 1, 2 y 3.

- d) Determinación de los niveles o valores admisibles para cada defecto en cada grado.

Los niveles y sus respectivos valores se indican, para cada defecto, en la Tabla 7.

7.2 Clasificación por resistencia

- a) Determinación del tipo y finalidad de la clasificación.

TIPO : : Clasificación por resistencia.

FINALIDAD : Clasificar pino insigne para elementos estructurales.

- b) Determinación del número de grados que se desean establecer.

Se fijan 2 grados.

- c) Asignación de una razón de resistencia a los grados establecidos.

Grado 1 : razón de resistencia : 60o/o

Grado 2 : razón de resistencia : 50o/o

- d) Considerar, para cada grado, la totalidad de los defectos especificados en la Tabla 2.

- e) De acuerdo a la *razón de resistencia* asignada a cada grado, tomar para todos los defectos de ese grado los valores admisibles establecidos en Tabla 2 para la razón de resistencia elegida.

Los niveles y sus respectivos valores se han incluido en la Tabla 8.

De esta manera se especifica un material de construcción en que las irregularidades señaladas rebajan su resistencia en un 40 y 50o/o, respectivamente.

La razón de resistencia de un grado determinado, multiplicado por la tensión básica que corresponda a la especie y al esfuerzo que interese, nos dará la tensión admisible del material especificado en dicho grado.

7.3. Tablas auxiliares

En las Tablas relacionadas con los niveles de medición: Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 5, aparecen niveles establecidos como porcentajes del ancho, del espesor o del largo de la pieza. Con el fin de llegar a un rápido conocimiento del valor del nivel para una dimensión determinada, se han preparado tablas auxiliares, en las cuales se incluye una columna con el porcentaje de la dimensión y otras encabezadas por los valores específicos de la dimensión que interesa.

La Tabla 9 proporciona los valores, en mm, de fracciones de anchos de madera aserrada.

La Tabla 10 da los valores, en mm, de fracciones de espesores de madera aserrada, y la Tabla 11 da los valores, en mm, de fracciones de largos de madera aserrada.

Como *ejemplo de aplicación* de estas tablas auxiliares, supongamos estar clasificando pino insigne de acuerdo a su resistencia, según lo especificado en la Tabla 8.

El defecto 9. "Nudo en la arista" tendrá para el *grado 1* como dimensión en el canto, máxima admisible, el valor: 0,40e que según la Tabla 10 se traduce en:

8 mm para un espesor de 3/4"

10 mm para un espesor de 1"

15 mm para un espesor de 1 1/2"

20 mm para un espesor de 2"

30 mm para un espesor de 3"

41 mm para un espesor de 4"

50 mm para un espesor de 6"

Según sea el espesor de la pieza se escogerá el valor y con él se procederá en la clasificación.



1. **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.** Tentative methods for establishing structural grades for visually graded lumber. ASTM D245-68 T. Philadelphia, U.S., 1968. 41 p. (Reprint).
2. **BOOTH, L.G. y REECE, P.O.** The structural use of timber. A commentary on the British Standard Code of Practice CP 112. London, England, Spon, 1967. s.p.
3. **BRITISH STANDARD INSTITUTION.** Structural timber. Measurement of characteristics affecting strength. BS 1860. Part 1. Softwood. London, England, 1959, 18 p.
4. **INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION.** Madera. Defectos a considerar en la clasificación. Terminología y métodos de medición. Santiago, Chile, 1972. 22 p. (NCh 992. E72. Norma chilena de emergencia).
5. **INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION.** Madera. Procedimiento y criterios de evaluación, para clasificación. Santiago, Chile, 1972. 18 p. (NCh 993. E 72. Norma chilena de emergencia).
6. **MARKWARDT, L.J. y WOOD, L.W.** Simplified principles for structural grading of timber Madison, U.S., Forest Products Laboratory, 1958. 20 p. (Bulletin N° 2112).
7. **PEREZ G., V.A.** Fatigas de diseño para maderas estructurales chilenas. Santiago, Chile, Instituto Forestal, 1971. 83 p. (Informe Técnico N° 37).
8. **PEREZ G., V.A. et al.** Clasificación por resistencia del pino insignie. Santiago, Chile, Instituto Forestal, 1973, 18 p. (Informe Técnico N° 45).
9. **RADIATA PINE ASSOCIATION OF AUSTRALIA, PPAA** grading rules. Adelaide, Australia, 1970, 56 p.
10. **REID, J.C.** Notes on the structural grading and use of timbers. Wellington, New Zealand, New Zealand Forest Service, 1964. 31 p.
11. **SUNLEY, J.C.** Graded stresses for structural timbers. London, England, Forest Products Research, 1968. 18 p. (Bulletin N° 47).
12. **THE ASSOCIATION OF FINNISH SAWMILLMENT.** Instructions for the grading of export timber. Helsinki, Finlandia, s.f. 21 p.
13. **UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FOREST SERVICE.** How lumber is graded. Washington D.C., U.S., 1957, 17 p.

TABLA 1.- VALORES ADMISIBLES PARA LOS DEFECTOS EN CLASIFICACION POR ASPECTO

DEFECTO				VALORES ADMISIBLES											OBSERVACIONES
Nº	Nombre	Característica por MEDIR	Unidad de Medición	NIVELES											
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
Defectos de estructura	1	Acebolladura	Separación máxima	mm	0	1	2	4	6	—	—	—	—	—	Si $a \geq 15$ cm Si $a < 15$ cm. Véase Tabla 9
	2	Agujero y/o nudo suelto	Longitud	mm	0	5	10	20	30	—	—	—	—	—	
			Diámetro medio	mm	0	10	20	25	30	40	50	—	—	—	
			Espaciamento mínimo	mm	0	0,08a	0,13a	0,17a	0,20a	0,27a	0,33a	—	—	—	
	3	Albura	Superficie en cara clasificada	cm	L	300	250	200	150	100	80	60	40	Sin límite	Véase Nota 1.
	4	Bolsillo de corteza y/o resina	Ancho máx.	mm	0	0,08a	0,13a	0,17a	0,20a	0,27a	0,33a	0,40a	0,50a	0,60a	Véase Tabla 9.
			Superficie	cm ²	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	Véase Tabla 9.
	6	Médula	Ancho máx.	mm	0	0,05a	0,10a	0,15a	0,20a	0,25a	0,30a	0,35a	—	—	Véase Tabla 9.
			Largo o suma de largos	mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	
	7	Madera de reacción	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta
	8	Nudo firme	Diámetro medio	mm	0	10	20	25	30	40	50	60	75	90	Si $a \geq 15$ cm. Si $a < 15$ cm. Véase Tabla 9.
			Espaciamento mínimo	mm	0	0,08a	0,13a	0,17a	0,20a	0,27a	0,33a	0,40a	0,50a	0,60a	
	13	Nudos en grupo	Diámetro medio	cm	L	300	250	200	150	100	80	60	40	Sin límite	Véase Nota 1.
			Diámetro medio	mm	0	10	20	25	30	40	50	60	75	90	Si $a \geq 15$ cm. Si $a < 15$ cm. Véase Tabla 9.
			Espaciamento mínimo	mm	0	0,08a	0,13a	0,17a	0,20a	0,27a	0,33a	0,40a	0,50a	0,60a	Si $a \geq 15$ cm. Si $a < 15$ cm. Véase Tabla 9.
Espaciamento mínimo			cm	L	300	250	200	150	100	80	60	40	Sin límite	Véase Nota 1.	
14	Nudos en racimo	Diámetro medio	mm	0	10	20	25	30	40	50	60	75	90	Si $a \geq 15$ cm. Si $a < 15$ cm. Véase Tabla 9.	
		Espaciamento mínimo	mm	0	0,08a	0,13a	0,17a	0,20a	0,27a	0,33a	0,40a	0,50a	0,60a	Si $a < 15$ cm. Véase Tabla 9.	
		Espaciamento mínimo	cm	L	300	250	200	150	100	80	60	40	Sin límite	Véase Nota 1.	
Biológicos	16	Mancha biológica	Superficie en cara clasificada	%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	
	17	Perforación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta
	18	Pudrición	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta
Defectos de procesamiento	19	Acanaladura	Deformación	mm	0	0,02a	0,04a	0,06a	0,08a	—	—	—	—	—	Véase Tabla 9.
	20	Arquedura	Deformación	mm	0	0,02a	0,04a	0,06a	0,08a	—	—	—	—	—	Véase Tabla 8.
	21	Encorvadura	Deformación	mm	0	0,02a	0,04a	0,06a	0,08a	—	—	—	—	—	Véase Tabla 4.
	22	Torcedura	Deformación	mm	0	0,02a	0,04a	0,06a	0,08a	—	—	—	—	—	Véase Tabla 5.
	23	Arista faltante	Dimensión máx. en cara.	mm	0	0,05a	0,10a	0,15a	0,20a	0,25a	0,30a	0,35a	—	—	Véase Tabla 9.
			Dimensión máx. en canto	mm	0	0,05e	0,10e	0,15e	0,20e	0,25e	0,30e	0,35e	0,40e	0,50e	Véase Tabla 10.
			Largo o suma de largos	mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	Véase Tabla 11.
	24	Colapso	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta
	25	Escuadría irregular	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Véase Tabla 6.
	26	Grieta	Profundidad	mm	0	0,10e	0,15e	0,20e	0,25e	0,30e	0,35e	0,40e	0,50e	—	Véase Tabla 10.
27	Marca de sierra	Largo zona afectada	mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	Véase Tabla 11.	
		Largo zona afectada	mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	Véase Tabla 11.	
		Profundidad	mm	0	0,10e	0,15e	0,20e	0,25e	0,30e	0,35e	0,40e	0,50e	e	Véase Tabla 10.	
28	Rajadura	Largo zona afectada	mm	0	0,05L	0,10L	0,20L	0,30L	—	—	—	—	—	Véase Tabla 11.	
Defectos de cepillado	29	Cepillado desgarrado y/u ondulado	Largo zona afectada	mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	Véase Tabla 11.
	30	Cepillado incompleto	Largo zona afectada	mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	Véase Tabla 11.
	31	Depresión por cepillado	Largo	mm	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	
	32	Marca de astillamiento	Ancho zona afectada	mm	0	0,10a	0,20a	0,30a	0,40a	0,50a	0,60a	0,70a	0,80a	a	Véase Tabla 9.
Largo zona afectada			mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	Véase Tabla 11.	
Otros defectos	33	Mancha de procesamiento	Superficie en cara clasificada	%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	
	34	Quemado	Ancho zona afectada	mm	0	0,10a	0,20a	0,30a	0,40a	0,50a	0,60a	0,70a	0,80a	a	Véase Tabla 9.
			Largo zona afectada	mm	0	0,10L	0,20L	0,30L	0,40L	0,50L	0,60L	0,70L	0,80L	L	Véase Tabla 11.

a = ancho de la pieza;

e = espesor de la pieza;

L = longitud de la pieza.

NOTA: El espaciamento mínimo es la distancia que exista entre dos defectos y debe medirse a lo largo de la pieza considerando la longitud en que el defecto en cuestión no ocurra. En el caso de los agujeros, el espaciamento es la distancia entre dos agujeros. En el caso de los nudos firmes, nudos en grupo y nudos en racimo, el espaciamento mínimo es la distancia entre dos de estos defectos, cualquiera que ellos sean.

TABLA 2.- VALORES ADMISIBLES PARA LOS DEFECTOS EN CLASIFICACION POR RESISTENCIA

DEFECTO					NIVELES.- VALORES ADMISIBLES									OBSERVACIONES
Nº	Nombre	Característica por medir	Unidad de medición	RAZON DE RESISTENCIA										
				100º/o	85º/o	80º/o	75º/o	70º/o	65º/o	60º/o	55º/o	50º/o		
Defectos de estructura	1	Acebolladura	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
	2	Agujero y/o nudo suelto	Diámetro medio	mm										Véase Nota 1.
	4	Bolsillo de corteza y/o resina	Ancho máx.	mm										Véase Nota 1.
	5	Grano inclinado	Inclinación del grano	—	1 en 20	1 en 18	1 en 16	1 en 15	1 en 13	1 en 11	1 en 10	1 en 9	1 en 8	
	6	Médula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
	7	Madera de reacción	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
	9	Nudo en la arista	Dimensión en el canto Dimensión en la cara	mm mm	0 0	0,15e 0,08a	0,20e 0,12a	0,25e 0,15a	0,30e 0,17a	0,35e 0,21a	0,40e 0,24a	0,45e 0,27a	0,50e 0,30a	Véase Tabla 10. Véase Tabla 9.
	10	Nudo en el borde de la cara	Dimensión de la cara	mm	0	0,08a	0,12a	0,15a	0,17a	0,21a	0,24a	0,27a	0,30a	Véase Tabla 9.
	11	Nudo en el canto	Dimensión en el canto	mm	0	0,15e	0,20e	0,25e	0,30e	0,35e	0,40e	0,45e	0,50e	Véase Tabla 10.
	12	Nudo en zona central de la cara	Diámetro medio	mm	0	0,15a	0,20a	0,25a	0,30a	0,35a	0,40a	0,45a	0,50a	Véase Tabla 9.
	13	Nudos en grupo	Diámetro medio	mm										Véase Nota 2.
	14	Nudos en racimo	Diámetro medio	mm										Véase Nota 1.
	De proces. Biol.	15	Velocidad de crecimiento	Número de anillos/cm	Nº/cm	5	4	4	4	4	3	3	3	2
17		Perforación	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
18		Pudrición	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
23		Arista faltante	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
24		Colapso	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
26		Grieta	Profundidad	mm	0	0,15e	0,20e	0,25e	0,30e	0,35e	0,40e	0,45e	0,50e	Véase Tabla 10.
27		Rajadura	Profundidad	mm	0	0,15e	0,20e	0,25e	0,30e	0,35e	0,40e	0,45e	0,50e	Véase Tabla 10.

a = ancho de la pieza;

e = espesor de la pieza

NOTA 1.- La determinación de los valores máximos admisibles de este defecto, en los diferentes niveles, deberá hacerse utilizando los valores especificados para los NUDOS, debiendo, por lo tanto, considerarse la ubicación del defecto en la pieza. (Véase defectos N° 9, 10, 11 y 12).

NOTA 2.- Considerar cada uno de los nudos del grupo individualmente y limitarlos según su ubicación en la pieza de acuerdo a lo establecido en los defectos N° 9, 10, 11 y 12.

NOTA 3.- Las limitaciones establecidas para el defecto N° 15 son aplicables sólo a la madera de coníferas. En las latifoliadas la velocidad de crecimiento no se limita.

**TABLA 3.- VALORES ADMISIBLES (d),
EN, mm PARA LA ARQUEADURA EN DIFERENTES NIVELES ***

ESPESOR		NIVELES															
e		A				B				C				D			
Valor	Unidad	Largo en cm				Largo en cm				Largo en cm				Largo en cm			
		244	320	366	487	244	320	366	487	244	320	366	487	244	320	366	487
25	mm	0	0	0	0	17	30	38	68	33	60	76	135	50	90	114	203
1	pulg																
38	mm	0	0	0	0	11	20	26	45	22	40	51	90	33	60	77	135
1,5	pulg																
51	mm	0	0	0	0	9	15	19	34	17	30	38	68	26	45	57	102
2	pulg																
64	mm	0	0	0	0	7	12	15	27	14	24	30	54	21	36	45	81
2,5	pulg																
76	mm	0	0	0	0	6	10	13	22	11	20	25	44	17	30	38	66
3	pulg																
102	mm	0	0	0	0	4	8	10	17	8	15	19	33	12	23	29	50
4	pulg																

* Las medidas de "d" se efectuarán con una precisión de 1 mm.



**TABLA 4.- VALORES ADMISIBLES "f",
EN mm, PARA LA ENCORVADURA EN DIFERENTES NIVELES ***

ANCHO		NIVELES															
a		A				B				C				D			
Valor	Unidad	Largo en cm				Largo en cm				Largo en cm				Largo en cm			
		244	320	366	487	244	320	366	487	244	320	366	487	244	320	366	487
76	mm	0	0	0	0	6	10	13	22	11	20	25	44	17	30	38	66
3	pulg																
102	mm	0	0	0	0	5	8	10	17	9	15	19	33	14	23	29	50
4	pulg																
127	mm	0	0	0	0	3	6	8	13	6	12	16	25	9	18	24	38
5	pulg																
152	mm	0	0	0	0	3	5	7	11	6	10	13	22	9	15	20	33
6	pulg																
178	mm	0	0	0	0	3	5	6	10	5	9	11	19	8	14	17	29
7	pulg																
203	mm	0	0	0	0	3	4	5	9	5	8	9	17	8	12	14	26
8	pulg																
254	mm	0	0	0	0	2	3	4	7	3	6	8	14	5	9	12	21
10	pulg																
305	mm	0	0	0	0	2	3	3	6	3	5	6	11	5	8	9	17
12	pulg																

* Las medidas de "f" se realizarán con una precisión de 1 mm.

TABLA 5.- VALORES ADMISIBLES (t), EN mm, PARA LA TORCEDURA EN DIFERENTES NIVELES *

E S P E S O R e		N I V E L E S															
		A				B *				C **				D **			
Valor	Unidad	Largo en cm				Largo en cm				Largo en cm				Largo en cm			
		244	320	366	487	244	320	366	487	244	320	366	487	244	320	366	487
25	mm	0	0	0	0	0,07a	0,09a	0,10a	0,13a	0,13a	0,17a	0,19a	0,25a	0,20a	0,26a	0,29a	0,38a
1	pulg																
38	mm	0	0	0	0	0,04a	0,05a	0,06a	0,08a	0,08a	0,10a	0,11a	0,16a	0,12a	0,15a	0,17a	0,24a
1,5	pulg																
51	mm	0	0	0	0	0,03a	0,04a	0,04a	0,07a	0,06a	0,07a	0,08a	0,13a	0,09a	0,11a	0,12a	0,20a
2	pulg																
64	mm	0	0	0	0	0,03a	0,03a	0,03a	0,05a	0,05a	0,06a	0,06a	0,10a	0,08a	0,09a	0,09a	0,14a
2,5	pulg																
76	mm	0	0	0	0	0,03a	0,03a	0,03a	0,04a	0,05a	0,05a	0,05a	0,08a	0,08a	0,08a	0,08a	0,12a
3	pulg																

a = ancho de la pieza o elemento, en mm o pulg.

* Las medidas de "t" se efectuarán con una precisión de 1 mm.

** Los valores admisibles para los distintos anchos "a" de las piezas se pueden obtener en la Tabla 9.

TABLA 6.- ESCUADRIA IRREGULAR
VALORES ADMISIBLES EXPRESADOS EN PORCENTAJE

Valores admisibles de	Ancho y/o espesor (mm)		
	≤ 25	26 hasta 75	≥ 76
Sobredimensión	8°/o	6°/o	4°/o
Subdimensión	4°/o	3°/o	2°/o
Perdida de ortogonalidad	4°/o	3°/o	2°/o

Estos valores se deben aplicar a piezas con un contenido de humedad inferiores al 20°/o.

Para piezas con contenidos de humedad superior al 30°/o se deben adoptar las sobredimensiones exigidas en Tabla 2 de Norma Nch 174. of61.

TABLA 7.- EJEMPLO DE APLICACIÓN

Tipo: :Clasificación por aspecto

Finalidad :Clasificar madera aserrada de pino insign. seco.

Defectos considerados				Grado						Observaciones
				1		2		3		
Nº	Nombre	Característica por medir	Unidad de medición	Nivel	Valor Admisible	Nivel	Valor Admisible	Nivel	Valor Admisible	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Acebolladura	Separación máxima	mm	—	—	—	—	—	—	No se acepta en ningún grado
		Longitud	mm	—	—	—	—	—	—	
2	Agujero y/o nudo suelto	Diámetro medio	mm	A	O	C	20	F	40	Si a ≥ 15 cm.
			mm	A	O	C	0,13a	F	0,27a	Si a < 15 cm.
		Espaciamiento mínimo	cm	A	L	B	200	F	100	Véase Nota 1 y 2.
4	Bolsillo de corteza y/o resina	Ancho máx.	m	A	O	B	0,08a	B	0,08a	Véase Tabla 9.
		Superficie	cm²	A	O	G	6	J	12	
6	Médula	Ancho máx.	mm	A	O	A	O	C	0,10a	Véase Tabla 10.
		Largo o suma de largos	mm	A	O	A	O	C	0,20L	Véase Nota 3.
8	Nudo firme	Diámetro medio	mm	F	40	H	60	J	90	Si a ≥ 15 cm.
			mm	F	0,27a	H	0,40a	J	0,60a	Si a < 15 cm.
		Espaciamiento mínimo	cm	H	60	I	40	J	Sin límite	Véase Nota 1.
13	Nudos en grupo	Diámetro medio	mm	F	40	H	60	J	90	Si a ≥ 15 cm.
			mm	F	0,27a	H	0,40a	J	0,60a	Si a < 15 cm.
		Espaciamiento mínimo	cm	H	60	I	40	J	Sin límite	Véase Nota 1.
14	Nudos en racimo	Diámetro medio	mm	F	40	H	60	J	90	Si a ≥ 15 cm.
			mm	F	0,27a	H	0,40a	J	0,60a	Si a < 15 cm.
		Espaciamiento mínimo	cm	H	60	I	40	J	Sin límite	Véase Nota 1.
16	Mancha biológica	Superficie en cara clasificada	o/o	A	O	C	20	I	80	
17	Perforación	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
18	Pudrición	—	—	—	—	—	—	—	—	No se acepta.
19	Acanaladura	Deformación	mm	A	O	B	0,02a	C	0,04a	Véase Tabla 9.
20	Arqueadura	Deformación	mm	A	Véase Tabla 3	B	Véase Tabla 3	D	Véase Tabla 3	
21	Encorvadura	Deformación	mm	A	Véase Tabla 4	B	Véase Tabla 4	D	Véase Tabla 4	
22	Torcedura	Deformación	mm	A	Véase Tabla 5	B	Véase Tabla 5	D	Véase Tabla 5	
23	Arista faltante	Dimensión máx. en cara	mm	A	O	B	0,05a	D	0,15a	Véase Tabla 9.
		Dimensión máx. en canto	mm	A	O	E	0,20e	J	0,50e	Véase Tabla 10.
		Largo o suma de largos	mm	A	O	C	0,20L	F	0,50L	Véase Tabla 11.
25	Escuadría irregular	Sobredimensión	mm	—	Véase Tabla 6	—	Sin límite	—	Sin límite	
		Subdimensión	mm	—	Véase Tabla 6	—	Véase Tabla 6	—	Véase Tabla 6	
		Desviación o perpendicularidad	mm	—	Véase Tabla 6	—	Véase Tabla 6	—	Véase Tabla 6	
26	Grieta	Profundidad	mm	B	0,10e	B	0,10e	H	0,40e	Véase Tabla 10.
		Largo zona afectada	mm	B	0,10L	D	0,30L	D	0,30L	Véase Tabla 11.
27	Marca de sierra	Largo zona afectada	mm	A	O	F	0,50L	J	L	Véase Nota 4 y Tabla 11.
28	Rajadura	Profundidad	mm	A	O	J	e	J	e	
		Largo zona afectada	mm	A	O	B	0,10L	C	0,10L	Véase Nota 5 y Tabla 11.

a = ancho de la pieza;

e = espesor de la pieza;

L = longitud de la pieza.

NOTA 1: El espaciamiento mínimo es la distancia que existe entre dos defectos y debe medirse a lo largo de la pieza considerando la longitud en que el defecto en cuestión no se presenta. En el caso de los agujeros, el espaciamiento es la distancia entre dos agujeros. En el caso de nudos firmes, nudos en grupo y nudos en racimo, el espaciamiento mínimo es la distancia entre dos de estos defectos, cualquiera que ellos sean.

NOTA 2: Cuando exista un grupo de agujeros se limitará como si fuese un solo agujero cuyo diámetro medio es igual a la suma de los diámetros medios de los agujeros que forman el grupo.

NOTA 3: En el grado 1 y 2 no se admite médula cualquiera sea la forma que ella presente: médula incluida, en el canto, etc.

NOTA 4: En los grados 2 y 3 se acepta el defecto dentro de los límites definidos, siempre que su profundidad no afecte las dimensiones de la pieza, en cuyo caso debe ser controlado con los límites establecidos para la ESCUADRÍA IRREGULAR.

NOTA 5: Se considera como suma de largos a la suma de las longitudes máximas de rajaduras que aparecen en cada extremo de la pieza.



TABLA 8.- EJEMPLO 2 DE APLICACION

Tipo : Clasificación por resistencia
Finalidad : Clasificar madera aserrada de pino insigna para elementos estructurales.

DEFECTO				GRADOS		OBSERVAC.
Nº	Nombre	Características a medir	Unidad de medición	1	2	
				RR = 60º/o Valor admisible	RR = 50º/o Valor admisible	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Acebolladura	—	—	No se acepta	No se acepta	
2	Agujero y/o nudo suelto	Diámetro medio	mm			Véase Nota 1.
4	Bolsillo de corteza y/o resina	Ancho máx.				Véase Nota 1.
5	Grano inclinado	Inclinación del grano	—	1 en 10	1 en 8	
6	Médula	—	—	No se acepta	No se acepta	
7	Madera de reacción	—	—	No se acepta	No se acepta	
9	Nudo en la arista	Dimensión en el canto Dimensión en la cara	mm mm	0,40e 0,24a	0,50e 0,30a	Véase Tabla 10. Véase Tabla 9.
10	Nudo en el borde de la cara	Dimensión en la cara	mm	0,24a	0,30a	Véase Tabla 9.
11	Nudo en el canto	Dimensión en el canto	mm	0,40e	0,50e	Véase Tabla 10.
12	Nudo en la zona central de la cara	Diámetro medio	mm	0,40a	0,50a	Véase Tabla 9.
13	Nudos en grupo	Diámetro medio	mm			Véase Nota 2.
14	Nudos en racimo	Diámetro medio	mm			Véase Nota 1.
15	Velocidad de crecimiento	Nº de anillos /cm	Nº/cm	3	2	
17	Perforación	—	—	No se acepta	No se acepta	
18	Pudrición	—	—	No se acepta	No se acepta	
23	Arista faltante	—	—	No se acepta	No se acepta	
24	Colapso	—	—	No se acepta	No se acepta	
26	Grieta	Profundidad	mm	0,40e	0,50e	Véase Tabla 10.
27	Rajadura	Profundidad	mm	0,40e	0,50e	Véase Tabla 10.

a = ancho de la pieza:

e = espesor de la pieza.

NOTA 1: La determinación de los valores máximos admisibles de este defecto, en los diferentes niveles, deberá hacerse utilizando los valores especificados para los NUDOS, debiendo, por lo tanto, considerarse la ubicación del defecto de la pieza. (Véase defectos Nº 9, 10, 11 y 12).

NOTA 2: Considerar cada uno de los nudos del grupo individualmente y limitarlos según su ubicación en la pieza de acuerdo a lo establecido en los defectos Nº 9, 10, 11 y 12.

TABLA 9.- VALORES, EN mm, DE FRACCIONES DE ANCHOS DE MADERA ASERRADA

Fracción del ancho	ANCHO a, EN PULGADAS						
	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"
0,02a	2	2	3	3	4	4	5
0,03a	3	4	5	5	6	8	9
0,04a	4	5	6	7	8	10	12
0,05a	5	6	8	9	10	13	15
0,06a	6	8	9	11	12	15	18
0,07a	7	9	11	12	14	18	21
0,08a	8	10	12	14	16	20	24
0,09a	9	11	14	16	18	23	27
0,10a	10	13	15	18	20	25	30
0,11a	11	14	17	20	22	28	34
0,12a	12	15	18	21	24	30	37
0,13a	13	17	20	23	26	33	40
0,14a	14	18	21	25	28	36	43
0,15a	15	19	23	27	30	38	46
0,16a	16	20	24	28	33	41	49
0,17a	17	22	26	30	35	43	52
0,19a	19	24	29	34	39	48	58
0,20a	20	25	30	36	41	51	61
0,21a	21	27	32	37	43	53	64
0,24a	24	30	37	43	49	61	73
0,25a	25	32	38	44	51	64	76
0,26a	26	33	40	46	53	66	79
0,27a	27	34	41	48	55	69	82
0,29a	29	37	44	52	59	74	88
0,30a	30	38	46	53	61	76	91
0,33a	34	42	50	59	67	84	101
0,35a	36	44	53	62	71	89	107
0,38a	39	48	58	68	77	97	116
0,40a	41	51	61	71	81	102	122
0,45a	46	57	69	80	91	114	137
0,50a	51	64	76	89	102	127	152
0,60a	61	76	91	107	122	152	183
0,70a	71	89	107	124	142	178	213
0,80a	81	102	122	142	163	203	244
a	102	127	152	178	203	254	305

a = ancho de la pieza



**BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL**

TABLA 10.- VALORES, EN mm, DE FRACCIONES DE ESPESORES DE MADERA ASERRADA

Fracción de espesor	E S P E S O R E S e, EN PULGADAS						
	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"
0,05e	1	1	2	3	4	5	6
0,10e	2	3	4	5	8	10	12
0,15e	3	4	6	8	11	15	19
0,20e	4	5	8	10	15	20	25
0,25e	5	6	10	13	19	25	31
0,30e	6	8	11	15	23	30	38
0,35e	7	9	13	18	27	36	44
0,40e	8	10	15	20	30	41	50
0,45e	9	11	17	23	34	46	69
0,50e	10	13	19	25	38	51	76

e = espesor de la pieza.

TABLA 11.- VALORES, EN mm, DE FRACCIONES DE LARGOS DE MADERA ASERRADA

Fracción del largo	L A R G O L, EN PIES													Observaciones
	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	14'	16'	18'	20'	
0,05L	60	75	90	105	120	135	150	165	180	210	240	270	300	
0,10L	120	150	180	210	240	270	300	330	360	420	480	540	600	
0,20L	240	300	360	420	480	540	600	660	720	840	960	1080	1200	
0,30L	360	450	540	630	720	810	900	990	1080	1260	1440	1620	1800	
0,40L	480	600	720	840	960	1080	1200	1320	1440	1680	1920	2160	2.400	
0,50L	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	2100	2400	2700	3000	
0,60L	720	900	1080	1260	1260	1440	1620	1800	1980	2520	2880	3240	3600	
0,70L	840	1050	1260	1470	1680	1890	2100	2310	2520	2940	3360	3780	4200	
0,80L	960	1200	1	1680	1920	2160	2400	2640	2880	3360	3840	4320	4800	
L	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600	4200	4800	5.400	6000	

L = Largo de la pieza.

