

Clasificación visual de madera aserrada  
de roble americano de Euskadi y  
Navarra  
(*Quercus rubra* L.)  
para uso estructural



Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España

Tel. 0034.975.21.24.53

Fax. 0034.975.23.96.77

[ceseфор@ceseфор.com](mailto:ceseфор@ceseфор.com)

[www.ceseфор.com](http://www.ceseфор.com)

Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

## 1. OBJETO

Se establecen a través de este documento los resultados obtenidos en la caracterización mecánica de roble americano (*Quercus rubra* L.), así como una tabla de clasificación visual que permita a las industrias que trabajan esta madera certificar la clase resistente de la misma. Este proyecto está financiado por la Mesa Intersectorial de la Madera de Euskadi y Diputación Foral de Guipuzkoa, con la colaboración de Serrería Goikoetxeaundía S.L.

## 2. ALCANCE

La clasificación de acuerdo con las reglas establecidas en el presente documento y la asignación de clase resistente son **exclusivamente válidas** para **madera de roble americano** procedente de **Euskadi y Navarra**, y que disponga de la documentación que lo acredite. El uso de la clasificación y de la asignación de resistencia para madera de otra especie o procedencia supone aplicar unos valores mecánicos a una población desconocida, con el consiguiente riesgo del que se pueden derivar consecuencias civiles y penales.

## 3. CLASE RESISTENTE ROBLE AMERICANO

### 3.1. METODOLOGÍA

#### 3.1.1. Muestro y descripción del material.

La población objeto del estudio es la de Roble Americano de Euskadi y Navarra. La superficie de esta especie en Navarra y Euskadi, de acuerdo al Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), es de 5886,62 hectáreas. La distribución en superficie viene reflejada en la siguiente imagen.

---

#### Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España

Tel. 0034.975.21.24.53

Fax. 0034.975.23.96.77

[ceseфор@ceseфор.com](mailto:ceseфор@ceseфор.com)

[www.ceseфор.com](http://www.ceseфор.com)

Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

---

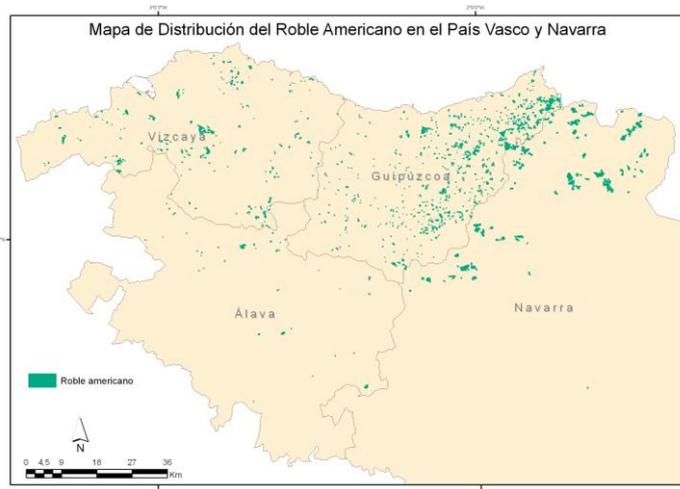


Figura: 1 Mapa de distribución del *Quercus rubra* L. en el País Vasco y Navarra

Para que la caracterización mecánica del material sea válida los ensayos deben ser representativos tanto de la zona geográfica como de los productos estructurales que trabajan las serrerías.

Para conseguir esta representatividad de la muestra se han ensayado tres lotes de 45 vigas cada uno:

- Lote de 45 viguetas pequeñas de la siguientes dimensiones: (14 x8 x 300) cm.
- Lote de 45 vigas medianas con las siguientes dimensiones (15x10x350) cm.
- Lote de 45 vigas grandes con las siguientes dimensiones (20x15x400) cm.

Para asegurar la representatividad geográfica de la muestra, el aserradero suministró material de dos procedencias diferentes (Lekunberri y Amezketa).

### 3.1.2. Transporte y acondicionado

Una vez fabricado el material de ensayo siguiendo las premisas indicadas en el punto anterior, se transportó hasta el laboratorio especializado de Cesefor. Las vigas

---

#### Área de I+D+i

se rastrelaron y quedaron oreándose al aire bajo cubierta para ir reduciendo su humedad. Periódicamente se controló su humedad mediante xilohigrómetro.

La normativa europea de ensayo EN 408 “Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas” indica que la madera se deberá acondicionar en cámara de acondicionado bajo condiciones  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  y  $(65 \pm 5)\%$  de temperatura y humedad respectivamente.

En nuestro caso antes de procederse al ensayo, las probetas se acondicionaron en la cámara de acondicionado de Cesefor en las condiciones que marca la normativa.

No obstante el “Documento de aclaraciones en la caracterización estructural de madera aserrada” de fecha 11 de febrero de 2011, del comité técnico madera y corcho-subcomité 6 “Estructuras de madera”, indica respecto al acondicionamiento de probetas:

*“... que cuando sea difícil alcanzar el acondicionado de la madera (como en el caso de algunas frondosas de alta densidad), se debe mencionar este hecho. Es decir se acepta que no siempre es posible el acondicionamiento en cámara.”*

En nuestro caso se acondicionaron las probetas en la cámara de acondicionado de Cesefor, pero debido a la alta densidad de la madera de roble americano se constató que no era posible alcanzar en las secciones estudiadas humedades por debajo del 18%, quedando las humedades de equilibrio comprendidas entre el 20% y el 28%, hecho que se hace constar en el presente informe. El ensayo de maderas con esta humedad supone una mayor seguridad, puesto que la resistencia y el módulo de elasticidad en flexión están ligeramente infravalorados.

---

#### Área de I+D+i

### 3.1.3. Clasificación visual de vigas

En la siguiente fase se caracterizaron visualmente las piezas de ensayo de Roble midiendo las diferentes singularidades que presenta las piezas, tales como:

- Tamaño de nudos aislados en la cara.
- Tamaño de los nudos agrupados en la cara.
- Tamaño de nudos aislados en canto.
- Tamaño de nudos agrupados en el canto.
- Tamaño de los anillos de crecimiento.
- Desviación general de la fibra.
- Longitud y anchura de las fendas.
- Presencia de acebolladuras.
- Entrecascos.
- Presencia de medula.
- Presencia y dimensión de las gemas.
- Presencia de pudriciones y/o alteraciones biológicas.
- Deformaciones.

### 3.1.4. Ensayo mecánico de Flexión

El procedimiento de ensayo se realizó según la norma UNE-EN 408. Los ensayos tienen por objeto determinar los siguientes parámetros: módulo de elasticidad global, módulo de elasticidad local y módulo de rotura en flexión. Además se realiza la medición de la densidad y humedad de la probeta.

La metodología seguida para la realización de los ensayos viene determinada en la Norma UNE-EN 408 “Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.”

---

#### Área de I+D+i

En sus apartados:

- Apartado 9: Determinación del modulo de elasticidad local en flexión.
- Apartado 10: Determinación del modulo de elasticidad global en flexión.
- Apartado 13: Determinación de la resistencia a flexión.

Cesefor dispone en su laboratorio de un Marco de ensayos de la casa Sitenor2001, con capacidad de 50 toneladas de fuerza y de medidores extensómetros para medir las deformaciones producidas en las vigas. Todos los aparatos de medida disponen de su certificado de calibración.

### **3.1.5. Clasificación visual de la sección de rotura.**

Una vez rota la viga se clasificará visualmente la sección de rotura, midiendo y caracterizando la singularidad que produce la rotura.

### **3.1.6. Extracción de rodaja, determinación de humedad y densidad**

Una vez realizado el ensayo, se extrajo una rodaja de 7 centímetros de espesor lo más cerca posible del lugar de rotura, tratando de evitar que la rodaja tuviera nudos y otros defectos. Una vez preparada la rodaja se midió:

- El espesor de la rodaja con exactitud.
- El ancho de la rodaja.
- El canto de la rodaja
- El peso húmedo de la rodaja.

Apuntados estos datos en el estadillo se introdujo la rodaja en estufa a 100°C de temperatura, cada 10 horas se volvió a realizar una pesada, viendo la diferencia con la pesada anterior, cuando esta diferencia fue menor del 2% se consideró que la rodaja estaba seca. Esta última pesada se tomó como el peso seco de la rodaja y este dato

---

#### **Área de I+D+i**

se apuntó en el estadillo. Con estos parámetros medidos, se obtuvo la **densidad de la rodaja y la humedad** de la misma.

### **3.1.7. Análisis de datos y obtención de tabla de clasificación visual**

Se obtuvieron los datos de resistencia a flexión, módulo de elasticidad local, módulo de elasticidad global y densidad. Se analizaron los datos y se obtuvo la clase resistente de la muestra.

Para obtener la clase resistente de la muestra se sigue el proceso marcado en la Norma UNE-EN 384: “Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y de la densidad”.

Esta Norma nos indica que para asignar la clase resistente de una madera (definida por su especie, origen y norma de clasificación) tienen que obtenerse los valores, para cada muestra, de los parámetros:

- Resistencia a flexión: Se calcula como el percentil quinto de las resistencias obtenidas en los ensayos para cada muestra.
- Módulo de elasticidad lineal en flexión: Se calcula como la media de los módulos obtenidos durante los ensayos para cada muestra.
- Densidad: Se calcula como el percentil quinto de todas las densidades obtenidas en cada muestra.

Estos datos permiten obtener los valores característicos de la población y por tanto la asignación de clase resistente de la madera estudiada de acuerdo a la norma UNE EN 338 “Madera estructural. Clases resistentes”.

Obtenida la clase resistente, esta se relacionó con las singularidades de madera medidas según el apartado 3.1.3 de este documento, se elaboró una tabla de clasificación visual (ANEXO I- Tabla de clasificación), se comprobó la idoneidad de la

---

#### **Área de I+D+i**

clasificación en cuanto a rendimiento y clase resistente alcanzada, y se iteró para mejorar los resultados, hasta obtener la tabla de clasificación definitiva. Esta tabla contiene los criterios visuales de clasificación (tamaño de nudos, crecimiento de anillos, desviación de fibra, presencia de gemas.....etc.) y será la herramienta que permita a las industrias clasificar estructuralmente su madera para garantizar la clase resistente.

#### 4. RESULTADOS: CLASE RESISTENTE D-35

Para la obtención la clase resistente, se calcularon los valores característicos de resistencia, elasticidad y densidad de los tres lotes ensayados según lo indicado en la Norma UNE-EN 384. Los resultados de los valores característicos de los tres lotes fueron los siguientes:

Tabla 1. *Valor de resistencia correspondiente al percentil quinto de cada lote.*

Lote	f <sub>0,5</sub> , i
Pequeñas	38,81
Medianas	37,89
Grandes	40,22

Una vez obtenidos el percentil quinto de cada uno de los lotes, según la norma UNE-EN 384-2004, la resistencia característica a flexión **fm,05**, se define como la media de los valores del 5º percentil (f<sub>0,5</sub>) de cada muestra. Si la media fm,05, es superior a 1,2 veces el valor menor, se tomara como valor característico el valor menor de los valores de (f<sub>0,5</sub>) multiplicado por 1,2. En nuestro caso el valor medio del 5º percentil es 38,97 el 5º percentil más pequeño es 37,89 que multiplicado por 1,2 nos da 45,46; por lo tanto el valor característico queda definido por la media siendo **38,97**. Así mismo la norma marca que este valor tiene que ir multiplicado por un coeficiente **ks**, factor de corrección en función del número y tamaño de las muestras, en este caso

---

#### Área de I+D+i

al tratarse de 3 lotes de 42 piezas el coeficiente de corrección es 0,9, valor que hay que multiplicar por la media.

Finalmente multiplicando  $38,97 \times 0,9$  obtenemos el valor de 35,07 N/mm<sup>2</sup> como valor característico de resistencia a flexión.

Tabla 2. Valor medio para el modulo de elasticidad de cada muestra.

Lote	media
Pequeñas	16861,0
Medianas	16215,0
Grandes	16364,2

Según la norma UNE-EN 384 el valor característico del modulo de elasticidad se determina como la media del valor medio del modulo de elasticidad de cada una de las muestras. La media de las tres muestras es de **16,48 KN/mm<sup>2</sup>**.

Tabla 3. Valor de densidad correspondiente al quinto percentil de cada muestra.

Muestra	Den o5
Pequeñas	573,56
Medianas	572,41
Grandes	589,67

Según la Norma el valor característico de densidad se calcula como la media del percentil quinto de cada muestra, según esto la densidad característica que corresponde es **589,67 kg/m<sup>3</sup>**.

A esta población ensayada se le asigna una clase resistente de las definidas en la Norma UNE-EN 338-2010 "Madera estructural. Clases resistentes". Para la asignación, se utilizan los valores característicos de resistencia a flexión  $f_{m,05}$ , modulo de elasticidad medio  $E_{m,0,medio}$ , y densidad. Se tiene que cumplir que los valores característicos de resistencia a flexión y densidad sean iguales o superiores a los definidos para la clase resistente en la Norma UNE-EN 338-2010. Por otro lado

#### Área de I+D+i

también se debe cumplir que el valor característico del módulo de elasticidad medio en flexión sea mayor o igual al 95% del valor indicado en la tabla para dicha clase resistente.

Según esto y el resumen que se observa en la siguiente tabla se le ha asignado a nuestra clase de madera Roble Americano una **clase resistente D35**.

Tabla 4. *Resumen valores característicos y clases resistentes correspondientes.*

Propiedad	Valor característico	Clase resistente según UNE 338
Resistencia a Flexión $f_{m,05}$	35,10 N/mm <sup>2</sup>	D35
Módulo de elasticidad medio $E_{m,0,medio}$	16,48 KN/mm <sup>2</sup>	D50
Densidad	589,67 kg/m <sup>3</sup>	D40
		<b>D35</b>

Esta clasificación visual es válida para todas las secciones de madera maciza de Roble americano procedente de Euskadi y Navarra.

Los criterios de clasificación visual se pueden observar en la tabla del ANEXO I, esta tabla es la herramienta que permite a los aserraderos clasificar su madera como Roble americano, D-35.

## 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Norma UNE EN 14081-1: 2006 + A1: 2011. Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales.
- Norma UNE-EN 384: 2010. Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y densidad.

### Área de I+D+i

- Norma UNE EN 408: 2011. Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.
- Norma UNE-EN 338-2010. Madera estructural. Clases resistentes.
- Norma UNE-EN 56544: 2011. Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas.
- Norma UN EN 56546: 2011. Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de frondosas.

---

#### Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España  
Tel. 0034.975.21.24.53 Fax. 0034.975.23.96.77  
[ceseфор@ceseфор.com](mailto:ceseфор@ceseфор.com) [www.ceseфор.com](http://www.ceseфор.com)  
Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

---

## ANEXO1: TABLA DE CLASIFICACIÓN VISUAL PARA ROBLE AMERICANO<sup>1)</sup>

CRITERIOS DE CALIDAD		ROBLE AMERICANO. D35	
Diámetro de nudos en cara (d/h)	Aislados	$d \leq 1/2$ de "h" y $d \leq 7$ cm	
	Agrupados	$d \leq 1/2$ de "h"	
Diámetro de los nudos sobre canto (d/b)	Aislados	$d \leq 2/3$ de "h" y $d \leq 6$ cm	
	Agrupados	$d \leq 2/3$ de "h"	
Anchura de anillos de crecimiento		Sin limitación	
Fendas	De contracción <sup>2)3)</sup>	Pasantes	Permitidas en los extremos con longitud < al ancho de la pieza (h).
		No pasantes	fendas con longitud < a 1 metro o L/4 pueden despreciarse $f < 1/2$ del grosor de la pieza (profundidad)
	De rayo, de heladura, de abatimiento	No permitidas	
Acebolladuras		No permitidas	
Entrecascos		Se admiten si su longitud es menor que 1,5 "h"	
Desviación de la fibra		1:10 (10 %)	
Gemas <sup>4)</sup>	Longitud	$G \leq 1/3$ de "L"	
	Anchura y espesor	$G \leq 1/4$	
Medula		Permitida	
Alteraciones biológicas	Pudrición	No se admite, excepto en nudos no sanos.	
	Insectos xilófagos	No se admiten.	
Deformaciones máximas <sup>2) 5)</sup>	Curvatura de cara	10 mm (para 2 m de longitud)	
	Curvatura de canto	8 mm (para 2 m de longitud)	
	Alabeo	1 mm (por cada 25 mm de "h")	
	Atejado o abarquillado	1 mm (por cada 25 mm de "h")	
Notas:			
1) h: Anchura de la pieza, b: Grosor de la pieza, L: Longitud de la pieza.			
2) Estas características no se consideran cuando la clasificación se efectúa en húmedo.			
3) Referidas a un 20 % de humedad.			
4) No se considerarán, a efectos estructurales, las gemas inferiores 1/10 de la dimensión. La longitud de la gema se limita, fundamentalmente, por razones constructivas sin influencia apreciable en su resistencia. Por acuerdo entre las partes se puede suministrar piezas con una longitud de gema mayor.			
5) Referidas a un 20 % de contenido de humedad. Pueden aceptarse deformaciones mayores siempre que no afecten a la estabilidad de la construcción (por que puedan corregirse durante la fase del montaje) y exista un acuerdo expreso al respecto entre el suministrador y el cliente.			
Esta clasificación satisface los requisitos de la norma EN 14081-1.			

### Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España

Tel. 0034.975.21.24.53

Fax. 0034.975.23.96.77

[ceseфор@ceseфор.com](mailto:ceseфор@ceseфор.com)

[www.ceseфор.com](http://www.ceseфор.com)

Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

## ANEXO 2: APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN VISUAL

### I.- METODOLOGÍA

Se establecen los métodos de medida de diversas singularidades que presenta la madera aserrada conforme a la Norma Europea UNE EN 1310.

La Norma de clasificación visual se ha realizado de acuerdo con la Norma Europea EN 14081-1, realizando los ensayos de acuerdo a EN 408, calculados los valores característicos con la norma EN 384, y asignando las clases resistentes de acuerdo con la Norma Europea EN 338, siendo los valores característicos de las propiedades de la madera de roble americano de Euskadi y Navarra los establecidos en dicha norma para la clase D35.

### II.- TERMINOS Y DEFINICIONES

Con el objeto de conocer los términos sobre los que es necesario realizar un control visual para determinar la clase resistente, a continuación se describen los mismos

- **Madera aserrada:** Pieza de madera obtenida a partir de trozas u otras piezas de madera de mayores dimensiones, por arranque de serrín o partículas en sentido longitudinal, con posibilidad de sufrir un retestado y/o mecanizado suplementario, para obtener el nivel de acabado requerido.
- **Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas.
- **Contenido de humedad:** Masa de agua contenida en la madera, expresada en porcentaje respecto a su masa anhidra.
- **Espesor:** Distancia entre las caras de una pieza de madera aserrada en el punto especificado para la medición.
- **Anchura:** Distancia entre los cantos de una pieza aserrada en el punto específico para la medición.

---

#### Área de I+D+i

- **Longitud:** La menor distancia entre los extremos de una pieza
- **Testa:** Extremo de una pieza de madera, plano y perpendicular al eje de la misma.
- **Cara:** Cualquiera de las superficies longitudinales opuestas, de mayor anchura y longitud de las piezas de madera aserrada. Si la sección es cuadrada, cualquiera de ellas.
- **Canto:** Cualquiera de las dos superficies longitudinales opuestas más estrechas, en la madera canteada.
- **Sección:** Superficie de la sección recta transversal de la pieza.
- **Arista:** Línea de intersección de dos caras o de una cara y un canto.
- **Singularidad:** Particularidad física, morfológica o anatómica de la madera, capaz de afectar a su utilización.
- **Gema:** Porción de la superficie de la troza, con o sin corteza, que se manifiesta sobre las cara o cantos de la pieza de la madera aserrada.
- **Nudo:** Parte de la rama englobada en la madera.
- **Nudo de cara:** Nudo que se manifiesta sobre una o dos caras.
- **Nudo de canto:** Nudo que se manifiesta sobre uno o dos cantos.
- **Nudo en espiga:** Nudo cortado de tal forma que la relación entre sus dimensiones mayor y menor es superior a 1.5 e inferior o igual a 4.
- **Nudo pasante:** Nudo que se manifiesta en dos superficies opuestas de una pieza de madera aserrada.
- **Nudos agrupados:** Nudos situados de tal forma que no se recupera la rectitud de la fibra entre dos nudos consecutivos.
- **Entrecasco:** Corteza incluida total o parcialmente en la madera.
- **Fibra revirada:** Fibra que sigue un trayecto en espiral alrededor de la médula.
- **Fibra:** Célula alargada y estrecha de la que está compuesta fundamentalmente la madera.
- **Dirección de la fibra:** Dirección o disposición general de las fibras.
- **Desviación de la fibra:** Desviación de la dirección de las fibras respecto al eje longitudinal de la pieza.
- **Fenda:** Separación de las fibras en el sentido longitudinal.

---

#### Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España

Tel. 0034.975.21.24.53

Fax. 0034.975.23.96.77

[ceseфор@ceseфор.com](mailto:ceseфор@ceseфор.com)

[www.ceseфор.com](http://www.ceseфор.com)

Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

---

- **Fenda pasante:** Fenda que se manifiesta en la testa y en dos puntos de la superficie del tronco.
- **Acebolladura:** Fenda que sigue la dirección de un anillo de crecimiento.
- **Médula:** Zona situada en el interior del primer anillo de crecimiento, constituida fundamentalmente de tejido blanco.
- **Deformación:** Modificación de la forma geométrica de una pieza aserrada originada en su especie y/o secado y/o almacenamiento.
- **Flecha de la cara:** Deformación de la pieza en el sentido longitudinal sobre un plano perpendicular a la cara.
- **Flecha de canto:** Deformación de la pieza en el sentido longitudinal sobre un plano perpendicular al canto.
- **Atejado abarquillado:** Deformación de la pieza en el sentido de su anchura.
- **Alabeo:** Deformación helicoidal de la pieza en el sentido longitudinal.
- **Defecto de aserrado:** Irregularidad de la superficie de las piezas debida al aserrado.
- **Marcas de sierra:** Marcas dejadas por uno de los dientes de sierra que presenta defecto alineado.

### III.- MEDICIÓN DE SINGULARIDADES

#### III.1 Medición de nudos

El método de medida de los diferentes nudos será el alternativo, tal y como viene establecido en la Norma Europea UNE EN 1310.

El tamaño del nudo será la anchura del nudo o grupo de nudos, medidos perpendicularmente al eje longitudinal de la pieza diferenciando siempre si su presencia es en cara o en canto.

---

#### Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España

Tel. 0034.975.21.24.53

Fax. 0034.975.23.96.77

[ceseфор@ceseфор.com](mailto:ceseфор@ceseфор.com)

[www.ceseфор.com](http://www.ceseфор.com)

Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

---

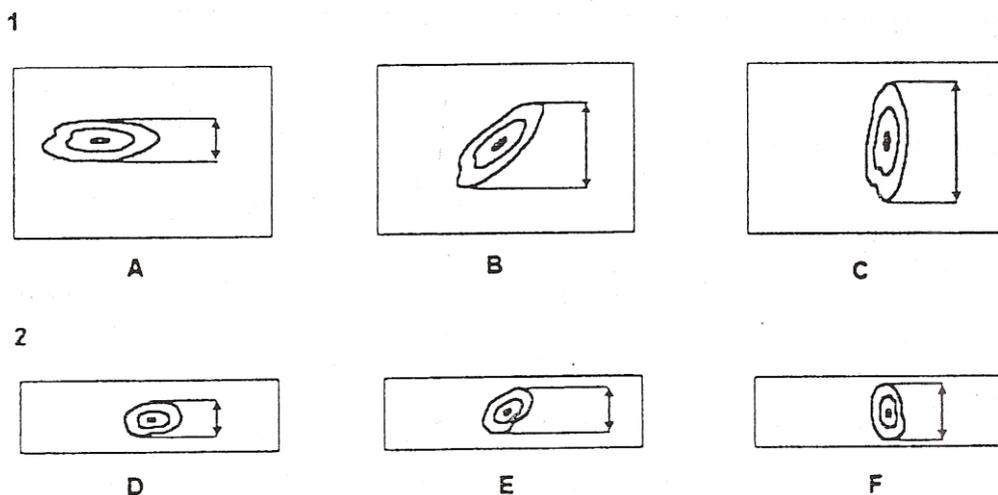


Figura 1: Mediciones de los diferentes tipos de nudo (1: nudos de cara, 2: nudos de canto).

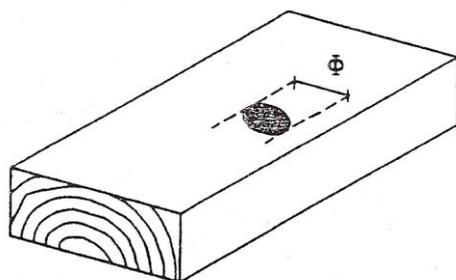


Figura 2: medición nudo de cara

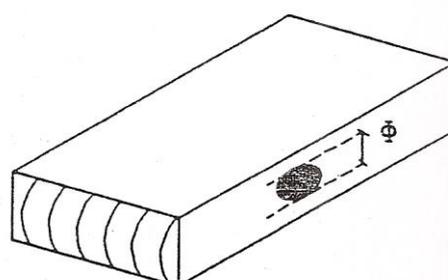


Figura 3: medición nudo de canto

Los nudos con diámetros inferior o igual a 10 mm pueden despreciarse, excepto en los nudos pasantes, aquellos que se manifiestan al menos en dos superficies opuestas.

Los nudos superficiales de la cara interna (cara que se encuentre más cerca de la médula) se despreciarán, teniéndolos en cuenta exclusivamente si aparecen en la arista o en el canto (ver figura 4).

#### Área de I+D+i

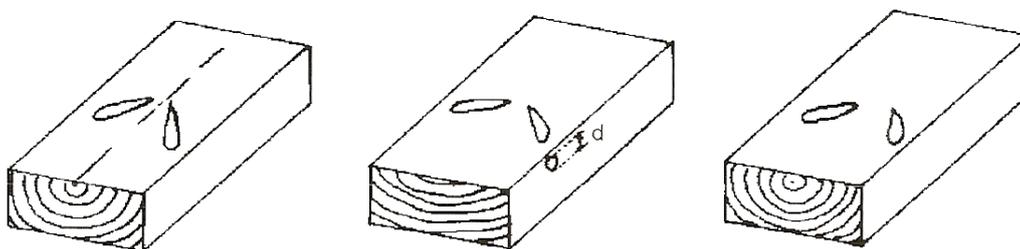


Figura 4: Nudos de cara interna, solo en el caso de la figura del centro se mide el nudo y no en la cara sino en el canto.

Los nudos que se manifiestan cortados oblicuamente o transversalmente se considerarán únicamente en aquella superficie que los corte más perpendicularmente (ver figura 5).

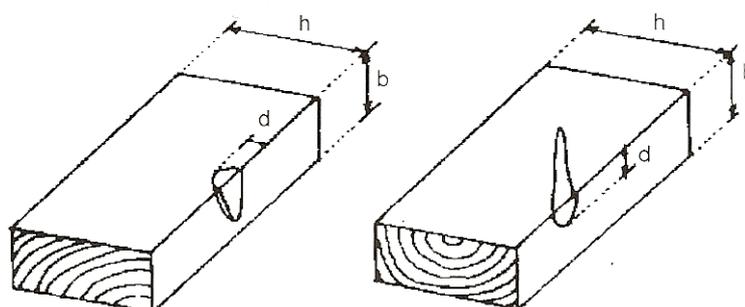


Figura 5: Medición de nudos cortados oblicuamente o transversalmente con salida perpendicular en cara (imagen izquierda) o canto (imagen derecha)

En caso de duda se medirá el nudo en la cara que resulte más desfavorable, siendo esta la que mayor relación *tamaño nudo/tamaño de la cara*.

Nudos en cara:  $d_1/b$   
Nudos en canto:  $d_2/h$

- si  $d_1/b > d_2/h$  se mide el nudo en el canto
- Si  $d_2/h < d_1/b$  se mide el nudo en la cara

#### Área de I+D+i

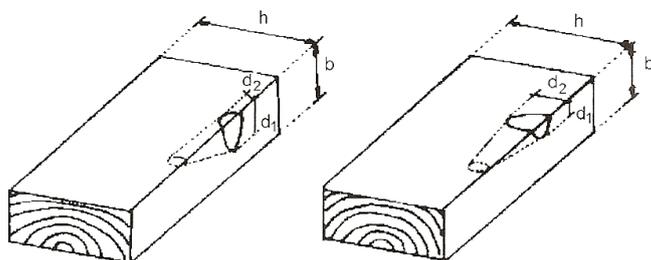
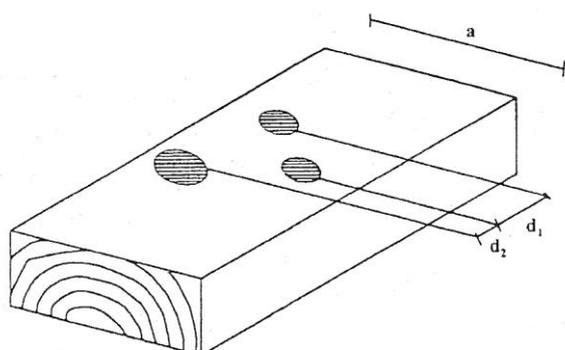


Figura 6: en el caso de la figura de mano izquierda se medirá el nudo en el canto, mientras que en la de la derecha se medirá en la cara.

Se llamarán nudos agrupados a aquel grupo de nudos que se encuentren a una distancia en el sentido longitudinal de la pieza menor de la longitud del canto o menor de 150 mm para piezas con un canto mayor a este (la distancia se toma desde los centros de los nudos que ocupan los extremos), ver figura 7.



Si  $a < 150$  mm  
 y  $(d_1 + d_2 \leq a)$  entonces  
 se pueden tomar como  
 nudos agrupados.

Si  $a > 150$  mm  
 y  $(d_1 + d_2 \leq 150$  mm)  
 entonces se pueden tomar  
 como nudos agrupados

Figura 7: Nudos agrupados

La medición de los nudos agrupados se realizara sumando sus dimensiones, excepto en el caso que las mismas se superpongan, tomándose como un único nudo.

#### Área de I+D+i

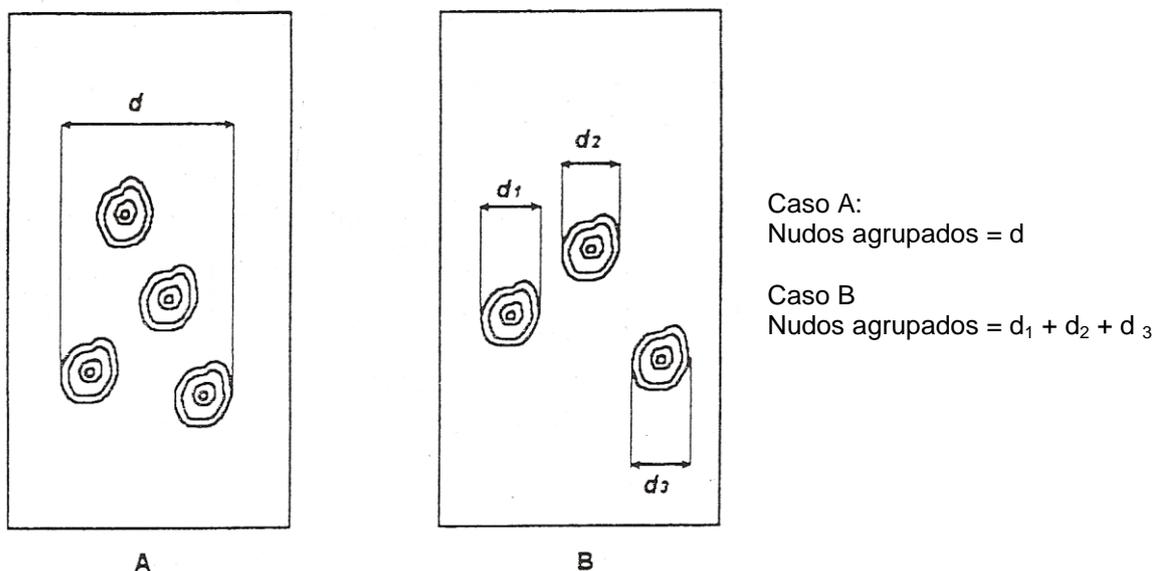


Figura 8: Nudos agrupados cuyas proyecciones en el sentido longitudinal se superponen (caso A) y que no se superponen (caso B).

Se tomará como valor limitante para su clasificación la anchura medida perpendicularmente al eje longitudinal de la pieza de aquel nudo o grupo de nudos que presenten un mayor valor en esta dirección, tanto para las caras como para los cantos.

### III.2 Desviación de la fibra

Se utilizará una regla milimétrica rígida con la que se trazará una línea en la dirección presumible de la fibra (véase figura 9).

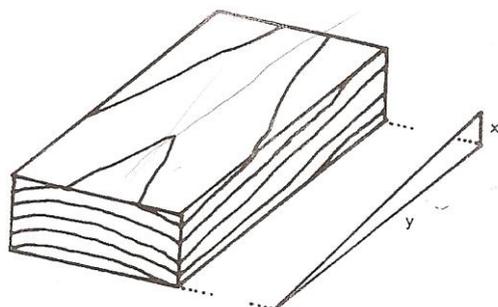


Figura 9: Desviación de la fibra.

#### Área de I+D+i

El cálculo en porcentaje de la desviación de la fibra se obtendrá con la siguiente fórmula:

$$\frac{x}{y} * 100$$

Donde:

x es la desviación de la fibra, en milímetros.

y es la longitud sobre la que se ha efectuado la medida, en milímetros.

Es necesaria únicamente la evaluación de la desviación general tomando la desviación producida en 1 m de la longitud.

Las desviaciones locales de las fibras alrededor de los nudos o de otros defectos, no deben considerarse en la medición de la desviación de la fibra.

Se tomará como valor limitante para su clasificación la mayor desviación de la fibra detectada.

En caso de clasificar madera en seco la desviación de la fibra se medirá sobre las fendas de secado que hayan aparecido, ya que es el indicador más fiable para el control de la misma.

### III.3 Tasa de crecimiento

Se evaluará en función de la anchura máxima de anillo, que se determinará en el segmento recto más largo que se pueda trazar perpendicularmente a los anillos de crecimiento y que atraviesa a la pieza transversalmente.

La medida comenzará en el extremo más cercano a la médula, determinándose el valor medio de la anchura de los primeros cinco anillos de crecimiento. Si la médula no estuviera presente, se medirá los cinco primeros anillos de crecimiento del lado más cercano a la médula (véase figura 10).

---

#### Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España

Tel. 0034.975.21.24.53

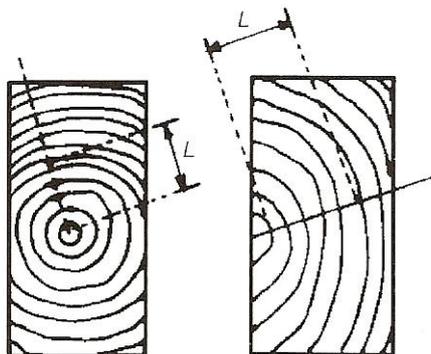
Fax. 0034.975.23.96.77

[cesefor@cesefor.com](mailto:cesefor@cesefor.com)

[www.cesefor.com](http://www.cesefor.com)

Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

---



*Figura 10: medición de anchura máxima de los anillos de crecimiento para madera de procedencia española, en testas con presencia de medula y con ausencia de la misma.*

### **III.4 Fendas**

#### Fendas de contracción.

Las fendas cuya anchura no supere 1 mm se despreciarán.

Se denomina fenda a toda separación de las fibras (raja o hendidura) en dirección longitudinal, siendo fenda pasante cuando se extienda entre dos superficies opuestas.

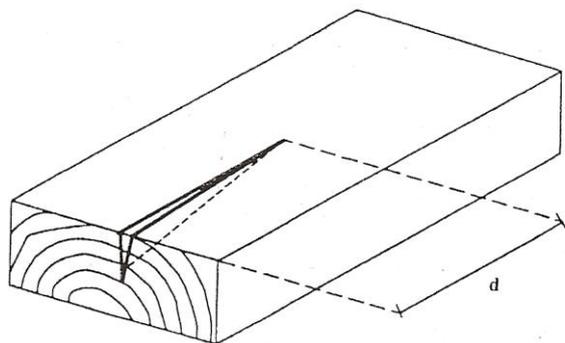
Las fendas se medirán a través de su longitud, siendo ésta la distancia entre dos líneas perpendiculares al eje longitudinal de la pieza que pasen por los extremos de la fenda. Cuando se trate de fendas agrupadas, se mide la longitud total del agrupamiento. Si existen varias fendas, o grupo de fendas, se suman sus longitudes. Expresar el resultado en centímetros o en porcentaje de la longitud de la pieza.

---

#### **Área de I+D+i**

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España  
Tel. 0034.975.21.24.53 Fax. 0034.975.23.96.77  
[cesefor@cesefor.com](mailto:cesefor@cesefor.com) [www.cesefor.com](http://www.cesefor.com)  
Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

---



*Figura 11: Medición de fendas*

Se utilizará la longitud como valor restrictivo, es decir fendas con longitudes inferiores a la menor de las dos siguientes no se tendrán en cuenta:

- Clases resistentes iguales a C18 o D18: 1,5 m o  $\frac{1}{2}$  de la longitud de la pieza (la que sea la menor)
- Clases resistentes superiores a C18 o D18: 1 m o  $\frac{1}{4}$  de la longitud de la pieza (la que sea la menor)

A partir de las fendas que superen dichas longitudes se tomará como valor limitante la profundidad máxima de todas las fendas que se hayan tenido en cuenta. En el caso de fendas solapadas en la misma cara, se tomará la de mayor profundidad, en cambio si se dan en caras opuestas se evaluarán sumando las profundidades máximas de cada cara. Para todas las piezas independientemente de la clase resistente la profundidad máxima admitida es la mitad del grosor de la pieza.

---

#### Área de I+D+i

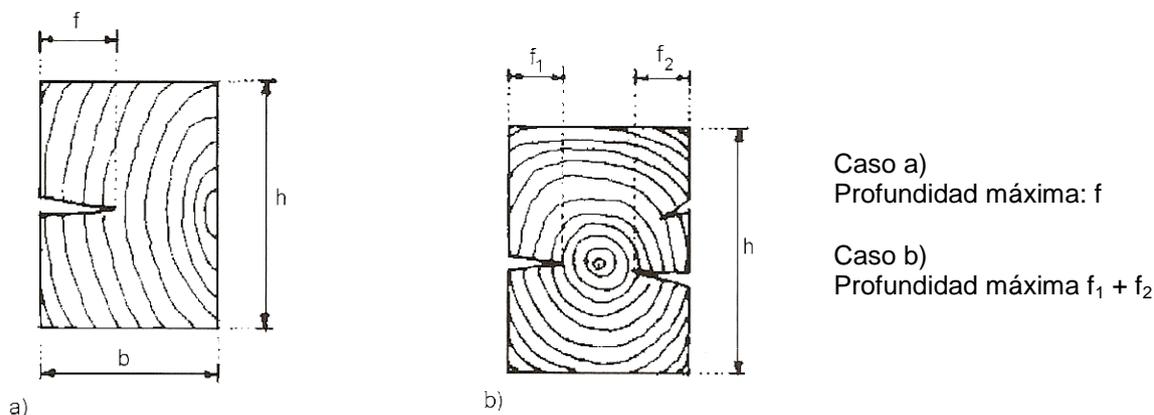


Figura 12: Medición de la profundidad máxima de las fendas en caso de presentarse fendas en una sola cara (caso a) y en caras opuestas (caso b)

Fendas provocadas por heladura, abatimiento, rayo y acebolladuras.

Solo se tendrá en cuenta su presencia.

### III.5 Gemas

El criterio de clasificación para las gemas será el siguiente.

- Medir longitud de la gema y expresar en centímetros. Si la gema se manifiesta en más de una zona de la arista, sumar las diferentes longitudes ( $L_g$  en figura 13).
- Medir la anchura mínima de la pieza detectada, siendo esta la zona donde las gemas son de mayor tamaño, bien una gema individualmente o bien la suma de dos gemas enfrentadas ( $h_1$  en figura 13).
- Medir el grosor mínimo de la pieza detectada del mismo modo que la anchura mínima ( $b_1$  o  $b_2$  en figura 13).

---

#### Área de I+D+i

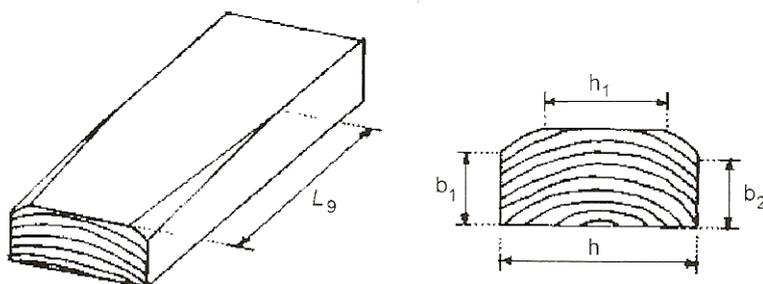


Figura 13: Medición de gemas

Se tomará como valores limitantes para su clasificación:

- La longitud o suma de las longitudes de todas las gemas en caso de que no se superpongan o la longitud total en el caso de agrupamiento, y la máxima anchura detectada ( $L_g$  en figura 13).
- $g = \text{máximo entre:}$

$$\frac{h - h_1}{h} ; \quad \frac{b - b_1}{h} ; \quad \frac{b - b_2}{h}$$

### III.6 Entrecasco

Se medirá según su longitud (en mm), en la dirección paralela al eje de la pieza, tomándose como valor limitante para su clasificación el mayor valor en longitud que se encuentre a lo largo de la pieza.

### III.7 Deformaciones

#### Flecha de cara y flecha de canto

Se medirá siempre sobre dos metros de longitud, utilizando una regla rígida de dos metros, aplicada contra la pieza simétricamente respecto a punto de mayor formación, estimado visualmente. Expresar el resultado en milímetros por cada dos metros (véase dimensión  $x$  en la figura 14, y dimensión  $w$  en la figura 15).

---

#### Área de I+D+i

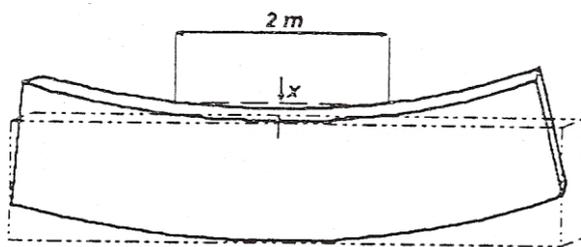


Figura 14: Medición de la curvatura en cara

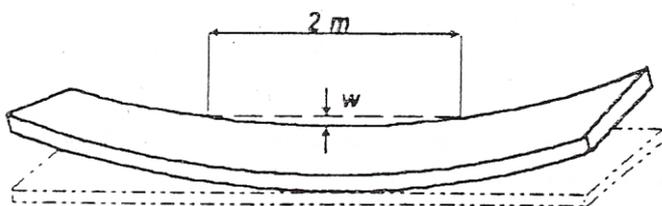


Figura 15: Medición de la curvatura en el canto

### Atejado o abarquillado

El atejado mide o indica la deformación máxima de la anchura de la pieza. Se medirá colocando una regla en aquella cara en que se observe el efecto cóncavo de la deformación (véase figura 16). El resultado se expresará en milímetros por cada 25 mm de anchura.

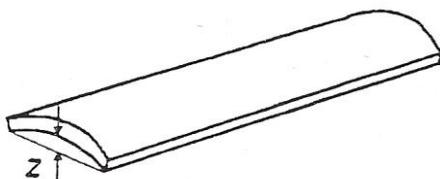


Figura 16: Medición del atejado.

### Alabeo

Se medirá siempre sobre dos metros de longitud, utilizando la misma regla rígida de dos metros que se utiliza para medir la flecha en cara y en canto. El resultado se expresará en milímetros por cada dos metros de longitud (véase figura 17),

---

#### Área de I+D+i

convirtiendo esta cifra a posteriori en milímetros por cada 25 milímetros de anchura de la pieza.

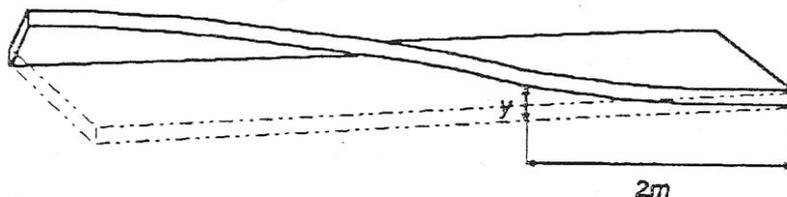


Figura 17: Medición del alabeo.

### III.9 Alteraciones biológicas

Solo se tendrá en cuenta la presencia o ausencia de las siguientes alteraciones biológicas: muérdago (*Viscum album*), azulado, pudrición, y galerías de insectos xilófagos.

### III.10 Médula

Se detectará si está o no presente en la sección de la pieza.

### III.11 Daños de mecanizado

Se hará una inspección visual detectando los posibles daños originados en el mecanizado tales como marcas de sierra, ondulado y desprendimientos de madera.

---

#### Área de I+D+i

Pol. Ind. Las Casas, calle C, parcela 4. 42005, Soria. España  
Tel. 0034.975.21.24.53 Fax. 0034.975.23.96.77  
[ceseфор@ceseфор.com](mailto:ceseфор@ceseфор.com) [www.ceseфор.com](http://www.ceseфор.com)  
Entidad inscrita en el registro de Fundaciones de Castilla y León

---