



## **ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA EN BASE A CRITERIOS VISUALES Y MECANICOS**

**Autor. José Luis Villanueva Hernández**

**CESEFOR**

## ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

---

### → Objeto de la estandarización.

La estandarización de productos, se puede definir como clasificación y descripción según su calidad y sus características.

La estandarización es un instrumento de singular importancia:

- Para que funcionen mejor los mercados.
- Para satisfacer adecuadamente necesidades y preferencias de consumidores.
- Para estimular la inversión y esfuerzo de productores.
- Permite adaptarse a los mercados internacionales.

## ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTO DE MADERA

→ Situación de partida. Estándares en la industria de primera transformación.



# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

---

## ESTANDARES DE MADERA EN ROLLO Y MADERA EN PIE:

### Clasificación visual: Normas europeas de clasificación

– **Clase de calidad A**

Madera de primera calidad. Se trata generalmente de la troza basal, sin nudos, sin alteraciones, o sólo con alteraciones menores y con pocas restricciones para su uso.

– **Clase de calidad B**

Madera de buena calidad por término medio, que no puede satisfacer el requisito particular de madera sin nudos. Se admiten los nudos en la proporción que se considere como la media para cada especie.

– **Clase de calidad C**

Madera de calidad baja, admitiéndose todas las características de calidad que no reduzcan de forma acusada las características naturales de la madera.

– **Clase de calidad D**

Madera que puede aserrarse para su utilización, y que por sus características no puede incluirse en ninguna de las clases A, B o C.

# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

## CLASIFICACIÓN DE MADERA EN ROLLO Y MADERA EN PIE:

### UNE EN 1927 (coníferas)

Parte 1: Picea y abetos.

Parte 2: Pinos

Parte 3: Alerces y abeto Douglas.

### UNE EN 1316 (frondosas)

Parte 1: Roble y haya

Parte 2: Chopo

Singularidades	Clases			
	A	B	C	D
<b>Nudos</b>				
Sanos y adherentes	no se admiten <sup>a</sup>	≤ 5 cm	≤ 8 cm	se admiten
Muertos	no se admiten	≤ 4 cm	≤ 7 cm	se admiten
Podridos	no se admiten	no se admiten	≤ 4 cm	se admiten
<b>Protuberancias</b>	no se admiten	se admiten <sup>b</sup>	se admiten	se admiten
<b>Bolsas de resina</b>	no se admiten <sup>a</sup>	1 por sección transversal	se admiten	se admiten
<b>Tasa de crecimiento</b>				
<i>Pinus radiata, Pinus pinaster</i>	≤ 6 mm	≤ 8 mm	sin limitación	sin limitación
<i>Pinus sylvestris, Pinus nigra</i>	≤ 4 mm	≤ 7 mm	sin limitación	sin limitación
<b>Características de crecimiento</b>				
Fibra torcida o espiralada	≤ 3 cm/m	≤ 7 cm/m	≤ 10 cm/m	sin limitación
Médula excéntrica	≤ 10%	≤ 20%	sin limitación	sin limitación
Madera de reacción <sup>c</sup>	no se admite	≤ 10%	≤ 33%	sin limitación
Curvatura				
<i>Pinus radiata, Pinus pinaster</i>	≤ 2 cm/m	≤ 2 cm/m	≤ 4 cm/m	≤ 6 cm/m
<i>Pinus sylvestris, Pinus nigra</i>	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 3 cm/m	≤ 4,5 cm/m
<b>Conicidad<sup>d</sup></b>				
< 35 cm	sin limitación	≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	sin limitación
≥ 35 cm	sin limitación	≤ 2 cm/m	≤ 4 cm/m	sin limitación
<b>Fendas</b>				
Fendas de corazón				
< 35 cm	no se admiten	no se admiten	≤ 1/2 ∅	se admiten
≥ 35 cm	≤ 1/4 ∅	≤ 1/3 ∅	≤ 1/2 ∅	se admiten
(excepto fendas de desecación) <sup>d</sup>				
Fendas de acebolladura <sup>d</sup>				
< 35 cm	no se admiten	no se admiten	no se admiten	≤ 1/2 ∅
≥ 35 cm	no se admiten	≤ 1/4 ∅	≤ 1/3 ∅	≤ 1/2 ∅
<b>Ataques de insectos</b>				
< 2 mm				
(por ejemplo, <i>Trypodendron lineatum</i> )	no se admiten	no se admiten	no se admiten <sup>e</sup>	se admiten
≥ 2 mm				
(por ejemplo, <i>Sirex</i> , Cerambícidos)	no se admiten	no se admiten	no se admiten	se admiten pequeños ataques

# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA.

---

## CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MERCADO DESTINO:

### 1-MADERA PARA MUEBLE:



### 4-MADERA PARA CARPINTERIA:



### 2-MADERA ESTRUCTURAL:



### 3-MADERA EMBALAJE:



### 5- MADERA PARA CONSTRUCCIÓN.



# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

---

## ➔ ESTANDARES EXISTENTES PARA MADERA ESTETICA:

### - Normativas europeas:

Norma UNE EN 1611-1 para piceas, abetos, pinos y pino Oregón.

Norma UNE EN 975-1 haya y roble.

Norma UNE EN 975-2 chopos.

### - Estándares nacionales: (Hay diferentes, por especies y paises)

Clasificación del pino gallego (pinaster): Limpia, semilimpia, corriente (o normal) y encofrado (o segunda)

Clasificación para pino silvestre: especial, primera, segunda, tercera y cuarta.

Clasificación para coníferas nórdicas (pino silvestre y abeto) : Comocae (Cuatro calidades superiores de I a IV), quintas y sextas.

# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

CALIDADES (usos)	DEFECTOS										
	CARAS LIMPIAS	NUDOS		FENDAS	FIBRA	GEMAS	BOLSAS DE RESINA	ANCHURA ANILLOS	ENTREC ASCO	ALTERACIÓN BIOLÓGICA	PRESENCIA DE MÉDULA
		CARAS	TAMAÑO								
ESPECIAL (ebanistería)	Las 4 caras	Interna	< 10 mm y 1 por metro de L	Sin fendas	Fibra recta	No se admiten	Sin bolsas	≤ 3 mm	No se admite	No se admite	No se admite
		Externa	No se admiten								
		Cantos									
PRIMERA (carpintería selecta)	Una cara y dos cantos	Interna	No hay limitación	Sin fendas	Fibra recta	Longitud < 10 % L	Sin bolsas	No se admite	No se admite	Se admite médula centrada en tablón	
		Externa	En una < 10 mm y 1 por metro de L								
		Cantos	< 10 mm y 1 por metro de L								
SEGUNDA (carpintería)	Ninguna	Interna	No hay limitación	F ≤ 1/3 L	Fibra recta	Longitud < 25 % Si afecta una arista Longitud < 10 % Si afecta dos aristas	Sin limitación	≤ 6 mm	No se admite	Se admite médula centrada en tablón	
		Externa	≤ 25 mm para un ancho ≤ 150 mm ≤ 30 mm para un ancho ≥ 150 mm			G ≤ 5 mm para grososores < 75 mm G ≤ 10 mm para grososores ≥ 75 mm	N° ≤ 4 Long. Total ≤ 100mm				
		Cantos	2 por metro de L								
TERCERA (rústico)	Ninguna	Interna	No existe limitación	F ≤ 1/2 L	Fibra sensiblemente recta	Longitud < 50 % Si afecta una arista Longitud < 25 % Si afecta dos aristas	Sin limitación	No se aplica	Se admite superficial y en longitud ≤ 10 % L	Se admite azulado. No se admiten ataques de hongos e insectos	Se admite en cualquier proporción y situación
		Externa	≤ 50 mm para un ancho ≤ 150 mm ≤ 60 mm para un ancho ≥ 150 mm Hasta 6 nudos en el peor metro (3 de ellos pueden tener corteza)			G ≤ 10 mm para grososores < 75 mm G ≤ 20 mm para grososores ≥ 75 mm	N° ≤ 4 Long. Total ≤ 100mm				
		Cantos	≤ 50 mm para un ancho ≤ 150 mm ≤ 60 mm para un ancho ≥ 150 mm Hasta 4 nudos en el peor metro (2 de ellos pueden tener corteza)								
CUARTA (encofrado y embalaje)	Nudos y otros defectos en cualquier tamaño y número siempre que no se comprometa la integridad de la pieza										

# ESTANDAIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

**ESTANDARES PARA MADERA ESTRUCTURAL:** Se ha producido una evolución debido a la normativa europea de mercado CE y las Normas UNE-EN 14081 UNE-EN 1912

PRODUCTOS CLASIFICADOS POR SUS PROPIEDADES visuales. Clases visuales.



Madera aserrada con criterios de clasificación visual  
**Productos estructurales**

Norma EN 1912



CLASES RESISTENTES DE MADERA UNE EN 338

CLASES RESISTENTES:

CONIFERAS:

C14  
C16  
C18  
C20  
C22  
C24  
C27  
C30  
C35  
C40  
C45  
C50

FRONDOSAS:

D18  
D24  
D27  
D30  
D35  
D40  
D45  
D50  
D55  
D60  
D65  
D70

- Calidad de la madera +



## ESTADARIZACIÓN EN PRODUCTOS DE MADERA

Madera aserrada clasificada por sus propiedades VISUALES NORMA PSB



Clasificación visual

		<b>C18</b>	<b>C24</b>	<b>C30</b>
Nudo cara o nudos agrupados en cara		$\emptyset \leq 2/3$ cara "h"	$\emptyset \leq 0,6^*$ cara "h" (3/5)	$\emptyset \leq 1/4$ cara "h"
Nudo canto o agrupados en canto.		$\emptyset \leq 2/3$ canto "b"	$\emptyset \leq 0,6^*$ canto "b" (3/5)	$\emptyset \leq 1/2$ canto "b"
Gemas		Pérdida $\leq 1/3$ cara "h" o canto "b"	Pérdida $\leq 1/4$ cara "h" o canto "b"	Pérdida $\leq 1/4$ cara "h" o canto "b"
Longitud de gema		$\leq a L/2$	$\leq a L/2$	$\leq a L/2$
Desviación general de la fibra		$\leq 16\%$ 1:6	$\leq 10\%$ 1:10	$\leq 10\%$ 1:10
Entrecasco		$\leq 1,5$ veces la cara "h"	$\leq 1,5$ veces la cara "h"	No permitido
Longitud bolsa de resina		$\leq 1,5$ veces la cara "h"	$\leq 1,5$ veces la cara "h"	$\leq 1,5$ veces la cara "h"
Anchura 5 anillos		Sin limitación	$\leq a 25$ mm	$\leq a 25$ mm
Madera Juvenil		Medula admitida	Cara "h" $\leq 15$ cm no admiten medula centrada en la pieza.	Cara $\leq 15$ cm no admiten medula centrada en la pieza.
Fendas( * )	Pasantes	No permitidas	No permitidas	No permitidas
	No pasantes	Las fendas que profundicen menos de la mitad del grosor pueden despreciarse Longitud $\leq a 1,5$ metros y L/2	Las fendas que profundicen menos de la mitad del grosor pueden despreciarse Longitud $\leq a 1$ metro y L/4	Las fendas que profundicen menos de la mitad del grosor pueden despreciarse Longitud $\leq a 1$ metro y L/4
Deformaciones	Curvatura en cara	$\leq 20$ mm / 2 metros	$\leq 10$ mm / 2 metros	$\leq 10$ mm / 2 metros
	Curvatura en canto	$\leq 12$ mm / 2 metros	$\leq 8$ mm / 2 metros	$\leq 8$ mm / 2 metros
	Alabeo	$\leq 2$ mm / 25 mm en cara	$\leq 2$ mm / 25 mm en cara	$\leq 2$ mm / 25 mm en cara

# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

Madera aserrada clasificada por sus propiedades mecánicas



Clasificación mecánica

C18	C24	C30
-----	-----	-----

Equipos de clasificación acústica



[https://youtu.be/B3JgCZlpgFs?list=UUiQInw\\_zub2Bb5t2SEs-LKw&t=1](https://youtu.be/B3JgCZlpgFs?list=UUiQInw_zub2Bb5t2SEs-LKw&t=1)



[https://youtu.be/r8yKbljwzLk?list=UUiQInw\\_zub2Bb5t2SEs-LKw](https://youtu.be/r8yKbljwzLk?list=UUiQInw_zub2Bb5t2SEs-LKw)

## ESTADARIZACIÓN EN PRODUCTOS DE MADERA

### SITUACIÓN ACTUAL NACIONAL EN ESTANDARIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

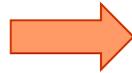
ESPECIE	CLASIFICACIÓN VISUAL	CLASIFICACIÓN MECANICA
PINO SILVESTRE	Desarrollada normativa	En desarrollo nacional Evaluación PSB
PINO RADIATA	Desarrollada normativa	
PINO LARICIO	Desarrollada normativa	
PINO PINASTER	Desarrollada normativa	En desarrollo
CASTAÑO	Desarrollada normativa	
EUCALIPTO	Desarrollada normativa	
ABETO DOUGLAS	En desarrollo	En evaluación
ALERCECE	En desarrollo	En evaluación
PINO CORCEGA	En desarrollo	En evaluación
ABETO BLANCO	En desarrollo	En evaluación
ACACIA PAIS VASCO	En desarrollo	En evaluación
ROBLE AMERICANO	En desarrollo	En evaluación
POSTES, TORNEADOS, ROLLIZOS	Postes Laricio y Silvestre (desarrollo)	En evaluación

# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

**EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN:** Mejora del conocimiento de la gestión forestal y de los procesos de clasificación para la producción de madera destinada a fabricar productos tecnológicos



1. Análisis de gestión forestal



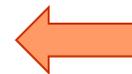
2. Muestreo



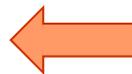
3. Técnicas acústicas (madera en pie)



4. Técnicas acústicas (trozas)



5. Clasificación visual (trozas)



6. Técnicas acústicas en aserradero



9. Técnicas acústicas en laboratorio



8. Clasificación visual vigas



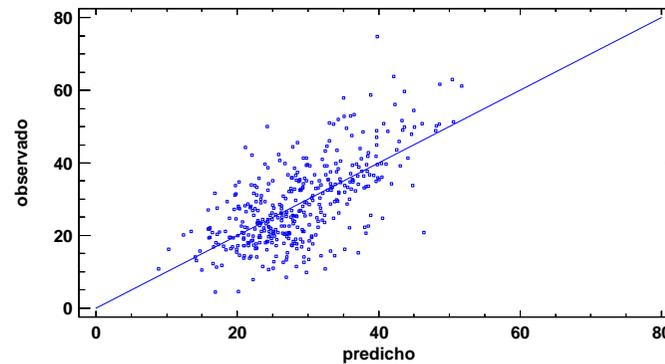
7. Ensayos mecánicos a rotura



# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

- Grado de efectividad de la clasificación visual para su uso estructural

Modelo de predicción de la resistencia a flexión (N/mm<sup>2</sup>) a partir de criterios visuales



$$\text{Resistencia a flexión} = 59,08 - 22,25 * R_{n, cn} - 18,89 * R_{n, cr} - 4,001 * C - 2,43 * Df$$

Coefficiente de determinación ( $R^2$ ): 44,52

$R_{n, cn}$ : Cociente entre tamaño de nudo en canto y el propio canto

$R_{n, cr}$ : Cociente entre tamaño de nudo en cara y la propia cara

$C$ : Crecimiento de los primeros 5 anillos de crecimiento.

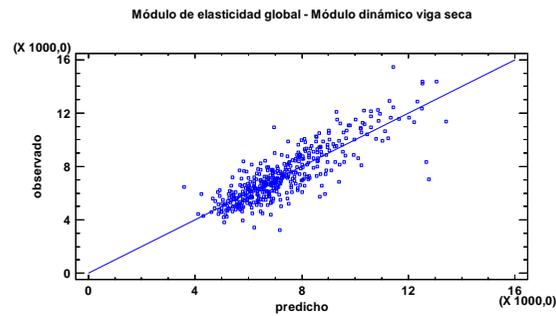
$Df$ : Desviación de la fibra

# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

## Grado de efectividad de las técnicas acústicas Estimación del módulo de elasticidad global (MOEG)

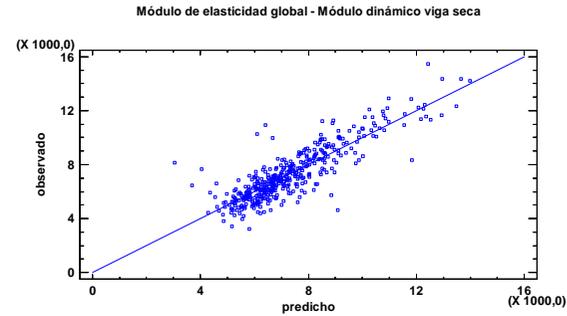
### MICROSECOND TIMER (FAKOPP)- TIEMPO DE PASO

Madera  
aserrada  
seca



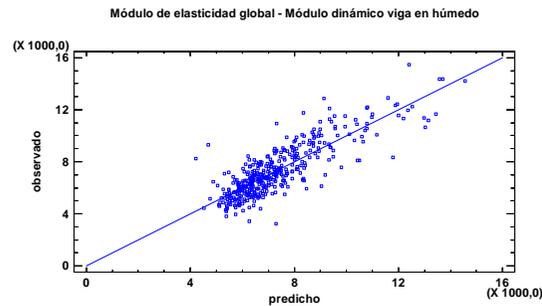
$$\text{MOEG (N/mm}^2\text{)} = 674,069 + 0,0644326 * \text{MOE dinámico(N/mm}^2\text{)} \quad R^2 = 71,45$$

### FRECUENCIA DE RESONANCIA



$$\text{MOEG (N/mm}^2\text{)} = 1074,67 + 0,739304 * \text{MOE dinámico(N/mm}^2\text{)} \quad R^2 = 74,7$$

Madera  
aserrada  
húmeda



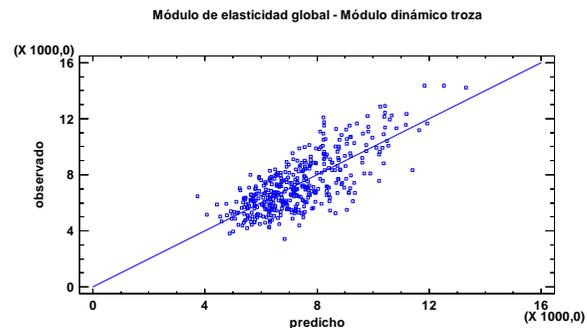
$$\text{MOEG (N/mm}^2\text{)} = 2736,28 + 0,74506 * \text{MOE dinámico(N/mm}^2\text{)} \quad R^2 = 70,79$$

# GESTIÓN Y TASACIÓN FORESTAL PARA LA MADERA DE USO ESTRUCTURAL Y TECNIFICADA

## Grado de efectividad de las técnicas acústicas Estimación del módulo de elasticidad global (MOEG)

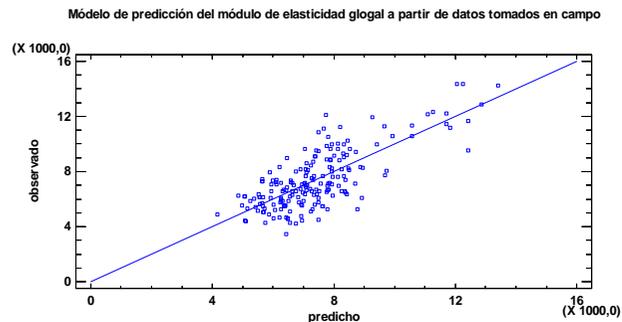
Troza

### MICROSECOND TIMER (FAKOPP)- TIEMPO DE PASO



$$\text{MOEG (N/mm}^2\text{)} = 847,871 + 0,79112 * \text{MOE dinámico(N/mm}^2\text{)} \quad R^2 = 57,12$$

Árbol en pie



$$\text{MOEG (N/mm}^2\text{)} = 7003,26 - 75,3465 * D_s + 52,5947 * D_i + 17,5959 * L - 8,75896 * T_{\text{MST}} + 106,799 * E - 2,31124 * h$$

Ds: Diámetro superior

Di: Diámetro inferior

L: Longitud en eje longitudinal entre sensores

T<sub>MST</sub>: Tiempo en microsegundos obtenidos con Microsecond Timer

E: Edad.

h: Altura media de obtención de la troza

$$R^2 = 57,56$$

# ESTANDARIZACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA

---

## GESTIÓN FORESTAL



*Tan relevante es cuanta madera se produce como de que calidad estética y mecánica*

Criterios que influyen en la calidad de la madera:

- Tamaño y presencia de nudos
- Madera juvenil
- Desviación de la fibra
- Crecimiento de anillos



Gestión encaminada a reducir su efecto:

- Favorecer la poda natural temprana.
- Reducir el crecimiento en los primeros años
- Durante la selección de arboles padre y en los bancos semilleros

**MUCHAS GRACIAS**

---





# SIGCA

Gestión Forestal para  
Bosques de Madera de Calidad

## Socios beneficiarios



## Socios colaboradores



Esta iniciativa ha obtenido una subvención (por un importe máximo subvencionable de 32.845,78 euros y cofinanciado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa (FEADER), en un 53%, y por MAPAMA, en un 47%, dentro del Programa Nacional de Desarrollo Rural (2014-2020).