

Jornada Técnica: 'La gestión forestal orientada a la obtención de productos de calidad en masas de pino marítimo'

**25 de junio
de 2020**

Clasificación mecánica estructural para la obtención de productos de calidad para la construcción

Edgar Lafuente Jiménez
Cesefor

Financiado por

Necesidad

Marcado CE y Código Técnico de la edificación



Requisitos a declarar:

Mecánicos:

- Resistencia a la flexión
- Resistencia a la tracción
- Resistencia al cortante
- Resistencia a la compresión
- Módulo de elasticidad paralelo
- Módulo de elasticidad transversal



Calidades estructurales:

- Clases resistentes:
C18, C24, C30, C40

Necesidad

Clases resistentes

Valores característicos		Coníferas												Frondosas							
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Propiedades de resistencia (en N/mm ²)																					
Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Propiedades de rigidez (en kN/mm ²)																					
Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	9,5	10	11	12	13	14	17	20
Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
Módulo de elasticidad transversal medio	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,59	0,66	0,71	0,78	0,84	0,91	1,06	1,25
Densidad (en kg/m ³)																					
Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Densidad media	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1080

¿Como determinar las prestaciones mecánicas de cada pieza de madera?



1. Ensayo de tipo inicial



Obligaciones
Generales
EN-14081



Requisitos básicos:

Mecánicos:

- Resistencia a la flexión
- Resistencia a la tracción
- Resistencia al cortante
- Resistencia a la compresión
- Módulo de elasticidad paralelo
- Módulo de elasticidad transversal



2. Sistema de control de la Producción en Fábrica



3. Declaración de prestaciones



4. Etiquetado y marcado



Proceso de desarrollo de sistemas de clasificación estructural

Ensayo de tipo inicial



Técnicas o ensayos destructivos

(parámetros mecánicos reales)



Caracterización mecánica



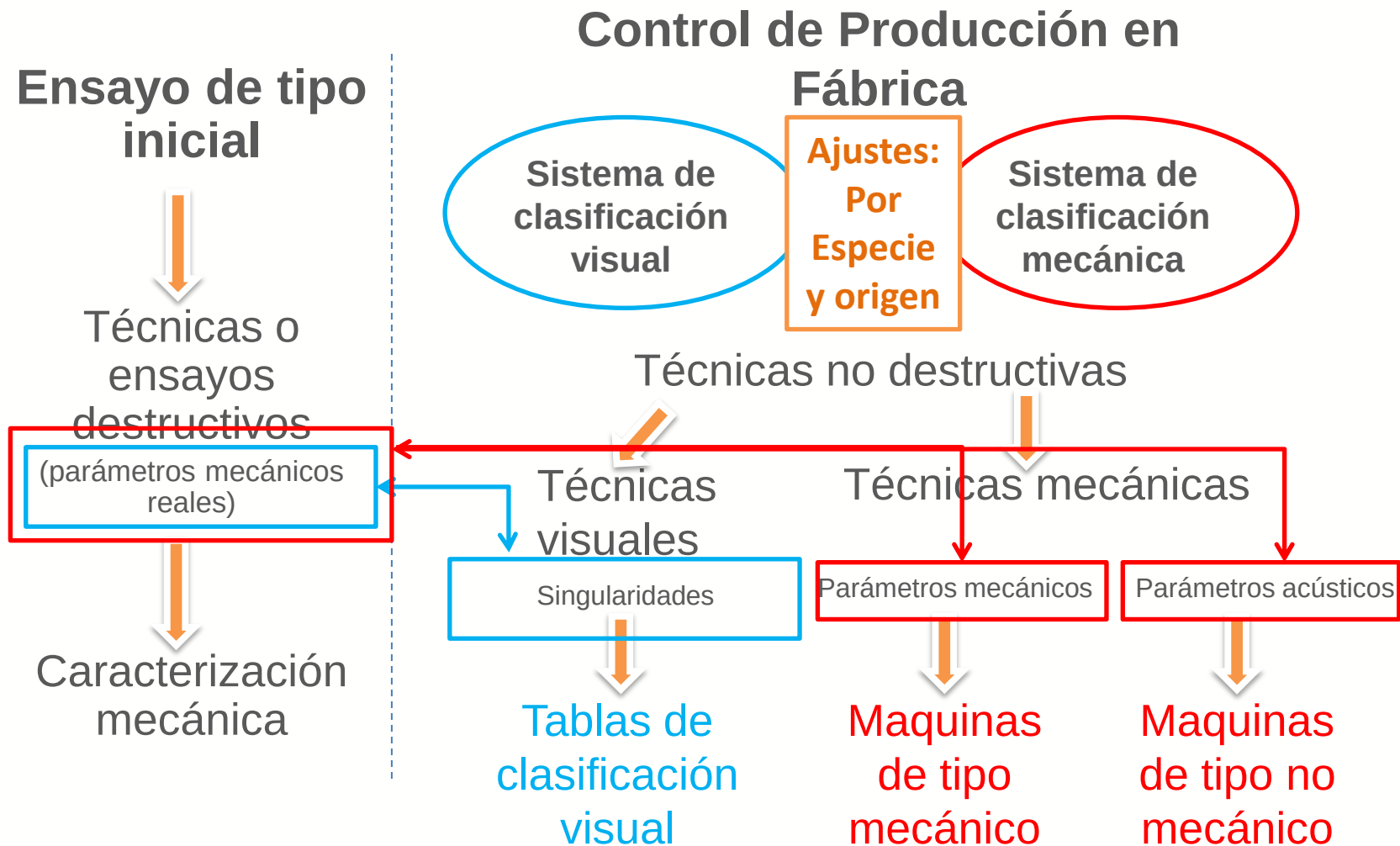
Muestreo de la población:
producto, especie,
origen y calidades



- Resistencia a la flexión
- Modulo de elasticidad paralelo
- Densidad



Proceso de desarrollo de sistemas de clasificación estructural



Sistemas de clasificación para madera estructural

Clasificación visual

TABLA: CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN VISUAL PINO MARÍTIMO (UNE 56544)

Criterios de calidad			C24	C18
Diámetro de nudos en cara (d/h)			d ≤ 1/5 de "h"	d ≤ 1/2 de "h"
Diámetro de los nudos en canto (d/b)			d ≤ 1/2 de "b" y d ≤ 3mm	d ≤ 2/3 de "b"
Tasa de crecimiento			≤ 8 mm	Sin limitación
Fendas	De contracción	Pasantes	No permitidas	
		No pasantes	f ≤ 2/5	
			Solo se consideran si su longitud es mayor que la menor de las siguientes dimensiones: ¼ de la longitud de la pieza y 1 metro	
	De rayo, de heladura, de abatimiento		No permitidas	
Acebolladuras			No permitidas	
Entrecascos			Longitud < 1,5 h	
Desviación de la fibra			1:10 (10%)	1:6 (16,7 %)
Gemas	Longitud		G ≤ 1/4 de "L"	G ≤ 1/3 de "L"
	Anchura y espesor		G ≤ 1/4 de b	G ≤ 1/3 de b
Medula ¹⁾			No admitida si se clasifica en húmedo	Admitida
Alteraciones biológicas	Pudrición		No se admite	
	Insectos xilófagos		No se admiten	
	Azulado		Se admite.	
Deformaciones máximas ^{2) 3) 4)}	Curvatura de cara		10 mm (para 2 m de longitud)	10 mm (para 2 m de longitud)
	Curvatura de canto		8 mm (para 2 m de longitud)	8 mm (para 2 m de longitud)
	Alabeo		1 mm (por cada 25 mm de "h")	1 mm (por cada 25 mm de "h")
	Atejado o abarquillado		1 mm (por cada 25 mm de "h")	1 mm (por cada 25 mm de "h")



Sistemas de clasificación para madera estructural

Clasificación visual

TABLA: CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN VISUAL PARA PINO MARÍTIMO (UNE 56544)

Criterios de calidad			C24	C18
Diámetro de nudos en cara (d/h)			d ≤ 1/5 de "h"	d ≤ 1/2 de "h"
Diámetro de los nudos en canto (d/b)			d ≤ 1/2 de "b" y d ≤ 3mm	d ≤ 2/3 de "b"
Tasa de crecimiento			≤ 8 mm	Sin limitación
Fendas	De contracción	Pasantes	No permitidas	
		No pasantes	f ≤ 2/5	
			Solo se consideran si su longitud es mayor que la menor de las siguientes dimensiones: ¼ de la longitud de la pieza y 1 metro	
	De rayo, de heladura, de abatimiento		No permitidas	
Acebolladuras			No permitidas	
Entrecascos			Longitud < 1,5 h	
Desviación de la fibra			1:10 (10%)	1:6 (16,7 %)
Gemas	Longitud		G ≤ 1/4 de "L"	G ≤ 1/3 de "L"
	Anchura y espesor		G ≤ 1/4 de b	G ≤ 1/3 de b
Medula ¹⁾			No admitida si se clasifica en húmedo	Admitida
Alteraciones biológicas	Pudrición		No se admite	
	Insectos xilófagos		No se admiten	
	Azulado		Se admite.	
Deformaciones máximas ^{2) 3) 4)}	Curvatura de cara		10 mm (para 2 m de longitud)	10 mm (para 2 m de longitud)
	Curvatura de canto		8 mm (para 2 m de longitud)	8 mm (para 2 m de longitud)
	Alabeo		1 mm (por cada 25 mm de "h")	1 mm (por cada 25 mm de "h")
	Atejado o abarquillado		1 mm (por cada 25 mm de "h")	1 mm (por cada 25 mm de "h")

Clasificación mecánica



<https://www.youtube.com/watch?v=yUNERmubeS0>



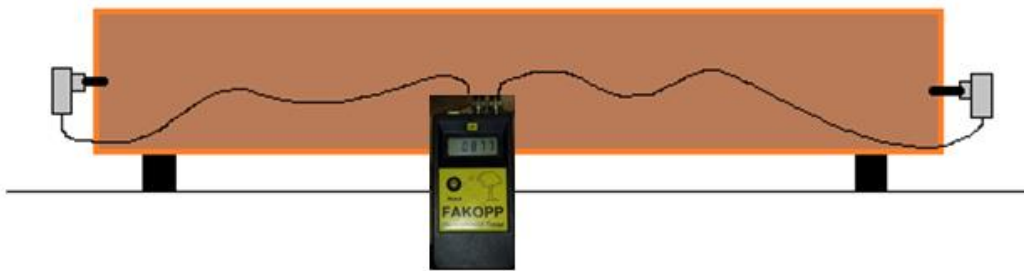
<https://www.youtube.com/watch?v=zbpFLABn7cE>



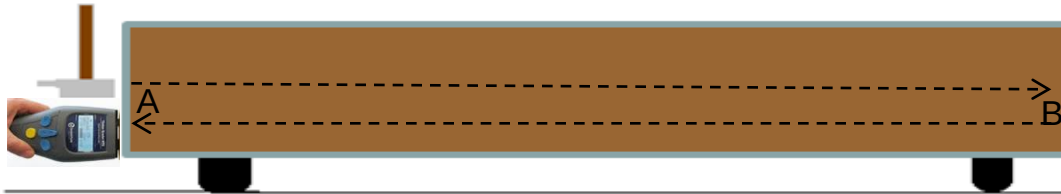
<https://www.youtube.com/watch?v=qFwOcHbJats>

Sistemas de clasificación para madera estructural

Clasificación mecánica



<https://www.youtube.com/watch?v=yUNERmubeS0>



<https://www.youtube.com/watch?v=zbpFLABn7cE>



<https://www.youtube.com/watch?v=qFwOcHbJats>

Jornada Técnica: 'La gestión forestal orientada a la obtención de productos de calidad en masas de pino marítimo'

Situación actual del pino marítimo

Clasificación visual

TABLA: CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN VISUAL PARA PINO MARÍTIMO (UNE 56544)

Criterios de calidad			C24	C18
Diámetro de nudos en cara (d/h)			d ≤ 1/5 de "h"	d ≤ 1/2 de "h"
Diámetro de los nudos en canto (d/b)			d ≤ 1/2 de "b" y d ≤ 3mm	d ≤ 2/3 de "b"
Tasa de crecimiento			≤ 8 mm	Sin limitación
Fendas	De contracción	Pasantes	No permitidas	
		No pasantes	f ≤ 2/5	
			Solo se consideran si su longitud es mayor que la menor de las siguientes dimensiones: ¼ de la longitud de la pieza y 1 metro	
	De rayo, de heladura, de abatimiento		No permitidas	
Acebolladuras			No permitidas	
Entrecascos			Longitud < 1,5 h	
Desviación de la fibra			1:10 (10%)	1:6 (16,7 %)
Gemas	Longitud		G ≤ 1/4 de "L"	G ≤ 1/3 de "L"
	Anchura y espesor		G ≤ 1/4 de b	G ≤ 1/3 de b
Medula ¹⁾			No admitida si se clasifica en húmedo	Admitida
Alteraciones biológicas	Pudrición		No se admite	
	Insectos xilófagos		No se admiten	
	Azulado		Se admite.	
Deformaciones máximas ^{2) 3) 4)}	Curvatura de cara		10 mm (para 2 m de longitud)	10 mm (para 2 m de longitud)
	Curvatura de canto		8 mm (para 2 m de longitud)	8 mm (para 2 m de longitud)
	Alabeo		1 mm (por cada 25 mm de "h")	1 mm (por cada 25 mm de "h")
	Atejado o abarquillado		1 mm (por cada 25 mm de "h")	1 mm (por cada 25 mm de "h")

Clasificación mecánica



Jornada Técnica: 'La gestión forestal orientada a la obtención de productos de calidad en masas de pino marítimo'

Objetivo del GO SIGCA

Desarrollo del primer sistema de clasificación mecánica para madera aserrada de pino marítimo procedente de bosques españoles

- Muestreo: 600 piezas de madera aserrada.
- Secciones: 25 x 5, 20 x 7, 15 x 5 y 10 x 3 cm, y en 4 metros de longitud.
- Desarrollar las dos clases resistentes mas habituales que requiere el mercado de la construcción: C18 y C24



https://youtu.be/B3JgCZlpqFs?list=UUiQlnw_zub2Bb5t2SEs-LKw&t=1

Brookhuis

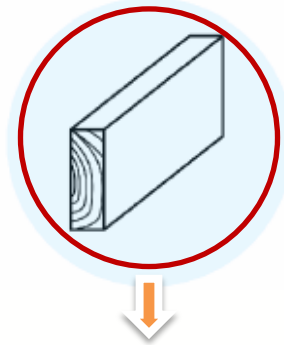


https://www.youtube.com/watch?v=Rj18iY1lvs4&list=UUiQlnw_zub2Bb5t2SEs-LKw&index=15

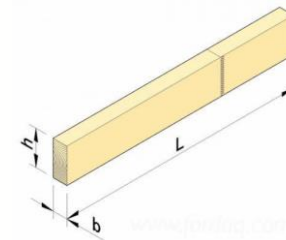
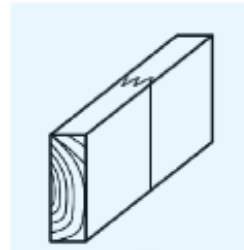
Como afecta el sistema de clasificación utilizado en el mercado

Productos - Etapas

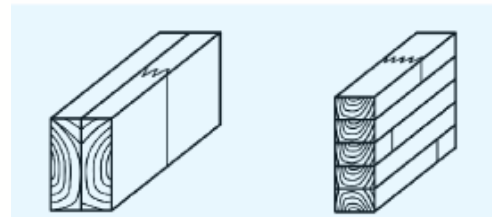
Madera estructural



Madera estructural empalmada



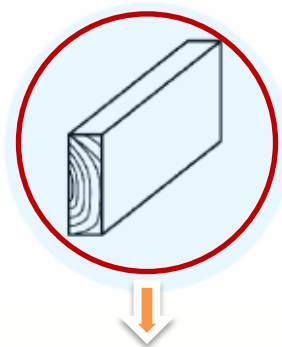
Productos tecnológicos



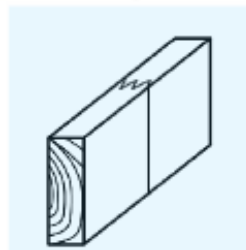
Como afecta el sistema de clasificación utilizado en el mercado

Productos - Etapas

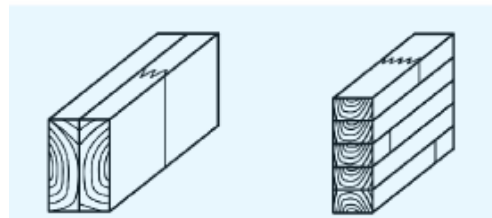
Madera estructural



Madera estructural empalmada



Productos tecnológicos



Clases resistentes por productos

C18

C24

C30



C18

C24

C30



GL20

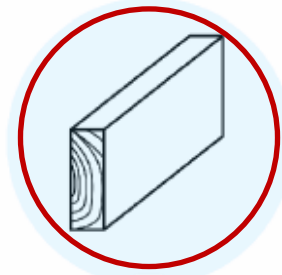
GL24

GL28

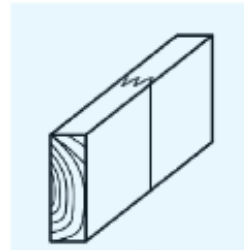
Como afecta el sistema de clasificación utilizado en el mercado

Productos - Etapas

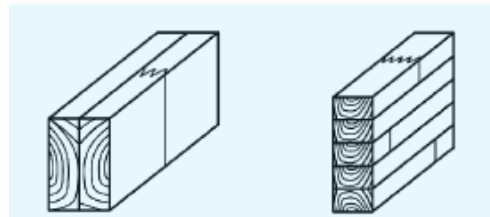
Madera estructural



Madera estructural empalmada



Productos tecnológicos



Objetivo del GO SIGCA

Maximizar el potencial de la madera de pino marítimo mediante el desarrollo de nuevas tecnologías que mejoren su competitividad y puesta en valor en mercados de alto valor añadido.



¡Gracias!

Edgar Lafuente Jiménez

edgar.lafuente@cesefor.com

Beneficiarios



Colaboradores



Financia

