



- Introducción

Bibliografía

- ➡ Saez de Tejada, P. – ***Materiales de Construcción, Maderas***
– COATA Granada, 1988 (BG 694/SAE/mat)
- ➡ Vignote Peña, S. et al. – ***Tecnología de la Madera en la Construcción Arquitectónica***
– Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2000 (BG N 694/TEC/vig)
- ➡ AENOR – ***Madera para la Construcción, Recopilación de Normas UNE***
– AENOR, 1988 (BG N 694 UNE)
- ➡ Arredondo Verdú, F. – ***Estudio de Materiales, Maderas***
– IETCC, 1980 (BG 694/ARR/mad)
- ➡ Arriaga Martitegui, F. et al. – ***Guía de la Madera***
– AITIM, 1999 (BG 694/GUI/gui)
- ➡ Rodríguez Nevado, M.A. – ***Diseño Estructural en Madera***
– AITIM 1999 (BG 694/ROD/dis)

- Introducción

Donde se emplea

- Casas de Madera
- Estructuras de Madera
- Pavimentos y Revestimientos
- Puertas y Ventanas

3

- Introducción

Ventajas

- Fácil obtención y trabajo
- Ligera y Resistente
- Uno de los materiales más ecológicos
- Buen aislamiento térmico
- Coeficiente de dilatación bajo
- Estética

4

- Introducción

Inconvenientes

- Muy Sensible al Fuego
- Le Atacan Parásitos
- Se Pudre
- Inestabilidad Volumétrica
- Durabilidad Limitada
- Ciclo de Producción muy Largo

5

- Introducción

Esbozo histórico

- Hombre primitivo
 - Fácil de trabajar
- Grecia Clásica
 - Herramientas
 - Puertas y ventanas
- Industrialización
 - Derivados de la madera

6

- El Bosque

El Bosque

- Es una comunidad en la que conviven
 - Árboles de gran porte
 - Árboles de mediano porte
 - Árboles de pequeño porte
 - Arbustos
 - Lianas
 - Plantas herbáceas

7

- El Bosque

Las Plantas Leñosas

- Plantas Leñosas
 - Son plantas cuyos tallos perduran
- Árboles
 - Son plantas leñosas que crecen y fructifican a partir de un tallo central o

Arbusto



Liana

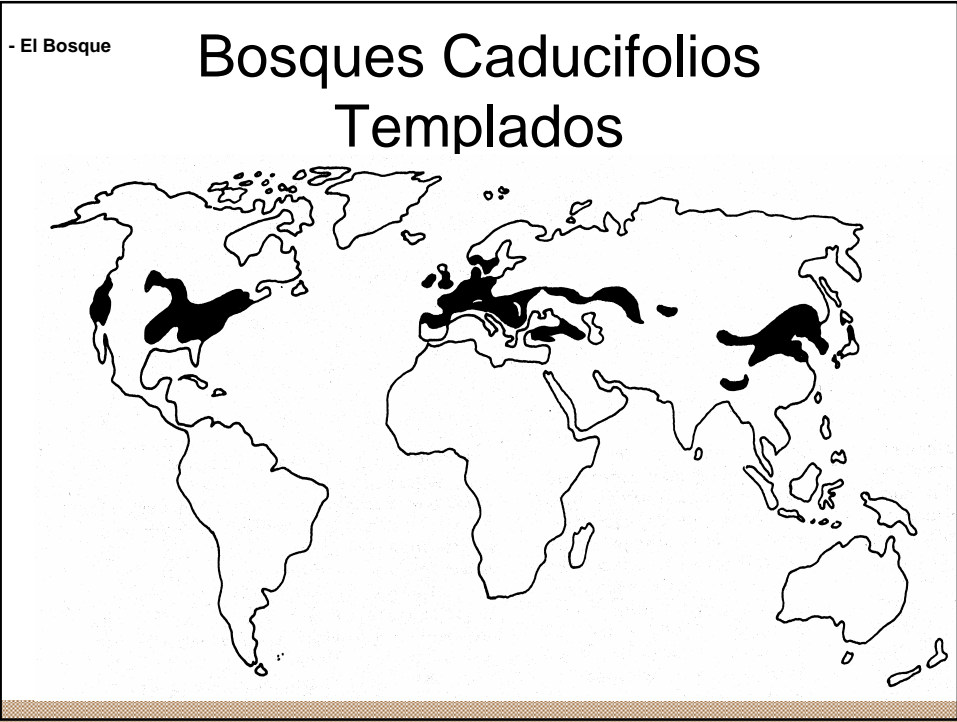
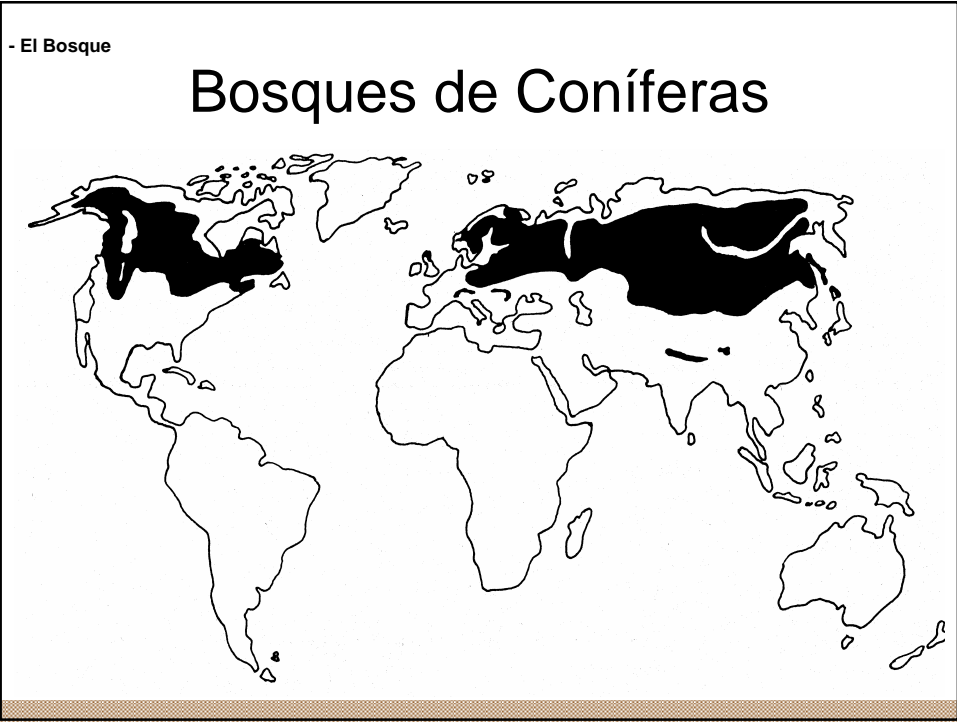


Árbol

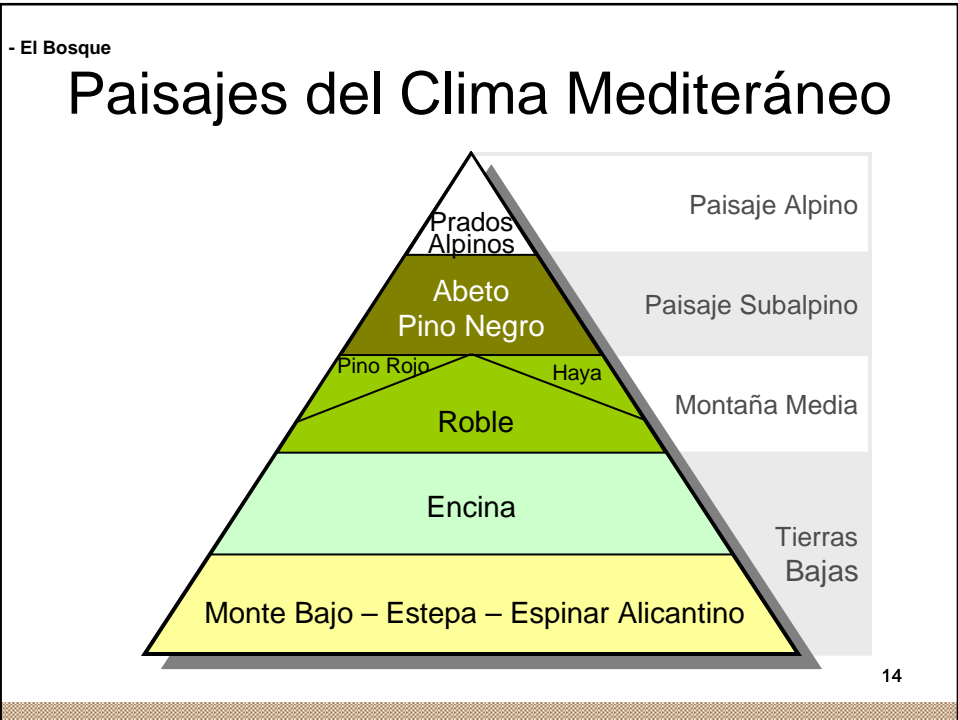


8





Maderas Metales 1



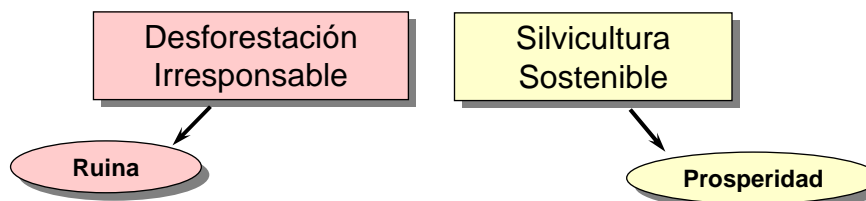
- El Bosque

La Madera y la Ecología

- Coste energético mínimo

1T de Aluminio	17.000 KW
1T de Acero	2.700 KW
1T de Madera	430 KW

- La gestión bien entendida es esencial



- El Arbol

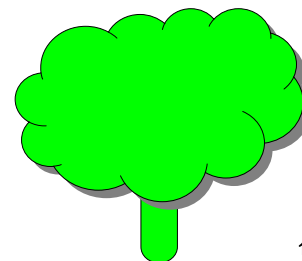
El Árbol

- Solo se utilizan
 - Gimnospermas
 - Angiospermas dicotiledóneas

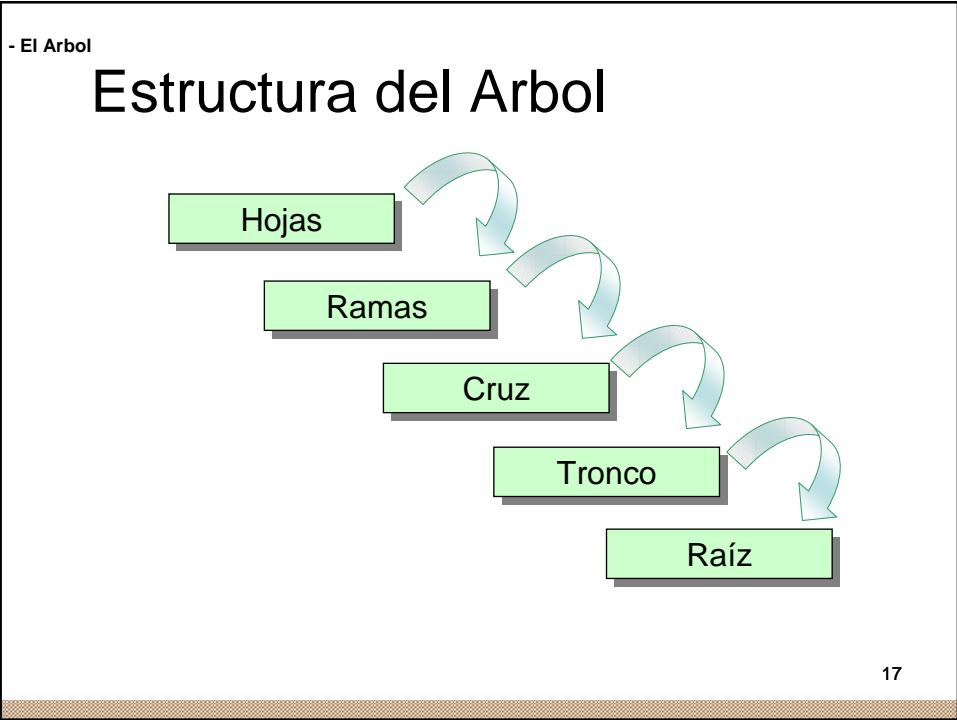


Coníferas

Fronosas



16

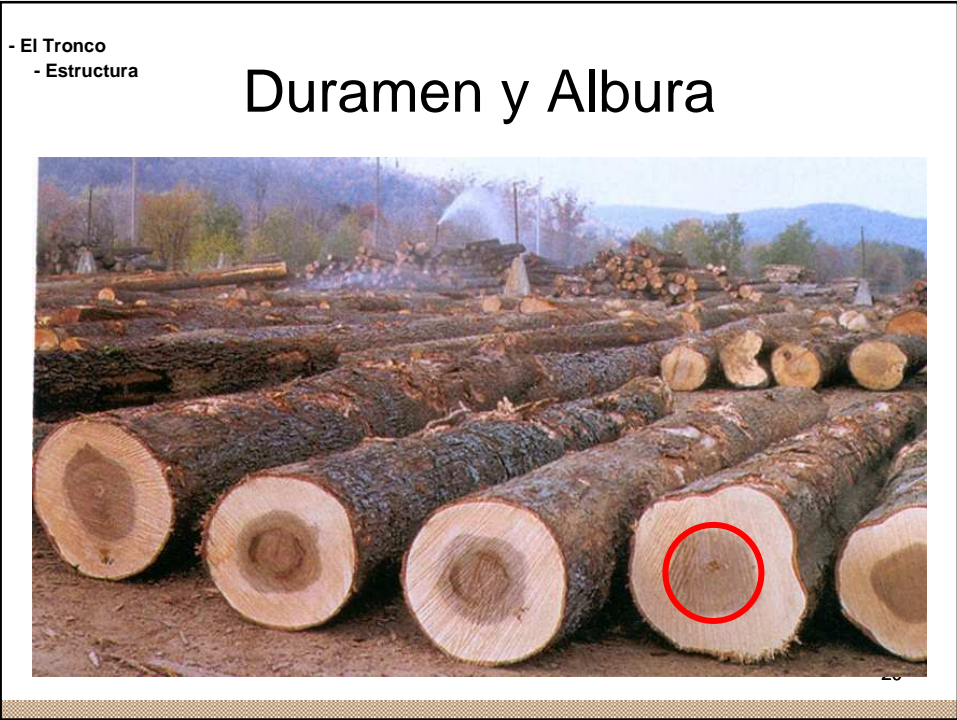
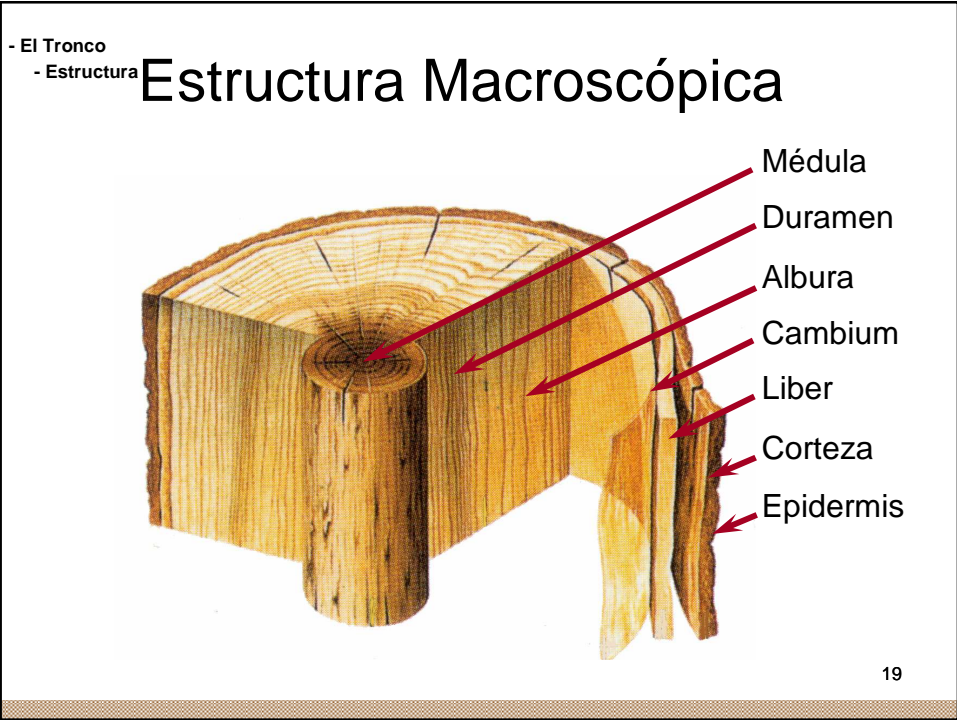


- El Tronco

El Tronco Composición

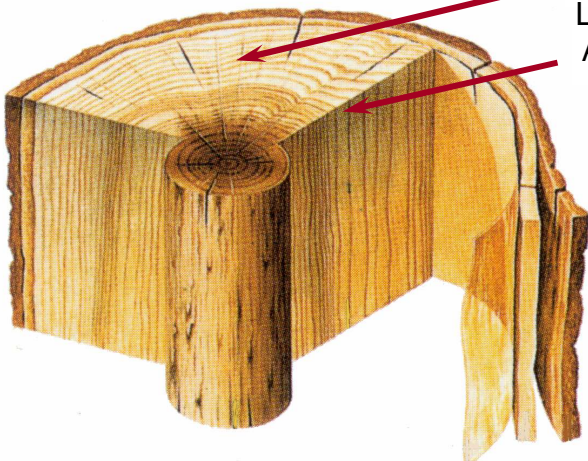
Celulosa	40-50%
Hemicelulosa	24-28%
Lignina	20-25%
Taninos, Grasas, Resinas, Ceras,	

18



- El Tronco
- Estructura

Estructura Macroscópica



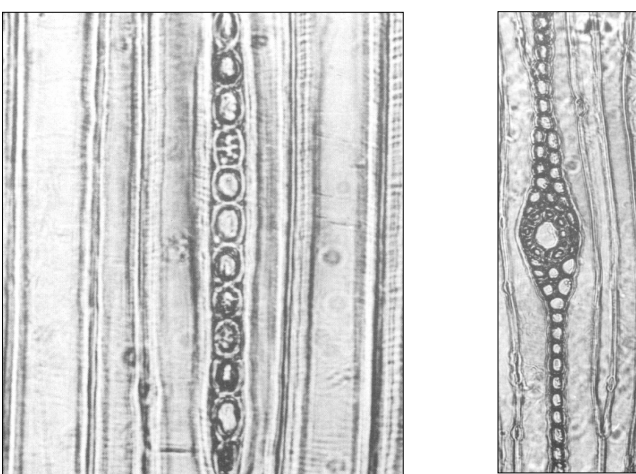
Radios
Leñosos
Anillos

21

Detailed description: This diagram illustrates the macroscopic structure of a tree trunk. It shows a cross-section of a log with a smaller section cut away to reveal the internal layers. Two red arrows point to specific features: one points to the radial lines representing wood rays, and the other points to the concentric rings representing growth rings. The text 'Radios Leñosos Anillos' is positioned to the right of the arrows.

- El Tronco
- Estructura

Radios Leñosos



22

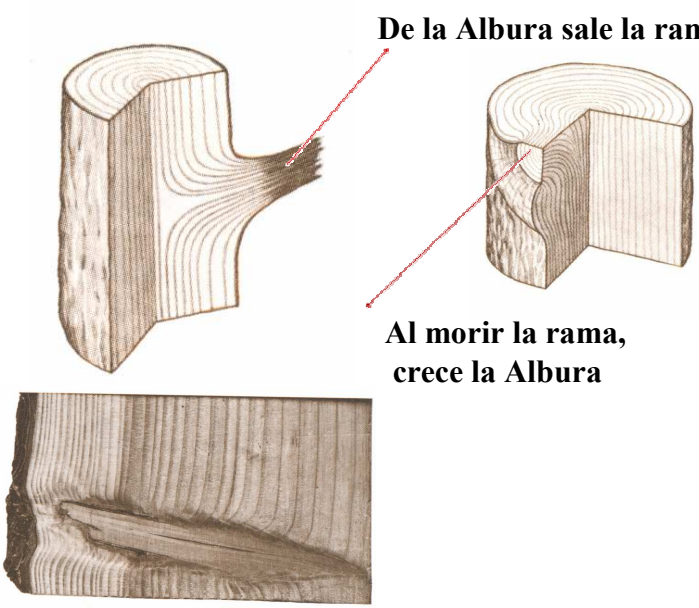
Detailed description: This slide shows two microscopic images of wood rays. The image on the left shows a wide, multi-layered ray with a distinct central zone. The image on the right shows a narrower ray with a more complex internal structure, including a large, circular cell structure in the center. The text 'Radios Leñosos' is centered above the images.

- El Tronco
- Estructura

Nudos

De la Albura sale la rama

Al morir la rama, crece la Albura



23

- Estructura
- El Tronco

Estructura Microscópica

- Coníferas



12

- El Tronco
- Estructura

Estructura Microscópica

- Frondosas



A 3D cutaway diagram of a deciduous wood trunk. The diagram shows the internal structure, including the pith at the center, the growth rings (annual rings) that form the bulk of the trunk, and the outer bark. The wood is shown in a light brown color, and the growth rings are clearly visible as concentric layers.

- Estructura
- El Tronco

Estructura Microscópica

- Traqueidas, de una Conífera



A scanning electron micrograph (SEM) showing a single conifer tracheid. The tracheid is a long, narrow cell with a thick, lignified wall. It has a large, circular lumen (the central cavity) and a smaller, circular lumen at the top. The cell wall is highly textured and shows the characteristic thickening of the tracheid.

26

- El Tronco
- Corte

Tala

- Tiempo ideal
 - Otoño e Invierno
 - Luna Menguante
- Ventajas
 - Menos atacable por parásitos
 - Menos contracciones en el secado

27

- El Tronco
- Secado

Secado al Aire

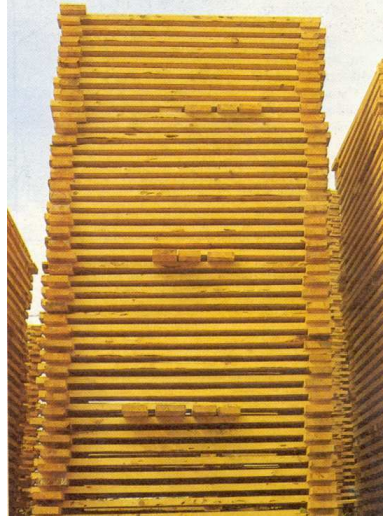


28

- El Tronco
- Secado

Secado al Aire

- Maderas duras:
1 cm/año
- Maderas blandas:
0.5 cm/año



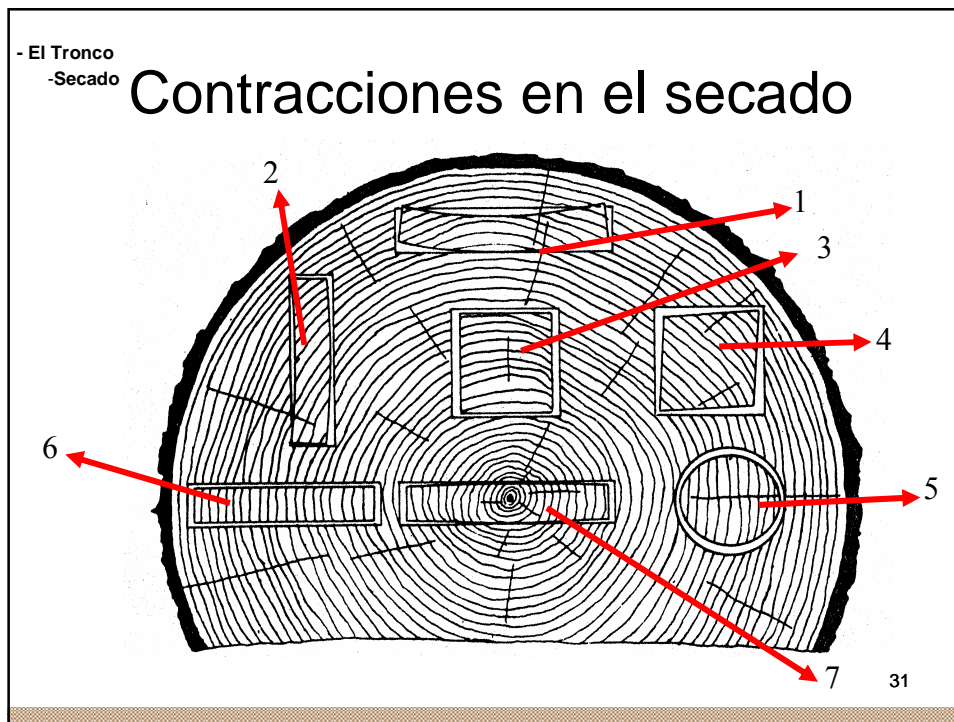
29

- El Tronco
- Secado

Secado al Autoclave



30

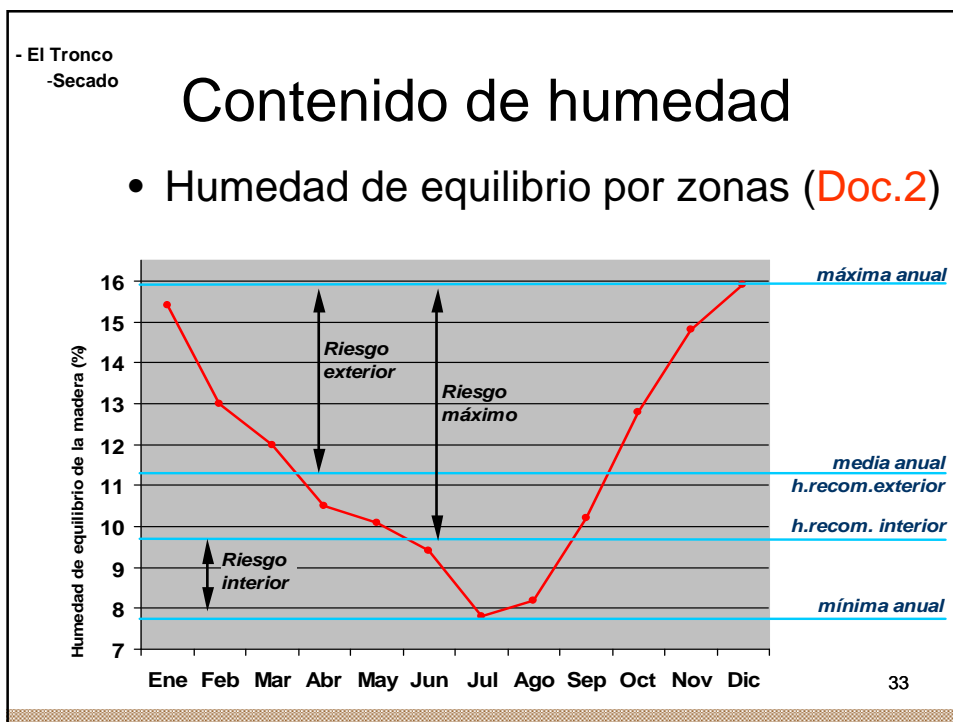


- El Tronco
- Secado

Contenido de humedad

- Clasificación

Humedad %	Estado	Medio
>70	Empapada	Sumergida en agua
31-70	Verde	En pie o cortada en el monte
30	Saturada	Aire saturado de humedad
23-29	Semi-Seca	A aserrar
18-22	Comercialmente Seca	Al aire
13-17	Seca al Aire	Bajo cubierta
1-13	Muy Seca	Secada en cámara o en clima seco
0	Anhidra	Secada en estufa



- El Tronco
- Secado

Contenido de humedad




- Humedad de equilibrio DE LA MADERA, por Aplicaciones (en %)

Obras hidráulicas	30
Medios muy húmedos	25-30
Al descubierto y con humedad media	18-25
Obras cubiertas y abiertas	16-20
Obras cubiertas y cerradas	13-17
Locales cerrados y calefactados	12-14
Locales cerrados con calefacción continua	10-12

34

- El Tronco
- Despiece

Tipos de corte

- **Radial** 
 - Corte fácil - Se pule bien
- **Tangencial** 
 - Dificultad media en el corte - Se pule bien
 - Se aprecian las aguas
- **Axial** 
 - Corte difícil - Se pule mal
 - Muy absorbente

35

- El Tronco
- Despiece

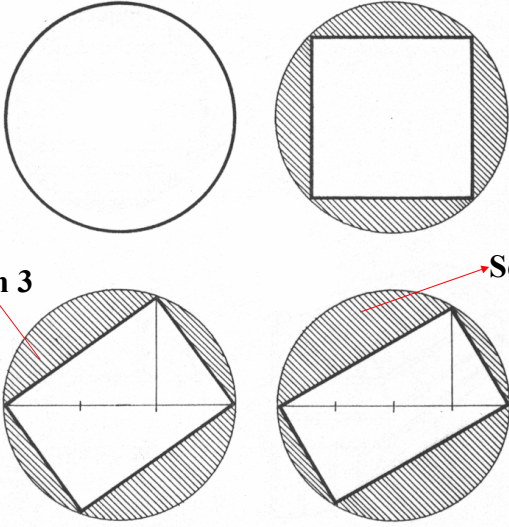
Tipos de corte

- **Hienda**
 - No se rompen las traqueidas (**conductos de salida**)
 - Mayor durabilidad
 - Corte radial fácil de ejecutar
 - Corte tangencial difícil de ejecutar
 - Corte axial imposible
- **Aserrado**
 - Dificultad media
 - Menos durabilidad
 - No importa por donde se realice

36

- El Tronco
- Despiece

Piezas Enterizas



The diagram illustrates the process of dividing a circular log into three and four pieces. It consists of four circular cross-sections. The top-left circle is a simple outline. The top-right circle has a square inscribed within it, with the area between the square and the circle shaded with diagonal lines. The bottom-left circle has a triangle inscribed within it, with the area between the triangle and the circle shaded with diagonal lines. The bottom-right circle has a square inscribed within it, with the area between the square and the circle shaded with diagonal lines. Red arrows point from the text 'Se divide en 3' to the bottom-left circle and from 'Se divide en 4' to the bottom-right circle.

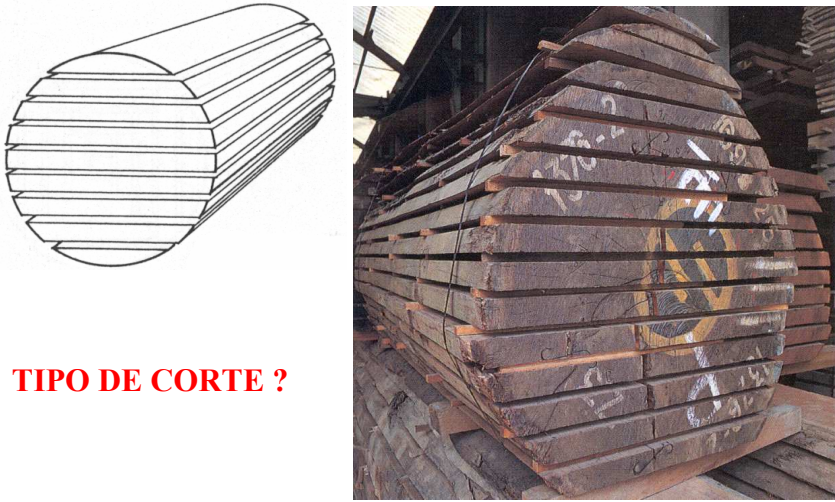
Se divide en 3

Se divide en 4

37

- El Tronco
- Despiece

Despiece Común



The diagram shows a log split into several planks, with the split surface shaded with diagonal lines. To the right is a photograph of a stack of such planks, showing their curved shape and the way they are stacked together. A yellow and black hazard symbol is visible on the stack.

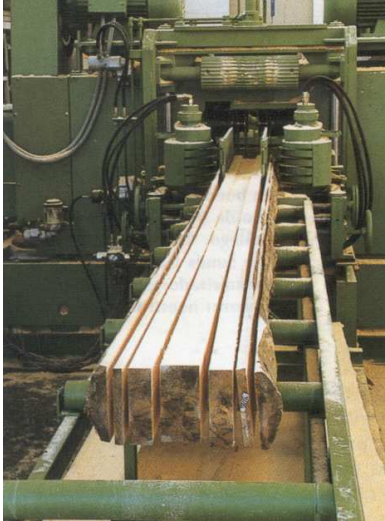
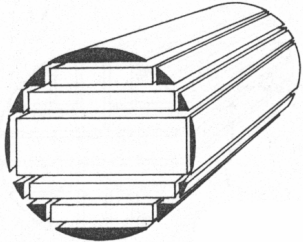
TIPO DE CORTE ?

38

- El Tronco
- Despiece

Despiece de París

MEJORA AL SISTEMA ANTERIOR ?

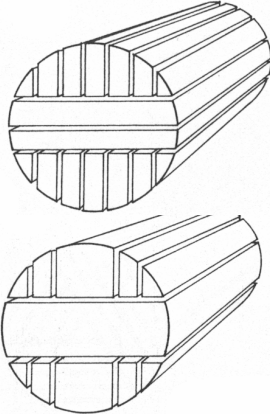



39

- El Tronco
- Despiece

Despieces en Cruz

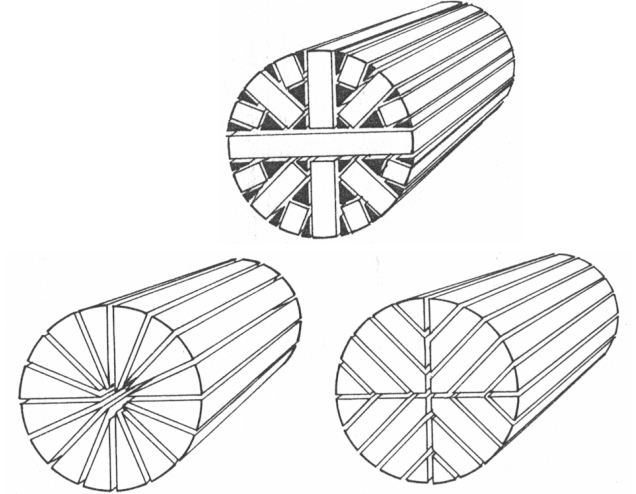
PIEZAS MÁS ESTABLES ?



40

- El Tronco
- Despiece

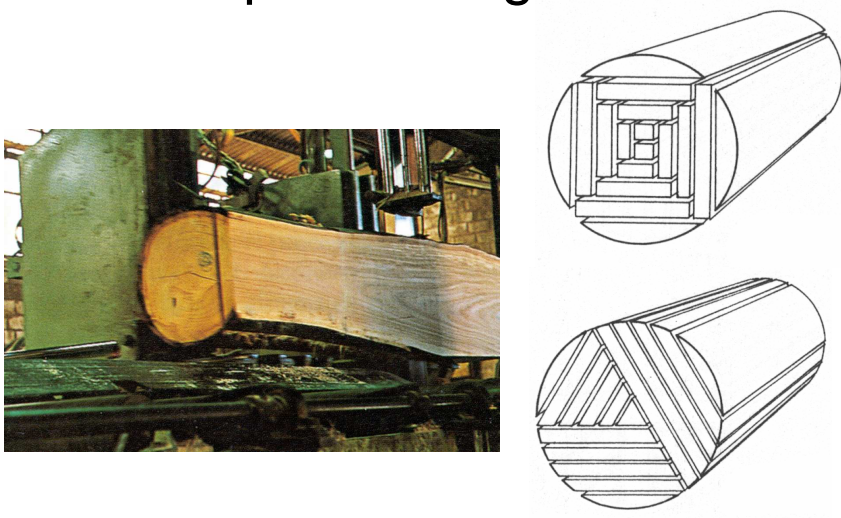
Despiece Radial



41

- El Tronco
- Despiece


Despiece Tangencial



42

- El Tronco
- Despiece

Aprovechamiento total



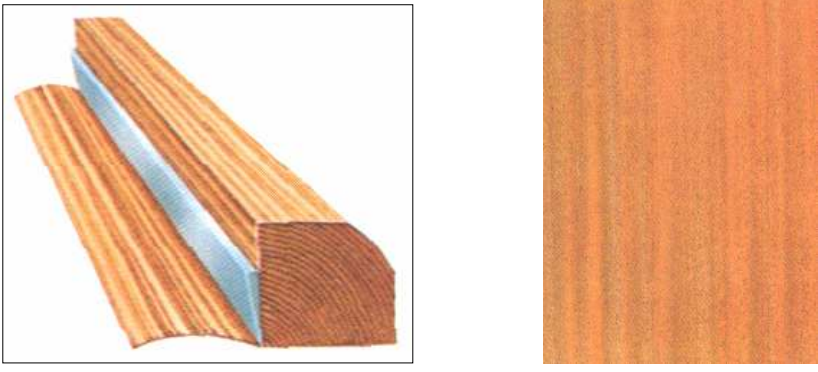
The diagram on the left shows a circular cross-section of a log with several radial cuts, illustrating the 'Aprovechamiento total' (total utilization) of the wood. The diagram on the right shows a 3D perspective of a log with radial cuts, illustrating the 'Aprovechamiento total' (total utilization) of the wood.

43

- El Tronco
- Despiece

Chapas

- Corte Radial



The diagram on the left shows a 3D perspective of a log with a radial cut, illustrating the 'Corte Radial' (radial cut) process. The diagram on the right shows a vertical wood panel, illustrating the 'Chapas' (veneers) produced from the radial cut.

44

- El Tronco
- Despiece

Chapas

- Corte Tangencial



45

This slide illustrates the tangential cut of wood. It features a 3D diagram on the left showing a log being cut into a board, with a blue metal blade positioned tangentially to the growth rings. On the right, a vertical photograph shows a close-up of the resulting wood grain, characterized by wavy, concentric patterns. The slide is titled 'Chapas' and includes the bullet point 'Corte Tangencial'.

- El Tronco
- Despiece

Chapas

- Corte Tangencial




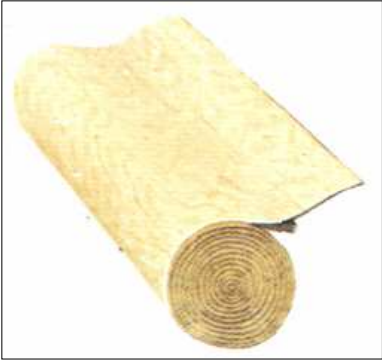
46

This slide shows the industrial process of wood cutting. A photograph depicts a worker in a blue uniform operating a large industrial saw in a mill. The worker is positioned on the left, leaning over a large stack of cut wood. The saw is a large, green machine with a prominent blade. The background shows the interior of a wood mill with various equipment and a forklift. The slide is titled 'Chapas' and includes the bullet point 'Corte Tangencial'.

- El Tronco
- Despiece

Chapas




- Desenrollo



47

- El Tronco
- Despiece

Cubiertas con tejas de madera



48

- El Tronco
- Despiece

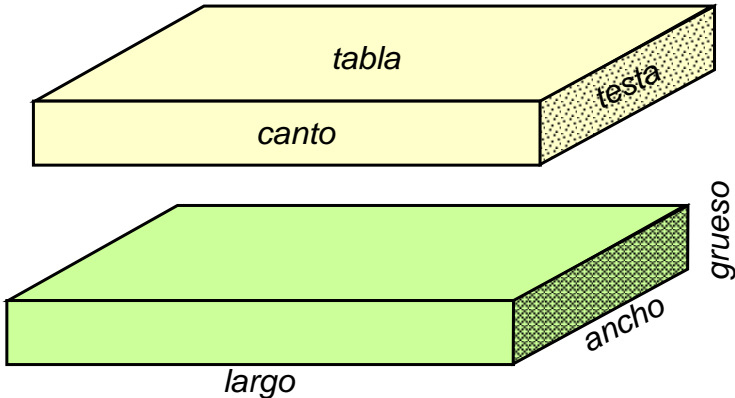
Cubiertas con tejas de madera



49

- El Tronco
- Despiece

Nomenclatura (Doc 7 Pàg. 10)



- Escuadría
 - Dimensiones de la testa (ancho x grueso)

50

- El Tronco
- Despiece

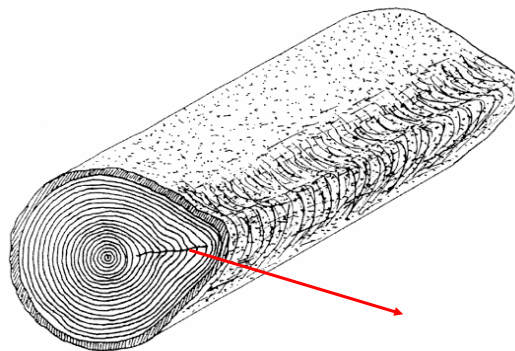
Nomenclatura

- Rectangulares
 - Tablón > 4 cm
 - Tabla de 2 a 4 cm
 - Lata o Ripia < 2 cm
- Cuadrados
 - Madero > 10 cm
 - Listón de 5 a 10 cm
 - Listoncillo < 5 cm

51

- El Tronco
- Efectos y
Defectos

Fendas



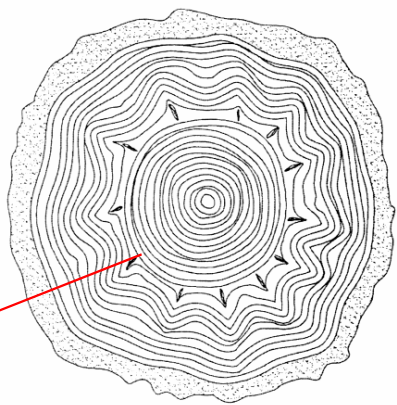
- Viento
 - Heladura
- } **Árbol Vivo**
- Apeo
 - Secado
- } **Árbol Muerto**

52

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Fendas

- Viento
- Heladura
- Apeo
- Secado




53

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Fendas

- Viento
- Heladura
- Apeo
- Secado

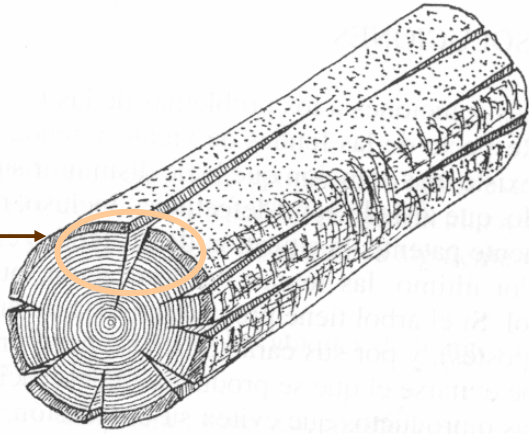


54

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Fendas

- Viento
- Heladura
- Apeo
- Secado

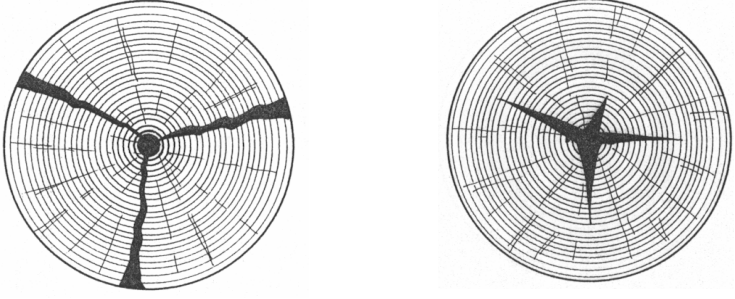


55

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Pudrición de la médula

- Corazón abierto
- Pata de gallina



De afuera hacia dentro

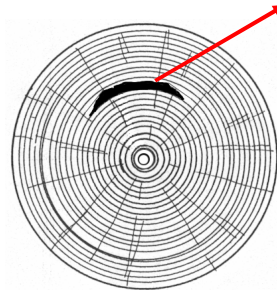
De adentro hacia afuera

56

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Discontinuidad de las fibras

- **Entrecorteza**
- Acebolladura
- Bolsas de resina

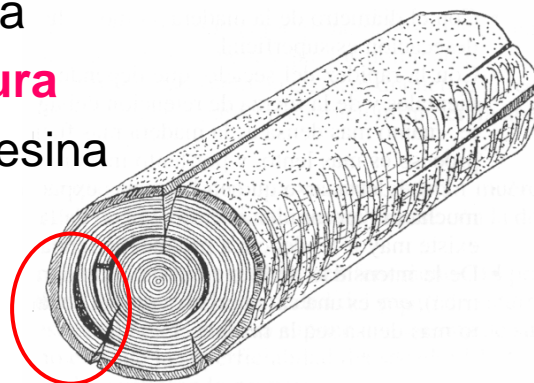


57

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Discontinuidad de las fibras

- Entrecorteza
- **Acebolladura**
- Bolsas de resina

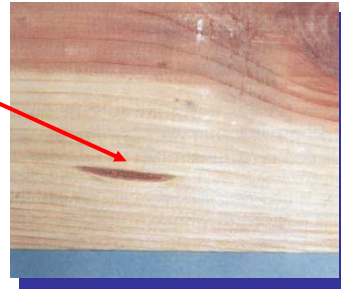


58

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Discontinuidad de las fibras

- Entrecorteza
- Acebolladura
- **Bolsas de resina**

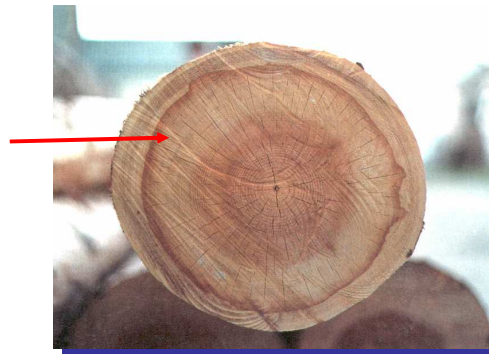


59

- Efectos y Defectos
- El Tronco

Afectando a la composición

- **Doble albura**



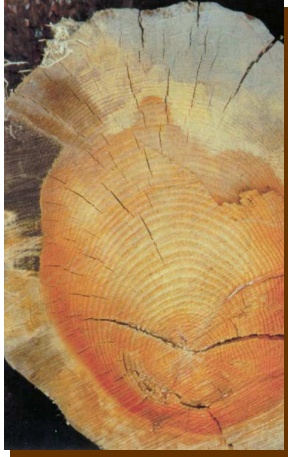
- Madera borniza
- Madera juvenil

60

Desviación de las fibras

Madera descentrada

- Tableadura



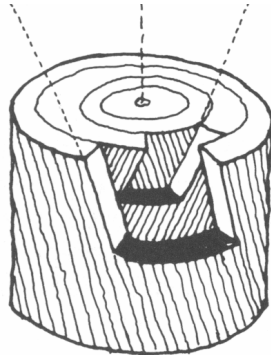
- Madera Torcida



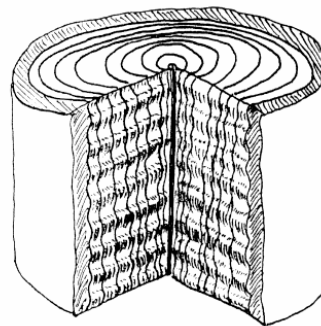
61

Desviación de las fibras

- Madera Ondulada



- Madera Trenzada



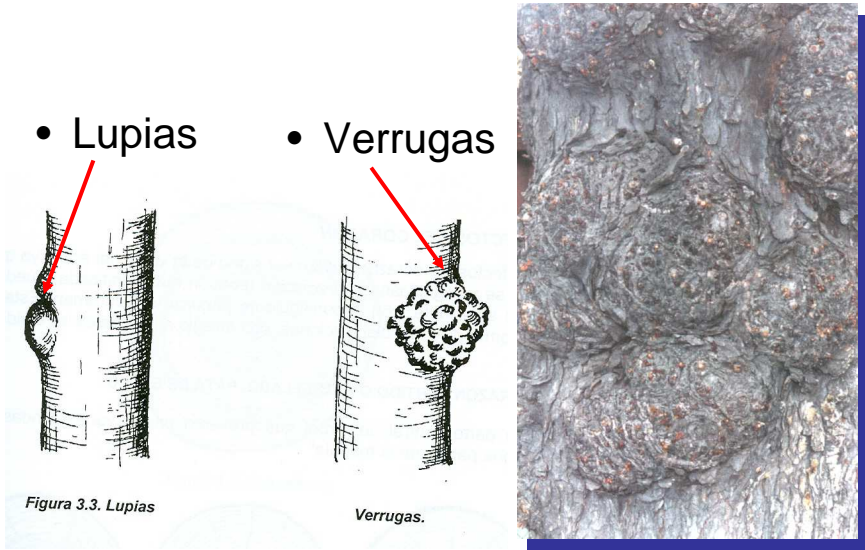
Típica de qué especie maderable ?

62

- El Tronco
- Efectos y Defectos

Desviación de las fibras

- Lupias
- Verrugas



The diagram on the left shows two cross-sections of a tree trunk. The first, labeled 'Lupias', shows a localized area where the wood fibers have curved inward. The second, labeled 'Verrugas', shows a larger, more irregular area where the fibers have curved outward. To the right is a photograph of a tree trunk with several large, raised, irregular growths, which are the physical manifestation of these defects.

Figura 3.3. Lupias

Verrugas.

63

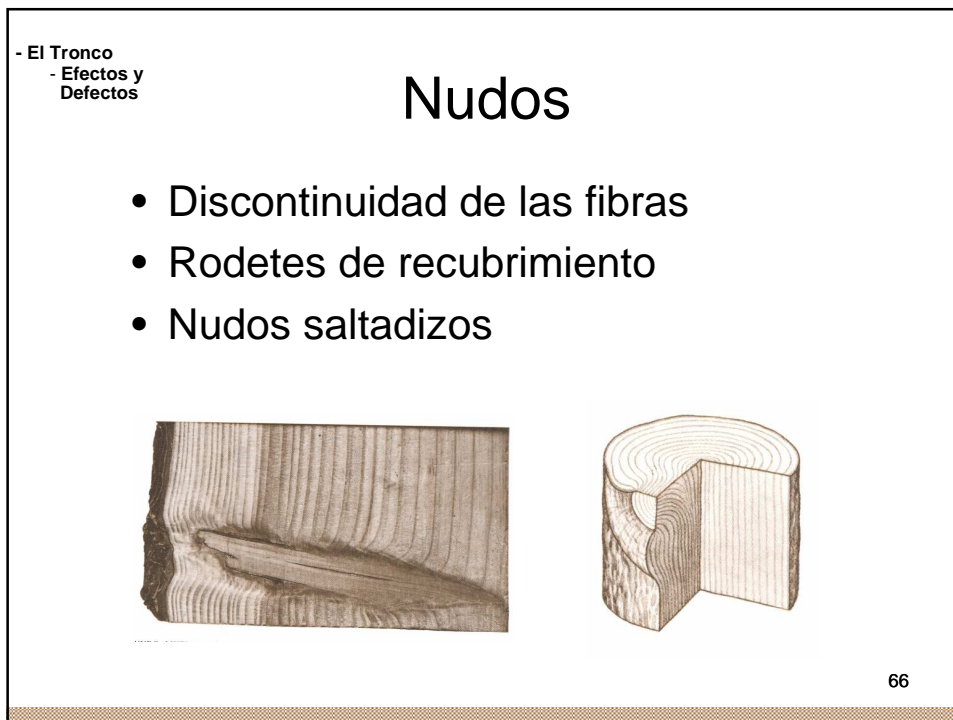
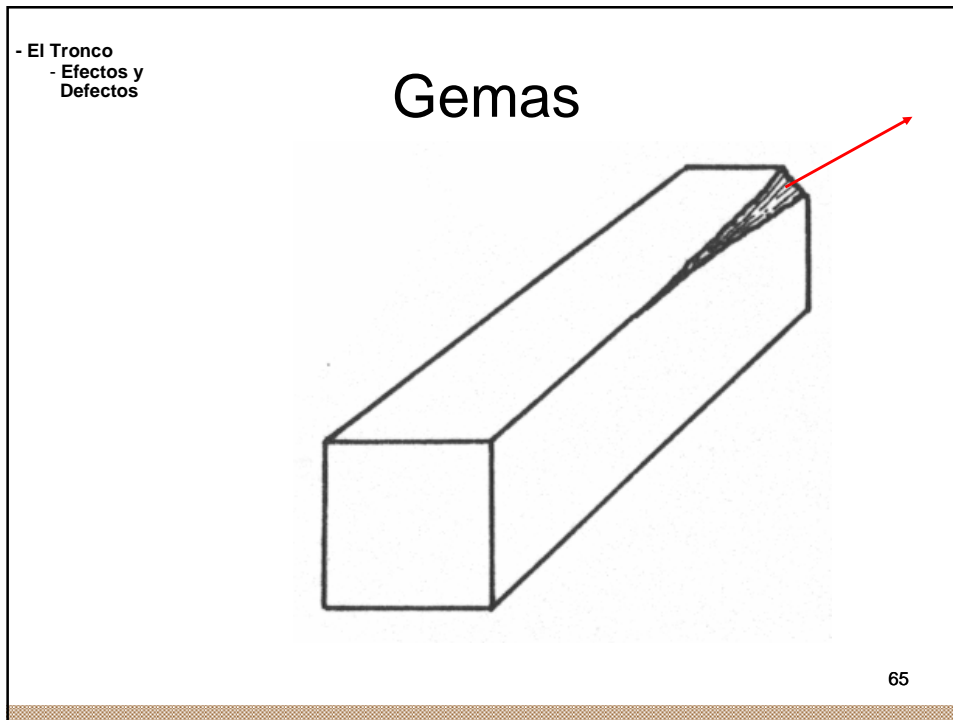
- El Tronco
- Efectos y Defectos

Madera de Reacción

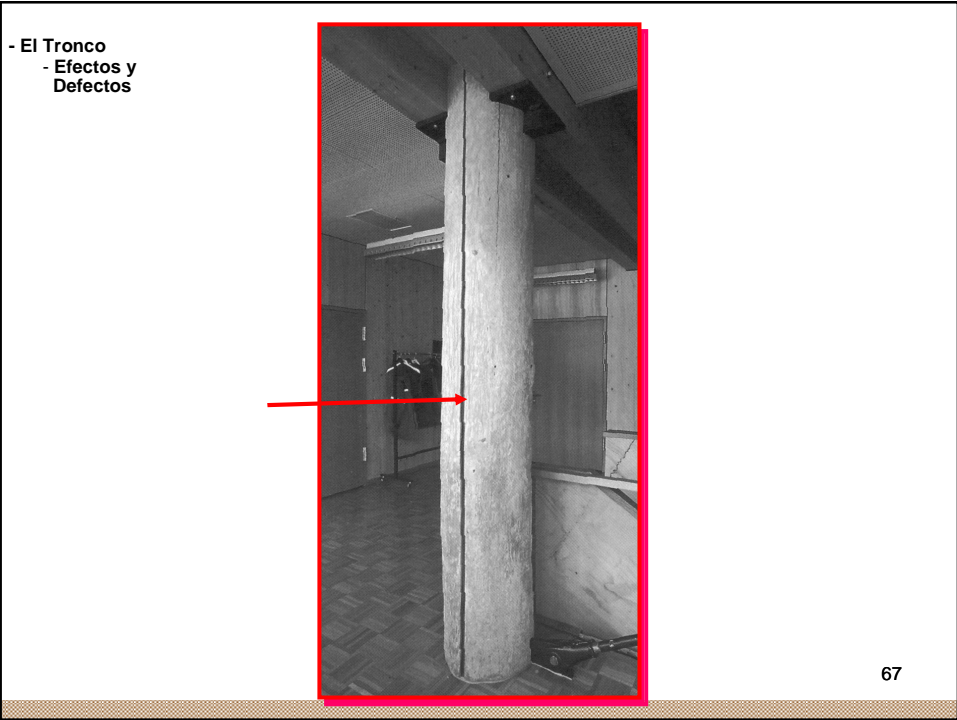


The photograph shows a cross-section of a tree trunk. The top portion of the trunk is noticeably curved upwards, which is characteristic of reaction wood. A small curved arrow on the right side of the trunk indicates the direction of the curvature.

64



Maderas Metales 1



- Especies

Coníferas



- **Abeto (Pàg. 13)**



69

- Especies

Coníferas

- **Abeto (Pàg. 13)**




70

- Especies

Coníferas

- Pino de Silvestre (14)
- Pino Gallego (15)
- Pino de Oregon (17)
- Pino Mobila (16)



71

- Especies

Coníferas

- Pino de Silvestre



72

- Especies

Coníferas

- Pino Gallego



73

- Especies

Coníferas

- Pino de Oregon



74

- Especies

Coníferas

- Pino Mobila



75

- Especies

Coníferas

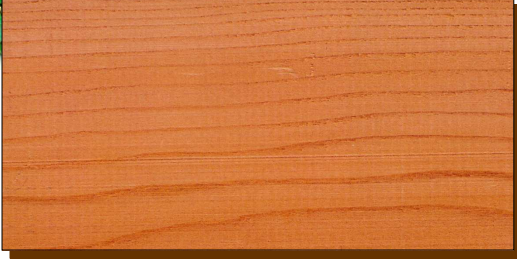

- **Pino de Silvestre (14)**
 - Pino de Suecia
 - Pino Valsain
 - Pino de Soria
 - Pino de Cuenca
 - Pino Norte
- Pino Gallego (15)
- Pino Mobila (16)
- Pino de Oregon (17)

76

- Especies

Coníferas

- Cedro (*Thuja Plicata* y otros)



77

- Especies

Frondosas

- Fresno
(*Fraxinus Excelsior* – *Fraxinus Angustifolia*)

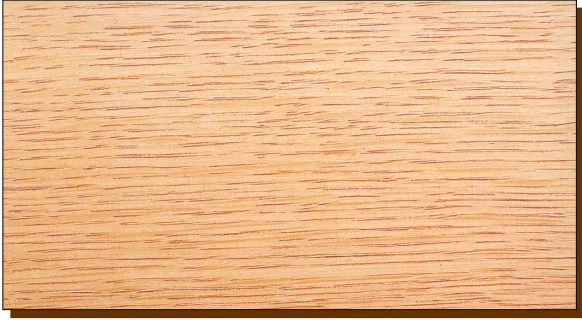



78

- Especies

Frondosas

- Roble (*Quercus Robur y otros*)







79

- Especies

Frondosas

- Arce






80

- Especies

Frondosas

- Haya



81

- Especies

Frondosas

- Nogal



82

- Especies

Exóticas

- Teka



83

- Especies

Exóticas

- Iroko



84

- Especies

Exóticas

- Azobe



85

- Especies

Exóticas

- Okume



86

- Especies

Exóticas

- Sapelli





87

This slide features a title 'Exóticas' and a sub-header '- Especies'. A bullet point lists 'Sapelli'. To the left, there is an illustration of a tree with a thick trunk and green foliage, accompanied by a small rectangular wood sample showing a reddish-brown grain. To the right, a larger rectangular wood sample displays a similar reddish-brown grain with a fine, wavy texture. The number '87' is located in the bottom right corner.

- Especies

Exóticas

- Embero




88

This slide features a title 'Exóticas' and a sub-header '- Especies'. A bullet point lists 'Embero'. To the right, a large rectangular wood sample shows a reddish-brown grain with a distinct wavy pattern. Below this, a collage of six photographs shows various trees and their trunks in different settings. The number '88' is located in the bottom right corner.

- Especies

Exoticas

- Mukali



89

- Especies

Exoticas

- Wengue



90

- Especies

Exoticas

- **Chopo**



91



Abeto



Arce



Cedro



Bubinga

92

Maderas Metales 1



Maderas Metales 1



95

- Especies

Precios (aprox.)

- Euros/m³
- Valores medios
 - Dependen de la medida

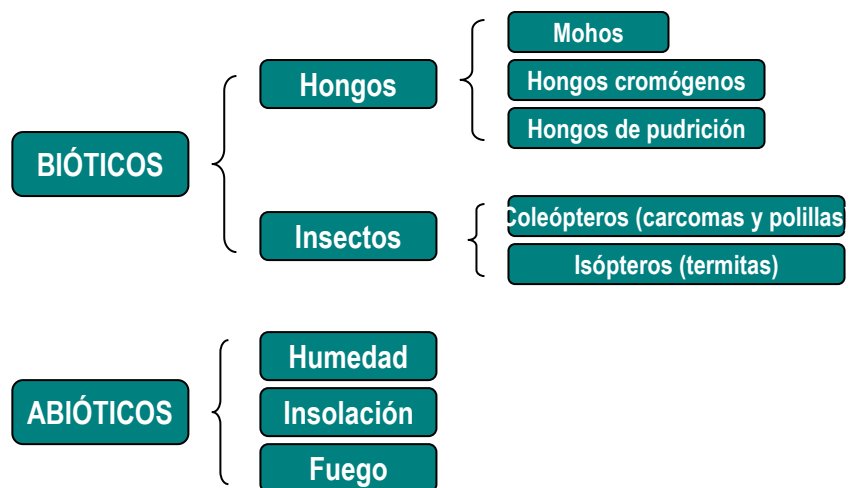
Teka	4.000
Nogal	2.000
Roble	1.40
Arce	1.26
Fresno	0.75
Iroko	1.02
Sapelli	0.97
Embero	0.96
Pino Mobila	0.79
Haya	0.71
Pino Suecia	0.38
Abeto	0.32
Pino Gallego	0.26

96

La madera puesta en obra. Agentes destructores y sus tratamientos

97

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA



98

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

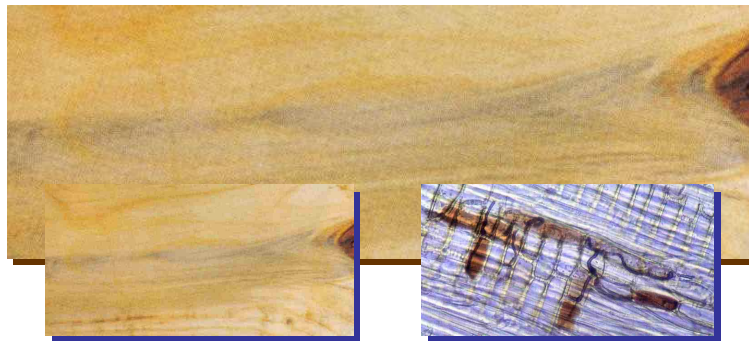
- **HONGOS**
 - Plantas inferiores que “parasitan” en la madera
 - Cantidades elevadas de agua
 - La temperatura ideal ronda los 20°C
 - Algunos atacan la madera superficialmente y otros atacan su estructura
- **Mohos**
 - Son hongos inferiores
 - Sólo degradan estéticamente la madera
 - Generan problemas de higiene para la salud

99

- Ataques bióticos

Hongos

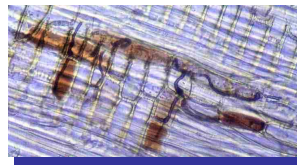
- **Hongos Cromógenos**
 - Pudrición azul
 - Pasma de la Haya



100

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

- **HONGOS**
 - Hongos cromógenos
 - Degradan estéticamente la madera siendo capaces de penetrar en su interior
 - Son hongos inferiores
 - El más conocido es el Azulado de las coníferas



101

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

- **HONGOS**
 - Hongos de pudrición
 - Son los más perjudiciales ya que se alimentan de la madera
 - La pudrición afecta notablemente a las propiedades mecánicas.
 - La necesidad de agua esta por encima del 22-24%

102

- Ataques bióticos

Ataques Bióticos

- Hongos xilófagos
 - Pudrición blanca
 - Pudrición parda
 - Pudrición blanda



103

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

- HONGOS
 - Pudrición Blanca
 - La producen hongos superiores
 - Estos hongos destruyen, para alimentarse, más lignina que celulosa, dando a la madera un aspecto blanquecino y fibroso. Se pierden prácticamente las resistencias mecánicas



104

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

- **HONGOS**

- **Pudrición Parda o cúbica**

- La producen hongos superiores
 - Estos hongos destruyen, para alimentarse, más celulosa que lignina, dejando un residuo color pardo.
 - Se pierde elasticidad y resistencia mecánica, generándose una rotura en forma de cubos o piezas primáticas



105

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

- **HONGOS**

- **Pudrición Blanda**

- La producen hongos inferiores
 - Se produce en zonas de elevada humedad permanente
 - Estos hongos atacan la celulosa
 - Avance lento y por sucesivas capas

106

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

- **INSECTOS XILÓFAGOS**

- **Coleópteros**

- **Viven en la madera en estado larvario *comiéndosela***
- **Una vez convertidos en adultos salen al exterior**
- **Los síntomas que presenta la madera atacada son:**
 - **Pequeños orificios**
 - **Serrín, dentro de la viga o en los alrededores**
 - **Ruido con un característico “*cri, cri*”**
 - **Hinchamientos superficiales que se corresponden con galerías interiores separadas del exterior por finísimas capas**



107

- Ataques bióticos

Insectos de ciclo larvario

- **Carcoma Grande**
 - **Hylotrupes Bajulus**
 - **Orificios de 4 a 7 mm**
 - **Insecto de 18 a 20 mm**



108

	NINFAS MICROCEFALAS	PAREJA REAL FUNDADORA DE LA COLONIA	ALADOS MACROPTEROS (REPRODUCTORES DE LA PRIMERA FORMA)
HUEVOS-NINFAS EN SU PRIMERA FASE	NINFAS MACROCEFALAS	SEXUADOS FUNCIONALES NEOTÉCNICOS O DE SUSTITUCIÓN	ALADOS BRAQUIPTEROS (REPRODUCTORES DE LA SEGUNDA FORMA)
		SEXUADOS NO FUNCIONALES	APTEROS (REPRODUCTORES DE LA TERCERA FORMA)
			OBROSEROS SOLDADOS

A.- Huevos.
 B.- Ninfa joven, no diferenciada todavía.
 C.- Alado macróptero, reproductor de la primera forma.
 D.- Soldado.
 E.- Obrera.
 F.- Alado braquiptero, reproductor de la segunda forma, en estado de ninfa.
 G.- Ninfa de alado macróptero.
 H.- Apterero reproductor de la tercera forma.

IUM PUNCTATUM
 XESTOBIUM RUFOVILLOSUM
 LYCTUS LINEARIS
 LYCTUS BRUNNEUS
 HYLOTRUPES BAJULUS

109

- Ataques bióticos

Insectos de ciclo larvario



- Carcoma Pequeña
 - Annobium Punctatum
 - Orificios de 1,5 a 2 mm.
 - Insecto de 2,5 a 4,5 mm.
- Ambrosía (Polilla Negra)
 - Platypodiae y Scolitydae
 - Orificios de hasta 3mm. oscuros

110

- Ataques bióticos

Termitas

- Varias dentro de los isópteros
- Tuneles terrosos de 2 a 4 mm



111

- Ataques bióticos

Xilófagos marinos

Moluscos

- o **Teredo Navalis**

Galerías de 25 cm de largo

Crustáceos

- o **Limnoria tripunctata**

Galerías de 2 mm de diámetro



112

- Ataques
bióticos

Protección

- Carbonización
- Impregnación
 - Creosota
 - Sales
 - CCA
 - CCB
 - CFK
- Pinturas con fungicidas
- Cebos
- Otros...

113

- Ataques
bióticos

Criterios para aplicar una protección

- ✓ Evaluar el riesgo biológico (UNE EN 350-2)
- ✓ (pág. 5 y 3, 2da columna)
- ✓ Aplicarlo a la situación ambiental (UNE EN 335-1/2) (pág. 3)
- ✓ Si la madera requiere un tratamiento aplicarlo (UNE EN 335-1/2) (pág. 7)

114

- Protección
frente al fuego

Protección frente al fuego (pág. 12)

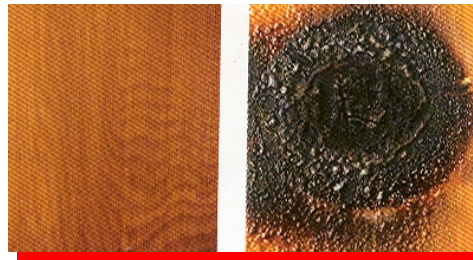
- ✓ 0-100°C evaporación de agua
- ✓ 100-150°C reacciones insignificantes
- ✓ 150-200°C emisión de gases
 - ✓ 70% incombustibles (CO₂)
 - ✓ 30% combustibles (CO) e inflamables
- ✓ 200-280°C aumenta la combustibilidad
 - ✓ Incremento de gases inflamables
 - ✓ Puede producirse la inflamación
- ✓ >280° pirólisis de la lignina
- ✓ **Comienza a arder.....**

115

- Protección
frente al fuego

Sistemas

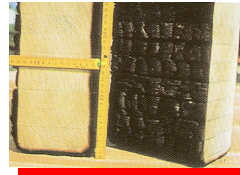
- Impregnación
 - Sales retardadoras de la combustión
- Revestimiento
 - Madera
 - Yeso
 - Vermiculita
 - Fábrica
 - Pinturas intumescentes
- **Sobredimensionado de los elementos**
 - **Cálculo de la velocidad de carbonización**



116

- Protección
frente al fuego

Ensayos a escala real



117

Problemas de Cálculo de Eficiencia al Fuego

❑ **Nº1:** A una estructura de madera de **Pino Gallego** ($D_k 290\text{Kg/m}^3$), se le exige un comportamiento ante el fuego como un **EF-120**. El cálculo de las Vigas de la cubierta nos dá, que para que ese elemento cumpla su función resistente, unos valores de: **35cm de espesor y 50cm de largo**.

La estructura se revestirá superficialmente en su totalidad con una pintura ignífuga que comporta como un **RF-30**.

¿Qué dimensiones mínimas deberán tener dichas vigas?. Dibuje el esquema.

❑ **Nº2:** Un edificio está previsto construirlo, con pilares de madera de **Chopo** en rollo. Según el cálculo, el diámetro mínimo que tendrán esos pilares, a efectos resistentes, deberán ser de **0,1 metros**.

Si queremos conseguir un **EF-120**, qué dimensión real deberán tener dichos pilares ?. Dibuje el esquema.

❑ **Nº3:** Una vivienda de madera tiene pilares cuadrados para su sostén. Estos pilares **están embebidos** en el cerramiento exterior, que es de fábrica de ladrillo, quedando visible (por una cuestión de estética), solo una de sus caras por el interior. Los pilares son de madera de **Arce**, y su dimensión mínima a efectos de cálculo es de **10x10 cm**. Si queremos conseguir una **EF-60**; qué dimensión deberán tener dichos pilares ?. Dibuje el esquema.

118

Comportamiento frente al Fuego

		Dk	Espesor	Vo
CONIFERAS	MADERA MACIZA	≤ 290	≥ 35	0,8
	MADERA LAMINADA ENCOLADA	≥ 290	≥ 35	0,7
	MADERA EN TABLEROS	= 350	= 20	0,9
FRONDOSAS		> 450		0,5
		≥ 290 < 450		0,7
TABLEROS	CONTRACHAPADOS	= 450	= 20	1
	OTROS DERIVADOS	= 450	= 20	0,9

$$R = V_o \times T_f + 0,7 \times K_o$$

119

Problemas de Cálculo de Eficiencia al Fuego

❑ **Nº4:** Una cubierta de un Auditorium, a base de vigas de **madera laminada encolada de Pino Silvestre**, tiene que tener por exigencias de proyecto, una **EF-90**. La sección resistente a efectos de cálculo es de **10cm de ancho y 50 cm de grueso**. ¿Qué dimensiones **mínimas** deberán tener dichas vigas?. Dibuje el esquema.

❑ **Nº5:** Una estructura de madera de **Haya de 35x35cm de espesor**, se reviste para su protección, con **tableros contrachapados** de 20mm de espesor y una densidad de **450 Kg/m³**. ¿Qué sobreespesor habrá que dar a los elementos estructurales, para conseguir un **EF-60** ?. Dibuje el esquema.

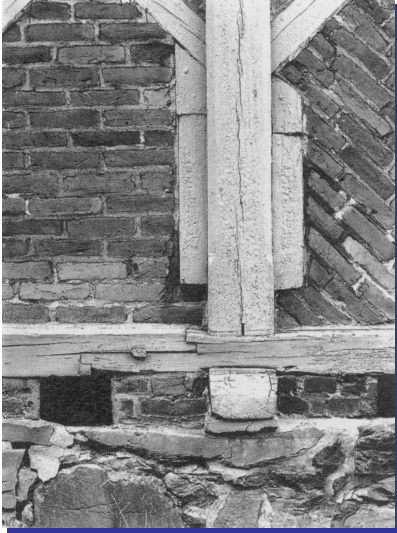
❑ **Nº6:** Una estructura de madera de **Pino Mobila**, se reviste para su protección, con tableros de partículas de 40 mm de espesor y una densidad de 200 Kg/m³. ¿Qué sobreespesor habrá que dar a los elementos estructurales, para conseguir una **EF-30**?.

120

- Resistencia mecánica

Resistencia mecánica

- Comportamiento óptimo
 - paralela a las fibras ya sea a compresión o a tracción

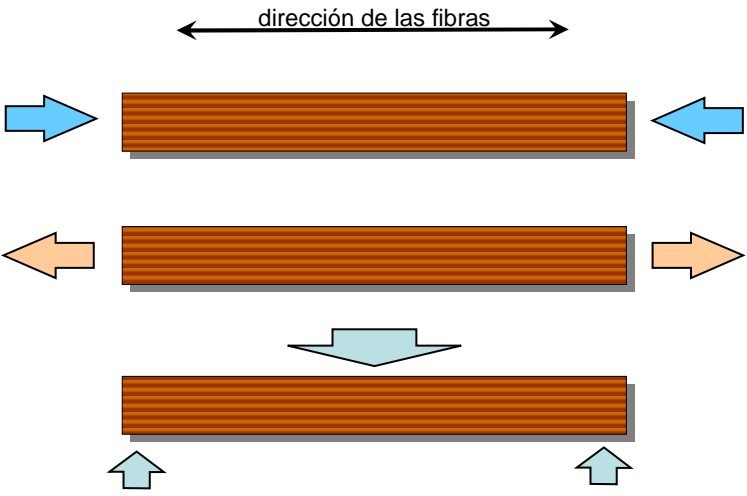


121

- Resistencia mecánica

Resistencia mecánica

← dirección de las fibras →



122

- Resistencia mecánica

Clases Resistentes

Coníferas y Chopo

			C-14	C-16	C-18	C-22	C-24	C-27	C-30	C-35	C-40
Flexión		f_{mk}	14	16	18	22	24	27	30	35	40
Tracción	paralela	f_{t0k}	8	10	11	13	14	16	18	21	24
	perpendicular	f_{t90k}	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Compresión	paralela	f_{c0k}	16	17	18	20	21	22	23	25	26
	perpendicular	f_{c90k}	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6	6,3
Cortante		f_{vk}	1,7	1,8	2	2,4	2,5	2,8	3	3,4	3,8
Módulo de elasticidad	paralelo medio	E_{0m}	7	8	9	10	11	12	12	13	14
	paralelo 5º percentil	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6	6,7	7,4	8	8	8,7	9,4
	perpendicular medio	E_{90m}	0,23	0,27	0,3	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47
Módulo de cortante medio		G_m	0,44	0,5	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88
Densidad	característica	D_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420
	media	D_m	350	370	380	410	420	450	460	480	500

123

- Resistencia mecánica

Clases Resistentes

Frondosas

			D-30	D-35	D-40	D-50	D-60	D-70
Flexión		f_{mk}	30	35	40	50	60	70
Tracción	paralela	f_{t0k}	18	21	24	30	36	42
	perpendicular	f_{t90k}	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9
Compresión	paralela	f_{c0k}	23	25	26	29	32	34
	perpendicular	f_{c90k}	8	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Cortante		f_{vk}	3	3,4	3,8	4,6	5,3	6
Módulo de elasticidad	paralelo medio	E_{0m}	10	10	11	14	17	20
	paralelo 5º percentil	$E_{0,05}$	8	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
	perpendicular medio	E_{90m}	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Módulo de cortante medio		G_m	0,6	0,65	0,7	0,88	1,06	1,25
Densidad	característica	D_k	530	560	590	650	700	900
	media	D_m	640	670	700	780	840	1080

124

- Clasificación por calidades

Clasificación Visual

- Criterios generales

	Mas calidad	Menos calidad
Color	homogéneo	diferencias de color
Fibras	rectas	desviadas
Nudos	ausencia	presencia
Zona	duramen	albura
Corte	radial	tangencial

125

- Clasificación por calidades

Clasificación Visual

- UNE 56 544
 - Madera estructural (**pág. 24**)
- UNE 56 545
 - Madera no estructural (**pág. 33**)
- UNE EN 942
 - Elementos de madera
- UNE 56 809-1/2
 - Suelos de madera

126

- Parámetros físicos

Dureza

- Método Monnin (UNE 56-534)
 - Muy blanda 0,2 a 1.5
 - Blanda 1,5 a 3
 - Semidura 3 a 6
 - Dura 6 a 9
 - Muy dura > 9

↓
Escala de dureza

127

- Parámetros físicos

Densidad (pág 51-56)

- UNE 56 540 (kg/m³)
 - Muy ligera <350
 - Ligera 350 a 500
 - Semipesada 501 a 750
 - Pesada 751 a 950
 - Muy pesada >950

*En Pavimentos UNE 56 808
Densidad 450Kg/m³*

128

- Diseño de elementos

Piezas muy estables

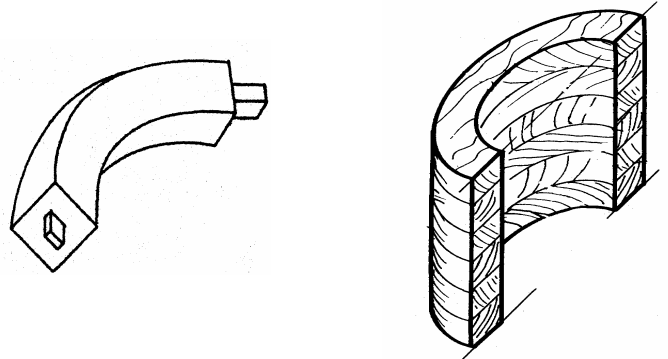


The image shows two types of wood joints. On the left is a circular joint made of eight wedge-shaped pieces of wood arranged in a ring, with a central star-shaped void. On the right is a rectangular joint made of four pieces of wood, two on top and two on the bottom, with a central rectangular void. Both joints are shown in a perspective view.

129

- Diseño de elementos

Piezas curvas

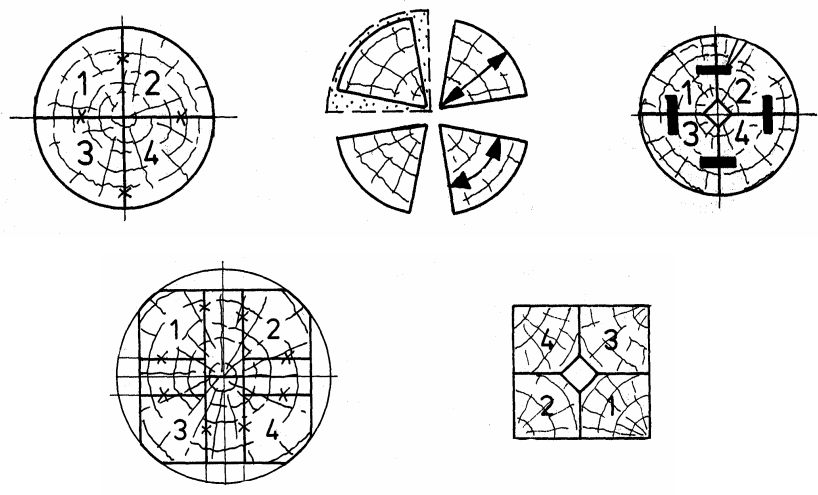


The image shows two types of curved wood joints. On the left is a simple curved joint made of two pieces of wood, one on top and one on the bottom, with a central rectangular void. On the right is a more complex curved joint made of four pieces of wood, two on top and two on the bottom, with a central rectangular void. Both joints are shown in a perspective view.

130

- Diseño de elementos

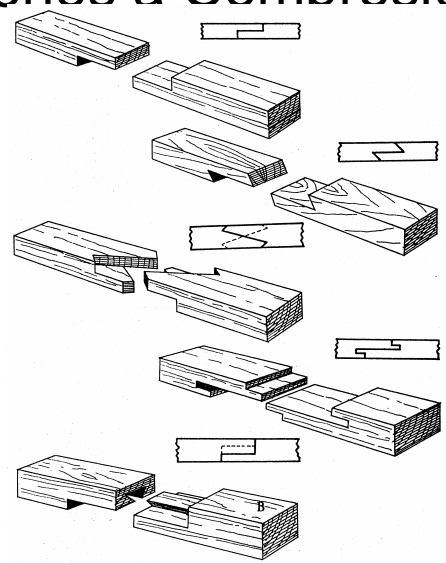
Piezas muy estables



131

- Uniones

Uniones a Compresión



132

- Uniones

Uniones a Tracción

The diagram illustrates three types of wood-to-metal tension joints. Each type is shown with a 3D perspective view of the wood and metal components and a corresponding 2D cross-sectional view. 1. The first joint is a single lap joint where a metal plate is attached to one side of a wood beam, and another metal plate is attached to the opposite side, overlapping the wood. 2. The second joint is a double lap joint where two metal plates overlap each other on the same side of the wood beam. 3. The third joint is a staggered lap joint where two metal plates overlap each other on opposite sides of the wood beam, with their longitudinal positions offset.

133

- Uniones

Uniones para Tableros y Forros

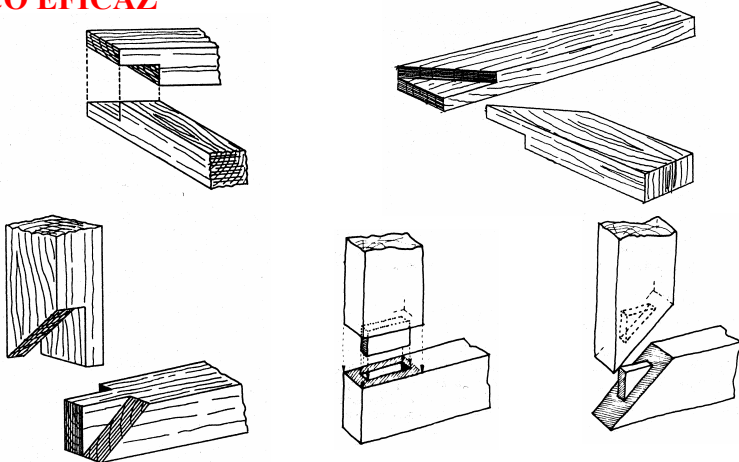
The diagram illustrates five types of wood-to-metal joints for panels and cladding. Each type is shown with a 3D perspective view and a corresponding 2D cross-sectional view. 1. The first joint shows two wood planks overlapping, with a metal plate attached to the top surface of the overlapping plank. 2. The second joint shows two wood planks overlapping, with a metal plate attached to the bottom surface of the overlapping plank. 3. The third joint shows two wood planks overlapping, with a metal plate attached to the top surface of the overlapping plank and another metal plate attached to the bottom surface of the overlapping plank. 4. The fourth joint shows two wood planks overlapping, with a metal plate attached to the top surface of the overlapping plank and another metal plate attached to the bottom surface of the overlapping plank, with the plates overlapping each other. 5. The fifth joint shows two wood planks overlapping, with a metal plate attached to the top surface of the overlapping plank and another metal plate attached to the bottom surface of the overlapping plank, with the plates overlapping each other and secured by a bolt.

134

- Uniones

Uniones en Esquina

POCO EFICAZ



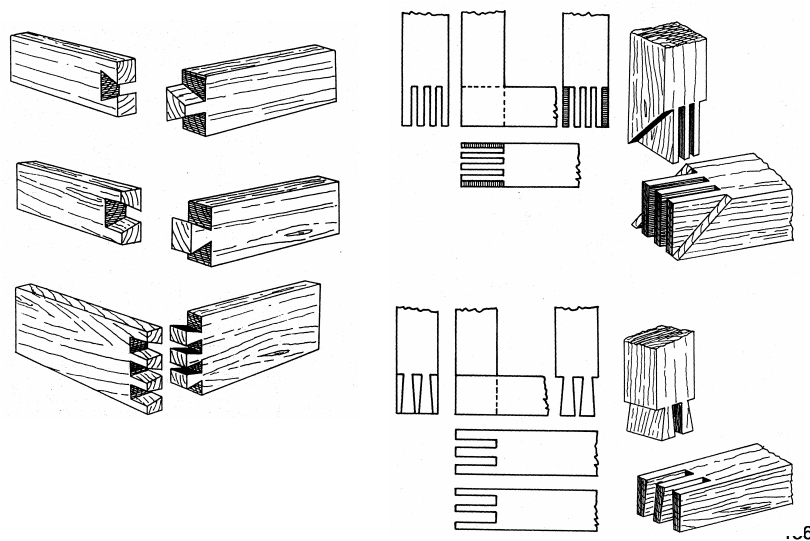
EFICAZ

135

Detailed description: This slide illustrates corner joints. On the left, under the heading 'POCO EFICAZ' (Not Effective), are three diagrams showing simple butt joints and lap joints between two wooden beams. On the right, under the heading 'EFICAZ' (Effective), are three diagrams showing more complex joints: a mortise and tenon joint, a dovetail joint, and a joint using a wooden peg or dowel. The number 135 is located in the bottom right corner.

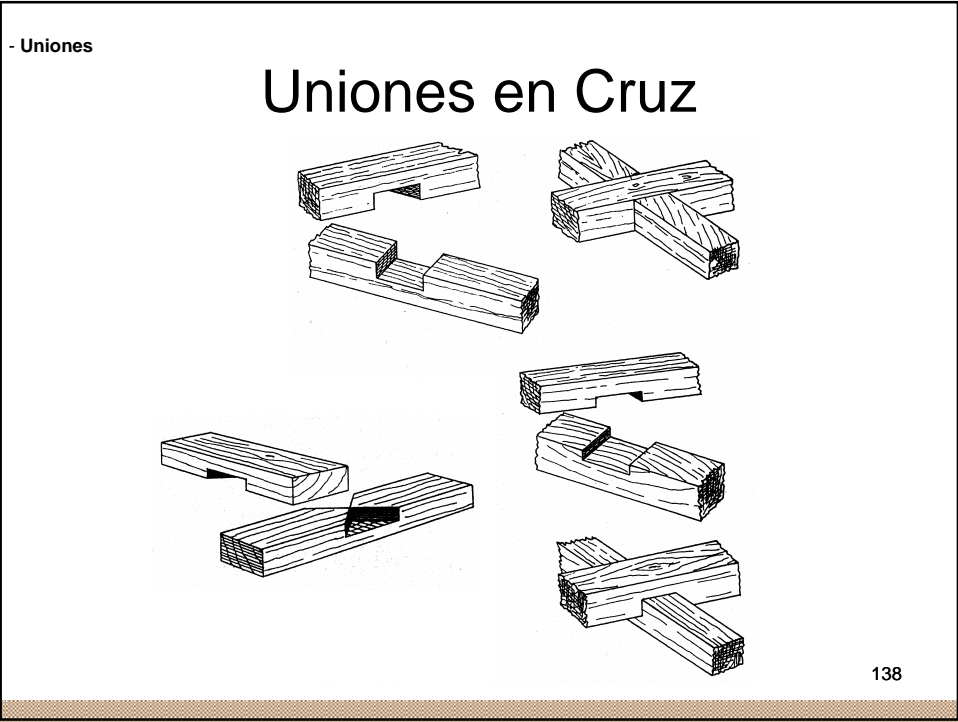
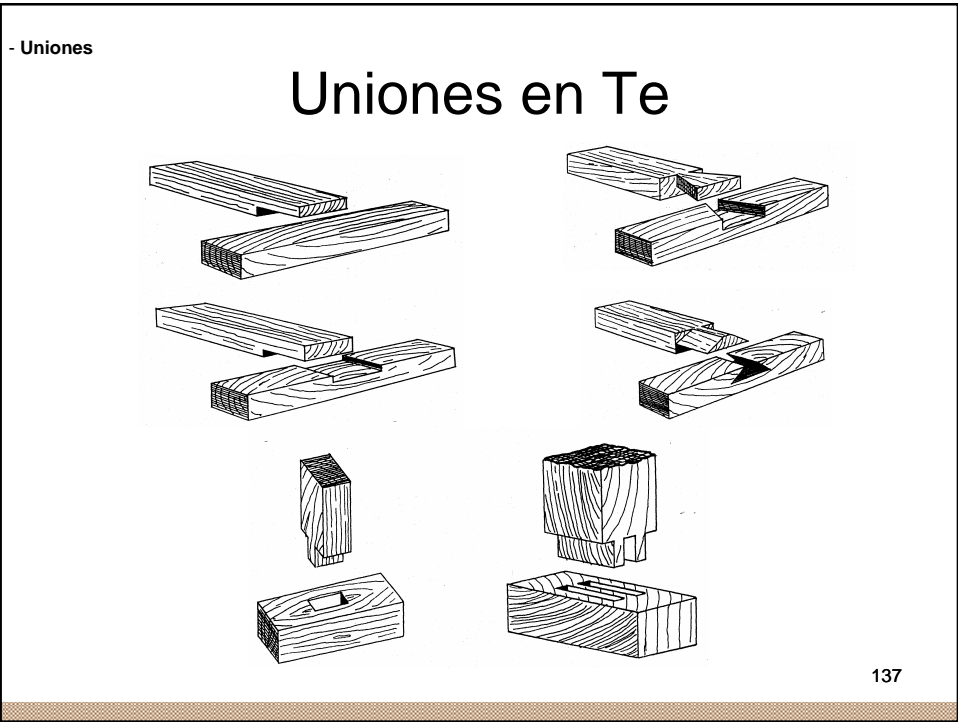
- Uniones

Uniones en Esquina



6

Detailed description: This slide shows a variety of corner joints. On the left, there are three pairs of diagrams showing different types of lap joints and butt joints. On the right, there are three diagrams showing joints that use wooden pegs or dowels to secure the corner. The number 6 is located in the bottom right corner.



- Uniones

Uniones con elementos pasantes

MADERA DURA

139

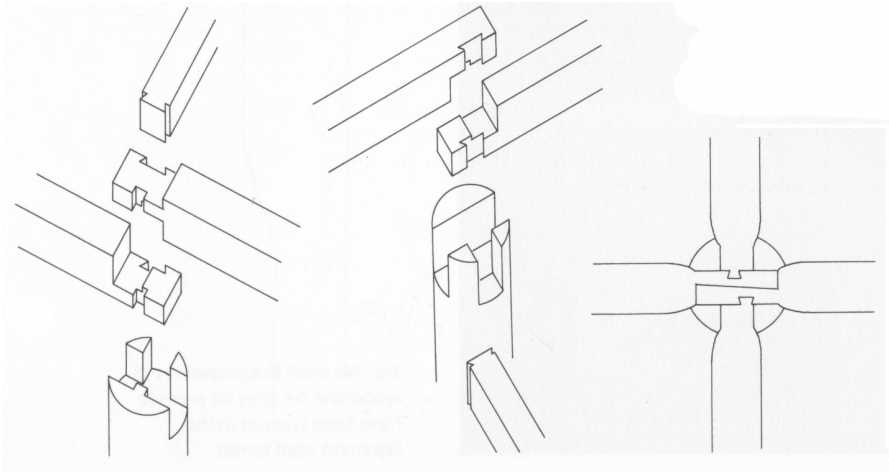
- Uniones

Uniones en la construcción tradicional japonesa

140

- Uniones

Uniones en la construcción tradicional japonesa

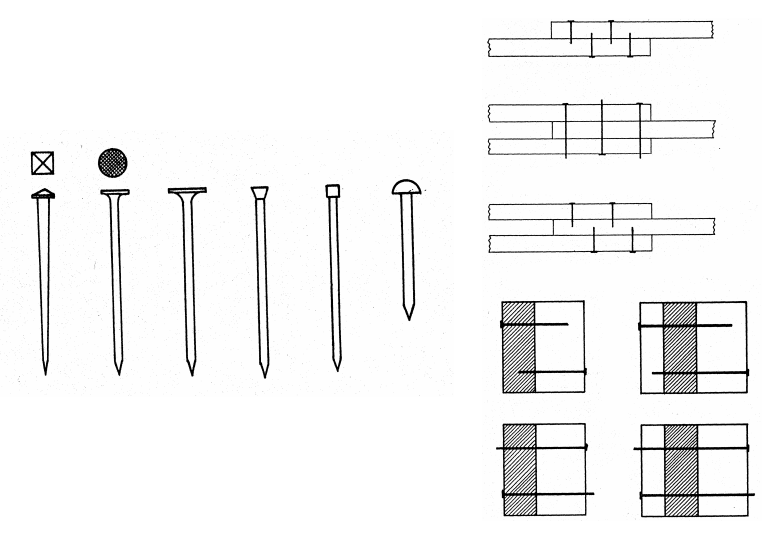


The image contains several technical drawings of traditional Japanese wood joints. On the left, there are two exploded views of a 'Musha' joint, showing how two rectangular beams interlock. In the center, there is a drawing of a 'Koto' joint, which is a complex joint used for connecting beams in a curved structure. On the right, there is a drawing of a 'Koto' joint, which is a complex joint used for connecting beams in a curved structure. The drawings are in black lines on a white background.

141

- Uniones

Uniones con clavos



The image shows various types of nails and their applications in wood joints. On the left, there are six different nail types: a square-headed nail, a round-headed nail, a flat-headed nail, a tapered-headed nail, a thin-headed nail, and a long-headed nail. On the right, there are three diagrams showing how nails are used to join two wooden beams. The top diagram shows a simple lap joint with two nails. The middle diagram shows a lap joint with four nails. The bottom diagram shows a lap joint with four nails and two shaded areas indicating the placement of the nails. The drawings are in black lines on a white background.

142

- Uniones

Uniones con tornillos

No, aglomerantes

143

- Uniones

Uniones con elementos metálicos

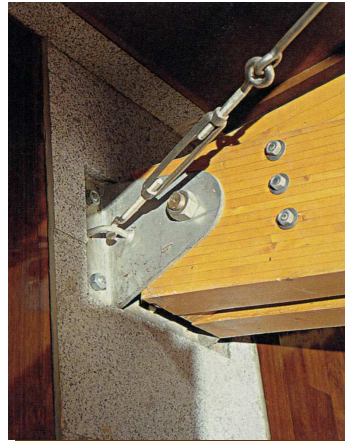
- Tornillos pasantes

144

- Uniones

Uniones con elementos metálicos

- Sistemas actuales

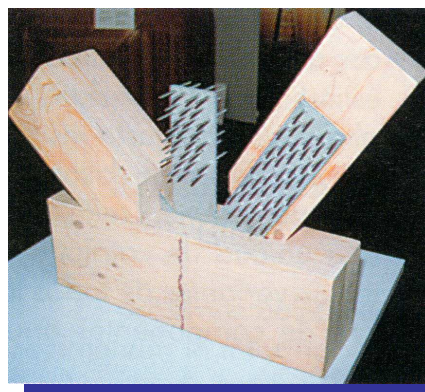


145

- Uniones

Uniones con Elementos Metálicos

- Sistemas actuales

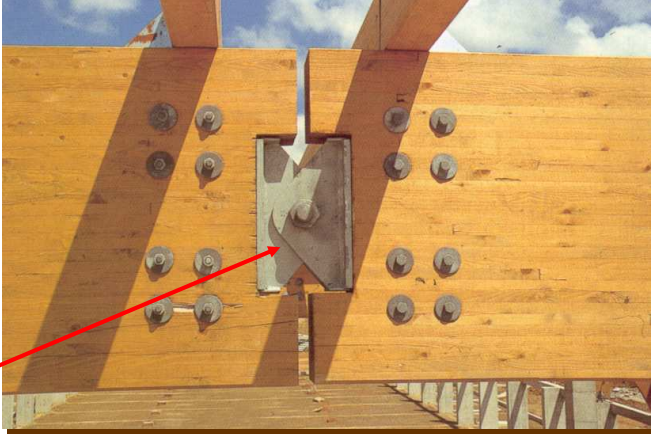


146

- Uniones

Uniones con Elementos Metálicos

- Sistemas Actuales



147

-Requerimientos

Carpintería de Armar (*estructural*)

- Resistencia mecánica y módulo de elasticidad elevados
- Durabilidad natural o facilidad de impregnación
- Facilidad de realizar ensambles
- Fácil de clavar y encolar
- Fibra recta

148

-Requerimientos

Carpintería Exterior

- Coeficientes de contracción pequeños
- Coeficientes de contracción radial y tangencia próximos
- Fibra recta
- Resistencias mecánicas grandes
- Durabilidad natural o facilidad de impregnación

149

-Requerimientos

Carpintería Interior

- Contracción baja
- Coeficientes de contracción radial y tangencial próximos
- Maderas blandas
- Fibra recta
- Facil de trabajar
- Acabado fácil

150

-Requerimientos

Suelos (pág. 51-56)

- Contracción baja a mediana
- Coeficientes de contracción radial y tangencial próximos
- Elevadas dureza y densidad
- Resistencia a abrasión y a productos domésticos
- Facilidad de corte y clavado (tarimas)
- Acabado facil

151

-Adhesivos

Como Funcionan

- Factores
 - Cohesión (interna)
 - Adhesión (a las superficies)
 - Compatibilidad con los movimientos de las piezas
- Fenómenos de adhesión
 - Adhesión mecánica
 - Adhesión física
 - Adhesión química

152

-Adhesivos

Tipos

- Colas tradicionales
 - Vegetales
 - Albúmina
 - Gelatina Animal
 - Caseína
- Colas modernas
 - Urea – Formol
 - Fenol – Formol
 - Melamina – Urea – Formol
 - Resorcina – Formol
 - Acetato de polivinilo
 - Isocianato
 - Epoxi

153

-Adhesivos

Prensa de platos calientes



154

- Uniones encoladas

Uniones dentadas



The diagram on the left shows a 3D perspective of a finger joint where three wooden planks are interlocked at their ends. Below it is a 2D cross-section of the joint, showing the interlocking fingers and the glue lines. To the right is a photograph of a finished wooden surface with a finger joint, showing the natural wood grain and the smooth transition between the planks.

155

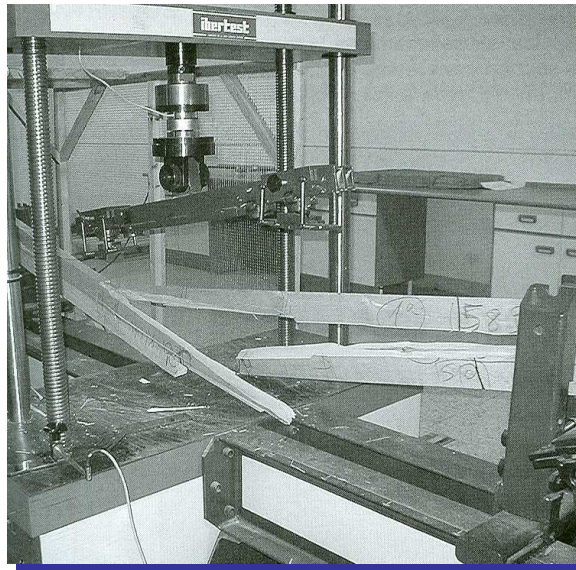
- Uniones encoladas

Uniones dentadas



This photograph provides a close-up view of a finger joint. Two wooden planks are shown interlocking. Red vertical lines are drawn on the wood to highlight the joint. A blue zigzag line is drawn on the side of the joint, likely representing the glue application pattern.

156



157

- Derivados

Derivados de la Madera

- Madera Laminada Encolada



- Tableros Alistonados

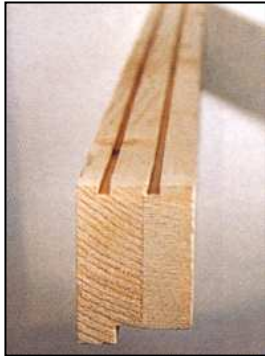


158

- Derivados

Madera Laminada Encolada

- Tableros



- Marcos

159

- Derivados

Tableros Contrachapados

- Chapas de madera encoladas entre sí
 - Cruzando las fibras
 - Dimensiones usuales
 - 1220 x 2400 mm
 - Gruesos 4 a 30 mm
 - N° de chapas impar de 3 a 24



160

- Derivados

Tableros de Partículas

- Residuos de madera encolados
 - Dimensiones
 - Largo de 2050 a 1880 mm
 - Ancho de 1220 a 2500 mm
 - Gruesos de 2,5 a 40 mm
 - Usuales 2440 x 2050 x 16,19,22,30 mm

161

- Derivados

Tableros de Partículas



- Residuos de madera encolados



162

- Derivados

Tableros de Virutas

- Calidades
 - Ordinario
 - De virutas orientadas (**OSB**)
- Dimensiones
 - 5000 x 2500
 - 5000 x 1250
 - 2500 x 1250
 - Grososres 6,8,10,12,15,18,22 mm

163

- Derivados

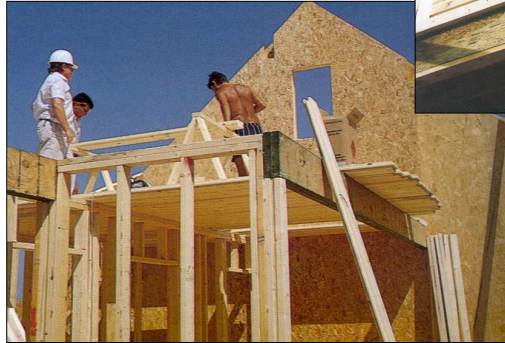
Tableros de Virutas



164

- Derivados

Tableros de Virutas



165

- Derivados

Tableros de densidad Media (DM)

- Fibras muy finas de madera encoladas
- Dimensiones
 - 1830 * 3660
 - Grosores de 3 a 50 mm, de 1 en 1



166

- Derivados

Tableros de densidad Media (DM)



167

- Derivados

Tableros de Alta Densidad

- Fibras muy finas de madera adheridos con calor y mucha presión
- Dimensiones
 - 2440 x 1220, 1250, 1500
 - 2750 x 1220
 - Grososres **2,5,3.2,4,5,6,6.4,8**

} Normales

168

- Derivados

Calidades de tableros en general

→ – Ordinarios

→ – Hidrófugos

→ – Ignífugos

→ – Con agentes biocidas

→ – Con bajo contenido en formol

- E1 ☹ 10 mg/g
- E2 ☹ 30 mg/g
- E3 ☹ 45 mg/g
- E4 ☹ 100 mg/g

169



- Acabado

Acabado de la madera

- Degradación natural de la madera
 - Cambio de color
 - Agrisamiento
 - Pérdida de cohesión superficial que avanza hacia el interior lentamente

171

- Acabado

Revestimientos superficiales

- Imprimación
 - Aceite de linaza
- Enmasillado
 - Compuestos de madera y adhesivos
- Tintado
 - Tintes vegetales
 - Tintes minerales
 - Tintes sintéticos
- Estucado
 - Pasta con mucha carga

172

- Acabado

Funciones

- Protectora frente a:
 - La luz
 - Las acciones mecánicas
 - Manchas
 - Productos agresivos
 - Agresiones atmosféricas
- Estética
 - Color
 - Textura

173

- Acabado

Tipos

- Ceras
- Esmaltes y Barnices
 - Aglutinante
 - Disolvente
 - Diluyente
 - Pigmento
 - Carga
 - Adiciones

174

- Acabado

Barnices y Pinturas

- Naturales
- Nitrocelulósicos
- Sintéticos
- Poro cerrado
- Poro abierto
- Barnices
- Esmaltes
- Al aceite
- Al agua

175

- Acabado

Aplicación

- Naturales
 - Brocha y muñeca
- Sintéticos y Semisintéticos
 - Brocha, pistola, en cámara (industrial)
 - Diluyentes muy volátiles
 - Muy buena ventilación

176

- Acabado

Aplicación

- Lijar las superficies
- Aplicar “tapaporos” (solo barniz de poro cerrado)
- Aplicar capa de fondo (solo esmaltes)
- Lijar
- Aplicar capa o capas de terminación

177

- Acabado

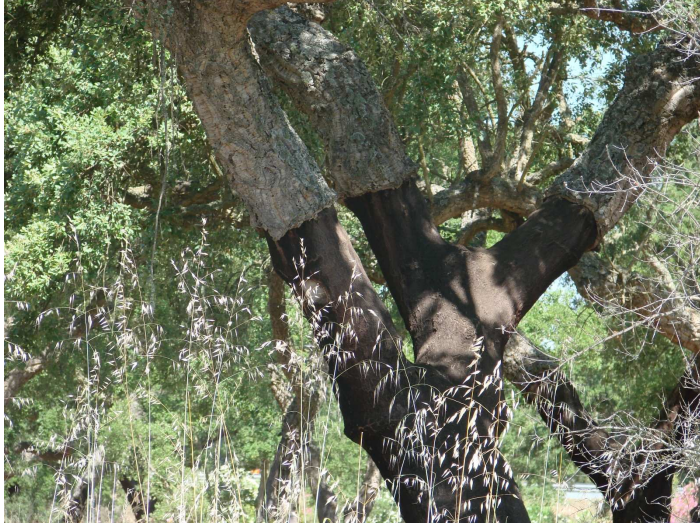
Deterioro de los Barnices y Esmaltes al Exterior



178

- Otros
vegetales
y derivados

Corcho



179

Corcho



180

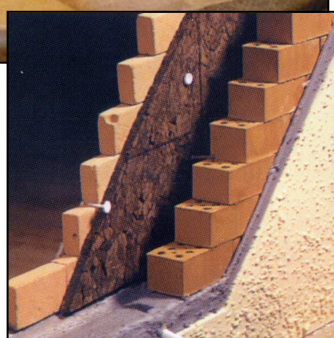
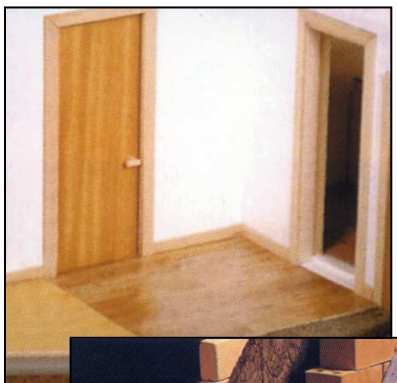
Corcho



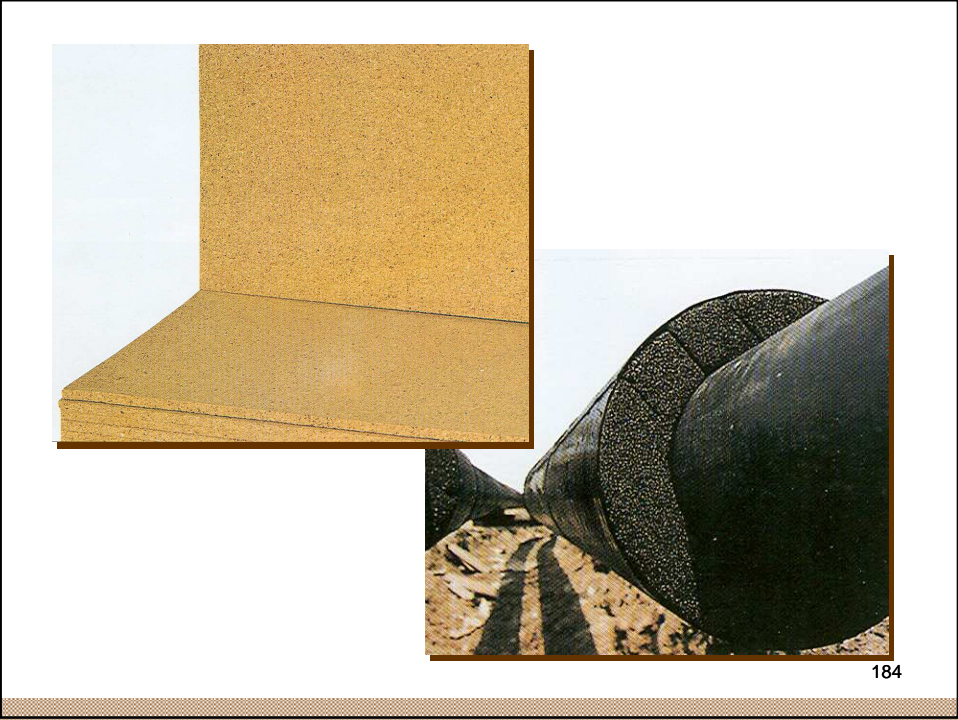
181

- Otros
vegetales
y derivados

Corcho



Maderas Metales 1



- Otros
vegetales
y derivados

Linoleum

- Serrin de corcho con resinas y aceite de linaza a presión
- Empleo
 - Pavimentos
 - Forrado de paredes

185

- Otros
vegetales
y derivados

Linoleum



186

- Otros
vegetales
y derivados

Otros vegetales

- Cañas
 - Construcción tradicional
- Esparto
 - Sujección de escayolas
- Cáñamo
 - Empalmes roscados en fontanería
- Pita y demás fibras
 - Cuerdas

187

- Propiedades

Propiedades de la Madera

- Resistencia eléctrica
 - 200.000.000 Ω (seca)

188

- Propiedades

Conductividad Térmica

(en $W/m^2^{\circ}C$)

- Madera de Coníferas: 0.14
- Madera de Frondosas: 0.21
- Contrachapado: 0.14
- Aglomerado de partículas: 0.08
- Aglomerado de corcho: 0.039

189

- Propiedades

Resistividad al Vapor de Agua

(en MNs/gm)

- Madera en general: 45-75
- Contrachapado: 1500-6000
- Aglomerado de partículas: 15-60
- Aglomerado de corcho: 92

190

- Propiedades

Aislamiento Acústico (en dBA)

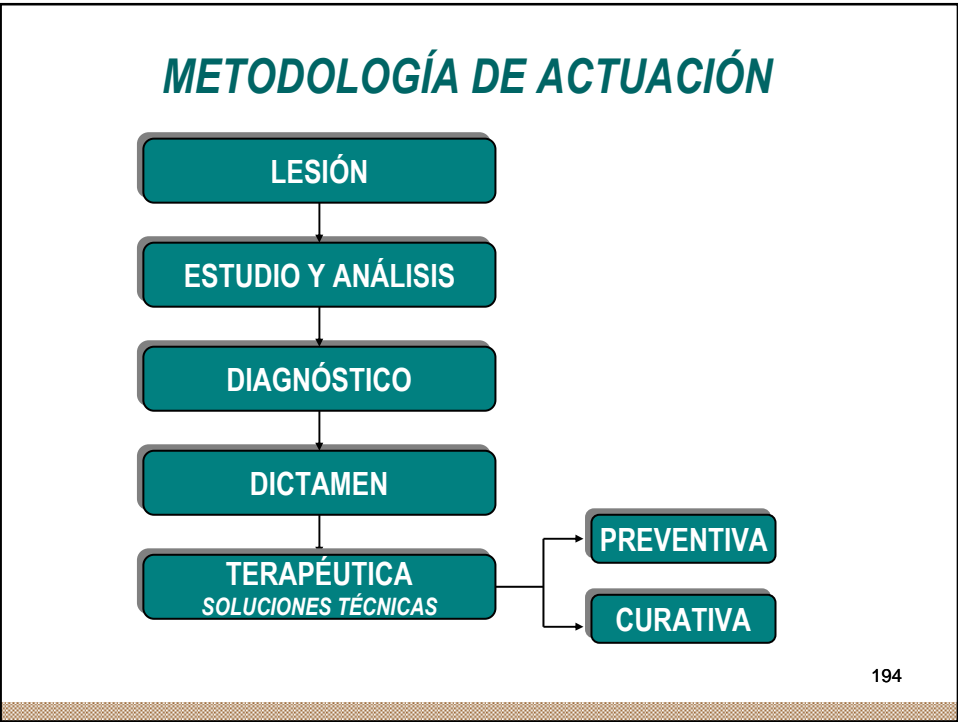
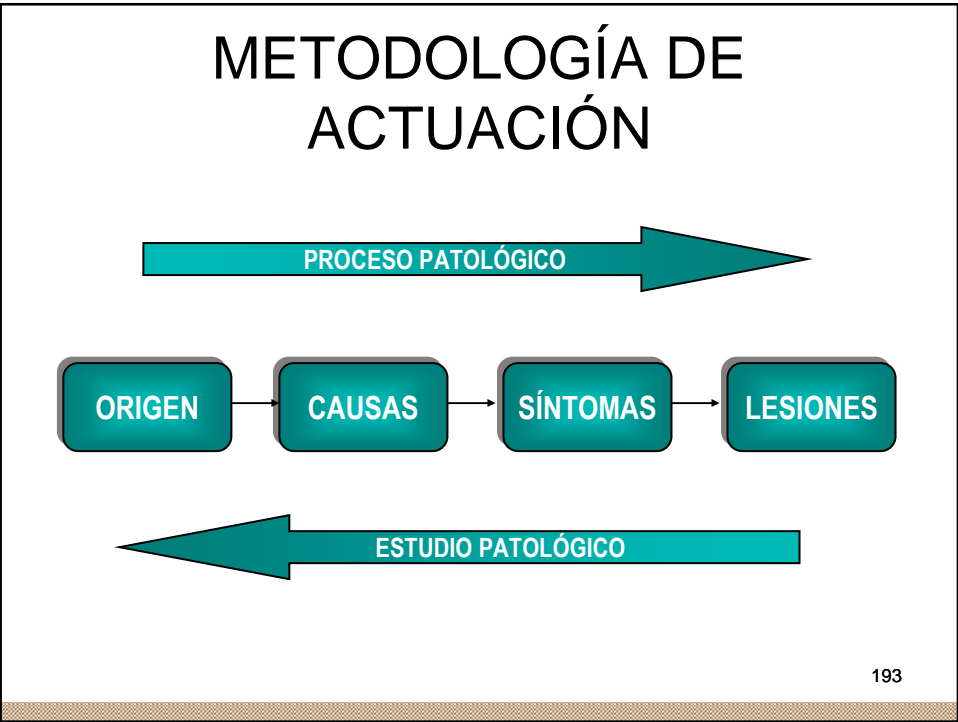
- Al Ruido Aéreo (en función de la masa)
 - En general 10mm espesor: 25
 - Puertas de madera: 14 a 16

191

PROPIEDADES DE LA MADERA RELACIONADAS CON SU DURABILIDAD

- Anisotropía
- Higroscopicidad
- Contenido de humedad
- Durabilidad
- Impregnabilidad
- Elasticidad
- Deformación
- Resistencia
 - Flexión paralela a la fibra
 - Compresión paralela a la fibra
 - Tracción paralela a la fibra

192



METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

- ✓ **PROCESO DE DIAGNOSIS**
 - ✓ Toma de contacto con el edificio
 - ✓ Información documental
 - ✓ Inspección
 - ✓ Toma de muestras
 - ✓ Ensayos
 - ✓ Diagnóstico
 - ✓ Soluciones técnicas

195

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

✓ **INSPECCIÓN**

✓ *“ver, oír, oler y tocar”*

- ✓ Observación del estado general del edificio
- ✓ Interpretación de la estructura existente
- ✓ Inspección individual de los elementos

196

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

- ✓ ***¿Dónde mirar?***
 - ✓ **Apoyos de vigas y viguetas**
 - ✓ **Dinteles**
 - ✓ **Forjados**
 - ✓ **Cubierta**
 - ✓ **Madera en contacto con el terreno**
 - ✓ **Carpinterías**
 - ✓ **Estado de las instalaciones**

197

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

- ✓ ***¿Qué mirar?***
 - ✓ **Los elementos constructivos, dimensiones y uniones**
 - ✓ **Presencia de pequeños orificios y/o serrín**
 - ✓ **Corrosión de clavos**
 - ✓ **Presencia de manchas**
 - ✓ **Presencia de esporas de hongos**
 - ✓ **Existencia de conductos verticales terrosos**
 - ✓ **Existencia de prótesis**
 - ✓ **Movimientos estructurales**
 - ✓ **Hinchazón de la superficie**

198

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

- ✓ ¿Qué oír?
 - ✓ Ruidos dentro de los elementos ligneos
- ✓ ¿Qué oler?
 - ✓ Olor a humedad
- ✓ ¿Qué tocar?
 - ✓ El elemento ligneo

199

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

- ✓ ¿Qué instrumental emplear?
 - ✓ Planos con la representación de los elementos a estudiar
 - ✓ Equipo de anotación (lápices de colores, fichas...)
 - ✓ Cámara fotográfica con flash y trípode
 - ✓ Linterna potente
 - ✓ Cinta métrica
 - ✓ Damero de referencia
 - ✓ Bolsas herméticas de diferentes tamaños
 - ✓ Insecticida
 - ✓ Punzón
 - ✓ Fonendoscopio o vaso de plástico

200

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN ✓ *¿Qué instrumental emplear?*

- ✓ Pinzas
- ✓ Espejo mediano
- ✓ Cepillo de cerdas duras
- ✓ Escalera de mano
- ✓ Sierra para cortar muestras
- ✓ Picoleta para abrir pequeñas catas
- ✓ Brújula
- ✓ Toma muestras tipo barrena de Pressler
- ✓ Higrómetro
- ✓ Ultrasonidos

201

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

✓ TOMA DE MUESTRAS

- ✓ Dependiendo del grado de actuación
 - ✓ Se tomarán muestras con la barrena de Pressler
 - ✓ Se tomarán probetas para realizar los ensayos en laboratorios
 - ✓ Se tomarán muestras de los insectos voladores

✓ ENSAYOS

- ✓ Ensayos destructivos
 - ✓ Empleo del punzón
 - ✓ Toma de probetas

202

METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

✓ ENSAYOS

✓ Ensayos NO destructivos

✓ Higrómetro especial para maderas →



✓ Ultrasonidos →



✓ Resistógrafo

✓ Aparatos detectores de sonidos →



✓ Fonendoscopio

✓ DIAGNÓSTICO Y SOLUCIONES TÉCNICAS