

Sistemas constructivos convencionales (Racionalizados) Técnica y ambiente



La madera y sus derivados

En la subregión andina, aproximadamente el 50% de la superficie de los países está cubierto por 222 millones de hectáreas de bosques tropicales, en los que existen 2500 especies maderables, de las cuales muy pocas son comercializadas. El uso ha sido limitado principalmente por la carencia de conocimientos técnicos adecuados en sus procesos de producción, manejo, aprovechamiento, etc.

En Venezuela existe 49 millones de hectáreas de bosques donde las especies más comercializadas son, charo amarillo, apamate, mijao, saquisaqui, algarrobo, carapa, jabillo.

La madera pertenece al grupo de los materiales ORGANICOS NATURALES.

La madera y sus derivados

Coníferas: pertenecen a las especies mas antiguas de bosques desarrollados en zonas frías y templadas en el extremo del hemisferio norte y en menor proporción del hemisferio sur. Se caracterizan por la homogeneidad de las especies (pinos, cipreses, abetos).



En regiones templadas tambien existen bosques de latifoliadas pero tienen definidas las épocas de exfoliación por las marcadas estaciones climáticas donde se desarrollan.

El árbol es generalmente de tronco recto, cónico hasta su ápice y revestidos por las ramas. La madera es homogénea constituida por células concéntricas que conforman los anillos de crecimiento. Las hojas son resistentes, generalmente verdes todo el año, duras en forma de aguja. El tallo y las hojas segregan resinas.



CLASIFICACIÓN DE LOS BOSQUES

La madera y sus derivados

Latifoliadas: crecen en zonas tropicales de Asia, África, América y Oceanía donde los bosques están integrados por una variedad de especies que representan un gran potencial maderero, como el nogal, Ceiba, caoba, roble, cedro.

De estos bosques se obtienen maderas de densidades y otras características muy diferentes.

La madera de las latifoliadas es heterogénea, está formada por diferentes tipos de células que a diferencia de las coníferas presentan vasos por lo cual no se diferencian claramente los anillos de crecimiento. Las hojas tienen forma laminar, son anchas y pueden ser perennes y caducas.



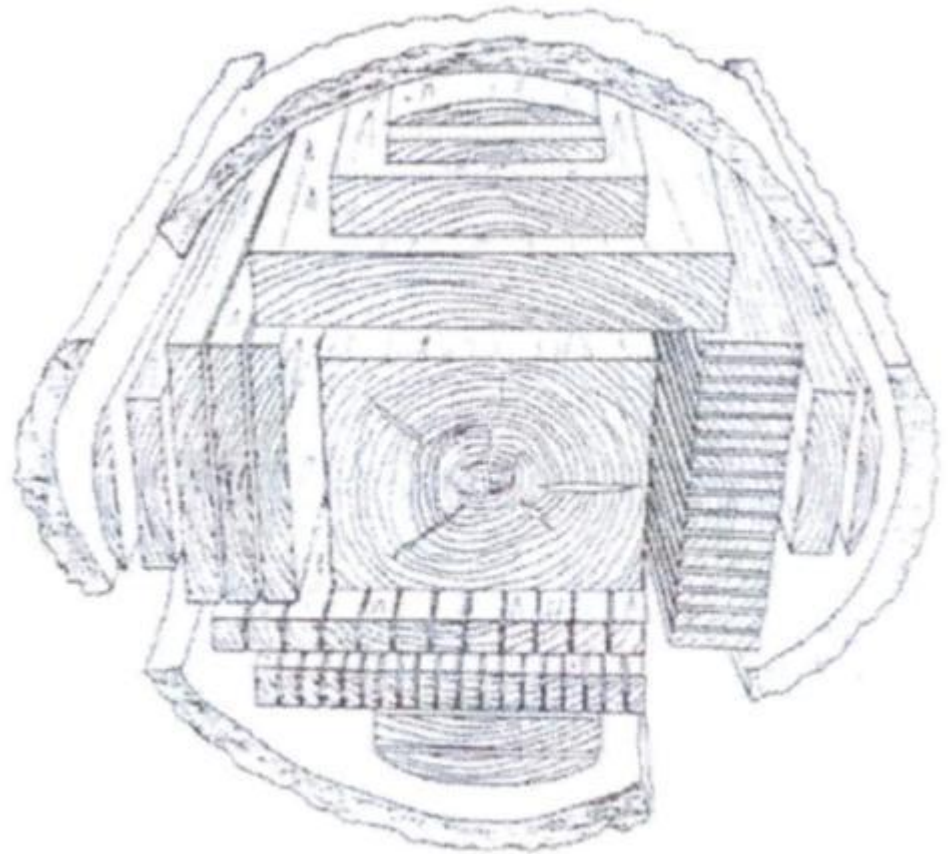
La madera y sus derivados

El carpintero no habla meramente de “madera”. Suele diferenciar entre la materia prima madera (madera maciza, como se le denomina comúnmente) chapa fina y materiales derivados.

Madera maciza: son todos los productos que se han obtenido por corte del tronco de los árboles y que luego continúan manufacturando.

Chapa: es una hoja fina (entre 0,5 y 1,00 mm de espesor, también más gruesa para fines especiales), que se obtiene por debobinado, corte plano o aserrado del tronco o de la troza.

Materiales derivados de la madera en sentido amplio son aquellos productos obtenidos de la materia prima madera, en su mayor parte compensados y tableros. Los compensados y los tableros se elaboran con láminas de madera de igual o diferente espesor o con virutas o fibras encoladas.



Representación esquemática de los productos de madera maciza

La madera y sus derivados

Tipos de corte

El Corte Transversal (o en cabeza)

En este se ven los anillos de crecimiento, la médula y a veces los rayos medulares en dirección radial.

El Corte Radial

En este corte, la sección se realiza longitudinalmente y por el centro de la médula.

que se observa en el centro de la madera, como una franja angosta y la fibra está paralela a ésta.

El veteado afranjado de la madera tiene un aspecto tranquilo. En el corte radial, frecuentemente se observa parte de los rayos medulares, que corren en dirección transversal a la fibra.

El Corte Tangencial

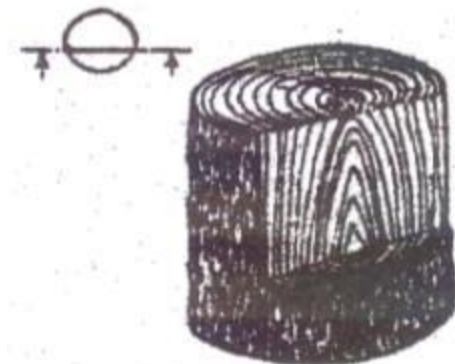
El veteado de la madera se nos presenta según se ve el (gráfico # 14 c). El aspecto de la madera nos parece intranquilo.



Corte transversal



Corte radial



Corte tangencial

La madera y sus derivados

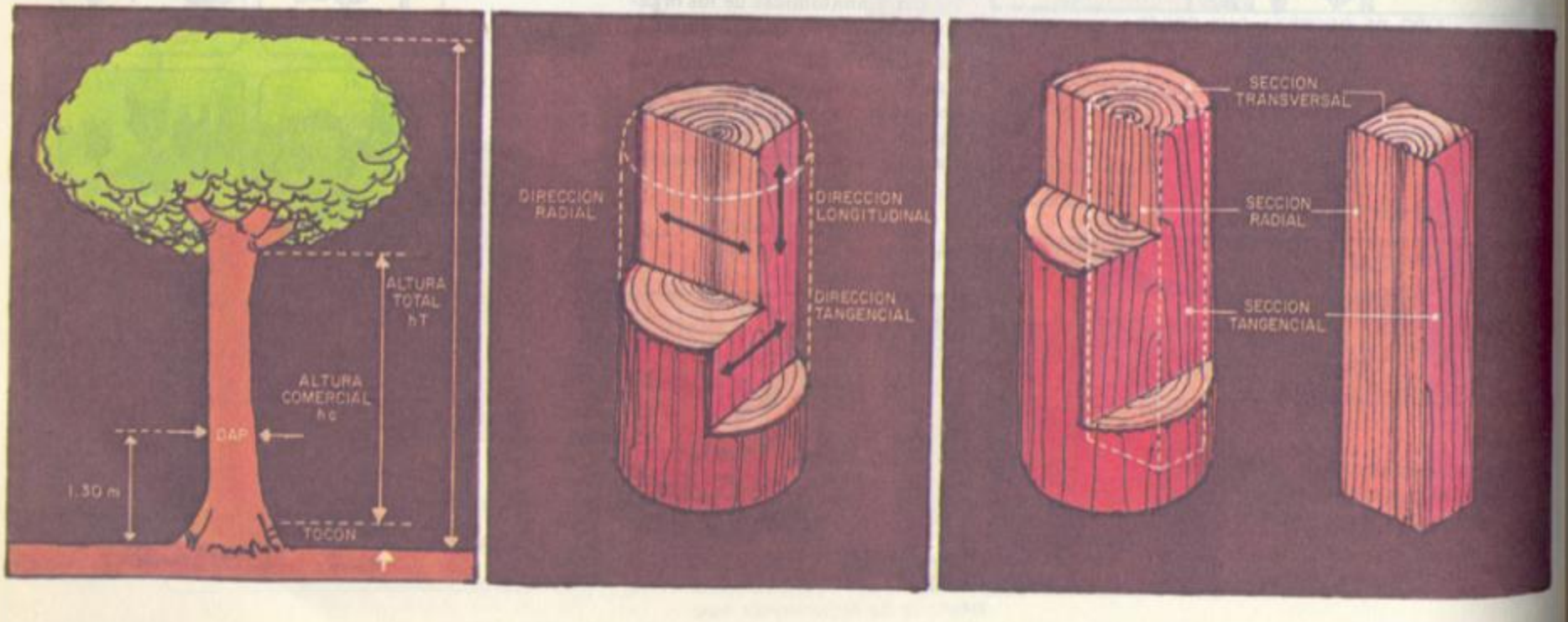
PROPIEDADES

La descripción de las propiedades de la madera se hace con referencia a tres direcciones principales:

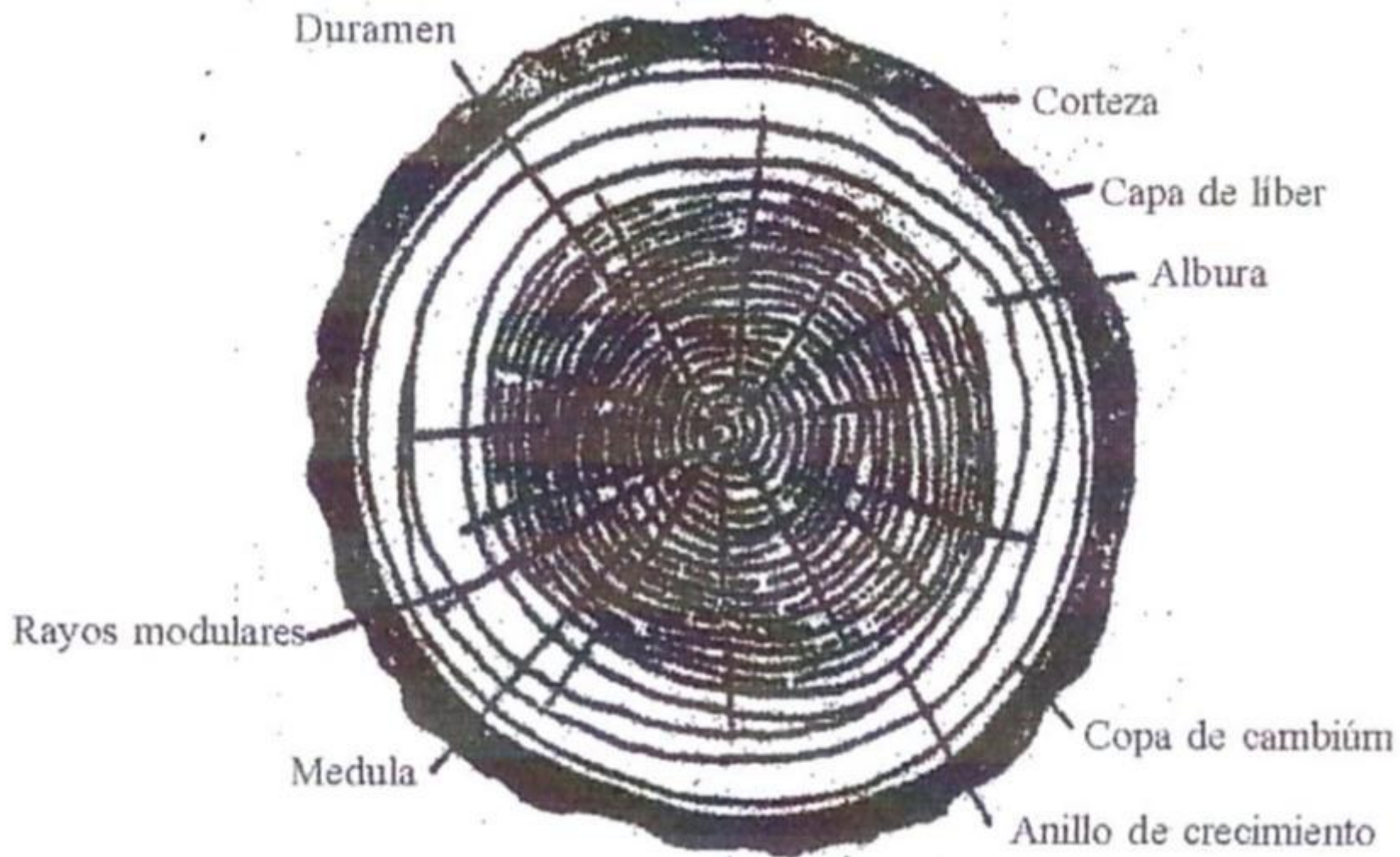
Longitudinal: dirección paralela al eje del árbol

Radial: dirección que sigue los radios medulares desde la médula hasta la corteza

Tangencial: dirección tangencial a los anillos de crecimiento



La madera y sus derivados



La madera y sus derivados

La corteza es una capa que tiene su propio aspecto según cada especie de madera y nos sirve para identificar o distinguir la clase de especie a la que corresponde.

La corteza puede ser lisa, escamosa y fibrosa.

El Liber

Esta capa está formada por células vivas, mediante las cuales se realizan el paso descendente de la savia del árbol.

El liber se lo emplea para fabricar esteras, cuerdas, etc.

Rayos Medulares

Están presentes en todas las especies de madera: en las especies latifoliadas, se las estima en 17% del volumen total de madera mientras que en las especies coníferas, llegan más o menos a un tercio de esta cantidad.

En el árbol creciente, los rayos medulares sirven para conducir la savia en nutrientes de reserva y además estructuran las fibras longitudinales en sentido transversal.

Los rayos medulares se pueden observar especialmente en el corte radial del tronco. En ciertas especies se ve los rayos medulares mejor que en otras.

El Cambium

La llamada capa generatriz, difícil de visualizar en la zona donde continuamente se forma y multiplica las células del leño, originando el crecimiento del diámetro del tronco, al formar capas concéntricas de madera hacia el exterior en muy poca proporción (1:30).

La madera y sus derivados

Anillo de Crecimiento

El desarrollo anual de la capas de madera corresponden a un anillo de crecimiento.

Las maderas latifoliadas tropicales, al crecer en climas con estaciones poco marcadas presentan, anillo de crecimiento no muy diferenciados.

La madera de conífera presenta una constitución singular y uniforme en la conformación de los anillos de crecimientos anual, donde se observa fácilmente zonas claras, denominadas leño temprano, y zona oscura, denominadas leño tardío.

Esto se debe a que estas especies se desarrollan en climas con estaciones marcadas.

Los anillos de crecimiento tampoco están bien marcados en las especies foliáceas vasculosodispersas.

En alguna especie toda la masa de madera tiene un solo color, mientras otras clases de madera demuestran una parte oscura en el centro.

La parte de color oscuro del tronco se llama durámen, mientras que la parte periférica clara se llama albura es la parte del tronco por lo cual suben las sustancias de nutrición a las hojas. Es la zona periférica exterior del tronco, generalmente es de coloración clara debido a que constituye la parte activa del leño. Presenta menor resistencia a los ataques biológicos porque sus células contienen sustancias de reserva como almidón y azúcares.

La madera y sus derivados

El Duramen

Son las capas que rodean la médula. El se va formando cuando muere las células vivas del árbol, se obstruyen las vías conductoras de agua, se depositan las materias curtientes, los colorantes, las resinas, el carbonato de calcio, etc.

Los árboles jóvenes de todas las especies no tienen duramen, componiéndose únicamente de albura. Solamente con el tiempo se formará la zona del duramen. Como resultado de todo esto cambia el color de la madera, la masa y los índices de las propiedades mecánicas y físicas.

Por las sustancias fenólicas o tóxicas de la células, la madera de duramen presenta mayor resistencia a los ataques de agentes biológicos.

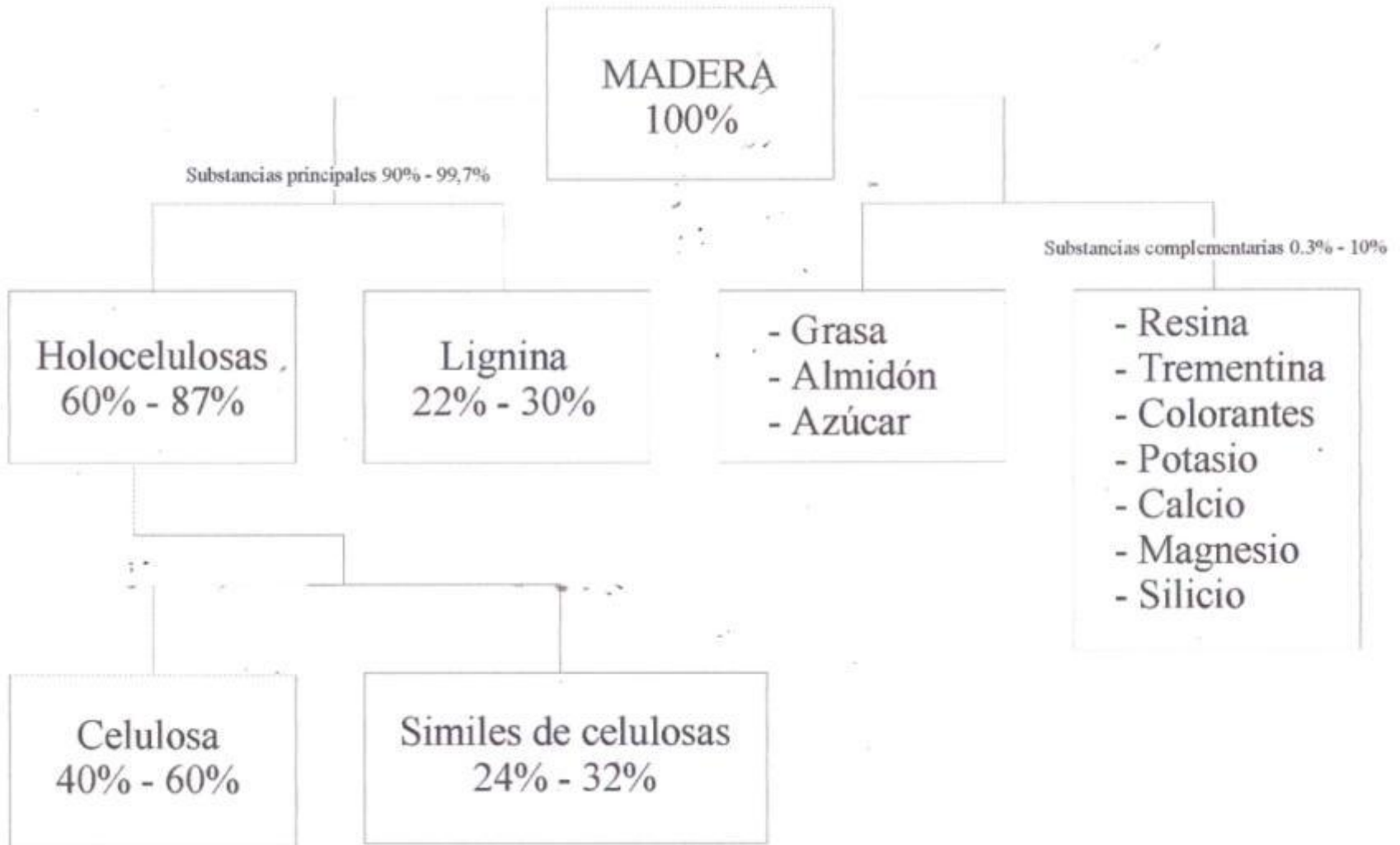
El diámetro del duramen varía según la especie y la edad del árbol.

El proceso de constitución del duramenización se realiza en cada una de las especies de madera, pero de acuerdo a la clase de madera en diferente edad durante su crecimiento. En algunas especies se inicia la duramenización después de tres años, y en otras especies demora décadas.

De acuerdo al grado de incrustación del duramen, se distinguen todas las especies de madera en en cuatro diferentes clases: árboles sazonados ó de duramen claro, arboles de albura, árboles de duramen sazonados o de duramen claro y duramen oscuro.

La madera y sus derivados

Composicion quimica



La madera y sus derivados

Propiedades físicas

Peso: 500 Kg/m³

Dependen de crecimiento, edad, contenido de humedad, clases de terreno y distintas partes del tronco.

Humedad

La madera contiene:

Agua libre: ocupa los espacios intercelulares, la cual es absorbida por capilaridad a través de los vasos y desaparece después de cierto tiempo.

Agua de saturación o higroscópica: se encuentra retenida en las paredes de las células entre el 0% y 30% de contenido de humedad. Ésta se expresa como % del peso de la madera calculada según la siguiente fórmula:

$$CH\% = \frac{P_i - P_o}{P_o} \times 100 \quad \text{donde } P_i \text{ es el peso inicial y } P_o \text{ es el peso en estado anhidro en gramos}$$

El agua de saturación corresponde a la humedad de la atmósfera que rodea la madera hasta encontrar el equilibrio.

El contenido de agua es mayor en la albura que en el duramen.

La madera cambia de volumen según el grado de humedad, si esta recién cortada oscila entre 50% y 60%, por inhibición puede alcanzar 250%, secada al aire entre 13% y 17% en peso.

La madera y sus derivados

Es la relación entre la masa (m) y el volumen (v) de la madera expresada en **gr/cm³** $D=m/v$



La densidad de la madera se relaciona con el comportamiento de la madera frente a la absorción y pérdida de agua, el grado de variación dimensional bajo el punto de saturación de las fibras, el comportamiento mecánico de la madera antes los esfuerzos y su aptitud para trabajabilidad y acabado

Se puede definir como el grado de compactación de la fibra de la madera. Esta relacionada directamente con el peso y la resistencia. Mayor densidad, significa mayor peso y resistencia general

Densidad (D)

La madera y sus derivados

Según la densidad la madera puede ser:

Pesada (densa) si la densidad es mayor de 0,8

Son de alta resistencia a deformaciones, impactos, corte y ataques de plantas y animales. Su secamiento es lento y son relativamente difíciles de trabajar con máquinas y herramientas. Se usan para muebles finos, columnas, vigas, escaleras, etc.

Semipesada (semi-densa) si la densidad es entre 0,8 y 0,6

Sus propiedades son intermedias entre las maderas pesadas y las livianas. Como por ejemplo: el roble, la CAOBA. Por lo general las maderas semipesados se usan para muebles, marcos de puertas y armarios, para ventanas.

Muy ligera: si la densidad es menor de 0,5

La madera y sus derivados

Dureza

La dureza es la resistencia que opone la madera al desgaste, rayado, dejarse clavar. Depende de la densidad, edad, estructura y si se trabaja en sentido longitudinal o transversal de la fibra.

Las maderas mas viejas son mas duras al igual que las de crecimiento lento.

Son maderas duras la del ébano; bastante duras el roble, acacia, almendro; algo dura el castaño o el nogal; blanda el abeto, pino, sauce y muy blanda el tilo.
Una madera muy hendible es el castaño y hendible el roble.

Resistencia al fuego

La madera es un material combustible. Es usual la protección de las estructuras de madera contra el fuego, por el sistema de “a madera perdida”, simplemente mediante un sobredimensionado de las piezas.

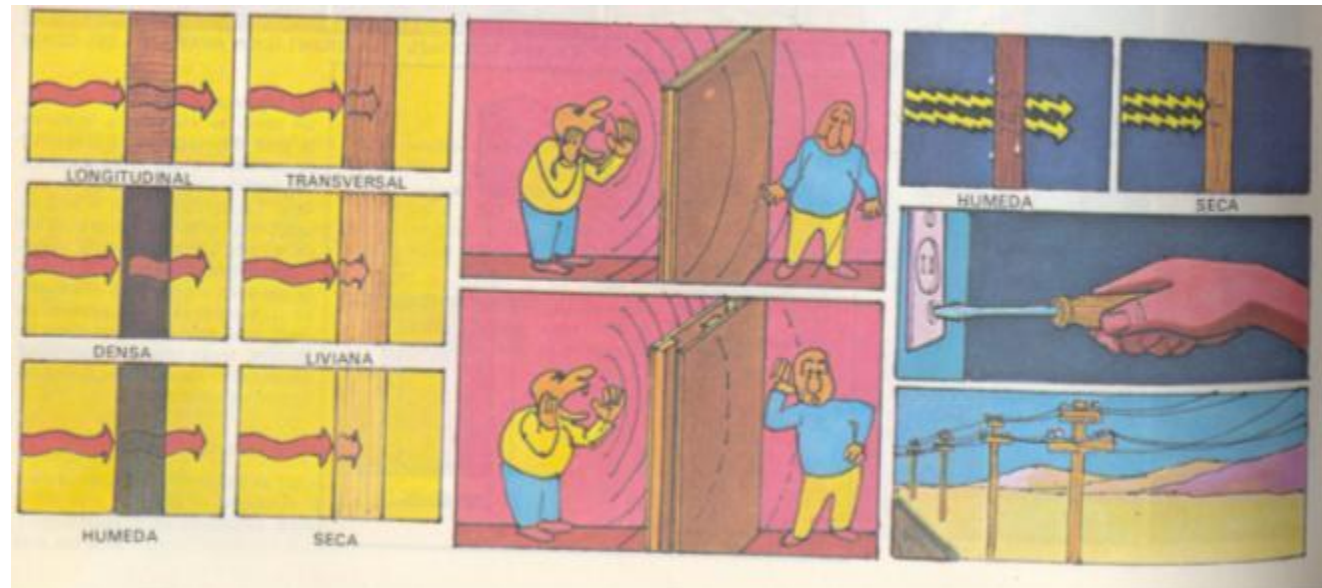
La madera y sus derivados

Conductividad

Por su composición y estructura la madera es excelente aislante del calor. Esto depende de la dirección de las fibras, la densidad, la presencia de nudos, grietas y contenido de humedad. Las maderas de alto contenido de humedad son inferiores como aislantes del calor.

La madera seca es mala conductora de calor y electricidad, pero húmeda sí es conductora.

La conductividad es mayor en el sentido longitudinal que en el radial o transversal. En general la madera es buena aislante acústica.



La madera y sus derivados

Propiedades mecánicas

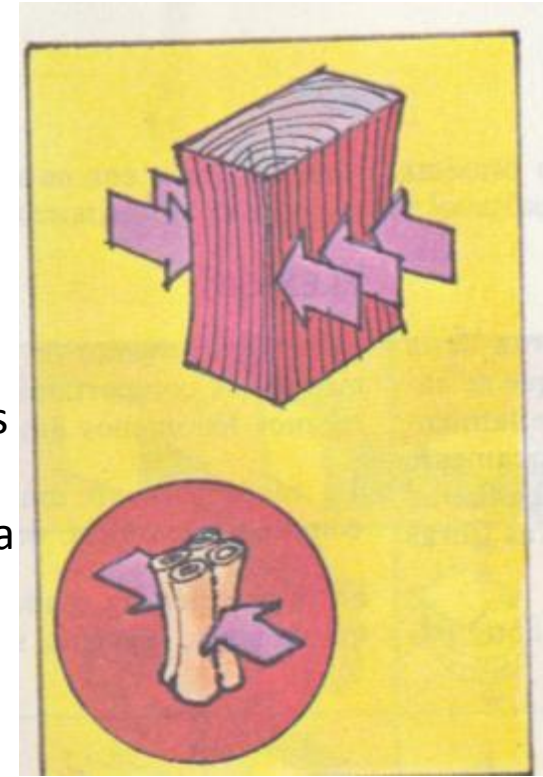
La resistencia de la madera depende de la aplicación del esfuerzo según la orientación de la fibra o grano

Módulo de elasticidad (E_a): 120000Kg/cm²

Compresión perpendicular al grano

La madera se comporta como un conjunto de tubos alargados presionados en sentido perpendicular a su longitud, sus secciones transversales se aplanan y sufren una disminución de sus dimensiones bajo esfuerzos suficientemente altos. En la práctica la madera se somete a estos esfuerzos en cartelas de cerchas

La resistencia es $\frac{1}{4}$ de la compresión paralela

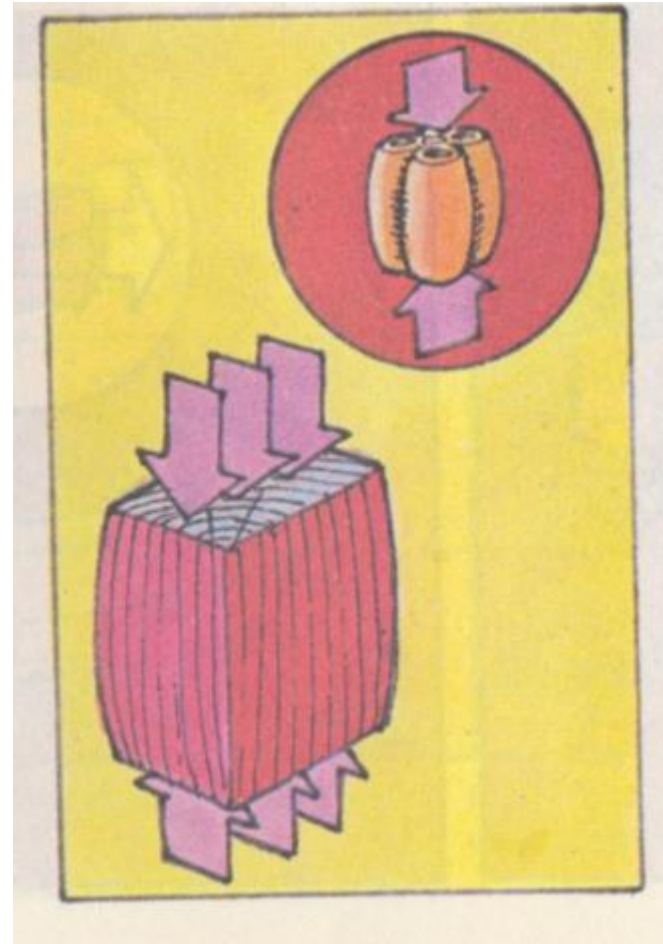


La madera y sus derivados

Compresión paralela al grano

La madera se comporta como un conjunto de tubos alargados que sufren la presión de una fuerza que trata de aplastarlos. Su comportamiento ante este esfuerzo es considerado dentro de su estado elástico, es decir mientras tenga capacidad de recuperar su dimensión una vez retirada la fuerza. La madera se somete a este esfuerzo en columnas, pilotes, barras internas en cerchas.

La resistencia es de 100 a 900 Kg/cm². Es $\frac{1}{2}$ de la tracción paralela

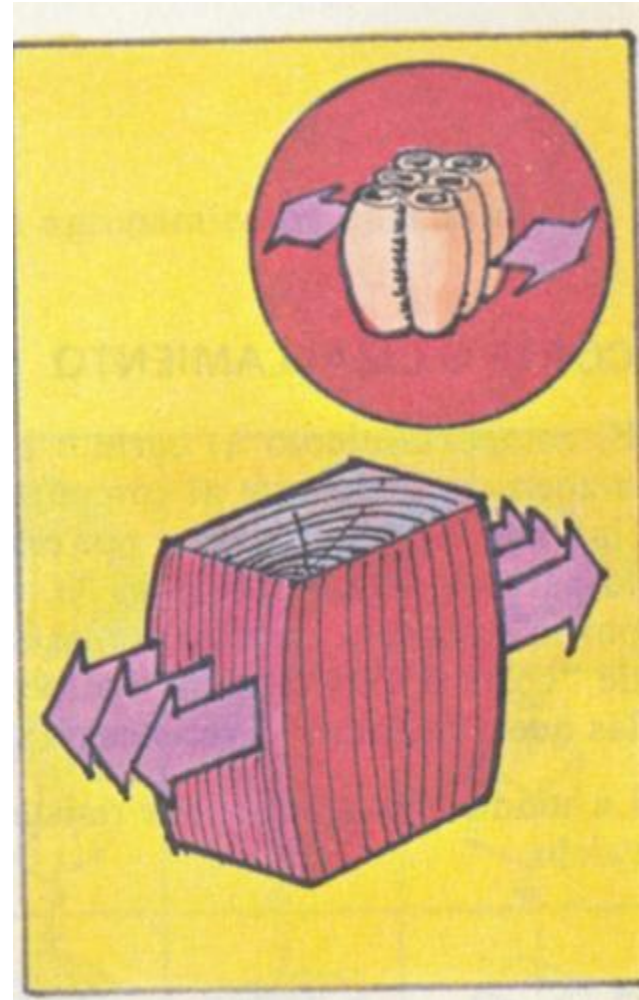


La madera y sus derivados

Tracción perpendicular al grano

Tiene mal comportamiento pues este tipo de esfuerzo es asumido básicamente por la lignina de la madera que cumple una función cementante de las fibras.

La madera tiene menor resistencia a este tipo de esfuerzo en relación con otras solitudes. Es 3 a 4 veces menos que a tracción paralela

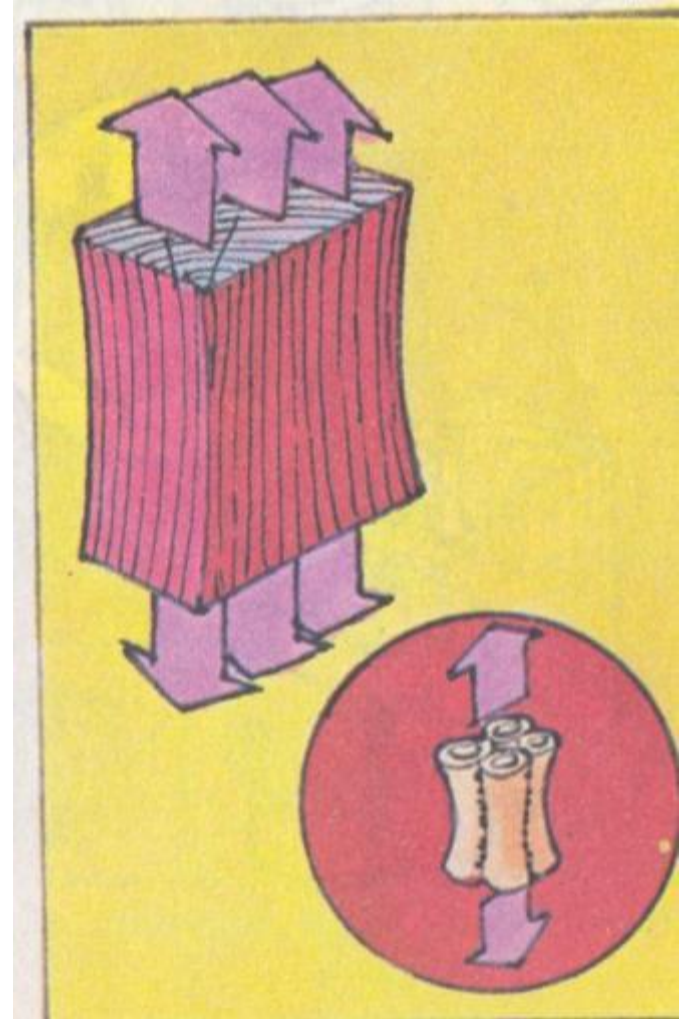


La madera y sus derivados

Tracción paralela al grano

La madera tiene buena resistencia a este tipo de esfuerzo porque las uniones longitudinales de las fibras la madera son de 30 a 40 veces mas resistentes que las uniones transversales.

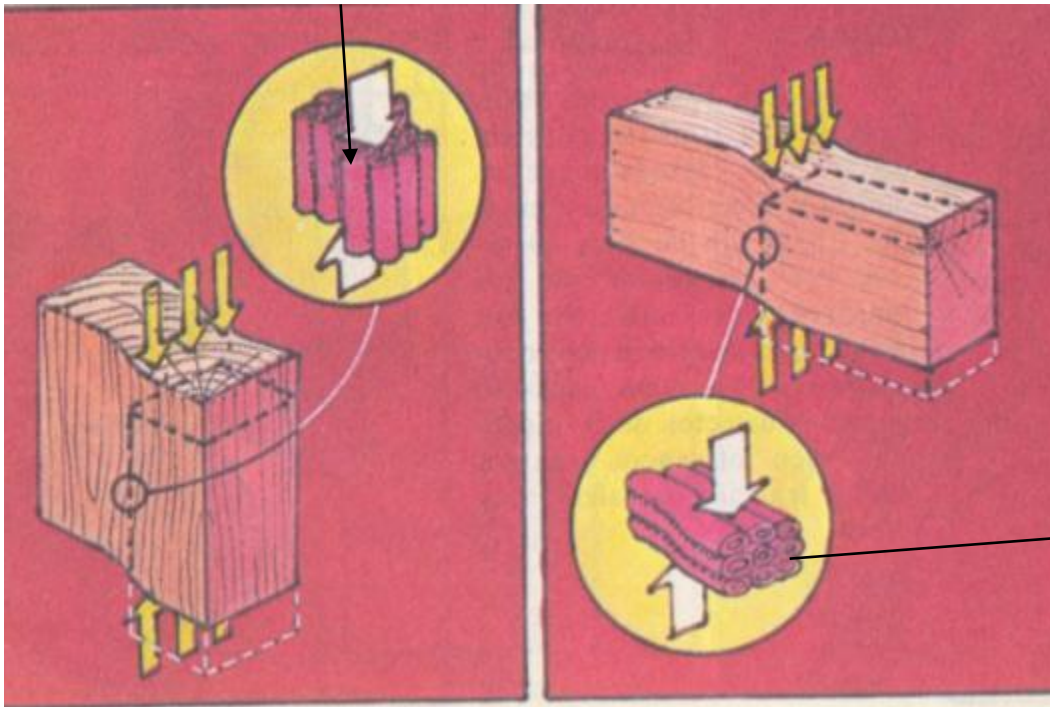
La resistencia puede ser de 500 a 1500 Kg/cm². Es dos veces mayor que a compresión paralela.



La madera y sus derivados

Corte paralelo al grano

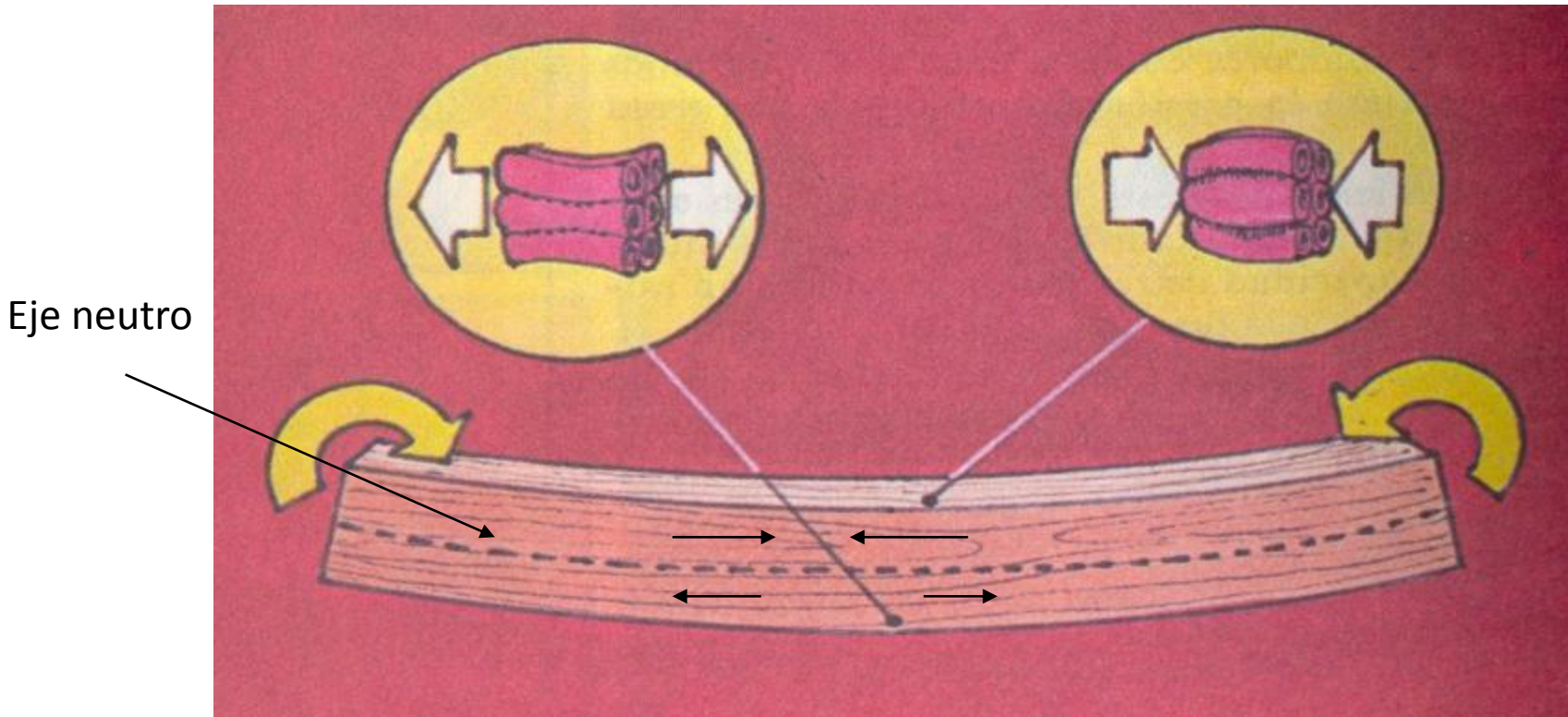
Tiene mal comportamiento pues este tipo de esfuerzo básicamente es asumido por la lignina.



Corte perpendicular al grano
Tiene buen comportamiento a este esfuerzo

La madera y sus derivados

En un elemento de la madera sometido a esfuerzo de flexión se combina la compresión paralela al grano por encima del eje neutro y la tracción paralela al grano por debajo del eje neutro. Como la madera tiene su mejor comportamiento esos esfuerzos, ésta es particularmente apta a la flexión perpendicular al grano en vigas, dinteles, etc.



Eje neutro

Flexión

La madera y sus derivados

Clasificación por resistencia

Grupo A- Mas resistentes: densidades de 0,71 a 0,90

Grupo B- Resistencia intermedia: densidades de 0,56 a 0,70

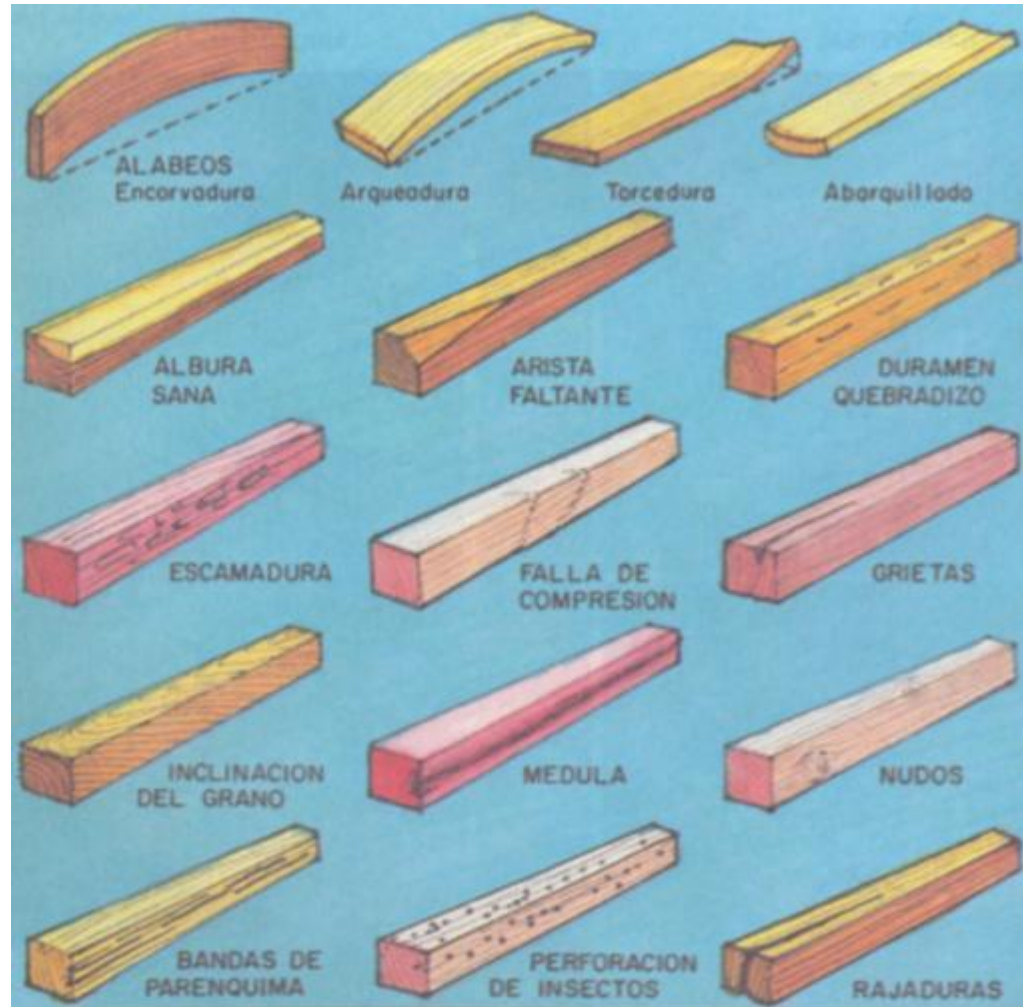
Grupo C- Menos resistentes: densidades de 0,40 a 0,55

Clasificación según las normas COVENIN

Las maderas pueden tener usos estructurales y no estructurales, y de acuerdo a las normas COVENIN se clasifican según el coeficiente máximo de rotura a la flexión en muy duras (más de 1500 K/cm²), duras (900-1500 K/cm²) y semi duras (400-900 K/cm²).

La madera y sus derivados

Las anomalías o defectos afectan el comportamiento estructural y la apariencia de la madera



Defectos de la madera

La madera y sus derivados

Durabilidad adquirida

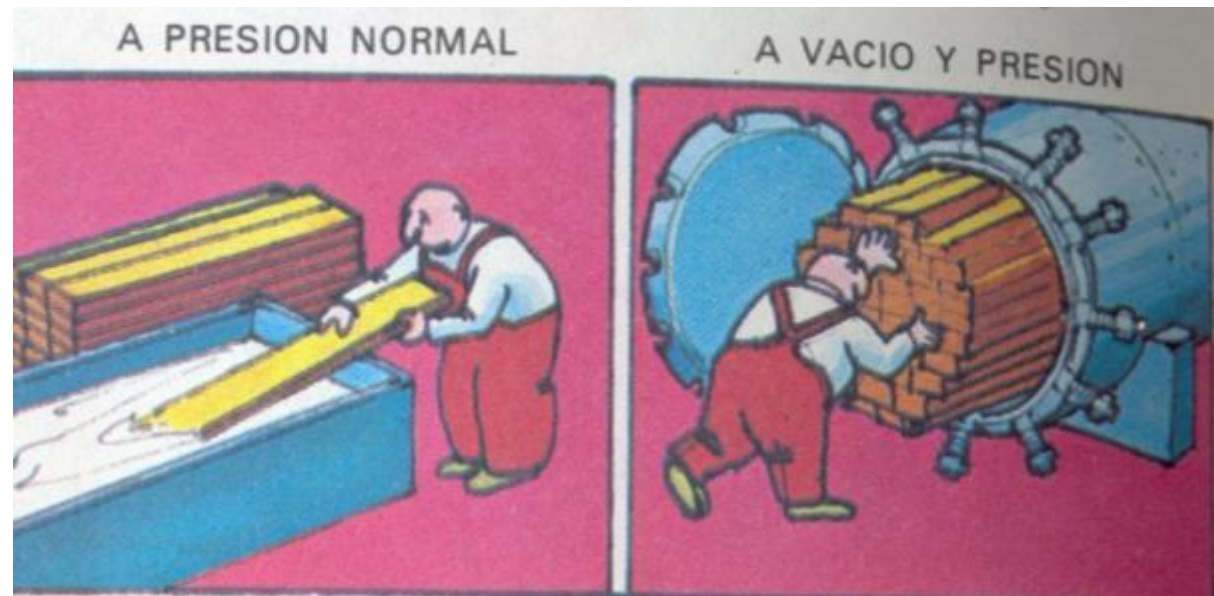
Para la preservación de la madera se aplican sustancias químicas por diversos métodos:

Brocha y aspersion

Inmersión

Difusión

Al vacío y presión



La madera y sus derivados

Los materiales derivados de la madera maciza o fibras en 3 grupos:

1. Maderas terciadas

a) Chapas compensadas

b). Placas

c). Tableros de partículas aglomeradas

d). Tableros de fibras



Chapas finas



a) Chapas compensadas



b) Placas



c) Tablero de partículas



d) Tablero de fibra

Materiales derivados de la madera

La madera y sus derivados

Tableros de alta resistencia

Tableros EGP



Contrachapados



Tableros de fibra (MDF y HB).

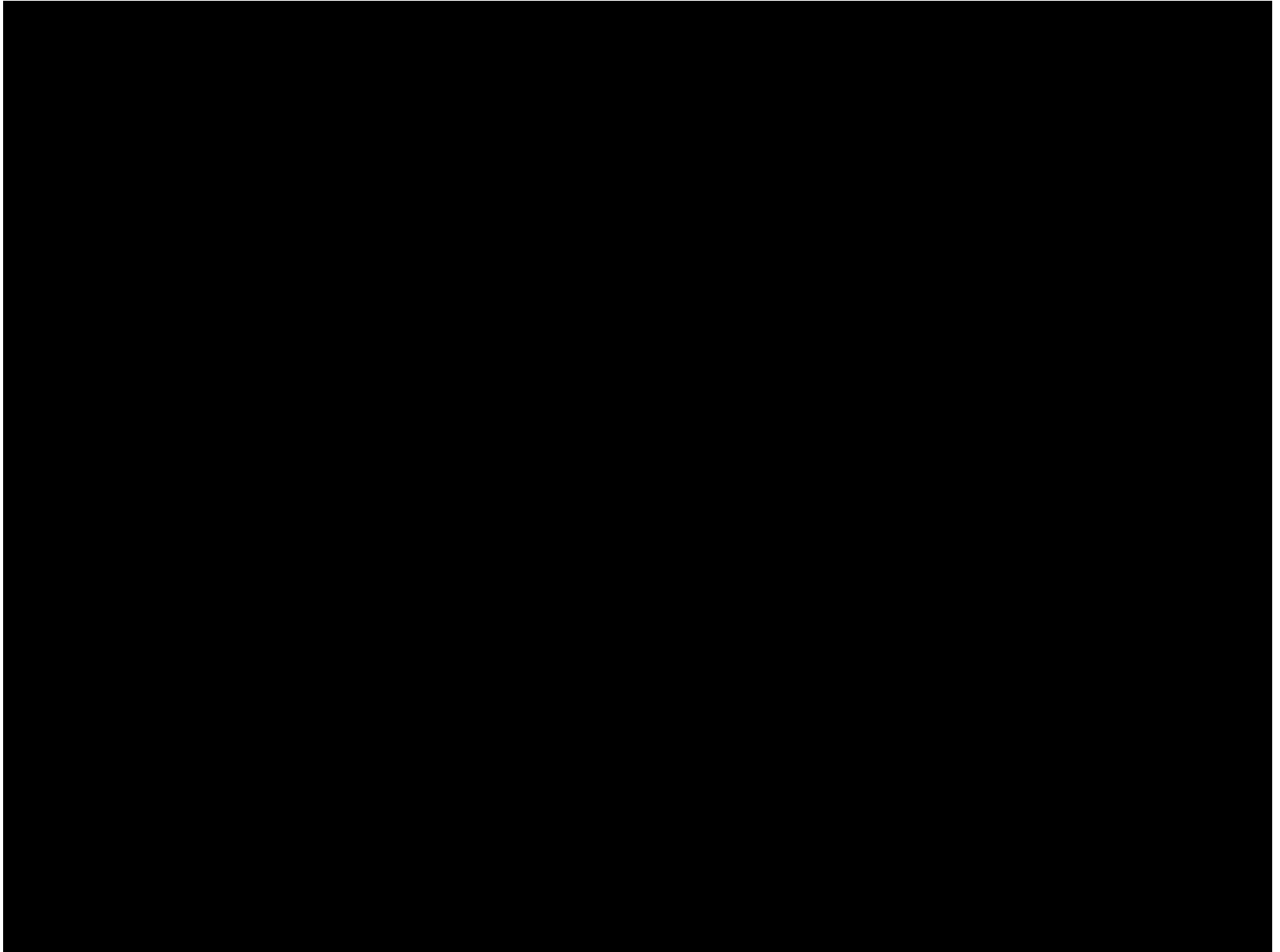


OSB



Tableros de partículas

La madera y sus derivados



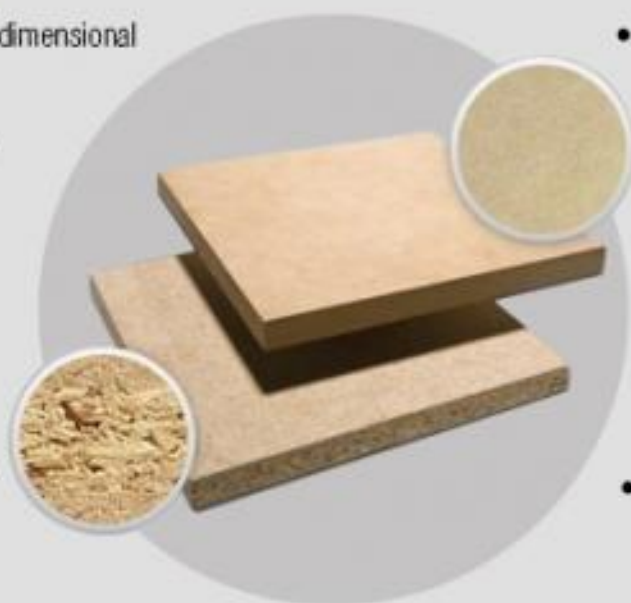
Diferencia entre **MDP** Y **MDF**

MDP

Medium Density Particleboard

Tablero de Partículas de Densidad Media

- Gran homogeneidad, resistencia, estabilidad dimensional y densidad en la superficie.
- Asegura un acabado superior al ser pintado, enchapado y recubierto con laminados de alta presión, folios.
- Especialmente indicado para la producción de muebles de líneas rectas, residenciales y comerciales en usos como: laterales, puertas, traseras, entre otros.
- Uso como revestimiento de tabiques, muros y pisos en zonas no expuestas a la humedad.



MDF

Medium Density Fiberboard

Tablero de Fibras de Densidad Media

- La alta resistencia de las caras del tablero, permite baja absorción de solventes y ahorro en material de recubrimiento.
- Superficies 100% lisas con gran homogeneidad, lo que permite una mínima preparación de las superficies.
- Densidad y comportamiento uniforme del tablero, siendo ideal para modular, curvar, lijar, fresar, entre otros.
- Excelente pintabilidad, tanto para lacado como para barnizado. Se puede recubrir con folios, chapas de madera y laminados plásticos.
 - Menor desgaste de herramientas.
 - Mejor trabajabilidad que la madera natural.

La madera y sus derivados

Gracias a su capacidad para resistir tracciones y compresiones, la madera es un material que se utiliza para la construcción de los siguientes elementos y sistemas estructurales:

-Vigas de Madera Laminada:

Está compuesta por tiras de chapa de madera orientadas en la dirección longitudinal, encoladas y prensadas (contraenchapado). Estéticamente tiene la apariencia de madera maciza con la veta que produce la cola marcada.

Se caracteriza por sus elevadas resistencias mecánicas y la gran longitud que puede alcanzar hasta 24 mt (tamaño máx del transporte)

Es muy adecuada para utilizarla para vigas y soportes en construcciones en las que se requiere cubrir una gran luz.

-Vigas doble T:

Se trata de vigas y viguetas mixtas de sección den doble T, elaboradas con madera aserrada maciza (madera natural) o laminada en las alas y tablero contrachapado en el alma. Su resistencia a la flexión y su ligero peso las hacen aptas para cubrir grandes luces. Poseen un excelente relación resistencia/peso.

Admiten taladros para el paso de instalaciones y se puede cortar in situ.

Elementos y Sistemas Estructurales

La madera y sus derivados

-Celosías:

Fabricadas a partir de la unión de piezas de madera aserrada mediante conectores en forma de placas y tornillos, que transmiten los esfuerzos axiales entre los distintos elementos. Pueden obtenerse luces hasta de 20 mt.

-Elementos con Comportamiento fundamental de compresión:

Soportes

Piezas comprimidas que pueden realizarse con secciones constantes de madera aserrada o con secciones constantes o variables de madera laminada.

Además de las condiciones resistentes será necesario tomar en cuenta la influencia del pandeo en las dos direcciones principales.

La madera y sus derivados

-Elementos y Sistemas con comportamiento de flexión y cortante:

Vigas

Pueden realizarse con secciones constantes de madera serrada, con secciones constantes o variables de madera laminada o con secciones doble T de madera aserrada o laminada.

TIPO	LUZ	CANTO
Aserrada	2-9 mt	L/18
Laminada	3-25 mt	L/18 – L/20
Doble T	5-30 mt	L/18 – L/20

Emparrillados

Sistema formado por la unión, den dos direcciones ortogonales, de vigas, generalmente de sección rectangular constante de madera laminada.

Pórticos

Estructura formada por una o dos vigas y dos soportes, conectados entre sí por nudos rígidos. Actualmente, el caso mas generalizado consiste en un pórtico a dos aguas formado por barras de madera laminada de sección rectangular de canto variable.

La madera y sus derivados

-Sistemas con Comportamiento simultáneo de tracción y compresión:

Celosías

Sistema formado por piezas de sección rectangular de madera serrada, entrelazada mediante articulaciones que sólo soportan esfuerzos axiales. En este sistema es frecuente la combinación de piezas de madera con tirantes de acero que aligeran el aspecto de la estructura.

Elementos de Unión

Entre los distintos tipos de nudos y los distintos esfuerzos a transmitir, el problema principal consiste en la realización de nudos capaces de transmitir tracciones. Estas tracciones acaban transmitiéndose en forma de corte a lo largo de las fibras.

Ensamblés

Clavos, tornillos y pernos

Llaves de madera y conectores metálicos

La madera y sus derivados

Debilidades-Fortalezas

La madera, dotada de extraordinarias capacidades estructurales, tiene entre sus limitaciones: las dimensiones impuestas por razones naturales, su dificultad para mantenerse inalterable con el paso del tiempo y de los agentes externos, y por último su elevado costo.

Este elevado costo está relacionado no sólo con el material en sí mismo y las técnicas que hay que utilizar para preservarlo, sino además con una mano de obra que requiere de gran especialización.

Su utilización ha quedado reducida a paneles y marcos para puertas y ventanas y en estructuras de pequeñas luces, propias de la vivienda unifamiliar, donde su aplicación no requiere de grandes movilizaciones de material y su costo puede ser absorbido y plenamente justificado por las calidades de su presencia.

La madera y sus derivados



MATERIALES METÁLICOS - Son dúctiles, compactos, oxidables. Mala resistencia al fuego. Pueden ser:

SIDERURGICOS o FÉRRICOS

- Aceros (aleaciones de Fe y C)
- Fundiciones Fe y con alto contenido de C. Elementos moldeados para instalaciones y adornos
- Ferroaleaciones (No se emplean en edificaciones).

NO FÉRRICOS

Ligeros: Aluminio y sus aleaciones. Usados en carpintería y cubiertas.

Pesados: Cu, Pb, Zn y sus aleaciones. Cubiertas e instalaciones.

Los metales

Grupo	Características	Subgrupos	Metales representativos
Metales Negros	Color gris oscuro Gran densidad, exceptuando a los metales alcalinos – ferreos Alta temperatura de fusión Dureza relativamente elevada Poseen polimorfismo.	Metales Férricos	Hierro (1530 °C), Cobalto, Níquel, Manganeso
		Metales refractarios	Wolframio, Tántalo, Molibdeno
		Metales uránicos	Actínidos
		Metales Tierras Raras	Lantánidos
Metales de Color característica.	Suelen tener una coloración roja, amarilla o blanca Gran plasticidad Poca dureza Temperatura de fusión relativamente baja Ausencia de polimorfismo.	Metales Ligeros	Berilio , Magnesio , Aluminio
		Metales Nobles	Cobre, Plata, Oro, Grupo Platino
		Metales fácilmente fusibles	Zinc , cadmio , mercurio , estaño , plomo , bismuto , talio , antimonio

Los metales

Los metales son elementos químicos, cuyos átomos forman iones positivos en solución. Se encuentran en la naturaleza en forma de minerales combinados químicamente con otros cuerpos de composición variada llamada *MENA* a la que acompañan sustancias de naturaleza térrea llamada *GANGA*, las cuales en conjunto constituyen el mineral

Para obtener el metal hay que separar y aislar la mena de la ganga. Estas operaciones en conjunto se denomina *METALURGIA* y en el hierro *SIDERURGIA*

Los metales mas utilizados en construcción son: hierro, acero, aluminio, cinc, cobre, estaño, bronce, plomo, cromo.

METÁLICOS SIDERURGICOS O FERRICOS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alta resistencia	Corrosión
Espesores mínimos	Problemática en caso de incendios
Ductilidad	
Uniformidad	Pandeo
Homogeneidad del material	Mantenimiento Costoso
Versátil	Mano de obra especializada
Rapidez de montaje	
Piezas normalizadas con precisión en obra. Prefabricación	
Resistencia a asientos desiguales y posibilidad de corregirlos	
Reciclable	

Los metales

Propiedades de los metales

Fusibilidad: capacidad de pasar con mínimo punto de fusión de sólido a líquido

Forjabilidad: capacidad de soportar en estado sólido, en caliente, una variación de forma por acciones mecánicas de martillos, laminadores, y prensas sin pérdida de cohesión

Maleabilidad: capacidad de modificar su forma a temperatura ordinaria por acciones mecánicas de martillado, estirado y laminado.

Tenacidad: resistencia a rotura por tracción, debida a cohesión de las moléculas. La aumenta el martillado, laminado e impurezas como el carbono en el hierro para convertirlo en acero y la disminuye la elevación de temperatura.

Ductilidad: propiedad del cuerpo de alargarse en dirección de su longitud convirtiéndose en alambres o hilos. Puede deformarse sin perder resistencia ni llegar a la rotura. Depende de la tenacidad. Disminuye con la temperatura. Es mayor en metales blandos con bajo E_a . (aluminio, hierro, cobre, cinc, estaño y plomo).

Los metales

Soldabilidad: unión por presión de dos pedazos hasta formar uno trozo único.

Facilidad de corte: separación de pedazos regulares con herramientas cortantes

Soldabilidad: unión por presión de dos pedazos hasta formar uno trozo único.

Oxidabilidad: por acción del oxígeno del aire en todos los metales menos en los nobles (oro, plata, platino). Si no es permeable a la oxidación se forma capa protectora (aluminio, zinc), si es permeable como el acero y el hierro, se corroe pero se puede proteger con pinturas u otros recubrimientos y con aleaciones con otros metales

Aleación: fusión de varios metales para mejorar o modificar propiedades

Conductibilidad térmica, acústica y eléctrica

Brillo, color, reflexión de la luz

- **Propiedades mecánicas**

Resistencia a esfuerzos

Fragilidad, plasticidad, elasticidad, ductilidad, maleabilidad

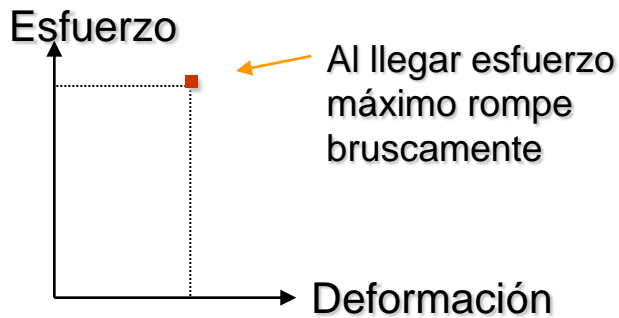
- **Propiedades físicas**

- Resistencia ante agua y químicos

- Resistencia ante variaciones de temperatura

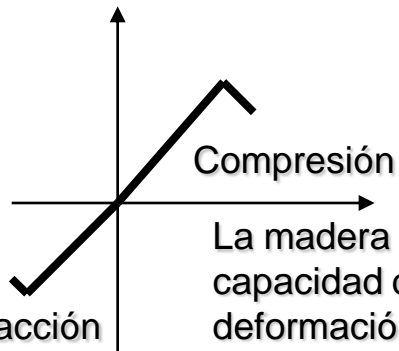
- Resistencia ante incendios

Los metales

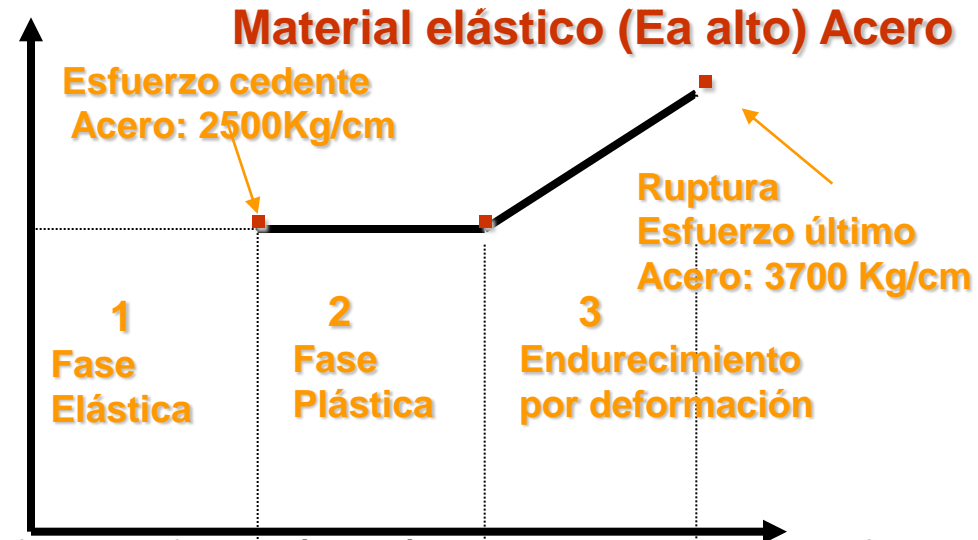


Pétreos naturales y artificiales

Material frágil



La madera tiene poca capacidad de deformación aunque resiste a tracción y compresión
No tiene ductilidad



1. Elástica: Esfuerzo deformación en línea recta con tendencia definida. La tendencia es módulo de elasticidad
Acero $E_a = 2.100.000 \text{ Kg/cm}^2$ / Madera $E_a = 130.000 \text{ Kg/cm}^2$ / Esfuerzos proporcionales a deformación/ No es permanente

2. Plástica: Deformación permanente/ No hay proporcionalidad/
Si material es **dúctil** se deforma en rango inelástico sin llegar a la rotura (acero , concreto armado).

En diseño estructural se trabaja en diferentes rangos sin llegar a la rotura, con coeficientes de seguridad y esfuerzos admisibles por material establecidos en normas

Industrialmente se designa el nombre de hierro a las aleaciones del hierro con otros elementos que le acompañan en forma de impurezas, en su obtención o añadidos expresamente para modificar sus propiedades, como el carbono, silicio, fósforo, azufre, etc.

Estas aleaciones de hierro se denominan:

- FUNDICION O HIERRO COLADO
- HIERRO DULCE
- ACERO

Materias primas

Minerales de hierro

Oxido ferroso férrico o magnetita: 45-70% Fe

Oxido férrico ahindro o hematies roja: 40-65% Fe

Oxido férrico hidratado o hematies parda o limonita: 30-45% Fe

Carbonato ferroso o siderosa o hierro espático: 40% Fe

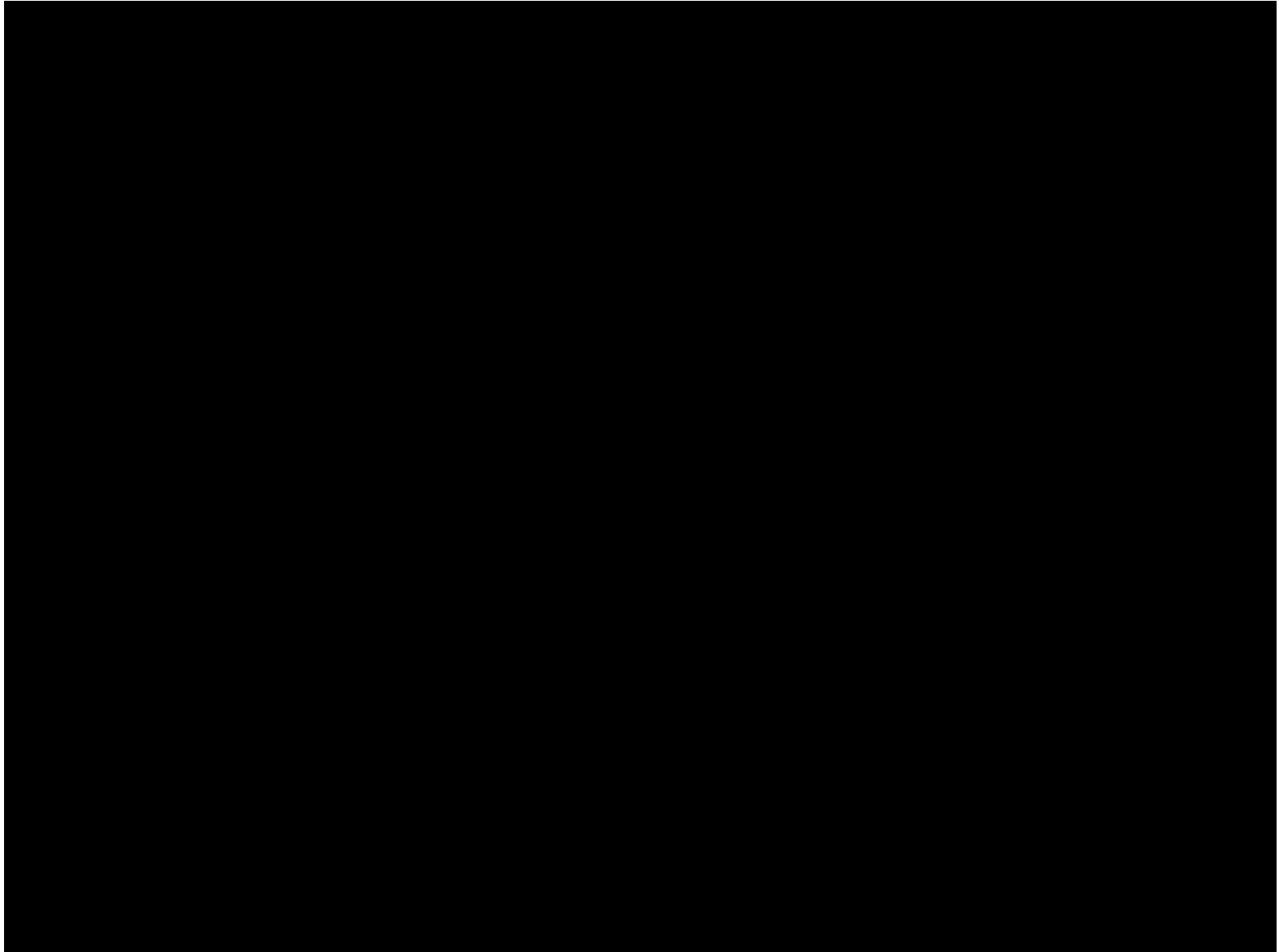
Pirita de hierro o marcasita: muy bajo % de Fe

Fundentes: carbonato cálcico llamado castina o arcilla y arenisca llamada erbua. A veces manganeso para rebajar pto de fusión y darle mayor dureza.

Combustibles: en altos hornos coque metalúrgico, carbón de madera si el país es rico en bosques y hornos eléctricos si hay abundante energía eléctrica.

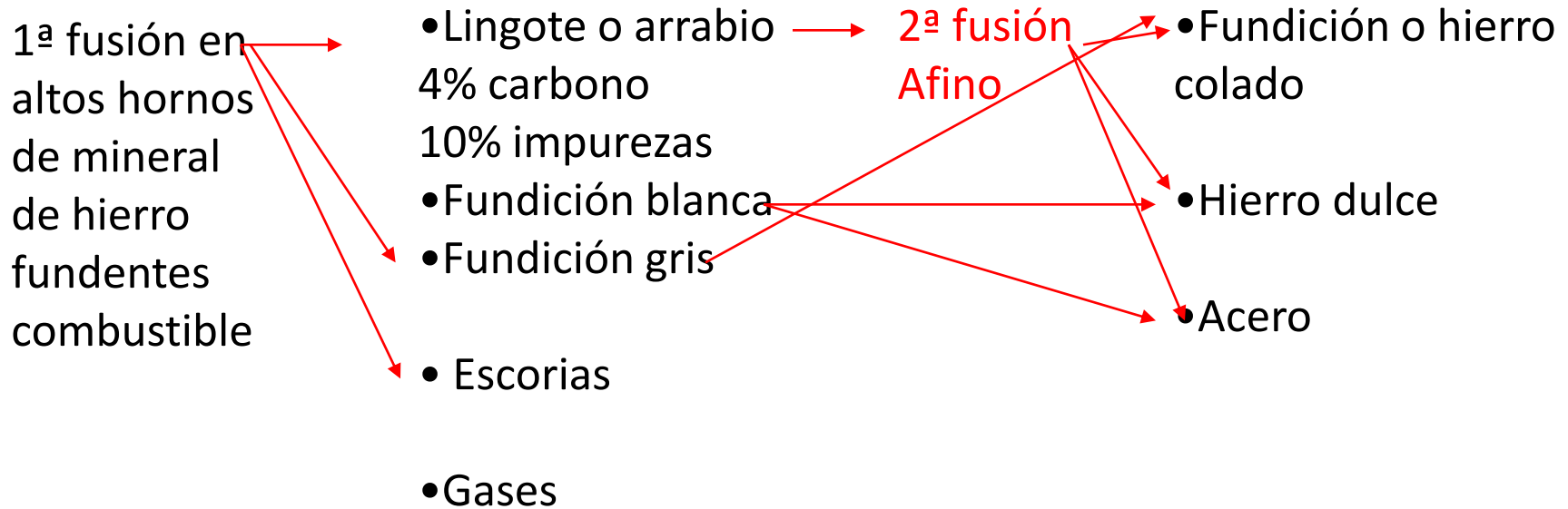
Los metales:

proceso de extracción del Hierro



Los metales: El Hierro

Resumen Obtención del hierro



La proporción de carbono influye en resistencia mecánica, tenacidad, ductilidad, así como en su punto de fusión y en la temperatura para el forjado

Fundición o hierro colado

Resulta de la 2ª fusión en hornos especiales, de la fundición gris en mezcla con coque, en la cual se mejora calidad, dándole mayor homogeneidad y disminuyendo el contenido de carbono, silicio, manganeso, etc. Tiene bajo punto de fusión, poca resistencia a tracción (14-26 kg/mm²)

Formas comerciales:

Se obtienen vaciando la fundición en estado líquido en moldes en posición vertical para hacerlos mas compactos por el peso propio de ésta. Longitud no mayor de 6.00 m y espesor entre 10 y 80 mm

- Tubos para canalizaciones de agua y gas y los codos respectivos
- Columnas de fundición

Los metales

Procesos de obtención de productos

- Fusión
- Laminación: en frío o caliente.

Consiste en el estirado y compresión de los lingotes mediante cilindros que giran a igual velocidad y sentido contrario comunicándoles la forma.

- Prensado
- Forjado



Los metales

Hierro dulce

Es el producto ferroso que puede ser martillado y forjado al rojo, soldándose por forja y no se temple o endurece al enfriarlo bruscamente. Tiene de 0,05 al 1% de carbono. Funde a más de 1500°C y es poco tenaz. Casi no se usa.

Acero

Son los productos ferrosos con 0,05 y 1,7% de carbono. Se endurece por templado, funde entre 1400 y 1500°C, se moldea más fácilmente que el hierro. Se puede soldar y forjar y para clasificarlos hay que indicar, además del % de carbono, sus resistencias, admitiéndose como aceros los que alcanzan una resistencia mínima de 40 Kg/mm² a la tracción. Es tenaz y muy resistente. $E_a: 2.100.000 \text{ Kg/cm}^2$
Resistencia a compresión: 2500 a 10000 Kg/cm² (similar al resto)

Peso específico: 7800 Kg/m³



Acero de crisol o fundido:

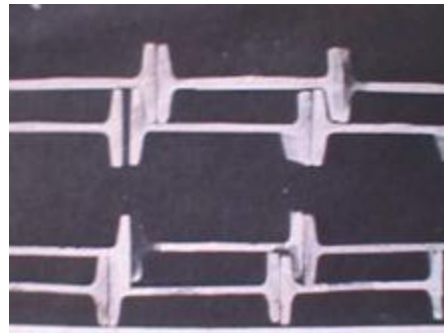
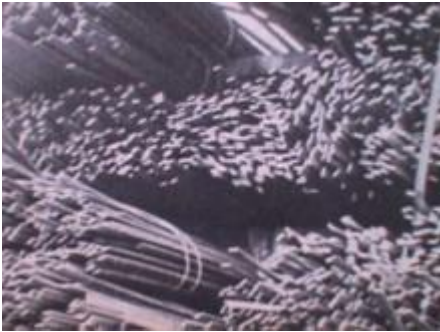
se obtiene por fusión del acero puro con otros metales en crisoles adecuados, es de difícil trabajo por su dureza y por su elevado precio solo se aplica en elementos de apoyo de estructuras muy cargadas

Aceros especiales:

Se obtiene añadiendo cantidades necesarias de carbono, silicio, manganeso, níquel, cromo, cobre, etc. Para modificar sus propiedades. Suelen designarse por sus aplicaciones y su resistencia, tales como: acero para herramientas, acero de proyectiles, acero inoxidable (cromo y níquel)



Los metales



Aceros laminados producidos en frío o caliente
En los catálogos se especifican dimensiones pesos,
y valores de momentos de inercia y resistencia

Los metales

Formas comerciales

a) Chapas

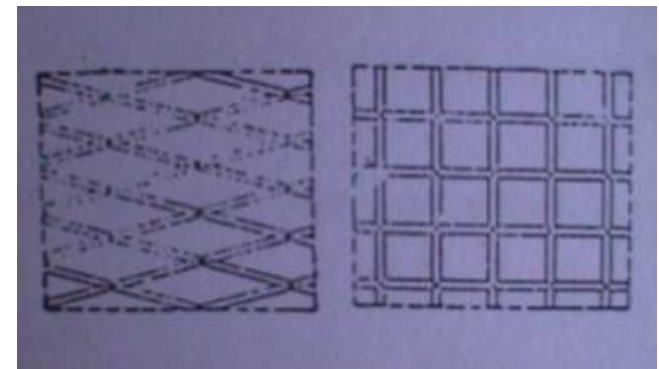
Lisa: se lamina partiendo del tochos de acero dulce.

La fina de espesor menor a 5mm sirve para cubiertas y revestimiento

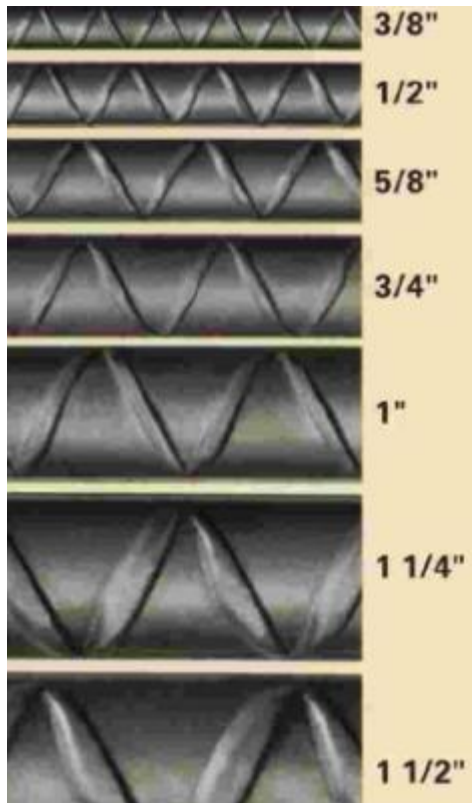
Estas se pueden ondular y luego galvanizar
La gruesa de 7 a 20 mm se usa en almas de vigas compuestas, conectores de nodos

El ancho normal es 1.20 m y longitud hasta 12 m

Estriada: se usa para pavimentos, peldaños, etc. Espesor de 4 a 15 mm, ancho 1,2, largo 3 a 6 m



Los metales



Tamaños de varillas corrugadas de acero			
Núm. de Varilla	Designación	Peso unitario (kg/m)	Área transversal (mm ²)
3	3/8	0.560	71
4	4/8 = 1/2	0.994	129
5	5/8	1.552	200
6	6/8 = 3/4	2.235	284
7	7/8	3.042	387
8	8/8 = 1	3.973	510
9	9/8	4.960	645
10	10/8 = 5/4	6.403	819
11	11/8	7.906	1006
14	14/8 = 7/4	11.384	1452
18	18/8 = 9/4	20.238	2581

El [acero de refuerzo](#), también llamado **cabilla**, es un importante material para la industria de la construcción utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones. Por su importancia en las edificaciones, debe estar comprobada y estudiada su [calidad](#). Los productos de acero de refuerzo deben cumplir con ciertas normas que exigen sea verificada su [resistencia](#), [ductilidad](#), dimensiones, y límites [físicos](#) o [químicos](#) de la [materia prima](#) utilizada en su [fabricación](#).

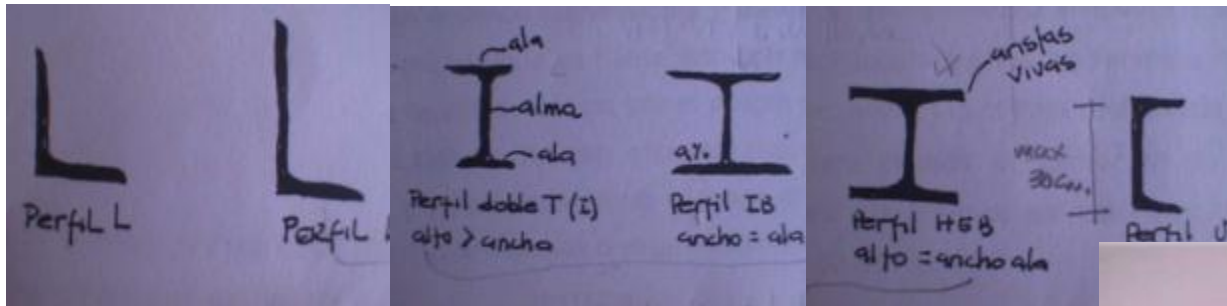
Los metales

Planos (flejes y pletinas): sección rectangular y aristas rectas. Anchos hasta 200 mm, espesores hasta 50 mm. Los de espesor menor a 5mm son flejes.

Redondos, cuadrados y hexagonales: espesores de 5mm a 200 mm. Los redondos con diámetro entre 0,2 y 10 mm se llaman alambres

Angulos

T simple, Doble T
U, Z, Tubulares

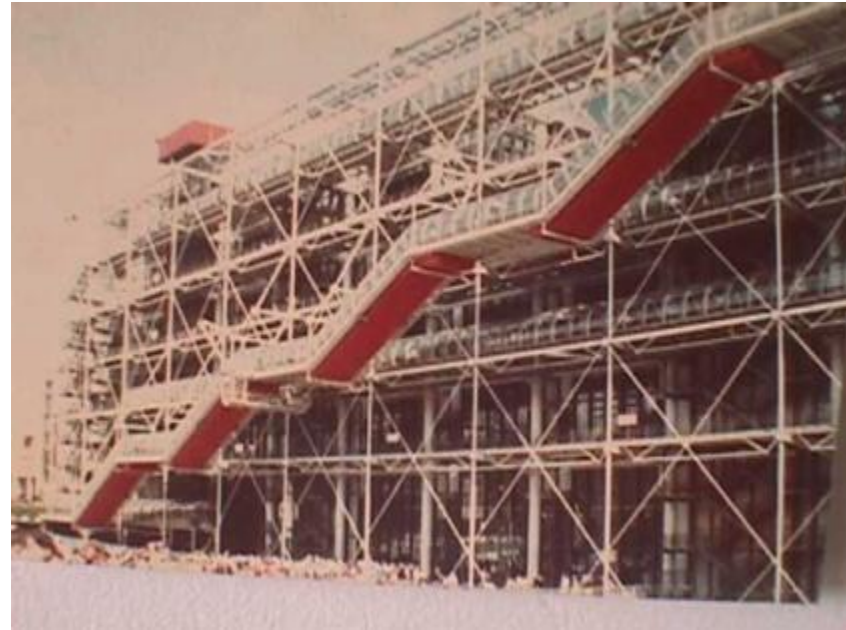


b) Perfiles (longitud de 6 y 12 m)

Pórticos diagonalizados

Los sistemas aporticados en acero se triangulan con diagonales que absorben los esfuerzos horizontales disminuyendo deformaciones estructurales y las secciones de los elementos.

El sistema SIEMA desarrollado por el IDEC parte de este principio



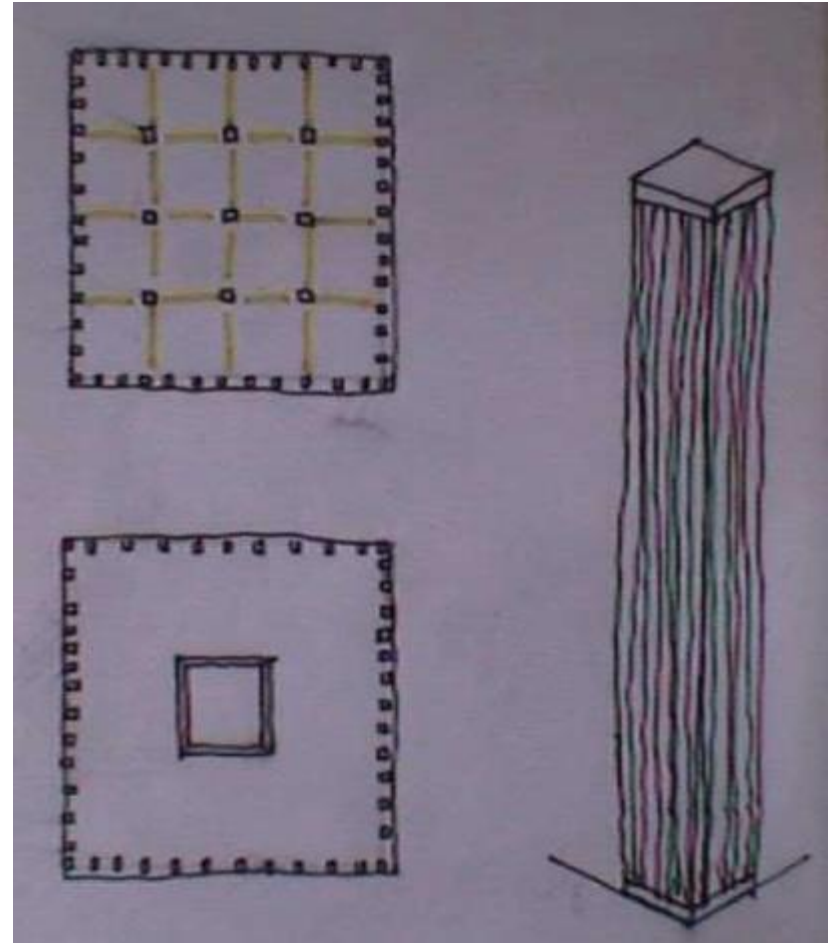
Los metales: soluciones espaciales

Tubo

Llamado también de fachada resistente, consiste en colocar en fachada columnas muy próximas en forma semejante a un tubo unidas por vigas cortas de gran rigidez y luces normales en el interior. El tubo se comporta bien a flexo compresión por lo que es eficiente a esfuerzos horizontales. La forma es simétrica regular cuadrada o rectangular. Permite 100 pisos promedio

Tubo en tubo

El tubo interior se refuerza con un tubo interior de pantalla donde se alojan servicios

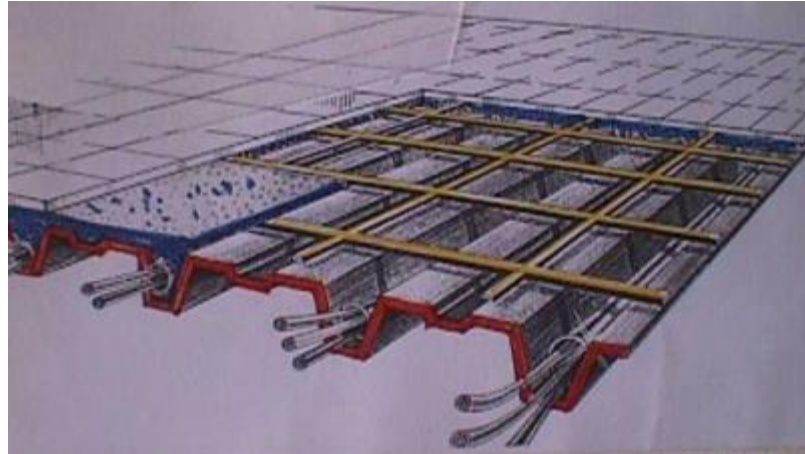


Los metales

Los acero o similar

Formada por láminas dobladas de acero galvanizado que sirven de encofrado al concreto armado con malla electrosoldada de 150x150x4 mm. Las láminas remplazan y absorben los esfuerzos de tracción de cabillas en las losas.

La ondulación de la lámina se coloca en sentido transversal de las vigas de carga para obtener inercia efectiva. Los espesores de placas serán de 8 a 10 cm

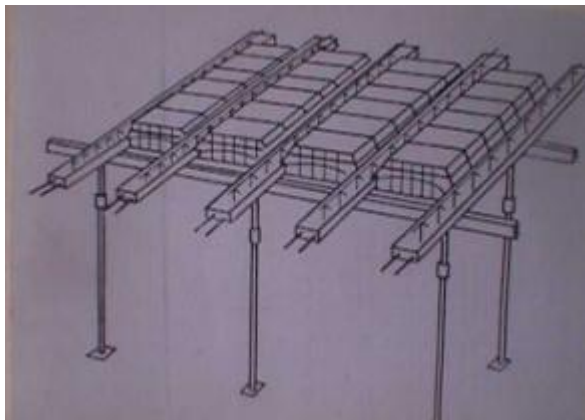
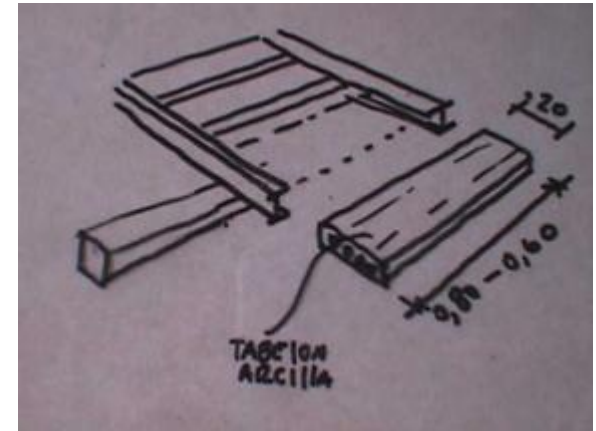


Los metales

Losa de tabelones

Formada por loseta de concreto armado de 5 cm apoyada sobre perfiles IPN 8 o 10 paralelos entre si perpendiculares a viga de carga entre los cuales se introducen tabelones de arcilla de 80x20x8 cms o 60x20x6 cm que encofran la losa. Cubre luces hasta 4 m en edificios hasta 3 plantas

Uso generalizado en vivienda progresiva, escuelas, ambulatorios

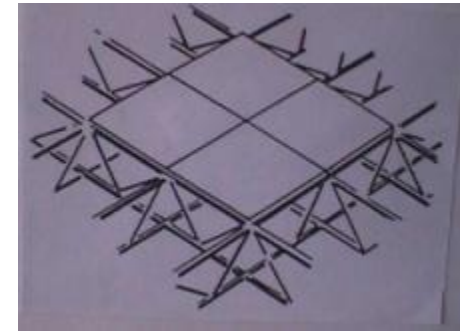
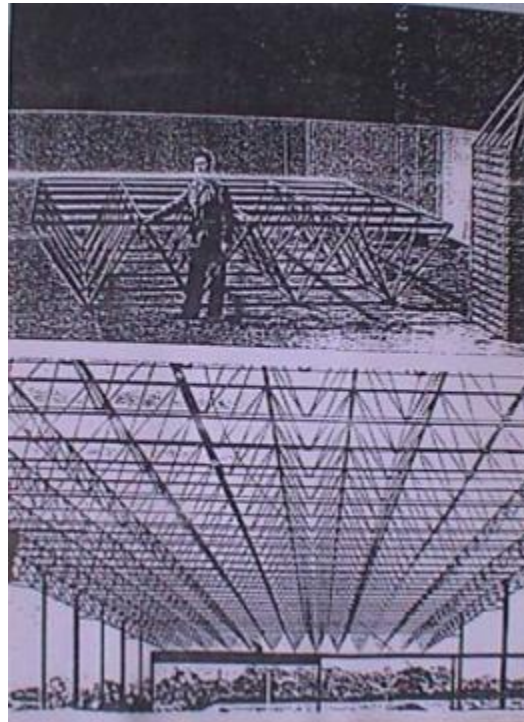


Losa tipo moderna o similar

Similar a losa de tabelones pero perfiles se sustituyen por nervios de concreto armado y los tabelones por bloques de concreto aligerado con Aliven de dimensiones 40x20 15,20 y 25 de altura

1. **Entramados constituidos por un conjunto de barras unidas entre si por nodos:** Formado por ensamblaje de sistemas triangulares en forma de tetraedros o pirámides donde las líneas de acción de fuerzas se ramifican en el espacio en 3 direcciones

a) Reticulado entramado por vigas de celosía entrecruzada



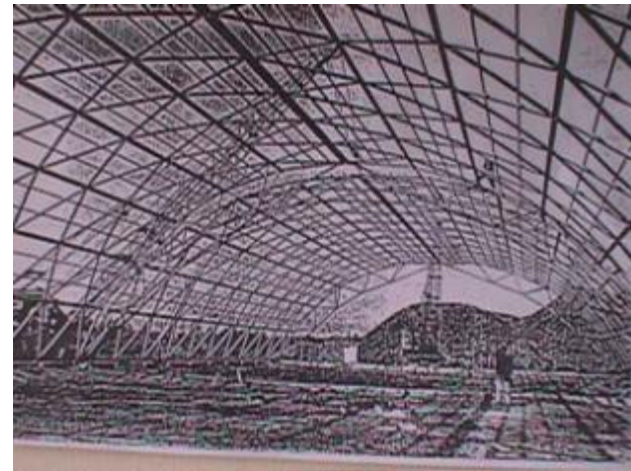
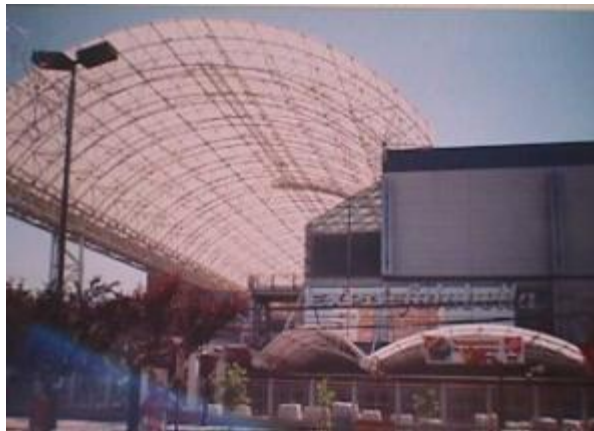
b) Reticulado espacial formado por unión de tetraedros, pirámides

Los metales

Cúpulas de entramado



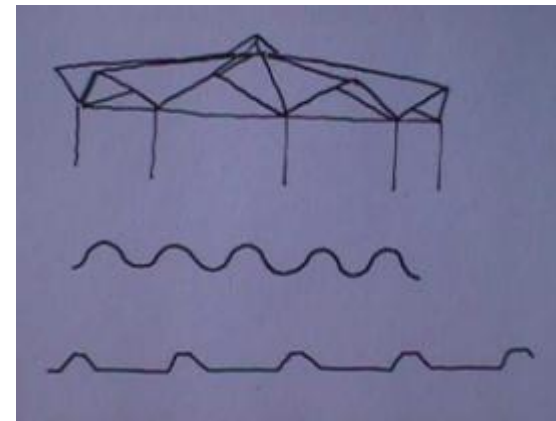
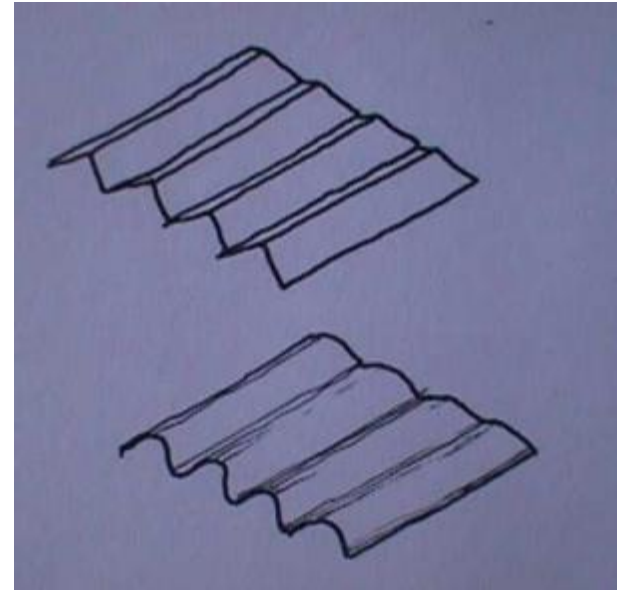
• Bóvedas de cañón entramado



2. Estructuras de láminas metálicas en las que los revestimientos de cierre participan en la resistencia a los esfuerzos solicitantes

Son ensamblajes de superficies donde solo existen esfuerzos de tracción y compresión cuya capacidad de actuación se debe a continuidad del material en la superficie, su resistencia se basa en la forma, son de geometría variada y son de bajo espesor.

Bajo este principio se producen láminas muy usadas para cubierta livianas en acero, aluminio, plástico



3. Colgantes

Son estructuras que por la forma que tienen las fuerzas siguen el camino natural trabajando solo a tracción y compresión. Los cables trabajan a tracción por su capacidad de estiramiento. Son adecuados para cubrir grandes luces como puentes y cubiertas



Puente Yi Sun-sin, Corea del Sur

Un cable curvado al rigidizarlo con materiales como piedra o ladrillo, concreto, cambiarle bisagras por empotramiento y darle vuelta se obtiene el arco por compresión muy utilizado en la antigüedad en bóvedas y cúpulas, las cuales se hacen hoy mas fácilmente con láminas metálicas, plástico, concreto armado

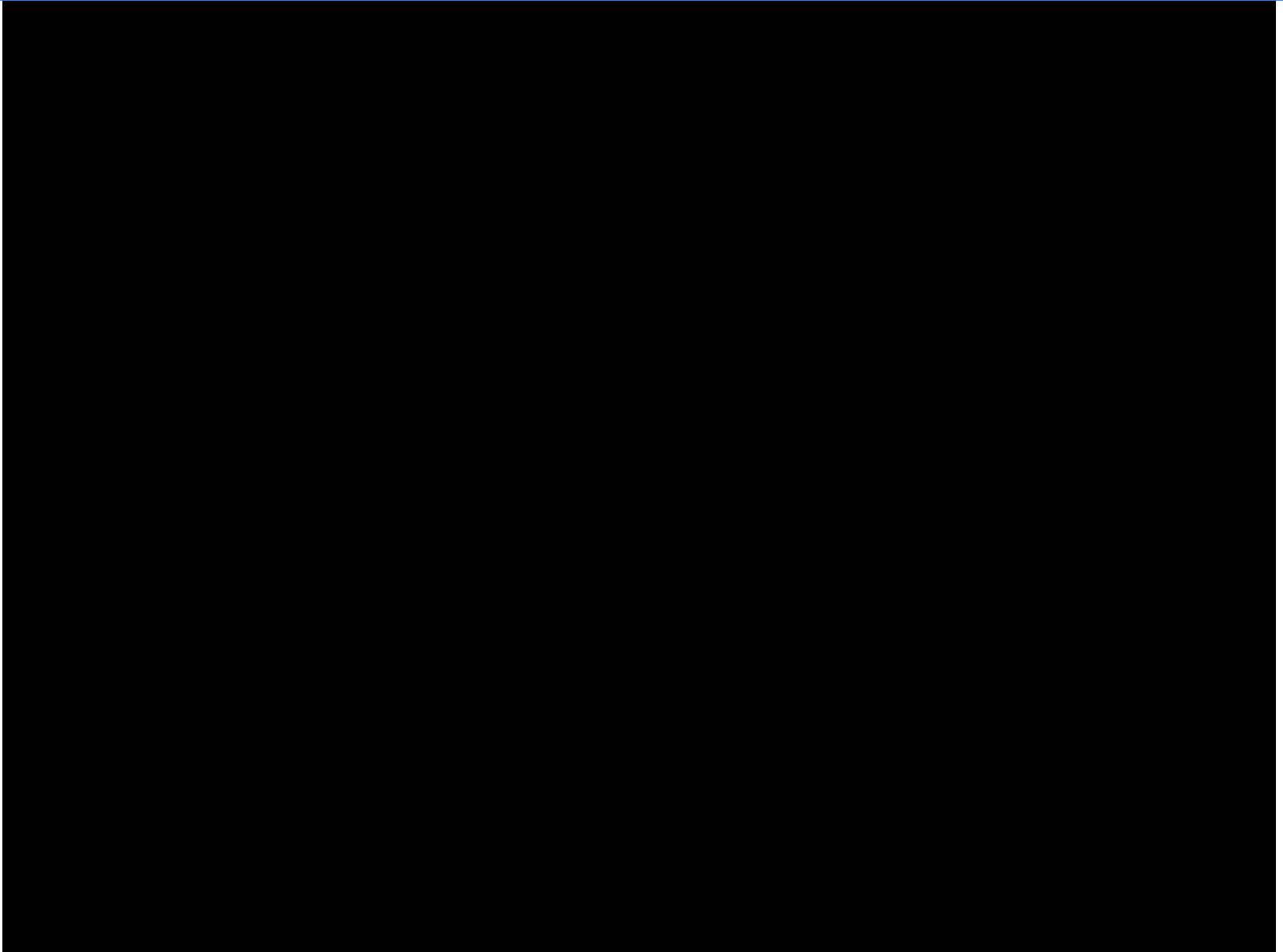
Los metales no férricos: el aluminio



Metal abundante en la naturaleza combinado en especies minerales, formando las arcillas, en forma de óxido hidratado ($Al_2O_3 \cdot H_2O$), en la bauxita, criolita o fluoruro de aluminio y sodio, corindón.

Es blanco, brillante con matiz ligeramente azulado de estructura fibrosa, blando (2,9 en escala de Mohs), muy dúctil (hilos), maleable y de elevada conductividad

Los metales no férricos: el aluminio

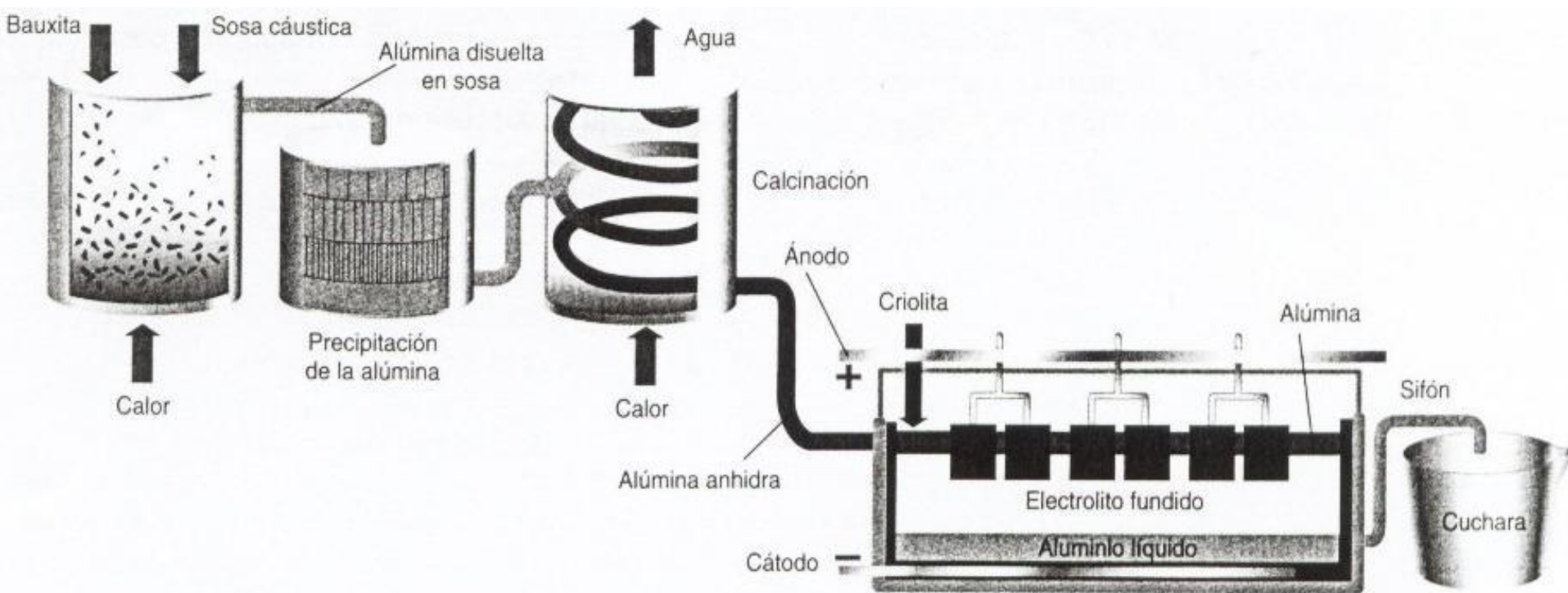


Los metales no férricos: el aluminio

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se puede usar en bajas temperaturas	Dificultad para hacer uniones
Es dúctil y maleable ($E_a=700000 \text{ Kg/cm}^2$) (puede moldearse, laminarse, estirarse, extruirse y embutirse)	Elevada cantidad de energía eléctrica requerida en su obtención
Es resistente a la corrosión química y mecánica (Resistencia a compresión: 2500 a 4500 Kg/cm^2)	Con el tiempo sus propiedades mecánicas se alteran
Ligero y muy durable	Pequeñas muescas, cortes o arañazos pueden causar graves perjuicios a una pieza
Incombustible y no toxico	Uso limitado por temperatura
Baja densidad (2,7)	A altas temperaturas se vuelve inestable
Excelente relación calidad-precio	
Se oxida pero no se corroe	

Los metales: obtención del aluminio

Se obtiene por electrólisis de su óxido en un baño de criolita fundida. Así obtenido tiene impurezas que se eliminan en una 2ª electrólisis en cuba con paredes revestidas de magnesio (Mg).



Electrólisis: descomposición de sustancias que se encuentran disueltas o fundidas al paso de una corriente eléctrica

Los metales no férricos: el aluminio

Su resistencia depende de la pureza, mientras mas puro menos resistente.

**Pureza del 99%: Resistencia a tracción de 8-12 Kg/mm²
y alargamiento de 20%**

**Pureza del 99,97%: Resistencia a tracción de 6 Kg/mm²
y alargamiento de 50%**

Los aluminios comerciales tienen pequeña proporción de impurezas que mejoran su baja resistencia a la rotura (aleaciones)

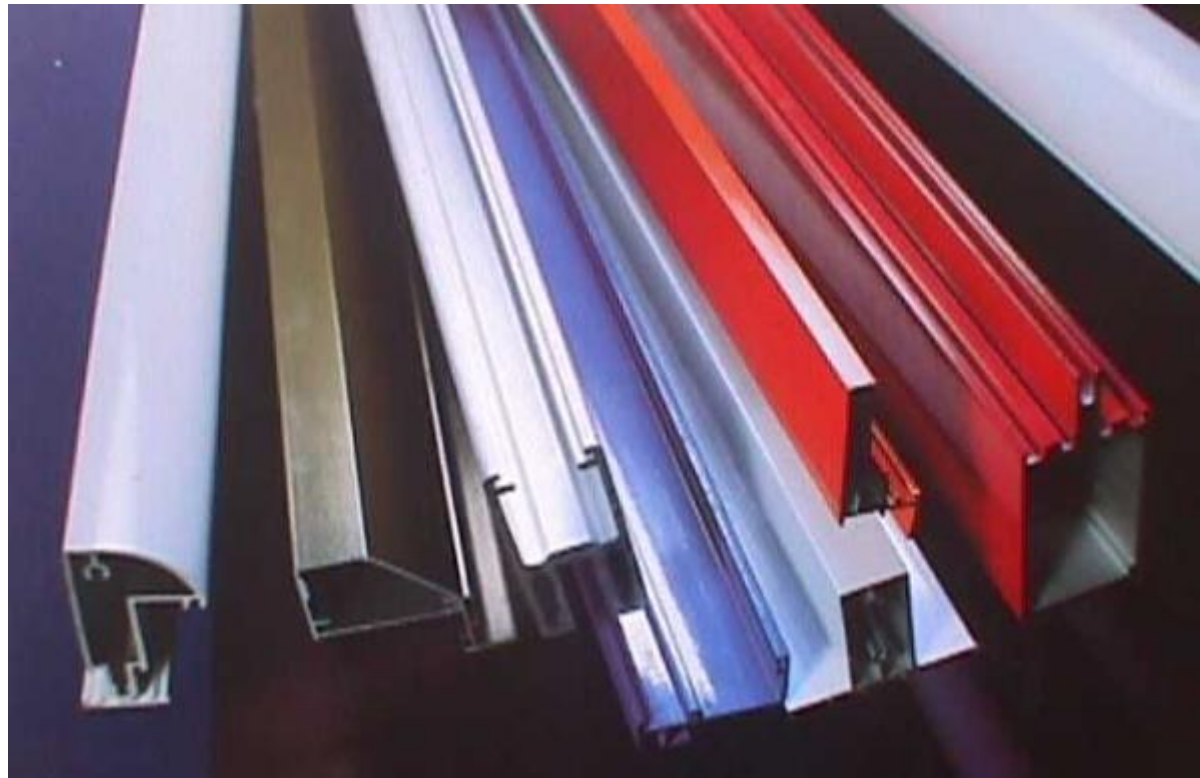
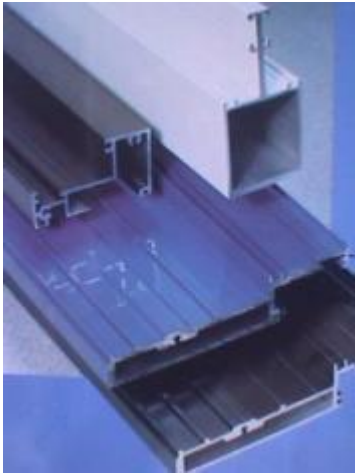
Funde a 660°C

Hierve a 2270°C

Entre 100 y 150°C puede ser laminado y forjado

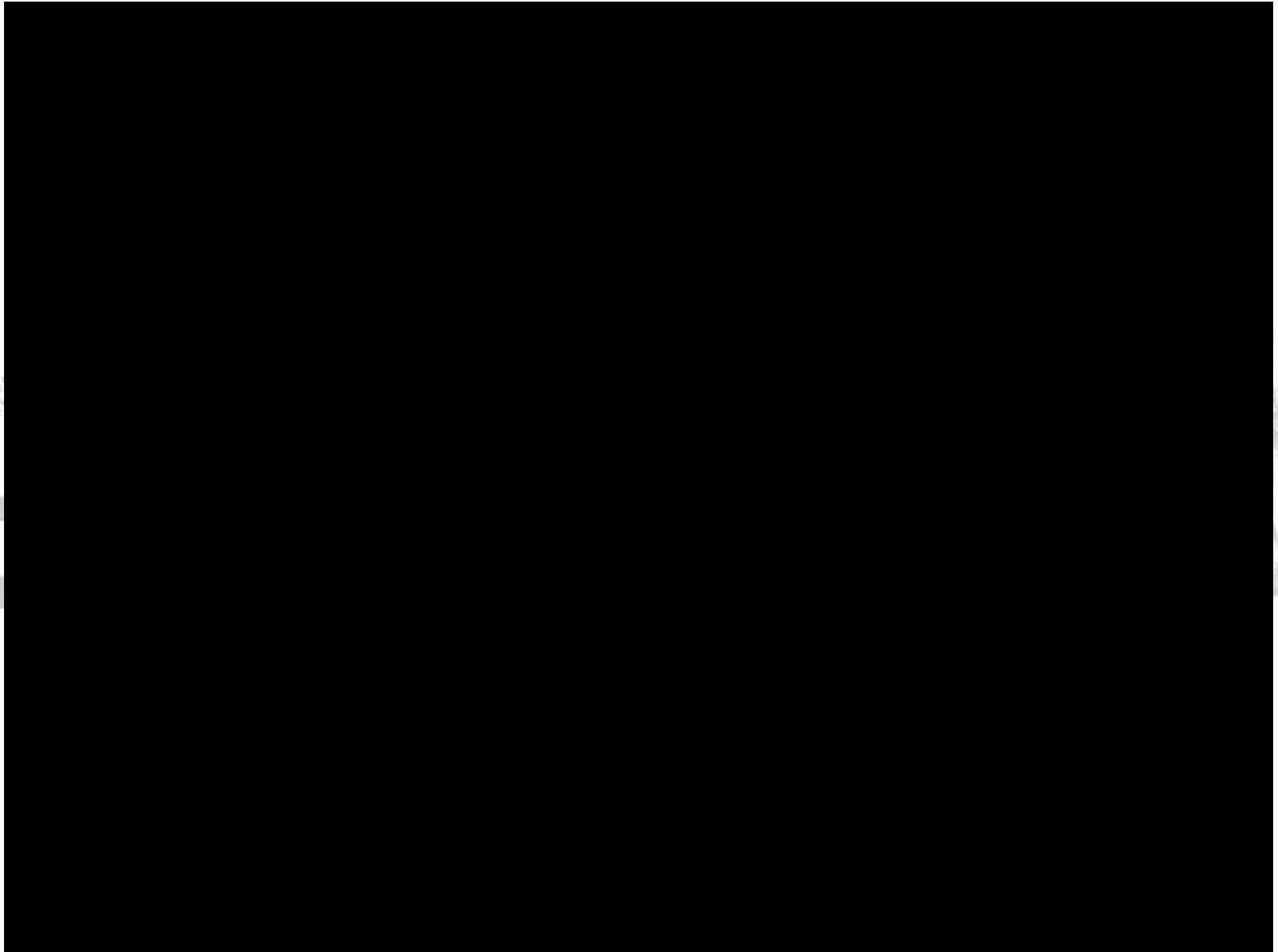
Los metales no férricos: el aluminio

La baja rigidez del aluminio se compensa con el diseño de formas estructurales con mayor momento de inercia obtenidas en los perfiles moldeados por extrusión



Proceso de obtención de perfiles extruados

Los metales no férricos: el cobre



Los metales no férricos: el cobre

VENTAJAS	DESVENTAJAS
elevada dureza	Costoso
Tiene puntos de ebullición y fusión elevados y ser buenos conductores de la electricidad y el calor	Requiere mano de obra especializada
Buenos conductores de la electricidad y resistente al calor	Susceptible a la interferencia electromagnética
Resistente al oxido	
Durable	
Maleable y dúctil	
Incapacidad para controlar sobretensiones eléctricas	

Los metales

Aleaciones

Para mejorar resistencias mecánicas y químicas se producen aleaciones con cobre, cinc, hierro, silicio, níquel, magnesio, manganeso. Estos se usan en pequeñas proporciones y el producto final es una fracción más pequeña que el aluminio puro.

En 1996 se descubrió accidentalmente proceso de endurecimiento por envejecimiento en aleación con 3,5 de cobre y 0,5 de magnesio, la cual se llamó Duralumin usada en aeronaves.

RR59 con 7% en cobre, níquel, silicio, magnesio, hierro y titanio se usa para pistones forjados de motores de avión

L381 con 1,2 manganeso para láminas para cubiertas y paneles tipo VENIBER

L339 con 3% manganeso para curtain wall y perfilería para ventanas



Los metales: tratamientos superficiales

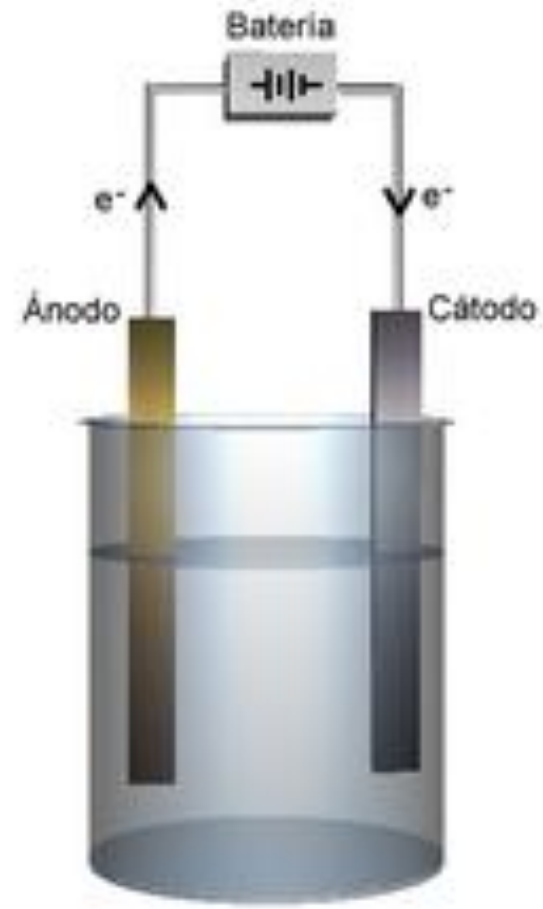
La **electrólisis** es el proceso que separa los elementos de un compuesto por la electricidad. En ella ocurre la captura de electrones por los cationes en el cátodo (una reducción) y la liberación de electrones por los aniones en el ánodo (una oxidación).

Aluminización: cuando la capa superficial se hace con moléculas de aluminio

Galvanización: para evitar la corrosión de metales, crea una película delgada de un metal menos corrosible sobre otro metal

Anodización: tratamiento para proteger los metales de la corrosión

Cromados: cuando la capa superficial se hace con moléculas de cromo



Los metales: aleaciones

Aleación	Tipos/composición	Algunas aplicaciones
Bronce (aleación de cobre y estaño)	Ordinario. Sólo lleva cobre y estaño (del 5 al 30%).	Campanas y engranajes.
	Especial. Lleva cobre, estaño y otros elementos químicos.	Esculturas y cables eléctricos.
Latón (aleación de cobre y cinc)	Ordinario. Sólo lleva cobre y cinc (del 30 al 55%).	Tornillería.
	Especial. Lleva cobre, cinc y otros elementos químicos.	Grifos, tuercas y tornillos.
Cuproaluminio	Aleación de cobre y aluminio.	Hélices de barco, turbinas, etcétera.
Alpaca	Aleación de cobre, níquel y cinc. Tiene un color plateado.	Joyería barata, cubiertos, etcétera.
Cuproníquel	Aleación de cobre y níquel (del 40 al 50%).	Monedas y contactos eléctricos.