

## BLOQUE II. MATERIALES DE USO TÉCNICO (II)

### I. MADERA

- I.I. Introducción
- I.II. Composición del tronco
- I.II. Propiedades de la madera
- I.IV. Clasificación
- I.V. Proceso de obtención de la madera
- I.VI. Productos derivados de la madera
- I.VII. Aplicaciones de la madera
- I.VIII. Tratamientos de la madera



preguntaleasherwin.cl

#### I.I. INTRODUCCIÓN

De todos los materiales usados por el ser humano a lo largo de la historia, la madera fue el primero de ellos, gracias a una serie de propiedades como facilidad de conformado, bajo peso específico, agradable apariencia exterior, propiedades térmicas y mecánicas,... Esto ha generado una industria muy importante.

La explotación de los árboles para la obtención de madera da lugar a graves problemas medioambientales, porque si no se realiza la tala con unos criterios medioambientales, puede producirse una sobreexplotación que genera deforestación, pérdida de bosques primarios y, desertificación.

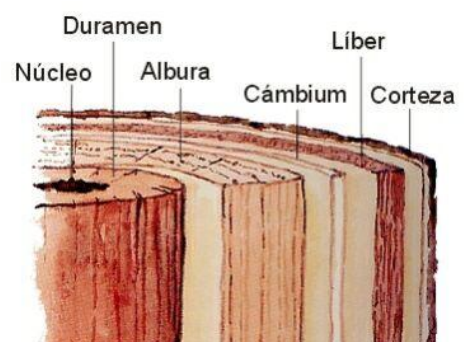
#### I.II. COMPOSICIÓN DEL TRONCO

La madera es el conjunto de tejidos, de cierta dureza, que constituyen la mayor parte del tronco y las ramas del árbol. La madera es un material fibroso formado por:

- Celulosa (50%)
- Lignina, que es el elemento que mantiene unidas a las fibras (30%). Es como el "cemento" de la madera.
- Otros elementos: resina, agua, almidón, ... (20%)

Si damos un corte transversal a un tronco de un árbol, distinguimos las siguientes partes, de dentro a fuera:

- **Médula o duramen:** Formada por células muertas que están muy lignificadas. Su aspecto es seco y duro.
- **Albura o leño:** De aspecto blanquecino, formada por células vivas en su parte exterior y es el responsable del transporte de la savia bruta desde la raíz del árbol hasta las partes aéreas. Durante el crecimiento del árbol, las células interiores mueren y pasan a engrosar el duramen.
- **Cambium:** Capa de células vivas entre la albura y la corteza interna. Durante su crecimiento da lugar a la formación de la albura y a nuevas células de la corteza interna
- **Corteza interna:** Es por donde circula la savia elaborada; está formada por células que poco a poco se desplazan al exterior formando la corteza externa. También se denomina **floema o líber**



- **Corteza externa:** Formada por una capa de células muertas, que protege al árbol contra las inclemencias del tiempo y del ataque de insectos y parásitos.

En la industria se aprovecha casi exclusivamente el tronco del árbol por tener mayores aplicaciones. Excepcionalmente se aprovechan las raíces y ramas gruesas para la obtención de maderas finas, con veteados espectaculares, en la construcción de muebles de diseño.

La parte que interesa del tronco es el **duramen** (*leño viejo del árbol en torno al centro, que es más seco y rígido*), junto con la **albura** (*leño joven del árbol, en torno al duramen, que contiene todavía células vivas que transportan agua y nutrientes*).

### I.III. PROPIEDADES DE LA MADERA

Según el tipo de madera, edad del árbol, zona climática,... las propiedades varían de unos a otros, pero de manera general, las maderas presentan las siguientes características:

- **Baja densidad:** Suelen ser menos densas que el agua (de ahí que floten).
- **Conductividad térmica y eléctrica baja:** La madera es un excelente aislante térmico (casas de madera en países fríos, por ejemplo). Las maderas ricas en agua son mejores conductores que las secas.
- **Resistencia mecánica:** A la tracción, compresión, flexión, cortadura, desgaste,... Es muy resistente al esfuerzo de tracción (estirarse) y bastante resistente a la compresión (aunque la mitad de resistente que a la tracción).
- **Hendibilidad:** Es la facilidad con que se abren las fibras de la madera en sentido longitudinal. Hienden peor las maderas duras, las secas, las resinosas y con nudos. La madera hendible es poco apta para el clavado y para realizar encajes. Si el secado es brusco la madera tiende a abrirse.
- **Retractabilidad o contracción:** Pérdida de volumen al perder parte del agua
- **Humedad:** Cantidad de agua que tiene la madera en su estructura. Está relacionada con su peso y afecta a otras propiedades físicas y mecánicas. Elemento que se debe reducir para obtener una madera útil, desde un punto de vista tecnológico.
- **Dureza:** Es la resistencia que ofrece al corte. Aumenta con la densidad.
- **Flexibilidad:** Característica de las maderas jóvenes, verdes y blandas, que admiten ser dobladas sin romperse.
- **Características estéticas:** Color, veteado, olor,...

### I.IV. CLASIFICACIÓN

Las maderas pueden clasificarse de muy diversas formas, según el criterio que se considere. El más habitual es atendiendo a su **dureza**:

- a) **Maderas blandas:** cuyos árboles tienen hoja perenne, son resinosos. Ej: pino, ciprés, abeto, cedro,... Son maderas ligeras, de crecimiento rápido (se observan bien los anillos), de color claro, nudos pequeños, fáciles de trabajar y de bajo coste.  
Se emplean para trabajos en los que no se necesita gran solidez: embalajes, cajas, tablas, mueble funcional sencillo, pasta de papel,...
- b) **Maderas duras:** cuyos árboles tienen hoja caduca. Ej: roble, castaño, nogal, olmo, caoba. Madera compacta, poca resina y escasos nudos, amplia gama de colores, de mayor densidad, de crecimiento lento (anillos anuales muy juntos, casi no se diferencian), más difíciles de trabajar, y en general de mayor calidad y precio.  
Se emplean en trabajos de ebanistería, muebles más compactos, instrumentos musicales, interiores de barco, andamios de obra,...

## I.V. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA MADERA

El proceso de obtención de la madera se compone de las siguientes etapas:

1. **Tala:** Es la primera operación para la obtención de la madera. Un árbol es un ser vivo, por lo que necesita tiempo para desarrollarse, esto implica que hay que talarlos en su madurez, pues si se talaran todos los árboles de un bosque a la vez, se necesitaría un tiempo demasiado largo para volver a explotar ese bosque. Para evitar esto, se utilizan varios métodos de talas sostenibles, como el de talas parciales, árboles sembraderos o de tala selectiva.

2. **Transporte:** Los medios más utilizados son por carretera y ferrocarril. Si hay vías de agua también se pueden utilizar.

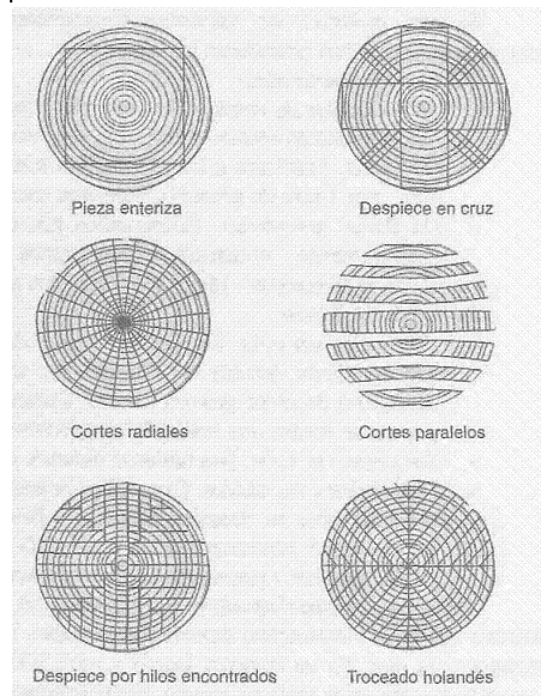
3. **Descortezado:** Es decir se le quita la corteza que envuelve el tronco.



4. **Tronzado:** Consiste en cortar los troncos en piezas más pequeñas

5. **Troceado y despiece (aserrado):** Conjunto de operaciones que se realizan para dividir el tronco en planos paralelos a un eje. El objetivo es conseguir piezas de unas dimensiones determinadas para su uso en taller.

Algunos de los despieces más utilizados son los que se presentan a continuación:



6. **Secado:** Antes su uso, es necesario reducir el grado de humedad hasta un valor inferior al 15%. Con esto se consigue evitar deformaciones posteriores, reducir el peso, con el consiguiente ahorro en transporte, incrementar la resistencia a distintos tipos de esfuerzos, reducir las posibilidades de ser atacada por hongos e insectos y dejarla en condiciones adecuadas para ser mecanizada. Principalmente se utilizan tres métodos: secado natural, secado artificial y secado mixto

7. **Cepillado:** Tiene como objetivo principal eliminar cualquier irregularidad y mejorar el aspecto final.

## I.VI. PRODUCTOS DERIVADOS DE LA MADERA

Se han elaborado una serie de productos prefabricados de dimensiones y grosores variables, en los que se combinan virutas, chapas, aglomerantes,... para conseguir el producto adecuado.

Los más utilizados son los **tableros**, que se comercializan, normalmente, en grosores que van entre 3 y 30 mm, y en dimensiones de 1220 x 2440 mm. Existen multitud de variantes de estos tableros, aunque los más usados son:

- A) Aglomerado: Está compuesto de pequeñas virutas, fibras de madera y serrín a lo que se ha añadido cola. Una vez mezclado se coloca sobre planchas de medidas normalizadas, presionándolo fuertemente hasta que se haya secado. Se emplea en revestir techos, fondos de cajones, puertas, división de interiores,... Los aglomerados son relativamente económicos y pesados y se presentan en grandes tableros, lo que facilita el corte en piezas adaptadas a la medida exigida.



- B) Contrachapado: Consiste en colocar, encolándola, láminas finas de madera noble una sobre otra. Se suelen disponer de modo que su veteado es perpendicular entre sí. El número de láminas es un número impar.



- C) Tableros de fibra: También llamados tableros DM o táblex: Son tableros de madera aglomerada, pero en este caso la viruta ha sido previamente molida. El serrín molido es mezclado con cola o resina sintética y prensado.



- D) Otros productos derivados: En los últimos años, se ha incrementado el uso de las **maderas laminadas**. El principio es el mismo que el de los tableros. Se parte de tablones macizos, y se curvan y encolan con formas propias de la construcción: vigas, arcos,... La diferencia fundamental está en el tipo de maderas elegidas, así como en las colas y los tratamientos protectores.

Este tipo de producto ha permitido una importante renovación en la construcción de estructuras, sobre todo en aquellos casos en los que la habitabilidad del producto supone una parte importante de su valor.

E) Papel: Preparado con fibras vegetales y constituido por celulosa impura. Las propiedades físicas y químicas de las celulosas varían mucho según la procedencia, lo que le dará al papel unas cualidades diferentes. La mayor parte del papel se prepara con pasta de celulosa procedente de la madera, 55%, sobre todo de coníferas (pino,...), de otras fibras vegetales denominadas no madereras, como fibras de algodón y de lino en forma de desperdicios, trapos, papeles viejos,...

Para fabricar una tonelada de papel a partir de celulosa virgen, se necesitan unos 2400kg de madera, unos 200.000 litros de agua y unos 7000kWh de energía; para obtener la misma cantidad con papel usado, se necesitan unos 2000 litros de agua y unos 2500kWh de energía.

Esto implica, que se podrían salvar unos 8 millones de hectáreas de bosque al año, se evitaría el 73% de la contaminación y se obtendría un ahorro energético del 60%.

### I.VII. APLICACIONES DE LA MADERA

La madera se ha utilizado tradicionalmente en la construcción en columnas y vigas, aunque actualmente ha sido sustituida por el hormigón y el acero. Sigue utilizándose en:

- ✓ Puertas, ventanas, marcos, muebles,... Las de gran resistencia mecánica (pino, abeto, cedro)
- ✓ Muebles, carpintería interior. Las que presentan veteados vistosos y admiten un buen pulido (haya, fresno, nogal, roble)
- ✓ Muebles de lujo, esculturas, instrumentos musicales. Las exóticas (caoba, ébano). También se laminan en chapas delgadas, 0,4 – 0,6 mm, para revestir tableros de maderas más baratas.

### I.VIII. TRATAMIENTOS DE LA MADERA

Generalmente, la madera una vez trabajada, debe sufrir algún tratamiento complementario que garantice su protección de agentes externos (humedad, sol, hongos, insectos,...). Los recubrimientos protectores no influyen en la estructura de la madera, aumentan la duración del trabajo y facilitan su conservación y buen aspecto.

Estos tratamientos consisten en la aplicación de pinturas, ceras, barnices, tintes,.. que, además de proteger, dan una estética adecuada.

En el proceso de secado, se emplean algunas sustancias para proteger la madera, como: sulfato de cobre (elimina los hongos), cloruro de cinc, azufre derretido, creosota (líquido oleaginoso derivado del alquitrán que protege de la intemperie), resinas, aceite de linaza, etc.

## II. METALES

- II.I. Introducción
- II.II. Propiedades generales de los metales
- II.III. Clasificación
  - II.III.a. Ferrosos
  - II.III.b. No ferrosos
- II.IV. Tratamientos de los metales



marino-erp.com

### II.I. INTRODUCCIÓN

Los metales son elementos químicos que se caracterizan principalmente por ser buenos conductores de la electricidad y del calor, tienen un brillo característico y la mayoría son sólidos a temperatura ambiente

### II.II. PROPIEDADES GENERALES DE LOS METALES

Las propiedades varían de unos metales a otros, pero en general se caracterizan por las siguientes:

- Poseen una estructura interna común.
- Son sólidos a temperaturas normales, excepto el mercurio y el galio (temperatura de fusión muy próxima a la ambiente)
- Tienen una alta densidad
- Tienen elevada conductividad térmica y eléctrica.
- Tienen considerable resistencia mecánica.
- Suelen ser maleables.
- Se pueden fundir, conformar y reciclar.

### II.III. CLASIFICACIÓN

La clasificación más común se realiza basándose en el contenido en hierro. Así tenemos dos grandes grupos:

- Ferrosos:
  - Hierro  $C < 0,1\%$
  - Aceros  $0,1\% < C < 2\%$
  - Fundiciones  $2\% < C < 7\%$

*Las aleaciones (mezcla de dos o más materiales, donde al menos uno, de forma mayoritaria es un metal) con un contenido de carbono superior, carecen de interés industrial porque son demasiado frágiles.*

- No ferrosos
  - Aleaciones pesadas (Cu, Pb, Zn)
  - Aleaciones ligeras (Al, Ti)
  - Aleaciones ultraligeras (Mg, Be)

#### II.III.a. FERROSOS

Un material es ferroso o férrico cuando su componente principal es el hierro. Normalmente posee pequeñas cantidades de C que se han incorporado en el proceso de obtención y otros metales incorporados, para que la aleación resultante adquiera propiedades especiales.

El Fe puro no presenta buenas propiedades mecánicas, por lo que tiene muy pocas aplicaciones técnicas:

- Es un material magnético (ferromagnético).
- Color blanco azulado.
- Muy dúctil y maleable.

- Punto de fusión: aproximadamente 1500 °C
- Densidad alta (7,87 g/cm<sup>3</sup>.)
- Buen conductor del calor y la electricidad.
- Se corroe y oxida con mucha facilidad.
- Bajas propiedades mecánicas (al corte, limado, conformado, etc).

En la industria, el hierro se emplea aleado con carbono y otros materiales, lo que mejora mucho sus propiedades. Una aleación de Fe + C es un **producto siderúrgico**, que se define como toda *sustancia férrea que ha sufrido un proceso metalúrgico*.

### Método de obtención del hierro. Proceso siderúrgico.

Se conoce como *proceso siderúrgico* al conjunto de operaciones que es preciso realizar para llegar a obtener un metal férrico de unas determinadas características. El proceso siderúrgico engloba desde la extracción del mineral de hierro en las minas hasta la obtención del producto final.

El Fe es un metal que forma parte de la corteza terrestre (5 %); nunca se presenta en estado puro, sino combinado formando óxidos, hidróxidos, carbonatos y sulfuros.

Según el contenido en hierro se distinguen distintos tipos:

Mineral de hierro	Contenido en hierro	Composición
Magnetita	>70%	Óxido de hierro
Hematites roja	70%	Óxido de hierro
Limonita	60%	Hidróxido de hierro
Siderita	40-50%	Carbonato de hierro
Pirita	<40%	Sulfuro de hierro

El mineral que se extrae de la mina contiene una parte con el componente de hierro, llamada *mena (elementos aprovechables)*, y otra parte compuesta por sustancias no ferrosas llamada *ganga (elementos no aprovechables)* tales como roca, sílice,...

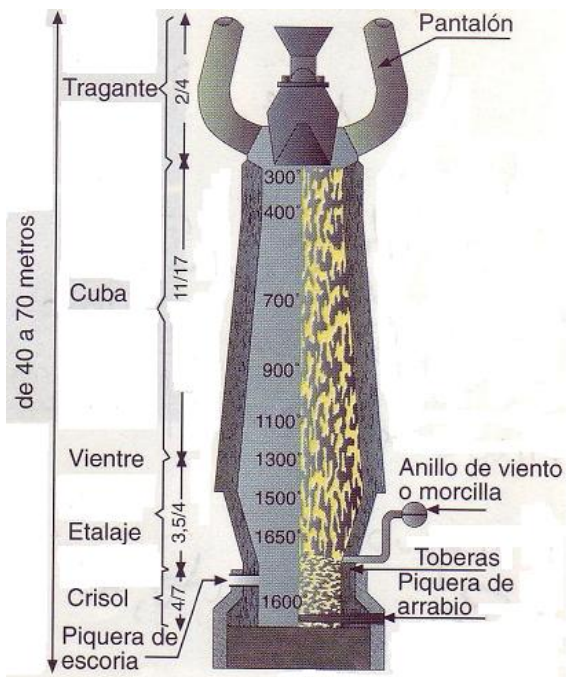
Los pasos a seguir en todo proceso son:

- Separar la mena de la ganga utilizando sus propiedades físicas: densidad, comportamiento magnético,...
- Obtener el elemento que nos interesa, Fe, por medio de una reacción química llamada reducción del hierro, que consiste en añadir monóxido de carbono tantas veces como sea necesario hasta obtener hierro puro.

Esta reacción ocurre en el **alto horno**, que es un horno especial en el que tiene lugar la fusión de los minerales de hierro y la transformación química en un metal rico en hierro llamado **arrabio**.

El alto horno está formado por dos troncos de cono colocados unos sobre otro y unidos por su parte más ancha. La altura varía entre unos 30 y 70 m y su diámetro entre 4 y 12 m. Su capacidad de producción varía entre 500 y 1500 toneladas diarias.

La pared interior está recubierta de ladrillo refractario para mantener y soportar las altas temperaturas, y la externa de acero. Entre ambas paredes existen canales de refrigeración.



Partes y temperaturas aproximadas de un alto horno

La parte superior, el **tragante**, está formada por dos tolvas (depósitos) en forma de campana con dispositivo de apertura y cierre para evitar que se escapen los gases en el momento de la carga del material.

El material se introduce por capas de la siguiente forma (en proporción aproximada 2:1:1/2):

- Una capa de minerales de Fe previamente lavado y desmenuzado
- Una capa de carbón de coque (*combustible*) para la fusión y reducción del material
- Una capa de material fundente (*roca caliza*) que se combina con las impurezas, ganga y cenizas, que da lugar a la **escoria**.

Esta combinación da lugar a la obtención de un material poroso llamado **sínter**

En la parte alta, llamada **cuba**, se produce el primer calentamiento, en el que se elimina la humedad y se calcina la caliza ( $\text{CO}_2 + \text{caliza}$ ) ayudada por la inyección de aire caliente insuflada por las toberas de la parte inferior. El CO resultante de la combustión del coque reduce el Fe, obteniéndose una masa esponjosa de Fe metálico.

A continuación, en el **vientre**, que es la parte más ancha, se funden el Fe y la escoria. Por las toberas, conducto que permite la entrada de aire a altas P y velocidades en torno a 200m/s, entra el aire necesario para la combustión (1350°C). En algunos casos se pueden alcanzar temperaturas del orden de los 1800°C, lo que supone un ahorro del carbón de coque.

En la parte inferior, llamada **etalaje**, se depositan el Fe y la escoria fundidos, de manera que al ser ésta última menos densa que el Fe flota sobre él y lo protege de la oxidación. La escoria y el Fe se extraen a través de dos orificios en la parte inferior, llamados **bigotera** y **piquera** respectivamente.

Así, los productos obtenidos del alto horno son:

- ✓ **Escoria**.- Es un residuo metalúrgico que a veces adquiere la categoría de subproducto, ya que se puede utilizar como material de construcción, bloques o como aislante de la humedad y en la fabricación de cemento y vidrio. La escoria se recoge por la parte inferior del alto horno por la piquera de escoria (bigotera).
- ✓ **Fundición, hierro colado o arrabio**.- Es el producto propiamente aprovechable del alto horno y está constituido por hierro con un contenido en carbono que varía entre el 2% y el 7%. Se presenta en estado líquido a 1800 °C. En ocasiones, a este metal se le denomina hierro de primera fusión.

También se obtienen **humos y gases residuales** que se producen como consecuencia de la combustión del coque y de los gases producidos en la reducción química del mineral de hierro que, en un elevado porcentaje, se recogen en un colector situado en la parte superior del alto horno. Estos gases son, principalmente, *dióxido de carbono*, *monóxido de carbono* y *óxidos de azufre*.

#### Nota:

Los altos hornos funcionan de manera continua y sólo se apagan cuando hay que realizar reparaciones como consecuencia del desgaste del material refractario del recubrimiento de las paredes. La carga y descarga del material se realiza periódicamente cada 3-4 horas, periodo que puede modificarse controlando la inyección de aire por las toberas.

Existen una serie de pasos para reducir el consumo energético en este proceso:



- Sinterización del mineral (*tratamiento térmico de un polvo o compactado metálico o cerámico a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, para incrementar la fuerza y la resistencia de la pieza creando enlaces fuertes entre las partículas.*)
- Inyección de gases combustibles por las toberas
- Aumento de la calidad del coque, disminución de la humedad y del tamaño de los granos.

El arrabio se coloca en unos moldes llamados *lingoteras* para su uso posterior.

A partir de la primera fusión, se obtienen todos los productos ferrosos restantes: hierro dulce, otras fundiciones, acero...

### HIERRO DULCE

El *hierro dulce* (contenido en carbono inferior al 0,1 %). En estas condiciones puede considerarse químicamente puro. Es un material de color plateado, de gran permeabilidad magnética, dúctil y maleable. Admite la forja, por lo que también se le denomina *hierro forjado*. Puede obtenerse por procedimientos electrolíticos, a partir de baños de sulfato y cloruro de hierro. El material que resulta se emplea para conducción eléctrica por su baja resistividad. Sin embargo, resulta muy poroso, se oxida con gran facilidad y presenta con frecuencia grietas internas que lo hacen poco útil para otras aplicaciones industriales.

### FUNDICIONES

El *arrabio* o *fundición de primera fusión* cuando solidifica resulta un material muy duro, pero su contenido en carbono y otras impurezas hace que sea frágil y quebradizo y que no admita la forja ni la soldadura. En estas condiciones no puede utilizarse para fabricar piezas que vayan a estar sometidas a esfuerzos.

Según las impurezas que contiene, se distinguen la **fundición gris** (contenido en Si elevado) y la **fundición blanca** (contenido en Mg elevado), nombre que reciben por el aspecto que presenta su superficie de fractura.

### ACERO

Se hace necesario reducir el contenido en carbono del arrabio para convertirlo en *acero*; que es un material que sigue siendo duro, pero más elástico, dúctil, maleable y capaz de soportar impactos.

Normalmente se traslada, en estado líquido, en unos contenedores especiales llamados *torpedos* hasta la planta de obtención del acero.

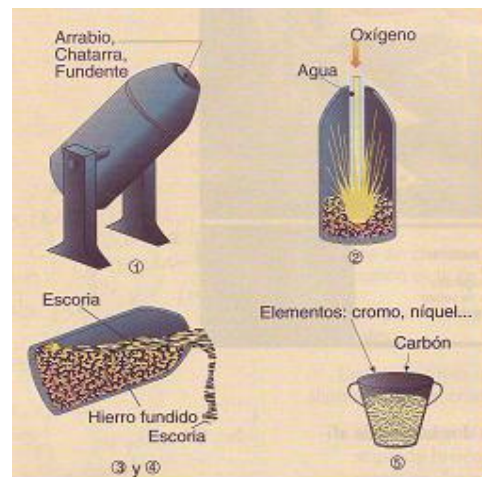
El acero se obtiene en unos recipientes llamados **convertidores** o bien en **hornos eléctricos** en los que se realiza un proceso de fusión, en los que se añade el arrabio, chatarra en algunos casos, y un fundente, sílice ( $\text{SiO}_2$ ) o caliza ( $\text{CaCO}_3$ ). En el convertidor se añade oxígeno al arrabio líquido para que combustione el exceso de carbono, reduciéndose este a un valor inferior al 2%. Este proceso recibe el nombre de afino.



Horno Convertidor

Los productos finales son:

- ✓ **Acero líquido.** En determinadas ocasiones el acero necesita ser tratado en función de las necesidades de uso, por lo que necesitará ser sometido a procesos de desulfuración, desgasificación,... La colada de acero líquido se enfriará en unos moldes adecuados a los perfiles comerciales que se necesiten
- ✓ **Escoria,** que se recicla para otros fines, especialmente la construcción.
- ✓ **Gases,** Especialmente monóxido de carbono y dióxido de carbono, resultantes de la combustión de carbono.

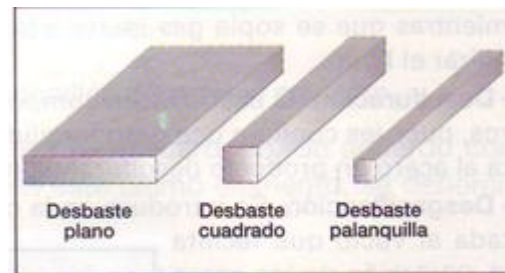
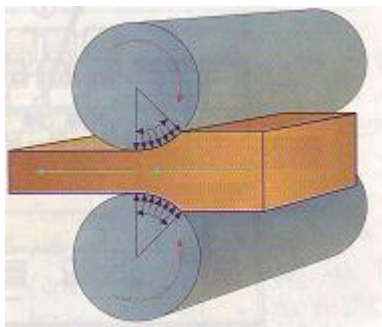


En el convertidor también se lleva a cabo la aleación del acero con otros metales (Ni, Cr, Mo, etc.) para obtener aceros aleados que mejoran las propiedades del metal original.

Se puede obtener una producción por hornada: Entre 100 y 300 toneladas, dependiendo del tipo de convertidor.

Una vez que se ha extraído el acero líquido del convertidor, se vierte en moldes con la forma de la pieza que se quiere obtener, posteriormente se deja solidificar y luego se extrae la pieza. A este proceso se le llama **colada**.

Una vez obtenida la pieza de acero se somete a un proceso de laminación para darle la forma y características deseadas.



Como hemos visto, el acero se alea con otros materiales para mejorar sus propiedades. La tabla siguiente muestra las propiedades que adquieren los aceros según el material aleante:

Material aleante	Propiedades
Carbono	Dureza Resistencia
Silicio	Elasticidad Aumenta la conductividad magnética
Manganeso	Dureza Resistencia al desgaste
Cromo	Dureza Resistencia al calor y al rozamiento. Imprescindible para hacerlo inoxidable.

Níquel	Aumenta la tenacidad Resistencia a la tracción y la corrosión
Molibdeno	Dureza Resistencia al desgaste mecánico en caliente
Vanadio	Dureza Resistencia al desgaste mecánico en caliente
Volframio	Tenacidad Resistencia al calor y a la corrosión

### Aceros comerciales

La gran variedad de productos que reciben genéricamente el nombre de aceros, ha obligado a clasificarlos según su composición, características técnicas y aplicaciones.

- Aceros al carbono: Se utilizan para máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, somieres y horquillas.
- Aceros aleados: Estos aceros de aleación se pueden clasificar a su vez en :
  - *Estructurales*. Son aquellos aceros que se emplean para diversas partes de máquinas, tales como engranajes, ejes y palancas. También se utilizan en las estructuras de edificios, construcción de chasis de automóviles, puentes y barcos.
  - *Para herramientas*. Aceros de alta calidad que se emplean en herramientas para cortar y modelar metales y no-metales; taladros, escariadores, fresas, terrajas y machos de roscar.
  - *Especiales*. Estos aceros de gran dureza y alta resistencia a las altas temperaturas y a la corrosión, se emplean en turbinas de vapor, engranajes, ejes y rodamientos.
- Aceros de baja aleación ultrarresistentes: Esta familia es la más reciente de las cuatro grandes clases de acero. Son más baratos que los aceros aleados convencionales ya que contienen cantidades menores de los costosos elementos de aleación. Sin embargo, reciben un tratamiento especial que les da una resistencia mucho mayor que la del acero al carbono. En la actualidad se construyen muchos edificios con estructuras de aceros de baja aleación. Las vigas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia, logrando un mayor espacio interior en los edificios.
  - Aceros inoxidables: Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Se emplean muchas veces con fines decorativos, también para las tuberías y tanques de refinerías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de los aviones o para cápsulas espaciales, para fabricar instrumentos y equipos quirúrgicos, o para fijar o sustituir huesos rotos, ya que resiste a la acción de los fluidos corporales. En cocinas y zonas de preparación de alimentos los utensilios son a menudo de acero inoxidable, ya que no oscurece los alimentos y pueden limpiarse con facilidad.

### II.III.b. NO FERROSOS

Aunque los metales ferrosos son los más utilizados, el resto de los metales (los no ferrosos) son cada día más imprescindibles.

Se pueden clasificar en **tres** grupos

- **Pesados**: Son aquellos cuya densidad es igual o mayor a  $5 \text{ gr/cm}^3$ . Se encuentran en este grupo el cobre, el estaño, el plomo, el cinc, el níquel, el cromo y el cobalto entre otros.
- **Ligeros**: Tienen una densidad comprendida entre 2 y  $5 \text{ gr/cm}^3$ . Los más utilizados son el aluminio y el titanio.

- **Ultraligeros:** Su densidad es menor a  $2 \text{ gr/cm}^3$ . Se encuentran en este grupo el berilio y el magnesio, aunque el primero de ellos raramente se encuentra en estado puro, sino como elemento de aleación.

Todos estos metales no ferrosos, es estado puro, son blandos y poseen una resistencia mecánica bastante reducida. Algunos de los más utilizados son el cobre, el aluminio, el plomo, el titanio,... aleados con otros materiales para mejorar sus propiedades

## COBRE

Propiedades:

- ✓ Es uno de los metales no ferrosos de mayor utilización.
- ✓ Tiene un color rojo-pardo.
- ✓ Su conductividad térmica y eléctrica es elevada
- ✓ Es un metal bastante pesado, su densidad es  $8.9 \text{ gr/cm}^3$ .
- ✓ Resiste muy bien la corrosión y la oxidación (El aire seco y el agua pura no lo atacan ninguna T, a la intemperie se recubre de una capa de carbonato verdosa –cardenillo- que le protege de la oxidación posterior)
- ✓ Es relativamente blando, dúctil y maleable.

La obtención del cobre se realiza principalmente a partir de ciertos minerales como la **calcopirita** (sulfuro de cobre), la **malaquita** o la **cuprita** (óxidos de cobre) y se utilizan dos métodos diferentes según su contenido en cobre: vía húmeda (contenido entre 3-10%) y vía seca (contenido superior al 10%)

Su principal aplicación es como conductor eléctrico, pues su ductilidad le permite transformarlo en cables de cualquier diámetro. Por su alta resistencia a la oxidación se emplea en instalaciones de tuberías y calderas en intercambiadores de calor.

Las aleaciones principales son:

- Latones:
  - Cu con Zn
  - Menos resistente que el Cu
  - Soporta mejor el agua y el vapor
  - Uso en casquillos de ajuste de piezas mecánicas
  - Se añade Cu (moldeabilidad), Sn y Al (resistencia a la corrosión marina) o Pb (capacidad de mecanizado) para mejorar las propiedades.
- Bronces:
  - Cu con Sn (o cualquier otro metal menos el Zn)
  - Alta resistencia mecánica
  - Elevada resistencia a la corrosión
- Bronce de aluminio (cuproaluminio):
  - 90% Cu – 10% Al.
  - Mayor dureza y resistencia a la oxidación y corrosión.
  - Uso en industria para equipos expuestos a líquidos corrosivos.

## ALUMINIO

Propiedades:

- ✓ Es un metal muy ligero (Baja densidad:  $2,75 \text{ gr/cm}^3$ ) y muy resistente a la oxidación.
- ✓ Es un buen conductor eléctrico y del calor.
- ✓ Es muy dúctil y maleable.
- ✓ De color plateado y muy blando

La obtención del aluminio se realiza a partir de la bauxita utilizando un método combinado: el método de *Bayer* y electrólisis

Sus principales aplicaciones son como sustituto del Cu en cables de gran longitud, en utensilios de cocina, depósitos para bebidas, envolver alimentos,... por su resistencia a la corrosión, y aleado con otros metales como Cu ("duraluminio" – construcción), Mg (industria aeronáutica y naval, automóviles y bicicletas), Si (construcción de motores), Ni y Co ("alnico" – imanes permanentes), Zn (aluminio duro y resistente a la corrosión),...

### **PLOMO**

Propiedades:

- ✓ Color gris plateado
- ✓ Densidad elevada (11,4gr/cm<sup>3</sup>)
- ✓ Muy blando, flexible y maleable
- ✓ Baja conductividad térmica y eléctrica

Sus principales aplicaciones son como escudo protector en instalaciones de radiología y centrales nucleares debido a su alta densidad, lo que lo hace opaco a las radiaciones electromagnéticas, para recipientes que contengan ácidos (baterías y acumuladores eléctricos) por su resistencia a la corrosión, como aditivo del vidrio para dureza y peso (lentes),.... Debido a su composición, nunca debe usarse para contener alimentos, pues es un veneno mineral. El organismo humano es incapaz de eliminarlo. La intoxicación por Pb se llama **saturnismo** y provoca intensos dolores intestinales, cefaleas, alucinaciones e hipertensión arterial. Puede contraerse por vía respiratoria, digestiva y cutánea.

## **II.IV. TRATAMIENTOS DE LOS METALES**

Los metales se pueden someter a una serie de tratamientos para potenciar sus propiedades: dureza, resistencia mecánica, plasticidad para facilitar su conformado,...

Existen cuatro clases de tratamientos:

- **Tratamientos térmicos.** El metal es sometido a procesos térmicos en los que no varía su composición química, aunque sí su estructura.
- **Tratamientos termoquímicos.** Los metales se someten a enfriamientos y calentamientos, pero además se modifica la composición química de su superficie exterior.
- **Tratamientos mecánicos.** Se mejoran las características de los metales mediante deformación mecánica, con o sin calor.
- **Tratamientos superficiales.** Se mejora la superficie de los metales sin variar su composición química másica. En estos tratamientos, a diferencia de los termoquímicos, no es necesario llevar a cabo calentamiento alguno.

Los tratamientos no deben alterar de forma notable la composición química del metal pues, en caso contrario, no sería un tratamiento, sino otro tipo de proceso.

### III. POLÍMEROS (PLÁSTICOS)

- III.I. Introducción. Polimerización
- III.II. Propiedades generales de los plásticos
- III.III. Clasificación
- III.IV. Aditivos
- III.V. Métodos de conformado
- III.VI. Anexo I. Plásticos más comunes



quenergia.com

#### III.I. INTRODUCCIÓN. POLIMERIZACIÓN

Bajo el nombre de plásticos se engloba un variado grupo de materiales de origen orgánico cuya importancia crece día a día. Están constituidos por macromoléculas (moléculas gigantes) naturales o sintéticas de elevado peso molecular, cuyo principal componente es el carbono. Estas moléculas reciben el nombre de **polímeros**, de ahí que a los materiales plásticos se les conozca también por ese nombre.

Las moléculas de alto peso molecular que constituyen los materiales plásticos se construyen por la repetición sucesiva de unidades químicas pequeñas y simples, llamadas monómeros, que se unen mediante una reacción llamada reacción de polimerización. El número de unidades simples que se repiten en una misma molécula se conoce como grado de polimerización (n). Las moléculas que constituyen los polímeros se caracterizan por:

- ✓ Ser muy grandes (elevada masa molecular)
- ✓ Tener sus átomos unidos mediante enlaces covalentes
- ✓ Tener una estructura repetitiva

Existen dos tipos fundamentales de reacciones de polimerización, la polimerización por adición o poliadición y la polimerización por condensación o policondensación.

La diferencia entre ambos tipos de reacciones es la siguiente, mientras que la **poliadición** consiste en la unión y repetición de un mismo monómero, de modo que la macromolécula final es múltiplo entero de la del monómero inicial y no existe una liberación de subproductos, la **policondensación** consiste en la unión de diferentes monómeros y como resultado se genera además del polímero una pequeña molécula, generalmente H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>,...

En la tabla siguiente se muestran algunos ejemplos de polímeros obtenidos a partir de las diferentes reacciones:

POLIADICIÓN	POLICONDENSACIÓN
Monómero etileno: CH <sub>2</sub> = CH <sub>2</sub>	Poliamidas: - CO – NH
Polímero resultante: polietileno (PE)	Poliuretano - O – CO – NH
<p>Olefina de etileno CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub></p> <p>Polímero resultante: Polietileno - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> -</p>	Poliurea: - - NH – CO – NH –
Otros ejemplos: PP, PVC,...	Poliésteres: - CO- O –

Las reacciones de policondensación, propiamente hablando, pueden no considerarse reacciones de polimerización, ya que además de la macromolécula resultante, se forman productos secundarios, de tal forma que la masa molecular del polímero, aunque sea elevada, no es un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero.

### III.II. PROPIEDADES GENERALES DE LOS PLÁSTICOS

Las propiedades de los plásticos pueden variar mucho de unos a otros, pero hay algunas de ellas que son comunes a la mayoría:

- Bajo coste de producción
- Alta relación resistencia/densidad, es decir que aun siendo ligeros poseen una resistencia mecánica notable. Se usan junto a aleaciones metálicas para construir aviones
- Elevada resistencia al ataque químico.
- Alta resistencia eléctrica y baja conductividad térmica, lo que los hace excelentes aislantes eléctricos y térmicos.
- Combustibilidad, la mayoría arden con facilidad. El color de la llama y el olor del humo suele ser característico de cada tipo de plástico.
- Plasticidad, muchos se reblandecen con el calor y, sin llegar a fundir, son fácilmente moldeables. Permite la fabricación de piezas complicadas
- Facilidad de procesado y versatilidad, su elevada plasticidad hace que las técnicas de fabricación sean sencillas; permite fabricar piezas según necesidades
- Facilidad para combinarse con otros materiales, permiten crear materiales compuestos con mejores propiedades, como el poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El principal inconveniente de los plásticos, es su bajo punto de fusión y reducida resistencia al calor, por lo que la mayoría no soporta altas temperaturas sin perder sus propiedades

### III.III. CLASIFICACIÓN

Existen muchas formas de clasificar a los polímeros, según su origen, su constitución,.... Pero la más usual es teniendo en cuenta su comportamiento frente al calor.

Así, siguiendo esta última se pueden clasificar en:

- Termoplásticos
- Termoestables
- Elastómeros

#### TERMOPLÁSTICOS

Estos polímeros están formados por moléculas que forman cadena lineales.

Esta estructura interna hace que este tipo de plásticos tengan una determinadas propiedades. La más relevante es que a temperaturas relativamente bajas, los débiles enlaces intermoleculares se rompen, con lo cual el plástico se reblandece y puede fundirse. Esta característica le permite cambiarlo de forma infinitas veces (en teoría) y moldearlos, lo que permite recuperarlos para reciclarlos, es decir, son reciclables por calor. (A la derecha se muestra el código de identificación de los plásticos termoplásticos)

Si se funden y se moldean varias veces, sus propiedades físicas cambian de forma gradual, de manera que generalmente éstas disminuyen.

Este tipo de plásticos se podría asemejar con la cera que, a temperatura ambiente, es sólida y que en cuanto se calienta, se ablanda y se puede moldear de nuevo.

Son de origen sintético pertenecen a este grupo la mayoría de los polímeros de adición.



Ejemplos: Polietileno (bolígrafos, botellas de productos de limpieza, envoltorios, envases de alimentos...) PVC (Cortinas de baño, impermeables, platos, juguetes, tuberías, recubrimiento de cables,...), nylon, poliestireno, metacrilato,...

### TERMOESTABLES

Estos polímeros se diferencian de los anteriores en que las cadenas moleculares se entrelazan entre sí formando una enorme estructura reticulada, es decir, una estructura tridimensional ordenada.

En este tipo de polímeros los enlaces intermoleculares son fuertes y al calentarse, el plástico no se reblandece, por lo que no puede volverse a moldearse otra vez por la acción del calor, por lo tanto, no pueden reciclarse mediante calor. En todo caso el plástico se descompone y se degrada, carbonizándose.

Sufren un proceso de curado cuando se les da forma aplicando presión o calor; durante este proceso, las cadenas de polímeros se entrecruzan dando como resultado un plástico más rígido y resistente a las altas temperaturas, pero más frágil.

Estos plásticos se podrían asemejar a la arcilla que, una vez moldeada y horneada, ya no hay posibilidad de volver a moldearla.

Son duros, aunque frágiles y buenos aislantes de la electricidad.

Son de origen natural o sintético y pertenecen a este grupo la mayoría de los polímeros de policondensación

Ejemplos: Resinas de poliéster, resinas fenólicas (material eléctrico, piezas de maquinaria, pomos y mangos de utensilios de cocina), resinas de urea o de melanina,...

### ELASTÓMEROS

Este tercer tipo de plástico también se puede englobar dentro de los anteriores

Están formados por grandes moléculas unidas por enlaces fuertes formando una red que puede contraerse o estirarse cuando los materiales son comprimidos o estirados, incluso pueden deslizarse unas cadenas sobre otras. Su característica común es que son plásticos muy elásticos (de ahí su nombre). Ello permite grandes deformaciones sin roturas, recobrando su forma inicial.

No soportan bien el calor y se degradan a temperaturas medias, lo que hace que el reciclado por calor no sea posible. Un ejemplo el caucho natural

### III.IV. ADITIVOS

A nivel industrial, se considera propiamente plástico a aquel polímero al que se le ha añadido algún aditivo para mejorar alguna de las propiedades o características buscadas. Existen infinidad de aditivos que podemos incorporar a los plásticos según las propiedades que queramos reforzar o proporcionar. Algunos de los más comunes son:

- Colorantes: Dan el color al polímero
- Pigmentos: Dan el color al polímero, pero lo vuelven opaco.
- Plastificantes: Aumentan la resistencia al impacto.
- Estabilizantes: Aumentan la estabilidad a la degradación de la luz.

### III.V. MÉTODOS DE CONFORMADO

Existen varias técnicas para dar forma a los plásticos. Algunas de las más comunes son: extrusión, inyección, compresión, soplado, moldeado al vacío, calandrado (Laminado/Hilado), inmersión y espumación



## III.VI. PLÁSTICOS MÁS COMUNES. Anexo I

## TERMOPLÁSTICOS

NOMBRE		USOS	PROPIEDADES
Polietilentereftalato (PET)		Botellas de refrescos, envases para horno y congelador, cintas de video y audio, ropa de tergal,...	Transparente e impermeable a componentes gaseosos como el CO <sub>2</sub> de las bebidas gaseosas, resistente a los ácidos y temperaturas extremas.
Polietileno (PE)	polietileno de baja densidad (LDPE)	Láminas y bolsas, tubos de tinta en bolígrafos,...	Textura sedosa, flexible, tenaz y ligero
	polietileno de alta densidad (HDPE)	envases, juguetes, aislamientos eléctricos, envases para productos de limpieza	
Cloruro de polivinilo (PVC)	Hay dos variedades, la <u>flexible</u> y la <u>rígida</u> .	<u>Flexible</u> : recubrir conductores eléctricos, mangueras de jardín, ... <u>Rígida</u> : tuberías, canaletas, perfiles, marcos de puertas y ventanas, ...	La variedad rígida tiene alta resistencia mecánica y dureza
Polipropileno (PP)		Cubos, carpetas, carcasas de electrodomésticos, botellas, resistentes, cañitas para beber,...	Es tenaz, ligero y barato. Se puede doblar muchas veces sin romperse.
Poliestireno (PS)		Bandejas de comida, envases de yogurt, vasos y platos de plásticos, ...  Embalaje de objetos frágiles..	Bastante frágil y ligero, pero muy resistente a los ataques químicos y a la humedad.  El poliestireno expandido es muy ligero y excelente aislante térmico
Teflón (PTFE: Politetrafluoroetileno)		Recubrimiento de ollas y sartenes	Tiene la misma composición que el polietileno, pero con átomos de flúor, en lugar de hidrógeno. Tiene una gran estabilidad química, es muy resistente a los ataques químicos y resistente a temperaturas relativamente altas. Es un buen aislante

			eléctrico y es antiadherente
Polycarbonato (PC)		Cascos, viseras, armazones, ventanas de aviones, CD's,...	Gran resistencia mecánica, térmica y química. Gran resistencia al impacto.
Polimetacrilato (PMMA):	Conocido como metacrilato,	Faros de coches, carteles comerciales,....	Plástico transparente que imita al vidrio, pero más tenaz, duro, rígido y transparente.
Poliamidas (PA)	El más conocido es el nylon	Se emplea para correas, engranajes, ...	Plástico muy resistente a la tracción y tenaz.

De los plásticos anteriores, los más seguros para contener alimentos son el HDPE, LDPE y PP. El PET también pero se considera de un solo uso

### TERMOESTABLES

NOMBRE	USOS	PROPIEDADES
Fenoles (PF: Baquelita)	mangos de de utensilios de cocina, placas de circuitos impresos electrónicos, mecanismos, ...	Excelente aislante eléctrico y térmico. Alta dureza y rigidez.
Aminas (MF: Melamina)	para forrar tableros de madera principalmente, recubrimientos para papel,....	Muy resistentes al calor, la humedad y la luz
Resinas de poliéster	cascos de barcos, tejados, depósitos, paneles de coches, cañas de pescar, esquís,...	alta resistencia mecánica
Resinas Epoxi (EP)	revestimientos de latas de alimentos, adhesivos,...	Buena resistencia mecánica y química, buenos aislantes eléctricos

### ELASTÓMEROS

NOMBRE	USOS	PROPIEDADES
Siliconas	para sellar juntas contra la humedad, prótesis, recubrimientos, ...	Tienen como base el silicio. Son resistentes a los agentes químicos, la humedad, el calor, a la oxidación
Caucho	neumáticos, juntas, suelas de zapatos,....	Se obtiene del árbol del caucho. Se mezcla con azufre para aumentar la dureza y su resistencia a la tracción y agentes químicos
Neopreno	para trajes de buceo, correas industriales,...	Es un caucho sintético incombustible
Poliuretano	Se emplea para colchones, asientos, prendas de vestir elásticas (lycra o elastán). Pueden presentar la forma de espumas (es la famosa gomaespuma).	

### III. PÉTREOS Y CERÁMICOS

#### III.I. Introducción. Propiedades generales

#### III.II. Materiales pétreos

#### III.III. Materiales cerámicos

#### III.IV. Materiales aglomerantes

#### III.V. Composites



ensacadosivos.es

#### III. I. INTRODUCCIÓN. PROPIEDADES GENERALES

Dentro de los materiales de construcción, además de la madera y los metales, existe otro grupo sumamente importante, los materiales **pétreos** y **cerámicos**.

Este grupo de materiales es muy variado, por lo que las propiedades difieren mucho de unos a otros, pero como en los casos anteriores, existen una serie de propiedades comunes a los materiales de este grupo:

- Son duros y frágiles, por lo que son resistentes al desgaste, aunque sufren fractura sin deformación si el esfuerzo es lo suficientemente alto.
- Son muy resistentes a la oxidación y a la corrosión.
- En general tienen elevados puntos de fusión.
- Presentan poca resistencia a la tracción.
- Son económicamente asequibles.
- Suelen ser inertes (no tóxicos).

#### III.II. MATERIALES PÉTREOS

Los materiales pétreos utilizados en la construcción son las *rocas*. Éstas son agregados de partículas minerales muy grandes y sin forma determinada que se encuentran en la naturaleza. Actualmente se utilizan principalmente para ornamentación o como conglomerantes. Como ejemplos más característicos están los granitos, mármoles y pizarras. Son materiales muy apreciados en la construcción, por ser muy resistentes a las condiciones medioambientales, pero presentan el inconveniente de tener un coste económico elevado. También nos encontramos con otros materiales de características muy diferentes, como las arcillas, usadas principalmente para cemento y ladrillos, o las rocas calizas, usadas como revestimiento o conglomerantes (cal, yeso)

#### III.III. MATERIALES CERÁMICOS

Bajo esta denominación están los elementos fabricados a partir de materiales terrosos cocidos. Las materias primas son arcilla (le da consistencia) o caolín (que es un tipo de arcilla muy pura y le aporta color blanco y textura fina) que, una vez moldeada, se somete a un proceso de secado y cocción posterior que le hace perder agua y convierte a estos materiales en duros pero frágiles. Son silicatos de aluminio hidratados. Se emplean también aditivos como cuarzo, colorantes y fundentes.

Las propiedades varían de unos a otros según la materia prima o el proceso sufrido, pero generalmente se caracterizan por ser:

- Químicamente inertes
- Plásticos cuando se introducen en agua
- Duros y frágiles en ausencia de agua
- Resisten altas temperaturas
- Baja porosidad

Algunos de los más utilizados son:

- **Ladrillos y tejas:** fabricados con arcilla de muy diversa calidad, según la zona geográfica de procedencia. Una vez moldeados se secan y cuecen a 900 – 1200°C, lo que aumenta su resistencia mecánica. Existen muchas calidades y formas según la aplicación deseada.
- **Azulejos y pavimentos cerámicos:** hechos con arcillas especiales que, durante su moldeo, se prensan a altas presiones y se revisten de un material (barniz coloreado) que, tras el proceso de cocido presenta una dureza alta.
- **Porcelana y loza:** a base de caolín, arcillas blancas, sílice y feldespato finamente pulverizados. La porcelana está totalmente vitrificada tras ser sometida a dos procesos de cocción; sin embargo, la loza sólo presenta su cara externa vitrificada. Poseen una especial resistencia al calor y a agentes químicos por lo que, más que en construcción, se emplean para material de cocina y sanitarios (loza), laboratorio, aislantes eléctricos (porcelana)...
- **Materiales refractarios:** Formados por arcillas refractarias, de alto contenido en sílice. Se usan para revestimiento de hornos industriales (altos hornos y convertidores) y otras aplicaciones, donde deben resistir altas temperaturas sin fracturarse. Soportan entre 1400 – 1600°C. Para temperaturas superiores se añade un aglomerante orgánico.
- **Vidrio:** material cerámico formado por la fusión a altas temperaturas (>1000°C) de:
  - Arena o sílice ( $\text{SiO}_2$ ), un 75%, es el elemento principal, le confiere resistencia mecánica
  - sosa ( $\text{NaCO}_3$ ), un 15%, actúa como fundente, bajando el punto de fusión
  - caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) en un 10%, es un estabilizante. Le suministra dureza y brillo
  - otros componente que dependerán del tipo de vidrio a obtener (colorantes,...)

Es un material duro, transparente, con estructura amorfa (no cristalina) y con elevada resistencia a la tracción.

- **Fibra de vidrio:** Se obtiene mediante extrusión de la masa de vidrio a través de unas boquillas con diámetro inferior a 0,1 mm. Los hilos obtenidos se deshilachan con vapor recalentado y posteriormente se secan. A continuación unos rodillos los estiran para aumentar su resistencia. Se les somete a una ligera torsión y se enrollan en una bobina.

Con la fibra de vidrio se producen filamentos a partir de los que se obtienen tejidos y fieltros que se emplean como aislantes térmicos y acústicos. También se usan para reforzar planchas de escayola y distintos tipos de plásticos

Es importante destacar que existen algunas enfermedades generadas por la manipulación de materiales cerámicos y que pertenecen a grupo de las **neumoconiosis** (polvo de minerales: acero,...). De ellas, la **silicosis** es producida como consecuencia de la inhalación prolongada de polvo de sílice (expectoración, fatiga, descompensación cardiaca y muerte)

### III.IV. MATERIALES AGLOMERANTES

Son materiales con propiedades adhesivas que, amasados con agua, fraguan (compactan materiales) primero y endurecen después. Los más importantes son la cal, el yeso y el cemento.

- **Cal:** es el producto resultante de la descomposición de las rocas calizas ( $\text{CaCO}_3$ ). Se produce en hornos de cal denominados *caleras* a temperaturas cercanas a los 900°C. El producto obtenido es la **cal viva** u óxido de calcio. Este óxido reacciona de manera exotérmica con el agua, alcanzando los 160°C y originándose hidróxido de calcio, también llamado **cal apagada**.

En Canarias aún existen antiguos hornos de cal que fueron explotados hasta los años sesenta, cuando la cal fue sustituida por el cemento como aglomerante. Las piedras calizas se extraían de las islas orientales. De hecho, la industria de la cal fue muy importante en Fuerteventura, donde, en el año 1964, se exportaron más de 74.000 toneladas de este producto.

- **Yeso:** Es una sustancia natural que se obtiene a partir de las piedras de yeso (sulfato cálcico dihidratado:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Se extrae en canteras de superficie, se tritura y se cuece a altas temperaturas ( $450^\circ\text{C}$ ) para provocar su deshidratación. Es un material barato ya que, ni el proceso de extracción ni el de obtención requieren grandes aportes energéticos. Fragua en contacto con el agua. Se adhiere muy bien a infinidad de elementos salvo la madera. Tampoco debe usarse en la sujeción de materiales férricos, pues provoca su oxidación inmediata. Su principal inconveniente es que es higroscópico (absorbe mucho la humedad), por lo que no debe emplearse para exteriores. La escayola es un derivado de mayor calidad, molido hasta obtener polvo impalpable. Se usa en acabados, molduras y decoración de interiores.
- **Cemento y hormigón:** El cemento se considera un aglomerante (especie de pegamento) en forma de polvo que tiene la propiedad de endurecer (fragar) una vez que se le ha añadido agua y se ha dejado secar, incluso en ausencia de oxígeno. Cuando fragua adquiere una buena resistencia a la compresión. Existen muchas variedades de cemento, aunque la más conocida y empleada es el **cemento Portland**. Es una mezcla de cal ( $\text{CaO}$ , 60 – 67%), sílice ( $\text{SiO}_2$ , 17 – 25%) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 3,6 – 8%), también algo de óxido de hierro y de magnesio ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,5 – 6% y  $\text{MgO}$ , 0,1 – 5%) que fragua cuando se mezcla con agua. La reacción de fraguado de este cemento tiene lugar en dos fases: la primera es *rápida*, en unas 24 horas; la segunda consiste en un endurecimiento *lento*, lo que requiere tiempos cercanos al mes.

Las características del cemento son:

- Baja resistencia a la tracción
- Alta resistencia a la compresión
- Es atacado lentamente por el agua, ácidos diluidos y algunas soluciones salinas
- Baja relación coste/peso

En aplicaciones se usa mezclado con áridos (arena, gravilla, o grava) como aglomerante en construcción en forma de **mortero** (sin grava), como material de construcción en el **hormigón**, como cemento prensado en losetas para **pavimentos** y piezas prefabricadas en funciones de **ladrillería**,...

El **hormigón** es la mezcla de cemento, arena y agua al que se le suele añadir grava. Las proporciones de los componentes depende del tipo de hormigón que se desee (dureza, tiempo de fraguado, resistencia a agentes ambientales,...). La cantidad de cemento/ $\text{m}^3$  de hormigón influye en su impermeabilidad y en su resistencia mecánica, pero a la vez aumenta su contracción durante el fraguado provocando grietas. Es un material muy resistente a la compresión, pero no a la tracción, por lo que no es adecuado para vigas. Para mejorar esta propiedad, es necesario recurrir al **hormigón armado** y al **hormigón pretensado**.

El **hormigón armado** se obtiene añadiendo al hormigón fresco una armadura de varillas o barras de acero debidamente dimensionadas. Se consigue así un material resistente tanto a la tracción como a la compresión. El recubrimiento de hormigón, una vez fraguado, garantiza la impermeabilidad de la estructura y por tanto la inoxidabilidad de la armadura de acero.

Como la unión entre el hormigón y el acero es puramente mecánica, es conveniente que las barras de refuerzo estén retorcidas o posean salientes superficiales, incrementando así la adherencia y evitando el deslizamiento.

El **hormigón pretensado** es necesario cuando los esfuerzos de tracción a los que se somete el hormigón armado son muy grandes. En este caso, las barras de las armaduras pueden experimentar dilatación elástica, con lo que el hormigón que las recubre se rompe.

Para mejorar esta resistencia a la tracción, hay que tensar las barras de acero para compensar la dilatación. Así se obtiene el hormigón pretensado, que es una variedad del hormigón armado cuyas barras han sido tensadas.

La principal ventaja del hormigón pretensado deriva del menor coeficiente económico-resistente de los alambres de acero especial que se emplean, debido a la posibilidad de alcanzar enormes resistencias gracias a los procesos de trefilado (reducción de la sección) a que son sometidos y que permiten obtener alambres de pequeños diámetros

### III.V. COMPOSITES

Estos materiales combinan la materia plástica y el refuerzo con fibras. Aunque su coste es más elevado que el de los materiales tradicionales, aportan a sus usuarios importantes ventajas gracias a sus propiedades, en particular la ligereza y la resistencia, lo que ha dado lugar a un importante mercado en el campo de la construcción de automóviles, la aeronáutica y la construcción.

Los materiales compuestos están integrados por una matriz orgánica, polímero (termoplástico o termoestable), y una estructura de refuerzo que puede presentarse en forma de partículas, fibras cortas, largas o continuas. Los refuerzos que más se usan son las fibras, normalmente de vidrio, de carbono o de aramida (fibras e hilos sintéticos obtenidos a partir de poliamidas; conservan buenas propiedades mecánicas a temperaturas elevadas. Sustituyen a fibras de vidrio y metal. Se usan en neumáticos, chalecos antibalas, ingeniería aeroespacial, aviación).

Estos materiales compuestos, presentan una serie de propiedades que los distingue de los tradicionales:

- Resistencia mecánica y química (corrosión)
- Aumenta la vida útil gracias a su resistencia a la fatiga
- Mantenimiento reducido
- Resistencia a los impactos y al fuego
- Aislamiento térmico, sonoro y a veces eléctrico.
- Simplicidad de diseño por facilidad de conformado
- Ligereza

El coste de fabricación de los composites es bastante superior al de los materiales tradicionales, como el acero, la madera o el aluminio, pero ahorrando piezas de encaje y mecanización, reduciendo de manera importante los gastos de mantenimiento y aumentando la vida útil y la seguridad, las ventajas de los materiales compuestos pueden valorizarse en términos de beneficios con el uso.

## IV. FIBRAS TEXTILES

### IV.I. Definición

### IV.II. Clasificación

### IV.III. Propiedades



yalosabes.com

### IV.I. DEFINICIÓN

Las fibras textiles son unidades de materia cuya longitud es muy superior a su diámetro y se emplean para fabricar tejidos. Varias fibras textiles constituyen el **hilo**, los cuales forman el **tejido**.

### IV.II. CLASIFICACIÓN

Existen varias formas de clasificar a las fibras textiles, pero la más habitual es por su naturaleza:

NATURALES	Minerales	Amianto (asbesto, silicatos de cadena doble)	
		Metálicas (oro, plata, cobre)	
	Vegetales	De semillas: Algodón.	
		Del tallo: lino, yute, cáñamo.	
		De la hoja: esparto, pita.	
		Del fruto: coco	
	Animales	Del pelo: lana, mohair (cabra de angora), cachemira (cabra de la india), alpaca	
Del filamento: seda, tussur (seda marrón producida por una mariposa oriental)			
De la piel: cuero			
QUÍMICAS	Artificiales	Celulósicas	Rayones (seda artificial)
		Proteínicas	De la caseína de la leche: lanitel
			De maíz: vícara.
		Algínicas (algas marinas)	Rayón alginato
	Sintéticas	Minerales	Fibra de vidrio
		De poliadición	Polivinílicas
			Polietilénicas
			Polipropilénicas
			Poliuretano
		De Policondensación	Poliamidas (nylon)
	Poliésteres		

A continuación, se van a comentar algunas propiedades específicas de las fibras anteriores más comunes

- **Algodón:** Es confortables, inerte, absorbe fácilmente el sudor y en general el agua. Tiende a encoger y desteñir. Su precio es relativamente elevado.
- **Lino:** Tiene una alta resistencia mecánica y es muy elástica. Es un buen conductor térmico, por lo que sus tejidos son frescos. Resiste mejor que el algodón las lejías (álcalis) y tienen tendencia a arrugarse.
- **Lana:** Tiende a desteñirse con la luz, tiene una resistencia mecánica relativamente baja que compensa con su elasticidad. Si está húmeda es poco resistente. Absorbe mucho la humedad. Textura suave

- **Seda:** Es un filamento proteínico producido por el gusano de la seda. Es una fibra ligera, muy resistente a la tracción tanto en húmedo como en seco, absorbe rápido la humedad aunque es resistente a ella, se descompone rápido con el calor y con la luz.

Las fibras sintéticas se obtienen artificialmente a partir de productos que se elaboran por síntesis química en los laboratorios o industrias. La primera fibra sintética fue el **nylon** en 1938, que provocó una revolución industrial. Este tipo de fibras introdujo las siguientes ventajas.

- Gran duración y mayor resistencia mecánica.
- Fácil mantenimiento (se arruga menos)
- Mejor precio

Aunque presentan desventajas

- Absorben poco la humedad, es decir, transpiran menos
- Pueden producir alergias dérmicas.

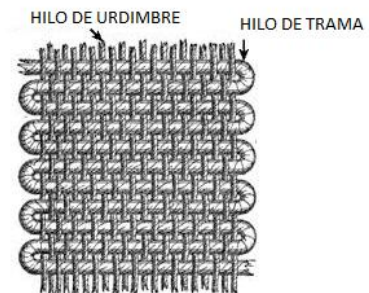
A pesar de ello, son las fibras más extendidas. Destacan:

- **Fibras poliamídicas:** siendo la más importante el nylon. Es muy elástica, tiene elevada resistencia mecánica y elevada resistencia al desgaste. Se degrada bajo la acción de la luz, pero es inmune al moho y la humedad. Es inerte y no absorbe agua.
- **Fibras de poliéster:** Son muy resistentes al ataque químico y prácticamente inarrugables, aunque atraen el polvo fácilmente. Poseen larga duración y fácil mantenimiento.
- **Fibras de poliuretano:** Destaca la licra. Son fibras muy elásticas.

#### IV.III. PROPIEDADES

Para seleccionar una fibra determinada, deben tenerse en cuenta una serie de características, como:

- Textura: Es decir, aspecto y sensación al tacto. Esta propiedad está determinada por la estructura microscópica de las fibras, especialmente la forma.
- Resistencia mecánica: Especialmente la resistencia a la tracción y por ende a la rotura.
- Propiedades eléctricas: Las fibras textiles son buenas aislantes.
- Resistencia a la humedad: Llamada reprise. El agua tiende a hinchar las fibras, especialmente aquellas de origen vegetal.
- Resistencia química: Especialmente a los álcalis y ácidos.
- Resistencia a la luz: El sol tiende a degradar la mayoría de las fibras.
- Resistencia al calor: En algunos casos tiende a carbonizar la fibra (origen natural)





## V. NUEVOS MATERIALES

- V.I. Fibra de Carbono
- V.II. Nanotubos
- V.III. Aerogel/Humo helado
- V.IV. Grafeno
- V.V. Metamateriales



Debido a la demanda de materiales con propiedades diferentes, como mayor ligereza, resistencia, conductividad,... se han realizado una serie de investigaciones que han dado lugar a la aparición de nuevos materiales con propiedades antes unimaginables.

### V.I. FIBRA DE CARBONO

El **carbono** es un material que, según su estructura cristalina, es capaz de tomar la forma del grafito o del diamante, también puede convertirse en un material con cualidades únicas que puede reemplazar a gran escala a los materiales convencionales.

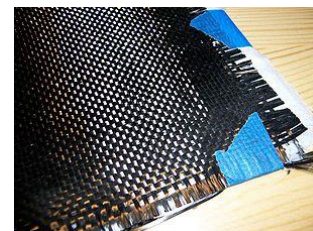
Así las **fibras de carbono** muy pequeñas, sumergidas en un polímero de soporte (normalmente resina) resultan un material muy liviano y sumamente resistente.

Cada filamento de carbono es la unión de muchas miles de fibras de carbono. Un filamento es un fino tubo con un diámetro de 5–8 micrómetros.

Presenta propiedades mecánicas similares al acero, pero es mucho más liviana:

- Alta resistencia mecánica y gran flexibilidad.
- Baja densidad, es un material mucho más resistente y liviano que numerosos metales.
- Buen aislante térmico.
- Resistente a numerosos agentes corrosivos.
- Resistente a las variaciones de temperatura y con propiedades ignífugas.
- Elevado precio de producción.

Aplicaciones: industria aeronáutica y automovilística, barcos y en bicicletas, donde sus propiedades mecánicas y ligereza son muy importantes. También se está haciendo cada vez más común en otros artículos de consumo como patines en línea, raquetas de tenis, ordenadores portátiles, trípodes y cañas de pesca e incluso en joyería.

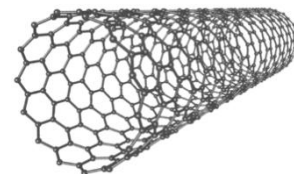


*Tela de fibra de carbono (wikipedia)*

### V.II. NANOTUBOS

Son estructuras tubulares cuyo diámetro es del tamaño del nanómetro. Existen nanotubos de muchos materiales, tales como silicio o nitruro de boro pero, generalmente, el término se aplica a los nanotubos de carbono.

Los nanotubos de carbono son las fibras más fuertes que se conocen. Un solo nanotubo perfecto es de 10 a 100 veces más fuerte que el acero por peso de unidad y poseen propiedades eléctricas muy interesantes, conduciendo la corriente eléctrica cientos de veces más eficazmente que los tradicionales cables de cobre. También presentan una gran elasticidad



*Representación esquemática de un nanotubo (wikipedia)*

### V.III. AEROGEL/HUMO HELADO

Se puede fabricar a partir de muy diferentes materiales como sílice, circonio, o carbono, entre otros. Está compuesto por entre un 90% y un 99,8% de aire, es mil veces menos denso que el vidrio y unas tres veces más denso que el aire, solo unos 3 miligramos por centímetro cúbico.

Tiene al tacto una consistencia similar a la espuma de poliestireno.

Entre sus propiedades se destacan el hecho de ser casi tan liviano como el aire y al mismo tiempo muy resistente, puede soportar más de 1000 veces su propio peso, así como su sorprendente capacidad como aislante térmico, lo cual lo vuelve sumamente atractivo para diversas aplicaciones.



*Aerogel (neoteo)*

### V.IV. GRAFENO

Tiene una estructura laminar plana, de un átomo de grosor, compuesta por átomos de carbono densamente empaquetados en una red cristalina en forma de panal de abeja. Presenta excelentes propiedades, como:

- Alta conductividad térmica y eléctrica.
- Alta elasticidad y dureza.
- Resistencia (200 veces mayor que la del acero).
- Capacidad de reaccionar químicamente con otras sustancias para formar compuestos con diferentes propiedades, lo que dota a este material de gran potencial de desarrollo.
- Soporta la radiación ionizante.
- Es muy ligero, como la fibra de carbono, pero más flexible.
- Menor efecto Joule, se calienta menos al conducir los electrones.
- Consume menos electricidad para una misma tarea que el silicio.



Aplicaciones: pantallas táctiles, flexibles, planas y transparentes, móviles, células fotovoltaicas, sensores, fibra óptica, transistores,...

*Ordenador de grafeno (quo)*

### V.V. METAMATERIALES

Son materiales que al ser tratados y reordenados a nivel nanométrico, adquieren propiedades que no existen en la naturaleza. Su desarrollo está en las etapas iniciales y las primeras aplicaciones se asocian al campo de la óptica. Un ejemplo, es el **metaflex**, que se caracteriza porque es capaz de curvar la luz, es decir, cuando la luz incide sobre el material lo "rodea"