



## CONOCIMIENTO DE MATERIALES

### Conceptos elementales sobre los materiales

**Introducción.**- El empleo de materiales distintos, desde épocas ancestrales, viene ya demostrado por las referencias históricas, así como una vinculación entre los materiales empleados y la época vivida.

Todos los materiales se pueden clasificar en *materiales naturales* y *materiales sintéticos*.

**Materiales naturales.**- Son aquellos que se encuentran en la naturaleza. Constituyen los materiales básicos a partir de los cuales se fabrica el resto de los productos.

Muchos de estos productos son **renovables**, es decir, que si su utilización es controlada, no existe peligro de que se agoten. Madera, algodón, lana, etc.

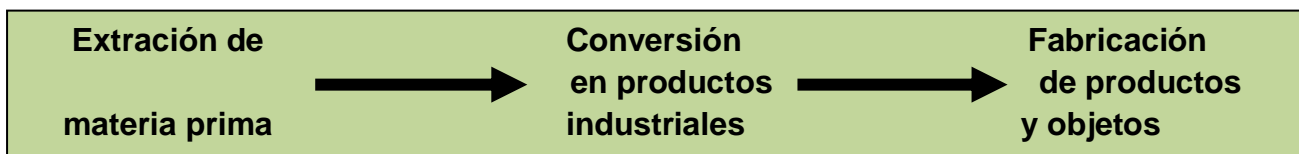
Por el contrario, existe otro tipo de materiales naturales denominados **no renovables** (petróleo, carbón, metales, etc.), que a la naturaleza le llevó millones de años obtenerlos, por lo que están disponibles solo en cantidades limitadas.

**Materiales sintéticos.**- Creados por el hombre, estos materiales son el resultado de reacciones químicas planeadas. Estos cambios transforman los materiales naturales (tales como el petróleo) en productos totalmente nuevos, como plásticos u otro tipo de derivados.

**Transformación de la materia prima en productos acabados.**- Los materiales que se encuentran en estado natural necesitan ser transformados para ser utilizados.

Actualmente, el proceso de transformación de un material, desde su estado natural hasta convertirlo en un producto acabado, puede acarrear centenares de fases que, incluso, puede involucrar a gente de todo el mundo.

A grandes rasgos se pueden distinguir tres fases importantes:



**Extracción de materia prima.**- A veces la localización es un proceso sencillo, pero mucho más difícil es su localización en el caso de aquellas industrias que necesitan materia prima procedente del interior de la tierra.

**Conversión en productos industriales.**- Una vez localizada, extraída y trasladada la materia prima, desde el lugar de origen hasta un centro de transformación, se procede a la fabricación de productos industriales, antes de sufrir, generalmente, un segundo proceso de fabricación y convertirse en objetos utilizables para el hombre.



**Fabricación de productos acabados.-** Existe multitud de procesos secundarios para la obtención de piezas y objetos acabados, pero entre ellos se pueden destacar las siguientes categorías:

**1.- Moldeo.-** Consiste en el vertido de material, en estado líquido o pastoso, en un molde determinado seguido de un enfriamiento o solidificación posterior. Se utiliza para la obtención de plásticos, esculturas de metal, vidrios, cerámicas, etc.

**2.- Forja.-** La pieza final obtenida se consigue a base de aplicar una fuerza sobre el material a deformar (mediante golpes), en frío o en caliente.

**3.- Mecanizado.-** Se separa el material mediante herramientas de corte adecuadas.

**4.- Unión de piezas.-** Se realiza juntando dos o más piezas, que se unen por soldadura o pegamento. La soldadura es el ejemplo más característico.

**Propiedades de los materiales.-** Distinguimos seis tipos de propiedades que agrupamos en tres categorías:

- a) **Propiedades sensoriales.-** Que dependen del efecto que pueden producir en alguno de nuestros sentidos.
- b) **Propiedades mecánicas.-** Relacionadas con la forma en que reaccionan los materiales al actuar fuerzas sobre ellos.
- c) **Otras propiedades.-** Ópticas, químicas y magnéticas.
  - a. **Ópticas.-** Se refieren a la relación del material cuando la luz incide sobre él.
  - b. **Químicas.-** Una de las más importantes es la relativa a la oxidación y corrosión de los materiales (especialmente los metales).
  - c. **Térmicas.-** Reacción de los materiales frente al calor.
  - d. **Magnética.-** La mayoría de los metales ferrosos (hierro y sus aleaciones) son atraídos por campos electromagnéticos, sin embargo, hay otros, tales como el cobre y el aluminio, que no lo son.

### **Propiedades mecánicas. Esfuerzos y cargas.**

Las propiedades mecánicas de los materiales determinan la capacidad que tienen para resistir el efecto de las cargas o fuerzas (la presión, los golpes...).

Estas propiedades dependen de la composición química del material, de su estructura, el método de conformado y otros muchos factores como la temperatura o el tipo de carga que se aplique.

Los metales pueden estar sometidos a **cargas** de tres tipos: *estáticas*, *dinámicas* y *cíclicas* o *alternantes*.

- Una carga es **estática** cuando es invariable o su magnitud crece de forma lenta, por ejemplo el peso de un camión sobre un puente, la fuerza aplicada a una pieza con el fin de estirarla o la presión a que está sometido un depósito.



- Una carga es **dinámica** cuando actúa de forma instantánea o aumenta su magnitud de forma rápida. Son golpes o impactos.
- Una carga es **cíclica** cuando cambia la magnitud o dirección (o ambas) de forma cíclica o alternada, como la que soportan los amortiguadores de un automóvil, una biela o un cigüeñal.

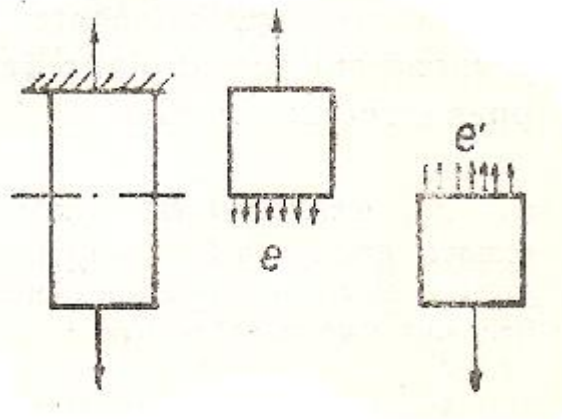
Denominamos **esfuerzo** como la intensidad de las fuerzas internas por unidad de área. Los *esfuerzos* sobre un material pueden ser de diferentes tipos:

- **Tracción.**
- **Compresión.**
- **Cortadura.**
- **Flexión.**
- **Torsión.**

**Esfuerzo de tracción.**- Cuando las cargas tienden a *estirar los cuerpos en la dirección de los ejes*, se dice que el cuerpo está sometido a tracción o *que trabaja a tracción*.

Así trabajan los cables, las cadenas, los tirantes, etc. Para evitar la separación y el alargamiento, los esfuerzos  $e$  y  $e'$ , se dirigen el uno hacia el otro.

**ESFUERZO DE TRACCIÓN** es la resistencia que opone un cuerpo a ser alargado.

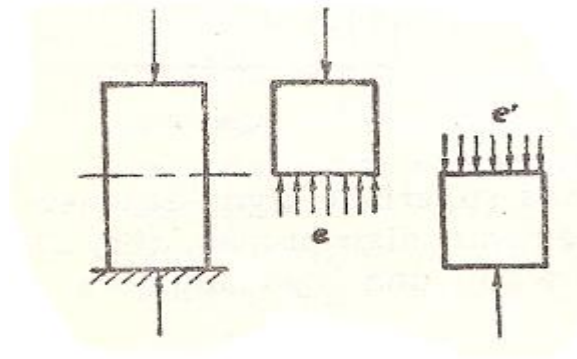


Esfuerzo de tracción

**Esfuerzo de compresión.**- Cuando las cargas tienden a *acortar los cuerpos en la dirección de los ejes*, se dice que el cuerpo está sometido a compresión o *que trabaja a compresión*.

Así trabajan los cimientos, placas de asiento, etc. Para evitar este acercamiento, los esfuerzos,  $e$  y  $e'$ , se dirigen en sentidos contrarios.

**ESFUERZO DE COMPRESIÓN** es la resistencia que opone un cuerpo a ser acortado.

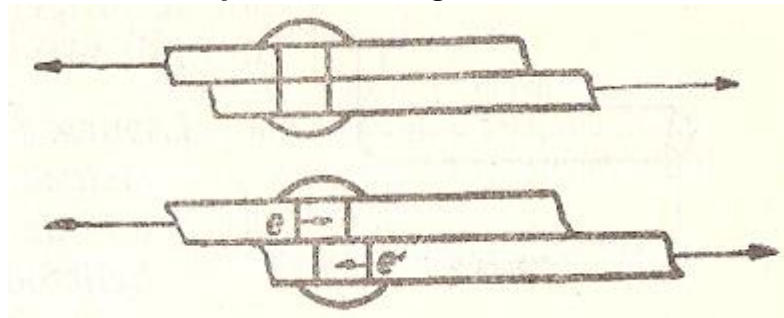


Esfuerzo de compresión

**Esfuerzo de corte o cizalladura.**- Cuando las cargas tienden a hacer *deslizar una sección del cuerpo sobre otra*, se dice que el cuerpo está sometido a corte o cizalladura, o que *trabaja a corte o cizalladura*.

Así trabajan los remaches, pernos, tijeras, sierras, cizallas, punzones, etc. Para evitar el deslizamiento, los esfuerzos  $e$  y  $e'$  se dirigen en sentido contrario a las cargas.

**ESFUERZO DE CORTE O CIZALLADURA** es la resistencia que opone un cuerpo a ser separado en dos partes a lo largo de una sección.

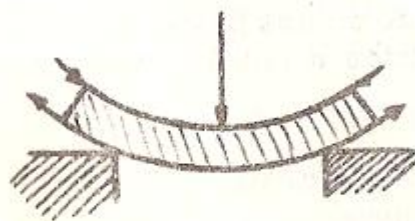


Esfuerzo de corte o cizalladura

**Esfuerzo de flexión.**- Cuando las cargas tienden a *doblar el cuerpo*, se dice que el cuerpo está sometido a flexión o que *trabaja a flexión*.

Así trabajan las vigas, palancas, ejes, etc.

**ESFUERZO DE FLEXIÓN** es la resistencia que opone un cuerpo a ser doblado por una fuerza que actúa en dirección perpendicular a su eje.

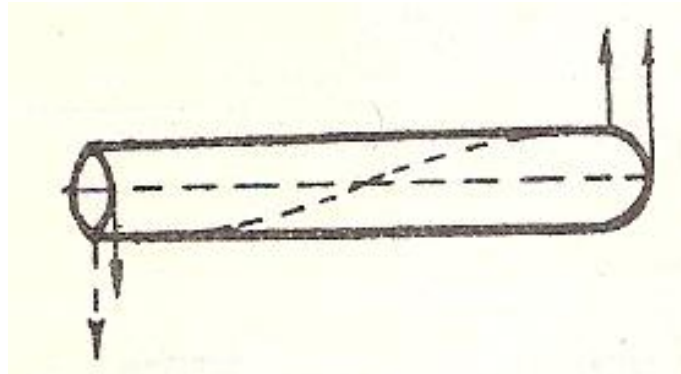


Esfuerzo de flexión



**Esfuerzo de torsión.-** Cuando la carga tiende a hacer que *dos secciones transversales de un cuerpo girando en su plano, resbalen la una sobre la otra* y que sus fibras longitudinales se deformen a modo de hélice, se dice que el cuerpo está sometido a torsión o que trabaja a torsión. Así trabajan los árboles de transmisión, ejes, etc.

**ESFUERZO DE TORSIÓN** es la resistencia que opone el cuerpo a la deformación y deslizamiento helicoidal.



Esfuerzo de torsión

**Se acostumbra a clasificar las propiedades mecánicas de los metales en dos grandes grupos:**

a) Las relacionadas con la resistencia:

- *Resistencia.*
- *Dureza.*

b) Las relacionadas con la deformabilidad:

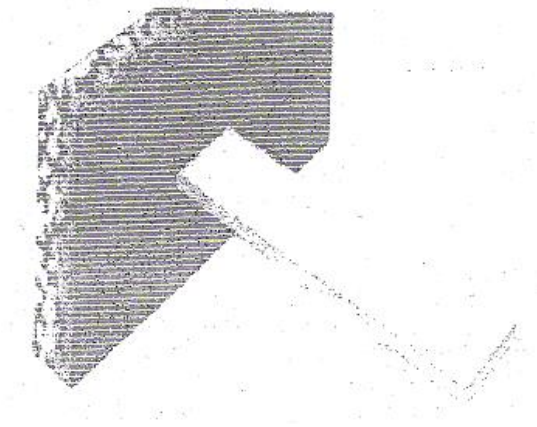
- *Elasticidad.*
- *Tenacidad.*
- *Resiliencia.*

Existe la posibilidad de someter a los materiales a tratamientos con el fin de modificar las propiedades mecánicas. De manera general se puede decir que aquellos tratamientos que mejoran la resistencia de un metal reducen su deformabilidad, por lo que las propiedades incluidas en los grupos anteriores varían en sentidos contrarios.

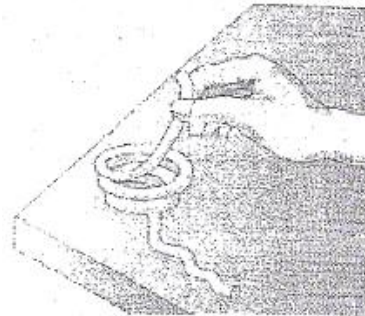


Las propiedades mecánicas más importantes son:

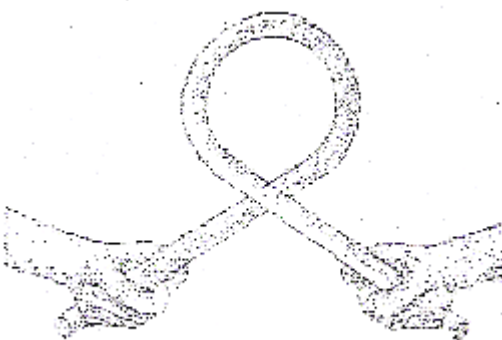
- **Elasticidad.-** Capacidad que tienen algunos materiales para recuperar su forma una vez que ha desaparecido la fuerza que los deformaba.



- **Plasticidad.-** Opuesta a la elasticidad, es la habilidad de un material para conservar su nueva forma una vez deformado.



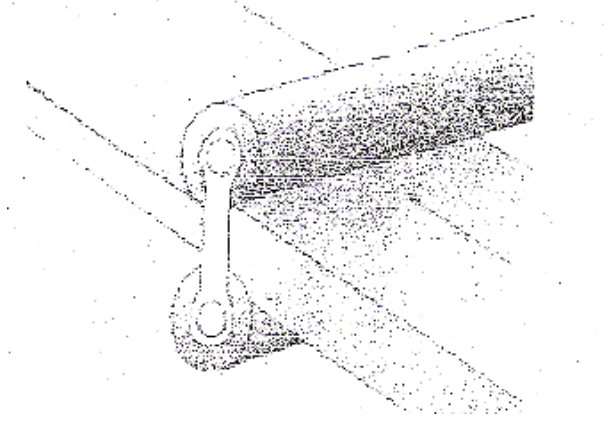
- **Ductilidad.-** Capacidad de un material para estirarse en hilos (cobre, oro, aluminio, etc.).



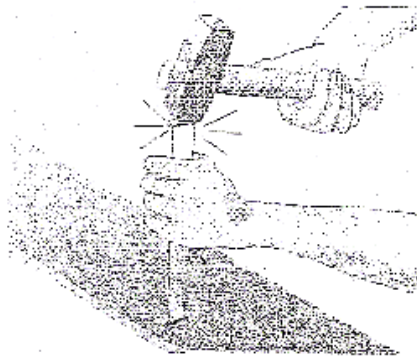




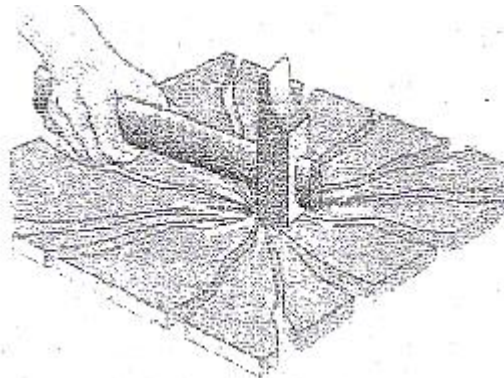
- **Maleabilidad.-** Aptitud de un material para extenderse en láminas sin romperse (aluminio, oro, etc)



- **Dureza.-** Oposición de un material a dejarse rayar o penetrar por otro o lo que es igual la resistencia al desgaste.

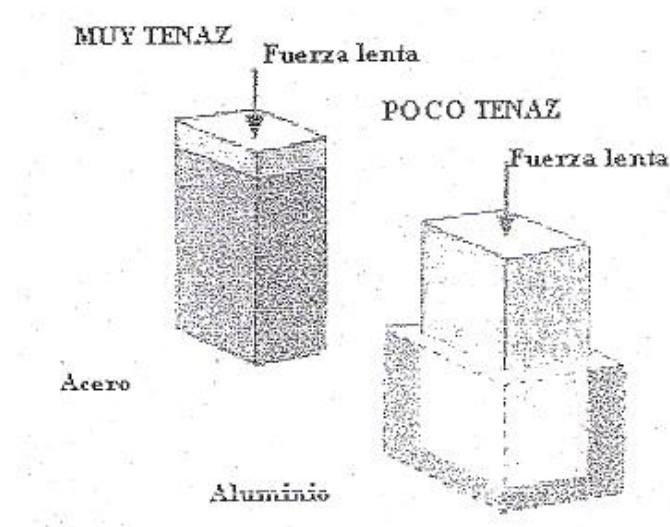


- **Fragilidad.-** También opuesta a la elasticidad, el material se rompe al impactar una fuerza sobre él.

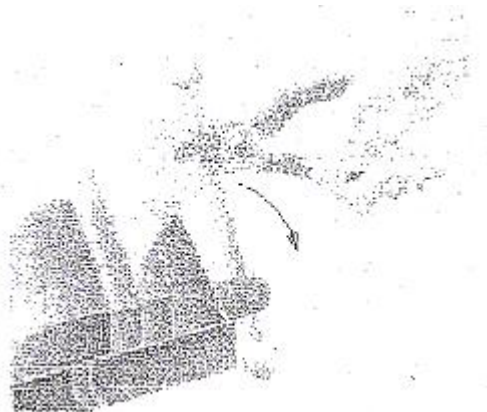




- **Tenacidad.-** Resistencia que opone un cuerpo a su rotura cuando está sometido a esfuerzos lentos de deformación.



- **Fatiga.-** Deformación (que puede llegar a rotura) de un material sometido a cargas variables, inferiores a la rotura, cuando actúan un cierto tiempo o un número de veces determinado.



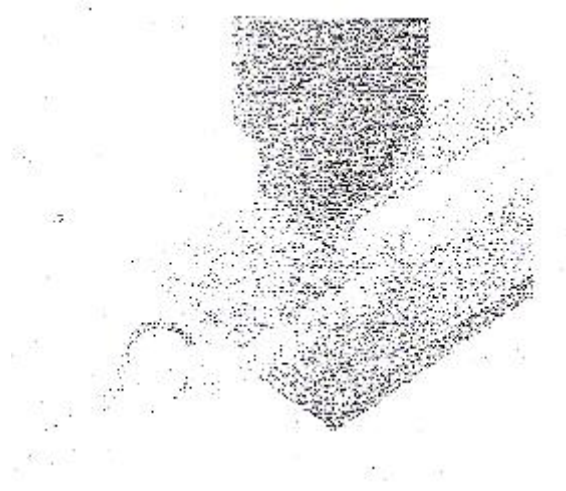
- **Maquinabilidad.-** Facilidad que tiene un cuerpo a dejarse cortar por arranque de viruta.



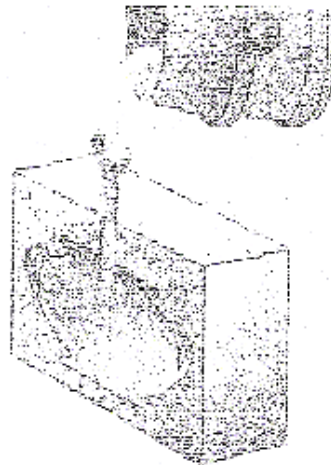




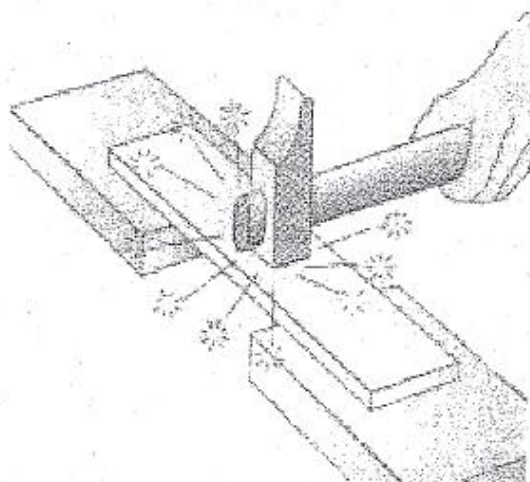
- **Acritud.-** Aumento de la dureza, fragilidad y resistencia en ciertos metales como consecuencia de la deformación en frío.



- **Colabilidad.-** Aptitud que tiene un material fundido para llenar un molde.

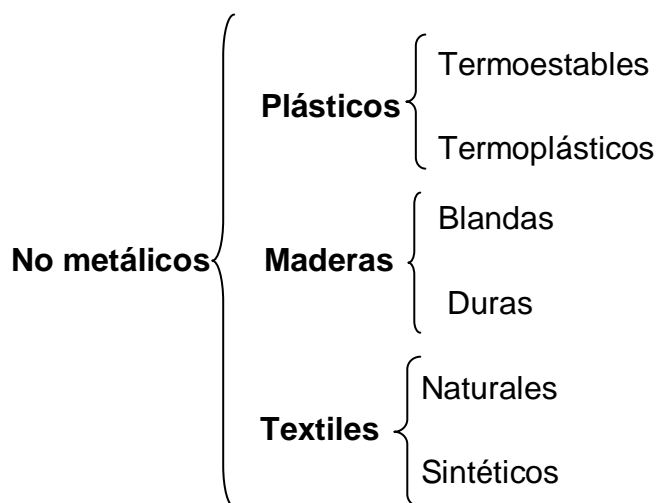
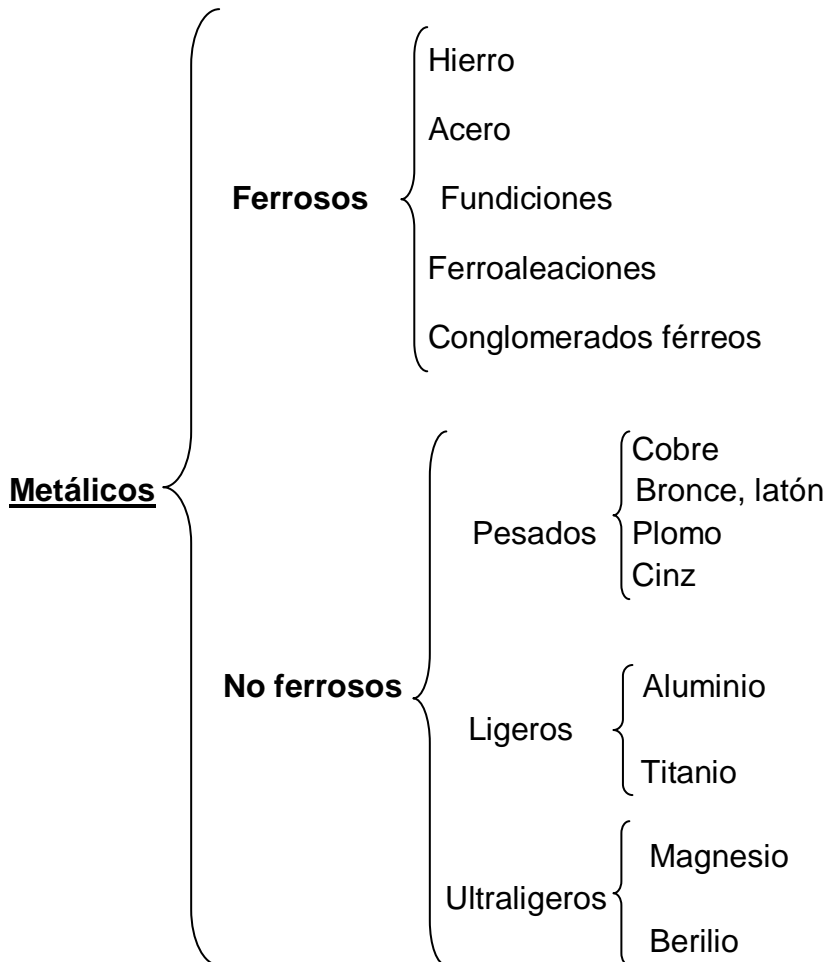


- **Resiliencia.-** Resistencia que opone un cuerpo a los choques o esfuerzos bruscos.





**Materiales más importantes.-** Coinciden con los mayoritariamente empleados por la industria.



**Pétreos y cerámicos**



## Productos metálicos férricos.-

Los metales ferrosos o férricos contienen como el elemento base el hierro. Una observación de nuestro entorno nos hará comprobar que la mayor parte de los objetos que nos rodean tienen, en mayor o menor grado, partes fabricadas con metales ferrosos (hierro, acero, fundición o grafito).

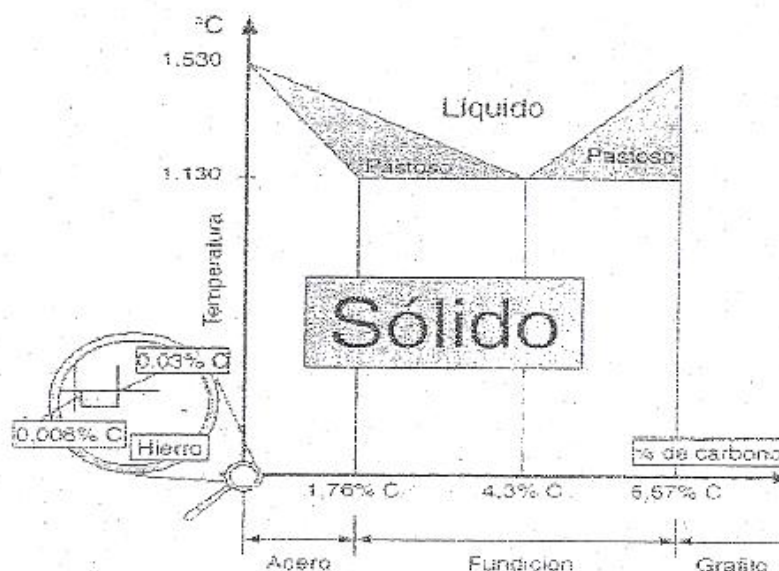
Las principales características de los metales ferrosos son:

- Tienen una superficie brillante, aunque la mayor parte de ellos suele oxidarse con suma facilidad.
- Conducen muy bien el calor y la electricidad.
- Proceden de minas (del interior de la tierra) y posteriormente, en general, han sido fundidos y refinados para separarlos de otros materiales e impurezas.
- Tienen una gran dureza.

***Una aleación es una mezcla de dos o más metales, o un metal y un no metal, en estado líquido, que una vez en estado sólido conserva las propiedades metálicas.***

Los productos férreos principales, son una aleación de **hierro y carbono** y que tienen unas propiedades marcadas por el porcentaje de este en la aleación. El conocido diagrama hierro-carbono lo exponemos a continuación, así como una clasificación, desde el punto de vista industrial, de los productos férreos dependiendo del % de carbono contenido:

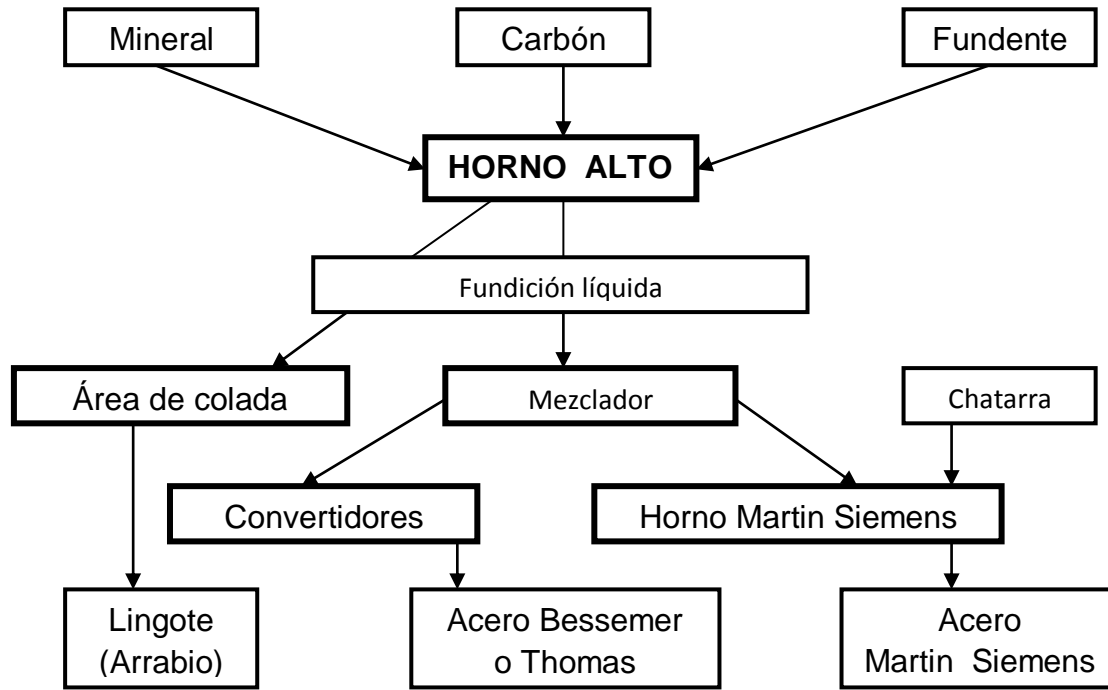
- **Hierro.** Cuando el contenido en carbono presente en la aleación está comprendido entre 0,008 y 0,03%.
- **Acero.** El % de carbono contenido está comprendido entre el 0,03 y 1,76%.
- **Fundición.** Si el contenido de carbono presente está comprendido entre el 1,76 y 6,67%.
- **Grafito.** El contenido en carbono es superior al 6,67%.





**El proceso siderúrgico.-** El concepto de siderurgia comprende una serie de operaciones mediante las cuales se obtiene un metal férreo (hierro, acero o fundición). Abarca, generalmente, desde el proceso de extracción del mineral de hierro, hasta su posterior afino y presentación comercial.

La obtención de productos siderúrgicos se puede recoger en el siguiente esquema:



**Clasificación de los productos férricos.-** Hemos clasificado los productos férricos desde el punto de vista industrial y la norma UNE 36.001 clasifica también a estos productos en cuatro clases: *hierros*, *aceros*, *fundiciones* y *grafitos*.

## I.- Hierros

Con esta denominación se designan dos tipos de productos.

- Elemento de símbolo Fe, que tiene un color blanco-grisáceo, peso específico 7,85, temperatura de fusión 1530° C y una resistencia a la tracción de 25 Kg/mm<sup>2</sup>.
- Producto siderúrgico, obtenido industrialmente, que contiene del 99,9 al 99,99% de hierro. El resto (carbono, azufre, etc.) se considera impureza.

El hierro industrialmente puro no suele tener muchas aplicaciones por sus bajas propiedades mecánicas y dificultad para su obtención. Donde más se emplea es en la electricidad y electrónica (formando lo que se conoce como ferritas), dadas sus propiedades de permeabilidad magnética.



## II.- Aceros

Ya hemos indicado que el acero es una aleación hierro-carbono y que además suele contener otros elementos, como impurezas, dando origen a los aceros aleados y en el que el contenido en carbono puede oscilar entre el 0,1 y 1,76% de carbono.

El carbono es el elemento principal de la aleación (después del hierro, naturalmente) y que modifica extraordinariamente las características mecánicas. Cuanto mayor es el contenido en carbono de un acero, mayor dureza y resistencia a la tracción tiene, pero tiene como inconveniente que es más frágil y menos dúctil.

Los elementos adicionales, que consideramos impurezas, y que intervienen en la aleación, en la mayoría de los casos son indeseables, tales como el fósforo y el azufre. Son elementos difíciles de eliminar, aunque con los procedimientos de afinado (convertidor LD y horno eléctrico) se reducen a proporciones inofensivas (menores de 0,05%).

Hay elementos, sin embargo, que mejoran la calidad de los aceros y por eso hay que añadirseles en forma de ferroaleaciones. Por ejemplo el silicio y manganeso, en proporciones pequeñas, evitan la oxidación de acero cuando se encuentra en estado líquido.

Clasificación de los aceros.- ***Se suelen, en la práctica, designar a los aceros de acuerdo a su composición y mediante una designación numérica convencional.***

a) *De acuerdo a su composición química se clasifican en*

1) **Aceros no aleados.-** Según el porcentaje de carbono:

% de carbono	Nombre	Resistencia a la tracción
0,1 – 0,2	Acero extrasuave	38 – 48 Kg/mm <sup>2</sup>
0,2 – 0,3	Acero suave	48 – 55 Kg/mm <sup>2</sup>
0,3 – 0,4	Acero semisuave	55 – 62 Kg/mm <sup>2</sup>
0,4 – 0,5	Acero semiduro	62 – 70 Kg/mm <sup>2</sup>
0,5 – 0,6	Acero duro	70 – 75 Kg/mm <sup>2</sup>
0,6 – 0,7	Acero extraduro	75 – 80 Kg/mm <sup>2</sup>

2) **Aceros aleados (o aceros especiales).**- Estos aceros además de tener los elementos de los aceros al carbono (0,1 al 1,76% de C), contienen otros elementos en otras proporciones. Cada uno de estos elementos modifica las propiedades mecánicas y térmicas de los aceros.

b) *Designación convencional numérica:*

Se definen mediante la letra **F** (mayúscula), que sirve para identificar el acero, seguida de cuatro cifras.

- La primera cifra indica grandes grupos de acero, siguiendo un criterio de utilización.

**F- 1000** Aceros finos de construcción general.



- F- 2000** Aceros para usos especiales.
- F- 3000** Aceros inoxidables para uso general.
- F- 4000** Aceros de emergencia.
- F- 5000** Aceros para herramientas.
- F- 6000 y F- 7000** Aceros para uso general.
- F- 8000** Aceros para moldeo.

- La segunda cifra establece distintos subgrupos con características comunes.
- Las dos últimas cifras no tienen valor clasificativo, solamente tienen como misión diferenciar un tipo de acero de otro, aplicándose a medida que estos aceros van siendo definidos cronológicamente.

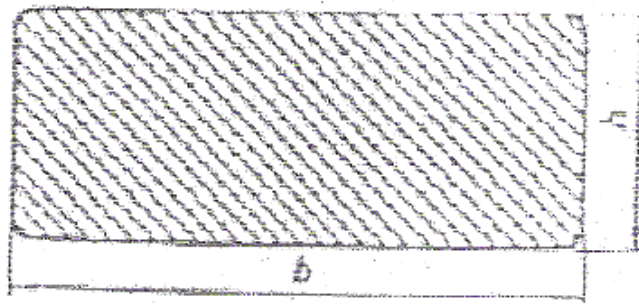
### Presentación comercial de los aceros.-

Las formas más comunes de los aceros que se emplean en la industria mecánica y metálica, se pueden clasificar en las siguientes categorías:

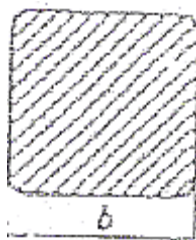
- (1) **Productos semielaborados.-** Los aceros tanto comunes como los finos o los de herramientas, suelen presentarse en el comercio en forma de perfiles laminados, o sea, en forma de barras con secciones diversas, llamados productos acabados, y que se obtienen al hacer pasar, entre dos rodillos acanalados que giran, un lingote de acero calentado al rojo. Los rodillos comprimen el material dándole la forma deseada. Esta operación se llama laminación en caliente.

- (a) **Desbaste.-** Producto obtenido en una primera laminación. De sección aproximadamente cuadrada, se designa por ejemplo para un desbaste de 300X150 será:

**Desbaste 300 X150 UNE 36511**



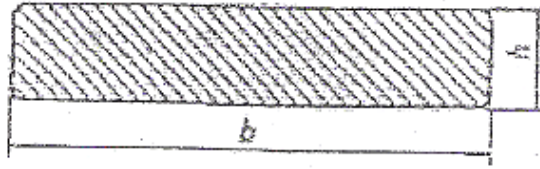
- (b) **Palanquilla.-** Producto de sección aproximadamente cuadrada y sin aristas vivas cuyo lado está comprendido entre 40 mm y 125 mm.







- (c) **Llantón.-** Producto de sección aproximadamente rectangular, cuyo grueso está comprendido entre 11 y 125mm y ancho entre 200 mm y 600 mm.



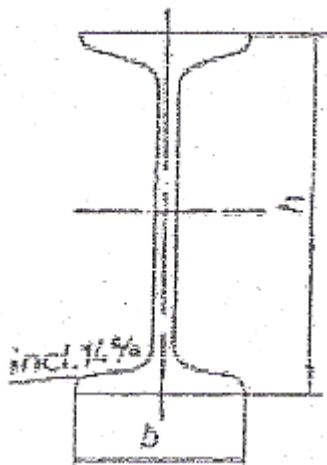
- (2) **Productos acabados.-** Los más usados son:

- (a) **Chapa.-** Producto plano superior a 600 mm y que puede ser según su espesor: *Chapa gruesa* ( $e > 6 \text{ mm}$ ), *Chapa media* ( $3 < e < 6 \text{ mm}$ ) y *Chapa fina* ( $e < 3 \text{ mm}$ ).

Ejemplo Designación: *Chapa A02XM UNE 36086*

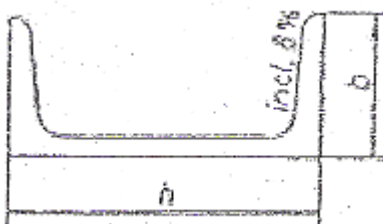
- (b) **Viga perfil normal (PN).**- Producto cuya sección es en forma de la figura.

Ejemplo Designación: *Viga (PN) 16 UNE 36521*



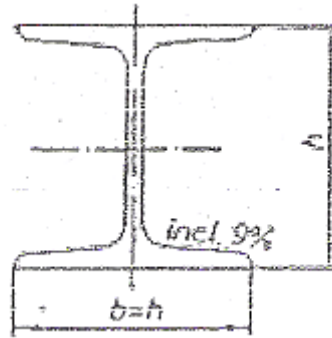
- (c) **Perfil en U normal (PN).**- Un perfil de una altura  $h = 120 \text{ mm}$  se designaría:

U (PN) 12 UNE 36522

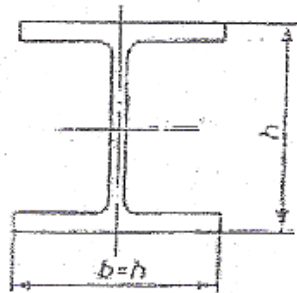




- (d) **Viga de ala ancha.-** Es la viga doble T cuya altura es igual a la anchura de las alas.



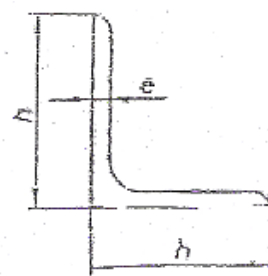
Cada día se emplea más la viga de ala ancha de alas paralelas.



- (e) **Angular de lados iguales de perfil normal (PN).**- Ejemplo designación:

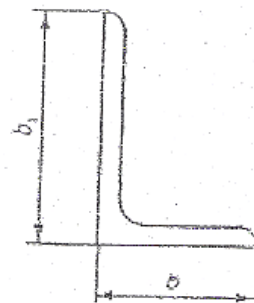
*Angular (PN) 50X50X7 UNE 36531*

El nombre de angular se puede sustituir por el símbolo L



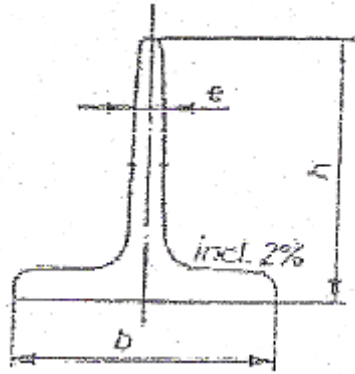
- (f) **Angular de lados desiguales, de perfil normal.**- Sus alas son de diferente longitud

*Angular 60X40X6 UNE 36532*

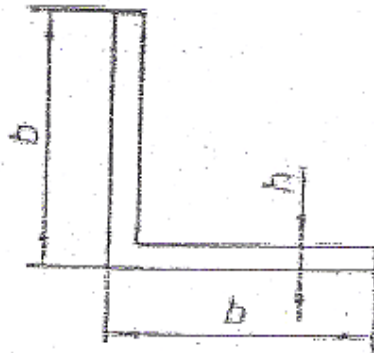




(g) **Perfil en T normal (PN).**- Ejemplo designación:  
Perfil T (PN) 40X40X5UNE 36533



(h) **Angulo camero.**- Es el producto con perfil en ángulo con alas de igual longitud y aristas vivas.



(3) **Productos de acero laminado en calidad especial.**- Se denominan así a los laminados con aceros especiales.

La designación se hace en estos casos con la doble denominación del perfil y de la calidad.

Ejemplos:

Un redondo de acero inoxidable al cromo y diámetro 12 mm, se designa así:  
*Redondo 12 UNE 36 615 Acero F312 UNE 36 016.*

(4) **Tubos.**- El tubo, pieza hueca, por lo común de forma cilíndrica y generalmente abierta por ambos extremos, es uno de los perfiles más típicos. Su obtención puede ser diversa según el fin que se destine. Hay, por tanto, gran variedad de tubos, pero haremos dos grandes grupos:

- 1) *Tubos sin costuras para trabajos a presión.*
- 2) *Tubos de costura soldada.*



## **Productos metálicos no férricos**

Los metales no férricos son imprescindibles en la industria metalúrgica para la fabricación de múltiples productos.

Se pueden clasificar en tres grandes grupos:

(a) **Metales no ferrosos pesados.**- Son aquellos cuya densidad es igual o mayor de  $5\text{Kg/dm}^3$ . Entre ellos se encuentran: el cobre, el estaño, el plomo, el níquel y el cromo.

(b) **Metales no ferrosos ligeros.**- Tienen una densidad entre 2 y  $5\text{Kg/dm}^3$ . Los más empleados son el aluminio y el titanio.

La mayoría de estos metales, en estado puro, son blandos y poseen una resistencia mecánica bastante reducida. Para mejorar estas propiedades mecánicas de los metales puros suelen alearse con otros. De esta manera los cambios así originados, en muchos casos, mejoran sustancialmente las propiedades del metal base, e incluso pueden obtenerse propiedades nuevas.

Con la aleación se consigue, generalmente:

- Aumentar la dureza y la resistencia mecánica.
- Disminuir el alargamiento y la conductividad eléctrica.
- Empeorar la resistencia a la corrosión.
- Alterar el color.

(c) **Metales no ferrosos ultraligeros.**- Son el magnesio y el berilio, aunque este último casi siempre se emplea como elemento de aleación y muy pocas veces en estado (

### **I. ALUMINIO**

Es un metal ligero, de color blanco plateado y relativamente blando. Su densidad es la tercera parte de la densidad del acero.

Presenta buena resistencia a la corrosión frente al aire, agua, aceites, alimentos y muchos agentes químicos. Esta resistencia se debe a la existencia de una capa de óxido de aluminio, denominada **alúmina**, que no permite la corrosión del metal. Esta capa de alúmina es muy refractaria, es decir tiene una temperatura de fusión muy elevada y se debe retirar antes o durante el soldeo para permitir una buena fusión del metal base.

El aluminio es un material muy dúctil (incluso a bajas temperaturas) y con baja resistencia mecánica, sin embargo las aleaciones de aluminio tienen mayor resistencia mecánica que el aluminio puro porque los elementos de aleación endurecen y mejoran las características mecánicas del aluminio.

Los elementos con los que se alea el aluminio principalmente son: cobre, magnesio, silicio y cinc.

### **II. COBRE**

Es un metal de color rosa salmón que en presencia del aire se oscurece dando una tonalidad rojiza.

De entre sus propiedades físicas cabe destacar su excelente conductividad eléctrica y térmica (sólo superado por la plata) y su elevado coeficiente de dilatación.



De sus propiedades mecánicas destaca su excelente ductilidad y su resistencia mecánica ( que disminuye a partir de los 100°).

A bajas temperaturas las características mecánicas mejoran.

**Aleaciones principales de cobre.-** Las aleaciones principales de cobre:

- **Bronces.-** Son aleaciones de cobre y estaño. A mayor contenido en estaño aumenta la dureza de la aleación.
- **Latones.-** Son aleaciones de cobre y cinc. Se emplean en tornillería entre otras aplicaciones.
- **Cuproaluminio.-** Son aleaciones de cobre y aluminio y se emplean para turbinas, hélices de barcos, monedas, etc. Tienen gran resistencia a la tracción.
- **Curoniquel.-** Su empleo principal es para los contactores eléctricos.

### III. TITANIO

Es un metal de color blanco plateado cuya resistencia a la corrosión es superior a la del acero inoxidable. Presenta propiedades mecánicas análogas a las de los aceros, conservándolas hasta los 400°C.

#### **Materiales no metálicos. Plásticos.**

**Generalidades.-** Los plásticos son productos de origen orgánico. Tienen elevado peso molecular (moléculas grandes, denominadas polímeros, formadas por la repetición de subgrupos moleculares, denominados monómeros). Son sólidos a temperatura ambiente, pero de fácil moldeo por el calor.

Las ventajas que presenta con respecto a otros materiales son:

- Resistencia a corrosión y agentes químicos.
- Aislamiento térmico y acústico.
- Resistencia a los impactos.
- Buena presentación estética.

Los plásticos están formados principalmente por cinco **componentes**:

1. **Materia básica:** Es el componente básico (celulosa, resina, etc.).
2. **Plastificantes:** Aumentan la plasticidad de los plásticos. Cada plástico requiere un plastificante adecuado.
3. **Cargas:** Modifican las propiedades mecánicas de la materia básica.
4. **Colorantes**
5. **Catalizadores:** Aceleran la reacción química.

Según la materia básica se dividen en:

1. Naturales (celulosa, caucho...)
2. Sintéticos (termoestables o termoplásticos).



**Plásticos termoestables.-** los plásticos termoestables son aquellos que se endurecen bajo la acción calor-presión y su endurecimiento es IRREVERSIBLE, por haber sufrido una modificación en su estructura químico-molecular. Una vez sufrida dicha transformación no se puede volver a remoldear o ablandar bajo la acción del calor y presión (se mantienen “estables”).

Un ejemplo de estos plásticos son los plásticos reforzados con fibra de vidrio.

**Plásticos termoplásticos.-** El calor da a estos plásticos plasticidad y fluidez, en cuyo estado se pueden inyectar a presión en un molde, adoptando la forma del hueco del molde. También se pueden laminar..., pero endurecen tan pronto como se les enfrían.

A diferencia de los termoestables, los termoplásticos se pueden remoldear, por consiguiente pueden ser aprovechadas todas las piezas defectuosas, recortes, etc....

Los principales son el celuloide, PVC, etc....

### **Tratamientos térmicos**

Son procesos mediante los cuales logramos modificar las propiedades mecánicas de los metales y aleaciones. Estos procesos se fundamentan en tres **pasos**:

1. Elevar el material a una temperatura dada.
2. Mantenerlo a dicha temperatura el tiempo necesario para asegurarse que todo el material tratado ha adquirido dicha temperatura por igual.
3. Enfriamiento, que se puede ejecutar de diversas formas según el tipo de tratamiento (al aire, al agua, en hornos...).

Los metales y las aleaciones, ya que tienen propiedades metálicas, están constituidos, a nivel microscópico, por granos de distinto tamaño, composición y propiedades.

La forma, el tamaño y la composición de dichos cristales (es decir, la estructura granular del metal) varía al calentar o enfriar las masas metálicas, sobre todo a ciertas temperaturas llamadas críticas, donde la estructura cristalina (a nivel molecular) varía.

Los resultados del tratamiento térmico dependen de tres parámetros:

1. Velocidad de calentamiento.
2. Temperatura alcanzada y tiempo de permanencia.
3. Velocidad de enfriamiento.

Los tratamientos térmicos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

#### **I. TRATAMIENTOS TÉRMICOS SIN CAMBIO DE COMPOSICIÓN.**

- **Normalizado:** Tratamiento que se aplica a un material que ha sido sometido a un tratamiento térmico defectuoso, o tras ser trabajado en frío o caliente. Se calienta a 40 o 50° C por encima de la temperatura crítica y se deja enfriar al aire tranquilo.





- **Temple:** Con el aumento la resistencia y la dureza del acero y disminuya la resiliencia (es muy frágil).  
Calentamos el material por encima del punto crítico, manteniendo la temperatura hasta su uniformidad, enfriando después rápidamente hasta la temperatura ambiente (en agua, aceite...). Existe una velocidad mínima de enfriamiento denominada velocidad crítica por debajo de la cual el material no queda templado.
- **Revenido:** Es un tratamiento que se da generalmente a los aceros templados, para aumentar la tenacidad disminuyendo al mismo tiempo la dureza. Se considera un tratamiento complementario al temple que tiene por objeto ablandar algo el acero templado, darle mayor tenacidad, resiliencia y eliminar las tensiones internas ya que tras el temple los aceros quedan excesivamente duros y frágiles.  
El revenido consiste en un nuevo calentamiento a una temperatura variable, inferior a la temperatura crítica y según el resultado que se desee obtener, seguido de un enfriamiento generalmente al aire.
- **Recocido:** Aumenta la resiliencia y el material se ablanda, aumentando la capacidad de mecanización. Quita tensiones y homogeneiza el grano, por lo que mejoran las condiciones del trabajo en frío.  
El recocido consiste en calentar por encima de la temperatura crítica y enfriar lentamente el acero, lo cual se hará de distintas formas dependiendo del porcentaje de carbono del acero.

## II. TRATAMIENTOS TÉRMICOS CON CAMBIO DE COMPOSICIÓN

Se emplean generalmente en piezas que necesitan una parte exterior dura y un núcleo blando y tenaz.

- **Cementación:** Endurecemos la superficie calentando la pieza unos 900° C, en contacto con materias que contengan carbono, llamadas materias cementantes (carbón, acetileno, etc.).  
El espesor de la capa depende del material, la materia cementante y el tiempo de exposición. El corazón del material no sufre modificación en su composición, obteniendo una pieza que resulta por esto más tenaz y resistente a los golpes.
- **Cianuración:** variante de la cementación, además de carbono añadimos nitrógeno formando cianuros en forma de sales (-CN). Es difícil obtener capas gruesas.
- **Carbonitruración:** Idem que los procesos anteriores, añadiendo C por un lado y N por otro (evitamos los cianuros que son muy tóxicos).
- **Nitruración:** es un tratamiento que tiene por objeto aportar N a la capa superficial de los aceros, con lo que se consigue endurecerla extraordinariamente. Para ello se calienta la pieza a unos 500° C en una corriente de amoníaco  $\text{NH}_3$  durante 1 a 4 días.